

О. В. ДУБЧАК, М. О. КОРНЕЄВА, С. Д. ОРЛОВ,  
Л. С. АНДРЕЄВА, Л. Ю. ПАЛАМАРЧУК,  
П. І. ВАКУЛЕНКО, Л. А. КРОТЮК

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ НОВИХ ЗАПИЛЮВАЧІВ РЕКОМБІНАНТНОГО ТИПУ – КОМПОНЕНТІВ ЧС ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ  
РЕКОМЕНДАЦІЇ



КНІВ 2026



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**О. В. Дубчак, М. О. Корнеєва, С. Д. Орлов, Л. С. Андреева,  
Л. Ю. Паламарчук, П. І. Вакуленко, Л. А. Кротюк**

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ  
НОВИХ ЗАПИЛЮВАЧІВ РЕКОМБІНАНТНОГО ТИПУ –  
КОМПОНЕНТІВ ЧС ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ  
ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ**

**Науково-методичні рекомендації**

**Київ 2026**

УДК 633.63:631.52

<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-48-7>

*Рекомендовано до опублікування вченою радою  
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
(протокол № 8 від 8 квітня 2026 р.)*

**Рецензенти:**

**В. А. Доронін**, доктор с.-г. наук, професор;

**В. В. Чернуський**, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник  
(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)

**Дубчак О. В., Корнеєва М. О., Орлов С. Д., Андреєва Л. С., Паламарчук Л. Ю., Вакуленко П. І., Кротюк Л. А.** Удосконалення методів створення нових запилювачів рекомбінантного типу – компонентів ЧС гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біоетанолу : науково-методичні рекомендації / НААН України, Ін-т біоенергет. культ. і цукр. буряків. Електрон. вид. Київ : ІБКІЦБ НААН, 2026. 31 с.

ISBN 978-617-8706-48-7 (PDF)

Висвітлено сучасні підходи до створення, оцінювання та поліпшення багатонасінних запилювачів буряків цукрових як батьківських компонентів гібридів на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності. Розглянуто етапи селекційного процесу, методи рекомбінації, інбридингу, гібридизації та добору, спрямовані на формування високопродуктивного вихідного матеріалу. Наведено методики визначення генетичної цінності, комбінаційної здатності та адаптивності багатонасінних запилювачів. Особливу увагу приділено добору за врожайністю, цукристістю, стійкістю до хвороб, посівними якістьми насіння та технологічними показниками коренеплодів. Узагальнено результати досліджень щодо створення нових багатонасінних запилювачів для селекції високопродуктивних гібридів культури.

Видання призначене для селекціонерів, наукових працівників, викладачів, аспірантів і студентів аграрного профілю.

**УДК 633.63:631.531.12**

**<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-48-7>**



Цей твір поширюється на умовах ліцензії CC BY-NC-SA 4.0

(Creative Commons «Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International)

**ISBN 978-617-8706-48-7 (PDF)**

© Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 2026

© Колектив авторів, 2026

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Етапи селекційного процесу і методи створення нових багатонасінних запилювачів буряків цукрових рекомбінантного типу .....</b>	<b>6</b>
1.1. Етапи селекції багатонасінного батьківського компоненту гібридів буряків цукрових .....	6
1.2. Рекомбінація як спосіб отримання нових вихідних матеріалів багатонасінних запилювачів .....	7
1.3. Добір вихідного матеріалу багатонасінних фертильних форм – батьківських компонентів гібридів за ступенем фенотипового домінування .....	10
<b>2. Генетичні джерела і методи створення та оцінювання багатонасінних запилювачів на лінійній основі .....</b>	<b>11</b>
2.1. Генетичні джерела для лінійної селекції багатонасінних запилювачів .....	11
2.2. Інбридинг як основний метод створення ліній – запилювачів буряків цукрових .....	12
2.3. Визначення генетичної цінності багатонасінних запилювачів за елементами продуктивності .....	15
2.4. Вивчення адаптивної здатності рекомбінантних ліній багатонасінних запилювачів до екологічних факторів .....	17
<b>3. Поліпшення багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів буряків цукрових ....</b>	<b>20</b>
3.1. Використання різних типів добору для поліпшення форм багатонасінних запилювачів буряків цукрових за утилітарними ознаками .....	21
3.2. Поліпшення багатонасінних запилювачів буряків цукрових за асоційованими ознаками .....	24
<b>4. Параметри нових поліпшених багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів буряків цукрових .....</b>	<b>27</b>
<b>Список використаних джерел .....</b>	<b>29</b>

## Вступ

Стрімкий розвиток біоенергетики, що є одним із провідних світових трендів, сприяє зменшенню залежності від імпортних енергоносіїв шляхом заміщення значної частки традиційних паливних ресурсів та зміцненню енергетичної безпеки України [1]. У зв'язку зі скороченням запасів викопних вуглеводнів наукова спільнота активно шукає альтернативні джерела енергії, приділяючи особливу увагу енергетичному потенціалу сільськогосподарських культур [2]. Саме тому аграрна наука орієнтує агропромисловий комплекс України на вирощування енергетичних культур як відновлюваних джерел енергії. Сучасні технології перероблення фітомаси дають змогу трансформувати енергію, акумульовану рослинами в процесі онтогенезу, у корисну енергію для потреб господарства [3].

З огляду на потребу раціонального використання традиційних енергоносіїв, збереження довкілля та розвитку перспективного напрямку аграрного виробництва, в Україні активно вивчаються й упроваджуються такі енергетичні культури, як міскантус, просо прутувидне, енергетична верба, сорго, тополя та інші [4]. До перспективних біоенергетичних культур належать також буряки (*Beta vulgaris* L.) – як цукрові, так і кормові. Одним із перспективних шляхів розв'язання проблеми забезпечення альтернативними видами енергії є розширення виробництва біоетанолу на основі спеціалізованої сировини буряків цукрових.

У процесі фотосинтезу рослини буряків цукрових поглинають вуглекислий газ з атмосфери та синтезують енергетично цінні органічні сполуки – глюкозу, сахарозу, целюлозу та інші речовини, які можуть використовуватися як харчова сировина або як джерело поновної енергії. У зв'язку з цим важливого значення набуває створення нових високопродуктивних гібридів, що забезпечують значний приріст урожайності та високу економічну ефективність виробництва.

Сучасні гібриди буряків цукрових на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності є стратегічно важливою сировиною для виробництва біоетанолу. Ефективність селекційної роботи зі створення таких гібридів значною мірою залежить від залучення до схрещувань донорів і джерел цінних господарсько-корисних ознак, які є носіями генних комплексів, що контролюють показники біоенергетичного потенціалу культури. Важливе значення мають також сучасні методи селекції, зокрема рекомбіногенез і використання гетерозису [5].

Особлива роль у створенні високопродуктивних гібридів належить селекції, спрямованій на поліпшення компонентів схрещування та їх оптимальне поєднання. Одним із головних завдань селекції на гетерозис є виділення серед вихідного матеріалу батьківських форм із високою цукристістю та врожайністю, які забезпечуватимуть формування конкурентоспроможних гібридів на ЦЧС-основі [6–9].

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН та його мережа володіють значним генотипом пилкостерильних форм, а також фертильних запилювачів (ліній, сортотразків, сортів і селекційних номерів), які можуть бути використані для створення гібридів буряків цукрових, придатних для виробництва біопалива [10].

Одними з найефективніших і найпоширеніших у світовій селекційній практиці методів створення вихідного матеріалу буряків цукрових різних напрямів використання є рекомбінація, гібридизація та добір. Їх застосовують під час роботи з батьківськими формами, зокрема для створення багатонасінних запилювачів. Цінність рекомбінації полягає в отриманні донорів необхідних господарсько-корисних ознак, а гібридизації – у поєднанні цих ознак в одному генотипі. Завдяки генетичній рекомбінації та трансгресивній мінливості формується новий якісний вихідний матеріал, тоді як добір забезпечує закріплення й підтримання цінних властивостей у потомстві [11–14].

Одним із актуальних напрямів селекції багатонасінних запилювачів є створення генотипів із високим адаптивним потенціалом та стабільним проявом господарсько-цінних ознак за різних умов вирощування. Водночас увага селекціонера має бути зосереджена не лише на основних показниках продуктивності, а й на супутніх ознаках, серед яких фертильність, багатонасінність, форма коренеплоду, високі посівні якості насіння та інші характеристики [15–18].

Важливе значення має також генетична структура компонентів схрещування. Материнськими компонентами можуть бути пилкостерильні лінії або прості стерильні гібриди, тоді як батьківськими – багатонасінні фертильні лінії, звужені популяції, продукти багаторазових індивідуально-родинних доборів та лінії-рекомбінанти. Вони повинні характеризуватися високою пилкоутворювальною здатністю, стійкістю або толерантністю проти хвороб і шкідників [19–21]. Лінійність структури компонентів забезпечує стабільність їх відтворення в ряді поколінь.

Як вихідний матеріал доцільно використовувати селекційні зразки одно- та багатонасінних буряків цукрових аборигенного походження, а також матеріали різного еколого-географічного походження, створені в інших регіонах України та за її межами [22–24].

## **1. Етапи селекційного процесу та методи створення нових багатонасінних запилювачів буряків цукрових рекомбінантного типу**

Селекційну роботу з рекомбінації, добору та поліпшення багатонасінних вихідних форм буряків цукрових доцільно здійснювати за комплексом кількісних і якісних ознак. Основними критеріями добору є показники продуктивності (урожайність і цукристість), фертильність, багатонасінність, посівні якості насіння, технологічні показники коренеплодів, екологічна пластичність і стабільність, толерантність до несприятливих агрокліматичних умов, а також стійкість проти хвороб листкового апарату та коренеплодів. Відібраний за цими ознаками матеріал у подальшому використовують для самозапилення та різних типів схрещувань – сибсових, полікросних, насичуючих, аналізуючих, парних, топкросних і діалельних.

Як донори під час створення нових багатонасінних запилювачів доцільно використовувати високопродуктивні селекційні зразки, отримані на основі рекомбінантних багатонасінних фертильних форм різного еколого-географічного походження. Реципієнтами мають слугувати місцеві багатонасінні запилювачі, у генотипах яких унаслідок тривалої селекційної роботи в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах закріплено комплекс господарсько-цінних ознак.

Такі форми потребують періодичного генетичного поліпшення за показниками врожайності, цукристості та іншими селекційно цінними ознаками. Для цього застосовують різні методи добору, конвергентні схрещування, гібридизацію з донорами цінних ознак і подальше переведення перспективних генотипів на лінійний рівень. Такий підхід забезпечує розширення генетичної мінливості вихідного матеріалу, підвищення його адаптивного потенціалу та створення конкурентоспроможних багатонасінних запилювачів для сучасної селекції гібридів буряків цукрових.

### **1.1. Етапи селекції багатонасінного батьківського компоненту гібридів буряків цукрових**

Використання багатонасінних запилювачів під час створення ЧС-гібридів буряків цукрових нині залишається єдиним ефективним способом забезпечення повноцінного запилення пилкостерильного материнського компонента. Схема селекційної роботи зі створення нових ліній багатонасінних запилювачів (БЗ) включає такі основні етапи:

1. Проведення рекомбінації із залученням еколого- та географічно віддалених форм, донорів цінних ознак, а також кращих вітчизняних і зарубіжних гібридів як джерел господарсько-цінних ознак.

2. Пошук і добір кращих фертильних за пилком рослин.

3. Проведення полікросних і насичувальних зворотних схрещувань багатонасінних запилювачів з подальшим добором перспективних селекційних зразків.

4. Створення ліній-кандидатів у багатонасінні запилювачі та їх комплексне оцінювання.

5. Розмноження відібраних ліній у генетично чистому стані з одночасним оцінюванням посівних якостей насіння, продуктивності, стійкості проти хвороб та інших селекційно значущих показників і наступним добором кращих генотипів.

6. Оцінювання ліній БЗ як батьківських компонентів за комбінаційною здатністю на основі аналізу гібридних комбінацій, отриманих у системах контрольованих схрещувань (топкросних, односторонніх циклічних і діалельних).

Створення однонасінних гібридів на стерильній основі, їх випробування в польових умовах та добір перспективних гібридів, які достовірно перевищують груповий стандарт за бажаними ознаками.

## **1.2. Рекомбінація як спосіб отримання нових вихідних матеріалів багатонасінних запилювачів**

Нові вихідні матеріали багатонасінних запилювачів доцільно створювати на основі рекомбінантних форм, отриманих у результаті розщеплення потомств  $F_2$ – $F_3$  високопродуктивних гібридів різного еколого-географічного походження. Такі матеріали можуть слугувати цінними джерелами господарсько-корисних ознак для подальшого селекційного процесу.

Під час проведення гібридизації необхідно забезпечувати просторову ізоляцію не менше 500 м за наявності екранної культури (кукурудзи або соняшнику). Селекційний процес зі створення нових вихідних форм на основі рекомбіногенезу господарсько-цінних ознак включає декілька послідовних етапів.

### *1-й етап. Полікросні схрещування*

Полікрос є методом множинного схрещування, який базується на вільному перезапиленні селекційних зразків із широкою генетичною основою та водночас використовується для оцінювання загальної комбінаційної здатності перехреснозапилених культур.

На ділянці полікросу висаджують селекційні матеріали, залучені до процесу рекомбінації після попереднього добору за цінними ознаками коренеплодів. Одночасно розміщують батьківський компонент районованого високопродуктивного гібрида, який характеризується високим рівнем прояву господарсько-цінних ознак. Такий компонент виконує функцію донора цінних ознак для форм-реципієнтів і водночас використовується як еталон для порівняння.

На ділянках полікросу насінники оцінюють за морфологічними ознаками з видаленням нетипових і слабкорозвинених рослин. Перед збиранням насіння на кожному номері проводять індивідуальний добір кращих рослин за продуктивністю насінника, типом куща, посухостійкістю та іншими показниками. Насіння відібраних рослин збирають окремо, решту – об'єднують за номерами. У результаті отримують насіння потомств  $F_1$  на популяційному рівні.

#### *2-й етап. Попереднє випробування потомств $F_1$*

У розсадниках сортовипробування оцінюють продуктивність індивідуальних доборів і популяційних зразків, отриманих у полікросних схрещуваннях, порівнюючи їх із вихідними батьківськими формами та районованими гібридами-стандартами.

Протягом вегетації та під час збирання врожаю проводять комплексну оцінку селекційних номерів за господарсько-цінними ознаками з одночасним вибракуванням форм, які не відповідають поставленим селекційним завданням. Для подальшого отримання покоління  $F_2$  відбирають найбільш продуктивні та адаптивні зразки, толерантні проти основних хвороб листового апарату і коренеплодів та стійкі до посушливих умов.

#### *3-й етап. Одержання потомств покоління $F_2$*

На ізольованих ділянках вільного перезапилення висаджують коренеплоди гібридів  $F_1$ , попередньо згруповані за формою коренеплоду, багатоплідністю та зразки-донори окремих господарсько-цінних ознак (урожайності, цукристості, форми коренеплоду тощо). Унаслідок вільного перезапилення формується покоління  $F_2$  з новими комбінаціями селекційно цінних ознак.

Упродовж вегетаційного періоду проводять систематичне вибракування рослин, уражених хворобами. Під час цвітіння оцінюють рослини за фертильністю, багатонасінністю та морфологічними характеристиками з одночасним добором найцінніших генотипів. Насіння відібраних рослин збирають індивідуально для подальшої селекційної роботи, а решту – відповідно до схеми масового добору.

Отримані потомства оцінюють за продуктивністю насінників і посівними якостями насіння порівняно з вихідними формами, після чого відбирають зразки з високими показниками енергії проростання та лабораторної схожості.

#### *4-й етап. Випробування та розмноження потомств $F_2$ лінійного рівня*

На цьому етапі визначають продуктивність доборів, отриманих на ділянках гібридизації, порівнюючи їх із вихідними формами та стандартами. Одночасно вивчають характер успадкування господарсько-цінних ознак і особливості їх рекомбінації в потомстві. Особливу увагу приділяють формі коренеплоду, ступеню його занурення в ґрунт та іншим характеристикам.

На ділянках розмноження потомств  $F_2$  упродовж вегетації проводять спостереження і оцінюють рослини кожного номера індивідуально за вирівняністю листкового апарату та зануреністю коренеплодів у ґрунт. Нетипові рослини видаляють. Під час збирання маточників вибраковують дрібні (100–200 г), в'ялі, пошкоджені шкідниками або уражені хворобами коренеплоди.

*5-й етап. Одержання потомств покоління  $F_3$*

Селекційні матеріали групують за формою коренеплоду та походженням генотипу і розміщують як в умовах суворої просторової ізоляції, так і на ізольованих ділянках вільного перезапилення.

На ізольованих ділянках вільного перезапилення багатонасінні матеріали розміщують відповідно до їхнього походження з метою отримання насіння наступної репродукції в межах одного потомства. Рекомбінантні форми використовують як вихідний матеріал для створення ліній та синтетичних запилювачів.

Генетичні зміни, які відбуваються внаслідок рекомбінації, можна розділити на такі типи:

- *трансгресія за певними ознаками*, коли діапазон значень ознак популяції, яка розщеплюється, перевищує батьківські форми;
- *утворення нових комбінацій ознак*, коли мінливість за тими чи іншими ознаками не виходить за межі батьківських форм, рекомбінанти можуть бути нетипові і мати високу селекційну цінність (трансгресія комбінації);
- *поява цілком нових ознак* (мінливість, пов'язана з мутаціями);
- *латентна (або прихована) мінливість*: інбридинг перехреснозাপильних рослин дозволяє переводити в гомозиготний стан різноманітні алелі і тим самим виявити фенотиповий ефект рецесивних алелів.

Комбінативна мінливість як один із типів генотипової мінливості, зазвичай, є результатом рекомбінації організмів, отриманих при схрещуванні віддалених форм.

Ступінь позитивної трансгресії в  $F_2$  визначається за формулою:

$$T_c = M_F - M_P \times 100 / M_P, \%$$

де  $M_F$  – максимальне значення цієї кількісної ознаки в  $F_2$ ;  $M_P$  – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми.

Частоту трансгресії визначали відсотком особин  $F_2$ , які перевищують (+Т) крайні значення ознаки у батьківських форм.

Розглянуті форми мінливості, пов'язаної з рекомбінаціями, відіграють важливу роль в еволюції популяції і в селекції, оскільки внаслідок розширення генетичної мінливості забезпечують одержання цінного селекційного матеріалу. У практичній селекційній роботі необхідно визначити параметри трансгресії за частотою, тобто за відсотком особин у наступному

покоління, які переважають значення ознак батьківських форм, і за ступенем, що визначається як відношення переваги максимального значення кількісної ознаки в наступному поколінні над максимальним значенням його у попередньому, причому трансгресія спостерігається у тому випадку, коли один або два батьки не володіють генотипами, що забезпечують крайню ступінь вираження фенотипової ознаки [12, 25].

### **1.3. Добір вихідного матеріалу багатонасінних фертильних форм – батьківських компонентів гібридів за ступенем фенотипового домінування**

Для створення нових вихідних форм багатонасінних запилювачів використовують класичні методи селекції – міжсортову та міжвидову гібридизацію, полікросні, бекросні, діалельні, топкросні схрещування з подальшим добором рослин за селекційно-цінними ознаками. Серед гібридних зразків добирають ті комбінації, які виявили гетерозис, або позитивне домінування. Ці показники визначаються за методикою Бейлі та Аткінса [26].

Ступінь фенотипового домінування кількісних ознак ( $hp$ ), що характеризують кількісні ознаки гібридних зразків порівняно з батьківськими формами, визначають за формулою:

$$hp = \frac{F_1 - \overline{MP}}{P - \overline{MP}}$$

де  $hp$  – ступінь фенотипового домінування;  $F_1$  – середнє арифметичне ознаки в першому поколінні гібрида;  $P$  – середнє арифметичне ознаки кращого з батьків;  $\overline{MP}$  – середнє арифметичне значення ознаки обох батьківських форм.

Добір багаторосткових фертильних форм, кандидатів в багатонасінні запилювачі здійснюють за господарсько-цінними ознаками («урожайність коренеплодів», «вміст цукрів» та «збір цукру»), що дозволяє виявити і відібрати найцінніші вихідні матеріали – батьківські компоненти. Однак у цих відібраних зразках необхідно паралельно вести добори за асоціативними ознаками («форма» і «розмір коренеплодів», «ступінь самосумісності», «багатоплідність», «пилкоутворювальна здатність», «якість насіння»). Особливу увагу слід приділяти добором за комбінаційною здатністю, яка визначається у системах контрольованих схрещувань, а також за адаптивною здатністю [27–29].

## **2. Генетичні джерела і методи створення та оцінювання багатонасінних запилювачів на лінійній основі**

Для створення ліній-запилювачів буряків цукрових особливо важливе значення набуває вибір вихідного матеріалу і методи лінійної селекції. Найдієвішим методом, за якого здійснюється швидка гомозиготизація алелів, є інбридинг. Під інбридингом розуміють примусове самозапліднення рослин, які розмножуються в результаті перехресного запліднення. Інбридинг буває більш помірним, якщо запліднення відбувається в межах сибсових рослин потомства однієї рослини. Інбридинг виявляє в основному три дії.

1. Інбредні нащадки відносно росту і плодovitості ослаблені.

2. Так звана інбредна депресія збільшується від першого інбредного покоління до наступних, однак після шостого покоління, зазвичай, досягається так званий інбредний мінімум.

3. З цього моменту при продовженні інбридингу життєздатність рослин майже не знижується. Необхідно зазначити, що в межах однієї лінії окремі кількісні ознаки, наприклад, цукристість або урожайність, можуть проявлятися дуже неоднаково.

### **2.1. Генетичні джерела для лінійної селекції багатонасінних запилювачів**

На сучасному етапі для створення нових багатонасінних запилювачів як батьківських компонентів гібридів доцільно застосовувати диплоїдні або тетраплоїдні форми багатонасінних буряків, близькородинні звужені популяції, гібридні форми та лінії з підвищеною комбінаційною здатністю за врожайністю і цукристістю. Для цього необхідно провести:

- вибір вихідного матеріалу певного напрямку добору (врожайного, цукристого чи нормального);
- здійснити добір родоначальників педігрі в селекційному розсаднику, занести дані на кореляційну решітку і відібрати педігрі (коренеплоди з третього квадранту) з високою масою і цукристістю);
- зберегти відібрані біотики в чистоті для розмноження, або піддати їх самозапиленню в індивідуальних ізоляторах для створення інцухт-ліній;
- визначити їх власну продуктивність і комбінаційну здатність за елементами продуктивності.

У випадку селекційного опрацювання тетраплоїдних запилювачів на всіх етапах здійснюється контроль плідності.

Як вихідні матеріали для створення диплоїдних ліній багатонасінних

запилювачів варто залучати аборигенні матеріали і продукти їх селекційного опрацювання. Ці біотики в силу свого походження найкраще пристосовані до умов зони, в якій проводяться дослідження зі створення гібрида та передбачається його подальше районування. Необхідно якнайповніше використати генетичний потенціал аборигенних багатонасінних форм і залучити до селекційного процесу генотипи з відмінностями за комплексом біоморфологічних ознак, різноманітними господарсько-цінними властивостями (висока продуктивність, підвищений вміст цукру та низький вміст зольних елементів, стійкість до стресових умов довкілля, толерантність проти хвороб та ін.).

Одночасно доцільно залучати в селекційний процес продукти розщеплення, виділені з високопродуктивних гібридів іншого еколого-географічного походження, які пройшли ґрунтовне вивчення на сортодільницях державної мережі і показали високий рівень продуктивності у різних зонах бурякосіяння. При створенні вихідних багатонасінних матеріалів варто застосувати схрещування аборигенних та рекомбінантних форм за схемою полікрос. Рекомбінанти слугують донорами нової генплазми і в поєднанні з ознаками аборигенних запилювачів здатні утворити нові генотипи з покращеними господарсько-цінними властивостями. З гібридних зразків від полікросних схрещувань відбираються кращі за продуктивністю і посівними якостями насіння індивідуальні рослини. У подальшому насіння відібраних номерів висівається окремо у селекційному розсаднику для одержання коренеплодів для індивідуальної поляризації.

На першому етапі селекційних робіт при створенні ліній-запилювачів проводиться оцінка індивідуальної мінливості ознак маса коренеплоду і вміст цукру та корелятивного зв'язку між ними у вихідних популяцій. Цей етап включає добір родоначальників за результатами індивідуальної поляризації, а також, попереднє випробування потомків родоначальників. Проте неможливо ефективно вести добори, враховуючи лише показники власної продуктивності вихідних батьківських форм. Вихідні багатонасінні форми та лінії-запилювачі, отримані з них, необхідно оцінювати за ефектами загальної та специфічної комбінаційної здатності, а також за технологічною якістю коренеплодів, які характеризують їх генетичну цінність [30, 31]. На основі цих даних відбирають перспективні номери кращих багатонасінних лінійних матеріалів та з урахуванням ефектів генних взаємодій підбирають батьківські пари для формування експериментальних гібридних комбінацій [32].

## **2.2. Інбридинг як основний метод створення ліній-запилювачів буряків цукрових**

Основним методом одержання ліній у буряків цукрових є інбридинг. Якщо основою популяційної селекції були різні форми масового та групо-

вого добору, то у гетерозисній селекції необхідним є використання ліній, гомозиготних за селектованими ознаками і їх наступна гібридизація.

Для отримання ліній необхідна ізоляція рослин від чужорідного пере-запилення. Для цього використовують індивідуальні, парні і групові ізолятори різних конструкцій, що складаються із металевих каркасів і бізевих чохлах. За конструкцією вони можуть бути різні: у формі ізоляційних «будиночків» та циліндричні, а також застосовують і безкаркасні пергаментні ізолятори.

*Індивідуальні ізолятори* слугують для ізоляції одиночних рослин, або ж для парних схрещувань. Якщо в індивідуальний ізолятор висаджують одну фертильну, а іншу – стерильну рослину, то насіння з фертильної рослини є першим інбредним поколінням, а зі стерильної – гібридним, яке наступного року випробовується. Якщо в ізоляторі – дві фертильні рослини, то насіння збирається з кожної рослини окремо. Ці гібриди є реципрокними і такі схрещування використовують для рекомбіногенезу ознак. Використовують також і пергаментні, і целофанові безкаркасні ізолятори, проте головною умовою є вчасне їх встановлення для перешкоджання неконтрольованого запилення. Під індивідуальними ізоляторами в умовах інкухту проводять пошук самофертильних форм. Матеріали, які вивчають в умовах жорсткої ізоляції для самозапилення і розмноження в чистоті висаджують по 1 і ½ коренеплоду під ізолятори.

Отримати самофертильні (*Sf*) форми буряків цукрових важко, у зв'язку з дією генетичної самонесумісності, яка є перешкодою до самозапилення. Самофертильність варто оцінювали за двома показниками: кількість рослин, що утворили плоди від самозапилення та рівень їх зав'язування, який виражається у відсотках від числа ізольованих квіток. Самофертильними вважають потомства, у яких при самозапиленні не менше 10 % рослин утворили плоди і мали підвищену ступінь зав'язування насіння (150–500 шт. і більше насінин) зі схожістю не менше 60 %.

*Парні ізоляторами* застосовують для проведення насичуючих схрещувань, де висаджують рекомбінантні багатонасінні фертильні форми та донори – фертильні рослини (запилювачі), відібрані з БЗ районованих гібридів. В насичуючих схрещуваннях під ізолятор висаджують одну самофертильну рослину і одну рослину з високим показником за цінною ознакою (форма коренеплоду, вміст цукру) для взаємного насичення геномів обох рослин.

Багатонасінні фертильні диплоїдні матеріали, отримані в результаті рекомбінації, мають низьку схильність до самозапилення (8–10 %), про що свідчать дані зав'язування насіння під ізоляторами (10–55 г з однієї рослини), при схожості 15–65 %. Решта рослин є самонесумісними (не зав'язують насіння при самозапиленні). Результативність селекції визначали наявністю *Sf* ліній або ліній, які не мають цього гена, але є відносно самосумісними та володіють комплексом цінних господарських ознак.

*Групові ізолятори* використовують для одержання насіння за суворої ізоляції від невеликих груп рослин: запилювачів для контрольованих, насичуючих, полікросних, схрещувань, що мають цінні ознаки (підвищену цукристість, стійкість до хвороб, високу комбінаційну здатність і т. п.). У групових ізоляторах висаджують окремо потомства індивідуального добору попередньої репродукції. Закладають ділянки полікросних контрольованих схрещувань з селекційних номерів БЗ та донорів з метою перекомбінування цінних ознак. Проводять розмноження «в чистоті» кращик ліній з наступною селекційною розробкою. Матеріали мають бути попередньо підібрані та сформовані за походженням та генотипом. Вони можуть використовуватися також для одержання насіння пробних чоловічостерильних гібридів, отриманих для вивчення окремих ознак.

За технічними можливостями, під групові ізолятори виділяється спеціально обладнана стаціонарна ізоляторна ділянка, розташована на рівній місцевості. Якщо групові ізолятори більш складної конструкції і мають, крім каркаса і чохла, ще й вентилятор, то ізоляторна ділянка повинна бути забезпечена водопровідною (для поливу) та електричною (для роботи вентиляторів) мережами. У групові ізолятори циліндричного типу висаджують коренеплоди концентричними колами. При розміщенні під ізолятором двох номерів (наприклад: високоцукристий донор – ВФБЗ<sub>5</sub>F<sub>0</sub> × високоврожайний – ВФБЗ<sub>7</sub>F<sub>0</sub>, або БЗ<sub>4</sub>ГСF<sub>1</sub> × БЗ<sub>6</sub>ГСF<sub>1</sub> чи БЗ<sub>4</sub>ГСF<sub>1</sub> × ЧС<sub>1</sub> – тестер і т. п.) зовнішнє коло поділяють на 14–16 частин, а внутрішнє – на 6–8. На номери розміщують етикетку.

Оптимальним строком встановлення металевих каркасів на ділянках насінників є період масової появи квітконосних пагонів. У період бутонізації, за два-чотири дні до початку квітування насінників, проводять попередню браковку рослини за ознаками, які не відповідають меті досліджень, а також обробку рослин проти хвороб і шкідників, потім на каркаси одягають чохла. Фертильність і стерильність у рослин буряків цукрових встановлюють за класифікацією Оуена, а роздільноплідність і багатонасінність – за наявністю багатоплідних насінин-клубочків на центральних квітконосних пагонах. Перед дозріванням насінників чохла знімають, розділяють пагони різних номерів, підв'язують окремі рослини. У фазі повної стиглості насінники зрізують по компонентах, підсушують, обмолочують, проводять первинну очистку насіння і визначають його масу. Одночасно фертильні багатонасінні форми тестують на продуктивність насінників та якість насіння, отриманого в умовах примусового запилення.

*Бекроси.* У процесі одержання нових вихідних батьківських форм доцільно застосовувати багаторазові, зворотні насичуючі схрещування (бекроси) з високопродуктивними донорами для підсилення бажаних ознак у фертильних форм, що є також одним із типів близькородинної гібридизації. При схрещуванні з високопродуктивними БЗ останні здатні передати

реципієнту ознаки підвищеної власної продуктивності та інші господарсько-цінні ознаки. У потомстві кожного чергового схрещування необхідно проводити добір рослин з можливо найбільшим числом бажаних ознак батьківського компоненту-донора. При такому схрещуванні відбувається насичення генплазми реципієнта генами донора.

Одержані в результаті рекомбінації багатонасінні форми оцінюють за комбінаційною здатністю. Кращі з них використовують для створення запилювачів по типу синтетиків та для гібридизації з односторонніми ЦЧС компонентами для одержання пробних гібридів.

### 2.3. Визначення генетичної цінності багатонасінних запилювачів за елементами продуктивності

Для визначення генетичної цінності багатонасінних запилювачів застосовують певні системи контрольованих схрещувань в умовах ізоляції. Кількість групових ізоляторів визначається добутком числа ЧС ліній на число запилювачів, що беруть участь у досліді. На початкових етапах можна застосовувати полікрос, за випробуванням гібридного насіння якого можна визначити загальну комбінаційну здатність.

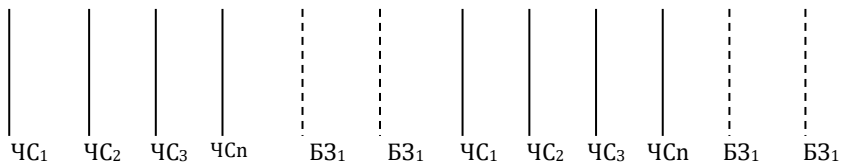
Однак ці схрещування є найменш інформативними. Коли у селекціонера є кілька перевірених за асоціативними ознаками вирівняних ліній-запилювачів, доцільно проводити односторонні циклічні схрещування, за яких номери двох груп різноякісних наборів селекційних матеріалів (фертильних і стерильних) схрещуються за матрицею (табл. 1).

Таблиця 1

**Матриця схеми односторонніх циклічних схрещувань**

ЧС лінії	Запилювачі			
	БЗ <sub>1</sub>	БЗ <sub>2</sub>	БЗ <sub>3</sub>	БЗ <sub>n</sub>
ЧС <sub>1</sub>	×	×	×	×
ЧС <sub>2</sub>	×	×	×	×
ЧС <sub>3</sub>	×	×	×	×
ЧС <sub>n</sub>	×	×	×	×

Якщо гібридизація проводиться на клумбах вільного перезаплення, то весь набір коренеплодів ЧС ліній висаджують рядками з чергуванням 2–3 рядків одного з досліджуваних запилювачів за матрицею (рис. 1).



**Рис. 1. Розміщення фертильних і стерильних номерів на клумбі вільного перезаплення**

Кількість клумб визначається кількістю запилювачів. Застосування такої матриці дозволяє одночасно отримати ЧС гібридні комбінації, найбільш вдалі з яких залишають для подальшого селекційного процесу, а за умови сортовипробування гібридного насіння – визначити загальну і комбінаційну здатність батьківських форм. Якщо ж необхідно визначити генетичний контроль ознаки і з'ясувати більше генетичних параметрів, що характеризують цінність багатонасінних запилювачів для визначення цілей їхнього застосування, потрібно використовувати метод діалельних схрещувань, де кожна із ліній-запилювачів схрещується з кожною, тобто отримуємо  $n^2$  комбінацій [33].

Матриця таких схрещувань наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

**Матриця діалельних схрещувань шести багатонасінних ліній буряків цукрових**

Лінії	БЗ <sub>1</sub>	БЗ <sub>2</sub>	БЗ <sub>3</sub>	БЗ <sub>4</sub>	БЗ <sub>5</sub>	БЗ <sub>6</sub>
БЗ <sub>1</sub>	×					
БЗ <sub>2</sub>		×				
БЗ <sub>3</sub>			×			
БЗ <sub>4</sub>				×		
БЗ <sub>5</sub>					×	
БЗ <sub>6</sub>						×

Враховуючи трудомісткість самого процесу діалельних схрещувань, в якому вивчається найбільша кількість гібридів, а пізніше – їх випробування і добір кращих ліній на основі оцінок діалельних гібридів, необхідно ретельно підходити до добору вихідного матеріалу. В гібридизацію слід вводити лише перевірені і вивчені у попередні роки зразки – донори певних господарсько-цінних ознак. Добирають кращі багатонасінні запилювачі за достовірними ефектами загальної і специфічної комбінаційної здатності. На основі багатонасінних ліній з високими ефектами загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) можна створювати синтетичні – запилювачі до пилкостерильних форм, а лінії з високими ефектами аелельної взаємодії специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) слід залучати для добору до них ЧС форм, щоб отримати гетерозисні гібриди.

Проміжні гібридні комбінації від схрещування різних ліній можна використати як вихідний матеріал для виділення нових рекомбінацій або як джерела цінних господарських ознак. У таблиці 3 наведено приклад таких рекомбінантних джерел високої продуктивності, створених на основі діалельних гібридів запилювачів.

Джерелами високої продуктивності слід відбирати ті гібридні зразки, у яких відмічено одночасно перевищення і врожайності, і цукристості порівняно до групового стандарту.

Таблиця 3

**Продуктивність кращих міжлінійних гібридів як джерел високих значень господарсько-цінних ознак**

Джерела високої продуктивності	Продуктивність гібридів, (абсолютні значення)			Продуктивність гібридів, (% до групового стандарту)		
	врожайність, т/га	цукристість, %	збір цукру, т/га	врожайність	цукристість	збір цукру
БЗ <sub>1</sub> × БЗ <sub>2</sub>	59,6	18,9	11,3	115,2	103,8	120,2
БЗ <sub>1</sub> × БЗ <sub>4</sub>	57,3	19,3	11,1	110,8	106,0	118,1
Груповий St	51,7	18,2	9,4	100	100	100

Отже, міжлінійні гібриди БЗ<sub>1</sub> × БЗ<sub>2</sub> та БЗ<sub>1</sub> × БЗ<sub>4</sub> за досить високих значень групового стандарту перевищували його за врожайністю відповідно на 10,8 і 15,3 %, за цукристістю – на 3,8 і 6,0 %. Збір цукру у цих гібридів становив відповідно 120,2 і 118,1 % до групового стандарту, що дає підстави використовувати їх у селекційному процесі як джерела високої продуктивності.

Використання діалельних схрещувань і визначення генетичних параметрів проводять за спеціальними програмами за математичною моделлю Гриффінга [34]. Цей метод дозволяє визначити такі параметри досліджуваних фертильних ліній-запилювачів: варіювання домінантних і адитивних ефектів генів, наявність неалельної взаємодії, загальну і відносну домінантність, а за співвідношенням генетичних величин  $H_2 / 4N_1$  – визначити розподіл домінантних і рецесивних алелів у батьківських форм (якщо значення рівні або близькі до 0,25, то вони рівномірно розподілені між батьківськими формами), а також за співвідношенням  $h^2 / N_1$  визначити кількість генів або груп генів, що контролюють цю кількісну ознаку.

За сукупною оцінкою генетичних характеристик відбирають кращі багатонасінні лінії-запилювачі як компоненти (батьківські форми) для формування ЧС гібридів буряків цукрових з генетично обумовленою високою продуктивністю.

#### **2.4. Вивчення адаптивної здатності рекомбінантних ліній багатонасінних запилювачів до екологічних факторів**

Вивчення адаптивних особливостей багатонасінних запилювачів є необхідною умовою при створенні ЧС гібридів нового покоління буряків цукрових. Регіони сучасної України відзначаються нестабільними кліматичними умовами. В зв'язку з цим, нові фертильні вихідні форми, багатонасінні запилювачі та створені на їх основі багатонасінні фертильні гібриди-синтетика – кандидати в запилювачі мають поєднувати в собі високу продуктивність з екологічною пластичністю чи стабільністю. Це

дозволить одержувати гарантовану врожайність незалежно від умов вирощування. Необхідно проводити вивчення БЗ за реакцією на біотичні та абіотичні фактори з послідуочим добром кращих згідно селекційної та господарської мети.

Реалізація потенційної продуктивності багатонасінних запилювачів залежить від багатьох факторів: абіотичних, біотичних, антропогенних і т. д. Висока продуктивність буряків цукрових зумовлюється не тільки вдалим підбором батьківських пар, а й багатьма середовищними чинниками. Тому відгук селекційних матеріалів – компонентів, або кінцевих гібридів необхідно вивчати за реакцією на біотичні і абіотичні фактори, відбираючи їх згідно господарської мети. Відомо, що біотичні фактори – це фактори живої природи, усі компоненти навколишнього середовища, які впливають на живі організми та їх угруповання і вступають у зв'язок із представниками свого виду. Абіотичні фактори середовища (фактори неживої природи) – це комплекс умов довкілля, що має прямий або опосередкований вплив на рослини. У селекції можна використовувати спеціальні агрофони і їх поєднання (наприклад, звичайний і підвищений фони мінерального удобрення та розширена і звичайна площа живлення) для вивчення реакції досліджуваних генотипів на ці чинники.

Експериментальні дані елементів продуктивності (врожайність, цукристість) ліній багатонасінних запилювачів буряків цукрових та їх діалельних гібридів повинні підлягати обробці на основі методу Еберхарда – Рассела, ґрунтуючись на теорії еколого-генетичної організації кількісних ознак. За загальних оцінок, згідно згаданого методу, якщо ступінь пластичності селекційних матеріалів до регульованих абіотичних чинників перевищує одиницю, тоді їх відносять до інтенсивного типу (екологічно пластичні), якщо ж менше одиниці – до стабільних [35]. За більш точних характеристик селекційного матеріалу – використовувати методологію синергетичних продуктивно-адаптивних алгоритмів добору в селекції різних культур, розроблену В. В. Чернуським [36].

Для формування конкурентоспроможних ЧС гібридів цукрових буряків велике значення має врахування параметрів екологічної стабільності і пластичності, оскільки одним із напрямів сучасної селекційної науки є селекція на адаптивність. Зважаючи на різноманіття агроекологічних зон бурякосіяння та специфічності агротехнологій вирощування виробництво вимагає нових гібридів, що володіють не лише високою продуктивністю, але і високою адаптивною здатністю.

Для кількісної оцінки стабільності певної кількісної ознаки (наприклад, елементів продуктивності – урожайності або цукристості) ліній-запилювачів у практичній селекції використовують два параметри:

- коефіцієнт регресії урожайності (чи цукристості) на зміну умов середовища, що характеризує лінії по їх відгуку на зміну рівня ознаки;

- середнє квадратичне відхилення фактичного значення ознаки від лінії регресії (показує стабільність ознаки в різних умовах).

Значення кількісної ознаки (наприклад, урожайності)  $i$ -тої лінії в  $j$ -тому пункті випробування визначається:

$$x_{ij} = x_{ci} + r_i I_j + d_{ij} \quad i = 1, 2 \dots j = 1, 2,$$

де:  $x_{ij}$  – врожайність  $i$ -тої лінії-запилювача в  $j$ -тому пункті випробування;  $x_{ci}$  – середня врожайність  $i$ -того запилювача по усіх пунктах випробування;  $r_i$  – коефіцієнт регресії  $i$ -того запилювача на зміну рівня врожайності;  $I_j$  – індекс умов середовища для  $j$ -того пункту випробування;  $d_{ij}$  – відхилення від лінії регресії  $i$ -того селекційного зразка в  $j$ -тому пункті випробування.

Обчислення індексу умов середовища здійснюється за формулою:

$$I = \frac{\sum_i x_{ij}}{V} - \frac{\sum_i \sum_j x_{ij}}{Vn}$$

де  $V$  – кількість досліджуваних ліній;  $n$  – число пунктів випробування. Для перевірки правильності обчислень використовують рівність:

$$\sum_j I_j = 0$$

Коефіцієнт регресії визначається для кожної лінії:

$$r_i = \frac{\sum_j x_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

Розрахунок ведеться за етапами:

1. Обраховуємо теоретичну врожайність кожного  $i$ -того сорта в  $j$ -тому пункті випробування

$$x_{cij} = x_{ci} + r_i I_j$$

2. Відхилення теоретичної врожайності від фактичних

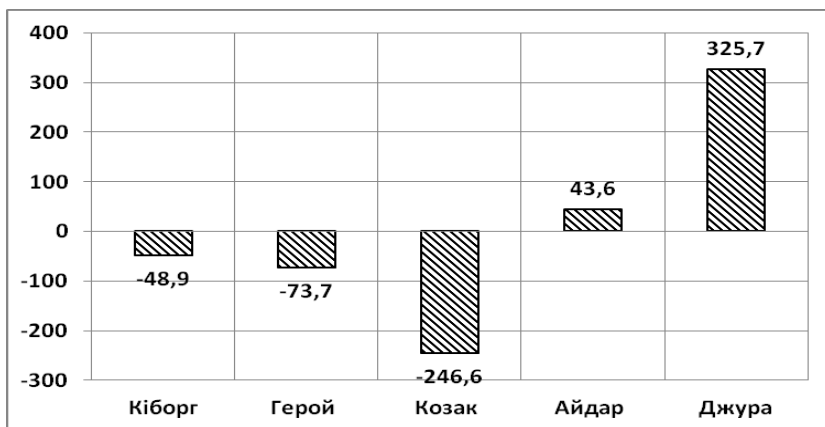
$$d_{ij} = x_{ij} - x_{cij}$$

3. Варіансу стабільності урожайності для кожного запилювача

$$S_i^2 = \frac{\sum_j d_{ij}^2}{n-2}$$

Чим вищим є коефіцієнт регресії, тим вагоміша реакція лінії-запилювача на зміну рівня врожайності.

Амплітуду коливання врожайності характеризує середнє квадратичне відхилення  $S_i^2$ . Чим варіанса нижча, тим селекційний зразок є більш стабільним в несприятливих умовах середовища, що можна продемонструвати на прикладі нових гібридів буряків цукрових (рис. 2).



**Рис. 2. Відхилення від середньої лінії дисперсії врожайності у нових гібридів буряків цукрових**

Такий підхід дозволить реалізувати в одному генотипі і високу продуктивність, і адаптивність до чинників середовища.

Дослідження взаємодії генотипу та середовища при формуванні вивчення продуктивності нових матеріалів БЗ дає можливість досить чітко визначити генетичну цінність перспективних компонентів схрещування. На основі цих знань можливо створювати нові селекційні матеріали буряків цукрових, які найкраще проявляють свій потенціал у тих чи інших кліматичних умовах із запилювачами різної генетичної основи.

### **3. Поліпшення багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів буряків цукрових**

Для отримання покращених батьківських компонентів гібридів буряків цукрових доцільно використовувати селекційні зразки багатонасінних форм місцевого (аборигенного) походження та новостворені рекомбінантні форми, отримані при розщепленні гібридів генетично віддалених генплазм, як донори цінних ознак.

Поліпшення вихідних форм, слід проводити за показниками врожайності, вмісту цукру в коренеплодах, толерантністю до несприятливих погоднокліматичних умов, до хвороб листкового апарату рослин та коренеплодів, а також ознаками репродуктивної сфери (фертильності пилоквих зерен, багатоплідності, якості насіння), а також за формою коренеплоду. У подальшому, окремі відібрані зразки буряків цукрових варто повторно використати для самозапилення, сибсових, насичуючих, аналізуючих і парних схрещувань. Серед багатонасінних рекомбінантних форм буряків

цукрових відбирають кращі потомства за ознаками, «врожайність», «вміст цукру», «комбінаційна цінність».

Експериментальні багатонасінні матеріали, гібриди-синтетики та їх батьківські компоненти вивчають за показниками продуктивності у попередньому сортовипробуванні за схемою одно-, дво- або багатофакторного досліджу. Показники технологічної якості коренеплодів (вміст цукру, зольних речовин) визначають згідно методики проведення досліджень у буряківництві. Статистичний аналіз результатів досліджень – методом дисперсійного аналізу, а також з використанням сучасних ліцензійних програм Microsoft Excel та пакету програм Statistica 6,0 [25, 27].

### **3.1. Використання різних типів добору для поліпшення форм багатонасінних запилювачів буряків цукрових за утилітарними ознаками**

Поліпшені багатонасінні компоненти гібридів буряків цукрових можливо отримати на основі використання різних методів добору.

*Масовий добір* – це добір із вихідної популяції 25–30 % більш схожих за комплексом ознак кращих елітних рослин, насіння яких об'єднавши в подальшому розмножують. Відібрана група є сукупністю спадково неоднорідних рослин, в яку входять фенотипово подібні, але можуть бути генотипово відмінні біотици. Масовому добору на початкових етапах роботи зі створення запилювачів як компонентів до пилкостерильних форм піддають місцеві, сортозразки та рекомбінантні форми буряків цукрових еколого- і географічно віддалених генплазм. Для досягнення селекційного зрушення за певними ознаками в селекції буряків цукрових використовують багаторазовий негативний масовий добір (за фенотипом) з постійним видаленням небажаних рослин.

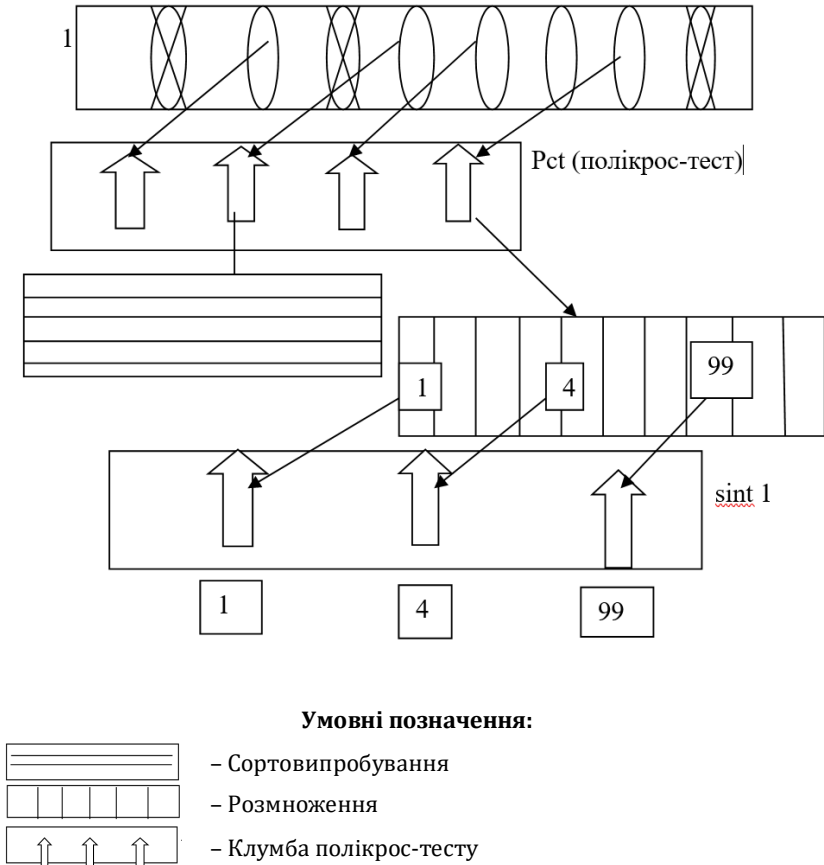
Недоліком масового добору є те, що неможливо дати індивідуальну оцінку потомству, і як наслідок, можлива втрата кращих генотипів, у яких відібрані ознаки генотипово обумовлені, а позитивною стороною – його технічна простота у використанні.

*Індивідуальний добір* базується на оцінці за потомством відібраних і індивідуально розмножених кращих рослин. Перед збиранням насінників проводять добір індивідуальних рослин за господарсько-цінними ознаками. У селекції буряків цукрових це багаторазовий і безперервний процес, що супроводжується щоразовим оцінюванням за бажаними ознаками за генотипом з наступним добром найкращих рослин. Використовуючи індивідуальний добір багатонасінних фертильних рослин в F<sub>3</sub> можливо виділити низку господарсько-цінних генотипів різного походження.

*Індивідуально-родинний добір* – вид індивідуального добору, за якого насінники кожної елітної рослини висаджують родинами на окремих ізольованих ділянках. Перезапилення рослин відбувається тільки в межах

родини. При такому доборі швидко досягається вирівнювання, підсилення і закріплення бажаних ознак, але спостерігається в різній мірі інбредна депресія, спричинена близькосторідним запиленням.

Схема індивідуально-родинного добору з використанням полікрос-тесту наведена на рисунку 3.

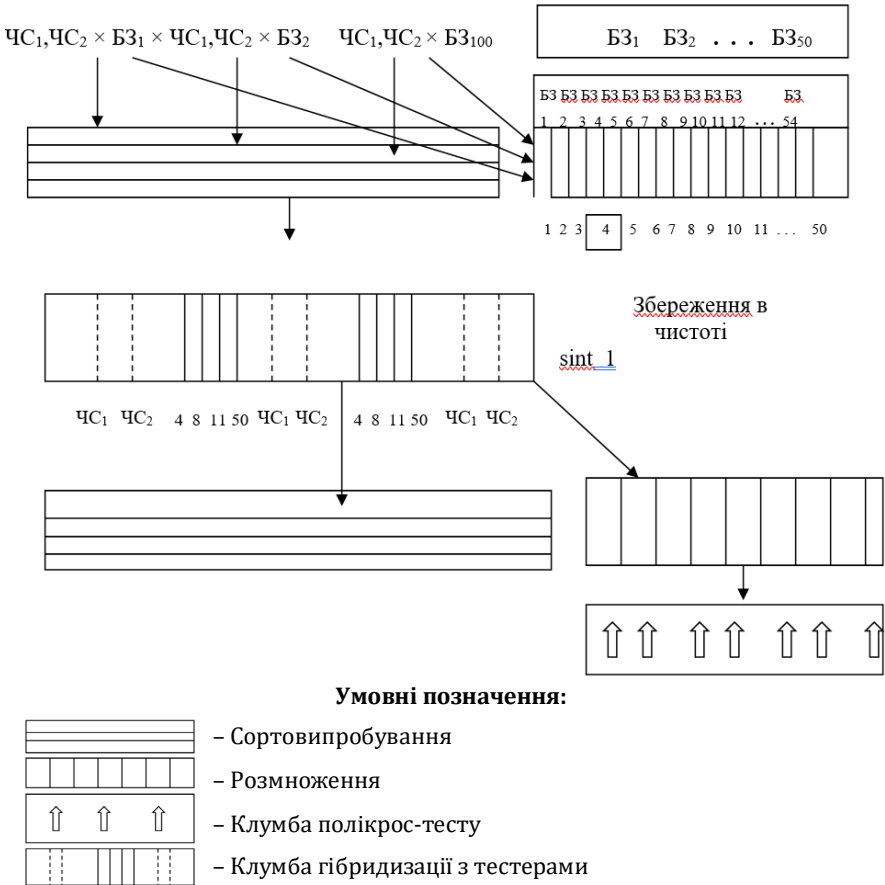


**Рис. 3. Схема індивідуально-родинного добору з використанням полікрос-тесту**

Метод рекурентного добору є найбільш ефективним для покращення селекційних матеріалів за кількісними ознаками. Він передбачає використання тестерних схрещувань на тлі пилкостерильних тестерів з одночасним збереженням генотипу у чистоті. На основі відібраних кращих ліній формується синтетична популяція, яка є вихідним матеріалом для наступного циклу добору. Рекурентний (повторний) добір використовують з

метою удосконалення багатонасінних запилювачів буряків цукрових з поліпшеними полігенно контрольованими ознаками [32]. Суть добору полягає в повторенні циклів схрещування з використанням повторних рекомбінацій, одержаних від схрещування відібраних генотипів для подальшого збільшення концентрації бажаних генів і послідовному підвищенні їх частоти за селекційно-цінними ознаками.

Схема рекурентного добору наведена на рисунку 4.



**Рис. 4. Схема рекурентного добору з використанням тестерних схрещувань для покращення кількісних ознак**

1 рік - проводять добір з вихідних батьківських компонентів (не менше 200 рослин), які задовольняють селекціонера за комплексом ознак, та схрещують їх з тестером, яким служить краща самозапилюна лінія

для визначення генетичної цінності із досліджуваних генотипів. Паралельно розмножують ці рослини при самозапиленні;

2 рік – здійснюють попереднє випробування потомств, отриманих від схрещування відібраних рослин з тестером, порівнюючи до вихідних батьківських компонентів. За результатами випробування відбирають 5–10 % кращих номерів;

3 рік – коренеплоди, отримані з насіння кращих від самозапилення 5–10 % рослин, які позитивно проявили себе в комбінаціях з тестером, висаджують окремими рядками для гібридизації. Гібридне насіння об'єднують і в подальшому розмножують для добору кращих генотипів рослин з селекційно-цінними ознаками для повторного циклу схрещувань на тлі того ж самого тестеру.

Цикли можна повторювати багаторазово, після чого виділяють рослини з господарсько-цінними ознаками. Після розмноження коренеплоди ріжуть навпіл. Одну частину коренеплодів висаджують на ділянці гібридизації з метою визначення їх генетичної цінності, іншу зберігають у чистоті методом інбридингу (або клонування). Після вивчення потомств за комплексом ознак, кращі зразки, збережені у чистоті, об'єднують в сумісну посадку для перезапилення з метою отримання нового високопродуктивного господарсько-цінного зразка буряків цукрових.

### **3.2. Поліпшення багатонасінних запилювачів буряків цукрових за асоційованими ознаками**

#### *Толерантність до ураження хворобами*

Упродовж селекційного опрацювання багатонасінних запилювачів за елементами продуктивності необхідно проводити селекційну роботу з оцінки та добору за толерантністю (або стійкістю) до ураження хворобами. У зоні нестійкого зволоження найбільш розповсюдженими і одними з основних для рослини буряків цукрових хворобами є: коренеїд (*Phomabetae*, *Pythiumultimum* Throw.), церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.), ерізіфоз (*Erysiphe communis* LK., *E. betae*, *Aphanomyces*), кагатна гниль (*Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium*) [37].

Питання ураження багатонасінних запилювачів буряків цукрових та компонентів схрещування коренеїдом, церкоспорозом, та ерізіфозом доцільно вивчати на рослинах першого року вегетації. При появі 2–4 листків можливо спостерігати пошкодження рослин коренеїдом. Наявність бурих плям на корінці і підсім'ядольному коліні без утворення перетяжки свідчить про незначне ураження. При сильному ураженні рослин хворобою на підсім'ядольному коліні утворюється перетяжка, тканини відмирають і рослина гине.

Упродовж літа доцільно проводити спостереження на предмет захворюваності рослин церкоспорозом. Повна відсутність плям на листках

рослини, яка зберігається до кінця літа свідчить про стійкість того чи іншого селекційного номера до ураження (1 бал). Коли на початку осені на листках нижнього ярусу відмічаються хоча б поодинокі плями, які зайняли лише 10 % поверхні листка (3 бали), такі матеріали варто вибракувати.

Ураження листової пластинки рослини цукрових буряків ерізіфозом можливо спостерігати влітку на посівах сортовипробування і розмноження. Спостерігається білий борошнистий наліт на окремих листках рослини. Їх кількість не має перевищувати 25 % всієї розетки і це свідчить про незначне ураження і визначається від 0,1 до 1,0 бала. Та все ж такі рослини з ділянки варто видалити.

Спостереження та оцінку кагатної гнилизни варто проводити весною на маточних коренеплодах, які пройшли період збереження в стаціонарних коренесховищах з жовтня по квітень. При збиранні коренеплодів деякі можуть мати незначні пошкодження, через мікротріщини яких можуть проникати спори грибка. Під час формування ділянок гібридизації і в процесі вивчення селекційних матеріалів коренеплоди уражені паразитичними грибами і хворі рослини з дослідних ділянок слід вибракувати. Цей селекційний метод боротьби з хворобами є найбільш економічно вигідним і прийнятним для оточуючого середовища. В результаті багаторазових доборів із вихідних популяцій вдається виділити рослини, які мало пошкоджуються хворобами.

### *Технологічні якості цукрових буряків*

У сучасній селекції буряків цукрових базовими ознаками, які розглядаються переважно самостійно по відношенню до гетерозису, є врожайність і цукристість, а отже, і їх інтегральний показник – збір цукру з одиниці площі. Однак, крім оцінки вихідних форм за загальною комбінаційною здатністю, ознакою «збір цукру», яку слід вибрати як результуючий параметр, що визначає головну селекційну мету, слід враховувати і асоційовані їх ознаки (вміст шкідливих іонів  $K^+$ ,  $Na^+$ , втрати цукру в мелясі, коефіцієнт зрілості буряків та інше). Технологічні якості цукрових буряків як селекційна ознака за своєю суттю є полігенною, хоча на її формування переважний вплив здійснюють «зовнішні» фактори. Вплив довкілля і агротехнічних факторів оцінюється на 84 %, генотип впливає лише на 16 %. На перший погляд, це невисокий показник. Проте генотипові особливості селекційних матеріалів, ЧС гібридів та їх компонентів можуть слугувати об'єктом покращення технологічних якостей.

Для створення високопродуктивних гібридів буряків цукрових, з високими технологічними якостями цукросировини, особливу увагу необхідно звертати на компоненти схрещування, а особливо на вихідні форми багатонасінних батьківських компонентів. У вихідних матеріалів на стадії їх селекційного опрацювання варто добирати генотипи, у яких підвищена

врожайність і цукристість поєднується з низьким вмістом зольних елементів.

З метою удосконалення нових багатонасінних, фертильних форм, які можуть служити компонентом для селекції ЧС гібридів буряків цукрових, необхідно відбирати кращі багатонасінні фертильні форми не лише за комплексом морфологічних ознак та зі стійкістю до стресових умов довкілля, але і за низьким вмістом шкідливих іонів  $K^+$  і  $Na^+$ . Головним критерієм буряків цукрових є цукристість, однак вона не повністю характеризує сировину, тому що коренеплоди різняться за складом розщеплених нецукрів. Основними компонентами нецукрів є калій – ( $K^+$ ) і натрій – ( $Na^+$ ). Вони найбільшою мірою впливають на вироблення цукру і відносяться до категорії найважливіших показників технологічних якостей – комплексу властивостей сировини та соку. Калій і натрій ускладнюють і зменшують вихід цукру з бурякового соку, його кристалізацію та рафінування, негативно впливають на процес вилучення цукрози і зумовлюють збільшення її втрати в мелясі.

Вміст іонів  $K^+$  і  $Na^+$  при очищенні соків не видаляється, і є головними мелясо утворювачами (загальний вміст зольних елементів – до 2 % до сухої речовини соків, калію і натрію – до 1 %). Нецукри, які переходять в сік, мають негативний вплив на хід цукроутворення. Селекційні зразки, що пройшли добір за комплексом ознак, у т. ч. і за найнижчими показниками нецукрів, мають переваги як багатонасінні запилювачі порівняно з тими, які не піддавалися таким доборою, при створенні одонасінних пробних гібридів на стерильній основі.

Проаналізувавши вміст калію ( $K^+$ ) і натрію ( $Na^+$ ) в досліджуваних БЗ і оцінивши їх показники, в порівнянні з середніми даними групового стандарту по досліді та до батьківських вихідних форм (ВФ), отримуємо можливість провести добір цінних матеріалів з вмістом  $K^+$  не вище 3,71 і  $Na^+$  – 1,38 мг/екв на 100 г розчинного соку, що в кінцевому результаті впливає на вихід цукру з бурякового соку. На селекційну цінність буряків цукрових значно впливає вміст зольних елементів у коренеплодах, який має спектр мінливості залежно від спадкових властивостей матеріалу (генотипу) і модифікаційної мінливості, спричиненої агрохімічними властивостями ґрунтів. Причому такий контроль вмісту нецукрів у коренеплодах необхідно враховувати упродовж всього селекційного опрацювання багатонасінних запилювачів від вихідних форм – рекомбінантів до кінцевих ліній – компонентів ЧС гібридів цукрових буряків [38–40].

#### *Добори за ознаками репродуктивної сфери і посівними якістьми насіння*

Їх здійснюють упродовж всього селекційного процесу. Багатонасінність насінників слід визначати візуально за наявністю багатоплідних клубочків як на центральних квітконосних пагонах, так і на пагонах другого та третього порядків. У період повного дозрівання пилку за два-три

дні до квітування, коли пиляки ще не розкрились, потрібно вивчати пилкоутворюючу здатність і фертильність. Фертильність пилку оцінюють за методикою Савченко [41]. Під час неповного дозрівання насіння слід визначати зав'язуваність насіння. Після проведених індивідуальних доборів елітних рослин, за селекційно-цінними ознаками, збираємо решту насінників за окремими селекційними номерами. Насіння F<sub>1</sub> та інших поколінь після збирання, первинної та вторинної очистки проходить вивчення за показниками якості. Необхідно оцінювати продуктивність насіння з насінників індивідуальних доборів та з номера в цілому (кг), масу 1000 плодів (г), багаторостковість (%), енергію проростання насіння та схожість (%). За посівними якостями формують посів сортів випробування та розмноження відібраних потомств [42, 43].

Кінцевим етапом створення багатонасінних запилювачів – компонентів ЧС гібридів енергетичних буряків цукрових, придатних для виробництва біопалива, є перевірка їх за показниками виходу біоетанолу і перерахунок на вихід енергії. За кожним відібраним перспективним номером – запилювачем проводиться розрахунок згідно з формулами і номограмами, наведеними в методичних рекомендаціях з технології вирощування буряків цукрових як сировини для виробництва біоетанолу [44].

$$M = U \times S \times b \times k / 100$$

де, M – вихід біоетанолу з 1 га енергетичних цукрових буряків, т/га; U – урожайність коренеплодів, т/га; S – цукристість коренеплодів, %; b – коефіцієнт виходу біоетанолу з цукру, b = 0,51; k – коефіцієнт заводського виходу біоетанолу, k = 0,9.

За розрахунками, показники виходу біоетанолу кращих рекомбінантних запилювачів лінійного типу, створених на Верхняцькій ДСС, становили 3,52...4,08 т/га, а по типу синтетиків – 4,32...5,9 т/га, що еквівалентно за виходом енергії відповідно 88,0...102,0 та 108,0...147,5 ГДж з 1 га посівів буряків цукрових. За відповідного добору материнського компоненту до таких запилювачів вихід біоетанолу і вихід енергії буде значно більшим.

#### **4. Параметри нових поліпшених багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів буряків цукрових**

Ґрунтуючись на вищезазначених методах сучасної селекції, що застосовуються на Верхняцькій дослідно-селекційній станції з використанням селекційно-опрацьованої колекції батьківських компонентів буряків цукрових нового покоління, було створено вихідні багатонасінні форми рекомбінантного типу і нові багатонасінні запилювачі та удосконалено їх за комплексом господарсько-цінних ознак. У результаті досліджень узагальнено параметри селекційно-цінних ознак нових БЗ – батьківських компо-

нентів гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біоетанолу, що базуються на великому масиві експериментальних даних запилювачів – донорів генплазми віддаленого еколого-генетичного походження і на матеріалах-реципієнтах колекції ВДСС. Основні параметри селекційно-цінних ознак багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів буряків цукрових, придатних для вирощування у зоні нестійкого зволоження наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

**Параметри ознак багатонасінних запилювачів –  
батьківських компонентів гібридів**

Ознаки багатонасінних запилювачів	Рівень ознаки
Багатонасінність, %	100
Фертильність, %	100
Власна продуктивність, % до St:	
урожайність	
цукристість	на рівні стандарту або перевищує його
збір цукру	
Ефекти КЗ за збором цукру, т/га	достовірне перевищення середньопопуляційного значення
Вміст цукру, % до St	110–115
Збір цукру гібридів, % до St	111–118
Стійкість до хвороб листового апарату і коренеплодів	толерантність у зоні можливого вирощування
Пластичність	висока (за інтенсивних технологій)
Стабільність	висока (за малозатратних технологій)
Схожість насіння, %	не нижче 98
Вміст мелясоутв. іонів, % до St	95 і нижче
Вихід біоетанолу (т/га) і вихід енергії (ГДж)	на рівні стандарту або перевищує його

За результатами досліджень 2021–2025 рр. вивчено генетичний потенціал і проведено добір кращих рекомбінантних форм від розщеплення матеріалів різного еколого-генетичного походження буряків цукрових. На цій основі сформовано батьківські компоненти гібридів на ЦЧС-основі, які будуть залучені у селекційний процес для створення експериментальних гібридів культури з комплексом господарсько-цінних ознак.

## Список використаних джерел

1. Роїк М. В., Ягольник О. Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. *Біоенергетика*. 2015. № 2. С. 4–5.
2. Заїменко Н. В., Рахметов Д. Б., Рахметов С. Д. Перспективи використання нових малопоширених енергетичних рослин як сировини для твердого біопалива в Україні. *Біоенергетика*. 2016. № 1. С. 4–10.
3. Корнеєва М. О., Тимчишин С. М., Тимчишин Л. С. Характеристика компонентів цукрово-кормових гібридів буряків, придатних для виробництва біопалива. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 54–60.
4. Дубчак О. В., Кротюк Л. А., Орлов С. Д. Добір батьківських компонентів для створення гібридів буряків кормово-цукрового напрямку. *Цукрові буряки*. 2016. № 3. С. 4–7.
5. Роїк М. В., Корнеєва М. О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції. *Цукрові буряки*. 2015. № 6. С. 7–9.
6. Ганженко О. М., Хіврич О. Б., Атаманюк О. М. та ін. Методичні рекомендації з технології вирощування та перероблення буряків цукрових як сировини для виробництва біогазу. Київ, 2021. 16 с.
7. Schindler M. Verdrängt die Rebe bald den Mais. *Zuckerrebe*. 2014. № 1. С. 36–39.
8. Роїк М. В., Парфенюк О. О. Використання рекомбінантних матеріалів у селекції батьківських компонентів гібридів буряків цукрових за формою коренеплоду. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 12. С. 52–58.
9. Дубчак О. В. Вивчення нових багатонасінних запилювачів для створення гібридів цукрових буряків як сировини для виробництва біоетанолу. *Селекційно-генетична наука і освіта : матеріали XI Міжнар. наук. конф. «Парієві читання» (м. Умань, 21–23 берез. 2022 р.)*. Умань : УНУС, 2022. С. 33–39.
10. Корнеєва М. О., Тимчишин С. М., Сидорчук С. І., Тимчишин Л. С. Оцінка і добір за енергетичними показниками компонентів гібридів буряків цукрових, придатних для виробництва біопалива. *Новітні агротехнології*. 2016. № 4. [https://doi.org/10.21498/na.1\(4\).2016.117941](https://doi.org/10.21498/na.1(4).2016.117941)
11. Жученко А. А. Рекомбінація в еволюції та селекції. Київ : Наука, 1985. 400 с.
12. Гуляєв Г. В., Мальченко В. В. Словник термінів з генетики, цитології, селекції, насінництва та насінництва. Київ, 1983. 240 с.
13. Роїк М. В., Орлов С. Д., Корнеєва М. О. та ін. Методичні рекомендації зі створення селекційних матеріалів кормових буряків методом рекомбінування. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2015. 16 с.
14. Дубчак О. В., Орлов С. Д. Рекомбінування господарсько-цінних ознак у кормових буряках. *Цукрові буряки*. 2015. № 5. С. 4–7.
15. Корнеєва М. О., Вакуленко П. І., Андрєєва Л. С., Дубчак О. В. Створення експериментальних гібридних комбінацій цукрових буряків за параметрами моделі гібриду нового покоління. *Новітні агротехнології: теорія та практика : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, 11 лип. 2017 р.)*. Вінниця, 2017. С. 203.
16. Дубчак О. В. Вивчення нових кандидатів у багатонасінні запилювачі цукрових буряків за показниками продуктивності. *Селекційно-генетична наука і освіта: матер. Х наук.-практ. конф. (м. Умань, 19 берез. 2021 р.)*. Умань, 2021. С. 72–77.

17. Корнеєва М. О., Вакуленко П. І., Андреева Л. С. Генетична цінність ліній-запилювачів цукрових буряків залежно від впливу абіотичних факторів середовища. *Селекційно-генетична наука і освіта (Паріві читання)* : матер. Х Міжнар. конф. Умань, 2021. С. 112–116.
18. Корнеєва М. О., Андреева Л. С., Кротюк Л. А., Вакуленко П. І. Насіннева продуктивність гібридів цукрових буряків, одержаних на основі материнських компонентів різної генетичної структури. *Селекційно-генетична наука і освіта (Паріві читання)* : матеріали XII Міжнар. наук. конф. (20–22 берез. 2023 р.). Умань, 2023. С. 105–107.
19. Корнеєва М. О., Вакуленко П. І., Андреева Л. С. Генетико-статистичні параметри маси коренеплоду і цукристості рекомбінантних форм закріплювачів стерильності цукрових буряків. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матер. XI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2023. С. 148–149.
20. Андреева Л. С., Корнеєва М. О., Вакуленко П. І. та ін. Продуктивність ЧС аналогів цукрових буряків, одержаних беккросуванням, та створених на їх основі простих стерильних гібридів. *Селекція, надбання, сучасність і майбутнє* : матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. «Освіта, наука, виробництво». Київ, 2022. С. 79.
21. Дубчак О. В. Створення однонасінних материнських компонентів гібридів цукрових буряків. *International scientific-innovations in human life* : матер. X Міжнар. наук.-практ. конф. Manchester, 2022. С. 29–35.
22. Дубчак О. В., Паламарчук Л. Ю. Етапи створення і способи вивчення продуктивності гібридів цукрових буряків різної генетичної основи. *Агробіологія*. 2022. Вип. 1. С. 15–24.
23. Дубчак О. В. Рекомбінування цінних ознак цукрових буряків (*Beta vulgaris* L.). *Генетичні ресурси рослин*. 2023. С. 33–42.
24. Орлов С. Д., Дубчак О. В. Генетичний потенціал ЦЧС ліній цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2017. № 1. С. 6–8.
25. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогрив П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
26. Beil G. M., Atkins G. Genetic of quantitative characters in grain sorghum. *Journal of Science*. 1965. Vol. 39, No. 3. P. 165–179.
27. Роїк М. В., Гізбуллін Н. Г., Сінченко В. М. та ін. Методики проведення досліджень у буряківництві. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.
28. Корнеєва М. О., Мельник Я. А., Мацук М. Б. та ін. Підвищення технологічної якості цукрових буряків селекційно-генетичними методами : метод. рек. Київ, 2013. 24 с.
29. Роїк М. В., Корнеєва М. О., Власюк І. В., Власюк М. В. Створення самофертильних ліній-запилювачів – компонентів ЧС гібридів цукрових буряків : метод. рек. Київ : ЦБ УААН, 2004. 15 с.
30. Адаменко Д. М. Шляхи створення багатонасінних запилювачів цукрових буряків та їх селекційна цінність : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2005. 20 с.
31. Гопцій Т. І., Проскурін М. В. Генетико-статистичні методи селекції. Харків, 2003. 103 с.
32. Корнеєва М. О., Мельник Я. А., Мацук М. Б. та ін. Підвищення технологічної якості цукрових буряків селекційно-генетичними методами : метод. рек. Київ, 2013. 24 с.
33. Nayman V. I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*. 1954. Vol. 39, Iss. 6. P. 789–809. <https://doi.org/10.1093/genetics/39.6.789>

34. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1956. Vol. 9. P. 463–493.
35. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, Iss. 1. P. 36–40.
36. Чернущий В. В. Методологія синергетичних продуктивно-адаптивних алгоритмів добору в системі селекції традиційних культур Полісся. Київ : Аграрна наука, 2020. 200 с.
37. Ворошко С. П. Рекомендації з технології захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб. Верхнячка, 2023. 19 с.
38. Дубчак О. В. Вплив нецукрів на сировину цукрових буряків. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 28 берез. 2024 р.). Біла Церква, 2024. С. 32–34.
39. Дубчак О. В., Присяжнюк О. І., Костина Т. П., Зацерковна Н. С. Спосіб визначення та добір кращих компонентів гібридів цукрових буряків (*Beta vulgaris* L.) за показниками продуктивності. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.11.2.2023.285903>
40. Корнеєва М. О., Андреева Л. С., Вакулєнко П. І. Добір генетичних джерел селекційно-цінних ліній на основі діалельних гібридів цукрових буряків. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матер. IX Міжнар. наук.-практ. конф. Центральне, 2021. С. 59. URL: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua/genetika2021/paper/view/23890/13040>
41. Савченко І. І. Методичні вказівки щодо визначення відновної здатності запилювачів цукрових буряків. Київ, 1983. 115 с.
42. Дубчак О. В. Вплив схожості насіння багатонасінних запилювачів буряків цукрових на продуктивність. *Фітосанітарна безпека*. 2024. Вип. 69. С. 76–86. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.76-86>
43. ДСТУ 2292-93. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення схожості, одно- і багаторостковості, доброякісності. Київ, 1996. 12 с.
44. Роїк М. М., Ганженко О. М., Хіврич О. Б. та ін. Методичні рекомендації з технології вирощування буряків цукрових як сировини для виробництва біоетанолу. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2018. 40 с.

*Наукове видання*

**О. В. Дубчак, М. О. Корнеєва, С. Д. Орлов, Л. С. Андреева,  
Л. Ю. Паламарчук, П. І. Вакуленко, Л. А. Кротюк**

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ  
НОВИХ ЗАПИЛЮВАЧІВ РЕКОМБІНАНТНОГО ТИПУ –  
КОМПОНЕНТІВ ЧС ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ  
ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ**

**Науково-методичні рекомендації**

Електронне видання

Погоджено до опублікування 23.04.2026.

Формат: PDF. Гарнітура Cambria.

**Видавець**

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25

Тел.: (044) 275-50-00; e-mail: [sugarbeet@ukr.net](mailto:sugarbeet@ukr.net)

<https://bio.gov.ua>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5713 від 19.10.2017



