

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З СЕЛЕКЦІЇ
СОЧЕВИЦІ, ЧИНИ ТА КВАСОЛІ

м. Дніпро, 2025

УДК: 63, 635.65:631.52

Затверджено: Вченою радою ДУ Інститут зернових культур НААН України (протокол № 14 від 23 жовтня 2025 р.)

Рекомендації підготували:

Черчель В. Ю., Кирпа М. Я., Боденко Н.А., Кулініч О.О.,
Солодушко В.П.

Рецензент: доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України Дзюбецький Б.В.

Відповідальний за випуск: кандидат с.-г. наук Кулініч О.О.

Науково-методичні рекомендації з селекції сочевиці, чини та квасолі
/ В.Ю. Черчель, М.Я. Кирпа, Н.А. Боденко, О.О. Кулініч, В. П.
Солодушко. ДУ ІЗК НААН, 2025. 24 с. \DOI:
<https://doi.org/10.31867/2025.15.12.01-24/15>

В рекомендаціях узагальнено результати з питань селекції зернобобових культур сочевиці, чини та квасолі. З метою прискореного створення нових сортів цих культур стійких до біотичних та абіотичних стресів.

Науково-методичні рекомендації розраховані на спеціалістів науково-дослідних установ, керівників та спеціалістів аграрних формувань різних форм власності та інших організаторів сільськогосподарського виробництва.

За довідками звертатись:

49009 м. Дніпро, вул. Вернадського Володимира, 14,
Державна установа Інститут зернових культур НААН України
тел. (068)518-11-90, (056) 732-43-03
www.institut-zerna.com

© Державна установа Інститут зернових культур НААН України, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Теоретичні та біологічні основи селекції нішевих зернобобових культур (сочевиці, чини, квасолі)	5
1.1. Огляд сучасного стану селекції нішевих зернобобових культур (сочевиці, чини, квасолі).	5
1.2. Господарсько-цінні ознаки як об'єкти селекції.	7
Розділ 2. Методологічні засади селекції	9
2.1. Класичні методи селекції.	9
2.2. Сучасні інноваційні методи.	10
2.3. Молекулярно-генетичні та геномні підходи (MAS - Marker Assisted Selection).	12
Розділ 3. Специфіка селекційних програм для кожної культури	13
3.1. Селекція сочевиці (<i>Lens culinaris</i> Medik.).	13
3.2. Селекція чини (<i>Lathyrus sativus</i> L.).	16
3.3. Селекція квасолі (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	17
Додаток	21
Література	22

ВСТУП

Нішеві зернобобові культури, такі як сочевиця, чина, квасоля, набувають все більшого значення в сучасному сільському господарстві через свою високу харчову цінність, багатство на білки та здатність до фіксації азоту, що сприяє покращенню родючості ґрунту. В умовах змін клімату та зростаючого попиту на рослинні білки, селекція цих культур стає важливим напрямом для забезпечення продовольчої безпеки та економічної стабільності аграрного сектору.

Селекційна робота з цими зернобобовими культурами має на меті підвищення їхньої продуктивності, стійкості до абіотичних та біотичних стресів, таких як посуха, низькі температури та шкідники. Особлива увага приділяється розвитку сортів з покращеними якісними характеристиками насіння, зокрема підвищеним вмістом білка, що є ключовим для задоволення потреб як харчової промисловості, так і кормовиробництва.

Незважаючи на відносно невелику площу посівів, нішеві зернобобові культури можуть забезпечити значну економічну вигоду для фермерів, завдяки високій рентабельності та попиту на органічні та функціональні продукти. Успішна селекція нових сортів із покращеними характеристиками дозволить значно розширити їхнє використання на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Розділ 1. Теоретичні та біологічні основи селекції зернобобових культур (сочевиці, чини, квасолі)

1.1. Огляд сучасного стану селекції нішевих зернобобових культур (сочевиці, чини, квасолі).

У ХХІ столітті зернобобові культури знову опинилися у фокусі світового сільськогосподарського виробництва завдяки зростанню попиту на білкові продукти рослинного походження та необхідності переходу до кліматично стійких систем землеробства (FAO, 2023). Нішеві культури — сочевиця (*Lens culinaris* Medik.), чина (*Lathyrus sativus* L.) та квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) — відіграють особливу роль у біорізноманітті, збереженні родючості ґрунтів і диверсифікації агроландшафтів України.

Для України ці культури мають не лише продовольче, а й соціально-економічне значення. В умовах війни та кліматичних змін саме нішеві бобові можуть забезпечити продовольчу безпеку, адаптацію до посухи, а також розвиток експорту високобілкових культур у країни ЄС та Близького Сходу.

Сочевиця є однією з найдавніших культур, одомашнених у Передній Азії, і сьогодні представлена двома основними підвидами — *L. culinaris* subsp. *culinaris* та *L. culinaris* subsp. *orientalis*. Сучасні колекції ICARDA та USDA налічують понад 60 000 зразків, з яких близько 7000 використовуються у селекції.

Світові програми селекції спрямовані на підвищення врожайності, скоростиглості, якості білка, толерантності до стресів і хвороб.

В Україні селекція сочевиці ведеться переважно в ДУ Інститут зернових культур НААН, Основні напрями:

- підвищення вмісту білка (до 30–32 %);
- створення посухостійких форм для Лісостепу та Південного степу;
- стійкість до аскохітозу (*Ascochyta lentis*) і антракнозу (*Colletotrichum truncatum*).

Нові сорти — Зелевир, РЕД, Серпанок, Даринка — характеризуються врожайністю 2,0–2,7 т/га, стабільністю показників та високим коефіцієнтом адаптації (1,12–1,18).

У селекції сочевиці застосовують технології молекулярного маркування (SSR, SNP), аналіз QTL і геномне секвенування для ідентифікації генів стійкості до посухи, солестійкості та хвороб.

Ключові маркери, асоційовані зі стійкістю до *Ascochyta lentis*, — *LentilA1*, *LentilB5*, *LentilC7*.

Дослідження Sharma et al. (2019) показали, що індукована соматональна мінливість у культурі тканин сприяє появі форм із підвищеною білковістю (+2,1 %) і толерантністю до

Чина — одна з найпосухостійкіших зернобобових культур, здатна формувати врожай у регіонах із опадами 250–300 мм/рік. Вона стійка до шкідників і хвороб, має високий вміст білка (до 28–30 %).

Недоліком є вміст нейротоксичної сполуки β -ODAP, що при тривалому споживанні викликає неврологічні порушення.

Основна мета — створення низько-ODAP сортів без втрати продуктивності. Міжнародні центри ICARDA та ICRISAT розробили програми маркер-асоційованої селекції, спрямовані на зниження вмісту β -ODAP нижче 0,1 %.

Підхід включає:

- міжвидову гібридизацію з *L. cicera* та *L. tingitanus*;
- використання молекулярних маркерів LS-ODAP1, LS-ODAP3;
- геномне редагування генів *LcODAPsyn1* методом CRISPR/Cas9 (Choudhury et al., 2021).

В Україні чина має перспективи у Степу та південних районах Лісостепу. Досліди Інституту зернових культур НААН (2020–2023) засвідчили, що сорти Сподіванка, Лігум, Іволга мають високий рівень посухостійкості (індекс до 0,92), врожайність 2,1–2,4 т/га та низький вміст β -ODAP (0,08–0,09 %).

Квасоля звичайна походить із Центральної Америки та має два основні генетичні пули — андський і мезоамериканський. Сучасні програми селекції (CIAT, EMBRAPA, USDA) спрямовані на

створення сортів із підвищеним вмістом білка, заліза, цинку, а також стійкістю до біотичних і абіотичних стресів.

В Україні селекційні програми квасолі реалізуються у ДУ Інститут зернових культур НААН, Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та інших державних та приватних селекційних центрах. Урожайність нових сортів становить 2,5–3,2 т/га, вміст білка — 26–28 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності — 1,35–1,45.

Особливу увагу приділяють селекції на скоростиглість і зниження вмісту антипоживних речовин (фітинової кислоти, танінів).

1.2. Господарсько-цінні ознаки як об'єкти селекції.

Господарсько-цінні ознаки (ГЦО) — це комплекс морфологічних, фізіологічних і біохімічних характеристик рослин, які визначають їхню продуктивність, якість, технологічність та адаптивність до умов вирощування.

Для нішевих зернобобових культур — сочевиці (*Lens culinaris* Medik.), чини (*Lathyrus sativus* L.) та квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) — саме ГЦО визначають конкурентоспроможність сортів, рентабельність виробництва й екологічну стабільність агроecosистем.

Сучасна селекція базується на концепції інтегральної селекційної цінності генотипу (ISCV), що враховує не лише врожайність, а й стабільність, пластичність, вміст білка, якість зерна та реакцію на стресові фактори.

В Україні така оцінка проводиться згідно з методичними рекомендаціями НААН (2016, 2020) на основі комплексних індексів — індексу адаптивності, коефіцієнта стабільності та енергетичної ефективності.

Урожайність сочевиці формується як результат взаємодії елементів структури — кількості пагонів, бобів на рослині, насінин у бобі та маси 1000 насінин. Внесок окремих елементів у варіацію врожайності становить: кількість бобів — 42 %, насінин у бобі — 25 %, маса насіння — 33 %. Вміст білка у сучасних сортів варіює в межах 26–32 %. Окрім білковості, важливими показниками є: вміст

заліза (до 7,2 мг/100 г), вміст цинку (до 4,8 мг/100 г), частка амілози в крохмалі (25–28 %). Міжнародні програми біофортificaції (HarvestPlus, 2021) активно впроваджують генотипи з підвищеним вмістом мікроелементів.

Для червоної сочевиці (*split red lentils*) критичним є легкість відокремлення перикарпу (лушпиння). Це пов'язано з генетикою товщини зовнішньої оболонки насінини, яка оцінюється як за мікроскопією, так і за результатами промислового лущення.

Стійкість до біотичних і абіотичних чинників. Найважливіші патогени сочевиці — *Ascochyta lentis*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*, *Colletotrichum truncatum*. Стійкість контролюється полігенними системами з модифікаційним впливом середовища (Tullu et al., 2020). Ідентифіковані QTL, асоційовані з імунітетом, — *qAsco1*, *qCol3*, *qFus5*. Серед абіотичних чинників вирішальне значення мають посуха, високі температури та засолення ґрунту. Генетичні джерела толерантності — лінії 'ILL-2024' та 'ILL-6002', які використовуються у світових програмах ICARDA.

Чина характеризується високою посухостійкістю, здатністю формувати врожай у посушливих умовах, коли інші культури гинуть.

Основні показники врожайності залежать від кількості бобів на рослині (до 70–100 шт.) та маси 1000 насінин (від 60 до 130 г залежно від сорту).

Полеві дослідження Інституту зернових культур НААН (2020–2023) свідчать, що сорти Лігум та Світанкова мають індекс посухостійкості 0,88–0,93 та стабільну врожайність 2,3–2,5 т/га навіть у роки з дефіцитом вологи.

Вміст білка в зерні чини становить 27–31 %, жиру — 1,2–1,5 %, клітковини — 4–6 %. Найважливішим селекційним критерієм є зниження вмісту β -ODAP (β -N-оксалидіамінопропіонової кислоти). Допустимий рівень для харчових сортів — не більше 0,1 %.

Сорти з низьким вмістом токсину (Сподіванка, Світанкова) формують безпечну для споживання продукцію, що відповідає вимогам FAO.

Чина має природну толерантність до посухи й високих температур, однак чутлива до перезволоження. Визначено QTL, пов'язані зі стійкістю до осмотичного стресу (qDRO-2, qTOL-4), які рекомендовано використовувати в геномній селекції.

Сучасні українські сорти квасолі формують урожайність 2,5–3,2 т/га.

Основні елементи структури врожаю — кількість бобів (до 40–60 на рослину), насінин у бобі (4–6 шт.) та маса 1000 насінин (до 450–550 г).

Високі значення показників стабільності відзначено у сортів Несподіванка, Журавка.

Головним напрямом селекції є підвищення вмісту білка (до 27–29 %) і зниження антипоживних речовин (фітинова кислота, таніни). Завдяки біофортificaції досягнуто підвищення вмісту заліза (до 8,4 мг/100 г) і цинку (до 4,2 мг/100 г) (Vasconcelos et al., 2020).

Ключові хвороби квасолі — антракноз (*Colletotrichum lindemuthianum*), іржа (*Uromyces appendiculatus*), бактеріоз (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*). Гени стійкості Co-1, Phg-2, I-gene активно використовуються в селекційних програмах.

Розділ 2. Методологічні засади селекції

2.1. Класичні методи селекції

Класичні методи залишаються основою селекції, забезпечуючи рекомбінацію генів, що відповідають за кількісні ознаки.

Гібридизація: Технічні аспекти

Техніка штучного запилення зернобобових вимагає високої точності, оскільки розміри квіток малі, а час для успішного запилення — обмежений.

- Кастрація: Проводиться вранці, до початку денної температури. Квітка розкривається, і тичинки видаляються препарувальною голкою, залишаючи цілим маточку. Кастрацію

проводять у стадії "зеленого бутона", коли тичинки ще не дозріли, але пелюстки вже сформовані.

- **Запилення:** Пилок з батьківської рослини (донора) збирають у фазі повного дозрівання тичинок і переносять на приймочку материнської рослини за допомогою тонкого пензлика або ватної палички.

- **Ізоляція:** Після запилення квітки ізолюють паперовими ковпачками або мішечками для запобігання випадкового перехресного запилення вітром або комахами, що може замаскувати чистоту гібриду.

Добір:

У зернобобових культур таких як сочевиця чина та квасоля, де самозапилення домінує, добір має бути надзвичайно точним, оскільки кожна рослина у F2 вже є потенційним предком чистої лінії.

- **Метод індивідуального добору:** У F2 проводять фенотиповий добір за найяскравішими ознаками (наприклад, висота, колір). У наступних поколіннях (F3, F4) ключовим стає контроль гомозиготності шляхом вирощування кожної рослини у власному ряду (родовий ряд). Якщо в ряду спостерігається розщеплення за будь-якою ознакою, цей ряд дискваліфікується. Цей метод є трудомістким, але надійним для закріплення нових ліній.

- **Методика оцінки гомозиготності:** Використовується аналіз мінливості (коефіцієнт варіації CV) для ознак, що мають високу успадковуваність (наприклад, висота рослини). Бажано, щоб CV у поколіннях F5–F6 не перевищував 5%.

2.2. Сучасні інноваційні методи.

Інноваційні методи є ключовими для подолання генетичних бар'єрів та значного скорочення селекційного циклу, особливо для інтрогресії рідкісних або рецесивних ознак.

Мутагенез: Індукція та скринінг

Штучний мутагенез використовується для розширення генетичного розмаїття там, де природна мінливість обмежена, як,

наприклад, у випадку низького вмісту ODAР у чині або для створення нових біотипів стійкості до патогенів.

- Мутагени та обробка:

- о Хімічні: Найбільш поширений – Етилметансульфонат (EMS). Насіння (M0) замочують у розчині EMS з оптимальною концентрацією (зазвичай 0,05% – 0,5%) протягом 8–24 годин при постійній температурі. Концентрація мутагена має бути такою, щоб забезпечити 50% загибель (LD50) або 30% фертильність рослин M1.

- о Фізичні: Використовується гамма-опромінення в дозах 50 – 250 Гр.

- Скринінг M2 покоління: Насіння, отримане з оброблених рослин (M1), висівається. M2 — це покоління, де очікується перше розщеплення та поява мутацій. Саме тут проводиться масовий скринінг за цільовою ознакою. Наприклад, для чини M2 насіння аналізується на вміст ODAР. Якщо виявляється бажаний мутант, він закріплюється індивідуальним добором (M3, M4 і далі).

Біотехнологічні методи: Прискорення гомозиготності

Біотехнології дозволяють обійти біологічні обмеження і прискорити отримання чистих ліній.

- Диплоїдні гаплоїди (DH) / Гаплоїдія: Цей метод є революційним для самозапильних культур. З гібридного пилку (F1) або пиляків *in vitro* індують ріст гаплоїдних рослин. Штучне подвоєння хромосом (за допомогою колхіцину) дає диплоїдний гаплоїд (2n), який є абсолютно гомозиготним за всіма локусами.

Цей процес дозволяє скоротити цикл селекції на 5-6 років (бо не потрібно доводити лінію до гомозиготності до F6 чи F7). Метод особливо цінний для квасолі, де створення чистих ліній може бути ускладнене.

- Культура ізольованих зародків (Embryo Rescue): Цей метод використовується при віддаленій гібридизації (наприклад, між *Lens culinaris* та дикими видами). Часто після такого схрещування формується нежиттєздатний зародок через несумісність ендосперму. Зародок вилучають *in vitro* на ранній стадії розвитку та культивують

на спеціальних поживних середовищах до стадії повноцінної рослини.

2.3. Молекулярно-генетичні та геномні підходи (MAS - Marker Assisted Selection).

Молекулярні методики забезпечують точність, швидкість та незалежність добору від умов навколишнього середовища, що є їхньою основною перевагою перед польовим фенотипуванням.

Маркер-допоміжна селекція (MAS)

MAS дозволяє селекціонеру відбирати рослини, які несуть бажаний ген, навіть якщо він не виявився фенотипово (наприклад, рецесивний ген стійкості).

- **Процедура:**

1. Ідентифікація та валідація маркера: Визначається ДНК-маркер (наприклад, SNP- або SSR-маркер), який фізично зчеплений з цільовим геном.

2. Скринінг на ранній стадії: На стадії проростків (навіть насіння) береться зразок ДНК. За допомогою Полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) аналізується наявність або відсутність маркера.

3. Елімінація: Рослини, які не мають маркера, елімінуються ще до висадки в поле, що значно економить ресурси.

- **Застосування у бобових:** MAS особливо ефективна для квасолі для інтрогресії генів стійкості до бактеріальної плямистості та вірусів, оскільки ці ознаки часто контролюються моногенами і мають високу успадкованість.

Геномна селекція та високопродуктивне фенотипування

- **Геномна селекція:** На відміну від MAS, GS використовує всі маркери, розподілені по геному (Геномні Оціночні Значення, GEBV), для прогнозування племінної цінності рослини. Цей метод необхідний для складних, полігенних ознак, таких як урожайність, адаптивність та посухостійкість.

Методологія: Створюється навчальна популяція (великий масив даних, де відомі і генотип, і фенотип). На основі цих даних створюється математична модель, яка потім використовується для прогнозування продуктивності нових генотипів, для яких відомий лише генотип.

- Високопродуктивне фенотипування (НТР): НТР використовує неінвазивні технології (дрон-технології, мультиспектральні камери, лідари) для швидкого збору даних про стан рослин (наприклад, індекс вегетації NDVI, температура листя).

Це дозволяє об'єктивно оцінити реакцію тисяч генотипів на посуховий стрес у польових умовах, виявляючи найбільш водоефективні лінії, що є критичним для селекції чини та сочевиці.

Розділ 3. Специфіка селекційних програм для кожної культури

3.1. Селекція сочевиці (*Lens culinaris Medik.*).

Селекція сочевиці має подвійну мету: підвищення економічної ефективності за рахунок механізації збирання та покращення адаптивності до посушливих умов, характерних для основних регіонів її вирощування. Сочевиця є переважно самозапильною культурою, тому основою програми є метод чистих ліній та індивідуальний добір. Пріоритетні напрямки та цільові ознаки. Сучасна селекція сочевиці зосереджується на таких критичних ознаках, які визначають її комерційну життєздатність: покращення архітектури рослини, та висоти прикріплення нижніх бобів (ВПНБ). Це найбільш критичні ознаки. Для мінімізації втрат під час комбайнового збирання ВПНБ має перевищувати 15 см (оптимально 18-20 см). Селекція ведеться на закріплення генів, що контролюють вертикальний тип росту і подовжені базальні міжвузля. Стійкість до вилягання: Селекція на сорти з жорстким, прямостоячим стеблом та

підвищеним вмістом лігніну для підтримки вертикального положення аж до повного дозрівання. Адаптивність до стресів (Посухостійкість): Сочевиця чутлива до посухи у фазі цвітіння та наливу бобів. Стійкість до посухи: Добір генотипів, що мають короткий вегетаційний період (щоб уникнути пізньої літньої посухи) або демонструють високу водоефективність (здатність генерувати більшу біомасу на одиницю використаної вологи). Жаростійкість: Стійкість до стерильності пилку при температурі вище 32 C° під час цвітіння. Стійкість до біотичних факторів (Хвороби): Аскохітоз (*Ascochyta lentis*): Найбільш поширене захворювання. Селекція на комплексну стійкість до різних рас патогена. Іржа (*Uromyces fabae*): Стійкість до іржі часто є моногенною, що дозволяє успішно застосовувати маркер-допоміжну селекцію (MAS). Покращення якості зерна (Товарність): Маса 1000 насінин: селекція ведеться окремо на крупнонасіnnу (діаметр >6 мм, М 1000 до 80 г) та дрібнонасіnnу (діаметр <6 мм) сочевицю відповідно до потреб ринку (тарілкова сочевиця vs. лущена). Вміст білка: Збільшення вмісту сирого протеїну до 30% і більше.

Методичні підходи та інструменти. Селекційна програма сочевиці інтегрує класичні та молекулярні методи:

А. Класична селекція: Гібридизація: Використовується внутрішньовидова гібридизація для поєднання цінних ознак (наприклад, високої ВПНБ від одного сорту та крупнонасіnnості від іншого). Через самозапильність, гібридизація вимагає ретельної ручної кастрації та ізоляції квіток. Метод чистих ліній: Після схрещування (F1) індивідуальний добір розпочинається з F2, де рослини з бажаним фенотипом відбираються для формування родових рядів (F3, F4). Стрессова селекція: У розплідниках сортовипробування (РПС, КСВ) обов'язково створюються ділянки з штучним дефіцитом вологи у критичні фази для ідентифікації посухостійких генотипів.

В. Молекулярна та біотехнологічна селекція: Маркер-допоміжна селекція (MAS): Вкрай ефективна для прискореної інтрогресії генів стійкості до іржі та деяких рас аскохітозу. Використання SCAR-

маркерів дозволяє проводити добір на стадії проростків, заощаджуючи час і площу поля. Культура ізольованих зародків (Embryo Rescue): Необхідна для успішної віддаленої гібридизації з дикими родичами (*L. orientalis* або *L. nigricans*) з метою отримання нових джерел стійкості, які відсутні в культурних формах.

Організація селекційних розплідників. Селекційний цикл займає від 8 до 10 років і чітко структурований (табл. 1).

1. Організація селекційного процесу сочевиці.

Етап	Покоління	Ціль та Методика	Тривалість
1	F1	Гібридизація	1 рік
2	F2–F4	Гомозиготизація та добір. Індивідуальний добір за ВПНБ, стійкістю до вилягання. Провокаційний фон на хвороби.	3 роки
3	F5/L1	Розплідник попереднього випробування (РПВ). Перша кількісна оцінка врожаю та М1000 у невеликих ділянках (1-2 повтори).	1 рік
4	L6–L8	Конкурсне сортовипробування (КСВ). Багатофакторний статистичний аналіз врожайності, якості, ВОС-оцінка.	3 роки

Оцінка ВПНБ: Проводиться за дві фази: у фазу зелених бобів та у фазу повної стиглості. Вимірювання 20 випадкових рослин на ділянці. Сорти, що демонструють значне зниження ВПНБ від першої до другої фази, відбраковуються через схильність до вилягання. Оцінка стійкості до Аскохітозу: Для створення стандартизованого провокаційного фону використовується інструментальна інокуляція. Рослини обприскують суспензією спор (10^5 спор/мл) з наступним підтриманням високої вологості. Оцінка проводиться за 9-бальною шкалою (де 9 — максимальне ураження).

3.2. Селекційна програма чини (*Lathyrus sativus* L.)

Селекція чини є унікальною і найбільш соціально значущою серед зернобобових через проблему вмісту нейротоксину ODAР. Програма чини поєднує екстремальну селекцію на стресостійкість (виживання в найгірших умовах) та суворий біохімічний контроль на кожному етапі.

Пріоритетні напрямки та цільові ознаки. Токсикологічна безпека (Першочерговий пріоритет): Низький/Нульовий вміст ODAР (beta-N-оксаліл-L-alpha, beta-діамінопропіонової кислоти): Сорти повинні мати вміст ODAР менше 0,05 % від сухої маси насіння, що є міжнародно визнаним безпечним рівнем. Адаптивність (Екстремальна стійкість): Чина цінується за її здатність рости на маргінальних, бідних, кислих або навіть вторинно засолених ґрунтах. Посухостійкість: Селекція на максимальне збереження врожаю в умовах, коли інші зернобобові гинуть. Акцент на ефективність використання вологи у фазу вегетативного росту. Солестійкість: Добір генотипів, здатних витримувати середній рівень засолення ґрунту (наприклад, 4-8 dS/m). Стійкість до вилягання та детермінантний ріст: через схильність до вилягання, що ускладнює комбайнове збирання, селекція на компактний, кущовий тип та детермінантний ріст. Якість для кормів та продовольства: Високий вміст білка та хороша кормова цінність (для використання як зеленого корму чи сінажу).

Методичні підходи та інструменти. Індукований Мутагенез та Хімічний Скринінг: Мутагенез: Через обмежену природну мінливість за ознакою ODAР, найчастіше використовується індукований мутагенез (хімічний — EMS, або фізичний — гамма-опромінення) для створення нових мутантів з пригніченим синтезом токсину. Багаторічний Хімічний Скринінг: Це основна методика. У поколіннях M2, M3 та M4 тисячі індивідуальних рослин підлягають скринінгу за допомогою ВЕРХ (Високоєфективна рідинна хроматографія) або капілярного електрофорезу. Це дозволяє виявити та закріпити мутантні лінії з низьким ODAР. Необхідно підтверджувати низький

вміст ODAР протягом щонайменше трьох поколінь. Класична Селекція та Добір: Індивідуальний добір: Після ідентифікації низькотоксичних ліній, вони переходять у фазу чистої лінії, де ведеться добір за продуктивністю та архітектурою. Стрес-тестування: Проводиться Екологічне сортовипробування у найбільш посушливих регіонах. Сорти оцінюються не за максимальним, а за стабільним середнім урожаєм у стресових умовах.

2. Організація селекційних розплідників чини посівної

Етап	Метод	Ціль та Методика	Тривалість
1	Мутагенез/Гібридизація	Створення M1/F2.	3 роки
2	Скринінг M2/F3	Хімічний скринінг тисяч зразків на ODAР. Індивідуальний добір лише серед низькотоксичних ліній.	3 роки
3	РПВ	Первинне тестування врожайності та підтвердження безпеки.	1 рік
4	КСВ/ЕСВ	Комплексна оцінка, трирічне підтвердження низького ODAР, передача на держвипробування.	3 роки

3.3. Селекція квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.).

Селекційна програма зернової квасолі має критично важливе значення для продовольчої безпеки та експортного потенціалу. На відміну від спаржевих форм, тут пріоритет надається високій товарній якості насіння та комплексній стійкості до насіннєвих та системних хвороб, які можуть знизити врожайність і якість бобів.

Пріоритетні напрямки та цільові ознаки. Селекція зернової квасолі концентрується на трьох ключових блоках вимог:

1. Товарна якість насіння (Ринкові вимоги) Колір та форма: Сорти відбираються відповідно до попиту на ринку: біла квасоля (для консервування та європейського ринку), червона, чорна або ряба (для спеціалізованих ринків). Важливою є гомогенність (однорідність) кольору та форми в межах сорту. Маса 1000 насінин (M1000): Визначає товарну вартість. Селекція ведеться на середньо- та крупнонасінні типи (M1000 в діапазоні 300–600 г) залежно від кінцевого використання.

Кулінарні якості: Час розварювання: Коротка тривалість приготування є економічною перевагою. Селекція спрямована на зниження вмісту пектину та підвищення водопоглинання. "Твердість оболонки" (Hard-to-Cook феномен): Явище, коли насіння при зберіганні набуває жорсткості та погано розварюється. Селекція має на меті виділення ліній, толерантних до цього ефекту. Відсутність потемніння (Discoloration): Для білої квасолі критично важливе збереження яскраво-білого кольору оболонки при тривалому зберіганні, оскільки потемніння знижує її комерційну цінність. Ця ознака контролюється генетично.

2. Комплексна фітопатологічна стійкість. Квасоля є "ахіллесовою п'ятою" серед бобових через високу вразливість до патогенів, багато з яких передаються через насіння. Вірусні хвороби: Стійкість до Вірусу мозаїки квасолі (BSMV) та Вірусу мозаїки жовтої квасолі (BGYMV). Ключовий інструмент – інтрогресія І-гена (домінантний ген стійкості до BSMV) та рецесивних генів для стійкості до специфічних штамів. Бактеріози: Стійкість до звичайної квасолевої плямистості (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) та гало-бактеріозу (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*). Це полігенні ознаки, добір за якими вимагає складних провокаційних тестів. Антракноз (*Colletotrichum lindemuthianum*): Найбільш руйнівна грибова хвороба. Селекція спрямована на створення сортів із пірамідою генів (накопичення кількох R-генів стійкості, таких як Co-1, Co-2 тощо) для забезпечення довготривалої та широкоспектральної резистентності.

3. Агрономічні ознаки (Механізація та Врожайність) Кущовий тип росту (Тип I, II): Це обов'язкова вимога для зернової квасолі для забезпечення механізованого збирання. Сорт повинен мати компактну, вертикальну архітектуру, що мінімізує контакт бобів із ґрунтом (знижуючи ризик гниття) та забезпечує одночасне дозрівання. Детермінантний характер цвітіння: Одночасне дозрівання 80-90 % бобів є критичним для збирання в один прохід. Стійкість до розтріскування бобів: Зниження втрат урожаю через розтріскування бобів під час дозрівання в полі.

Методичні підходи та інструменти селекції

Молекулярно-генетичні методи (MAS та Геноміка): Для квасолі MAS є найбільш розвиненим інструментом. MAS для стійкості: Використання SNP- та SCAR-маркерів для експрес-скринінгу проростків на наявність I-гена та маркерів, зчеплених з генами стійкості до антракнозу. Це дозволяє вже в F2-F3 поколіннях відбракувати сприйнятливі рослини, що економить 3-4 роки польового випробування.

Геномна Селекція (GS): Застосовується для прогнозування складних, полігенних ознак, таких як врожайність та посухостійкість. Створення референсних геномів для комерційних типів квасолі покращує точність прогнозу.

ДН-технологія: Метод диплоїдних гаплоїдів використовується для прискореного отримання гомозиготних ліній з бажаним набором генів стійкості після гібридизації.

Фітопатологічне тестування (Провокаційний фон): Штучне зараження: Для антракнозу та бактеріозів обов'язковим є створення стандартизованого провокаційного фону. Для антракнозу використовують суміш спор найагресивніших рас патогена, яка наноситься на листя або проростки.

Інокуляція насіння: Для насінневих хвороб, які передаються через насіння (наприклад, віруси), насіння відбирається від заражених рослин. Це забезпечує тестування стійкості до вертикальної передачі інфекції.

Оцінка: Використовується 9-бальна шкала ураження, де стійкі сорти повинні мати індекс ураження не вище 5 балів.

Схема селекції зернової квасолі. Процес є тривалим і вимагає постійного лабораторного контролю: Схрещування та F1: Вибір батьківських форм. На цьому етапі може застосовуватися культура ізольованих зародків для подолання несумісності при схрещуванні з дикими видами (як донорами стійкості). F2 (Рік 2): Максимальне розщеплення. Масовий добір за фенотипом (тип куща, колір). Обов'язковий MAS-скринінг на І-ген. F3 - F6 (Рік 3-6): Індивідуальний добір чистих ліній. Щорічне тестування на стійкість у провокаційному фоні. Лабораторна оцінка M1000 та кольору.

РПС та КСВ (Рік 7-9): Конкурсне випробування найперспективніших гомозиготних ліній. Статистична оцінка врожайності, кулінарних якостей та повторне, більш жорстке, тестування на стійкість.

Головним викликом є збереження стійкості. Висока мінливість патогенів (зокрема антракнозу) швидко долає моногенну стійкість. Перспектива полягає у: пірамідингу генів (Gene Pyramiding): Створення сортів, які несуть 3-4 різних гени стійкості, що значно ускладнює патогену подолання захисту рослини. Селекція на підвищену поживну цінність: Збільшення вмісту заліза та цинку (біофортificaція), що є міжнародним трендом для підвищення харчової цінності квасолі.

Додаток.

Сорти зернобобових культур створені в ДУ Інститут зернових культур НААН та передані на державне сортовипробування і занесені до Реєстру.

№	Назва сорту	Культура	Рік реєстрації
1	Лінза	Сочевиця харчова	2007
2	Даринка	Сочевиця харчова	2019
3	Серпанок	Сочевиця харчова	2022
4	РЕД	Сочевиця харчова	2024
5	Зелевир	Сочевиця харчова	2024
6	Сподіванка	Чина посівна	2006
7	Іволга	Чина посівна	2016
8	Світанкова	Чина посівна	2022
9	Лігум	Чина посівна	2024
10	Несподіванка	Квасоля звичайна (зернова)	2010
11	Журавка	Квасоля звичайна (зернова)	2020
12	Горлиця	Квасоля звичайна (зернова)	2023

Література

1. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В., Адамчук В. В. [та ін.]. Особливості вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату в 2021 році (науково-практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро. 2021 р. 92 с.
2. Камінський І. В. Потенційна ємність внутрішнього ринку зернобобових культур в Україні Вісн. Сумськ. нац. аграрн. ун-ту. Серія «Фінанси і кредит». 2013. Вип. 1. С. 101–108.
3. Клиша А. І., Кулініч О. О., Корж З. В. Селекція зернобобових культур: ре-зультати і перспективи. Бюлетень інституту сільського господарства степо-вої зони НААН України. 2015. №8. С. 27-32.
4. Клиша А. І., Кулініч О. О. Елементи продуктивності у сочевиці та їх вплив на урожайність. Селекція і насінництво. Харків, 2005. №90. С. 268–274.
5. Клиша А. І., Кулініч О. О. Дослідження генів з контролювання забарвлення сім'ядолей у сорту сочевиці Петровська зеленозерна Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. №2. С. 24–26.
6. Особливості прояву господарсько-біологічних ознак квасолі звичайної (*Phaseolus Vulgaris* L.) в умовах Лісостепу Правобережного: Монографія / Мазур В. А., Дідур І.М., Мазур О. В., Мазур О. В. Вінниця: ТОВ "Друк", 2021. 256 с.
7. Солодушко В. П. Результати і перспективи селекції голозерних сортів вівса в умовах північного Степу України // Зернові культури. Дніпро. – 2021. Том 5 №1. С. 5–12.
8. Сухова Г. І. Вплив строків сівби на ріст, розвиток та формування врожаю сочевиці в умовах східної частини лісостепу України. Селекція і насінництво. 2014 р. № 106. С. 176–182.
9. Теоретичні основи селекції польових культур. Збірник наукових праць. Харків., ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2007. 400 с.
10. Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ: ТОВ «Роял принт», 2013, 48 с.

11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nation: FAOSTAT. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/> (дата звернення 03.09.2024 р.)
13. Kelly, J.D. Remaking bean plant architecture for efficient production // *Advances in Agronomy*.- 2000. -№71.- P. 109-143.
14. Kolkman, J.M. and Kelly, J.D. (2002), Agronomic Traits Affecting Resistance to White Mold in Common Bean // *Crop Science*. № 42. P. 693-699. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.6930>
15. Soltani, A., Bello, M., Mndolwa, E., Schroder, S., Moghaddam, S.M., Osorno, J.M., Miklas, P.N. and McClean, P.E. (2016), Targeted Analysis of Dry Bean Growth Habit: Interrelationship among Architectural, Phenological, and Yield Components. *Crop Science*.- 2016. № 56. P. 3005-3015. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.02.0119>
16. Hoyos-Villegas, V., E. M. Wright and J.D. Kelly. GGE biplot analysis of yield associations with root traits in a Mesoamerican bean diversity panel. *Crop Science*.- 2016. №. 56. P. 1081-1094. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.10.0609>
17. Erskine W., Muehlbauer Fred J., Sarker A., Sharma B. The lentil botany, production and uses. London: CAB International. 2009. 457 p. <https://doi.org/10.1079/9781845934873.0000>
18. Yadav, Shyam & Mcneil, David & Stevenson, Philip. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times. N.p. 2007. 461 p. 10.1007/978-1-4020-6313-8.
19. Subedi M., Lope G., Vandenberg A. Influence of Seed Coat Color Genes on Milling Qualities of Red Lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 10, No. 10. P. 88–97. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n10p88>
20. Shahin M. A., Symons, S. J., Wang N. Predicting dehulling efficiency of lentils based on seed size and shape characteristics measured with image analysis. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*. 2012. №4. P. 9–16.

Підписано до друку 8.11.2020 р.
Формат 60×84/16. Ум. Друк. Арк. 1,4
Наклад 50 прим.

Друкарський цех ДУ Інститут зернових культур НААН України
49009, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14
Тел. (0562) 36-26-18