

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

**Тема.** Принципи розробки моделі майбутнього сорту

**Мета:** формування у студентів знань з наукових основ селекції генотипів польових культур, а також умінь з розробки моделі сорту.

### Обладнання

**та матеріали:** зразки сортів польових культур (кукурудза, спельта, рис, тритікале, жито, овес, ячмінь, пшениця м'яка і тверда та ін.), каталоги селекційних досягнень НДУ України і світу.

### Загальні відомості та методичні вказівки

*Селекційний процес* умовно можна поділити на такі послідовні етапи:

- розробка моделі майбутнього сорту і визначення шляхів її реалізації;
- підбір вихідних форм і створення синтетичного матеріалу для доборів;
- формування сорту як стійкої біологічної системи.

У період між початком роботи над створенням нового сорту і використанням його у виробництві селекціонер повинен передбачити вимоги виробництва до нового сорту, передбачити його параметри для цілеспрямованого пошуку вихідного матеріалу, вибору методів селекційної роботи тощо.

**Модель сорту** – це науковий прогноз, що передбачає, якими повинні бути сорт і окремі ознаки його рослин, щоб за певних умов вирощування найкраще задовольнити вимоги виробництва до даної культури.

Перш ніж приступити до створення сорту, селекціонер завжди розробляє його модель. Раніше ця розробка ґрунтувалася на інтуїтивно-творчому підході. На сьогодні з нагромадженням теоретичних та експериментальних даних селекції, генетики, фізіології, біотехнології та інших біологічних наук, спрямованих на створення нових сортів, моделювання набуває значення необхідного елемента в селекційному процесі.

Створення моделі сорту – процес складний і багатоплановий, тому він здійснюється спільними зусиллями селекціонерів, генетиків, фізіологів, енто- і фітопатологів, біохіміків та інших фахівців. Нині фахівці різних галузей біологічної науки розробляють і реалізують специфічні підходи, які поділяються на кілька груп:

1. *Узагальнення досвіду виробництва, селекції, даних державного сортовипробування та екстраполяція тенденцій розвитку ознак на перспективу.* При цьому підході модель сорту створюється з урахуванням вимог виробництва до сорту. Такий принцип загальнодоступний і охоплює всі ознаки сорту. Цей емпіричний підхід є прогнозуванням розвитку окремих ознак сортів на основі досягнутого.

2. *Статистичний аналіз цінних селекційних ознак та їх кореляційних зв'язків.* Цей метод ґрунтується на результатах експериментальних даних спеціальних досліджень кореляційних зв'язків окремих ознак (переважно елементів структури врожаю) між собою, з продуктивністю та іншими господарсько важливими властивостями. Кореляційний аналіз ознак часто використовують для визначення кількісних параметрів майбутнього сорту під час математичного обґрунтування його моделі.

3. *Побудова математичних моделей продукційного процесу окремої рослини, агроценозу.* Це принцип математичного моделювання архітекtonіки рослини, прогнозування продукційного процесу під час зміни окремих фізіологічних параметрів та їх зв'язку з інтенсивністю фотосинтезу. В цьому напрямі ведуться роботи, однак закінчених моделей сортів ще не розроблено в зв'язку з нестачею експериментальних даних та складною взаємодією системи рослина – середовище. В майбутньому цей підхід відіграватиме значну роль у моделюванні сортів як біологічної системи, здатної до саморегулювання за певних умов довкілля, особливо в адаптивній селекції.

4. *Розробка моделі сорту на основі фізіолого-генетичного і анатомо-морфологічного підходу в прогнозуванні продукційних процесів.* Такий підхід до моделювання сортів характерний для фізіологів. В основу розробки моделей сортів для різних ґрунтово-кліматичних зон покладено принцип зональності. Продуктивність сортів лімітується факторами, характерними для певної зони, тобто їх адаптивною здатністю. Екологічна пристосованість сорту зумовлюється здатністю рослин витримувати посуху, низькі температури, засоленість ґрунту тощо. Стійкість сортів проти дії зазначених факторів залежить від інтенсивності розвитку кореневої системи, анатомічної будови тканин, здатності рослин

формувати певний фотосинтетичний потенціал, інтенсивності фотосинтезу тощо.

Значення будь-якої фізіологічної ознаки або процесу оцінюється достовірністю його корелятивного зв'язку з величиною урожаю або з ознаками, які зумовлюють його рівень.

Розвиток математичного моделювання в селекційному процесі з використанням персональних комп'ютерів значно розширює можливості розробки моделей сортів. Оскільки досі не існує єдиного методу розробки моделі сорту, то, як правило, її розробляє і реалізує селекціонер. Тому важливе значення в цьому процесі мають досвід, знання, інтуїція селекціонера.

Розробка моделі сорту завжди повинна ґрунтуватися на аналізі ґрунтово-кліматичних умов певної зони, детальному описі селекційно цінних ознак продуктивності, якості продукції і стійкості проти несприятливих факторів довкілля.

#### ***Аналіз екологічних факторів зони вирощування майбутнього сорту***

Потенціальна і реальна продуктивність сортів сільськогосподарських культур формується під впливом агрокліматичних умов зони вирощування. Мета аналізу – виявити лімітуючі фактори для певної зони та визначити максимально можливу врожайність майбутнього сорту.

Фактори підвищення продуктивності й забезпечення стійкого землеробства можна поділити на три групи:

1. *абіотичні* (кліматичні) – надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР), температура, опади; *едафічні* (ґрунтові) – волога, природна родючість, рН ґрунту тощо;
2. *біотичні* (генотип сорту, хвороби, шкідники та ін.);
3. *антропогенні* (технології, спрямовані на максимальне використання генетичного потенціалу сорту та природних ресурсів).

Абіотичні фактори можна аналізувати за допомогою загальновідомих методів, якими користуються під час програмування урожайності.

Потенціальну врожайність сорту розраховують за формулою:

$$U_{\text{п}} = \frac{\Sigma Q K_{\text{фар}}}{16,76 \cdot 10^5 (100 - C) a}$$

де  $U_{\text{п}}$  – потенційна урожайність основної продукції за стандартної вологості, ц/га;  $\Sigma Q$  –

сумарне надходження ФАР за вегетацію, кДж/га; Кфар - коефіцієнт використання ФАР посівом, %;  $16,76 \cdot 10^5$  – енергія, що міститься в 1 ц абсолютно сухої органічної речовини, Дж; С – стандартна вологість основної продукції, %; а – сума частин основної і побічної продукції в урожаї (наприклад, в урожаї пшениці зерно становить 1 частину, солома – 1,1, тоді  $a = 1 + 1,1 = 2,1$ ).

Справді можливу врожайність визначають за вологозабезпеченістю:

$$У_{с.м.} = \frac{W \cdot 10^4}{K_v \times (100 - C)}$$

де  $У_{с.м.}$  – справді можлива врожайність основної продукції за стандартної вологості, ц/га; W – запаси продуктивної вологи в ґрунті за вегетаційний період, мм;  $K_v$  – коефіцієнт водоспоживання, мм · га/ц.

Справді можливу врожайність за біокліматичним потенціалом обчислюють за формулою:

$$У_{б.п} = \beta \cdot \text{БКП},$$

$У_{б.п}$  – урожайність основної продукції при стандартній вологості за біокліматичним потенціалом, ц/га;  $\beta$  – коефіцієнт, що відображує рівень культури землеробства з використанням ФАР посівами ( $\beta = 10$  ц/га за 1 % використання ФАР; 20 ц/га – за 2 %; 30 ц/га – за 3 % і т.д.); БКП – біокліматичний потенціал зони, умови якої аналізують. Його величина є часткою від ділення суми активних температур вище 10 °С ( $\Sigma_t > 10^\circ\text{C}$ ) за період вегетації на 1000.

На незрошуваних землях рівень родючості ґрунту значною мірою визначає рівень ресурсного врожаю. Можливу врожайність за природною родючістю ґрунту знаходять за формулою:

$$У_{p.г} = B \cdot Ц_б,$$

де  $У_{p.г}$  – урожайність за природною родючістю ґрунту, ц/га; B – природна родючість ґрунту, балів;  $Ц_б$  – ціна одного бала, ц/га.

Вихідні дані для наведених обчислень беруть з агрометеорологічних довідників, карт ґрунтів по областях (районах), а також використовують узагальнені середні дані бонітетів ґрунтів по областях.

Знаючи рівень потенціальної урожайності культури та лімітуючі фактори зони вирощування майбутнього сорту, можна визначити параметри ознак, за якими відбуватиметься селекція, з обґрунтованими доказами їхнього впливу на врожайність, якість продукції та стійкість проти хвороб, шкідників і несприятливих умов вирощування.

**Аналіз селекційно цінних ознак сортів на перспективу**

Виконання цієї частини завдання ґрунтується на аналізі генетичної природи селекційних ознак, їх значенні у формуванні врожаю.

Урожайність будь-якої культури є добутком кількості рослин на одиниці площі на їх продуктивність:

$$Y = P \cdot M,$$

де  $Y$  – урожайність, ц/га;  $P$  – кількість рослин, шт/га;  $M$  – маса основної продукції з однієї рослини, г, кг.

У більшості сільськогосподарських культур (зернові, бобові, багаторічні трави, картопля) продуктивність рослини складається з окремих елементів. Вони зумовлюють морфотип рослин.

Залежно від культури кількість показників, що характеризують морфотип рослин, параметри яких потрібно визначити, може бути різною. Для зручності їх розміщують у вигляді таблиці. Розглянемо можливу схему розробки моделі сорту озимої пшениці (табл. 1).

Таблиця 1

### Параметри моделі сорту пшениці озимої інтенсивного типу

Ознака сорту	Параметри ознак за умов оптимальної агротехніки	
	сорту-стандарту	моделного сорту
Врожайність, т/га	7,0-8,0	8,0-9,0
Структура врожаю в суцільному посіві кількість колосків у колосі, шт.	19-20	21-22
кількість зерен у колоску, шт.	2,0-2,3	2,7-3,0 <sup>п</sup>
Кількість зерен у колосі, шт.	35-38	~44-46 <sup>'</sup>
маса 1000 зерен, г	40-42	45-48
маса зерна з колоса, г	1,4-1,6	1,8-2,0
продуктивних стебел на 1 м <sup>2</sup> , шт.	500	550
Ознаки рослин у суцільному посіві співвідношення зерна і соломи	1:1,2-1,3	1:1-1,1
висота стебла, см	90-100	80-90
стійкість проти вилягання, бал	4,0-4,5	5,0
стійкість проти обсіпання	Висока	
особливості морфології	Колос призматичний, листок широкий і вкорочений, розташований під кутом 50-60°	
Біологічні особливості рослин тривалість вегетаційного періоду, діб	285-300	280-300
тривалість періоду від колосіння до дозрівання, діб	36-40	40-46
зимостійкість	висока	

критична температура для кущіння, °С	16-18   19-20	
стійкість проти повітряної посухи	висока	
стійкість до проростання зерна на пні	висока	
Стойкість проти хвороб і шкідників летючої сажки, % ураженого колосся	0,0	0,0
твердої сажки, % ураженого колосся	0,0	0,0
бурої іржі, %	10-15	Менше 10
жовтої іржі, %	Менше 3	0
борошнистої роси, % ураження рослин	15-20	Менше 10
кореневих гнилей, % ураження рослин	15-20	Те саме
злакових мух, % ушкоджених стебел	До 20	<i>a</i>
Якість урожаю вміст білка в зерні, %	13,0-14,0	Понад 14,0
Вміст сирої клейковини в зерні, %	28-30	Понад 28,0
Натура зерна, г/л	800	Понад 800
об'ємний вихід хліба, см <sup>3</sup>	650-700	Понад 700

У першій колонці наводять перелік селекційних ознак, а в другій – їх параметри для кращого сорту певної зони. Ці дані можна взяти з Державного реєстру сортів рослин України, з опису сорту оригіномом тощо.

На основі наукових даних тенденцій розвитку ознак обґрунтовують параметри кожної ознаки майбутнього сорту. Якщо відома роль окремих елементів продуктивності у формуванні врожаю та кореляційні зв'язки між ними, то розробка параметрів моделі сорту за кількісними ознаками не становить особливих труднощів. Важливо вибирати такі ознаки, за якими можна було б прогнозувати продукційний процес рослини. Високим ступенем успадкування характеризуються морфологічні ознаки, які використовують при візуальній оцінці генотипів (висота стебла, довжина колоса, кількість колосків у колосі). Для цих ознак вказують конкретні параметри, для інших (стійкість проти хвороб та шкідників) – допустиму величину.

В ідеалі сорт не повинен уражуватися хворобами та шкідниками. Створення таких сортів є досить складним завданням.

На основі моделі розробляється програма, в якій послідовно обґрунтовують шляхи виведення нового сорту.

**Завдання:** Визначити параметри моделі сорту (обраної культури на першому занятті або обговореної у чаті (наступна вкладка після практичної роботи на

платформі Elearn) на основі узагальнення досвіду виробництва, селекції, даних державної кваліфікаційної експертизи та прогнозування тенденцій розвитку ознак на перспективу.

### **Питання для самоконтролю знань**

1. Перелічіть принципи підходів до створення моделі майбутнього сорту.
2. Які елементи покладені в основу аналізу екологічних факторів зони вирощування майбутнього сорту?
3. Назвіть основні параметри майбутнього сорту пшениці м'якої озимої.
4. Назвіть основні параметри майбутнього сорту пшениці твердої ярої.

### **Література:**

1. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник/ М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк, В.А. Власенко. – К.: Вища освіта, 2006.– 493с.
2. Молоцький М.Я. Селекція і насінництво польових культур: Практикум / М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк. – Біла Церква, 2008.– 192 с.
3. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / За ред. Васильківського С.П. – Біла Церква, 2011. – 230с.
4. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник / В.Д. Бугайов, С.П. Васильківський, В.А. Власенко та ін.; за ред.. М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2010. – 368 с.
5. Васильківський С.П. Селекція і насінництво польових культур: Підручник / С.П. Васильківський, С.В. Кочмарський.– ПрАт «Миронівська друкарня», 2016. – 376с

## Практичне заняття № 2

**Тема:** Методи селекції. Методика і техніка гібридизації.

**Мета:** Ознайомитися та вивчити методика і техніку гібридизації. Набути навички з гібридизації. Детально оволодіти кастрацією квіток озимої пшениці та методами штучного запилення.

**Матеріали і обладнання:** лінії або сорти пшениці в фазі бутонізації; ножиці, пінцети, скальпелі, пензлі, пакетики для збору пилку, ізолятори, вата, нитки, спирт.

### Теоретична частина

Гібридизація – це схрещування двох або більше батьківських компонентів (форм) з метою одержання високопродуктивного, високо гетерозисного потомства. Це один з перших етапів селекційної роботи.

Проведення контрольованих схрещувань (гібридизації) потребує знань біології цвітіння і запліднення певного виду рослин. Схрещування у рослин відбувається шляхом нанесення пилку батьківських рослин на приймочку материнських квіток. Процес гібридизації складається з чотирьох етапів:

1. Підготовка суцвіття до схрещування;
2. Кастрація пиляків у квітах або суцвіттях;
3. Ізоляція кастрованих суцвіть;
4. Штучне запилення.

1. **Підготовка суцвіття** або груп поодиноких квіток для схрещування полягає у відборі суцвіття або пагона з поодинокими квітками. Квітки, які розкрилися, та недозрілі бруньки усувають. Деяким рослинам (наприклад, пшениці, рису) обрізують ості і кінчики квіткових лусок для кращого вилучення пиляків.

2. **Кастрація** – видалення пиляків з квітки для запобігання самозапилюванню. Техніка кастрації залежить від особливості будови квітів у певної культури. Кастрацію проводять у той час, коли пиляки ще не дозріли, але достатньо сформувались і їх можна видалити, не пошкоджуючи маточку. В сонячну суху погоду це краще робити вранці до 12 години або ввечері – після 18 години, щоб приймочка маточки не піддавалась впливу сонячних променів.



За допомогою пінцета квітку розкривають і всі пиляки ретельно усувають. У деяких рослин, наприклад, у смородини чорної, віночок зривають повністю.

**3. Ізоляція.** Протогінічні рослини (наприклад, абрикос) можна запилювати одразу після кастрації; протерандричні, наприклад, кукурудзу, слід на 1–2 дні залишити під ізолятором для визрівання приймочки. Ізолятор найкраще виготовляти з пергаментного паперу, краї якого склеювати кістковим клеєм або прошивати нитками з метою запобігання розклеюванню ізоляторів під час дощу. Перш ніж накладати ізолятор, потрібно ще раз оглянути суцвіття і пересвідчитися, що не залишилося жодного пиляка. У тому місці, де потрібно зав'язувати ізолятор, між пергаментом і стеблиною треба покласти шар вати, щоб запобігти проникненню всередину ізолятора дрібних комах, які можуть спричинити неконтрольоване запилення. На ізоляторі або спеціальній етикетці олівцем записують дату кастрації, схему схрещування і кількість квіток, які було кастровано. Дрібні квіти ізолюють, обгортаючи їх шаром вати.

**4. Запилення** – нанесення пилку батьківської рослини на приймочку материнської. Пилок наносять тонким пензликом або пильником – шматочком гумки для олівця, прикріпленого до основи – шматку дроту або препарувальної голки. Працюючи з різними сортами (генотипами), пензлик потрібно після роботи з кожним сортом занурювати у флакончик зі спиртом для нейтралізації пилкових зерен, що залишились на пензлику. Після запилення на суцвіття знову надівають ізолятор. Через 10-15 днів після цвітіння ізолятори знімають, підраховують кількість зав'язей і визначають відсоток зав'язування насіння.

### **Хід роботи**

1. Виготовити пергаментні ізолятори для пшениці розміром 4 × 10 см і пергаментні ізолятори для кукурудзи розміром 10 × 30 см. Для більшості рослин, які запилюються вітром, застосовують пергаментні ізолятори. Їх виготовляють, зшиваючи на швейній машинці вдвічі загнуті краї або склеюючи водостійким клеєм.

2. Підготувати та каструвати квітки у 2-3 суцвіть пшениці.

**Схрещування пшениці.** Суцвіття пшениці – складний колос. Квіти двостатеві, містять маточку і 3 тичинки. Пшениця –самозапильник. Пиляки в

квітках дозрівають дещо пізніше, ніж маточка, тому запилення можна проводити одночасно з кастрацією.

Для підготовки колоса до схрещування, якщо материнський сорт остистий, ості біля основи обрізають ножицями, пінцетом видаляють 3-4 недорозвинутих колоска у верхній і нижній частині колоса. У кожному із колосків залишають тільки дві нижні розвинені квітки, всі інші в кожному колоску видаляють пінцетом.

В колосі після цього залишається 16-20 добре розвинених квітки. Із квіток обережно, щоб не пошкодити маточку, видаляють усі три тичинки. Після кастрації на колос одягають ізолятор. Запилюють в той самий день або через 1-3 доби після кастрації.

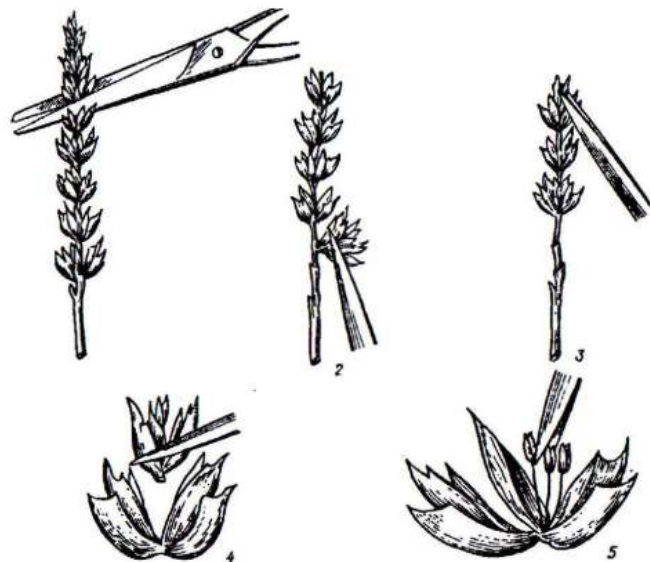


Рис 1. Техніка кастрації колоса пшениці:

- 1 - видалення верхівки колоса;
- 2 - видалення нижніх колосків;
- 3,4 - видалення середніх квіток з колосків;
- 5 - видалення тичинок з квіток.

Із квітів батьківської форми попередньо збирають в баночку або пакет зрілі, але не тріснуті пиляки. Запилення проводять, вкладаючи в кожну квітку 1-2 пиляки; нанесенням пилку пензликом на приймочку маточки або вкладають в ізолятор, зрізаний зверху, колос із зрілими пиляками і прокручують його. Після запилення колосся ізолюють.

### **Завдання:**

1. Ознайомитися з методами штучного запилення, які застосовують під час схрещування.
2. Ознайомитися з виготовленням основних типів ізоляторів.
3. Каструвати і запилити по 5-10 суцвіть або квітів рослин, потрібних для гібридологічного аналізу.
4. У робочому зошиті описати методику та техніку гібридизації обраної культури та питання для самоконтролю знань.

### **Контрольні питання:**

1. Перерахуйте основні етапи техніки схрещування.
2. Як виготовляють пергаментні ізолятори?
3. Опишіть техніку схрещування пшениці.
4. Опишіть техніку схрещування кукурудзи.
5. Опишіть техніку схрещування томату.