



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

МЕТОДИКА ГІБРИДИЗАЦІЇ І ДОБОРУ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ ЯРОГО І ОЗИМОГО

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Вінниця
2025

УДК 633.853.494.321.527.5:633.853.483:631.527

М 54

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол № 11 від 10 листопада 2025 р.)*

Рецензенти:

А.М. Шувар – доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри агробіотехнологій, Західноукраїнський національний університет;

А.В. Голодна – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник відділу технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

М 54 Методика гібридизації і добору вихідного матеріалу ріпаку ярого та озимого : наук.-метод. реком. /М.В. Слісарчук, О.О. Тимошенко, В.В. Кондратюк, Н.Г. Буслаєва, В.П. Мирончук, Т.М. Левченко. Вінниця : ТВОРИ, 2025. 28 с.

ISBN 978-617-552-989-8

Науково-методичні рекомендації розроблені у лабораторії селекції і насінництва олійних та луб'яних культур відділу селекції і насінництва зернобобових, олійних і луб'яних культур за результатами завершених досліджень з ПНД 18 НААН «Олійні культури» в 2021–2025 рр. за завданням 18.00.00.05.Ф «Теоретичне обґрунтування напрямів оптимізації комплексу господарсько-цінних ознак і створення сорту ріпаку «00» типу з високим адаптаційним потенціалом і поліпшеним жирнокислотним складом олії». У рекомендаціях наведені особливості роботи зі створення сортів ріпаку озимого та ярого під час добору й оцінювання вихідного матеріалу на завершальних етапах селекційного процесу, що проводиться у відділі селекції і насінництва зернобобових, олійних і луб'яних культур ННЦ «ІЗ НААН».

Видання призначене для вчених-селекціонерів та інших наукових співробітників установ системи НААН, викладачів і студентів вищих навчальних аграрних закладів III-IV рівнів акредитації, що займаються селекцією і веденням оригінального насінництва сортів ріпаку.

УДК 633.853.494.321.527.5:633.853.483:631.527

ISBN 978-617-552-989-8

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025
© ТОВ «ТВОРИ», 2025

Зміст

ВСТУП	4
МЕТА, УМОВИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	5
1. НАПРЯМКИ СЕЛЕКЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО І ЯРОГО	7
2. МЕТОДИ СЕЛЕКЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО І ЯРОГО	9
3. ЗАВДАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЇ НА ГЕТЕРОЗИС	12
4. СХЕМА СЕЛЕКЦІЙНИХ РОБІТ ЗІ СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ	15
5. УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ГІБРИДИЗАЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО	17
6. ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ НА ЗАВЕРШАЛЬНИХ ЕТАПАХ СЕЛЕКЦІЇ	18
7. ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА ВРОЖАЙНІСТЮ І ВМІСТОМ ОЛІЇ У НАСІННІ	22
8. АНАЛІЗ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ ОЛІЇ У НАСІННІ	24
РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ	26
Список літератури	27

ВСТУП

Світовий досвід вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема і ріпаку, однозначно демонструє безумовні переваги нових сортів та гібридів порівняно з сортами-популяціями минулих років. Завдяки досягненням селекції створені високоврожайні сорти, які у складі олії не містять ерукову кислоту, а шрот має незначний відсоток глікозинолатів. На світовому ринку – це якість «Канола» (00 і 000). Ріпакова олія такого гатунку за своєю цінністю для здорового харчування займає перше місце у світі, тому що її вживання сприяє регулюванню рівня холестерину у крові людини. Ріпак став основною олійною культурою у понад 30 країнах світу, особливо у Канаді, Польщі, Німеччині, Великої Британії, Швеції та ін. У цих країнах високий рівень результатів селекційних робіт, тому збільшення врожайності ріпаку забезпечується переважно за рахунок досягнень селекції зі створення нових високопродуктивних сортів. Середня врожайність насіння ріпаку в цих країнах становить понад 3,0 т/га.

Потенціальні можливості площ вирощування ріпаку озимого і ярого в Україні сягають орієнтовно від 3,0 до 6,0 млн га, а середня врожайність насіння – 3,0–5,0 т/га. Наразі площі вирощування ріпаку озимого в структурі посівів олійних культур поступається соняшнику та сої і стабільно становлять 0,9–1,2 млн га щороку. Це зумовлено високим попитом на ріпак, як сировину для харчової, технічної (біодизель) та інших галузей промисловості, а також високою економічною ефективністю його виробництва. Одним із шляхів підвищення валових зборів насіння культури поряд з інтенсифікацією вирощування є створення і впровадження у виробництво нових високоврожайних сортів і гібридів.

В умовах зміни клімату, що спостерігаються за останні роки, а саме значні відхилення показників температури та кількості опадів від середніх багаторічних значень, при доборі й аналізі селекційного матеріалу необхідно проводити оцінку продуктивності сортозразків ріпаку як за прямими, так і опосередкованими показниками. Наразі через значну зміну кліматичних умов, важко чітко прогнозувати продуктивність зразку чи сорту через декілька років. Враховуючи, що селекційний процес зі створення нового сорту ріпаку озимого триває 8–12 років, а потім до часу впровадження у виробництво проходить ще до 3 років, постає питання, щодо належної оцінки потенціалу наявного селекційного матеріалу в розрізі років.

Наразі основним завданням селекції ріпаку є створення сортів харчового, кормового і технічного напрямку використання. Прикладна генетика озимого і ярого ріпаку, як наукова основа селекції, розроблена і вивчена неповністю, що стримує темпи і результативність селекційної роботи. Складнощі проведення генетичного аналізу пояснюються поліплоїдною природою ріпаку та

полігенною системою контролю основних кількісних ознак. Це стосується таких ознак, як тривалість періоду вегетації, зимо- й морозостійкість, елементи структури врожайності, вміст олії в насінні та її жирокислотний склад, кількісний прояв вмісту ерукової кислоти і глюкозинолатів та ін.

Основний метод створення вихідного матеріалу в селекції ріпаку є гібридизація з наступним індивідуально-сімейним відбором за основними цінними господарськими ознаками. Головними напрямками нашої селекційної роботи є створення нових сортів ріпаку з таким комплексом цінних ознак: двонульова якість (відсутність вмісту ерукової кислоти в олії і зниження до 15 мкмоль на 1 г вмісту глюкозинолатів у насінні); висока врожайність насіння; підвищений вміст олії у насінні; рівномірне дозрівання; стійкість до основних хвороб і шкідників; стійкість до вилягання та осипання насіння і несприятливих факторів зовнішнього середовища. Подальше зростання врожайності ріпаку можливо досягти шляхом залучення до схем схрещування у селекції нових генетичних джерел цінних ознак, використання новітніх методів створення нового вихідного матеріалу та вдосконалення існуючих методів селекції з метою отримання максимального прояву гетерозису.

Підтримка генетичних властивостей нових сортів у виробництві забезпечується за рахунок необхідності дотримання відповідної схеми сортового насінництва за вирощування насіння високих репродукцій. Поширення нових сортів та забезпечення господарств посівним матеріалом, використання якого гарантує отримання високої врожайності і якості продукції, також насамперед залежить від організації системи первинного насінництва.

МЕТА, УМОВИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета. Вивчення сортів і сортозразків ріпаку у селекційних розсадниках за урожайністю насіння і вмістом олії, визначення показників стабільності та пластичності цих ознак та виділення зразків, перспективних для використання у селекційних програмах чи для передачі на проходження науково-технічної експертизи (НТЕ) сортів рослин в Українському інституті експертизи сортів рослин (УІЕСР).

Методи. Застосовували польові, лабораторні та математико-статистичні методи проведення досліджень.

Матеріали та умови досліджень. Предметом досліджень були сорти і сортозразки ріпаку ярого і озимого різного походження.

Польові дослідження проводились у селекційній сівозміні Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» (ННЦ «ІЗ НААН») протягом 2021–2025 рр. Земельні масиви розташовані у Фастівському р-ні Київської обл. у правобережній зоні Північного Лісостепу України. Клімат цієї зони є помірно континентальним із

досить спекотним літом і відносно м'якою зимою та характеризується нестійким забезпеченням вологою.

За багаторічними даними, за рік на території Київської обл. випадає 480–620 мм опадів, але в окремі роки спостерігається значне відхилення від цієї величини. Більша кількість опадів випадає за теплий період (квітень – жовтень). Середньорічна температура повітря сягає $+6,0$ – $+7,0$ °С. Середня багаторічна температура найтеплішого місяця, липня, становить $+20,0$ – $+22,0$ °С, а найхолоднішого, січня, – $-6,0$ °С. Тривалість теплового періоду з температурою вище 0°C становить 170–180 діб, але в різні роки коливається у межах 145–215 діб. За загалом порівняно теплому травні, у другій і третій декадах цього місяця іноді настає значне похолодання і навіть приморозки, що тимчасово негативно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських рослин.

Роки проведення досліджень за метеорологічними умовами загалом характеризувались як недостатньо забезпечені вологою, а за температурним режимом перевищували значення середньої багаторічної норми. Показники температурного режиму повітря та кількості опадів у середньому за період 2020–2025 рр. наведені на рис. 1 і 2.

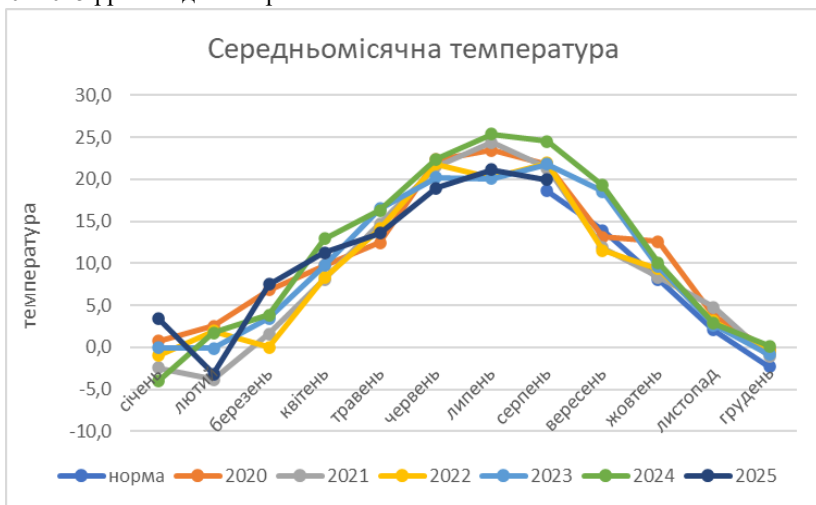


Рис. 1. Температура повітря за період вегетації ріпаку ярого і озимого, с. Чабани, 2020–2025 рр.

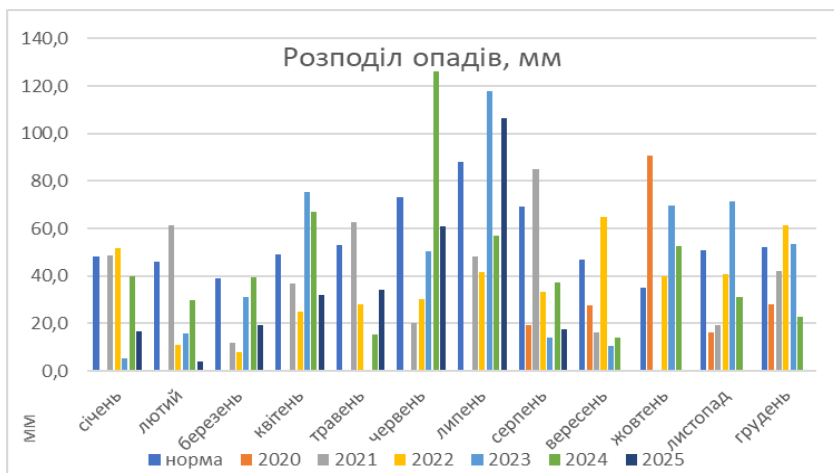


Рис. 2. Кількість опадів за період вегетації ріпаку ярого і озимого, с. Чабани, 2020–2025 рр.

Погодно-кліматичні умови 2020–2025 рр. загалом виявилися не сприятливими для ріпаку озимого і ярого: недостатня кількість опадів в осінні періоди не дозволила сформувати потужну кореневу систему (коренева шийка в діаметрі була до 5 мм) у рослин ріпаку озимого, а повітряна і ґрунтова посуха (червень-липень) сприяла значній абортивності стручків у ріпаку озимого та зниження відсотку зав'язування стручків і маси 1000 насінин у ріпаку ярого (особливо у пізньостиглих генотипів), що разом із пізнім терміном посіву негативно вплинуло на формування елементів структури і врожайності загалом.

Досліди були закладені згідно з методикою польового дослідження. Упродовж періоду вегетації ріпаку озимого і ярого проводили фенологічні спостереження, польові оцінки та лабораторні аналізи згідно з методичними рекомендаціями [1]. Вміст олії в насінні у селекційних зразків визначали на приладі «Infratec 1241».

1. НАПРЯМКИ СЕЛЕКЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО І ЯРОГО

Наразі у світі є три основні завдання селекційної роботи зі створення різних сортів ріпаку ярого і озимого:

- для харчового напрямку використання;
- для технічного напрямку використання;
- для кормового напрямку використання.

Ріпак є важливою олійною культурою, тому основним завданням селекції як озимого, так і ярого ріпаку є створення сортів із високим вмістом і виходом

олії з насіння незалежно від напрямку використання. За останні десять років селекція досягла значних успіхів у підвищенні вмісту олії в насінні ріпаку. У кращих сортів він коливається в межах 43–46 %.

Однак якість олії, що зумовлюється вмістом і співвідношенням в ній жирних кислот, є визначальним показником для подальшого напрямку її використання. Для ріпаку характерним є значне варіювання генотипів за вмістом в олії жирних кислот. У ході аналізу жирнокислотного складу олії у 1138 зразків ріпаку з колекції ВІР встановлено таке варіювання вмісту основних кислот: пальмітинової – від 2,5 до 6,1 %; стеаринової – від 0,4 до 4,6 %; олеїнової – від 10,1 до 74,3 %; лінолевої – від 10,2 до 27,6 %; ліноленої – від 3,9 до 22,7 % і ерукової – від 0 до 57,0 %. Крім того, варіювання кількості ерукової та інших жирних кислот є взаємозв'язаним. Так, уміст ерукової кислоти позитивно корелює з умістом ейкозенової ($r = 0,8$) і негативно – з умістом олеїнової ($r = -1,0$) та лінолевої ($r = -0,8$), що зумовлено послідовністю біосинтезу цих ненасичених кислот. Виявлено також значні від'ємні кореляції вмісту ерукової кислоти з умістом насичених жирних кислот – пальмітинової ($r = -0,6$) і стеаринової ($r = -0,5$).

Селекція сортів ріпаку харчового напрямку використання. На ранніх етапах селекції (60-ті роки ХХ ст.) ріпакову олію використовували переважали на технічні цілі. На початку 70-х років селекціонерам вдалося значно знизити вміст ерукової кислоти в насінні ріпаку, а на початку 80-х – уміст глюкозинолатів. Тобто, були створені так звані одноступені «0» (відсутність ерукової кислоти) та двонупені «00» сорти (відсутність ерукової кислоти, а вміст глюкозинолатів не $> 1,8$ мкмоль/г). На сьогодні досягнуті значні успіхи у створенні сортів ріпаку, які поєднують низький уміст ерукової кислоти з мінімальним рівнем глюкозинолатів. Такі сорти успішно впроваджуються у виробництво.

Селекція сортів ріпаку технічного напрямку використання. Для технічного використання необхідно створювати і впроваджувати у виробництво сорти, олія яких має інший жирнокислотний склад порівняно з харчовою олією. Так, призначена для виробництва мийних засобів олія має містити понад 40 % лауринової кислоти, а для технічних масел, біопалива, полімерних матеріалів, косметичних і фармацевтичних виробів, виготовлення туші й чорнил та ін. – у складі жирних кислот повинна переважати ерукова кислота (понад 50 %). Олія сортів технічного ріпаку має високий вміст ерукової кислоти, що забезпечує її специфічні властивості для виробництва технічних мастил, біопалива, лаків тощо.

Селекція сортів ріпаку кормового напрямку використання. Для використання на корм тварин необхідно створювати сорти з високими поживними якостями як насіння, так і зеленої маси, підвищеним вмістом у них білка, збалансованого за амінокислотним складом і низьким умістом

глюкозинолатів (ідеально – повна відсутність глюкозинолатів). Якщо буде створено сорти, які зовсім не матимуть глюкозинолатів, то ріпакова макуха в подальшому стане важливим джерелом якісного білка в годівлі тварин. У цьому контексті зниження вмісту глюкозинолатів у ріпаку є постійним завданням селекції. Прогрес селекції у цьому напрямі вже є визначним. Завдяки селекційно-генетичному поліпшенню селекційного матеріалу вдалося поєднати низку цінних ознак різних видів ріпаку в одному сорті.

Віддалена гібридизація надала можливість вирішувати такі важливі завдання в селекції ріпаку, як підвищення врожайності, вмісту олійної й ліноленої кислот, стійкості проти шкідників і хвороб, створення жовтонасінних сортів та ін. Завдяки створенню міжродових та міжвидових гібридів можна значно розширити генетичну базу ріпаку, при цьому особливо важливим є одержання справжніх алополіплоїдів. Цей метод створення вихідного матеріалу досить часто застосовують селекціонери Канади, Німеччини, Швеції, Японії та інших країн.

2. МЕТОДИ СЕЛЕКЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО І ЯРОГО

Ріпак — факультативний самозапилювач, ступінь перехресного запилення якого залежно від умов навколишнього середовища становить від 15 до 45 %. Тому для забезпечення отримання 100 % гібридності насіння, важливо розробити і використовувати ефективний спосіб запобігання самозапиленню. До відкриття явища чоловічої стерильності цієї мети досягали за допомогою ручної кастрації квіток рослин материнської форми рослин на придатних для цього культурах. Щодо ріпаку, то через особливості цвітіння і будови квіток у рослин цієї культури ручна кастрація може бути використана тільки у селекційній роботі. Основними методами створення нового матеріалу і селекції у ріпаку озимого та ярого є добір, внутрішньовидова і віддалена гібридизація, ресинтез і синтез нових форм, використання ефекту гетерозису та методів біотехнології.

2.1. Різні методи добору

Методи добору для селекції ріпаку був переважаючим в Україні до 1975 р. Найбільш часто застосовують індивідуально-сімейний або обмежено-масовий добір. За допомогою цього методу були створені зимостійкі, врожайні, але високоеруківі з високим вмістом глікозинолатів сорти ріпаку озимого: Вінницький 15/59, Дублінський, Івано-Франківський, Київський 18, Немерчанський 2268 та інші, сорт ріпаку ярого Львівський. Використання у селекції індивідуального або масового добору з місцевих зразків не дало змоги вирішити проблеми створення харчових сортів ріпаку. За використання методу доборів із сортів закордонної селекції, особливо низькоеруківих і

низькоглюкозинолатних, були одержані такі сорти ріпаку озимого, як ВЕМ, Промінь, Ювілейний.

2.2. Внутрішньовидова гібридизація

Метод створення вихідного матеріалу шляхом внутрішньовидової гібридизації наразі є переважним у практичній селекції ріпаку. Різні його сорти і форми легко схрещуються між собою. До того ж застосовують просту гібридизацію, перезапилання трьох і більше сортів, а також ступінчасті і конвергентні схрещування. Методом перезапилання двох або декількох сортів із наступним індивідуальним чи масовим добором створені сорти ріпаку ярого Васильківський і Ковалівський, озимого Митницький 2. Завдяки створенню вихідного матеріалу шляхом використання ступінчастих схрещувань створені сорти ріпаку озимого Снітинський і ярого Янтар.

2.3. Віддалена гібридизація

Метод віддаленої гібридизації для створення нового вихідного матеріалу широко використовують селекціонери Швеції, Канади, Японії, ФРН, Польщі тощо. Для цього проводять схрещування різних генотипів ріпаку із капустою, суріпицею, гірчицею чорною і сарептською та іншими видами роду *Brassica*. Перспективною є гібридизація ріпаку з редькою олійною. Крім того, одержують як нові сорти ріпаку, так і нові види сімейства капустяних, що вирощуються на корм. У Німеччині створена нова культура — гібрид ріпаку і кормової капусти Малі. Широко вирощується у виробництві гібрид суріпиці і капусти китайської Перко PVH.

2.4. Ресинтез і синтез нових форм ріпаку

При гібридизації різних видів капусти (кормової, качанної, кольрабі, броколі тощо) з суріпицею і проведенні наступного подвоєння чисельності хромосом за використанням колхіцину селекціонерами у Швеції, Японії та ФРН одержані цінні сорти і форми ріпаку, які перевищують за вмістом олії та її якісним складом, стійкістю до хвороб, зимостійкістю сорти, що створені традиційними методами. Так наприклад, у Швеції створено сорт ріпаку Сілона. В Японії методом схрещування капусти пекінської ($2n=20$) з капустою качанною ($2n=18$) одержаний ріпак ріпчастий, а за схрещування качанної капусти з суріпицею — ріпак головчастий.

2.5. Використання ефекту гетерозису та методів біотехнології

Важливим напрямом у сучасній гетерозисній селекції ріпаку є створення поліпшених і нових генотипів, що володіють одиничною, груповою або комплексною стійкістю до стресових біотичних і абіотичних факторів зовнішнього середовища за збереження та підвищення їх врожайності і якості

продукції. Раціональне поєднання методів класичної селекції з біотехнологічними у практичній роботі допомагає вирішувати поставлені завдання у коротший термін.

Через особливості цвітіння і будови квіток ріпаку ручна кастрація може проводитися у цієї рослини тільки з селекційною метою. Відкриття цитоплазматичної чоловічої стерильності значно здешевило процес виробництва насіння, оскільки у гібридизації за материнський компонент беруть стерильні форми, що виключає необхідність проведення кастрації. Використання у сільськогосподарському виробництві гібридів F_1 дає змогу значно підвищувати врожайність ріпаку за рахунок використання явища гетерозису. Однак селекція ріпаку озимого на гетерозис в Україні наразі лише починається. Стерильні аналоги материнських ліній гетерозисних гібридів створюють багаторазовим бекросуванням материнської лінії зі стерильною формою, а батьківські форми (відновлювачі фертильності) — багаторазовим бекросуванням форми-відновлювача фертильності з батьківською формою.

Селекційні програми зі створення гібридів ріпаку озимого базуються на таких основних типах ЦЧС: CMS *ogura* (Франція), CMS *polima* (Китай) і MSL-CMS (патент NPZ Lembke, Німеччина), а також CMS *napus*, і CMS *junsea*. Українська селекційна програма зі створення гетерозисних гібридів в Інституті олійних культур НААН передбачає в своїй основі використання ЦЧС-джерел, отриманих з Інституту овочевих і польових культур м. Нові Сади (Сербія), які представляють собою гетерогенні селекційні сім'ї без точної ідентифікації типу плазми. Тому реалізація власної української селекційної програми з виведення гетерозисних гібридів ріпаку озимого потребує проведення подальших поглиблених досліджень за цитолого-ембріологічного і генетичному аналізу відновлення фертильності наявної системи ЦЧС-Rf.

Використання у селекції на гетерозис гаплоїдних форм, створених за допомогою сучасних методів біотехнології, значно підвищує результативність роботи з отримання нових компонентів для схрещування. Тому роль гаплоїдних рослин у селекції дуже велика. Застосування їх дає можливість швидше знайти потрібну комбінацію та скорочує час необхідний для створення нового сорту або гібриду. Гаплоїди використовують для одержання стабільних гомозиготних ліній.

У селекції з використанням методу мутагенезу також зручніше застосовувати гаплоїди, оскільки на гаплоїдному рівні полегшується відбір рецесивних мутацій. У диплоїдних рослинах мутації рідко зачіпають обидва алельні гени у гомологічних хромосомах. Рослини зазвичай гетерозиготні (два гени відрізняються), при цьому спостерігається прояв ознак, який контролює дія домінантних генів. Оскільки мутації частіше стосуються рецесивних генів, ніж домінантних, їх досить складно виявити. Серед гаплоїдних рослин, які містять тільки одну з кожної пари гомологічних хромосом, мутантні форми

можна виявляти одразу. Селекція на гаплоїдному рівні дає змогу вести прямий відбір не тільки за домінантними, але і за рецесивними ознаками.

Метод культури ізольованих пиляків і мікроспор (андрогенез) — один з перспективних способів отримання гаплоїдних рослин. Підбір оптимальних умов культивування забезпечує процес диференціації ембріоїдів з репродуктивних органів (мікроспори і сім'ябруньки). Вивчення і порівняння цього процесу з процесом формування соматичних і зиготних зародків є предметом біохімічних і морфологічних досліджень, а також дослідів із вивчення молекулярних механізмів, специфічних для ембріогенезу. Ефективність використання андрогенезу залежить від низки взаємопов'язаних чинників: генетичних, фізіологічних, умов культивування (мінерального та гормонального складу живильного середовища), кожен з яких впливає на морфогенетичні процеси за культивування ізольованих пиляків і мікроспор *in vitro*.

За результатами досліджень окремих авторів встановлено, що ембріогенез у культурі пиляків *in vitro* різних видів *Brassica* досі відбувається спонтанно і має низьку частоту виходу гаплоїдних рослин (1–4 %). Крім того, запропоновані технології є недостатньо вивченими і апробованими, тому їх важко відтворювати на кожному етапі андрогенеза. Втім, технологія отримання рослин-регенерантів різних видів *Brassica* з ізольованих сім'ябруньок (процес гіногенезу) також не достатньо відпрацьована. Тому проведення подальших наукових досліджень у цьому напрямку є досить важливим і актуальним.

Поєднання використання методів гібридизації і біотехнології у практичній селекційній роботі для отримання нових компонентів схрещування має важливе значення за створення нового вихідного матеріалу ріпаку з комплексом цінних господарських ознак для подальшої селекції гетерозисних гібридів ріпаку.

3. ЗАВДАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЇ НА ГЕТЕРОЗИС

Новий вихідний матеріал у перехреснозапильних культур — це зазвичай гетерозисна комбінація відповідного числа ліній, сибсів, клонів або інших популяцій, які пройшли випробування на комбінаційну здатність та зберігаються для подальшого відтворення повторних комбінацій. Під час схрещування двох різних самозапильних ліній або сортів відтворюються процеси, аналогічні природним процесам у популяціях, в основі яких лежить періодична зміна інбридингу та кросбридингу, що збільшує корелятивну мінливість популяції і кількість спадкових перетворень. За умови достатньої генетичної дивергентності батьківських компонентів, можливе виникнення явища гетерозису — вищої за батьківські компоненти адаптивності, плодючості, життєздатності і стійкості до стресових чинників у гібридів F_1 . Оскільки ріпак є

алоплоїдом, то в F_2 і наступних самозапильних поколіннях гетерозиготність по багатьох локусах геномів А і С зберігається, що дає можливість підвищити життєздатність нащадків.

Головне завдання науковців за селекції на гетерозис – відібрати рослини / сім'ї, в яких гетерозис закріплюється в поколіннях. Цілком ймовірно, що гетерозис у ріпаку проявляється переважно за рахунок наддомінування за елементами продуктивності, що найчастіше проявляється на декількох ознаках одночасно. Явище гетерозису у селекції ріпаку використовують різними шляхами: створенням сортів-синтетиків, коли схрещують декілька вихідних компонентів із високою комбінаційною здатністю, і створення самозапильних ліній, перевірка їх на комбінаційну здатність із подальшим отриманням гібридів. Нині більшість закордонних агроформувань займаються селекцією саме гібридів ріпаку, оскільки це забезпечує щорічний прибуток через необхідність фермера закупляти насіння гібрида.

У XX ст. з виникненням наукової селекції було відкрито основні принципи селекційних методів інбридингу та гібридизації Г.Х. Шелом та Е. Істом у кукурудзи. Ці методи передбачають два етапи отримання кінцевого селекційного продукту – інбридинг та гібридизацію. Інбридинг (від англійського – inbreeding) чи інцухт (від німецького – inzucht) – це штучне примусове запилення у перехреснозапильних видів рослин, яке спрямовано на збільшення однорідності генотипів в популяціях і з часом отримання гомозиготних, вирівняних за морфологічними ознаками ліній. За самозапилення алогамних видів рослин спостерігається інбредна депресія, що проявляється у зниженні життєздатності нащадків. Однак за аутбридингу (неродинному схрещуванні, гібридизації) такого потомства спостерігається всплеск врожайності, життєздатності і сили рослин у вигляді ефекту гетерозису, на чому і базуються методи. Генерації самозапилення позначаються як S_0 , S_1 , S_2 і далі чи I_0 , I_1 , I_2 і так далі.

Найпоширеніший метод отримання гомозиготних ліній, що є основою для різноманітних модифікацій добору, полягає у самозапиленні рослин за одночасного проведення добору. Інтенсивність інбридингу залежить від вихідного матеріалу та розміру вибірки. Під час самозапилення популяцій, які створені на основі сестринських форм, ступінь гетерозиготності спадає швидше, ніж у популяцій, отриманих від схрещувань генетично дивергентних батьківських компонентів. Застосовуючи примусове самозапилення озимого ріпаку впродовж декількох поколінь, дослідники одержали різні рівні прояву інбредної депресії. Загалом було виявлено, що депресія за врожайністю спостерігається до 4-9 інцухт-поколінь. Виявлено, що в деяких сортів інцухт-депресія спостерігається за окремими параметрами: висотою стебла, кількістю стручків на гілці, кількістю насінин у стручку, масою 1000 насінин. Однак глибокий інбридинг може призвести до високого рівня гомозиготності за

більшістю генів і такі лінії можуть використовуватися в гібридизації. Окрім того, можна виділити самосумісні й самонесумісні лінії, які можуть використовуватися для гібридизації в селекції на гетерозис.

Комбінаційну здатність можна визначати за допомогою різних способів, що залежить від особливостей вихідного матеріалу. Для створення нових сортів більш важливою є загальна комбінаційна здатність селекційного матеріалу, ніж специфічна, оскільки синтетичний сорт складається з компонентів, кожен з яких повинен добре комбінуватися з рештою складових.

Відповідно до закону Харді-Вейнберга в умовах панміктичного схрещування генетична рівновага для будь-якого окремого локусу встановлюється упродовж одного покоління. Крім того, у синтетичних сортах, одержаних від схрещування інбредних ліній, встановлено:

- гібридна потужність від F_1 до F_2 зменшується неістотно;
- F_3 і наступні покоління подібні за врожайністю до F_2 ;
- схрещування між собою відповідних гібридів F_1 дає подвійні гетерозисні гібриди (які можна було б назвати популяціями *syn-2*), приблизно однакові за рівнем гетерозису з F_1 ;

- у наступних поколіннях подвійних гібридів гетерозис знижується значно менше, ніж у простих. Синтетичні сорти, що одержані з інбредних ліній, генетично є популяціями, які аналогічні подвійним гібридам, але складніші.

Перевагу формування синтетичних популяцій із полікросних гібридів доведено теоретичними дослідженнями, що створення популяцій з компонентів, комбінаційна здатність яких визначена на оцінках полікросних гібридів F_2 , відбувається успішніше внаслідок можливості усунення деяких недоречностей, притаманних селекційним програмам за використання гібридів F_1 . Використання цього методу для ріпаку, як і для будь-яких інших перехреснозапилюваних культур, визначалася такими умовами:

- наявністю гетерозису;
- можливістю створення вирівняного матеріалу і підтриманням його в чистому стані;
- отриманням достатньої кількості гібридного насіння, що необхідне для визначення комбінаційної здатності селекційного зразка;
- розробка і впровадження промислового методу отримання гібридного насіння.

Ріпак (*Brassica napus*) виник у результаті гібридизації ріпи і капусти, тому йому притаманний внутрішньогеномний гетерозис. Доведена реальна можливість збільшення рівня гомозиготності за рахунок самозапилення та штучної ізоляції квіток до необхідного рівня без критичних проявів інбредної депресії.

4. СХЕМА СЕЛЕКЦІЙНИХ РОБІТ ЗІ СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ

Використання добору дає можливість покращити властивості популяції, не знижуючи її рівня гетерогенності. Кращі рослини відбирають шляхом окомірної оцінки в полі та на основі даних лабораторного аналізу за показниками маси 1000 насінин, олійності та вмісту білка. Важливо одночасно проводити негативний добір за високим вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів. Родини, які були відібрані внаслідок однократного індивідуального добору, відрізняються між собою за комбінаційною здатністю. Такі родини розмножують в умовах ізоляції, а гібридизацію проводять шляхом вільного або примусового переzapилення. Отримані таким чином родинно-сортові гібриди випробовують упродовж трьох років. Як правило, вони відрізняються високим проявом ефекту гетерозису. Схема роботи в цьому напрямі селекції така:

- 1-й рік. Добір із вихідного селекційного матеріалу, проаналізованого у польових чи лабораторних умовах (сорт, гібрид, тощо), кращих за комплексом цінних господарських ознак номери (ГЦО). Проведення аналізів на кількість та якість олії (вміст ерукової кислоти, жирнокислотний склад, вміст глюкозинолатів у насінні).

- 2-й рік. Добір індивідуальних рослин після проведення самозапилення або гібридизації. Оцінка по ГЦО. Проведення аналізів на якість. Вирощування рослин з використанням марлевої ізоляції.

- 3-й рік. Добір індивідуальних родин після самозапилення. Оцінка по ГЦО і визначення якісних показників.

- 4-й рік. Проведення аналізуючих схрещування родин методом топ-кросу.

- 5-6-й рік. Випробування першого покоління гібридів. Розмноження насіння на ізольованих ділянках. Оцінка по ГЦО кращих рослин/родин, визначення якісних показників.

- 7-й рік. Аналіз отриманого селекційного матеріалу за показниками стабільності і вирівняності.

- 8, 9, 10-й рік. Випробування нового селекційного (стабільного) матеріалу в контрольному розсаднику. Аналіз за якісними показниками і ГЦО.

- 11, 12, 13-й рік. Випробування нового селекційного матеріалу в попередньому та конкурсному сортовипробуванні.

Зазвичай вихідні сортові популяції є достатньо гетерогенними за комбінаційною здатністю, а проведення індивідуального добору ефективно як інструменту розщеплення популяції на генотипи з різною комбінаційною здатністю щодо гетерозису.

Ступінь фенотипового домінування окремих ознак використовують для кількісної оцінки прояву ознаки за добору батьківських пар для схрещувань з метою спрямованого покращання тої чи іншої ознаки у гібрида. Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях за окремими ознаками визначають за формулою В. Griffing:

$hp = (F1 - MP)/(BP - MP)$, де hp – ступінь домінування;

F_1 – середнє арифметичне значення показника у гібрида;

MP – середнє арифметичне значення показника у обох батьківських форм;

BP – середнє арифметичне значення батьківського компонента з сильнішим розвитком ознаки.

Діапазон, в якому лежить показник домінантності (hp), охоплює будь-які значення: від $-\infty$ до $+\infty$.

Таблиця 1. Групування даних за класифікацією G. M. Veil, R. E. Atkins

Клас домінування	Числове значення hp
Гетерозис (наддомінування)	$hp > +1$
Часткове позитивне домінування	$+0,5 < hp \leq +1$
Проміжне успадкування	$-0,5 \leq hp \leq 0,5$
Часткове від'ємне успадкування	$-1 \leq hp < -0,5$
Депресія	$hp < -1$

Під час вивчення СФД підбирають різні форми з контрастними ознаками і здійснюють схрещування. Чим вищий показник фенотипового домінування (аж до наддомінування), тим довше відбувається розщеплення і тим ціннішими є батьківські компоненти цієї гібридної комбінації відносно один одного. І навпаки, чим нижче цей показник (або ж з від'ємним значенням), тим менш цінною буде така комбінація, а вивчати її більше не буде сенсу.

Значного успіху у селекційних досліджень із підвищення ефекту гетерозису отримано в результаті використання інбредних ліній у різних системах схрещування. Виявлена гетерогенність популяцій ріпаку за здатністю до самозапилення, що також сильно залежить від генотипу і зовнішніх умов та глибини інбридингу. З поглибленням інцухту від ІІ до ІЗ шляхом самозапилення зростає частка генотипів, що погано зав'язують насіння. Тому слід добирати лише генотипи, які мінімально знижують продуктивність під час самозапилення.

5. УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ГІБРИДИЗАЦІЇ РІПАКУ ОЗИМОГО

Відомо, що квітки ріпаку озимого проходить чотири періоди розвитку (I, II, III, IV), при цьому бутони I-го і II-го періодів є наймолодшими і найменш розвиненими й знаходяться в стадії росту і розвитку. В бутонах III-го і IV-го періодів приймочки маточок вже здатні до запилення і запліднення.

Для підвищення ефективності проведення штучних схрещувань і одержання максимальної кількості насіння нами проведені спеціальні дослідження. Каstrування бутонів III-го і IV-го періодів розвитку квітки ріпаку озимого проводили в два періоди: у вечірні години від 18.00 до 20.00 напередодні розкривання бутонів і вранці – від 5.00 до 7.00 год. На кастровані квітки наносили пилок рослин запилювачів вранці у період від 8.00 до 9.00 год та ізолювали запилені квітки тонким шаром вати для запобігання попадання пилку з інших рослин. Кожного року здійснювали по 8–10 комбінацій схрещувань. По кожній комбінації проводили кастрацію і запилення по 10–15 квіток. Контролем слугувала загальноприйнята методика гібридизації ріпаку, за якої кастрація бутонів та їх запилення проводяться без урахування диференціації за періодом розвитку квіток.

За результатами досліджень встановлено, що кращим періодом розвитку бутонів для проведення гібридизації є III-й і IV-й періоди. Так при кастрації бутонів у вечірні години в комбінаціях схрещувань Атлант / Чемпіон України, Мороз / К-1263, Сенатор Люкс / Дангал, Чорний велетень / Дангал за використання загальноприйнятої методики схрещувань гібридне насіння зав'язалось в межах 44,3 – 62,4 %, а за удосконаленої методики – 83,6 – 84,9 %. Під час кастрації бутонів вранці ві 5.00 до 7.00 год за удосконаленою методикою зав'язувалось 82,9–83,7 %, а за існуючою – 45,4–61,7 %. Отже, встановлено, що різниці між результативністю проведення кастрації бутонів у вечірні години і вранці не існує. Практично за обох періодів проведення кастрації бутонів одержано однакову кількість гібридного насіння.

Дуже часто періоди цвітіння ранньостиглих і пізньостиглих сортів та селекційних номерів ріпаку, висіяних в розсаднику гібридизації у якості батьківських форм не збігаються. У ранньостиглих сортів цвітіння закінчується, а у пізньостиглих – тільки розпочинається. Тому цей фактор іноді буває лімітуючим для проведення запланованих об'ємів і комбінацій схрещувань. Суміщення проходження фаз цвітіння у ранньостиглих і пізньостиглих сортів та номерів можна досягти завдяки різних способів. Так, для суміщення періодів цвітіння в часі ранньостиглих і пізньостиглих сортів, посів ранньостиглих сортів проводиться в два-три строки, з таким розрахунком, що період масового цвітіння ранньостиглих і пізньостиглих сортів будуть збігатися в часі, що сприятиме успішному проведенню запланованих об'ємів схрещувань.

Також у період гілкування у рослин ріпаку озимого зрізується або зривається центральний пагін, тобто проводиться чеканка. В результаті цього на рослинах відростають нові бокові пагони, які зацвітають вже пізніше. Тому період масового цвітіння таких рослин у ранньостиглих форм збігається з цвітінням пізньостиглих сортів, внаслідок чого створюються умови для проведення повного об'єму схрещувань.

Встановлено, що найбільш оптимальним часом для проведення штучних схрещувань є III-й і IV-й періоди розвитку квітки ріпаку озимого. Для успішного проведення запланованих комбінацій і об'ємів штучних схрещувань кастрацію бутонів доцільно проводити в вечірні години на передодні гібридизації та вранці – в день проведення штучних схрещувань.

6. ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ НА ЗАВЕРШАЛЬНИХ ЕТАПАХ СЕЛЕКЦІЇ

6.1. Оцінка ріпаку ярого в завершальних ланках селекційного процесу за параметрами стабільності і пластичності продуктивності насіння

У сортів і селекційних номерів ріпаку ярого в розсадниках селекційного процесу була проведена оцінка за параметрами стабільності і пластичності по урожайності на основі даних, отриманих за період 2023–2025 рр.

Для характеристики зразків за досліджуваними ознаками обчислювали показники стабільності: b – коефіцієнт регресії, S^2 – середньоквадратичне відхилення. Чим більше числове значення коефіцієнта регресії, тим значніше реакція сорту на зміну умов середовища. Амплітуду коливань показників характеризує середнє квадратичне відхилення (S^2) цього показника у кожного сорту або номеру від лінії регресії: чим менше числове значення середнього квадрата, тим стабільнішим є сорт за даною ознакою. Показники стабільності і пластичності досліджуваних сортів і номерів наведені у табл. 2.

Реакція досліджуваних сортів і номерів на зміну умов вирощування залежно від року за врожайністю насіння була різною: коефіцієнт регресії (b) у конкурсному сортовипробуванні змінювався від 4,4 у зразка КСВ4/20, до -0,9 у КСВ3/20. Серед номерів попереднього сортовипробування цей показник становив від 3,88 і ПСВ16/20 і до -0,56 у ПСВ12/20, тоді як в контрольному сортовипробуванні він змінювався у межах від 1,14 у зразка 14 і до 0,12 у зразка 12. Так, сорт-стандарт Магнат характеризувався незначною пластичністю ($b=-0,54$) і високою стабільністю. ($S^2=0,00$). За значенням стабільності усі зразки мали значення в межах 0,00–0,12. І це при тому, що індекс умов року в 2024 р. мав від'ємне значення.

Таблиця 2. Оцінка селекційних номерів ріпаку ярого за врожайністю насіння і показниками пластичності та стабільності в розсадниках селекційного процесу

№ п/п	Сорт, селекційний номер	Урожайність насіння, т/га				Пластичність, b _i	Стабільність, S _i ²
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	середні значення		
1	Магнат (сорт-стандарт)	2,12	2,05	2,15	2,11	0,54	0,00
Конкурсне сортовипробування							
2	KCB 1/20	2,81	3,01	3,12	2,98	-0,87	0,00
3	KCB 2/20	3,21	2,51	2,74	2,82	4,10	0,10
4	KCB 3/20	2,51	2,81	2,85	2,72	-1,52	0,01
5	KCB 4/20	3,34	2,54	2,64	2,84	4,40	0,12
6	KCB 6/20	2,11	2,01	2,10	2,07	0,69	0,00
7	KCB 7/20	1,93	1,73	2,00	1,89	1,53	0,01
8	KCB 9/20	2,99	3,21	3,41	3,20	-0,81	0,00
Попереднє сортовипробування							
9	PCB 12/20	3,26	3,35	3,30	3,30	-0,56	0,00
10	PCB 13/20	3,33	3,21	3,25	3,26	0,70	0,00
11	PCB 14/20	3,34	3,00	3,05	3,13	1,88	0,02
12	PCB 16/20	3,29	2,74	3,01	3,01	3,38	0,07
13	PCB 18/20	3,45	3,55	3,65	3,55	-0,35	0,00
14	PCB 19/20	3,24	3,01	3,04	3,10	1,27	0,01
15	PCB 20/20	3,39	3,00	3,07	3,15	2,18	0,03
Контрольний розсадник							
16	№21	2,22	2,21	2,25	2,23	0,12	0,00
17	№22	2,15	2,01	2,20	2,12	1,07	0,01
18	№23	3,25	3,14	3,21	3,20	0,70	0,00
19	№24	3,65	3,54	3,57	3,59	0,63	0,00
20	№25	2,13	2,01	2,17	2,10	0,91	0,01
21	№26	2,20	2,04	2,21	2,15	1,14	0,01
22	№27	3,58	3,45	3,54	3,52	0,84	0,00
Середні значення		2,89	2,73	2,84	2,82	—	—
Індекс умов року		0,066	-0,087	0,022	—		

По кожному номеру у всіх розсадниках розраховано середню за роки досліджень врожайність насіння, показники екологічної пластичності (b) та стабільності (S). Середня врожайність по всіх зразках за 3 роки становила 2,82 т/га. Найбільш сприятливим для вирощування ріпаку ярого був 2023 р. (середня врожайність 2,89 т/га; індекс умов позитивний). Найменш сприятливим виявився 2024 р. (середня врожайність 2,73 т/га; індекс умов негативний). Всі номери за показниками врожайності, пластичності і стабільності порівнювались із сортом-стандартом Магнат.

Середня урожайність у номерів за 2023–2025 рр. варіювала від 1,89 т/га (КСВ 7/20) до 3,59 т/га (№ 24). Найвищі показники за середньою врожайністю (понад 3,50 т/га) показали № 24 і № 27 (контрольний розсадник) – 3,59 т/га і 3,52 т/га, відповідно, та ПСВ 18/20 (попереднє сортовипробування) – 3,55 т/га. Всі ці номери значно перевищували за врожайністю сорт-стандарт Магнат (2,11 т/га).

Як найбільш пластичні (інтенсивного типу, $b_i > 3$) виділені номери: КСВ 4/20 ($b_i = 4,40$), КСВ 2/20 ($b_i = 4,10$) та ПСВ 16/20 ($b_i = 3,38$). Найбільш екстенсивними, що слабо реагують на зміну умов (значення $b_i < 1$, близько до 0 або від'ємне) виявилися номери КСВ 1/20 ($b_i = -0,87$) та ПСВ 18/20 ($b_i = -0,35$). Сорт-стандарт Магнат мав значення показника пластичності 0,54, що також характеризує його як екстенсивний сорт.

Найбільш стабільними ($S^2=0,00$) за врожайністю насіння були сорт-стандарт Магнат та № 24, ПСВ 18/20, № 27 та КСВ 9/20. Ці зразки/номери мають здатність у найбільшому ступеню забезпечувати отримання запланованого врожаю незалежно від погодних умов року. Найменш стабільними виявилися номери КСВ 4/20 і КСВ 2/20 із найвищим значенням дисперсії – 0,12 та 0,10, відповідно.

Найперспективнішими номерами, що характеризуються оптимальним поєднанням високої врожайності та стабільності, є № 24, ПСВ 18/20 та № 27. Ці номери не тільки значно перевищували сорт-стандарт за врожайністю насіння, яка становила у них понад 3,5 т/га, але й відрізнялися ідеальною стабільністю ($S^2=0,00$), що робить їх прогнозованими з отриманням гарантованого по роках врожаю насіння за вирощування у виробництві. Для вирощування за інтенсивними технологіями більш придатні КСВ 2/20 та КСВ 4/20, які здатні забезпечити надвисокий врожай у сприятливі роки за умови високого агрофону. Втім ці номери є менш стабільними, тому за вирощування їх у несприятливих умовах можливі ризики недобору врожаю. Сорт-стандарт Магнат є надзвичайно стабільним за роками вирощування, але порівняно з більш сучасними сортами має нижчий потенціал врожайності.

6.2. Оцінка ріпаку озимого в завершальних ланках селекційного процесу за параметрами стабільності і пластичності по продуктивності насіння

У 2023–2025 рр. було проведено оцінку селекційного матеріалу ріпаку озимого за параметрами стабільності і пластичності урожайності насіння у контрольному розсаднику та попередньому та конкурсному сортовипробуваннях. Для характеристики номерів за досліджуваними ознаками обчислювали показники стабільності: b – коефіцієнт регресії та S^2 – середньоквадратичне відхилення. Чим більше числове значення коефіцієнта

регресії, тим значніше реакція сорту на зміну умов середовища. Амплітуду коливань показників врожайності характеризує середнє квадратичне відхилення (S^2) цього показника у кожного номеру від лінії регресії: чим менше числове значення середнього квадрата, тим стабільнішим є сорт за даною ознакою. Показники врожайності насіння та стабільності і пластичності досліджуваних номерів наведені у табл. 3.

Таблиця 3. Оцінка селекційних номерів ріпаку озимого за врожайністю насіння і показниками пластичності та стабільності в розсадниках селекційного процесу

№ п/п	Сорт, селекційний номер	Урожайність насіння, т/га				Пластичність, b_i	Стабільність, S_i^2
		2023 р.	2024 р.	2025 р.	середні значення		
1	Чемпіон України (сорт-стандарт)	3,81	4,02	4,51	4,11	1,1	0,0
Конкурсне сортовипробування							
2	КСВ 2/21	4,28	3,98	4,05	4,10	0,9	0,0
3	КСВ 3/21	4,53	4,23	4,87	4,54	2,8	0,1
4	КСВ 4/21	4,11	3,8	3,91	3,94	1,1	0,0
5	КСВ 5/21	3,89	3,56	3,58	3,68	0,9	0,0
6	КСВ 6/21	4,64	4,38	4,98	4,67	2,6	0,1
7	КСВ 7/21	4,19	3,85	4,02	4,02	1,4	0,0
8	КСВ 8/21	4,03	3,65	4,08	3,92	2,3	0,1
9	КСВ 10/21	4,92	4,29	4,92	4,71	3,6	0,1
Попереднє сортовипробування							
10	ПСП 1/21	4,61	4,01	4,55	4,39	3,2	0,1
11	ПСП 2/21	5,33	5,53	5,55	5,47	-0,4	0,0
12	ПСП 3/21	5,21	5,01	5,1	5,11	0,8	0,0
13	ПСП 6/21	5,31	5,21	5,25	5,26	0,4	0,0
14	ПСП 8/21	4,59	4,05	4,15	4,26	1,6	0,0
15	ПСП 10/21	5,12	5,42	5,35	5,30	-0,9	0,0
16	ПСП 11/21	4,31	4	4,2	4,17	1,4	0,0
Контрольний розсадник							
17	КС 30/21	4,41	4,51	4,26	4,39	-1,1	0,0
18	КС 26/21	4,75	4,58	5,11	4,81	2,2	0,0
19	КС 33/21	4,7	4,75	4,25	4,57	-1,8	0,0
20	КС 39/21	4,35	4,58	5,01	4,65	0,9	0,0
21	КС 28/21	4,74	4,85	4,18	4,59	-2,5	0,1
22	КС 50/21	4,52	4,48	4,89	4,63	1,5	0,0
Середні значення		4,56	4,40	4,58	4,51	—	—
Індекс умов року		0,048	-0,116	0,067	—		

Реакція досліджуваних у конкурсному сортовипробуванні номерів на зміну умов вирощування залежно від року за врожайністю насіння була не однаковою: значення коефіцієнту регресії (b) змінювалося від 3,6 у номера КСВ 10/21 до -0,9 у КСВ 2/21. Серед номерів попереднього сортовипробування цей показник становив від 3,2 у номера ПСП 1/21 і до -0,9 у ПСП 10/21. В контрольному сортовипробуванні коефіцієнт регресії варіював у межах від 2,2 у номера КС 26/21 і до -2,5 у КС 28/21. Встановлено, що найменш умови року впливали на формування врожайності у номера ПСП 6/21, у якого значення показника пластичності (b) становило 0,4, а показника стабільності (S^2) – 0,0. Подібна реакція на зміну умов середовища спостерігали також у сорту-стандарту та номерів КСВ2/21, КСВ4/21, КСВ 5/21, ПСП 3/21 та КС3 9/21 ($b=0,8-1,1$; $S^2=0,0$). При цьому індекс умов в 2024 р. мав від’ємне значення.

7. ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА ВРОЖАЙНІСТЮ І ВІМСТОМ ОЛІЇ У НАСІННІ

Враховуючи, що прояв ознак у сорту залежить від значної кількості чинників, для чіткого розуміння впливу основного чинника, а саме – року, було проаналізовано за врожайністю насіння 8 селекційних номерів і сорт-стандарт у конкурсному сортовипробуванні ріпаку озимого за 2023–2025 рр. Для розуміння впливу основних факторів на врожайність і вміст олії у насінні номерів ріпаку озимого було застосовано аналізування методами дисперсійного аналізу (табл. 4).

Таблиця 4. Характеристика селекційних номерів ріпаку озимого в конкурсному сортовипробуванні за врожайністю (2023-25 рр.)

Назва зразка	2023		2024		2025	
	Врожайність, т/га	Відхилення від стандарту	Врожайність, т/га	Відхилення від стандарту	Врожайність, т/га	Відхилення від стандарту
Чемпіон України. St.	3,81	0	4,02	0	4,51	
КСВ2/21	4,28	0,47	3,98	-0,04	4,05	-0,46
КСВ3/21	4,53	0,72	4,23	0,21	4,87	0,36
КСВ4/21	4,11	0,30	3,80	-0,22	3,91	-0,60
КСВ5/21	3,89	0,08	3,56	-0,46	3,58	-0,93
КСВ6/21	4,64	0,83	4,38	0,36	4,98	0,47
КСВ7/21	4,19	0,38	3,85	-0,17	4,02	-0,49
КСВ8/21	4,03	0,22	3,65	-0,37	4,08	-0,43
КСВ10/21	4,92	1,11	4,29	0,27	4,92	0,41
КСВ2/24	-	-	-	-	5,02	0,51
КСВ3/24	-	-	-	-	5,55	1,04
НІР _{0,05}	0,19		0,17		0,20	

Встановлено, що стабільно в середньому за три роки випробування стандарт за врожайністю насіння перевищили три номери (КВС-2/21, КВС-6/21 і КВС-10/21) за значення загального НІР₀₅ — 0,20 т/га. В окремі роки більшість селекційних номерів перевищувала за показниками сорт-стандарт, однак у подальшому внаслідок впливу погодних умов ці номери за врожайністю значно поступалися стандарту.

Тому встановлено, що спостерігається певна мінливість рівня врожайності у селекційних номерів залежно від умов року дослідження. У 2024 р. була отримана найменша врожайність, а у 2023 і 2025 рр. показники врожайності були значно кращими (табл. 5). Для фактора «рік» НІР₀₅ становить 0,07 т/га, тобто різниця між показниками врожайності за роками досліджень у середньому по сортовипробуванню є значущою: 2024 р. та 2023 р. – 0,36 т/га; 2024 р. і 2025 р. – 0,30 т/га. Фактор «рік» має частку участі у загальній варіації ознаки врожайність — 18,7 %. Отже, п'ята частина отриманої врожайності обумовлюється впливом фактора умови року вирощування

Таблиця 5. Результати дисперсійного аналізу селекційних номерів ріпаку озимого в конкурсному сортовипробуванні за врожайністю і вмістом олії у насінні (2023-2025 рр.)

Фактор впливу	Врожайність насіння і вміст олії										НІР ₀₅ для факторів	Частка участі факторів, %	НІР ₀₅ загальна
Врожайність насіння, т/га													
Рік	Показники врожайності за роками досліджень у середньому по сортовипробуванню										0,07	18,7	0,20
	2023		2024			2025							
	4,33		3,97			4,27							
Сорт	Показники врожайності у номерів сортовипробування в середньому за роки випробування										0,11	69,6	
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9				
	4,11	4,10	4,54	3,94	3,68	4,67	4,02	3,92	4,71				
Інші	—											11,7	
Вміст олії в насінні, %													
Рік	Показники вмісту олії за роками досліджень у середньому по сортовипробуванню										0,17	-0,02	0,51
	2023		2024			2025							
	46,43		46,43			46,43							
Сорт	Показники вмісту олії у номерів сортовипробування в середньому за роки випробування										0,29	95,23	
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9				
	44,5	48,1	48,6	43,8	45,5	48,7	46,5	46,8	45,4				
Інші	—											4,84	

Примітка. 1-9 * - номери конкурсного сортовипробування.

Частка участі «інших» факторів, які включають в себе фактори, не враховані в основному аналізі (наприклад, похибка експерименту, взаємодія факторів, локальні умови), становила 11,7 %.

За роки досліджень у селекційних номерів ріпаку озимого врожайність насіння в середньому змінювалась у межах від 3,68 т/га (КСВ5/21) до 4,71 т/га (КСВ10/21). Сорт-стандарт Чемпіон України та номер КСВ2/21 показали схожу середню врожайність, яка становила близько 4,1 т/га. НІР₀₅ для фактора «сорт» у колекційних зразків становила 0,11 т/га, що є пороговим значенням для визначення істотного перевищення номерами показників врожайності сорту-стандарту. Встановлено, що частка участі фактора «сорт» в досліді є найбільшою і визначає 69,6 % загальної мінливості показників врожайності. Це свідчить про значну генетичну обумовленість прояву ознаки врожайності насіння у селекційних зразків та підтверджує важливість правильного вибору вихідного матеріалу для досягнення максимальних результатів у селекційній роботі.

Вплив «інших» факторів становив 11,7 % загальної дисперсії, тому ці фактори можна вважати незначними, що підтверджує проведення досліджень на високому науково-методичному рівні та достовірність отриманих результатів.

Отримане значення загальної НІР₀₅ становить 0,20 т/га. Це загальний поріг значущості для порівняння будь-яких двох середніх значень у всій множині проаналізованих даних, що надає змогу добору достовірно найкращих номерів для проведення подальших випробувань чи виділення нових перспективних сортів для передачі на проходження – подано заявку № 2025040043 на проходження науково-технічної експертизи (НТЕ) сортів рослин у УЄСР на ріпак озимий сорт Плутон 27.10.2025 р.

Найбільш стабільним і високоврожайним протягом трьох років досліджень виявився номер КСВ10/21 (4,71 т/га), який значно переважав сорт-стандарт (Чемпіон України з показником 4,11 т/га).

Вивчення впливу різних факторів на прояв ознаки вміст олії в насінні у селекційних номерів ріпаку озимого показало, що рівень олійності на 95,23 % залежить від фактора «сорт» (генетичний контроль ознаки) і лише на 4,84 % – від впливу інших факторів. Фактор «рік» взагалі не впливає на накопичення олії у насінні.

8. АНАЛІЗ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ ОЛІЇ У НАСІННІ

У 2022–2024 рр. було проведено аналіз жирнокислотного складу олії в насінні у 22 колекційних зразків ріпаку озимого, що вивчалися в початкових

ланках селекційного процесу з метою їх залучення в схеми гібридизації для створення нового цінного вихідного матеріалу (табл. 6).

Таблиця 6. Жирнокислотний склад олії у насінні колекційних зразків озимого ріпаку, % (середнє за 2022-2024 рр.)

Назва колекційного зразка	Жирнокислотний склад олії									
	пальмітинов а	стеаринова	олеїнова	лінолева	ліноленова	ейкозенова	арахінова	бегенова	ерукова	нервонова
Чемпіон України - St	5,25	1,61	66,32	19,88	5,74	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00
DK Extend	4,65	1,31	67,77	19,77	5,88	0,73	0,33	0,22	0,00	0,00
DK Excel	4,58	1,14	65,06	21,27	6,69	0,81	0,35	0,11	0,00	0,00
DK Sequoia	4,43	1,29	69,04	17,84	6,25	0,64	0,33	0,16	0,00	0,00
DK Secure	4,39	1,34	70,82	16,54	5,41	0,89	0,41	0,19	0,00	0,00
DK Exagone	4,34	1,37	69,48	18,15	5,37	0,79	0,35	0,15	0,00	0,00
Finest	4,72	1,22	68,32	17,65	6,64	0,92	0,27	0,24	0,00	0,00
Amatus	4,14	1,24	69,62	18,02	5,87	0,71	0,26	0,15	0,00	0,00
MK Tecnik	4,00	1,30	70,18	16,85	4,94	0,74	0,28	0,31	0,00	1,39
Rohan	4,22	1,18	66,16	18,26	6,92	1,96	0,29	0,00	1,01	0,01
Anari	4,46	1,24	70,81	16,57	5,18	0,77	0,33	0,18	0,48	0,00
Visby	4,28	1,25	69,13	18,28	5,82	0,72	0,32	0,20	0,00	0,00
Bretano	4,74	1,32	69,69	16,71	6,35	0,64	0,34	0,21	0,00	0,00
Sherpa	4,42	1,43	68,88	18,36	5,72	0,69	0,31	0,17	0,00	0,00
Xenon	4,06	1,05	68,09	19,44	5,94	0,83	0,33	0,24	0,00	0,00
NPZ 9800	4,74	0,92	64,40	21,68	6,93	0,88	0,30	0,15	0,00	0,00
Abacus	4,60	1,37	65,92	20,52	6,27	0,88	0,44	0,00	0,00	0,00
ES Hydromel	4,24	1,42	69,56	16,88	6,50	1,03	0,35	0,00	0,00	0,00
Xacek	4,37	1,34	66,49	19,62	6,65	1,18	0,34	0,00	0,00	0,00
Клеопатра	4,27	1,44	67,66	19,36	5,97	0,97	0,34	0,00	0,00	0,00
Смарагд	4,14	1,15	68,42	19,06	6,11	0,84	0,28	0,00	0,00	0,00
Синтетик	4,20	1,23	67,31	18,28	7,85	0,82	0,31	0,00	0,00	0,00

На основі отриманих результатів аналізу встановлено:

- Домінування у жирнокислотному складі олії у всіх колекційних зразків олеїнової кислоти, вміст якої коливається від 64 % до майже 71 %. Це характерно для високоолеїнових або традиційних сортів ріпаку харчового призначення (Canola-type).

- У переважній більшості зразків виявлено низький вміст ерукової кислоти, який дорівнює 0,00 %. Лише у двох зразках (Rohan та Anari) виявлено її незначний вміст (1,01 % та 0,48 %, відповідно). Це свідчить, що всі ці колекційні зразки за якістю ріпакової олії відповідають сучасним стандартам

(так звані «нульові» сорти або double zero — низький вміст ерукової кислоти та глюкозинолатів).

- Значний вміст поліненасичених кислот: лінолева та ліноленова кислоти сумарно становлять близько 20–28 % від загального складу олії, що є важливим показником її харчової цінності.

- Існують помітні відмінності між сортами за жирнокислотним складом олії. Наприклад, сорти DK Secure та Anagі мають найвищий вміст олеїнової кислоти (>70 %), тоді як NPZ 9800 та Чемпіон України (сорт-стандарт) мають дещо нижчий вміст олеїнової, але вищий вміст лінолевої кислоти.

Результати оцінки підтверджують високу якість олії у всіх проаналізованих сортів з точки зору вмісту основних жирних кислот та відповідність її параметрів вимогам до харчової продукції.

РЕКОМЕНДАЦІ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

Під час оцінювання та добору вихідного матеріалу ріпаку озимого і ярого у розсадниках селекційного процесу потрібно звертати особливу увагу на стабільність прояву досліджуваних цінних ознак за роками вивчення. Для підвищення результативності селекційної роботи і виділенню матеріалу із поєднанням в одному генотипі стабільно високої урожайності та підвищеного вмісту якісної олії в насінні, необхідно враховувати зміну умов вирощування та їх вплив на показники ознак селекційного матеріалу

Головним завданням селекції ріпаку ярого і озимого є створювання сортів для різного напрямку використання, які будуть характеризуватися високою пластичністю до умов вирощування та одночасно високою стабільністю за рівнем врожайності і вмістом олії в насінні. Впровадження цих сортів у виробництво дозволить сільськогосподарським товаровиробникам отримувати високі і стабільні врожаї ріпаку з прогнозованою якістю продукції.

Список літератури

1. Мороз В.М., Рябота О.М, і. інші. Сортовипробування ріпаку ярого і озимого. Київ : Ін-т охорони сортів рослин, 2001. 26 с.
2. Ситнік І.Д. Озимий та ярий ріпак. К.: Знання України, 2005. 79 с.
3. Ситнік І.Д., Чугункова Т.В. Стан і перспективи селекції ріпаку. *Генетика та селекція в Україні на межі тисячоліть*. К.: Логос, 2001. 193 с.
4. Основні аспекти селекції ріпаку у сьогоднішні – Агробізнес сьогодні. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiia-sohodni/item/585-osnovni-aspekty-selektsii-ripaku-u-sohodenni.html>. Весна Б.О., Матюшенко Л.В. і ін. Методика по виробництву насіння еліти зернових, зерноробства і круп'яних культур в Україні. К., 2001. 21 с.
5. Слісарчук М. В. Удосконалення методики гібридизації ріпаку озимого. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2014. Вип. 4. С. 175–179. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2014_4_26.
6. Лихочвор В.В. Ріпак озимий та ярий. Львів. НВФ «Українські технології»; - 2002. 43 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., - 1985. 351 с.
8. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В. Олійні культури в Україні. К. : Основа, 2007. 424 с.
9. Мороз В.М. Система первинного високоякісного насінництва ріпаку. К.: ЕКМО, 2006. 58 с.
10. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник; за ред. В.В. Кириченка. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2010. 462с.
11. Бугайов В.Д., Васильківський С.П., Власенко В.А. та ін. Спеціальна селекція польових культур: навчальний посібник; за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
12. Курс лекцій з дисципліни «Статистика». Частина 1. Теорія статистики: В.П. Сторожук, О.В. Кустовська, Є.І. Ткач, І.М. Шост та ін.; за ред. Є.І. Ткача. Тернопіль: Економічна думка, 2006. – 224 с.

Наукове видання

СЛІСАРЧУК Микола Віталійович
ТИМОШЕНКО Олександр Олександрович
КОНДРАТЮК Віктор Васильович
БУСЛАЄВА Наталія Григорівна
МИРОНЧУК Володимир Петрович
ЛЕВЧЕНКО Тетяна Михайлівна

**МЕТОДИКА ГІБРИДИЗАЦІЇ І ДОБОРУ ВИХІДНОГО
МАТЕРІАЛУ РІПАКУ ЯРОГО І ОЗИМОГО**

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Підписано до друку 10.11.2025.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 1,75.
Умов. друк. арк. 1,6. Обл.-вид. арк. 1,54.
Наклад 100 прим. Зам. № 9734/19.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідчення про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>