

**Міністерство освіти і науки України**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Навчально-науковий інститут бізнесу, природокористування і туризму**

Кафедра аграрних технологій та лісового господарства

## **ЛІСОВА СЕЛЕКЦІЯ З ОСНОВАМИ ГЕНЕТИКИ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
для здобувачів вищої освіти денної форми навчання  
за освітнім ступенем бакалавр  
зі спеціальності 205 «Лісове господарство»

Обговорено і рекомендовано на засіданні  
кафедри аграрних технологій та лісового  
господарства  
*Протокол № 9 від 12.02.2021 року*

Лісова селекція з основами генетики. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів вищої освіти денної форми навчання за освітнім ступенем бакалавр зі спеціальності 205 «Лісове господарство». / Укладачі: Чмель О.П., Пархоменко М.М. – Чернігів: Національний університет «Чернігівська політехніка», 2021. – 59 с.

**Укладачі:** Олена Петрівна Чмель, старший викладач кафедри аграрних технологій та лісового господарства Національного університету «Чернігівська політехніка»,  
Мирослав Миколайович Пархоменко, завідувач навчально-наукової лабораторії екологічно-сталого природо-користування кафедри аграрних технологій та лісового господарства Національного університету «Чернігівська політехніка»

**Відповідальний за випуск:** Михайло Михайлович Селінний, завідувач кафедри аграрних технологій та лісового господарства Національного університету «Чернігівська політехніка», к.е.н., доцент

**Рецензенти:** Корма Олександр Михайлович, к.б.н., доц. кафедри аграрних технологій та лісового господарства.

## З М І С Т

Вступ .....	4
<b>Лабораторна робота № 1.</b> Цитологічні основи безстатевого розмноження. Клітинний цикл. Мітоз. ....	5
<b>Лабораторна робота № 2.</b> Цитологічні основи статевого розмноження. Мейоз. Гаметогенез. Запліднення. ....	9
<b>Лабораторна робота № 3.</b> Молекулярні механізми спадковості. ....	13
<b>Лабораторна робота № 4.</b> Закономірності успадкування ознак при моно- та дигібридному схрещуванні. ....	20
<b>Лабораторна робота № 5.</b> Лісонасінне районування основних лісоутворюючих видів. ....	30
<b>Лабораторна робота № 6.</b> Селекційна оцінка дерев і насаджень. ....	36
<b>Лабораторна робота № 7.</b> Авто- та гетеровегетативне розмноження лісових дерев та чагарників. ....	41
<b>Список використаних літературних джерел</b> .....	53
<b>Додатки</b> .....	54

## ВСТУП.

У професійній підготовці фахівців з лісового господарства важливе місце займає курс «Лісова селекція з основами генетики», який дозволяє здобувачам вищої освіти засвоїти теоретичний матеріал про закономірності спадковості та мінливості деревних рослин і використання їх у практиці ведення лісового господарства.

В процесі лабораторних занять з лісової селекції з основами генетики формуються навички виділяти під час селекційної інвентаризації плюсові насадження та плюсові дерева і визначити їх генотип, використовувати селекційно-генетичні методи підвищення продуктивності і покращення якості створюваних лісів, визначати сорти і знати їх районування при створенні лісових культур, аналізувати генетичний фонд основних лісових порід України і вибирати форми збереження та розмноження найбільш цінних різновидів, форм, біотипів, плюсових дерев; знати життєвий цикл та репродуктивну здатність деревних та чагарникових рослин.

Пропоновані методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу «Лісова селекція з основами генетики» знайомлять ЗВО з основними тенденціями розвитку науки та технології проведення селекційних робіт в області лісового господарства; методикою селекційної інвентаризації лісів; можливостями підвищення продуктивності лісів методами мутагенезу, поліплоїдії, гібридизації, генної інженерії; технікою роботи в хімічній лабораторії при виконанні дослідів з основних тем курсу. До кожної лабораторної роботи подаються теоретичні відомості, завдання та контрольні питання.

Для захисту лабораторної роботи здобувач вищої освіти повинен відповісти на всі контрольні питання з методичних вказівок та на два питання, за вибором викладача, з лекційного курсу по темі лабораторної роботи. Для денної форми навчання за кожну лабораторну роботу здобувач вищої освіти отримує певну кількість балів з урахуванням максимальної кількості балів. При цьому враховується якість оформлення звіту та повнота відповідей на питання при захисті лабораторної роботи.

## Лабораторна робота № 1

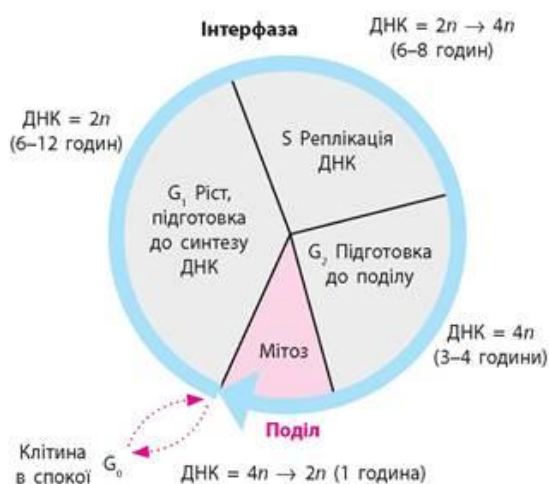
### Тема: Цитологічні основи безстатевого розмноження. Клітинний цикл. Мітоз.

**Мета:** Ознайомитися з особливостями мітотичного поділу соматичних клітин. Вивчити структуру життєвого циклу клітини, його основні періоди: інтерфази, мітоз і цитокінез. Навчитися розрізняти інтерфазні та мітотичні ядра, стадії мітозу.

#### Практичні завдання:

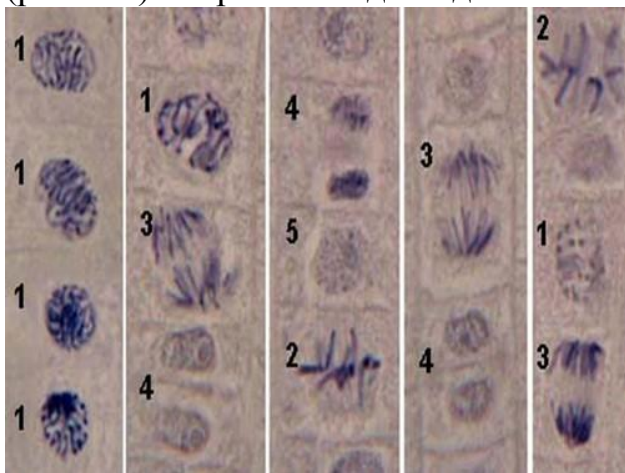
1. Ознайомитись з теоретичним оглядом теми.
2. Розглянути схему клітинного циклу соматичної клітини (рис. 1.1.) та оформити таблицю «Періоди інтерфази».

Період інтерфази	Процеси, що відбуваються в клітині	Число хромосом та хроматид



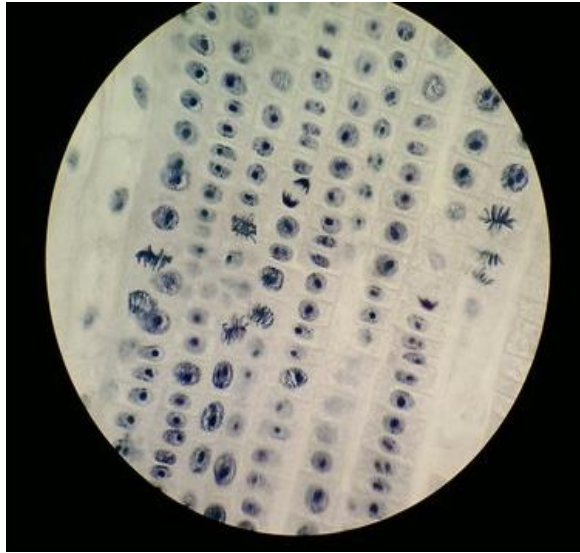
**Рис. 1.1. Схема клітинного циклу.**

3. Розглянути під мікроскопом мікропрепарат “Мітоз в корінцях цибулі” (рис. 1.2.) та зробити відповідні позначення.



**Рис. 1.2. Мітоз в корінцях цибулі**

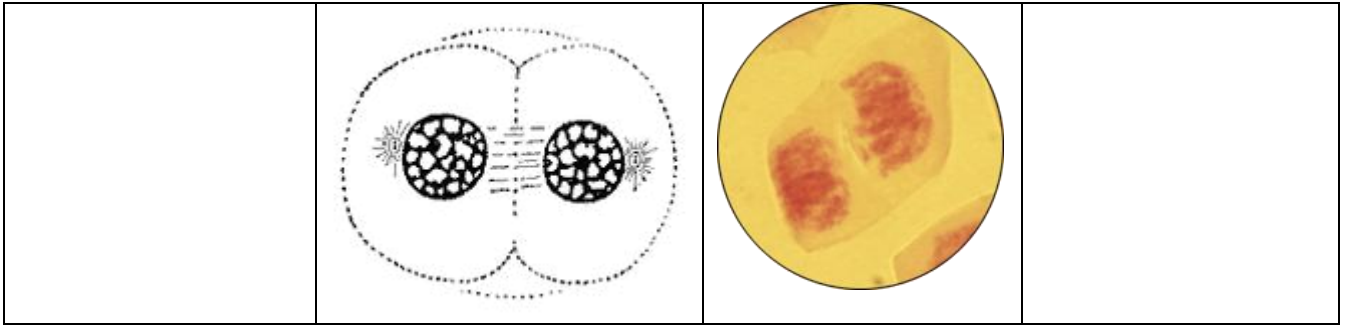
1- , 2- , 3- , 4- , 5- .



*Рис. 1.3. Мікропрепарат під мікроскопом “Мітоз в корінцях цибулі”.*

4. Розгляньте на фіксованих препаратах та схемах клітини в період інтерфази, профази, анафази та телофази мітозу і зобразіть ці етапи на рисунку, заповнивши таблицю.

Назва фази	Схематичні рисунки	Електронні фотографії	Процеси, що відбуваються
	A schematic diagram of a cell in prophase. The cell is enclosed in a dashed circle. Two centrioles are positioned at opposite poles, with spindle fibers extending towards the center. The chromosomes are condensing and forming a tangled mass in the center of the cell.	A circular micrograph showing a cell in prophase. The cell is stained yellow. A dense, reddish-brown mass of condensing chromosomes is visible in the center of the cell.	
	A schematic diagram of a cell in metaphase. The cell is enclosed in a dashed circle. Two centrioles are at opposite poles. Spindle fibers extend from the poles to the centromeres. The chromosomes are aligned vertically along the equatorial plate (metaphase plate) in the center of the cell.	A circular micrograph showing a cell in metaphase. The cell is stained yellow. Reddish-brown chromosomes are aligned in a vertical row along the center of the cell.	
	A schematic diagram of a cell in anaphase. The cell is enclosed in a dashed circle. Two centrioles are at opposite poles. Spindle fibers extend from the poles to the centromeres. The sister chromatids have separated and are being pulled towards their respective poles, appearing as V-shapes pointing towards the poles.	A circular micrograph showing a cell in anaphase. The cell is stained yellow. Reddish-brown chromatids are being pulled apart and moving towards the poles of the cell.	



5. Замалювати стадії мітозу гіпотетичної клітини, диплоїдний набір якої становить чотири хромосоми (гомологічні хромосоми позначити різним кольором).
6. Розв'язати задачі та дати відповіді на питання.
7. Зробити висновок.
8. Дати відповіді на контрольні питання (письмово).

### Теоретичні відомості

Для розуміння закономірностей успадкування і явища мінливості важливо розібратися в поведінці хромосом під час мітозу і мейозу.

**Поділ клітин** — одна з найважливіших властивостей живих організмів, які мають клітинну будову. Саме завдяки поділу відбувається ріст та розвиток багатоклітинних організмів, регенерація (відновлення клітин, тканин і навіть органів, утрачених у процесі життєдіяльності) і репродукція. Розрізняють непрямий поділ (мітоз), прямий поділ (амітоз), ендорепродукцію.

**Клітинний цикл** – це період життя клітини від одного поділу до наступного або від поділу до загибелі.

У клітинному циклі можна виділити два основних етапи – мітоз та інтерфазу.

**Інтерфаза** (від лат. *Интер* – між і грец. *Фазіс* – поява) – це період між двома послідовними поділами клітини або від завершення останнього поділу до загибелі клітини. В інтерфазі клітина росте, синтезує органічні сполуки та запасує енергію у вигляді макроергічних сполук та готується до поділу. Інтерфаза триває довше, ніж мітоз, до 90 % часу всього клітинного циклу.

В інтерфазі розрізняють три послідовні періоди: пресинтетичний, синтетичний і постсинтетичний.

**Мітоз** – це такий спосіб клітинного поділу, в результаті якого з однієї материнської клітини з диплоїдним набором хромосом утворюються дві дочірні клітини з таким же диплоїдним набором хромосом. Він відбувається як при поділі соматичних клітин, так і при поділі зачаткових статевих клітин.

Стадії процесу мітозу: профаза, метафаза, анафаза, телофаза.

Гаплоїдний набір хромосом позначається  $n$ , а диплоїдний –  $2n$ .

Соматичні клітини мають диплоїдний набір хромосом, а статеві (генеративні) – гаплоїдний.

*Гомологічними* називаються такі хромосоми, які мають однакову форму, розміри, зміст генів, але різні за походженням: одну організм дістає від матері, а другу – від батька.

Диплоїдний набір хромосом каріотипу людини становить 46, відповідно гаплоїдний – 23 хромосоми.

*Каріотипом* називається набір хромосом соматичних клітин, типовий для даної систематичної групи тварин чи рослин.

Біологічне значення мітозу полягає у тому, що він забезпечує точну передачу спадкової інформації від материнських клітин дочірнім. При цьому зберігаються сталість як числа хромосом, так і вмісту молекул ДНК в ядрах дочірніх клітин. Таким чином, мітоз забезпечує стабільність каріотипів, є умовою прояву спадковості і основою існування біологічних видів протягом зміни поколінь.

### **Задачі та питання:**

#### **Цитологічні основи безстатевого розмноження**

1. Якою є стадія мітозу, якщо в клітині помітні хромосоми, але немає ядерної оболонки та ядерця?
2. Як називається стадія мітозу, якщо в клітині добре видно веретено поділу, а всі хромосоми знаходяться в екваторіальній площині?
3. Які дві стадії мітозу взаємно протилежні за процесами, що в них відбуваються?
4. Під час мітозу в культурі тканини людини відбулася елімінація однієї хромосоми. Скільки хромосом буде в двох дочірніх клітинах?
5. Що означають терміни: хроматида, центромера, інтерфаза?
6. Чому хромосоми в анафазі мітозу мають V-подібну форму?
7. Як називається хромосома, що складається з багатьох реплікованих, але таких, що не розійшлися, хроматид?
8. Якої форми можуть бути хромосоми? Перелічіть.
9. Як називається речовина, з якої складаються хромосоми? Що входить до складу цієї речовини?
10. Що таке клітинний цикл?
11. У чому полягає генетичне значення мітозу?
12. Обчисліть, скільки клітин утвориться внаслідок 8 послідовних мітозів 4 соматичних клітин? Скільки хромосом буде в кожній з них, якщо у материнських клітинах їх по 24?

### **Контрольні питання:**

1. Що таке каріотип?
2. Як називаються дві половинки хромосоми після редуплікації, з'єднані центромерою?
3. В чому полягає різниця між хромосомами прокаріотів і еукаріотів?
4. На якій стадії мітозу зручно вивчати форму і розмір хромосом?
5. На якій стадії мітозу добре видно веретено поділу?
6. Які дві стадії мітозу взаємно протилежні одна одній за процесами, які в них проходять?
7. В чому полягає генетичне значення мітозу?
8. Яке біологічне значення мають процеси ендомітозу та амітозу?



## Лабораторна робота № 2

### Тема: Цитологічні основи статевого розмноження. Мейоз. Гаметогенез. Запліднення.

**Мета:** отримати загальні уявлення про мейоз, розглянути та вивчити фази мейозу, а також провести паралель між мейозом і гаметогенезом, порівняти мітоз і мейоз, навчитися розв'язувати задачі.

#### Практичні завдання:

1. Ознайомтесь з теоретичними відомостями.

2. Розгляньте та зобразіть стадії мейозу, користуючись рис. 2.1. Заповніть таблицю:

Фаза	Рисунок	Процеси, що відбуваються
I Редукційний поділ		
II Еквацийний поділ		

3. Розгляньте життєвий цикл і утворення гамет у рослин (рис. 2.2). Опишіть фази утворення пилкових зерен і зародкових мішків у квіткових рослин.

4. Розгляньте процес утворення пилкових зерен і зародкових мішків у квіткових рослин (рис. 2.3).

5. Дати порівняльну характеристику відмінностей між оогенезом та сперматогенезом, заповнити таблицю :

Характеристика	Сперматогенез	Оогенез
Орган, в якому процес відбувається		
Тривалість процесу		
Вік, в якому процес починається		
Кількість клітин, що утворюються з однієї соматичної клітини-попередника		
Біологічна функція		

6. Розв'яжіть задачі і вправи.

7. Зробити висновок.

8. Дати відповіді на контрольні питання.

#### Теоретичні відомості

Для розуміння закономірностей успадкування і явища мінливості важливо розібратися в поведінці хромосом під час мітозу і мейозу. Сталість кількості хромосом у клітині забезпечується тим, що під час мітозу до полюсів відходять половинки хромосом – хроматиди. Подібний до мітозу еквацийний поділ мейозу. А ось в анафазі I мейозу до полюсів підходять цілі хромосоми (від кожної гомологічної пари по одній хромосомі, чим забезпечується редукція кількості хромосом (рис. 2.1). Гомологічними називаються такі хромосоми, які мають однакову форму, розміри, зміст генів, але різні за походженням: одну організм дістає від матері, а другу – від батька. Вони незалежні одна від одної, тому в

анафазі I мейозу під час розходження до різних полюсів хромосоми з різних гомологічних пар можуть утворювати різні комбінації (певне співвідношення материнських і батьківських хромосом). Кількість комбінацій залежить від кількості пар гомологічних хромосом і підраховується за формулою  $2^n$ , де  $n$  – кількість гомологічних пар.

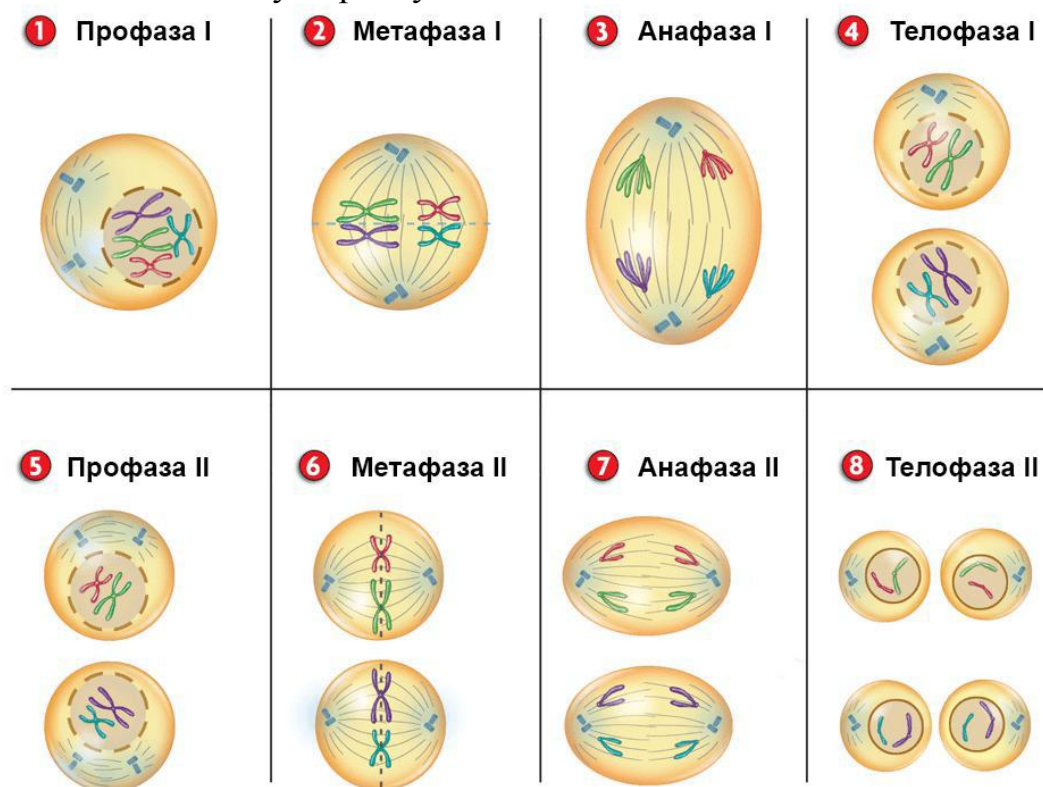
Саме в анафазі I мейозу відбувається перекомбінація материнської та батьківської спадкової інформації, що забезпечує комбінативну мінливість. Імовірність того, що до одного полюсу клітини відійдуть лише материнські хромосоми, а до протилежного – лише батьківські, дуже мала і обчислюється за формулою  $1/2^n$  де  $n$  – кількість гомологічних пар.

Для мейозу характерні такі особливості:

- Редукція (зменшення) числа хромосом до гаплоїдного (половинного) набору;

- Незалежне розходження батьківських і материнських хромосом в статевих клітинах;

- Кросинговер – перехрест хромосом, при якому відбувається взаємний обмін частинами між гомологічними хромосомами внаслідок розривів хроматид і поєднання кінців в іншому порядку.



**Рис. 2.1. Схема розподілу хромосом у мейозі**

У всіх організмів, які розмножуються статевим шляхом, спостерігається чергування фаз, які відрізняються за кількістю хромосом: *гаплофази* (одинарний, гаплоїдний набір хромосом) та *диплофази* (відповідно подвійний, диплоїдний).

Процес формування статевих клітин у рослин ділиться на два етапи:

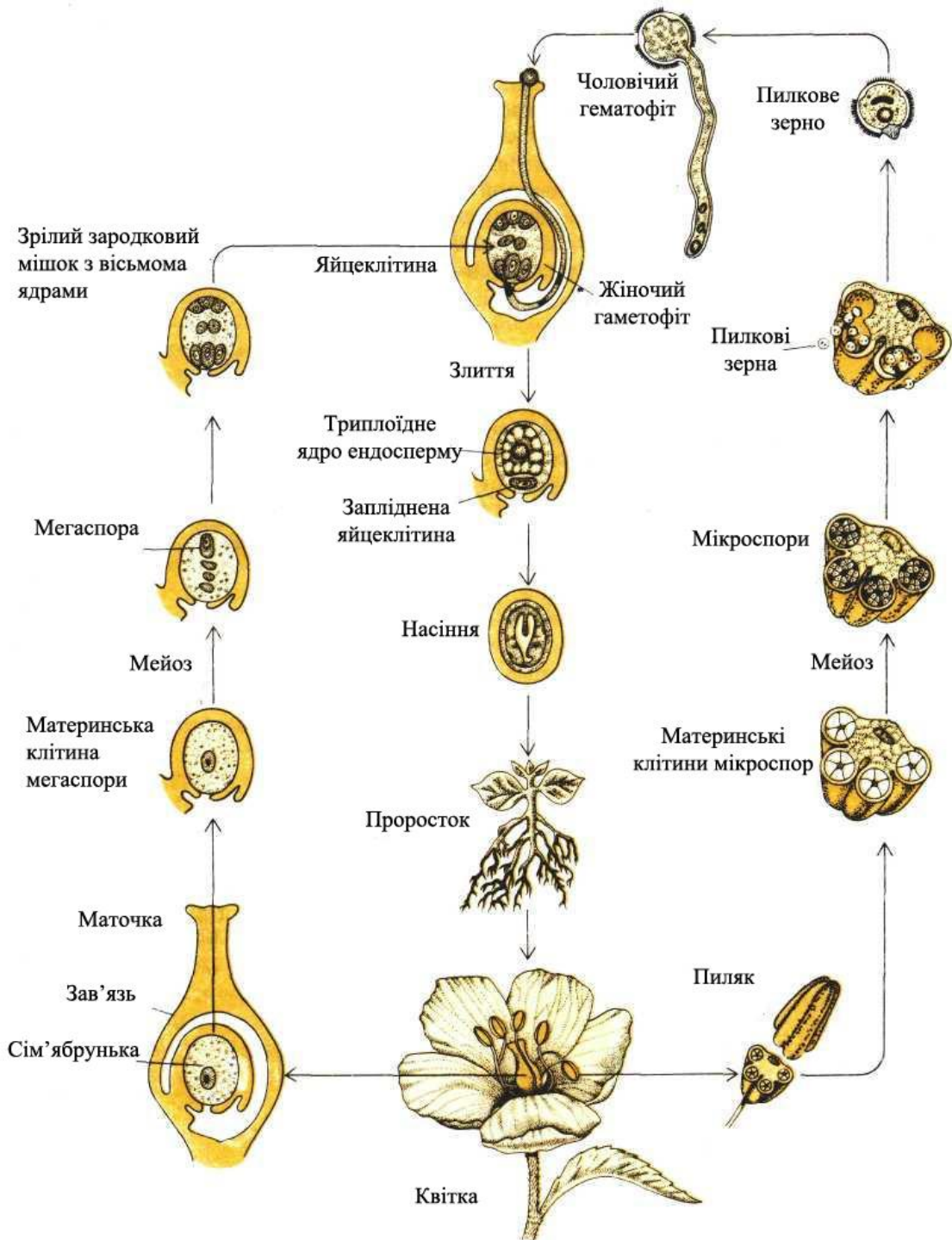
- *спорогенез* – утворення гаплоїдних клітин – спор;

- *гаметогенез* – ряд поділів гаплоїдних клітин і утворення зрілих гамет.

Цикл розвитку квіткової рослини складається з таких етапів: насінина – зародок насінини – проросток – доросла рослина (спорофіт).

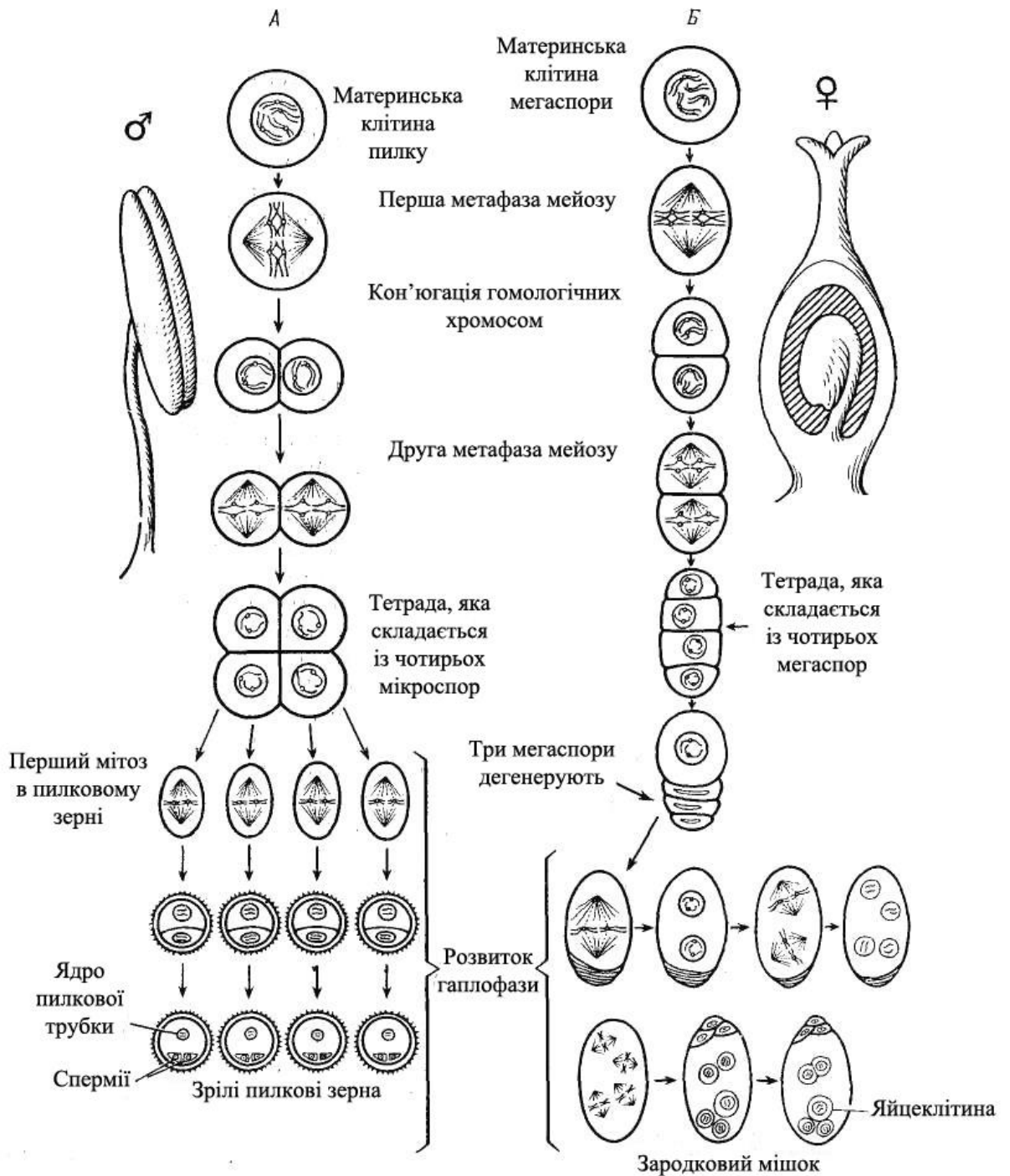
Розвиток чоловічих статевих клітин у рослин: квітка – тичинка – пиляк – спорангій – багато дрібних спор (в результаті мейозу) – пилокве зерно (гаметофіт), яке складається з вегетативної та генеративної клітин. З вегетативної клітини утворюється пилова трубка, а з генеративної – два спермії.

Розвиток жіночих статевих клітин у рослин: квітка – маточка – насінневі зачатки (зав'язь) – спорангій – 4 великі спори (в результаті мейозу) – 1 спора – восьмиядерний зародковий мішок (гаметофіт). Ядра пізніше стають клітинами, головні з яких – яйцеклітина ( $n$ ) та центральна клітина ( $2n$ ). (рис. 2.3)



**Рис. 2.2. Життєвий цикл і утворення гамет у рослин**

Процес подвійного запліднення проходить всередині зародкового мішка. Один спермій запліднює яйцеклітину – утворюється зигота (2n), а другий зливається з центральною клітиною – утворюється триплоїдна клітина (3n).



**Рис. 2.3. Утворення пилкових зерен (А) і зародкових мішків (Б) у квіткових рослин.**

В результаті подвійного запліднення розвиваються:

- із зав'язі – плід;
- із насінневих зачатків – насінина;
- із покриву насінневих зачатків – шкірка насінини;
- із зиготи – зародок насінини (2n);
- із триплоїдної клітини – ендосперм насінини (3n).

### **Задачі та вправи:**

1. Якщо материнська клітина має 14 хромосом, то скільки хромосом відходить до кожного полюса в анафазі редукційного поділу? Скільки хроматид відходить до кожного полюса?
2. Скільки хроматид відходить до кожного полюса в анафазі екваційного поділу, якщо клітина має 28 хромосом?
3. Скільки бівалентів утворюється в клітині, якщо: а)  $2n=14$ ; б)  $2n=28$ ; в)  $2n=46$ ?
4. Чим відрізняється мітоз від мейозу?
5. При мітозі в материнської диплоїдної клітини утворюється дві дочірні соматичні. Одна з цих клітин вступає в стадію мітотичного циклу, а друга внаслідок внутрішньоклітинної спеціалізації ділиться мейотично. Початком яких органів дерева може стати кожна з цих клітин?
6. Чи можна сказати, що клітини, які утворилися внаслідок мейозу, ідентичні? Поясніть, чому?
7. Яку роль відіграє кон'югація гомологічних хромосом у мейозі?
8. У дуба черешчатого період від запилення і до запліднення продовжується майже два місяці. За цей час відмічається цілковите обпадання незапліднених зав'язей і 90-95 % запилених квіток. Запліднення проходить лише в 5-10 % квіток. Поясніть причини обпадання запилених квіток.

### **Контрольні питання :**

1. Охарактеризуйте поняття мейоз та його біологічне значення.
2. Охарактеризуйте життєвий цикл і утворення гамет у рослин.
3. Як відбувається утворення пилкових зерен і зародкових мішків у квіткових рослин?
4. Опишіть процес подвійного запліднення у покритонасінних рослин.

## **Лабораторна робота № 3**

### **Тема: Молекулярні механізми спадковості.**

**Мета:** ознайомитися з будовою молекули ДНК та РНК, структурою генетичного коду та особливостями передачі спадкової інформації в клітині. Вивчити механізми кодування та реалізації генетичної інформації на молекулярному рівні. Виявити та зрозуміти залежність ознак організму від структури білків, які входять до його складу.

### **Практичні завдання:**

1. Розглянути будову молекули ДНК відповідно до моделі Уотсона-Кріка. Визначити типи зв'язків на різних рівнях її будови, дати їх характеристику (рис. 3.1, 3.2, 3.3).
2. Порівняти будову, властивості, місцезнаходження та особливості функціонування молекули ДНК у прокариот та еукариот. Виділити риси схожості

та відмінності. Заповнити таблицю «Порівняльна характеристика прокариот та еукаріот»:

Ознака	Прокариоти	Еукаріоти
Місце розташування більшості генів геному		
Інші місця розміщення генів		
Наявність некодуючих ділянок у середині генів		
Наявність некодуючих ДНК поза генами		
Наявність оперонів		

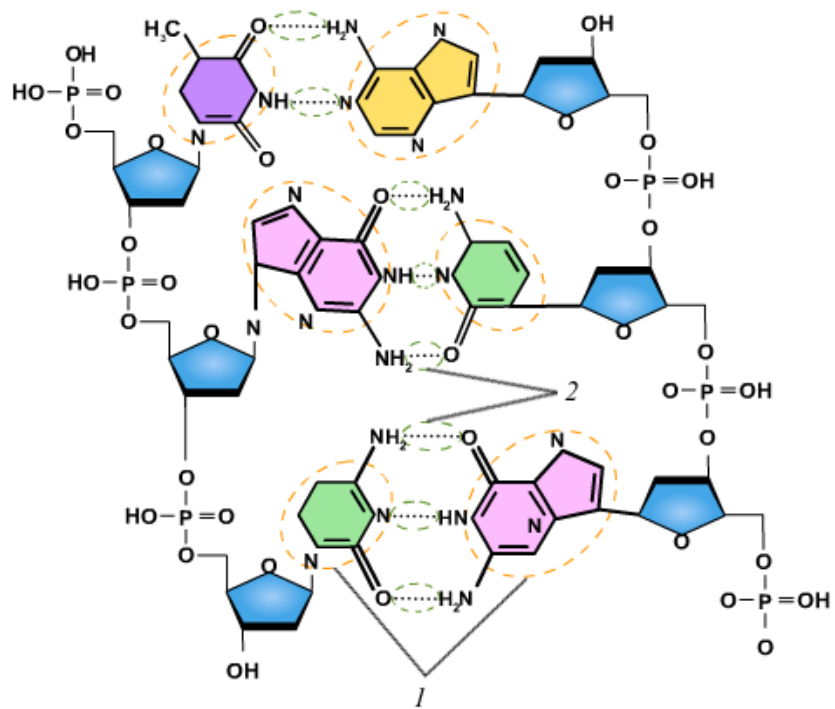
3. Дати комплексну характеристику пуринових та піримідинових азотистих основ.
4. Ознайомитися з генетичним кодом, його властивостями.
5. Намалювати схему процесу реплікації молекули ДНК.
6. Виділити функціональну різноманітність молекул РНК, дати їх коротку характеристику.
7. Дати порівняльну характеристику будови молекул ДНК та РНК. Виділити риси схожості та відмінності.
8. Дати характеристику етапам синтезу білка.
9. Розв'яжіть задачі та виконайте вправи для самостійної роботи.
10. Зробити висновок. Відповісти на контрольні питання.

### Теоретичні відомості

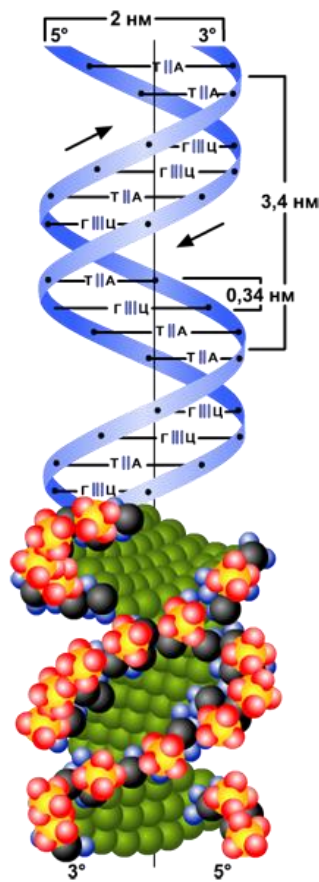
Матеріальним носієм спадковості є дезоксирибонуклеїнова кислота – ДНК (рідше – рибонуклеїнова кислота, тобто РНК). ДНК – це полімер, мономером якого є нуклеотид, який у свою чергу складається з цукру дезоксирибози, залишку фосфорної кислоти і азотистої основи (рис. 3.1). У ДНК відомо чотири типи азотистих основ: аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) і цитозин (Ц). Згідно з моделлю Уотсона-Кріка (1953), молекула ДНК являє собою подвійну спіраль, де два полінуклеотидних ланцюги з'єднуються між собою за принципом комплементарності, а саме: аденін з тиміном, гуанін з цитозином. Довжина однієї такої пари нуклеотидів уздовж осі спіралі дорівнює 0,34 нм.

Дослідження різних представників прокариотів та еукаріотів показали, що кількість генів у них значно коливається. Пригадайте: клітини **прокариотів** – археїв і бактерій – не мають сформованого ядра. їхній спадковий матеріал – кільцеподібна молекула ДНК – не відокремлена від цитоплазми мембранною оболонкою. Вона розташована у ядерній зоні цитоплазми – **нуклеоїді**.

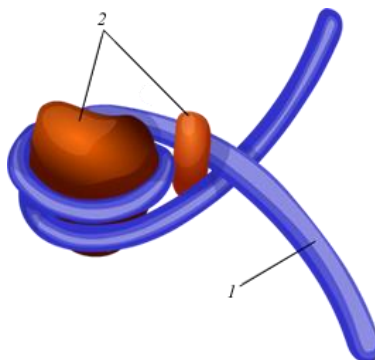
ДНК кишкової палички, наприклад, складається з 4,6 млн пар нуклеотидів, кількість структурних генів – приблизно 4100, ще близько 120 генів кодують молекули РНК. Крім того, вона містить велику кількість регуляторних генів, що впливають на активність структурних. Середній розмір гена бактерій – близько 950 пар нуклеотидів.



**Рис. 3.1. Первинна структура ДНК:**  
 1 – залишки нуклеотиду; 2 – водневі зв'язки



**Рис. 3.2. Вторинна структура ДНК – подвійна спіраль**

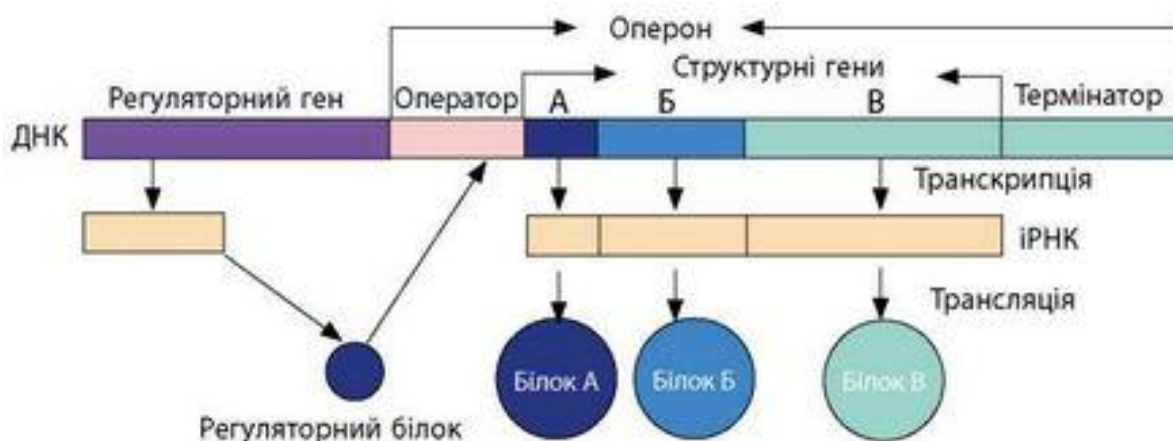


**Рис. 3.3. Фрагмент суперспіралі (третьинної структури ДНК), що утворює комплекс з білком гістоном у хромосомі:**  
1 – ДНК, 2 – білки гістони

Як ви знаєте, у цитоплазмі клітин багатьох бактерій одночасно із кільцевою молекулою ДНК містяться невеличкі кільцеві молекули ДНК. Це плазмідні – позахромосомні фактори спадковості. Вони зазвичай містять гени, які підвищують стійкість бактерій до несприятливих чинників довкілля, зокрема до антибіотиків. Плазмідні можуть передаватись від однієї клітини бактерій до іншої.

У прокаріотів генетичний матеріал має **оперонну** організацію (рис. 3.4). Концепцію оперона запропонували в 1961 р. французькі вчені Франсуа Жакоб і Жак Моно, за що отримали Нобелівську премію (1965 р.). **Оперон** (від лат. *operor* - працюю) – функціональна одиниця організації геному прокаріотів.

До складу оперона входять один або декілька структурних генів. Ці гени відповідають за синтез білків, залучених до одного ланцюжка біохімічних перетворень. Так, лактозний оперон кишкової палички містить спадкову інформацію про три білки, що беруть участь у поглинанні та розщепленні лактози. Структурні гени прокаріотів не мають мозаїчної структури, тобто в їхньому складі немає розподілу на кодувальні (екзони) й некодувальні (інтрони) ділянки.



**Рис. 3.4. Організація геному прокаріот**

В еукаріотів значна частина геному представлена послідовностями нуклеотидів, які не кодують структури молекул білків та РНК. Учені з'ясували, що 20-50 % генів еукаріотів мають одну, інші – кілька зазвичай не ідентичних копій. Понад 50 % усієї кількості ДНК припадає на повтори. Завдяки копіям,



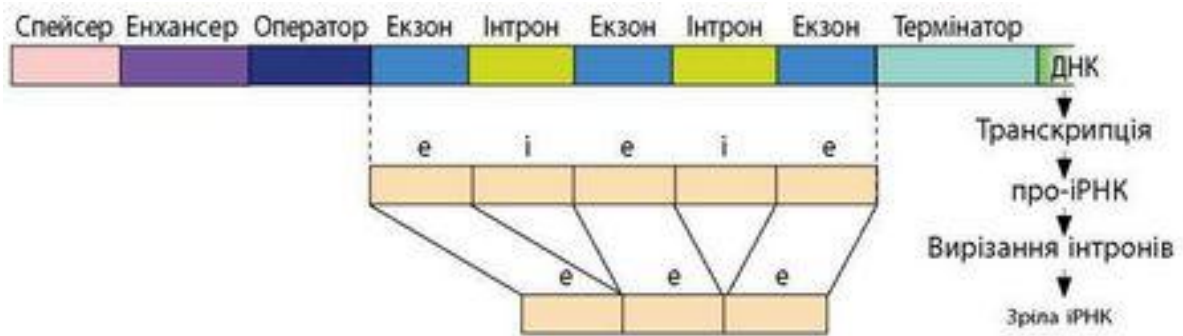
мутації окремих генів мало впливають на фенотип. Повторювані послідовності нуклеотидів зосереджені переважно на кінцях хромосом і в зоні прикріплення ниток веретена поділу (центромера). Генам еукаріотів, на відміну від генів прокаріотів, притаманний мозаїчний характер будови: кодуєчі ділянки (**екзони**) чергуються з некодуєчими (**інтронами**). Серед інтронів є ділянки, що здійснюють важливі регуляторні функції. Регуляторні ділянки є й у складі міжгенної ДНК. Обов'язковим етапом, необхідним для здійснення молекулою іРНК своїх функцій, є процес сплайсингу: інтрони за участі відповідних ферментів вирізаються, а екзони зшиваються, утворюючи матрицю для синтезу білкової молекули.

У геномі людини близько 20 000-25 000 структурних генів (у птахів – до 30 000), ще понад 8000 генів кодуєчі різноманітні молекули РНК (тРНК, рРНК тощо). Кількість ДНК у ядрі перевищує потрібну для кодування всіх структурних генів у 8-10 разів. Причини цього явища різні. По-перше, ДНК, розташована в ядрі еукаріотів, містить багато послідовностей, кожна з яких повторюється до сотень тисяч разів. По-друге, значна частина ДНК взагалі не несе генетичної інформації (некодуєчі ділянки). Це, наприклад, послідовності нуклеотидів, які розділяють сусідні гени. Клітини кожного виду еукаріотів мають свій особливий набір хромосом – каріотип. Сукупність генетичної інформації, закодованої в усіх генах певної клітини або цілісного організму, має назву «генотип». Сукупність молекул ДНК, притаманних гаплоїдному набору хромосом, називають «геномом». Гени поділяють на структурні (кодуєчі структуру білків і РНК) та регуляторні (впливають на активність структурних генів і беруть участь у процесах подвоєння ДНК і переписування спадкової інформації на молекули РНК). Структурні гени складаються з окремих блоків. Одні з них – екзони – копіюються в мРНК і несуть інформацію про структуру певних сполук, інші – інтрони – ні. З підвищенням рівня організації складність організації геному зазвичай підвищується.

З підвищенням рівня еволюційного розвитку розмір геному еукаріотів зростає переважно за рахунок саме некодуєчих послідовностей. Так, гаплоїдний хромосомний набір нематоди містить близько 100 млн пар нуклеотидів, дрозофіли – 130 млн, курки – близько 1 млрд, ссавців (і в людини також) – приблизно 3,3 млрд пар нуклеотидів. Між видами, що належать до близьких систематичних груп, спостерігають високий ступінь подібності геномних нуклеотидних послідовностей. Так, геноми людини та миші однакові на 80 %, людини та шимпанзе – майже на 99 %. Порівняльний аналіз геномів різних організмів є важливим методом сучасної систематики, він дає змогу встановлювати ступінь їхньої спорідненості.

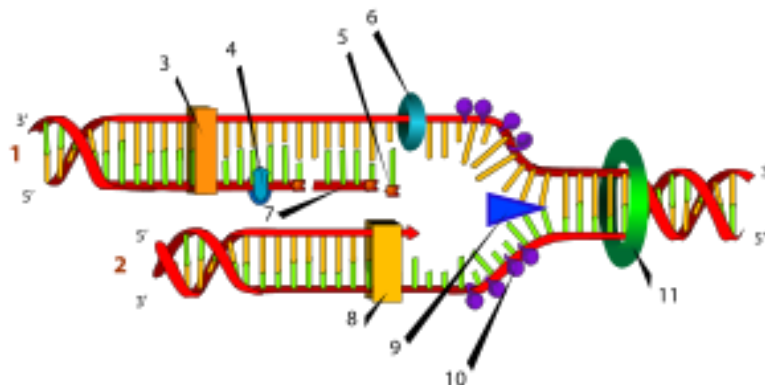
Гени еукаріотів мають складнішу будову (рис. 3.5). По-перше, в структурній частині генів є ділянки, що кодуєчі спадкову інформацію – екзони (від англ. *expression* – вираження), і ділянки, що її не кодуєчі – інтрони (від англ. *intervening sequence* – проміжна послідовність). Кількість і розташування інтронів специфічні для кожного гена. Така будова структурних генів еукаріотів називається мозаїчною. Науковці вважають, це може бути механізмом, який

обмежує мутаційний процес. При цьому інтрони виконують функцію «пасток» мутацій.



**Рис. 3.5. Організація генома еукаріот.**

В основі передачі спадкової інформації лежить найважливіша особливість молекули ДНК – здатність реплікуватися. Спосіб реплікації ДНК – напівконсервативний і здійснюється за принципом комплементарності. Таким чином, у кожній новій молекулі ДНК один ланцюг материнський, а другий – дочірній (рис. 3.6).



**Рис.3.6. Схема процесу реплікації.**

*Цифрами позначені: 1 – ланцюг, що відстає, 2 – ланцюг-лідер, 3 – ДНК-полімераза (Pol $\alpha$ ), 4 – ДНК-лігаза, 5 – РНК-праймер, 6 – ДНК-праймаза, 7 – фрагмент Окадзакі, 8 – ДНК-полімераза (Pol $\delta$ ), 9 – хеліказа, 10 – одиночний ланцюг зі зв'язаними білками, 11 – топоізомераза*

Генетична інформація про ознаки і властивості організму записана в генах. Ген являє собою ділянку молекули ДНК. Він містить інформативні ділянки (екзони) і неінформативні (інтрони). Генетична інформація кодується завдяки певній послідовності нуклеотидів у генах і реалізується у вигляді синтезу білкового ланцюга. Ген і молекула білка колінеарні, що означає: послідовність амінокислот у білковому ланцюгу визначається послідовністю нуклеотидів у гені. Кожна амінокислота кодується трійкою (триплетом) нуклеотидів, здебільшого кількома. Це одна з основних властивостей генетичного коду – виродженість, тобто надлишковість.

У синтезі молекули білка беруть участь також різні РНК: інформаційна (і-РНК), що несе інформацію від ДНК до місця синтезу білка; транспортні (т-РНК), що переносять амінокислоти до рибосом, а також рибосомні (р-РНК), що

містяться в рибосомах. Оскільки поліпептидний ланцюг синтезується у відповідності зі структурою і-РНК, то під генетичним кодом, як правило, розуміють код і-РНК.

## Таблиця генетичного коду

		Нуклеотид				
1-й	2-й				3-й	
	У	Ц	А	Г		
У	УУУ } Фенілаланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } стоп-кодони УАГ }	УГУ } Цистеїн УГЦ } УГА } стоп-кодон УГГ } Триптофан	У Ц А Г	
Ц	ЦУУ } Лейцин ЦУЦ } ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролін ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	У Ц А Г	
А	АУУ } Ізолейцин АУЦ } АУА } Метионин АУГ } старт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } Аспарагин ААЦ } ААА } Лизин ААГ }	АГУ } Серин АГЦ } АГА } Аргинин АГГ }	У Ц А Г	
Г	ГУУ } ГУЦ } Валін ГУА } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланін ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагинова ГАЦ } кислота ГАА } Глутаминова ГАГ } кислота	ГГУ } ГГЦ } Гліцин ГГА } ГГГ }	У Ц А Г	

### Задачі для самостійного розв'язування

1. У соматичних клітинах кішки міститься  $6,6 \times 10^9$  мг ДНК. Яка кількість ДНК буде в сперматозоїдах цього виду тварин?

2. У соматичних клітинах коропа міститься  $3,0 \times 10^{-9}$  мг ДНК. Яка кількість ДНК міститься в триплоїдних клітинах коропа?

3. Як багато амінокислот закодовано в ланцюжку ДНК, який складається з 1500 нуклеотидів, якщо в ньому немає неінформативних послідовностей?

4. Яку кількість амінокислот матиме поліпептид, синтезований з матриці РНК, що складається з 801-го нуклеотиду, якщо в неї немає неінформативних послідовностей?

5. Напишіть послідовність нуклеотидів ДНК, комплементарну до:

АГГ ЦЦТ АГГ ЦТА ЦТА ГЦЦ ГТТ ААА.....

6. Ділянка гена має таку будову:

ЦГГ ЦГЦ ТЦА АА А ТЦГ.....

Яку послідовність нуклеотидів матиме і-РНК, що синтезуватиметься на цьому ланцюгу?

7. Які амінокислоти синтезуватимуться на і-РНК з таким змістом нуклеотидів:

УУУДЦУУЦАААГГГАУГАГГУ?

8. Довжина фрагмента ДНК 680 нм. Визначте кількість азотистих основ у даному фрагменті.

9. ДНК сперматозоїда людини містить  $10^9$  пар азотистих основ. Визначте довжину ДНК.

10. Молекула ДНК вірусу тютюнової мозаїки складається з 6500 нуклеотидів. Молекула одного з білків вірусу складається з 158 амінокислот. Визначте:

- а) довжину гена, який містить інформацію про структуру цього білка;
- б) скільки видів білків закодовано в РНК вірусу?

11. Один з ланцюгів ДНК має молекулярну масу 72450. Визначте кількість мономерів білка, закодованих у цій ДНК, якщо молекулярна маса одного нуклеотиду – 345.

12. Молекулярна маса білка 9000. Визначте довжину гена, який кодує цей білок, якщо молекулярна маса амінокислоти – 100.

### Контрольні питання:

1. Що являє собою генетичний апарат клітини?
2. Охарактеризуйте генетичну роль окремих структур клітини у спадковості.
3. З яких трьох компонентів складається нуклеотид?
4. У чому полягають основні функції ДНК еукаріот?
5. Як відбувається реплікація ДНК?
6. Що таке генетичний код?
7. Яким чином відбувається синтез білка в клітині?
8. Які типи РНК вам відомі?

### Лабораторна робота № 4.

#### Тема: Закономірності успадкування ознак при моно- та дигібридному схрещуванні

**Мета:** розглянути та вивчити основоположні поняття генетики, суть I, II та III законів Г. Менделя, навчитися складати та розв'язувати задачі, що моделюють моно- та дигібридне схрещування.

#### Практичні завдання:

1. Ознайомтесь з теоретичним оглядом теми.
2. Дайте визначення основним термінам теми (таблиця 1).
3. Зробіть порівняльну характеристику фенотипу і генотипу (таблиця 2).
4. Наведіть порівняльну характеристику I і II законів Г. Менделя (таблиця 3).
5. Проаналізуйте типи схрещувань (таблиця 4).

6. Наведіть порівняльну характеристику III закону Г. Менделя та чистоти гамет (таблиця 5)

7. Розв'яжіть задачі та виконайте вправи для самостійної роботи.

8. Дайте відповіді на тестові завдання для контролю засвоєних знань.

*Таблиця 1*

Термін	Визначення
Домінантна ознака	
Рецесивна ознака	
Гомозиготність	
Гетерозиготність	
Дигетерозиготність	
Дигомозиготність	
Алельні гени	
Неалельні гени	

*Таблиця 2.*

Показник	Фенотип	Генотип
Подібність		
Відмінність		

*Таблиця 3.*

Показник	I закон	II закон
Назва		
Сутність		
Схема		

*Таблиця 4*

Показник	III закон	Закон чистоти гамет
Назва		
Сутність		
Схема		

*Таблиця 5*

Тип схрещування	Характеристика	Схема
Моногібридне		
Дигібридне		
Полігібридне		
Зворотне		
Аналізуюче		
Реципрокне		

### Теоретичні відомості

Будь-яка ознака організму – морфологічна чи фізіологічна – визначається (детермінується) генами, які локалізовані в хромосомах.

**Генотип** – це сукупність усіх генів організму, які є його спадковою основою.

**Фенотип** – це сукупність усіх ознак і властивостей організму, які виявляються у процесі індивідуального розвитку в даних умовах і є результатом взаємодії генотипу з комплексом факторів внутрішнього і зовнішнього середовища.

При статевому розмноженні відбувається передача від батьків дітям не готових ознак, а генів, які містяться в гаплоїдному наборі хромосом статевих клітин (гамет). Новий організм розвивається із зиготи, яка внаслідок запліднення має вже не гаплоїдний, а диплоїдний набір хромосом. І тому кожна ознака визначається, як правило, не одним, а двома генами, один з яких отримано від батьківського організму, а другий – від материнського організму.

Цитологічною основою цього явища є парність гомологічних хромосом у соматичних клітинах.

**Гомологічні хромосоми** – це хромосоми, які мають однакову форму, розміри і однаковий набір генів (тобто простежується подібність на молекулярному рівні).

Гени, які знаходяться в одній парі гомологічних хромосом, розміщені в однакових ділянках (локусах) цих хромосом, визначають одну і ту ж саму ознаку, складають алельну пару і мають назву **алельних генів** (алелі). Отже, одна ознака детермінується (визначається) принаймні двома алельними генами.

У генетичних схемах алельний ген позначають однією буквою латинського алфавіту, а алельну пару – двома буквами. Один ген може пригнічувати дію іншого алельного йому гена і такий ген називається **домінантним**, а ген, дія якого пригнічується, називається **рецесивним**.

Домінантні гени позначають великими буквами (А, В, С, D і т. д.), а рецесивні – малими (а, b, c, d і т. д.). Кожна алельна пара може мати три різні сполучення алелів, наприклад: AA, Aa, aa (на першому місці завжди записується домінантний алель).

Організм, у соматичних клітинах якого присутні два домінантні або два рецесивні алелі даної пари генів (AA або aa), називається **гомозиготним**.

Організм, у соматичних клітинах якого алельна пара генів є сполученням домінантного і рецесивного алелів (Aa), називається **гетерозиготним**.

Взаємодія алельних генів може мати такий характер: повне домінування, рецесивність, неповне домінування, кодомінування.

При повному домінуванні гетерозигота Aa за фенотипом тотожна гомозиготі AA. Ознака, яка детермінується рецесивним геном а, проявляється в гомозиготному стані (aa).

При неповному домінуванні прояв ознаки у гетерозиготи Aa буває проміжним, тобто середнім між проявом ознак у гомозигот AA і aa. За умов такої взаємодії алельних генів гетерозиготу прийнято позначати так: Aa.

При розв'язуванні вправ і задач на схрещування використовують генетичну символіку:

A – домінуючий алель;

a – рецесивний алель;

P – батьківські організми (від латинського Parenta - батьки);

♀ – жіноча стать (дзеркало Венери);

♂ – чоловіча стать (стріла і щит Марса);

X – символ схрещування;

F – гібриди, потомство (від латинського Fili - діти);

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> – цифрами позначають порядковий номер гібридних нащадків.

У схемі схрещування генотип жіночого організму прийнято писати на першому місці (наприклад, P: ♀Aa x ♂Aa).

**Моногібридним схрещуванням** називають схрещування організмів, які відрізняються між собою однією парою альтернативних (контрастних) ознак. Наприклад, така ознака як форма плодів у томатів має альтернативні прояви – кулясті і грушоподібні плоди; у людини ознака товщини губ має альтернативні прояви – товсті і тонкі губи; у зайців ознака кольору хутра має альтернативні прояви – сіре та біле хутро і т.д.

Закономірності моно-, ди- і полігібридного схрещування вперше були встановлені Г. Менделем у 1865 році і сформульовані ним у вигляді правил або законів. Виявлення закономірностей спадковості пов'язане із застосуванням цим ученим **гібридологічного методу**, суть якого така:

1. При схрещуванні організмів до уваги береться не вся сукупність ознак, а точно визначена кількість пар альтернативних ознак: одна пара альтернативних ознак – моногібридне схрещування; дві пари альтернативних ознак – дигібридне схрещування і т. д. Іншими ознаками, окрім визначених, нехтують.

2. Суворо математична (статистична) обробка одержаного матеріалу в кожному гібридному поколінні.

3. Спадкування визначених ознак простежується в кількох поколіннях.

Перший закон має назву **одноманітності гібридів першого покоління**. Його суть: при схрещуванні двох організмів, які відрізняються однією парою альтернативних ознак, у першому гібридному поколінні спостерігається одноманітність як за генотипом, так і за фенотипом.

Другий закон має назву **закону розщеплення**. Його суть: при схрещуванні двох організмів, які відрізняються однією парою альтернативних ознак, у другому гібридному поколінні спостерігається розщеплення ознак у співвідношенні 3:1 за фенотипом (3 частини потомства з домінуючою ознакою і 1 частина потомства з рецесивною ознакою) і 1:2:1 за генотипом (1AA:2Aa:1aa).

У практиці відомі відхилення від закону розщеплення. Це має місце, наприклад, при неповному домінуванні.

**Неповне домінування** – це явище, при якому домінантний ген неповністю пригнічує активність рецесивного алельного йому гена, і в потомстві спостерігається успадкування проміжної ознаки. Наприклад, при схрещуванні рослин нічної красуні з червоними квітками (гомозигота за домінантною ознакою) і рослин нічної красуні з білими квітками (гомозигота за рецесивною ознакою) всі гібриди першого покоління будуть мати рожеве забарвлення квіток. А при схрещуванні між собою цих гібридів у потомстві спостерігається розщеплення у співвідношенні 1:2:1 як за фенотипом, так і за генотипом.

Відхилення від закону розщеплення можливе за наявності в генотипі летальних (від латинського *letalis* — смертельний) генів, які призводять до загибелі організмів на різних етапах їх онтогенезу. Такі гени, як правило, детермінують певну ознаку і одночасно впливають на життєдіяльність організмів залежно від їхнього стану (гомозигота за домінантною чи рецесивною ознакою, гетерозигота). Описане явище є прикладом **множинної дії генів** (явище плейотропії). Якщо летальним є рецесивний ген, то при схрещуванні між собою гібридів першого покоління розщеплення матиме такий характер: 1AA:2Aa:1aa (гинуть), тобто всі гібриди другого покоління за фенотипом матимуть домінантну ознаку, а за генотипом спостерігається розщеплення у співвідношенні 2:1.

Якщо ж летальним буде домінантний ген, то при схрещуванні між собою гібридів першого покоління розщеплення буде мати інший характер: 1 AA (гинуть): 2Aa:1aa, тобто за фенотипом і генотипом відбувається розщеплення у співвідношенні 2:1.

**Дигібридним схрещуванням** називають схрещування організмів, які відрізняються між собою двома парами альтернативних (контрастних) ознак. Наприклад, два сорти гарбузів можуть відрізнятися за двома парами таких ознак як колір і форма плодів (білі дископодібні плоди і жовті кулясті плоди), породи великої рогатої худоби – колір шерсті і забарвлення голови (чорні з білою головою корови і червоні з суцільним забарвленням голови корови), у людини форма носа і колір волосся.

При полігібридному схрещуванні організми відрізняються за декількома парами альтернативних ознак (три і більше). При ди- і полігібридному схрещуванні кожна пара алельних генів детермінує певну ознаку і позначається різними літерами. Наприклад, якщо чорний колір хутра у кроликів (домінантна ознака) позначити літерою А, то білий колір хутра (рецесивна ознака) слід позначити через а. Неалельна їм пара генів, яка визначає іншу ознаку, зокрема, положення вух, позначається іншою літерою: стоячі вуха (домінантна ознака) – В, капловухість



(рецесивна ознака) – в. У наведеному прикладі до уваги брали успадкування двох пар альтернативних ознак, тобто мова йшла про дигібридне схрещування.

При символічному записові генотипів у таких випадках можливі різні варіанти сполучення генів, наприклад, ААВВ, аавв, АаВв, Аавв, ААВВСС, ааввсс, АаВвСс, ААВВССDD і т. ін. Організми з генотипом ААВВ мають назву дигомозигот за домінантними ознаками, аавв – дигомозигота за рецесивними ознаками, АаВв – дигетерозигота, АаВвСс – тригетерозигота і т.д. Отже, введення кількості літерних позначень з метою символічного запису генотипів організмів чи їхніх гамет, а також з метою запису схеми схрещування перебуває в прямій залежності від кількості пар аналізованих альтернативних ознак.

Схема дигібридного схрещування (об'єкт дослідження – горох: А – жовтий, а – зелений колір насіння; В – гладенька, в – зморшкувата форма насіння):

P: ♀ ААВВ x ♂ аавв  
Гамети: АВ ab  
F1: АаВв

Унаслідок схрещування таких дигомозиготних організмів усі гібриди першого покоління одноманітні як за генотипом (усі дигетерозигота), так і за фенотипом (усі мають обидві домінантні ознаки; в даному випадку – жовте гладеньке насіння). Одержані результати відповідають I закону Менделя – закону одноманітності гібридів першого покоління.

Потім гібриди першого покоління схрещують між собою:

F<sub>1</sub>: ♀ АаВв x ♂ АаВв  
Гамети: АВ, Ab, аВ, ab АВ, Ab, аВ, ab  
F<sub>2</sub>:

Для правильного запису всіх можливих комбінацій гамет, а також з метою полегшення аналізу одержаного потомства використовують графічний прийом, який свого часу запропонував генетик Пеннет і який зараз відомий під назвою решітки Пеннета. В решітці Пеннета по вертикалі виписують жіночі, а по горизонталі – чоловічі гамети. На перегині вертикальних і горизонтальних ліній виписують утворені генотипи. У даному випадку їх буде 16.

♀ \ ♂	<b>AB</b>	<b>Ab</b>	<b>aB</b>	<b>ab</b>
<b>AB</b>	AABB ж. гл.	AABb ж.гл.	AaBB ж. гл.	AaBb ж. гл.
<b>Ab</b>	AABb ж. гл.	AAbb ж.зм.	AaBb ж. гл.	Aabb ж. зм.
<b>aB</b>	AaBB ж. гл.	AaBb ж. гл.	aaBB з. гл.	aaBb з. гл.
<b>ab</b>	AaBb ж. гл.	Aabb ж. зм.	aaBb з. гл.	aabb з. зм.

Аналіз одержаних результатів показує, що в другому гібридному поколінні відбулося розщеплення як за генотипом (на 9 класів), так і за фенотипом (на 4 класи). Розщеплення за фенотипом відбулось у співвідношенні 9:3:3:1. При цьому частина потомства успадкувала батьківське і прабатьківське сполучення ознак (насіння жовте гладеньке і насіння зелене зморшкувате), а частина потомства мала перекомбіновані ознаки (насіння жовте, але зморшкувате і насіння зелене, але гладеньке): 9А-В- – жовте гладеньке насіння, 3А-вв – жовте зморшкувате насіння, 3ааВ- – зелене гладеньке насіння, 1аавв – зелене зморшкувате насіння. Закономірності дигібридного схрещування виявив чеський вчений Грегор Мендель (при схрещуванні рослин гороху) і сформулював у вигляді III закону – **закону незалежного успадкування ознак**.

**Суть закону:** при схрещуванні двох гомозиготних організмів, які відрізняються за двома парами альтернативних ознак, у другому гібридному поколінні внаслідок незалежного успадкування ознак з'являються особини з новим сполученням ознак, яке не властиве ні батьківським, ні прабатьківським формам (організмам).

#### **Цитологічні основи III закону Менделя:**

1. Гени, які детермінують альтернативні ознаки, знаходяться в різних парах негомологічних хромосом.
2. У гаметі з кожної пари алельних генів присутній лише один.
3. Нові комбінації ознак у гібридних організмів можливі внаслідок таких явищ:
  - а) незалежне розходження хромосом у анафазі I мейозу;
  - б) випадковий характер злиття гамет при заплідненні.

### Алгоритм розв'язання деяких задач

1. Визначте домінуючу й рецесивну ознаки за умовою задачі чи малюнком (якщо він додається).
2. Введіть буквенні позначення домінуючої і рецесивної ознак.
3. Запишіть генотипи особин з рецесивною ознакою або особин з відомим за умовою задачі генотипом та їхні гамети.
4. Запишіть передбачувані генотипи для особин, у яких гамети відомі, враховуючи при цьому таке:
  - а) один з генів успадковується від особини з рецесивною ознакою;
  - б) рецесивна ознака виявляється у гомозиготної особини;
  - в) третя фенотипна група виявляється за неповного домінування генів.
5. Складіть схему схрещування. Запишіть генотипи гібридів та їхні гамети в решітку Пеннета по горизонталі й вертикалі.
6. Запишіть генотипи потомства в клітинках перетину.
7. Визначте співвідношення фенотипів у поколіннях.

### Загальні вимоги до розв'язку задач

1. Наявність схеми схрещування з дотриманням установленого порядку:
  - а) у першому рядку після літери Р пишуть жіночий, а потім чоловічий генотипи;
  - б) у другому рядку в колонку записують і обводять гамети батьківських форм;
  - в) у третьому рядку після літери F записують через кому генотипи потомства (гібридів); при значній кількості гамет, а, отже, і генотипів;
2. Нижче проводять фенотипний і генотипний аналіз одержаного потомства (моно- та дигібридне схрещування); за наявності у потомстві більше 4 (чотирьох) генотипних класів зазначають тільки їх кількість.
3. У комбінованих задачах у разі одержання значної кількості потомства (понад 4-х генотипних і фенотипних варіантів) їх аналіз наводиться в решітці Пеннета з наступним висновком.

### Приклади розв'язування задач і вправ

1. У людини далекозорість – домінуюча ознака (А), нормальний зір – рецесивна ознака (а). Який генотип можуть мати: а) люди з нормальним зором; б) далекозорі люди?

#### Розв'язок:

Дано:

А – ген далекозорості

а – ген нормального зору

F-?

а) аа

б) Аа, АА

2. У людини багатопалість – домінантна ознака (В), нормальна кількість пальців – рецесивна ознака (в). Які типи гамет може продукувати: а) людина з нормальною кількістю пальців; б) гомозиготна багатопала людина; в) гетерозиготна багатопала людина.

**Розв’язок:**

Дано:

В – ген багатопалості

а – ген нормальної кількості пальців

а) вв, гени → в

б) ВВ → В

в) Вв → В, в

F-?

3. Які типи гамет продукує сірий олень з наявністю хвоста, якщо його мати мала біле забарвлення, а батько – безхвостий? Сіре забарвлення і наявність хвоста – домінантні ознаки, а біле забарвлення і відсутність хвоста — рецесивні ознаки.

**Розв’язок:**

D – ген сірого забарвлення

d – ген білого забарвлення

R – ген наявності хвоста

r – ген відсутності хвоста

G: DR, Dr, dR, dr

G-?

4. Які типи гамет утворюють дикі свині таких генотипів: а) Ccdd; б) CCDd; в) CcDd; г) ccDD?

**Розв’язок:**

а) Ccdd → Cd, cd

б) CCDd → CD, cd

в) CcDd → CD, Cd, cd, cD

г) ccDD → cD

**Задачі і вправи для самостійного розв’язування**

1. Шість організмів мають такі генотипи: ВВ, вв, Dd, RR, Rr, Nn. Які з них:

а) гомозиготи; б) гетерозиготи?

2. У суниці лісової (*Fragaria vesca*) ген ранньостиглості домінує над геном пізньостиглості. Який фенотип будуть мати рослини, одержані внаслідок запилення ранньостиглої суниці пізньостиглю?

5. У соболя (*Martes zibellina*) ген чорнобурого кольору хутра домінує над геном жовтобурого. Гомозиготного чорнобурого соболя схрестили з

жовтобурими самками. У першому гібридному поколінні всі соболі були чорнобурими; у другому гібридному поколінні було отримано 56 соболів. Яка ймовірність того, що серед них буде хоча б один жовтобурий соболю?

6. Ялину зеленошишкової форми схрестили з червоношишковою. У  $F_1$  половина гібридів мала зелене забарвлення шишок. Визначте генотип батьківських форм, якщо припустити, що ген А зумовлює червоне забарвлення шишок, а його рецесивна алель – а – зелене. Наведіть схему схрещування.

7. У ялини нормальна висота домінує над карликовістю. Визначте генотип і фенотип вихідних форм, якщо їх схрещування призвело до розщеплення за цими ознаками у співвідношенні 3:1.

8. При схрещуванні сосни кримської з чорним насінням з іншою особоною цього виду, але з білим насінням, одержали потомство тільки з чорним насінням. Визначте забарвлення насіння  $F_2$ , одержане від схрещування двох чорнонасінних особин  $F_1$ .

9. При запиленні червоношишкової ялини пилом зеленошишкової сформувалось потомство, половина якого було червоношишковим, а інша половина – зеленошишковим. Встановіть генотип батьківських форм.

10. У берези повислої стійкість до кореневої губки домінує над сприйнятливістю. Біотип шорсткуватої форми, ушкоджений кореневою губкою, схрестили з біотипом, який гомозиготний за стійкістю до цієї хвороби. Визначте генотип і фенотип гібридів  $F_2$ .

11. Сосну з плоским апофізом шишок (А) і чорним насінням (В) схрестили з сосною, яка має гачкуватий апофіз (а) і біле насіння (в). Визначте генотипи і фенотипи особин  $F_2$  та їх кількісне співвідношення.

12. У ялини звичайної за терміном початку вегетації (розпускання бруньок) виділяють ранні і пізні форми. У дерев ранньої вегетації жіночі шишки червоні або темно-фіолетові, а у дерев пізньої вегетації шишки світло-зелені. Ознаки червоношишковості та раннього розпускання бруньок домінують. Визначте  $F_2$  при схрещуванні ранньої червоношишкової з пізньою зеленошишковою, якщо вони за цими ознаками дигомозиготні.

13. У акації жовтий колір насіння домінує над зеленим, а гладенька його поверхня над зморшкуватою. Яке потомство слід очікувати в  $F_2$  від схрещування двох гомозиготних форм, з яких одна володіє домінуючими ознаками, а інша – рецесивними?

14. Матова шкірка плодів каштана домінує над прозорою, а червоне їх забарвлення над жовтим. Схрестили червоноплодну рослину з матовою шкіркою з рослиною, яка має жовті плоди з прозорою шкіркою. У потомстві одержано  $3/8$  рослин з червоними плодами та матовою шкіркою,  $3/8$  рослин жовтоплодних з

матовою шкіркою, 1/8 рослин червоноплідних з прозорою шкіркою і 1/8 рослин жовтоплідних з прозорою шкіркою. Визначте генотип батьківських форм.

15. У тополі чорної дрібні плоди (коробочка) – домінантна ознака, а тривалий вегетаційний період – рецесивна. Схрестили скоростиглу рослину з дрібними плодами з рослиною з тривалим вегетаційним періодом і великими плодами. У  $F_1$  проявилось проміжне успадкування за вегетаційним періодом і розміром плода. Які фенотипові константні рослини можна отримати в  $F_2$ ?

### **Контрольні питання:**

1. Дайте визначення поняттям: генотип, фенотип, домінантна особина, рецесивна особина, гомозигота, гетерозигота.
2. Яка генетична символіка вам відома?
3. Якою є суть і схема моногібридного схрещування?
5. Охарактеризуйте I-й закон Менделя та наведіть схему схрещування.
6. Охарактеризуйте II-й закон Менделя та наведіть схему схрещування.
7. Які загальні вимоги до розв'язку задач?
8. Яке схрещування називають дигібридним?
9. Яке схрещування називають полігібридним?
10. Охарактеризуйте та наведіть приклад дигомозиготи.
11. Охарактеризуйте та наведіть приклад дигетерозиготи.
12. У чому полягає суть закону незалежного успадкування ознак?
13. Охарактеризуйте цитологічні основи III закону Менделя.
14. У яких випадках спостерігається незалежний розподіл ознак?

### **Лабораторна робота № 5**

**Тема: Лісонасінне районування основних лісоутворюючих видів.**

**Мета:** розглянути, засвоїти та нанести на контурну карту України лісонасінне районування основних лісоутворюючих порід.

### **Практичні завдання:**

1. Ознайомтесь з теоретичним оглядом теми.
2. Нанесіть на контурну карту України (рис. 5.1.) межі лісонасінних районів дуба звичайного та сосни звичайної (додатки 1, 2).
3. Розв'яжіть задачі для самостійного розв'язування.
4. Дайте відповіді на контрольні запитання.

## Теоретичні відомості

**Лісонасінне районування** – поділ території на відносно однорідні частини (райони) за ґрунтово-кліматичними чинниками, що зумовлюють формування у процесі еволюції популяцій певного генотипного складу, які є біологічно стійкими та філогенетично пристосованими для якомога ефективнішого використання ґрунтово-кліматичного потенціалу даного регіону.

**Лісонасінний район** – певна територія в межах ареалу виду з порівняно однорідними лісорослинними умовами та генотипним складом популяцій деревних порід, що мають чітко виражені природні та лісогосподарські особливості. Для кожного лісонасінного району передбачене використання насіння з популяцій певного еколого-географічного походження. Перевагу віддають місцевим (аборигенним) і суміжним з ними популяціям, які найбільш пристосовані до умов даного регіону. Насіння, що заготовлене в інших лісонасінних районах, називається інорайонним.

Теоретичною основою лісонасінного районування є те, що насадження, вирощені з насіння, яке зібране з дерев місцевого походження, ростуть ліпше, ніж насадження, створені з насіння, зібраного у віддалених районах. Тому при лісовідновленні віддають перевагу насінню, яке заготовлене в межах даної території або поблизу. З огляду на це, розроблені положення, що обмежують переміщення насіння з одного лісонасінного району в інший.

Лісонасінне районування ґрунтується на внутрішньовидовій мінливості. У процесі еволюції лісових порід під впливом чинників природного добору відбулася диференціація видів за еколого-лісівничими ознаками в різних природних зонах. Адаптація деревних рослин до певних умов середовища внаслідок фізичної ізоляції сприяла формуванню в межах ареалів видів певних популяцій.

Зважаючи на різне географічне поширення, екологічні особливості, характер внутрішньовидової мінливості деревних порід, лісонасінне районування розроблене окремо для кожної породи в межах її ареалу. Докладне вивчення географічної мінливості основних ознак деревних порід дало змогу розробити лісонасінне районування для основних лісоутворювачів: дуба, ясена, сосни, ялини, ялиці, бука тощо. Чим більший ареал породи, тим більше можна виділяти для неї лісонасінних районів. Наприклад, для дуба звичайного в межах України виділено 9, для сосни звичайної - 6, для бука лісового - 6, для ялиці білої - 4, для ялини європейської - 3 та для модрини європейської - 2 лісонасінних райони. Загалом в Україні районовано насіння семи лісоутворювальних порід (крім перелічених вище ще й бука кримського).

Лісонасінне районування території України для основних лісоутворювальних порід склали І.М. Патлай (дуб, сосна, ялина) і П.І. Молотков

(бук, ялина, ялиця).

Лісонасінні райони за розвитком лісонасінної бази і лісокультурним фондом нерівноцінні між собою. Тому вони поділені на підрайони з приблизно однорідними лісорослинними умовами і генетичним складом популяцій.

У рівнинних умовах, де спостерігається поступова зміна біологічних ознак деревних рослин, дозволено використовувати насіння в межах цілого лісонасінного району, а також у суміжних районах і підрайонах. Наприклад, насіння хвойних порід можна застосовувати в межах 200 км у північному, та 300 км – у південному напрямках. У гірських районах з різкою зміною лісорослинних умов через вертикальну поясність переміщення насіння для сіви допустиме лише в межах 100...400 м по вертикалі від місця збирання.

Переміщаючи насіння, слід дотримуватись таких загальних правил. Якнайповніше потрібно використовувати насіння сосни, дуба, ясена із кращих місцевих природних насаджень, що розміщені найближче, та перевірених за потомством популяцій. У цінних лісових масивах у насінні роки слід забезпечити повний збір насіння для його використання у неврожайні роки. У районах, де природні насадження лісоутворювальних порід відсутні, треба максимально використовувати насіння з високопродуктивних і біологічно стійких деревостанів та окремих дерев старшого віку штучного походження. Це стосується передусім степових районів, а також порід-інтродуцентів на всій території рівнинної частини України. Відстані переміщення насіння в степові райони повинні бути якомога меншими.

Найдоцільнішим та загальноприйнятим методом вивчення еколого-географічної мінливості лісових деревних порід та удосконалення лісонасінного районування є створення географічних культур і послідовне спостереження за їх ростом і станом.

**Географічні культури** – дослідні штучні насадження, закладені посівним (садивним) матеріалом інорайонного походження. Такі культури в Україні створюються з 1971р. Їх закладають на основі географічного принципу (беруть до уваги район заготівлі насіння), враховуючи продуктивність як популяції, так і окремих особин даної популяції. За даними П.І.Молотква та ін. (1989р.), на території України закладено понад 40 географічних та едафічних культур і плантацій на площі 230 га, в яких представлені близько 1300 потомств популяцій дуба, модрина, сосни, ясена та інших порід різного походження.

Швидкорослість та біологічна стійкість екотипів проявляються лише у відповідних лісорослинних умовах. При цьому різні едафотипи та кліматипи досить легко адаптуються до сприятливих едафо-кліматичних умов і набагато важче – до несприятливих.

Географічні культури закладають в однорідних умовах, а якщо є



можливість – то і на одній площі, використовуючи при цьому насіння певної породи, зібране в різних лісонасінних районах. Вивчення росту і приживлювання культур, створених із насіння з різних районів, а також їхньої стійкості до шкідників та хвороб, несприятливих погодних умов тощо дають змогу шляхом порівняння результатів визначити межі можливого переміщення насіння, уточнити рекомендації з лісонасінного районування основних лісоутворювальних порід з урахуванням геоморфологічних та ґрунтово-кліматичних особливостей окремих районів, генетичного потенціалу використовуваного насіння.

Приживлюваність, продуктивність, та біологічна стійкість лісових культур тісно пов'язані з географічним походженням насіння. З віддаленням місця зростання їх від материнських деревостанів на північ, північний схід, схід, південний схід і південь стійкість усіх порід істотно знижується аж до загибелі деяких непристосованих до нових умов екотипів. Стійкість екотипів з північних районів, перенесених на південь України теж відчутно знижується.

Для підвищення якості лісових насаджень неминуче потрібно впорядкувати використання насіння лісових порід з урахуванням їх походження.

### **Приклади розв'язування задач**

1. Кожен вид лісового насадження проявляє найвищу продуктивність та генетичну різноманітність форм в центрі свого ареалу, де створюються оптимальні умови існування виду. В міру віддалення від центру до периферійних меж ареалу кліматичні умови стають менш сприятливими. З погіршенням умов середовища зменшується відмінність форм, бо зникають менш пристосовані особини. На основі наведеної закономірності розподілу видового різноманіття на території ареалу, обґрунтуйте напрямок пошуку форм дуба черешчатого з підвищеною стійкістю до борошнистої роси.

**Розв'язок:** Виявлення форм дуба черешчатого з підвищеною стійкістю до борошнистої роси слід розпочинати з визначення центру ареалу збудника борошнистої роси, де існує найвища чисельність і найрізноманітніша генетична відміна між штамми гриба. Висока концентрація збудника і різноманітність його штамів є тими факторами середовища, в яких виживають особини з посиленою імунністю, тобто форми з певними мутаційними змінами генів стійкості. Такі особини відбирають і використовують як вихідний матеріал при селекції на резистентність до борошнистої роси.



*Рис. 5.1. Контурна карта України*

### **Задачі для самостійного розв'язування**

1. Вивчення еколого-географічної мінливості лісових деревних порід на основі географічних культур показали, що в типологічному відношенні

перенесення насіння можливе лише на одну градацію за трофністю та на одну за ступенем вологості. При цьому ефект перенесення зростає при переході з бідних до родючих ділянок та з оптимальної вологості до надмірної. Що обмежує перенесення насіння у більш суворі умови?

2. Вивчення процесу росту, продуктивності та стійкості сосни звичайної в географічних культурах показали, що різні кліматипи мають різну чутливість до змін метеорологічних факторів. Так, екотипи північного походження, що сформувалися при меншій кількості тепла, в географічних культурах півдня починають ріст раніше ніж місцеві та південні екотипи і тому одразу пошкоджуються пізньовесняними приморозками, а потім дають повторні пагони, які не встигають здерев'яніти до кінця вегетаційного періоду і знову ж таки пошкоджуються ранніми осінніми морозами. Якими селекційними методами можна гармонізувати фенологічну ритмічність з кліматичною періодичністю?

3. Дослідженнями в географічних культурах встановлено, що географічне походження насіння чутливо позначається на рості та продуктивності потомства. Так, переваги за енергією росту у окремих порід досягли 2-3 класів бонітету, а вплив на ріст гібридних дерев виявляється в першому, другому і навіть третьому поколіннях. Яка генетична основа стійкого успадкування ознак в потомстві, набутих при географічній мінливості?

#### **Контрольні питання:**

1. Дайте визначення поняттю "лісонасінне районування".
2. Дайте визначення поняттю "лісонасінний район".
3. Що є одиницею лісонасінного районування?
4. Чи рівнозначні лісонасінні райони за своєю територією?
5. Які типи насіння розрізняють щодо лісонасінного районування?
6. Чим визначається кількість лісонасінних районів?
7. Скільки існує лісонасінних районів дуба звичайного?
8. Скільки існує лісонасінних районів сосни звичайної?
9. Дайте визначення поняттю "географічні культури"?
10. Де закладають географічні культури?
11. Що вивчають у географічних культурах?
12. Що означає поняття "генетичний потенціал насіння"?
13. За якими морфологічними ознаками популяція одного лісонасінневого району може відрізнитися від популяції іншого?
14. Скільки років ведеться спостереження і оцінка у географічних культурах?
15. Що спонукало сосну звичайну поділитися на 6 популяцій?
16. Сосна звичайна характеризується смолопродуктивністю, але є дерева, які перевищують вміст живиці порівняно з нормою. З чим це пов'язано?

## Лабораторна робота № 6

### Тема: Селекційна оцінка дерев і насаджень

**Мета:** отримати загальне уявлення про основні селекційні категорії дерев і насаджень. Навчитися розв'язувати задачі.

#### Практичні завдання:

1. Ознайомтеся з теоретичним оглядом теми.
2. Розгляньте та оформіть схему основних селекційних категорій лісових дерев (рис. 6.1).
3. Розгляньте схему основних селекційних категорій лісових насаджень (рис. 6.2.).
4. Назвіть і опишіть основні селекційні категорії лісових дерев і насаджень.
5. Розв'яжіть задачі для самостійного розв'язування.
6. Дайте відповіді на контрольні питання.

#### Теоретичний огляд

Для селекційної оцінки дерева поділяють на три основні категорії: плюсові, нормальні та мінусові (рис. 6.1).

Мінімальний вік для селекційної оцінки та підбору насаджень і дерев основних лісоутворювальних порід досить високий (близько 50-60 років).

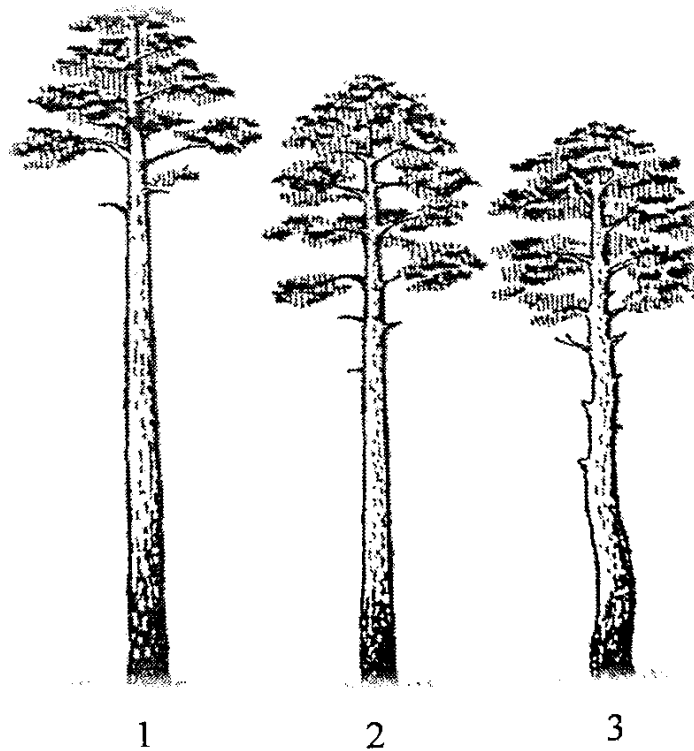
**Плюсові дерева** – це дерева, які перевершують за однією або цілим комплексом господарсько цінних ознак інші дерева такого ж віку, що зростають у таких самих умовах.

Плюсові дерева відбирають у різних типах лісорослинних умов: у стиглих, пристигаючих, а в разі їх нестачі – і в середньовікових природних насадженнях; у лісових культурах тих же вікових діапазонів, вирощених із насіння відомого походження; у високопродуктивних культурах порід-інтродуцентів.

В одновікових чистих за складом високоповнотних насадженнях діаметр плюсових дерев повинен перевищувати середній діаметр насадження на 60...70%, висота – на 15%. У разі відсутності таких дерев у насажденні до плюсових залічують дерева, які перевищують середні таксаційні показники насадження за діаметром не менше ніж на 30%, за висотою – на 10%.

**Мінусові дерева** мають незадовільні характеристики за трьома основними показниками – продуктивністю, якістю, станом, або хоча б за одним чи двома із них. До категорії мінусових належать усі слаброслі екземпляри, діаметр яких не перевищує 80% середнього діаметра насадження, а також інші дерева незалежно від діаметра, але з різко вираженими дефектами – кривостовбурні, сучкуваті, суховершинні, зі сильними потовщеннями на стовбурі, з погано розвиненою кроною, двійчатки, пошкоджені шкідниками та хворобами, з сильними механічними пошкодженнями. Збирати насіння для лісовирощування з таких

дерев заборонено.



*Рис. 6.1. Деревя сосни звичайної:  
1 – плюсове, 2 – нормальне, 3 – мінусове*

**Нормальні дерева** – всі інші дерева, за винятком плюсових і мінусових, які становлять основну частину насадження і мають середні показники росту, продуктивності, якості та стану. З нормальних дерев заготовляють насіння для господарських потреб. Для вирощування високопродуктивних насаджень передусім використовують насіння з кращих нормальних дерев, які за ознаками і властивостями наближаються до плюсових.

Нормальні дерева поділяють на дві підгрупи:

а) середні – діаметр стовбура в межах 0,8-1,2 середнього діаметра насадження; за якістю стовбурів це ділові та напівділові дерева; санітарний стан їх задовільний або добрий; з таких дерев заготовляють насіння для створення виробничих культур;

б) кращі – діаметр стовбура понад 1,2 середнього діаметра насадження; за якістю стовбурів – ділові та напівділові дерева; санітарний стан задовільний або добрий, насіння використовують для вирощування підщеп під час створення клонових плантацій, а також для закладання виробничих культур.

**Плюсові насадження** – найбільш високопродуктивні та високоякісні для даного лісорослинного району насадження, у складі верхнього ярусу яких участь плюсових і кращих нормальних дерев максимальна для даного типу лісорослинних умов. Такі насадження є насінними заказниками і

використовуються для збирання насіння, а також заготівлі живців. Плюсіві насадження трапляються рідко, тому підлягають ретельній охороні. Такі насадження до розрахункової лісосіки не зараховують. Під час рубок догляду з таких насаджень видаляють мінусові дерева головної породи, а також дерева супутніх порід, якщо вони затримують ріст плюсових дерев. На кожне плюсове насадження складають паспорт; кожне з них перебуває на державному обліку як цінний генофонд. Головним чином це насадження природного насінного походження.

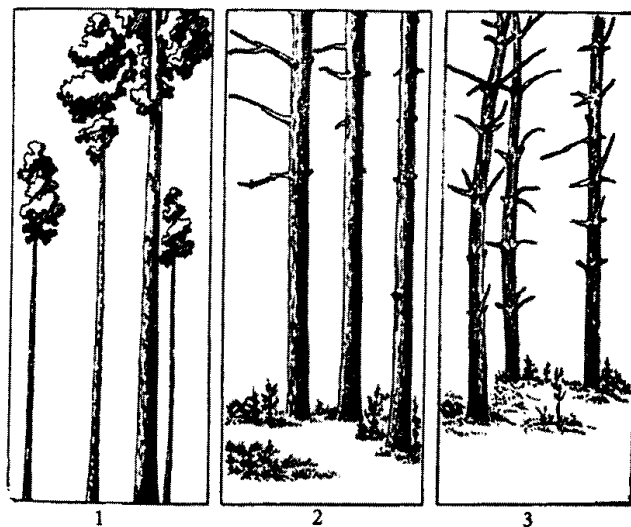
**Нормальні насадження** – це високо- та середньопродуктивні насадження, доброї та середньої якості для даного типу лісорослинних умов, їх використовують для закладання постійних і тимчасових лісонасінних ділянок, збору насіння для лісокультурних потреб.

**Мінусові** насадження мають низьку продуктивність і якість. У таких насадженнях переважають мінусові дерева. Збір насіння в них для потреб лісовирощування та насінництва заборонений.

Зарахування того чи іншого насадження до однієї із селекційних категорій здійснюють за двома критеріями: а) продуктивністю насадження, яка визначається бонітетом; б) якістю (товарністю чи станом) дерев у насадженні.

М. М. Вересін (1985) розробив таблицю, якою користуються для визначення категорії насаджень за часткою у їхньому складі кращих (плюсових і кращих нормальних) та гірших (мінусових) дерев і повнотою деревостану.

Користуючись таблицею, спочатку окомірно визначають частку мінусових дерев у насадженні. Для цього довільно вибирають 20-30 дерев і визначають, скільки з них є мінусовими. Наприклад, виявлено 23 мінусові дерева з 30-ти (тобто 77%) при повноті насадження 1,0. Таке насадження за таблицею оцінюється як мінусове.



*Рис. 6.2. Селекційні категорії насаджень:  
1 – плюсові, 2 – нормальні, 3 – мінусові*

**Оцінка селекційної категорії насаджень**

Категорія насаджень	Частка дерев, %	Повнота		
		1,0-0,9	0,8-0,7	0,6-0,5
Мінусові	Гірших (мінусових) більше	75	65	50
Плюсові	Гірших (мінусових) менше	40	20	Поодинокі дерева
	Кращих (плюсові + кращі нормальні), стільки ж або більше	20	25	35

Примітки:

1. Усі насадження, які за наведеними характеристиками не зараховані до мінусових чи плюсових, вважають нормальними

2. Насадження повнотою 0,4 і менше при кількості мінусових дерев 50% і більше зараховують до мінусових насаджень, а при кількості мінусових дерев менше ніж 50% до нормальних.

Інший приклад: кількість мінусових дерев при повноті насадження 0,9 становить 9 шт. із 20-ти (45%). Таке насадження вважається нормальним, оскільки за часткою мінусових дерев його не можна зарахувати ні до мінусового (понад 75%), ні до плюсовою (менше ніж 40%).

Інший приклад: мінусових дерев у високобонітетному насадженні повнотою 1,0 налічується 8 шт. із 20-ти (40%). Таке насадження, згідно з таблицею, може бути нормальним або плюсовим. Для того щоб чітко з'ясувати категорію насадження, потрібно додатково визначити частку в ньому кращих дерев (плюсових + кращих нормальних). Скажімо, їх виявилось 3 шт. із 20-ти (15%), отже, дане насадження оцінюється як нормальне.

**Приклади розв'язування задач**

1. В Україні плюсові дерева головних лісоутворюючих порід за проявом морфологічних ознак переважають оточуючі їх дерева: за висотою у сосни звичайної на 3-20 %, за діаметром – на 6-62 %, у дуба черешчатого відповідно на 2-18 і 17-54 %, у дуба скельного – на 5-11 і 19-20 %. Властивість інтенсивнішого росту плюсових дерев спадкова і проявляється в насінневому потомстві більшості порід. У Білорусії ефект такого успадкування проявляється у 18 % насінневого потомства сосни звичайної і у 26-28 % потомства ялини європейської, у Великобританії в 25 % насінневого потомства сосни звичайної. Як пояснити цілковите переваження плюсових дерев над іншими особинами цього ж насадження?

**Розв'язок:** Генетичною основою спадкової різноманітності лісового

насадження є мутаційна мінливість. Мінливість зумовлює середній і нормальний прояв властивих особинам виду ознак, що характерно для нормальних дерев. Мутаційна мінливість в окремих випадках призводить до появи стрибкоподібних корисних мутацій, які сприяють різкому підвищенню життєздатності організму, що проявляється у плюсових дерев. Маючи спадкову мутаційну основу, плюсове дерево проявляє цілковите переважання над іншими особинами цього ж насадження.

### **Задачі для самостійного розв'язування**

1. Доведено, що сорт лісової культури може бути виділений за доброю формою стовбура та якістю деревини, але за умови, що у лісовому насадженні буде не менше 10 % плюсових, близько 70-80 % нормальних і не більше 10 % мінусових дерев при повноті 0,7-0,8. Охарактеризуйте метод визначення частки дерев різної селекційної категорії в лісовому насадженні.

2. У практиці лісової селекції розрізняють чотири категорії плюсових дерев:
- високоякісні плюсові дерева за якістю стовбура та деревини;
  - високопродуктивні за масою;
  - комбіновані – найкращі як за добротністю деревини так і за продуктивністю;
  - дерева, що мають підвищену смолопродуктивність, посухо- та солевитривалість.

Охарактеризуйте основні вимоги до плюсових дерев різних категорій.

3. Відомо, що плюсові дерева виділяють при індивідуальному доборі за фенотиповими ознаками. Після відбору їх оцінюють за насінневим і вегетативним потомствами з метою виявлення елітних дерев. У сосни звичайної за показниками випробувань до категорії елітних відносяться лише 12-18 % плюсових дерев. Яку частку складатимуть елітні дерева соснового насадження за якістю деревини, стійкістю та смолопродуктивністю, якщо в дослідних культурах на 10-й рік випробувань з 15-ти плюсових дерев при вегетативному розмноженні виділилось лише 4 за трьома вище наведеними ознаками, а при насінневому – тільки 2 за стійкістю та смолопродуктивністю?

### **Контрольні питання:**

1. На які основні категорії поділяють дерева для селекційної оцінки?
2. Які дерева зараховують до елітних?
3. Які дерева належать до плюсових і чим вони особливі?
4. У яких насадженнях проводять відбір плюсових дерев?
5. Які дерева належать до нормальних і чим вони особливі?
6. На які групи поділяють нормальні дерева?
7. Які дерева належать до мінусових і якими показниками вони характеризуються?



8. Які насадження відносять до плюсових?
9. Які насадження відносять до нормальних?
10. Які насадження відносять до мінусових?
11. Який вчений-селекціонер розробив таблицю, що використовується для визначення категорії насаджень за часткою у їхньому складі кращих та гірших дерев і повнотою деревостану.

## **Лабораторна робота № 7**

### **Тема: Авто- та гетеровегетативне розмноження лісових дерев та чагарників.**

**Мета:** розглянути та вивчити основні способи та особливості автовегетативного розмноження деревних та чагарникових рослин та навчитись вирішувати ситуаційні задачі і вправи.

#### **Практичні завдання:**

1. Ознайомтесь з теоретичним оглядом теми.
2. Заготовте та підготуйте здерев'янілі та зелені живці дерев і кущів до автовегетативного розмноження.
3. Зарисуйте рисунки: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 8.1, 8.4, 8.5.
4. Заготовте матеріал та виконайте щеплення як показано на рисунках 8.1, 8.4, 8.5.
4. Дайте відповіді на запитання для контролю засвоєних знань.
5. Розв'яжіть задачі для самостійного розв'язування.
6. Дайте відповіді на контрольні запитання.

#### **Теоретичний огляд**

**Автовегетативне розмноження** – це спосіб вегетативного розмноження який передбачає: укорінення листків та їх частин, укорінення зелених або зимових пагонів, розмноження кореневими живцями, ґрунтовими відростками, повітряними відводками.

Зазвичай у лісовому розсадництві та декоративному садівництві використовують розмноження рослин здерев'янілими живцями, зеленими живцями та напівздерев'янілими живцями. Конкретно зупинимось на кожному способі.

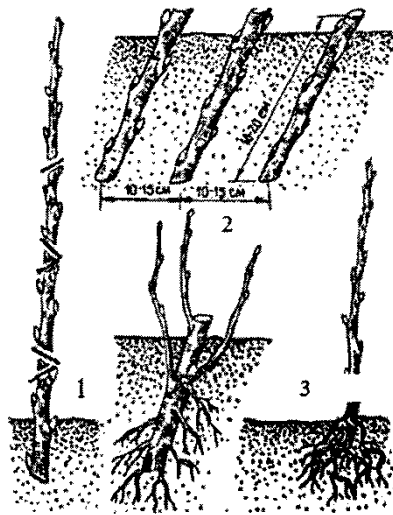
**Здерев'янілі живці** – це живці, які збираються з листяних рослин у період з моменту закінчення росту рослин (осінь) до набухання бруньок (весна). Не рекомендовано брати живці з рослин у сильний мороз. Довжина живця складає 15-20 см. Нижній кінець обрізають зразу під брунькою, верхній – під кутом над брунькою. Заготовлені таким способом живці можна зберігати в піску або під снігом. Висаджувати їх можна весною прямо в ґрунт, так щоб над поверхнею

виступало 1-2 бруньки. Це легкий, простий і недорогий спосіб. Його широко застосовують, наприклад, при вирощуванні тополь, верб, лоз, самшиту, спірей та ін. Для їх отримання на розсаднику створюють маточні живцеві плантації на родючих ґрунтах з глибокою оранкою (до 40 см). Розміщення садивних місць, наприклад, на кущовій плантації тополі може бути 1 x 1; 1 x 1,5 або 1,5 x 1,5 м, а на штаббовій – 2x2 або 2x3 м (на бідніших ґрунтах – рідше, на родючіших – густіше).

Найкраще закладати плантації в знижених ділянках з родючими, відносно родючими і достатньо зволженими ґрунтами, в типах лісорослинних умов С<sub>3</sub> і С<sub>4</sub>, D<sub>3</sub> і D<sub>4</sub>.

У перший рік пагони зрізують повністю після припинення сокоруху. У наступні роки прутья верби і тополі для заготівлі живців нарізують щорічно протягом 4-5 років, а потім плантації дають відпочити 1 рік.

Заготовку живців починають з 2–3-го року життя плантації. Отримані з живцевої плантації стеблові живці можна висаджувати (найчастіше під меч Колесова) безпосередньо на лісокультурну площу або в шкільки для вирощування живцевих саджанців, які використовують для створення лісових культур, озеленення міст і населених пунктів, доріг та ін.



*Рис. 7.1. Розмноження здерев'янілими живцями:*

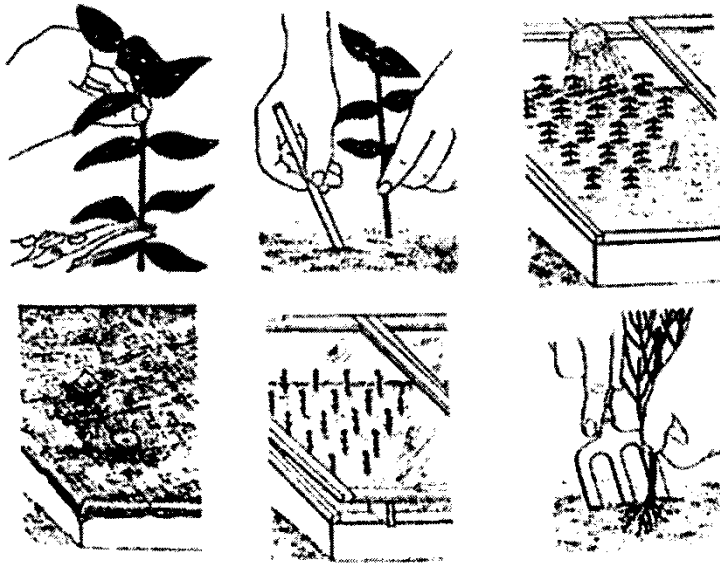
*1 – заготівля (нарізання) живців; 2 – глибина загортання у ґрунт;  
3 – укорінений живець*

Перед посадкою нижні зрізи живців потрібно підновити, а потім намочувати у воді протягом доби. Рекомендується застосовувати ростові речовини.

**Напівздерев'янілі живці.** В кінці літа ріст пагонів сповільнюється, і вони починають дерев'яніти. Черешки завдовжки 10–15 см нарізають з пагонів поточного року, видаляючи невизрівшу (м'яку) верхівку. Нижню половину держака звільняють від листя. Нижній зріз обробляють порошком, що містить регулятор росту (кореневий, гетероауксин), і переходять до посадки. Їх висаджують у парник з тришаровою сумішшю: щербінь, родючий ґрунт, річковий пісок. Глибина посадки близько 4 см, а відстань між живцями – 7-10 см. Висаджені живці поливають рожевим розчином перманганату калію або будь-якого фунгіциду, закривають рамами і притіняють. Періодично їх поливають,

намагаючись підтримувати високу вологість, але, якщо в парнику температура піднімається вище 27 °С, його відкривають для провітрювання. Опале з черешків листя прибирають.

На зиму рами утеплюють матами або іншим матеріалом. А так як живцям, які втратили листя, світло не потрібне, то їх не знімають і вдень.



*Рис. 7.2. Розмноження напівдерев'янілими живцями*

Якщо стоїть тепла погода, до зими живці зазвичай вкорінюються, але іноді корені можуть з'явитися лише на початку весни. Напівдерев'янілі живці мають порівняно великий запас поживних речовин, тому коренеутворення у них протікає досить успішно. Живці, що укорінилися, залишають у парнику до осені, регулярно поливаючи і підгодовуючи рідким добривом. Напівдерев'янілими живцями можна розмножувати більшість багаторічних дерев'янистих рослин.

**Зелене живцювання** проводиться живцями, які збираються у період з початку травня до середини червня.

Зелені, або літні, живці – це відрізки пагонів поточного року, які тільки починають дерев'яніти (у травні-червні), довжиною 5-7 см з 2-3 листочками.

Пагони заготовляють рано-вранці, щоб зберегти їх тургор, потім ставлять у воду і в приміщенні нарізають живці. Нижній зріз живця – косий під брунькою, верхній – над верхньою брунькою (на 3-5 см).

Для зменшення транспірації нижні листки зрізають повністю, залишаючи невеликі черешки, верхні зменшують на 1/3 довжини. Для стимулювання укорінення живців широко використовують стимулятори росту. Після цього живці висаджують у парники.

Розміщують їх на відстані 4-10 см, глибина посадки 2-3 см. Температура підтримується в межах 21... 25 °С, відносна вологість повітря – 80 %, вологість субстрату – 40-45 % маси сухого ґрунту. Поливати 2-3 рази на тиждень у вечірні години.

Щоб запобігти опалюванню листя, застосовують затінення. Для захисту живців від гнилі та хвороб їх один раз на тиждень обприскують фунгіцидами (фітоспорином, фундазолом).



1. Нарізують живці гострою бритвою або відривають «з п'яткою», щоб якнайменше пошкодити рослинні тканини. Середня довжина живця має становити 5-15 см, на ньому повинно бути 2-3 бруньки.

Видаляють нижні листки. Зріз згладжується гострим лезом.



2. Перед висаджуванням живці обробляють стимуляторами росту (кореневий, циркон, гетероауксин) або змочують у розчині марганцю і, накривши вологою тканиною, витримують протягом доби.



3. Для успішного укорінення живців використовують тришаровий субстрат:

А. Щебінь або керамзит;

Б. Родючий шар ґрунту (торфосуміш);

В. Річковий пісок.

Живці заглиблюють на 1,5-2 см для листяних порід, на 2-3 см для хвойних.



4. Живці краще укорінювати в парнику. Розташуйте свій парник в тіні великого дерева, або накрийте білою тканиною. Добре б поставити з північної сторони відбивач, для того, щоб висвітлювати живці рівномірно з усіх боків. Будь-яку світлу площину, фольгу, пластиковий щит, старі дзеркала, фанеру, пофарбовану білою фарбою і т.д.

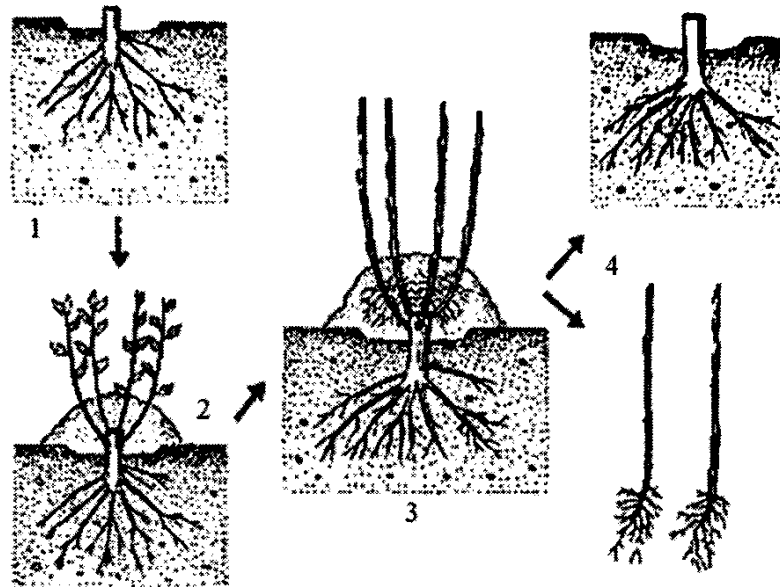
*Рис. 7.3. Схема основних етапів зеленого живцювання туї західної*

**Догляд за живцями** – розпушування піску, усунення загнилих живців. Корінці утворюються протягом 3-8 тижнів.

Повне укорінення для листяних настає через 1-1,5 місяця, а для хвойних через 2,5-3 місяці. Потім живці загартовують, відкриваючи на деякий час рами парників, знімаючи плівку теплиць та ін., наближаючи температуру і вологість повітря до умов зовнішнього середовища.

На зиму живці утеплюють листям, навесні їх відкривають і дорощують 1-2 роки. Таким способом розмножують: ялину колючу блакитну, ялівці, туї, вейгелу, спіреї, самшит, айву, форзиції, кизильник.

**Розмноження кореневими живцями.** Використовують молоді кореневі живці довжиною 10-15 см, найкраще дворічні, які швидко регенерують. Так розмножують породи, які утворюють кореневі паростки: бархат амурський, бруслина бородавчаста, вільха сіра, тополя біла, слива, вишня, обліпіха, скумпія, оцтове дерево та ін.



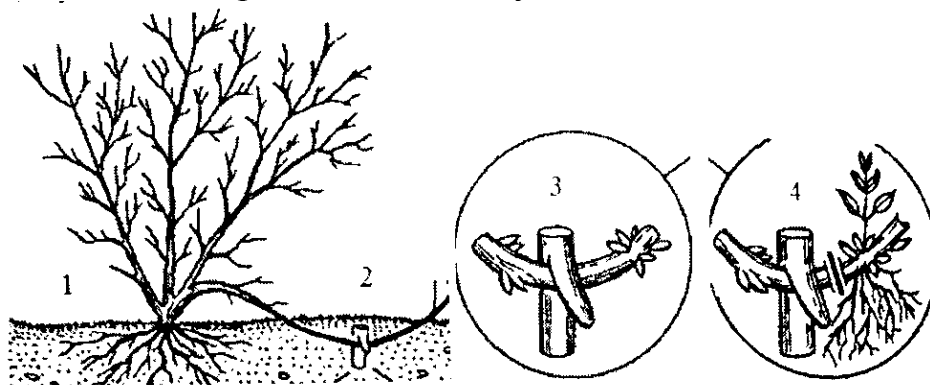
**Рис. 7.4. Розмноження рослин вертикальними відсадками:**

*1 – маточна рослина, для отримання вертикальних відсадків; 2 – весняні молоді пагони підсипані ґрунтом на третину; 3 – нарощування ґрунтового пагорба для ряснішого коренеутворення; 4 – кореневласні пагони від маточної рослини для висаджування*

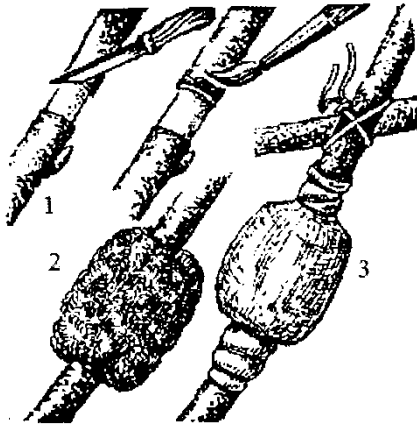
**Розмноження відсадками** ґрунтується на властивості деяких порід утворювати із сплячих бруньок корені на відокремлених пагонах маточних кущів. На практиці застосовують різні способи отримання відсадків: вертикальний (ліщина), горизонтальний (бруслина, бузок звичайний), відділення пагонів розкладкою в канавки дужкою (агрус) та змійкою (лимонник).

Весною, коли молоді пагони кущів досягають необхідної висоти, їх підсипають ґрунтом. Ґрунт підгортають до основи куша, підгортаючи молоді стебла на третину.

Під ґрунтом пагони добре розвивають додаткові корені і формують кореневу систему. Ранньою весною наступного року укорінені пагони-відсадки відділяють від маточної рослини, висаджують.



**Рис. 7.5. Розмноження рослин горизонтальними відсадками**



**Рис. 7.6. Розмноження рослин повітряними відсадками:**

*1 – на відібраному пагоні гострим ножем знімають по колу смужку кори шириною 1-2,5 см. поверхню кільця і прилеглі ділянки кори на відстані 25 см обробляють стимулятором росту; 2 – окільцьоване місце покривають вологим мохом сфагнумом; 3 – пагін щільно обгортають поліетиленовою плівкою і підв'язують до сусідньої гілки.*

Для розмноження горизонтальними відсадками восени відбирають молоді сильні пагони з нижнього ярусу маточного куща, які будуть відсадками, нахиляють їх до землі, закріплюють металевим або дерев'яним гачком і злегка присипають місце кріплення пагона ґрунтом. Для кращого коренеутворення пагін поливають. Після появи молодих пагонів, їх необхідно, огорнути. Восени наступного року частину пагона з новими корінцями відрізають і висаджують.

**Гетеровегетативне розмноження** – це щеплення пагонів плюсових дерев на молоді саджанці.

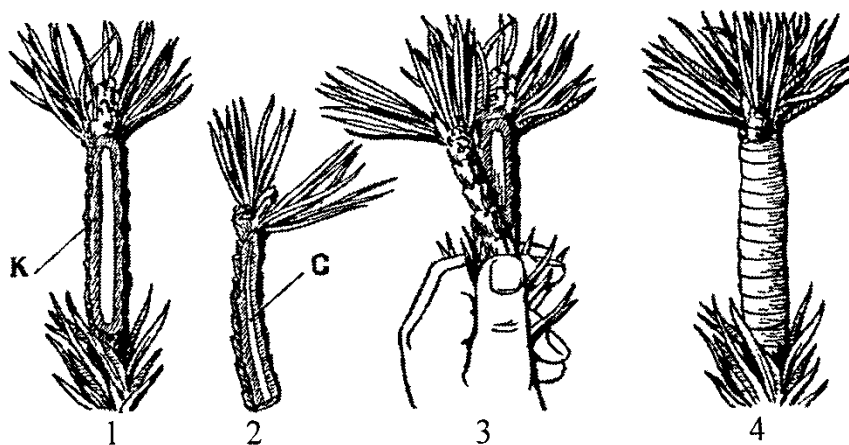
**Щеплення** – це операція, яка полягає у перенесенні частини з однієї рослини (прищепи) на іншу (підщепу). Живці для щеплення повинні бути здоровими, добре визрілими, без пошкоджень. Їх краще заготовляти з периферії верхньої чи середньої частини крони плюсового дерева. Для щеплення слід брати пагони жіночого типу; чоловічі пагони розвинуті слабше і приживлюються гірше. Для літнього щеплення використовують пагони поточного вегетаційного періоду, для весняного – попереднього. Для уникнення негативного впливу підщепи на прищепу, підщепи вирощують з насіння, зібраного в кращих нормальних і плюсових насадженнях. Терміни щеплення залежать від біологічних особливостей деревних порід, кліматичних умов місцевості, способів щеплення та місця виконання щеплення (в теплицях, у відкритому ґрунті).

Розрізняють зимові щеплення, коли прищепу та підщепу перебувають у стані спокою; весняні, або ранньо-літні, щеплення, які виконують зимовими або свіжозаготовленими живцями на підщепках, що почали вегетацію; літні щеплення, які виконують здерев'янілими цьогорічними живцями. Щеплення вприклад, в розщип, у бічний зріз виконують як у весняно-літній період, так і взимку; щеплення під кору – тільки у період вегетації підщеп, копулювання – переважно взимку на підщепках, що перебувають у стані спокою.

**Щеплення вприклад серцевиною на камбій** використовують для хвойних порід, а також на деяких листяних: вільхи, берези, осики. Цей спосіб,

розроблений Є. П. Проказіним, полягає у щільному обв'язуванні життєдіяльних тканин – камбію, серцевини і лубу. Цей спосіб використовують для весняних і літніх щеплень.

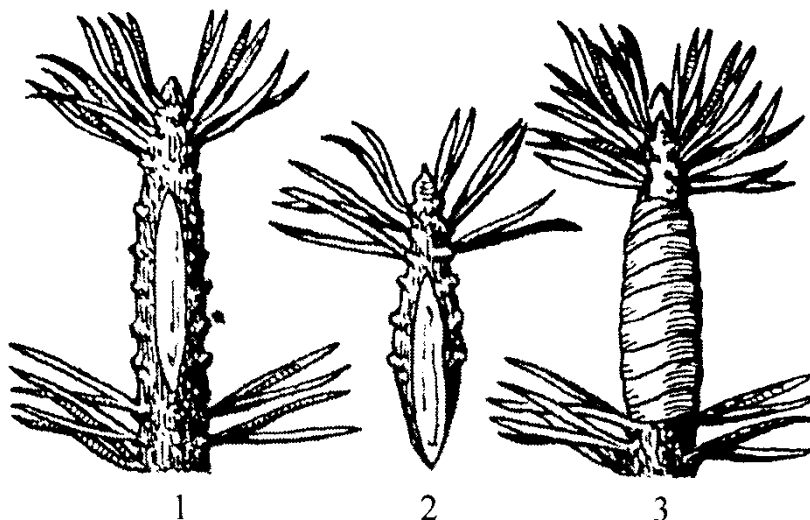
Живці завдовжки 8–10 см нарізають з однорічних пагонів, на них частково видаляють хвою і бритвою роблять розріз через середину. Відповідний зріз роблять на підщепі. Для цього з неї видаляють хвою в місці щеплення і бритвою роблять повздовжній розріз по камбіальному шару, тобто між корою і деревиною. Ширина та довжина зрізів і на підщепі і на прищепі мають бути однаковими. Зрізи прищепи та підщепи з'єднують і щільно обв'язують.



**Рис. 7.7. Щеплення вприклад серцевиною на камбій:**

1 – підщепка із підготовленим зрізом; 2 – живець із підготовленим зрізом;  
3 – суміщення серцевини прищепи з камбієм підщепи; 4 – завершене щеплення;  
К – оголений камбій; С – оголена серцевина

**Щеплення вприклад камбієм на камбій** передбачає з'єднання високожиттєдіяльних камбіальних зон, що сприяє швидкому зростанню прищепи та підщепи і високій приживлюваності (80–100%). Спосіб розроблений Д.Я. Гіргідовим та В.І. Долголіковим, застосовується переважно для щеплення хвойних порід – сосни, ялини, ялиці, модрини, кедрових сосен.



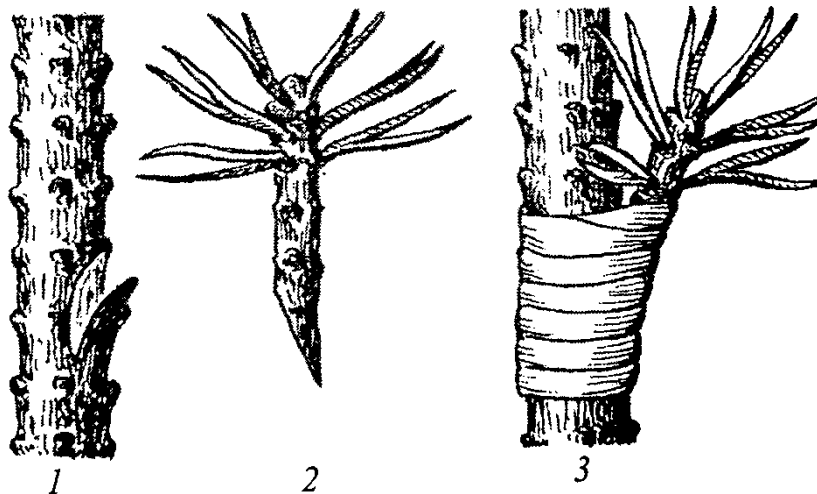
**Рис. 7.8. Щеплення вприклад камбієм на камбій:**

1 – підщепка із підготовленим зрізом; 2 – живець із підготовленим зрізом;  
3 – завершене щеплення

На живці з частково видаленою хвоєю зрізують смужку кори до камбію завдовжки 4...6 см. Такої ж довжини зріз роблять і на підщепі. Зрізи з'єднують і щільно обв'язують.

**Щеплення в бічний розріз.** Цей спосіб застосовують для весняних або літніх щеплень хвойних чи листяних порід.

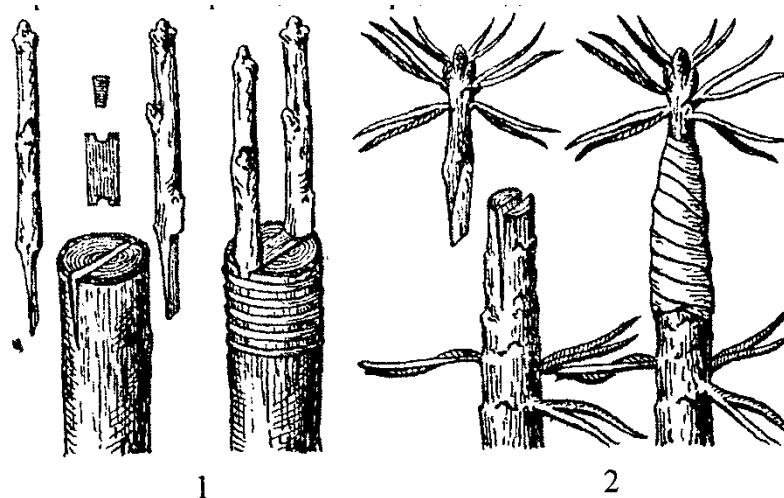
Для цього на однорічному звільненому від хвої пагоні підщепи гострим ножем роблять бічний розріз завдовжки 3-5 см, який проходить через кору і не глибоко заходить у деревину. На живці роблять два клинуваті косі зрізи. Підготовлений живець встромляють у розріз на підщепі та щільно обв'язують.



*Рис. 7.9. Щеплення в бічний розріз:*

*1 – підщепка з боковим розрізом; 2 – підготовлений живець; 3 – завершене щеплення*

**Щеплення у розщип** застосовують для весняних і літніх щеплень хвойних і листяних порід. На підщепі гострим ножем видаляють верхню частину пагона на 1-2 см нижче від верхівкової бруньки і роблять вертикальний розщип по серцевині до 4 см.



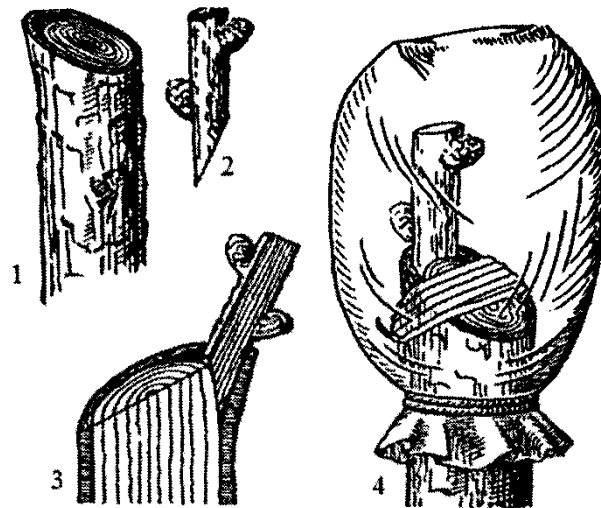
*Рис. 7.10. Щеплення в розщип:*

*1 – листяних порід; 2 – хвойних порід*



На живці прищепи роблять двобічний клинуватий зріз, довжина якого дорівнює глибині розщепу. Підготовлений живець встромляють у розщіп підщепи, щільно обв'язують і змашують місце щеплення садовим варом.

**Щеплення дуба в мішок** – спосіб розроблений Б.М. Сидорченком. Гострим ножем зрізують стовбурець підщепи під кутом 40-45° так, щоб площина зрізу була орієнтована на північ. При весняному щепленні на стовбурі нижче зрізу видаляють усі бічні пагони, при літньому – частину гілочок залишають. Для щеплення використовують дозрілі однорічні пагони, з яких вирізають живці завдовжки 4-6 см з двома-трьома добре розвинутими бруньками. У нижній частині живця роблять косий клинуватий зріз завдовжки 2-3 см. Натискаючи пальцями на вершину зрізу підщепи, обережно, щоб не розірвати, відділяють кору від деревини. В утворену щілину («мішок») встромляють живець, щільно обв'язують і місце щеплення замазують садовим варом. Якщо щеплять у відкритому ґрунті, на щепу одягають пакет з поліетилену.

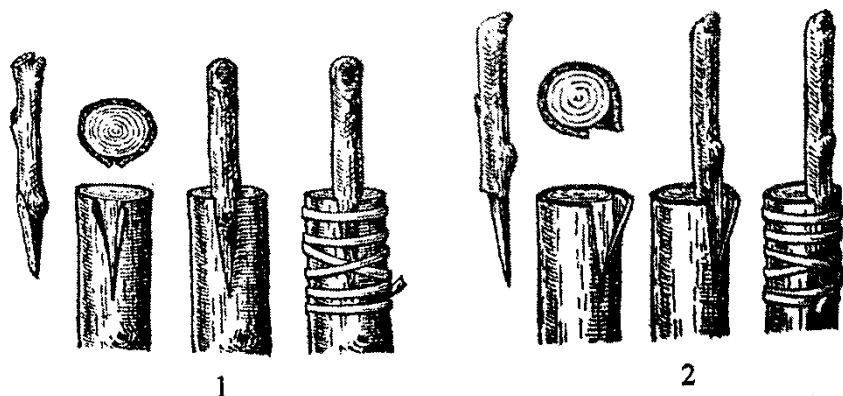


**Рис. 7.11. Щеплення дуба в "мішок":**

*1 – "мішок" підщепи; 2 – живець прищепи; 3 – живець, вставлений у "мішок";  
4 – завершене щеплення з поліетиленовим пакетом*

**Щеплення за кору** підщепу зрізують на пеньок, на якому роблять вертикальний розріз кори, довжина якого дорівнює дожині зрізу на живці. Живець невинен маги 2-3 бруньки. На зрізі підщепи відділяють кору і встромляють живець площиною зрізу до деревини підщепи. Місце щеплення щільно обв'язують і замазують садовим варом.

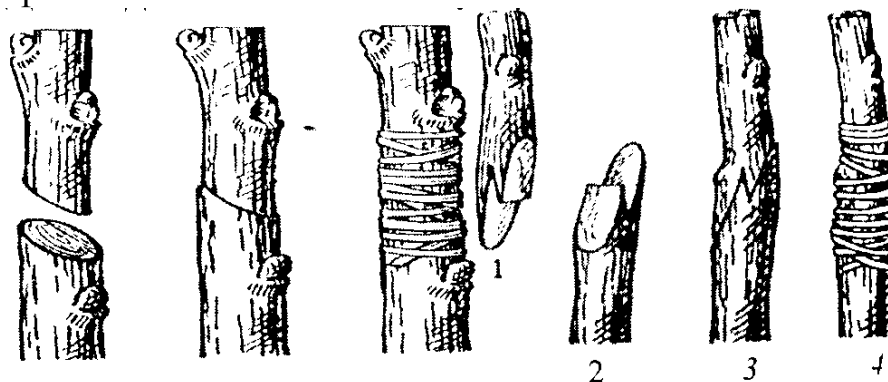
**Просте копулювання** застосовують у випадку, коли товщина прищепи і підщепи не перевищує 0,4 см. Для цього на живці та підщепі в одній площині роблять однакові за величиною зрізи, довжина яких в 2,5-3,0 рази більша від товщини живця. Зрізи накладають один на одний і обв'язують.



**Рис. 7.12. Щеплення за кору:**

*1 – звичайне щеплення за кору; 2 – щеплення за кору сідлом*

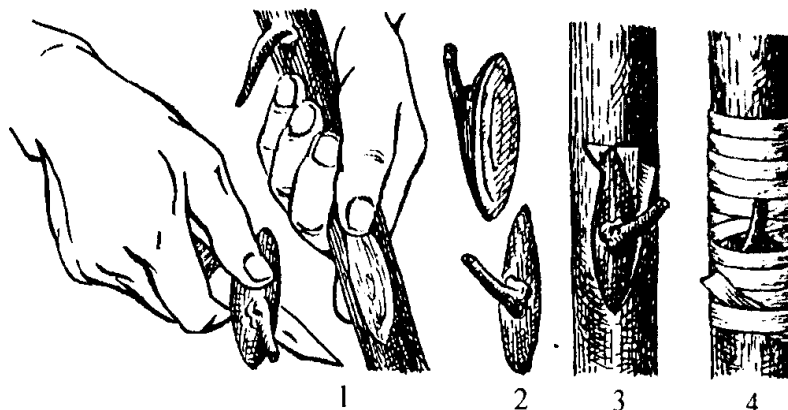
**Копулювання поліпшене** полягає у виконанні на косих зрізах прищепи та підщепи спеціальних розрізів-язичків, які при суміщенні щільно заходять один за одного, міцно з'єднуючи прищепу з підщепою. Даний спосіб дає більшу вірогідність приживлення.



**Рис. 7.13. Копулювання просте і поліпшене:**

*1,2 – форми зрізів прищепи та підщепи; 3 – з'єднання прищепи та підщепи; 4 – обв'язування місця щеплення*

**Окулювання** – застосовують переважно для щеплення листяних порід. Рослини окулюють переважно влітку щитком з брунькою. Щитки з брунькою зрізають влітку (липень) із живців цьогорічних пагонів. На підщепі роблять Т-подібний розріз, куди вставляють щиток з брунькою, краї кори притискають і щільно обв'язують.



**Рис. 7.14. Окулювання:**

*1 – зрізування щитка з брунькою; 2 – зрізані щитки; 3 – щиток прищепи, вставлений в Т-подібний розріз підщепи; 4 – обв'язування місця щеплення*

На зиму щеплені рослини підгортають землею на висоту 10-15см.

### Приклади розв'язування задач

1. На маточній плантації тополі пірамідальної, починаючи з третього року її створення, отримують з кожного куща по 50 живців довжиною 25-30см. При нарізуванні живців верхню частину пагона відкидають, бо живці з цієї частини пагона погано ростуть. Нижню частину пагона також вибраковуюють, бо бруньки на ній слабо розвинуті. Найціннішими за життєздатністю є живці середньої частини. Чим зумовлена така фізіологічна різноякісність пагона за його довжиною?

**Розв'язок:** При генетичній ідентичності тканин пагона за довжиною, рівнозначності екологічних факторів протягом його росту і розвитку, властива йому фізіологічна неоднорідність зумовлена матрикальною різноякісністю. Факторами такої різноякісності є: 1) онтогенетичний стан тканин пагона (нижня його частина онтогенетично наймолодша, середня – проміжна, верхня – найстаріша); 2) різні умови живлення внаслідок зміни з віком пагона зон характеру синтезу і інтенсивності притоку асимілянтів, 3) атрагуюча здатність певних частин пагона; 4) захищеність від несприятливих факторів, тощо.

2. У лісівництві сорти-клони одержують при вегетативному розмноженні найбільш цінних дерев і кущів шляхом щеплення або формування кореневласних рослин. Щепи та кореневласні саджанці перевіряють у сортовипробувальних культурах і найкращі за продуктивністю, якістю та стійкістю можуть стати сортами-клонами. Який тип вегетативного потомства визначить більш повне успадкування ознак материнської форми, якщо припустити, що живці для щеплення і самовкорінення отримані з одного плюсового дерева?

**Розв'язок:** Найповніше ознаки материнської форми успадковуватимуть кореневласні саджанці, оскільки кожен із них є окремою, але єдиною соматичною часткою плюсового дерева. У щеп часткою материнської форми є лише прищепа.

### Задачі для самостійного розв'язування

1. При вегетативному розмноженні лісових дерев використовують два його типи: автовегетативне та гетеровегетативне. Автовегетативне характеризується відновленням повноцінної рослини з будь-якої частини материнського організму. При гетеровегетативному розмноженні живець або брунька однієї рослини прищеплюється або окулюється із спадково іншою вкоріненою рослиною. У відповідності до вищенаведеного визначте ступінь генотипової і фенотипової спорідненості рослин тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis*,  $2n = 28$ ), що розвинулись із живців одного материнського дерева, але одні при автовегетативному, а інші – при гетеровегетативному типах розмноження.

2. Експериментально доведено, що насіннєве потомство не повністю успадковує господарсько цінні ознаки материнського дерева. Тому для створення насадження з виявом сукупних ознак материнської форми вдаються до його вегетативного розмноження. Чому вегетативні потомки спадково спорідненіші з материнським деревом ніж насіннєві?

3. У тополі при заготівлі живців з вегетативних пагонів використовують переважно їх середню частину, бо живці з верхньої частини погано ростуть, а живці з нижньої частини мають слабкорозвинені бруньки. Чи проявиться така зональність ознак по довжині пагона, що сформувався із живця середньої частини минулорічного приросту?

4. В практику вегетативного розмноження лісових порід увійшли такі методи: відсадками, щеплення стебловими живцями, діленням куща, брунькуванням, меристематичними тканинами тощо. Який з наведених методів дозволяє одержати генетично константне потомство, а який призводить до розвитку серед особин одного клону форм з певною біологічною різноманітністю?

5. Доведено, що в несприятливих лісорослинних умовах: при розміщенні лісових масивів на вододілах і крутих гірських схилах, в яружно-балкових захисних системах, полезахисних лісових смугах, байрачних дібровах, при поновленні верболозів у заплавах, осокірників та в інших захисних насадженнях використовують переважно вегетативне потомство окремих порід. Які біологічні особливості рослини визначають переваги її вегетативного потомства перед насіннєвим в екстремальних умовах?

6. При підборі компонентів для щеплення особливу увагу звергають на фенологічну їх відповідність, оскільки при щепленні на підщепі пізньої форми, живці ранньої форми приживлюються нормально, але наступної весни прищепи після розпускання бруньок в'януть і масово гинуть від того, що рання прищепка почала вегетацію, а пізня прищепка ще знаходиться в стані спокою і не забезпечує прищепу вологою та поживними речовинами. Що станеться при зворотному поєднанні компонентів щеп, тобто коли пізня прищепка буде поєднана з ранньою підщепкою?

7. При заготівлі живців для щеплення перевагу надають тим, які походять від молодого дерева. Такі живці краще приживаються ніж зі старшого дерева. Чим визначається краща придатність живців з молодого дерева до приживлення, ніж живців із дерев старшого віку?

## Список використаних літературних джерел

1. Андрєєва О.Ю. Генетика та лісова селекція: навчальний посібник для підготовки фахівців освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 205 – «Лісове господарство». Житомир: ПП «Рутан», 2016. 192с.
2. Баранецький Г.Г., Бодлак З.Й. Лісова селекція. Львів: УкрДЛТУ, 1996. 101 с.
3. Баранецький Г.Г., Юсипович І.М. Практикум з лісової селекції. Львів: ЛЛТІ, 1990. 30 с.
4. Баранецький Г.Г. Гречаник Р.М. Лісова генетика. Львів: ТзОВ «Фірма «Камула», 2005. 360 с.
5. Білоус В. І. Лісова селекція : підручник для ВНЗ. Уманський державний аграрний університет. Умань: УДАУ, 2003. 534с.
6. Васін В.А., Вельчева Л.Г., Писанець З.Г. Практикум з лісової селекції. Мелітополь, 2015. 107 с.
7. Гриб С.В. Збірник задач і вправ з генетики та селекції: розв'язки, відповіді та пояснення: навч.-метод.посібник для студентів ВНЗ. Житомир: «Полісся», 2019. 416с.
8. Гречаник Р.М. Словник генетичних термінів / Р.М. Гречаник. Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. 128 с.
9. Яцик Р.М., Гайда Ю.І., Случик В.М. Основи генетики й селекції лісових рослин. Тернопіль: Підручники і посібники, 2012. 288 с.

## Порівняльна характеристика неспадкової і спадкової мінливості

№	Відмінні ознаки	Неспадкова (фенотипова) мінливість	Спадкова (генотипова) мінливість
1	Залежність змін від середовища існування	Реакції особин відповідають характеру дії середовища	Неможливість виявити зв'язок
2	Характер мінливості	Однотипність реакції	Випадковий характер появи ознак
3	Характер мінливості	З'являються масово	З'являються лише в окремих особин
4	Вплив на генотип	Пов'язані тільки з фенотипом і на генотип не впливають	Пов'язані зі зміною генетичного апарату (генів, хромосом)
5	Успадкування змін	Не зберігаються при статевому розмноженні	Один раз виникнувши успадковуються
6	Успадкування змін	Повторюються в поколіннях, якщо продовжується дія факторів середовища, що їх викликала	Стійко передаються з покоління у покоління
7	Корисність	Завжди корисні, сприяють пристосуванню до коливань факторів середовища	У більшості випадків шкідливі, рідко нейтральні або корисні
8	Значення	Забезпечує пристосування організмів до мінливих умов навколишнього середовища	Основа органічної еволюції і джерело матеріалу для селекції

**Лісонасінне районування території України для основних  
лісоутворювальних порід**

Лісонасінний район		Лісонасінний підрайон		Підприємства (управління, держлісгоспи, лісокомбінати, лісові меліоративні станції, державні мисливські господарства, заповідники та їх частини)
№ з/п	Назва	Назва або висота н.р.м.	Територія (область), що входить до складу ЛН району	
<b>Дуб звичайний</b>				
1	Східно-Білоруський	Гомельсько-Чернігівський	Київська	Боярський, В.Дубечанський, Димерський, Іванківський, Київський, Новошепелицький, Поліський, Тетерівський, Чорнобильський
			Житомирська	Баранівський, Білокоровицький, Ємільчинський, Житомирський, Коростишівський, Коростенський, Луганський, Малинський, Новоград-Волинський, Народицький, Овруцький, Олевський, Радомишльський, Словечанський
			Чернігівська	Городнянський, Добрянський, Корюківський, Новгород-Сіверський, Остерський, Семенівський, Холминський, Чернігівський
			Сумська	Середино-Будський, Свеський, Шосткинський
2	Немансько-Прип'ятський	Прип'ятський	Волинська	Усі держлісгоспи Волинської обл.
			Рівненська	Усі держлісгоспи Рівненської обл., крім Дубнівського
3	Карпатський гірський		Закарпатська	Усі держлісгоспи Закарпатської обл., гірська частина Ужгородського, Мукачівського, Кушницького
			Івано-Франківська	Усі держлісгоспи Ів.-Франківської обл., гірська частина Коломийського, Ів.-Франківського

			Львівська	Самбірський, Турківський, Дрогобицький, Сколівський, Старосамбірський, Стрийський
			Чернівецька	Берегометський, Путильський, Сторожинецький, Чернівецький
4	Прикарпатський лісостеповий	Подільський	Тернопільська	Усі держлісгоспи Тернопільської обл.
			Рівненська	Дубнівський
			Львівська	Бібрський, Бродівський, Буський, Золочівський, Львівський, Жовківський, Рава-Руський, Радехівський
			Чернівецька	Чернівецький, Хотинський
			Ів.-Франківська	Ів.-Франківський (Сх), Коломийський (Сх)
			Вінницька	Усі держлісгоспи Вінницької обл.
			Хмельницька	Усі держлісгоспи Хмельницької обл.
			Чернівецька	Сокирянський
5	Придніпровський Лісостеповий	Правобережний	Черкаська	Усі держлісгоспи Черкаської обл., крім Золотоніського
			Київська	Білоцерківський, Богуславський, Фастівський
			Житомирська	Бердичівський, Попільнянський
			Кіровоградська	Голованівський, Світловодський, Чернольський
		Лівобережний	Полтавська	Усі держлісгоспи Полтавської обл.
			Київська	Бориспільський, Переяслав-Хмельницький
			Чернігівська	Борзнянський, Ніжинський, Прилуцький
			Сумська	Охтирський, Глухівський, Краснопільський, Кролевецький, Конотопський, Лебединський, Роменський, Сумський, Тростянецький
			Харківська	Вовчанський, Гутянський, Готвальдівський, Куп'янський, Чугуєво-Бобчанський, Харківський
			Черкаська	Золотоніський
6	Закарпатський рівнинний	Закарпатський	Закарпатський	Мукачівський, Ужгородський, Хустський



7	Передгірський степовий	Правобережний	Одеська	Балтський, Котовський. Ширяєвський, Вел.-Михайлівський
			Миколаївська	Баштанська, Владіївська, Миколаївський
			Херсонська	Херсонський, Голопристанський, Велико-олександрівський
			Кіровоградська	Компаніївська, Долинська, Анекіївська
			Дніпропет-ровська	Верхньодніпровський, Кам'янське, Криворізький, Марганцовська
			Запорізька	Кам'янсько-Дніпропетровська
		Лівобережний	Луганська	Усі держлісгоспи Луганської обл.
			Донецька	Усі держлісгоспи Донецької обл.
			Дніпропетровська	Васильківська, Павлоградська. Новомосковський
			Запорізька	Запорізький, Пологівська
			Харківська	Балаклійський, Близнюківська, Ізюмський, Красноградський
8	Степовий	Південно-український	Запорізька	Мелітопольський, Приморська, Кам'янсько-Дністровська
			Кримська	Сімферопольський, Джанкойський, Білогорський, Євпаторійський
			Миколаївська	Веселинівська, Вознесенський
			Одеська	Ізмаїлський, Одеська, Березівська, Саратовська
			Херсонська	Каховський, Скадовський, Цюрупинський, Збур'ївський
9	Кримський		Кримська	Алуштинський, Севастопольський, Старокримський, Судакський, Ялтинський
<b>Сосна звичайна</b>				
1	Поліський	Волинсько-Житомирський	Волинська	Усі держлісгоспи Волинської обл.
			Житомирська	Усі держлісгоспи Житомирської обл., крім Бердичівського, Попільнянського

			Рівненська	Усі держлісгоспи Рівненської обл.
			Львівська	Бродівський, Буський, Львівський, Жовківський, Рава-Руський, Радехівський
			Хмельницька	Ізяславський, Славутський, Шепетівський
		Київсько-Чернігівський	Київська	Усі держлісгоспи Київської обл.
			Чернігівська	Городнянський, Добрянський, Корюківський, Новгород-Сіверський, Остерський, Семенівський, Холминський, Чернігівський
			Сумська	Шосткинський, Свеський, Середино-Будський
2	Карпатський		Львівська	Турківський, Самбірський
			Івано-Франківська	Усі держлісгоспи Ів.-Франківської обл.
			Чернівецька	Усі держлісгоспи Чернівецької обл.
			Закарпатська	Усі держлісгоспи Закарпатської обл.
3	Дніпровський правобережний лісостеповий		Черкаська	Усі держлісгоспи Черкаської обл.
			Вінницька	Усі держлісгоспи Вінницької обл.
			Тернопільська	Усі держлісгоспи Тернопільської обл.
			Хмельницька	Усі держлісгоспи Хмельницької обл.
			Житомирська	Бердичівський, Попільнянський
			Львівська	Дрогобицький, Сколівський, Стрийський, Старосамбірський, Бібрський
4	Дніпровський лівобережний	Придніпровський	Полтавська	Усі держлісгоспи Полтавської обл., крім Новосанжарського
			Чернігівська	Борзнянський, Ніжинський, Прилуцький
			Сумська	Глухівський, Конотопський, Краснопільський, Кролевецький, Лебединський, Ахтирський, Роменський, Сумський, Тростянецький
			Харківська	Гутянський, Готвальдівський, Харківський, Чугуєво-Бабчанський, Вовчанський

		Ізюмсько-Старобільський	Харківська	Балаклейський, Красноградський, Близнюківська
			Дніпро-петровська	Новомосковський
			Луганська	Старобільський, Біловодська
			Донецька	Слов'янський
5	Кримський		Кримська	Усі держлісгоспи Кримської обл.
6	Український степовий	Південно-західний	Одеська	Усі держлісгоспи Одеської обл.
			Миколаївська	Усі держлісгоспи Миколаївської обл.
			Херсонська	Усі держлісгоспи Херсонської обл.
		Центральний	Дніпро-петровська	Усі держлісгоспи Дніпропетровської обл., крім Новомосковського
			Кіровоградська	Усі держлісгоспи Кіровоградської обл.
			Полтавська	Новосанжарська
		Східний	Луганська	Усі держлісгоспи Луганської обл., крім Старобільського, Біловодської
			Донецька	Усі держлісгоспи Донецької обл.
			Запорізька	Донецька Запорізької обл.