

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В. Я. Юр'єва НААН

СЕЛЕКЦІЯ ГОРОХУ

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОБОРІВ
У ПЕРВИННИХ РОЗСАДНИКАХ**

(науково-методичні рекомендації)



Харків 2020

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В.Я. ЮР'ЄВА НААН

СЕЛЕКЦІЯ ГОРОХУ

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОБОРІВ
У ПЕРВИННИХ РОЗСАДНИКАХ**

(науково-методичні рекомендації)

Харків 2020

Рекомендації підготували:

Василенко А. О., Безуглий І. М., Безугла О. М., Шевченко Л. М.,
Кучеренко Є. Ю., Вус Н. О., Глянцев А. В., Штельма А. М..

Друкується за рішенням Вченої ради Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (протокол № 3 від 13.03.2020 р.)

Рецензенти:

Сгоров Дмитро Костянтинівич – завідувач лабораторії селекції і генетики жита озимого Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, доктор с.- г. н., с. н. с.

Гопцій Тетяна Іванівна – завідувач кафедри генетики, селекції і насінництва Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучасва, доктор с.-г. н., професор.

Ковалишина Ганна Миколаївна – професор кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор с.- г. н.

У методичних рекомендаціях висвітлено інформацію про ведення селекційного процесу та схеми добору при роботі з гібридними популяціями та селекційним матеріалом гороху. Запропоновано спосіб підвищення ефективності гібридизації гороху, показано дієві схеми отримання вихідного матеріалу із заданими властивостями. Описано особливості та переваги методів доборів і обмеження використання зазначених методів. Представлено схему проведення доборів у ранніх поколіннях гібридів і первинних розсадниках.

Методичні рекомендації можуть бути використані викладачами наукових закладів, науковцями, що займаються селекцією, генетикою та рослинництвом, а також можуть бути корисними для підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів-селекціонерів.

ЗМІСТ

Вступ	4
Метеорологічні умови, вихідний матеріал	5
Особливості селекції гороху при проведенні доборів у первинних розсадниках	11
Генетична основа селекційного процесу	18
Спосіб підвищення ефективності гібридизації гороху	21
Створення вихідного матеріалу з підвищеною якістю насіння	24
Оцінка на інфекційному фоні	30
Перелік літератури	39

ВСТУП

На теперішній час до вже класичних методів створення вихідного матеріалу в селекції рослин (гібридизації, мутагенезу та ін.) додалися біотехнологічні та молекулярні. Але вибір методу схрещування та підбір батьківських компонентів для схрещування і досі залишається ґрунтовною проблемою.

Вирішення багатьох традиційних і нових проблем у селекції може забезпечити відповідним чином проведена оцінка внутрішньовидового різноманіття сільськогосподарських рослин, що сконцентровано у генетичних банках світу, на основі якого можна створити вихідний матеріал для вирішення практично будь-якої проблеми з якою можуть зіштовхнутися селекціонери [1].

Разом з тим, селекція шляхом гібридизації має більше шансів на успіх, якщо буде виконано наступні умови: по-перше, визначено чітку мету, по-друге, підібрано батьківські компоненти, що відповідають меті, по-третє, застосування різних методів гібридизації і, четверте, опрацювання гібридної популяції відповідними методами [2, с. 127].

Використання як батьківських компонентів комерційних сортів є виправданим, так як створений генотип пройшов значний шлях від схрещування до визнання в якості сорту, тобто має велику перевагу перед іншими. В той же час, такі схрещування можуть призвести до генетичної вразливості [1]. За даними М. А. Вишняковой та ін., серед колекції гороху ВІР середземноморські зразки представлено головним чином комерційними сортами – з наявних 685 зразків 268 сортів надійшло з Франції – одного з світових лідерів виробництва гороху [3]. В Національному центрі генетичних ресурсів рослин України базова колекція генофонду виду *Pisum sativum* L. на 01.06.2018 р. налічує 2690 зразків, з них переважну частину, а це 1270 зразків, становлять селекційні сорти, з яких 229 зразків української селекції. [4].

Залучення до схем схрещування зразків з колекцій, що мають цінні ознаки у поєднанні з деякими негативними характеристиками, уповільнює селекційний процес через подолання небажаних ознак у потомків [5], а використання донорів за цінними ознаками може значно його пришвидшити [6].

У методичних рекомендаціях представлено узагальнену інформацію про порядок ведення селекційного процесу, окремих його напрямів та практичні результати лабораторії селекції зернобобових культур Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук (ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН).

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ І ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ

Найважливіша вимога, що висувається до перспективних та нових сортів всіх культур – здатність витримувати дію факторів середовища, що знижують продуктивність та врожайність [7]. Для створення адаптивних високоврожайних сортів, що є основним завданням для вітчизняних селекціонерів, на перший план виходить аналіз рівня стійкості до абіотичних факторів у вже створених сортів та вихідного матеріалу з метою подальшого корегування селекційних програм.

У деяких роботах показано, що при встановленні адаптивних властивостей сортів гороху різними методиками, одні й ті самі сорти мали протилежні характеристики, що підтверджує необхідність всебічної обробки матеріалів досліджень [8, 9]. У роботі Н.А. Коробовой та ін. було встановлено, що сорти із звичайним типом насіння, на відміну від насіння з ознакою стійкості до обсіпання, є більш урожайними, гомеостатичними та мають більшу селекційну цінність; сорти з вусатим типом листків більш чутливі до несприятливих умов вирощування, а продуктивнішими виявились сорти листочкового типу [8, 10].

Горох залишається чутливим до метеорологічних умов упродовж тривалого часу – від початку активного росту до наливу бобів [11 (с. 257)]. Л. В. Омелянюк та ін. зазначають що як значне перезволоження, так і відсутність опадів у період масового цвітіння та на початку утворення бобів в умовах південного лісостепу Омської області значно знижують потенціал культури [12]. О. В. Ложкина встановила, що на продуктивність впливають як сортові особливості та агроекологічні умови, так і умови зволоження впродовж усього періоду вегетації. Найбільш адаптованими в умовах південного лісостепу Омської області є зразки гороху середньостиглої

групи місцевої селекції із звичайним типом листків [13]. Висока посухостійкість місцевих сортів гороху, створених у Башкирському НІИСХ (передуральська степова зона), Б.К. Поповим пояснюється їхніми біологічними особливостями – прискореним темпом росту та накопиченням пластичних речовин при тривалому вегетаційному періоді [14].

Узагальнюючи літературні данні [8–10, 12, 13, 15, 16], можна зробити висновок, що найвищу продуктивність у певній зоні можна отримати саме від сортів і селекційного матеріалу місцевого походження, хоча іноді і зустрічаються сорти з широкою нормою реакції. Оцінка адаптивності не лише власного селекційного матеріалу, але й колекційного, дозволяє виділити цінні генотипи різного еколого-географічного походження, які в подальшому залучають до селекційного процесу [17]. Але при створенні нового селекційного матеріалу, залучення лише високопродуктивних зразків може призвести до втрати екологічної стабільності. І оскільки середні значення ознак та чутливість до середовища є відносно незалежними і генетично детермінуються самостійно, селекційну роботу на екологічну стабільність необхідно контролювати постійно [18].

Слід зауважити, що період вегетації культури гороху впродовж років досліджень 2006–2018 рр. відрізнявся нестабільним режимом опадів і різкими коливаннями температури повітря.

У таблиці 1 представлено дані гідротермічних умов вегетаційного періоду гороху з третьої декади квітня, травень та червень місяці, тобто період сходів, активної вегетації, цвітіння, наливу бобів і дозрівання.

Так, найменша Σt припадала на період вегетації в 2008 році – 1112,1°C, 2007 р. – 1160,7 °С та 2006 р – 1180,5 °С, при ΣP у 2008 році – 163,7 мм, у 2007 році $\Sigma P = 146,4$ мм, 2006 р.– 132,0. При цьому урожайність у 2008 році була найвищою – 4,31 т/га. Найбільшу Σt було зафіксовано в 2012 р. – 1502,5 °С, при $\Sigma P = 75,5$ мм при рівні врожайності 2,56 т/га, але найнижча врожайність за період дослідження була в 2006 р. – 0,91 т/га та 2013 р. – 1,42 т/га.

Таблиця 1 – Вплив метеорологічних умов на врожайність гороху

Рік	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	$\Sigma P, \text{мм}$	Урожайність,* т/га
2006	1180,5	132,0	0,91
2007	1160,7	146,4	2,67
2008	1112,1	163,7	4,31
2009	1213,9	64,7	1,88
2010	1342,1	92,0	1,76
2011	1288,0	212,2	2,28
2012	1502,5	75,5	2,56
2013	1493,3	97,1	1,42
2014	1332,3	237,8	1,68
2015	1328,8	157,9	1,92
2016	1276,6	181,6	1,84
2017	1403,4	65,4	2,41
2018	1417,9	65,1	1,87
Середнє	1322,6	129,95	2,22
Середнє багаторічне	1162,4	122,0	–
НІР ₀₅	–	–	0,68

Примітка. * – середня врожайність у досліді

При встановленні впливу ΣP на врожайність, ні візуально, ні статистично не виявлено суттєвої залежності. Наприклад, ΣP у 2011 році була 212,2 мм, а врожайність становила 2,28 т/га, а в 2012 р. та в 2017 р. ΣP в була 75,5 мм та 65,4 мм при більшому середньому рівні урожайності – 2,56 т/га та 2,41 т/га відповідно. Необхідно відмітити, що переважна частина опадів, особливо у період цвітіння і наливу насіння, випадала у вигляді короткочасних злив різної інтенсивності, що значно зменшувало їх цінність та ефективність.

Проведений статистичний аналіз підтвердив це незначним рівнем коефіцієнту кореляції між ΣP та врожайністю ($r = 0,09$). Неістотним з від'ємним значенням був і коефіцієнт кореляції між Σt та урожайністю ($r = -0,33$). Такий результат відрізняється від даних, отриманих нами раніше [19] і від даних інших авторів щодо більшого впливу на врожайність гороху саме температурного

режиму впродовж онтогенезу, хоча існує і цілком протилежна думка [11 (с. 257)].

Аналіз дат проведення посіву та проходження окремих фаз вегетації показав, що посів у всі роки досліджень проводили у квітні, а в залежності від умов року сходи отримували через 8–18 днів (табл. 2).

Таблиця 2 – Термін проходження окремих фаз вегетації рослин гороху.

Рік	Посів	Сходи	Цвітіння
2006	20–24.04	29.04–5.05	6.06–20.06
2007	19–23.04	30.04–2.05	28.05–2.06
2008	6–10.04	20–23.04	7–13.06
2009	9–12.04	21–25.04	1–7.06
2010	16–18.04	29.04–1.05	29.05–6.06
2011	22–24.04	4–5.04	2–10.06
2012	20–22.04	28–30.04	29.05–9.06
2013	21–23.04	1–3.05	30.05–9.06
2014	7–8.04	22–23.04	25–31.05
2015	15–16.04	29.04	2–8.06
2016	12–14.04	24–26.04	3–10.06
2017	10–12.04	28–30.04	4–10.06
2018	14–16.04	25–29.04	1–8.06

Фаза початку цвітіння припадала на першу декаду червня семи з 12 років досліджень, а в 2007 р., 2010 р., 2012–2014 р. цей період припав на третю декаду травня.

Період наливу бобів, враховуючи фізіологічні особливості культури гороху, розпочинається через сім–десять діб після початку цвітіння, при цьому рослина продовжує формувати нові квіти. За період досліджень практично кожного року, окрім означених вище років, початок періоду наливу припадав на другу декаду червня. Тобто впродовж кінця травня і практично весь червень рослини гороху перебували у фазі активного росту та процесі формування майбутнього врожаю. Будь-який вплив метеорологічних умов – різке підвищення або зниження температури повітря, від-

сутність чи надмірна кількість опадів негативно впливали на рівень урожайності.

Колекційний і гібридний розсадники висівали ручними сажалками із міжряддями 0,15 м та відстанню між насінинами у рядку 15 см.

Селекційний розсадник висівали касетною сівалкою СКС-6-10 трирядковими ділянками довжиною 1,5 м із міжряддями 22 см. Добір проводили візуально за морфологічними показниками.

Посів контрольного розсадника та сортовипробування здійснювали сівалкою «Клен»-1,5С з порційним апаратом за нормою висіву 1,2 млн. схожих насінин на 1 га. Площа ділянки у контрольному розсаднику 10 м², у сортовипробуванні – 20 м² у чотирьохкратному повторенні з рендомізованим розміщенням варіантів.

Основні роботи з вихідним матеріалом у колекційному, гібридному, селекційному розсадниках та контрольному сортовипробуванні представлено на рис. 1.

У колекційному розсаднику лабораторії селекції зернобобових культур IP ім. В.Я. Юр'єва НААН вивчають нові зразки, які отримують із Національного центру генетичних ресурсів рослин України або за програмами обміну з науковими установами та нові селекційні лінії власної селекції.

Оцінюють загальну продуктивність рослини (масу насіння з рослини), довжину стебла, кількість генеративних (продуктивних) та вегетативних вузлів, бобів і кількість насінин на рослині і кожному продуктивному вузлі, а також інші ознаки – стійкість до хвороб і до вилягання.

У представленій схемі наведено основні види робіт з гібридним і селекційним матеріалом. Але різноманіття спеціалізованих досліджень буде вимагати і відповідних методів, що будуть застосовані до вихідного і селекційного матеріалу на окремих етапах селекційного процесу.

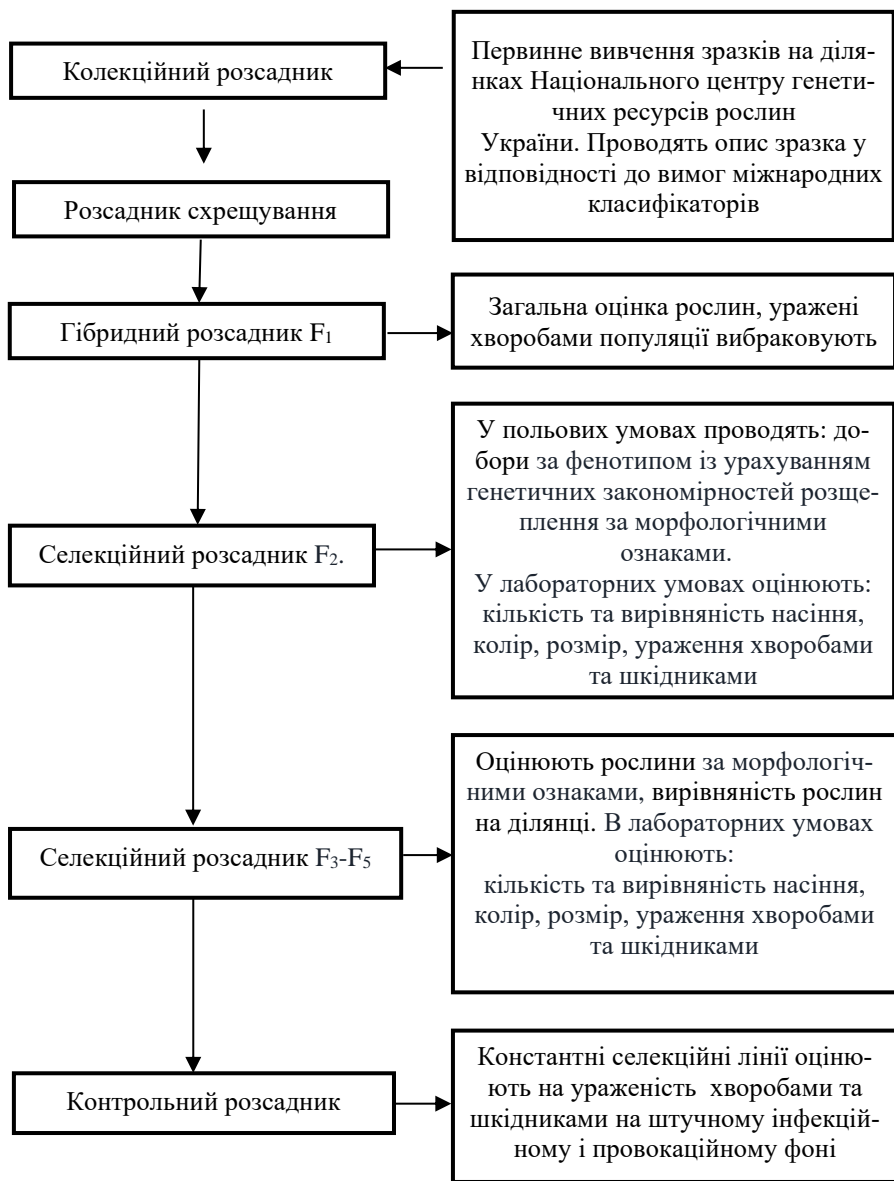


Рисунок 1 – Схема селекції гориху в первинних селекційних розсадниках в ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН

ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЇ ГОРОХУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОБОРІВ У ПЕРВИННИХ РОЗСАДНИКАХ

Новий сорт є засобом виробництва, який може суттєво підвищити обсяги отриманої продукції рослинництва. Але у процесі створення сортів існує небагато засобів підвищення ефективності саме селекційного процесу. Важливим і найбільш відповідальним етапом є застосування методів штучного добору в ранніх поколіннях гібридних популяцій.

Щодо методів добору, то безперечно метод педігрі є трудомістким, бо вимагає великої уваги та ретельності. Але саме цей метод має декілька переваг: можливість слідкувати за індивідуальним розвитком окремої рослини або потомства. По-друге, при окремому висіві рослин вже у F_1 - F_2 можна вибракувати всі погано розвинуті, хворі рослини. Вірогідність виділення цінних рослин зростає. Насамкінець, селекційний процес пришвидшується, бо добори цінних рослин розпочинають у ранніх поколіннях, на відміну від методу пересіву, де добори проводять у гібридних популяціях F_5 - F_6 та старших поколіннях. Для усунення недоліків методу пересіву застосовують балк-метод (за А. Hansel), що полягає у пересіві гібридної популяції до F_3 без проведення доборів, а з F_4 застосовують метод педігрі. До цих методів можна додати метод оцінювання врожайності у ранніх поколіннях (F_3 - F_5) [20, 21].

Ю. М. Полещук відмічає, що на початкових етапах селекційної роботи у Кам'яному степу (НДІСГ центрально-чорноземної зони ім. В. В. Докучаєва) широко і з успіхом використовували метод індивідуального добору із зразків світової колекції та місцевих зразків. Але в подальшому було впроваджено створення вихідного матеріалу шляхом гібридизації із застосуванням парних та складних схрещувань з наступним індивідуальним добром, починаючи із третього-четвертого гібридного покоління [22].

Вихідний матеріал для селекції гороху у Литовському інституті землеробства (у 60-х роках ХХ ст.) отримували методами міжсортowego схрещування, індивідуального та масового доборів. Добір проводили починаючи з першого покоління гібридів за тривалістю вегетаційного періоду та стійкістю до хвороб. У другому поколінні візуально оцінювали індивідуальну продуктивність ко-

жної рослини, розміри насінин, їхню вирівняність. У наступних поколіннях оцінювали сім'ї за морфологічними ознаками, бракування проводили перед збиранням [23].

Як зазначає А. М. Шевченко, основним методом селекції гороху є міжсортова гібридизація із наступним багаторазовим індивідуальним добором, який розпочинають із першого покоління гібридів [24, 25]. На думку А. Ф. Путинцева більшість районованих сортів гороху створено методом внутрішньосортової гібридизації, а формотворчі можливості цього методу є безмежними, у майбутньому він залишиться одним з основних методів створення вихідного матеріалу [26]. На Уладівсько-Люленецькій дослідній станції перевагу надавали не кількості комбінацій, а їх ретельному вивченню. У варіантах схрещування контрастних батьківських компонентів процес розщеплення був тривалим і відбувався до 5–6 і навіть до 10–12 покоління. Також застосовували багаторазовий індивідуальний добір, починаючи з другого гібридного покоління з наступною оцінкою потомств виділених генотипів. Але при цьому обсяг гетерогенної популяції повинен налічувати від 2 до 5 тис. рослин [27, 28, 29].

Для отримання нових сортів овочевого гороху методом міжсортової гібридизації добори проводять починаючи із F_{4-5} [30]. Для іншої бобової культури – нуту – в гібридних популяціях добори проводять застосовуючи багаторазовий індивідуальний метод із наступним окремим висівом насіння від кожної рослини до отримання константних потомств [31].

При застосуванні тільки методу внутрішньосортових доборів неможливим є підвищення вмісту білка в насінні гороху за короткий термін [32]. При проведенні доборів рослин вусатого типу у F_3 після кожного насичення отримали рослини із рівнем продуктивності на рівні та вище рекурентів і стандартів [33].

У селекції інших культур проблема доборів також є актуальною. В селекції рису доведено, що ефективний добір із ранніх поколінь гібридів буде більш успішним при значних відмінностях вихідних батьківських сортів за показником урожайності. А позитивна кореляція між потомствами F_1 , F_2 та F_3 вказує на доцільність доборів на врожайність за ознакою «кількість зерен у волоті» у гібридів ранніх поколінь [34, 35]. При селекції на крупнозер-

ність у проса проведення доборів у F_1 – F_2 не є результативними, оскільки ця ознака контролюється рецесивними аелями декількох генів. Ураховуючи це, а також той факт, що вірогідність доборів константних форм у ранніх поколіннях (F_1 – F_2) є невисокою через гетерозиготність гібридних популяцій, то виділення зразків з крупним насінням починають із F_3 [36]. За показниками успадкування та трансгресивного розщеплення проводять добори за продуктивною кущистістю, починаючи з F_2 – F_3 у комбінаціях від схрещування голозерних та плівчастих сортів ячменю, а за кількістю зерен у колосі і масою зерен з колосу – у більш пізніх поколіннях [37].

Питання про оптимальні умови для проведення доборів мають два аспекти: перший – це спосіб розміщення рослин у розсаднику добору, другий – умови вирощування у ньому рослин. Обидва аспекти найтіснішим чином пов'язані із проблемою вивчення міжгенотипової конкуренції, що супроводжує роботу селекціонера на ранніх етапах [38].

Проведені дослідження не показали перевагу методу педігрі перед методом пересіву в селекції ячменю: із гібридної популяції в обох випадках було відібрано менше 2% елітних рослин. У подальших дослідженнях було встановлено, що основною причиною низької ефективності добору в F_{3-4} є висока ступінь модифікаційної мінливості, де конкурентні відношення між рослинами становлять 50%, відмінність генотипів за пластичністю – 30%, рослини різних генотипів і зміна умов навколишнього середовища – по 10%. Тобто великого значення набуває розробка прийомів зменшення модифікаційної мінливості, чого можна досягти за допомогою висіву гібридних розсадників агрегатами точного висіву, або за рахунок загущених посівів [39].

При вивченні впливу мінливості кількісних ознак у гороху в залежності від розташування рослин на ділянках В. Н. Уваров дійшов висновку, що для короткостеблих та середньостеблих популяцій ефективність добору за ознаками кількість бобів та насінин на рослині, продуктивність та маса 1000 насінин буде вищою, якщо для оцінки брати рослини із середніх рядків ділянок [40]. При посіві гібридного і селекційного матеріалу гороху на дослідних ділянках лабораторії селекції гороху IP ім. В. Я. Юр'єва

НААН сівалкою СКС 6–10 були сформовані трирядкові ділянки довжиною 1,5 м із міжряддями 22 см, як зазначав П. М. Чекрыгін. Рослини гороху при такому способі посіву знаходяться практично в однакових умовах, що виключає конкуренцію і дозволяє проводити оцінки і бракували без урахування впливу крайового ефекту [41].

Наявність генотип-середовищної взаємодії у градієнті агро-екологічних факторів створює певні труднощі у прогнозуванні прояву ознак якості зерна озимої м'якої пшениці у потомствах, тому для отримання бажаного результату на ранніх етапах (F_2 – F_4) селекції потребує значного обсягу вихідного матеріалу [42].

У дослідженнях В. Л. Яковлева генотипова і екологічна конкуренція не впливала на такі ознаки гороху, як довжина стебла, кількість непродуктивних вузлів і бобів на продуктивний вузол. Ознака «маса 1000 насінин» зазнавала впливу лише екологічної конкуренції. Вплив ефекту конкуренції було виявлено у ознак «кількість продуктивних вузлів» і «кількість бобів на рослині», а ознаки «кількість насінин на рослині» і «кількість насінин у бобі», а також «маса насіння з рослини» зазнали найбільшого впливу [43].

Таким чином, питання про застосування методів добору та їхню ефективність, а також спосіб розміщення рослин у розсадниках і досі залишається актуальними для селекції багатьох культур.

При опрацюванні гібридної популяції самозапильної культури доцільно враховувати зміну її генетичної структури. По-перше, максимальний потенціал, тобто найбільше різноманіття при розщепленні, досягається у F_2 , а наступні покоління більшою чи меншою мірою будуть повторювати ознаки рослин F_2 . По-друге, гетерозиготність буде швидко зменшуватись, тому вірогідність розщеплення у потомстві окремих рослин, що відібрані у поколіннях F_2 – F_5 , стає все меншою. Це означає, що у ранніх поколіннях селекціонер цікавиться проявом індивідуальних характеристик рослини, а у більш пізніх – ознаками ліній та сімей [2].

У лабораторії селекції зернобобових культур добори у гібридному розсаднику гороху (рослини F_1 , схема схрещування $A \times B$) спрямовано на загальну оцінку комбінації – рівень розвитку рослин, загальну вирівняність гібридів та рівень ураження хво-

робами. Гібридні популяції з ураженими хворобами рослинами повністю вибраковуюють.

Більш ретельно проводять добори у F_1 з комбінацій за схемою ($F_1(A \times B) \times B$), де за батьківські компоненти (А чи В) один із зразків був листочкового типу, а інші – безлисточкового (вусатого) (рис. 2). У такому разі за умови спрямованості добору на отримання рослин безлисточкового типу, рослини добирають для селекційного розсадника, а решту пересівають для подальшого добору.



Рисунок 2. Приклад схеми складної гібридизації гороху.

Таким же чином з подібних комбінацій добирають рослини за наявності ознаки стійкості до обсипання (ген *df*), довжини стебла (ген *le*) та у випадках, коли бажана ознака детермінується моногенно.

За період 2007–2018 рр. відсоток відібраних з гібридного розсадника рослин становив у середньому 14,8%, з найменшим показником у 2014 році – 0,8 % і найвищим – 42,9 % у 2015 р. (табл. 3).

Низьку частку відібраних рослин у 2014 році було зумовлено вкрай високим пошкодженням рослин гороху попелицями і як наслідок – розповсюдженням вірусних хвороб. Тому у наступному 2015 році кількість номерів у гібридному розсаднику була найменшою, що є наслідком невеликого обсягу схрещувань, проведених у 2014 році.

У 2008 р. та 2012 р. склалися найбільш сприятливі гідротермічні умови для росту і розвитку рослин гороху, що і вплинуло на обсяги відібраних рослин – 32,9 % та 27,5 % з гібридного та

17,0 % та 21,2 % номерів з селекційного розсадника до контрольного відповідно.

Таким чином, гідротермічний режим періоду вегетації, поряд із генетичним впливом батьківських компонентів, також має значний вплив на реалізацію потенціалу гібридних рослин.

Таблиця 3 – Результативність селекції в первинних селекційних розсадниках у лабораторії селекції гороху

Рік	Гібридний розсадник				Селекційний розсадник		
	кількість номерів	кількість рослин F ₁	відібрано рослин F ₁	%	кількість ділянок (рослини F ₂₋₅)	відібрано номерів до контрольного розсадника	%
2007	345	36480	3611	9,9	6037	186	3,1
2008	204	17850	5871	32,9	2189	372	17,0
2009	243	36930	4274	11,6	6747	1121	16,6
2010	104	23670	3360	14,2	4704	690	14,7
2011	197	30660	2005	6,5	4767	710	14,9
2012	136	11150	3067	27,5	2118	450	21,2
2013	122	35830	1500	4,2	5169	219	4,2
2014	141	13610	113	0,8	2862	354	12,4
2015	34	2690	1155	42,9	5685	222	3,9
2016	96	11540	427	3,7	6923	712	10,3
2017	105	12680	1992	15,7	1720	251	14,6
2018	104	23730	1707	7,2	4745	370	7,8
Середнє	153	21402	2424	14,8	4472	471	11,7

Відібрані у F₁ рослини обмолочують і висівають у селекційному розсаднику, де проводять індивідуальні добори в залежності від напрямку селекції.

Як і у переважної більшості самозапильних культур, основні добори за індивідуальними показниками проводять у F₂.

Добори у F₂ проводять за фенотипом. Тому важливими стають знання генетичних закономірностей розщеплення за морфологічними ознаками, тривалістю вегетаційного періоду, стійкості до

хвороб, де слід відрізняти генетичну мінливість ознаки від модифікаційної. Найпоширенішим у селекції гороху індивідуальний добір з оцінкою за потомствами [44].

Успіх селекційної роботи методом гібридизації залежить від принципу бракування і добору в потомстві, що розщеплюється.

Основним методом роботи з гібридною популяцією гороху в лабораторії селекції зернобобових культур є індивідуальний добір з наступним оцінюванням потомства – метод педігрі. Великою перевагою індивідуального добору є можливість оцінки і порівняння відібраних рослини за їх потомствами на всіх етапах селекційного процесу. Сорти, що було створено індивідуальним методом, зберігають свої господарсько-біологічні ознаки тривалий час.

Добори рослин гороху у F_2 проводять ретельно, враховуючи рівень індивідуальної продуктивності кожної рослини та ураженість хворобами (див. рис. 1). Відібрані рослини обмолочують індивідуально, насіння оцінюють за кількістю, формою, кольором, ураженістю хворобами. Наступного року вже F_3 рослини оцінюють за потомством – вирівняністю рослин, тривалістю фаз вегетації. Під час збирання відбирають кращі потомства. Якщо потомство продуктивне, але розщеплюється, проводять додатковий добір і відібрані рослини знову пересівають із наступним бракуванням за потомством. У F_4 відбирають тільки константні високопродуктивні сім'ї, які обмолочують, оцінюють загальну кількість насіння і висівають у контрольному розсаднику.

Таким чином, застосування методу педігрі у селекції гороху, хоча і є тривалим та вимагає від селекціонера ретельності при проведенні оцінок, але дозволяє детально опрацювати гібридний матеріал на початкових етапах процесу, що, в свою чергу, підвищує результативність селекції.

ГЕНЕТИЧНА ОСНОВА СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ

Робота з картування генів роду *Pisum L.* розпочата Vilmorin and Bateson (1912) на початку ХХ сторіччя продовжується і дотепер, але за допомоги сучасних методів, що дозволяють не тільки ідентифікувати гени, але й вивчити їх взаємодію [45, 46]. На даний час відомо біля 1000 локусів *Pisum sativum L.*, з яких 300 ідентифіковано. Для 169 з них визначено приналежність до однієї із семи груп зчеплення. Більшість з них обумовлює розвиток якісних ознак, а безпосередній вплив на прояв цінних господарських ознак має суттєво менша кількість генів [47].

У результаті польових та лабораторних досліджень, проведених у лабораторії генетичних ресурсів зернобобових і круп'яних культур Національного центру генетичних ресурсів рослин України та в лабораторії селекції гороху ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН упродовж 1992–2013 рр. було ідентифіковано гени ознак гороху методами морфологічного опису та фенологічного аналізу колекційних зразків і сформовано генетичну колекцію *Pisum s.* [44, 48]. Сформована генетична колекція гороху налічує 600 зразків з ідентифікованими генами фенологічних (група стиглості), біохімічних (форма крохмальних гранул) та 20 морфологічних (дві ознаки рослини, три – стебла, три – листка, три – квітки, три – боба, шість – насіння) ознак із 99 рівнями їх прояву. Використання зразків світової колекції з ідентифікованими генами дозволить підвищити ефективність ведення селекційного процесу з традиційних (зернового, зерноукісного використання) та специфічних напрямів (створення сортів овочевого та технічного використання) [49].

Ознаки, з яких формується колекція: фенологічні (група стиглості); морфологічні, що несуть господарську цінність і такі, що є маркерними (наявність антоціанової пігментації та інтенсивність зеленого забарвлення рослини, наявність фасціації стебла, тип прилистка, наявність воскового нальоту, розмір квітки, забарвлення вінчика квітки, колір недозрілого бобу, ступінь вигину бобу, форма насінини і крохмальної гранули, колір рубчика).

Морфологічні ознаки мають для селекціонерів цінність як маркери при гібридизації (табл. 4). Наприклад, цінні агрономічні

ознаки – скорочені міжвузля, вусатий тип листа, наявність ознаки стійкості до обсипання насіння, форма насінини контролюються рецесивними генами, що дозволяє проводити добір у F₂ [11, 50].

Таблиця 4 – Генотипи, що детермінують важливі агрономічні ознаки [11, 50, 51].

Генотип	Ознака
<i>A-a</i>	антоціанова пігментація наявна, квітка має забарвлення від кремового до фіолетового кольору – антоціанова пігментація відсутня, квітка біла
<i>Af-af</i>	звичайний тип листка, листочковий – вусатий тип листа, безлисточковий
<i>a Pl - a pl</i>	інтенсивно чорне забарвлення рубчика – безбарвний рубчик
<i>Def-def</i>	після визрівання рубчик насінини відділяється від насінневої ніжки – спричиняє гіпертрофію тканини насінневої ніжки (наявність ознаки стійкості до обсипання насіння)
<i>Det-det</i>	індетермінантний тип росту – луганський тип детермінантності (фенотипово проявляється через утворення 1–2 продуктивних вузлів. З останнього вузла виходять 2 плодоноси. Точка росту відсутня)
<i>Fa Fas</i> або <i>fa Fas - fa fas</i>	звичайна форма стебла – фасційована форма стебла
<i>Fn Fna - Fn fna</i> або <i>fn Fna - fn fna</i>	одна квітка на плодоносі – дві квітки – три і більше квіток
<i>Le-le</i>	довгі міжвузля – короткі міжвузля
<i>N p v - n P V</i>	м'ясиста стулка, повна відсутність пергаментного шару (цукровий тип боба) – наявність пергаментного шару (луцильний тип боба)
<i>R - r</i>	гладенька поверхня насінини, округла форма – поверхня насінини зморшкувата, мозкове насіння
<i>R Rb - R rb - rRb / r rb</i>	гладенькі сім'ядолі і прості крохмальні гранули – зморшковаті сім'ядолі і прості крохмальні гранули – зморшковаті сім'ядолі і складні крохмальні гранули

Важливою агрономічною ознакою є довжина стебла гібридних рослин. Вона контролюється двома групами генів, одна з яких визначає довжину міжвузля, а інша – їхню кількість на стеблі. Модифікаційна мінливість ознаки висока і знаходиться в залежності від умов вирощування. Сучасні сорти гороху зернового напряму використання

мають недовге стебло до 100 см, овочевого – до 50–70 см. При цьому, незалежно від умов вирощування, рослини, що мають у генотипі домінуючий ген *Le*, відрізняються довгим стеблом із довгими міжвузлями, а носії рецесиву *le* мають недовге стебло та короткі міжвузля, що розташовані колінчасто, під кутом одне до одного [50].

При проведенні доборів враховують кількість вегетативних вузлів до першого продуктивного, що вказує на групу стиглості. Ця ознака є достатньо стабільною і в подальшому, при проведенні ідентифікації, є однією із сортовирізняльних.

Також оцінюють кількість продуктивних вузлів та кількість бобів на них. Якщо у рослин відсутня ознака обмеженого росту (*det* – детермінантність), то кількість продуктивних вузлів може бути до 8–10 шт. і більше. Але треба враховувати, що велика кількість продуктивних вузлів впливає на тривалість періоду дозрівання.

Багатоквітковість є цінною селекційною ознакою. Рослини, що є носіями рецесивних генів *fn fna* мають три і більше квітки на плодоносі. Повний прояв цієї ознаки краще спостерігати на перших двох – трьох продуктивних вузлах. Носії алелів *Fn Fna* мають лише одну квітку на плодоносі, а гетерозигота *Fn fna* або *fn Fna* обумовлює розвиток двох [51]. Тому вже у F₂ можна оцінити потенціал рослин за цією ознакою. Оцінюють не тільки кількість квіток на квітконосі, але й кількість сформованих повноцінних бобів, тобто співвідношення квітки : боби (продуктивність цвітіння).

Також оцінюють кількість насінин у бобі, особливо зручно це робити у сонячний день – подивитись на рослину проти сонця чи перевірити пальцями через стулки бобів. Важливою є і форма боба – бажаною є тупа верхівка і неширокі стулки для зернових сортів.

Взагалі, вимоги до відібраного матеріалу залежать суто від напрямів селекції і селекціонера, який спрямовує добір.

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІБРИДИЗАЦІЇ ГОРОХУ

Успіх селекційної роботи визначається як підбором батьківських пар для схрещувань, так і обсягами гібридизації. Для проведення схрещувань закладають розсадник гібридизації. Селекціонерами було розроблено різні способи закладки розсадника гібридизації. Академіком А. М. Шевченком запропоновано спосіб, який передбачає сівбу батьківських компонентів для схрещувань на окремих ділянках по 100 насінин кожного сорту з площею живлення 30×10 см [52]. Його значним недоліком є те, що строки цвітіння контрастних за тривалістю вегетаційного періоду зразків гороху не співпадають, що значно ускладнює схрещування. Інший рекомендований спосіб закладки розсадника гібридизації, при якому сівбу батьківських компонентів проводять впродовж 20 днів для зближення строків цвітіння, є дуже трудомістким і довготривалим [53]. Також обмежує обсяги гібридизації посуха під час вегетації гороху, яка спостерігається в умовах східного Лісостепу України через кожні 3–4 роки [54, 55]. В такі роки цвітіння рослин гороху триває не більше 5–6 діб.

Тривалий час, із 1944 до 1965 року, в лабораторії селекції зернобобових культур гібридизацію гороху проводили в селекційних розсадниках, а окремий розсадник схрещувань не закладали. В результаті цього щорічно нових гібридних комбінацій створювали мало, так як у кожній комбінації кастрували та запилювали не більше 20 квіток.

Перед співробітниками лабораторії селекції гороху ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН під керівництвом П. М. Чекригіна було поставлено задачу – подовжити період цвітіння зразків горох шляхом сівби у декілька строків з метою пролонгації терміну гібридизації та підвищення її ефективності.

Окремий розсадник схрещувань вперше було закладено у 1966 році, а схеми його посіву майже щорічно змінювали та вдосконалювали [56]. У нинішньому вигляді розсадник схрещування стали закладати із 1991 року.

Розсадник формується шляхом сівби кожного батьківського компонента на одній грядці у чотири строки, через кожні три доби

від оптимального (тобто через три, шість та дев'ять діб). На ділянку кожного строку висівають по три п'ятирядкові ділянки (у кожному рядку – 10 насінин), з площею живлення 15×15 см. Таким чином, кожного зразка висівають 12 ділянок, або 600 насінин (рис. 3).

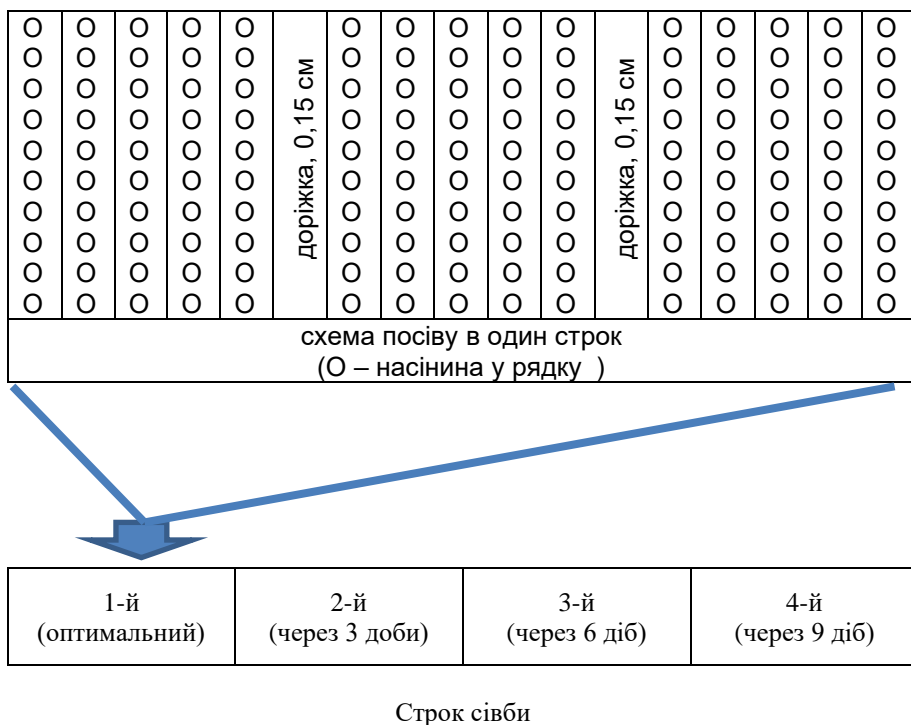


Рисунок 3. Схема висіву насінин у розсаднику схрещування в чотири строки посіву

Сівба в чотири строки дозволяє подовжити період цвітіння кожного зразка в сприятливі для росту і розвитку рослин гороху роки – на 12–15 діб, а у посушливі роки на 7–8 доби, тому проблеми з нестачею бутонів або квіток материнського або батьківського компоненту при такій схемі посіву розсадника схрещування зазвичай не буває. Це дозволяє проводити гібридизацію протягом тривалого часу (у сприятливі роки до чотирьох тижнів, у

вкрай несприятливі – до 7–10 діб) і збільшити її обсяги незалежно від погодних умов під час вегетації.

Розсадник схрещування став компактним полігоном, де на однакових за розміром ділянках у чотири строки висівають найбільш урожайні сорти, зразки та селекційні номери.

Звичайно, коли висівають останній строк, то на ділянках першого вже з'являються сходи, а коли на ділянках останнього починається цвітіння рослин, то на рослинах першого строку посіву вже утворюються боби. Це дозволяє оцінювати зразки в умовах конкретного року не тільки за висотою рослин, дружністю цвітіння, реакцією на умови конкретного року і пізній строк посіву, але й за кількістю бобів на плодоніжці та насінин, що зав'язалися у бобі. Така оцінка вносить відповідні, в більшості випадків суттєві корективи до плану схрещувань: із 80–120 висіяних зразків для схрещування щорічно беруть лише 15–20.

Така схема сівби розсадника схрещування дозволяє не тільки гарантовано щорічно отримувати в достатньо великому обсязі нові гібридні комбінації, але й більш обґрунтовано відбирати сорти для схрещування (табл. 5).

Таблиця 5 – Обсяги гібридизації гороху в ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Показник		Рік				
		2006	2007	2008	2009	2010
Кількість	прокастрованих і запилених квіток, шт.	19788	14711	20424	7639	18387
	бобів, шт.	12214	5674	12436	5393	10740
	зав'язів, %	62	39	61	71	58
Кількість гібридних насінин, шт.		37731	16301	42896	20547	31493

Метеорологічні умови звичайно впливають на обсяги гібридизації, але навіть у несприятливих для росту і розвитку рослин гороху погодних умовах (2006 р., 2007 р., 2009 р., 2010 р.) у лабораторії селекції гороху, завдяки розробленій схемі сівби гарантовано отримували гібридний матеріал. Так, якщо у 2008 році кількість гібридних насінин становила 42896 шт., то у 2006 та 2010

роках – 37731 та 31493. При цьому відсоток зав'язів був у 2008 році 61%, у 2006 та 2010 роках 62% та 58 % відповідно.

Розробку підтверджено патентом на корисну модель № 33483 – «Спосіб підвищення ефективності гібридизації гороху», вона використовується в лабораторії селекції зернобобових культур IP ім. В.Я. Юр'єва НААН. У процесі вдосконалення схеми сівби було створено різноманітний селекційний матеріал, на основі якого отримано понад сорока сортів гороху. В практичній селекції таку схему можна використовувати і на інших бобових культурах – сої, чині, квасолі, нуті.

СТВОРЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ГОРОХУ З ПОЛІПШЕНИМИ КУЛІНАРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НАСІННЯ

Ефективність використання донорів залежить від ступеню вивчення фізіолого-генетичної природи селекційно цінних ознак [1]. Так, у разі необхідності схрещування цінних за певною ознакою зразків, але не пристосованих до місцевих умов, проводять схрещування методом беккросів, що дозволяє зберегти основний тип і передати йому одну з бажаних ознак [57]. Безперервний (“сліпий”) беккрос застосовують при передачі ознаки, що успадковується моногенно і за його допомоги впродовж 4–5 років можна отримати сорти з бажаними ознаками. Таким шляхом було створено сорти Неручь та Норд [58, 59], дві серії практично ізогених ліній пшениці ярої за ознаками «короткостеблість» та «фотоперіодична чутливість» [1].

В інших випадках застосовують перерваний беккрос де схрещування чергують із самозапиленням, що дозволяє отримувати найцінніші для подальших схрещувань лінії. Неповний беккрос (1–2 схрещування з одним із батьківських компонентів) застосовують у тому випадку, коли обидва компоненти схрещування несуть різні цінні господарські ознаки, які бажано поєднати в майбутньому сорті, але один з них має цих ознак більше [60].

Успіх селекційної роботи з використанням методів гібридизації значно залежить від принципів бракування і добору в потомстві. Оскільки більша частина генів у рослин F₂ гороху вже знахо-

диться у гомозиготному стані, добір за найбільш простими ознаками можна розпочинати з F_2 . Найчастіше це ознаки стебла (простий тип чи фасційований, високе чи низьке), бобів (кількість на вузлі), насіння (колір сім'ядолів, форма і поверхня, розварюємість, якість продукції) [60, 61]. Проведені дослідження В. В. Кузя показали, що ступінь і частота трансгресій елементів продуктивності F_2 більшою мірою визначається генотипом батьківських компонентів гороху, ніж схемою схрещування [62]. В дослідженнях М. В. Решетнікова доведено ефективність використання за материнські компоненти при гібридизації зразків з вищими показниками якості насіння та продуктивності [63]. Але Н. М. Вербицкий зазначає, що найшвидшим методом створення нових високоврожайних сортів є ступінчасті схрещування вже добре відселектованих зразків та сортів, що отримані в результаті простих парних схрещувань [57].

Таким чином, враховуючи вибір методу схрещування та характеристики батьківських компонентів для схрещування, цілком очікуваним є створення селекційного матеріалу з запрограмованими властивостями в більш стислі терміни, що значно підвищує ефективність селекційного процесу.

За результатами попередніх досліджень два сорти – Харківський янтарний і Банан – є донорами за ознакою вміст білка і крохмалю, високих кулінарних якостей і продуктивності [63]. З метою підтвердження донорських властивостей цих сортів за означеними ознаками та створення селекційного матеріалу з поліпшеними кулінарними властивостями, нами у 2008–2010 рр. було реалізовано схему схрещувань, де за материнські компоненти використано сорт Харківський янтарний і сорт Банан, що відрізняється крупним сферичним насінням. За батьківські компоненти було взято високоврожайні сорти Камелот, Маскара, Мадонна, Царевич та Глянз із невисокими показниками кулінарної якості.

На частині гібридної популяції у потомствах F_2 та F_3 провели добори кращих рослин і подальше схрещування згідно плану.

В таблиці 6 представлено дані про вміст білка в насінні гібридних популяцій гороху та батьківських компонентів.

Таблиця 6 – Вміст білка у насінні гібридних популяцій гороху, %.

Комбінація, батьківський компонент	Вміст білка за роками					
	2010 р.		2011 р.			
	F ₂	± до ♂	F ₃	± до ♂	BC ₁ (F ₂)	± до ♂
Банан х Камелот	23,47	1,65	21,96	0,08	24,35	2,47
Харківський янтарний х Камелот	21,82	-0,11	22,64	0,76	22,37	0,49
Камелот	21,93	–	21,88	–	21,88	–
Банан х Маскара	23,73	1,54	23,01	1,26	24,30	2,55
Харківський янтарний х Маскара	23,19	1,00	22,46	-0,71	22,46	0,71
Маскара	22,19	–	21,75	–	21,75	–
Банан х Мадонна	23,32	2,57	23,58	1,94	22,98	1,34
Харківський янтарний х Мадонна	22,26	1,51	21,82	0,18	22,13	0,49
Мадонна	20,75	–	21,64	–	21,64	–
Банан х Царевич	21,38	-0,74	21,75	-0,48	21,75	-0,48
Харківський янтарний х Царевич	22,61	0,49	22,04	-0,19	22,17	-0,06
Царевич	22,12	–	22,23	–	22,23	–
Банан х Глянс	21,90	2,30	23,05	3,69	20,77	1,41
Харківський янтарний х Глянс	21,44	1,84	21,34	1,98	20,26	0,90
Глянс	19,60	–	19,36	–	19,36	–

Слід зауважити, що очікуваного підвищення вмісту білка в насінні не спостерігали лише в комбінації Банан х Царевич. Незначне зниження цього показника відбулось і в потомствах F₃ та BC₁ (F₂) у комбінації Харківський янтарний х Царевич, а також у F₂ Харківський янтарний х Камелот та F₃ Харківський янтарний х Маскара.

У 2013 році в контрольному розсаднику вже випробовували 15 ліній, отриманих у процесі індивідуальних доборів з гібридних популяцій.

У результаті проведених оцінок на вирівняність, стійкість до вилягання, врожайність та вміст білка, а також проведених доборів за формою насінини, кольором сім'ядолів, вирівняністю насіння було виділено чотири селекційні лінії СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот), СЛ 12-188 (Харківський янтарний х Камелот), СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара), СЛ 12-186 (В₁ (Банан х Царевич)) (табл. 7).

За умов вегетації в 2013 р. рівень урожайності ліній був нижчий від стандарту сорту Девіз, але у межах похибки і становив 0,76–0,95 т/га.

Таблиця 7 – Урожайність селекційних ліній гороху в контрольному розсаднику

Зразок	Урожайність, т/га			
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	середня
Девіз – стандарт	1,00	1,75	1,60	1,45
СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот)	0,95	1,93	2,22	1,70
СЛ 12-188 (Харківський янтарний х Камелот)	0,91	2,11	1,78	1,60
СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара)	0,76	2,17	2,09	1,67
СЛ 12-186 ВС ₁ (Банан х Царевич)	0,90	1,81	1,91	1,51
НІР ₀₅	0,18	0,30	0,17	–

У 2014 році лише лінії СЛ 12-188 та СЛ 12-199 істотно перевищили стандарт за врожайністю з показником 2,11 т/га та 2,17 т/га відповідно. В 2015 році всі лінії істотно перевищили стандарт за врожайністю. За роки дослідження найвищий рівень урожайності – 1,70 т/га був у селекційної лінії СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот).

Показники селекційних ліній за ознакою «вміст білка в насінні» за роки досліджень істотно перевищували стандарт сорт Девіз (табл. 8).

Таблиця 8 – Вміст білка в насінні селекційних ліній гороху в контрольному розсаднику.

Зразок	Вміст білка, %			
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	середнє
Девіз – стандарт	23,62	22,36	22,55	22,84
СЛ 12-191(Харківський янтарний х Камелот)	28,37	23,67	24,73	25,59
СЛ 12-188(Харківський янтарний х Камелот)	25,68	23,19	23,54	24,14
СЛ 12-199(Харківський янтарний х Маскара)	27,34	26,24	23,64	25,74
СЛ 12-186 (В ₁ (Банан х Царевич))	26,56	22,86	23,23	24,22
НІР ₀₅	0,34	0,34	0,44	–

Так, найвищим вміст білка в 2013 р. був у селекційної лінії СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот) і становив – 28,37 % при показнику стандарту сорту Девіз – 23,62 %. Також слід виділити селекційні лінії СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара) з високим середнім показником – 25,74 % та СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот) – 25,59 %.

При порівнянні середньої врожайності в 2013–2015 рр. селекційних ліній та батьківських компонентів Харківський янтарний, Камелот та Маскара було встановлено тенденцію до депресії відносно сортів Харківський янтарний (1,89 т/га) та Маскара (1,95 т/га) (табл. 9).

Також нижчим за урожайність сорту Царевич (1,65 т/га) був рівень цієї ознаки у селекційної лінії СЛ 12-186 (В₁ (Банан х Царевич)) – 1,51 т/га. Але у відсотковому значенні всі селекційні лінії перевищували показник стандарту сорту Девіз від 4% до 17%.

За вмістом білка в насінні в середньому за результатами, отриманими впродовж років досліджень усі лінії перевищили рівень стандарту сорту Девіз від 6 % (СЛ 12-188 (Харківський янта-

рний х Камелот) та СЛ 12-186 (В₁ (Банан х Царевич)) до 13 % (СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара)).

Таблиця 9 – Господарські показники зразків гороху,
2013–2015 рр.

Зразок	Урожайність, т/га		Вміст білка, %	
	середня	до стандарту, %	середній	до стандарту, %
Девіз – стандарт	1,45	100	22,84	100
СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот)	1,70	117	25,59	112
СЛ 12-188 (Харківський янтарний х Камелот)	1,60	110	24,14	106
СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара)	1,67	115	25,74	113
Харківський янтарний	1,89	130	24,07	105
Камелот	1,63	112	22,11	97
Маскара	1,95	134	23,15	101
СЛ 12-186 (В ₁ (Банан х Царевич))	1,51	104	24,22	106
Банан	–	–	26,25	115
Царевич	1,65	114	23,00	101
НІР ₀₅	0,11		0,94	

Слід зазначити, що вміст білка в насінні селекційних ліній СЛ 12-191 (Харківський янтарний х Камелот) та СЛ 12-199 (Харківський янтарний х Маскара) був вищим за рівень батьківських компонентів.

У селекційної лінії СЛ 12-186 (В₁ (Банан х Царевич)) вміст білка в насінні 24,22 % займав проміжне положення між батьківськими компонентами, а саме: був вищим за показник сорту Царевич (23,00 %), але нижчим, ніж у сорту Банан (26,25 %).

У подальших дослідженнях отриманий матеріал буде використаний з метою створення високопродуктивного сорту гороху харчового напрямку використання.

Сорти Харківський янтарний (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду № 1295 від 18.11.2014) та Банан (Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду № 1356 від 05.10.2015) зареєстровані у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України. Сорт Банан як донор за комплексом кулінарних властивостей (підвищеного вмісту білка, високої якості крупи та каші, крупності насіння), сорт Харківський янтарний – за комплексом господарських ознак.

Таким чином, прості схрещування та беккроси з донорами за певними ознаками дозволяють отримувати в стислі терміни селекційний матеріал з очікуваними господарськими властивостями, що значно підвищує ефективність селекційного процесу і дозволяє швидко реагувати на потреби ринку. При цьому саме робота із світовими ресурсами культури з пошуку джерел, установлення донорських властивостей і виділення гарантованих донорів за цінними господарськими ознаками є актуальною.

ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ШТУЧНОМУ ІНФЕКЦІЙНОМУ ФОНІ

Ефективність селекційних робіт, що спрямовані на створення стійких до хвороб та шкідників сортів, залежить від вивчення основних закономірностей, які визначають стійкість рослин, шляхів використання цієї ознаки в процесі селекції, прийомів підвищення хворобостійкості і створення у рослин індукованого імунітету. Основи теорії імунітету рослин було розроблено М. І. Вавиловим, який пов'язував його з генетичними особливостями рослин і спеціалізацією збудників. Т. Д. Страхов, спираючись на дані про вплив середовища на імунітет рослин, довів, що регулюванням умов живлення рослин можна впливати на їхні імунні властивості [64].

Імунітет рослин – це мінливий стан, обумовлений онтогенезом рослин і визначеним для кожного віку фізіологічним станом рослинних клітин та тісно пов'язаний з патогеном і навколишнім середовищем. Тому використання експрес-методів оцінки стійкості рослин до хвороб на початкових етапах їх розвитку дозволяє завчасно диференціювати матеріал і надати селекційному процесу більш спрямованого характеру [65].

Необхідною умовою при селекції на імунітет до шкідливих організмів є наявність джерел і донорів стійкості. Донори стійкості повинні мати високі господарсько-біологічні властивості, що можуть повною мірою задовольняти потреби селекції, зокрема мати високоефективні гени стійкості до домінуючих і потенційно небезпечних у регіоні майбутнього впровадження сорту рас, біотипів, штамів патогенів. Окрім цього, їхня стійкість не повинна бути зчепленою з небажаними ознаками, які негативно впливають на цінні господарські ознаки. При цьому таке складне біологічне явище як стійкість має добре успадковуватись, щоб її можна було легко контролювати в селекційному процесі [66].

Селекція на імунітет – безперервний процес, що передбачає постійну заміну сортів, які втратили стійкість внаслідок появи нових рас патогенів. Полігенну стійкість від моногенної можна відрізнити за фенотипом потомства, що розщеплюється. Якщо потомство від контрастних за стійкістю батьківських компонентів у першому (F_1) та другому (F_2) поколінні дає безперервний ряд різних за сприйнятливістю рослин, то стійкість, як правило, контролюється полігенами. Виявлення ознаки стійкості проводять в умовах, що забезпечують можливість контакту рослин з патогеном та сприяють його розвитку. За контроль використовують сприйнятливі зразки культури. Вони є індикаторами стану інфекційного фону та умов для розвитку патологічного процесу [67]. Успадкування найбільш цінних у господарському значенні кількісних ознак визначається умовами вирощування та генотиповими відмінностями батьківських компонентів. У залежності від комбінації схрещування характер успадкування основних цінних господарських ознак варіює від наддомінування до неповного домінування кращого з батьків [68].

Методи створення резистентних до кореневих гнилей сортів зернобобових культур є досить складними і недостатньо вивченими. Вони зведені до створення інфекційних та провокаційних фонів, розробці спеціальних лабораторних методів оцінки стійкості. При створенні штучного інфекційного фону фузаріозу дотримуються положення про те, що інокулом за своїм якісним складом повинен відповідати різноманіттю популяції патогена даної зони. Для цього відбирають найбільш розповсюджені (домінуючі) в популяції високопатогенні штами, які є основою інокулому, що

використовується для зараження рослин при оцінці стійкості зразків.

Методи створення штучних інфекційних фонів передбачають дослідження структури фітопатогенів і формування банків як широко розповсюджених, так і потенційно небезпечних штамів патогенів, напрацювання інокулюму і розробки методів його тривалого зберігання, способи зараження рослин і методи обліку стійких зразків, а також отримання потомства для залучення до наступного етапу селекційного процесу [69–71].

Польова фітопатологічна оцінка є важливою ланкою в селекційному процесі. Потенційну стійкість можливо виявити лише в умовах високого інфекційного фону, створеного штучно на основі патогенних популяцій збудників або в рік епіфітотії [72–75].

Особливості фітопатогенного комплексу та умови навколишнього середовища, особливо тривалість сприятливого для інокуляції періоду, призводять до варіювання рівня стійкості сортів за роками та в залежності від географічного місця вирощування [76, 77].

Достовірна оцінка стійкості селекційного матеріалу на інфекційному фоні значною мірою залежить від способів його створення. Насамперед, для зараження доцільно використовувати місцеві популяції збудників, в яких наявне все різноманіття форм патогенів, виділених з вирощуваних у даній зоні сортів. При вивченні великого набору зразків гороху найбільш надійним заходом є використання чистих культур збудників хвороб, що дозволяє накопичити необхідну кількість інфекції до певної фази розвитку культури.

Найбільш шкодочинними в умовах України є декілька видів недосконалих грибів роду *Fusarium* spp. та роду *Ascochyta*.

Оскільки гриби роду *Fusarium* – факультативні паразити, то для успішного ураження зразків необхідне велике інфекційне навантаження. За більшої кількості спор утворюється більше токсинів і ферментів, які долають захисні властивості рослини. Так як основним резерваторм інфекції кореневих гнилей є ґрунт, то інокулюм вносять саме в ґрунт. В основному – це чиста культура збудників хвороби, розмножена на поживному субстраті (стерилізоване зерно вівса, пшениці, гороху тощо), або подрібнені уражені грибом тканини рослин, завдяки чому досягають більш рівномір-

ного розподілу інфекції в ґрунті. Оптимальне інфекційне навантаження визначають дослідним шляхом. Іноді додаткову інфекцію в ґрунт не вносять, а, змінюючи умови, стимулюють дію інфекції, яка вже є в ґрунті (монокультура, зміна строків сівби, глибини загортання насіння, внесення надмірних доз азотних добрив, підвищення вологості і т. і.) [78, 79].

При появі нових видів є обов'язковим їх включення до складу інокулюму при створенні штучних інфекційних фонів [80]. При підготовці інфекційних фонів для перевірки стійкості до фузаріозу поряд з чистими культурами збудників поширеним є заорювання в ґрунт уражених рослинних решток. Окрім інфекційних фонів використовуються провокаційні фони. Останні створюються чергуванням при висіві сприйнятливих зразків та зразків, що вивчаються, зміненням строків і норм висіву насіння, доз добрив. Це дає змогу селекціонеру ефективно відбирати стійкі форми, але виявити потенціал стійкості відібраного ним зразка можливим лише за умови його штучного зараження [81, 82].

Стійкість рослин до факультативних патогенів типу фузаріозних грибів є полігенною. Гени, що її детермінують, важко контролювати, бо частина їх відповідає за основні функції, а частина – надає модифікуючу дію на ступінь прояву стійкості. Відносна висока стійкість до патогенів виникає в результаті взаємодії всіх алелів і є частиною загальної адаптивної стійкості рослин. Під адаптивною стійкістю розуміють загальну стійкість до всього комплексу несприятливих факторів середовища, так як виявити окрему істотну кореляцію між стійкістю до фузаріозу та іншими цінними господарськими властивостями до цього часу не вдалось [83].

Загибель рослин гороху від фузаріозного в'янення визначається сортовою реакцією, при цьому розвиток хвороби залежить від погодних умов [84, 85]. Симптоми захворювання проявляються вже на ранніх стадіях розвитку рослин, але максимальна загибель спостерігається в період цвітіння-плодоутворення [86]. Некротрофні патогени, що викликають ряд хвороб сільськогосподарських культур, є гетерогенними популяціями зі складним спектром механізмів зараження рослин. Саме це дає їм можливість заражати велику кількість рослин і визначає їхню широку спеціалізацію. Ці особливості є проблемами при селекції сортів на стійкість і спонукають до серйозних підходів щодо створення штуч-

них інфекційних фонів, а також обов'язкового планування програм селекції на стійкість [87].

Природні фони розвитку хвороб виникають не щорічно, тому вести селекцію на стійкість, тим більше групову, доцільно впродовж усього селекційного процесу. Однією з умов вдалої роботи є якість підготовленого інокулюму. Великого значення набуває доза інокулюму, особливо при селекції на полігенну стійкість. Так, велика доза інокулюму не дасть змоги виявити цей тип стійкості, тоді як мала його кількість не виявить істинну полігенну стійкість. Отже, доза інокулюму, що використовується для зараження селекційного матеріалу, стає вирішальним фактором. Кожна рослина має отримувати однакову його кількість [87].

У лабораторії імунітету рослин до хвороб та шкідників Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва ступінь ураження зразків збудниками хвороб на горосі визначають у польових умовах на штучних інфекційних фонах у період максимального розвитку хвороби з використанням відповідної шкали.

Для визначення інтенсивності ураження зразків кореневими гнилями викопують рослини з ділянки, відмивають корені від ґрунту та проводять облік. Ступінь ураженості рослин фузаріозними кореневими гнилями визначають за 5-бальною шкалою [88].

Фузаріозний інфекційний фон створюють внесенням у ґрунт під час висіву насіння зернобобових культур разом з інфікованим фузаріозом зерном вівса з розрахунку 100–150 г/м². Щорічно інфекційний потенціал збудника підсилюють додатковим внесенням культури гриба в ґрунт.

Виділяють гриби роду *Fusarium* spp. та роду *Ascochyta* з колекційних та селекційних зразків гороху, сої та квасолі. Об'єктами для виділення фузаріозів у чисту культуру є уражені частини рослин (корені, основа стебла, стулки бобів, насіння), зібрані впродовж вегетаційного періоду. Ізолюють гриби у чисту культуру з використанням загальноприйнятих методик, зокрема найбільш розповсюдженого в мікології методу вологих камер [89–92].

Для виділення чистих культур ізолятів збудників фузаріозних кореневих гнилей у полі відбирають рослини з характерними ознаками ураження. Після багаторазової промивки проточною водою з основи кореня та стебла нарізають відрізки довжиною 1,5–2,0 см, стерилізують в 96°етиловому спирті 1 хвилину, потім промивають 2–3 рази стерильною водою та в асептичних умовах

стерильним скальпелем на склі розрізають вздовж на дві половинки.

Потім розкладають у вологу камеру по 100 відрізків і переносять у термостат з контрольованими умовами (25–26 °С, вологість – 80 %). Через 2–3 доби на інфікованих відрізках розвивається міцелій гриба. В умовах стерильності препарувальною голкою міцелій переносять на живильне середовище (агаризоване картопляно-глюкозне середовище) та інкубують його згідно загальноприйнятих методик [91, 93].

Пробірки з культурою гриба розміщують у термостаті. Через два тижні ізоляти формують спори, за якими визначають види [94]. Видову належність встановлюють відповідно до загальноприйнятої систематики фузаріїв [95].

В умовах лабораторії визначають патогенність штамів фузаріозу і найбільш патогенні розмножують на зернах вівса. Овес є найбільш зручним у користуванні субстратом, оскільки його зерна не злипаються після стерилізації, легко струшуються, перемішуються і забезпечують рівномірне розповсюдження міцелію у субстраті.

Зерна вівса попередньо замочують на ніч для набубнявіння, потім розкладають у колби об'ємом 500 мл, заливають водою та стерилізують протягом 1 години в автоклаві ГК–100-2 під тиском 2 атмосфери. Після охолодження зерно струшують та в асептичних умовах у кожен колбу додають шматочок міцелію чистої культури гриба (або 1–2 мл спорової суспензії чистої культури гриба) і інкубують впродовж двох тижнів при температурі 22°С, періодично струшуючи. Через 15–20 діб усе насіння вівса вкривається щільно сплетеною грибницею.

Після цього вміст колби розсипають тонким шаром (до 3 см) на поліетиленову плівку, підсушують на повітрі і використовують для внесення в ґрунт при посіві [96].

Для створення штучного фону аскохітозу гороху інфіковані рослинні рештки та споровий матеріал, вирощений на штучному живильному середовищі, вносять на ділянки з проростками гороху у фазу повних сходів – цвітіння, бажано перед дощем [97].

У лабораторії імунітету рослин до хвороб та шкідників Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН постійно проводять оцінку на штучному інфекційному фоні перспективного селекційного матеріалу гороху другого та третього років вивчення конкур-

сного сортовипробування. Таким чином, ми отримуємо гарантовану оцінку стійкості до хвороб, незалежно від умов вирощування і природного розвитку хвороби, паралельно із проведенням оцінок за агрономічними ознаками безпосередньо на ділянках конкурсного сортовипробування.

У якості прикладу, наведемо результати досліджень стійкості селекційного матеріалу гороху на штучному інфекційному фоні впродовж 2014–2016 рр. Представлені роки досліджень були сприятливими для розвитку фузаріозної кореневої гнилі, аскохітозу та іржі, що дозволило провести імунологічну оцінку селекційного матеріалу гороху та виділити кращі лінії за стійкістю до даних хвороб. Так, рівень інфекційного фону фузаріозу був у межах від 50,0 % у 2016 році до 60,7 % у 2014 році, ураження аскохітозом було на рівні 50,0–75,0 % та іржою – 35,0–80,0 %, (рисунок 2). Отже, різні гідротермічні умови в роки досліджень під час періодів вегетації гороху дозволили виявити реакцію селекційних зразків на зараження місцевою популяцією збудників цих хвороб.

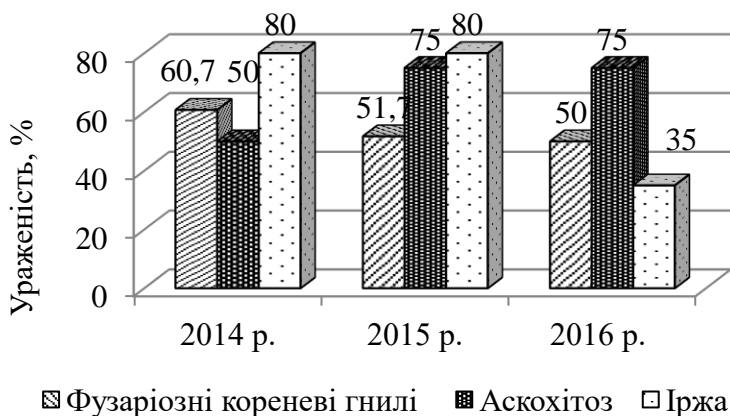


Рисунок 4. Рівень інфекційного фону хвороб гороху.

За даними трьох років вивчення виділено кращі зразки за стійкістю до фузаріозної кореневої гнилі, аскохітозу та іржі (табл. 10). За результатами випробувань селекційних зразків на інфекційному фоні виділено сім ліній гороху, стійких до ураження фузаріозною кореневою гниллю: СЛ 11-184, СЛ 10-132, СЛ 09-

84, СЛ 11-342, СЛ 11-289, СЛ 11-290-н та СЛ Камелот /Л 20-03-2. Інтенсивність ураження кореневої системи у цих зразків не перевищувала 25,0 %, що відповідає балу стійкості 7.

Таблиця 10 – Імунологічна характеристика селекційних зразків гороху (штучний інфекційний фон), 2014–2016 рр.

Зразки	Фузаріоз		Аскохітоз		Іржа	
	розвиток хвороби, %	стійкість, бал	ураженість, %	стійкість, бал	ураженість, %	стійкість, бал
Девіз	45,0	4	10	8	10	8
Оплот	46,2	4	5	8	10	8
Меценат	42,0	4	10	8	15	7
Царевич	38,3	5	10	8	5	8
СЛ 11-208	32,7	5	5	8	5	8
СЛ 11-161	45,8	4	5	8	5	8
СЛ 11-184	22,2	7	10	8	5	8
СЛ 10-1	36,6	5	5	8	5	8
СЛ 09-242	33,7	5	5	8	10	8
СЛ 10-132	25,0	7	25	7	5	8
СЛ 09-84	24,0	7	20	7	15	7
СЛ 11-342	17,8	7	20	7	25	5
СЛ 11-289	22,0	7	25	7	25	5
СЛ 11-290-н	24,3	7	15	7	20	7
СЛ Камелот /Л 20-03-2	23,9	7	20	7	10	8

За стійкістю до аскохітозу всі селекційні лінії сорти відносяться до групи стійких та високостійких – бал стійкості 7 та 8 відповідно.

Щодо стійкості даних зразків до ураження іржею, то за роки досліджень лише два з представлених віднесено до середньостійких – ураження на рівні 25 %, решта вивчених ліній були стійкими та високостійкими.

Так, за результатами проведених оцінок, у 2016 р. до Національного центру генетичних ресурсів рослин України було передано зразок гороху овочевого напряму використання СЛ 11-289,

який поєднує підвищений вміст цукрів у фазу технічної стиглості – 6,06% із підвищеною продуктивністю (4,8 г/з рослини), урожайністю (1,69 т/га), дрібнонасінністю (М 1000 – 91 г) та стійкістю до фузаріозу (7 балів).

Сорт гороху Оплот зареєстровано як еталон стійкості до аскохітозу для сортів з вусатим типом листка (бал стійкості 8–9 в умовах штучного зараження), урожайний (4,7 т/га), з високою виповненістю бобу (4,2 шт.), посухостійкий (7 балів), з підвищеним вмістом білка (22,59 %) (UD 0102351, свідоцтво № 1663 від 25.10.2017 р.)

Таким чином, із застосуванням штучних інфекційних фонів найбільш шкідливих хвороб гороху, існує можливість визначати рівень стійкості селекційного матеріалу незалежно від умов років вирощування та рівня розвитку хвороб. Такі оцінки дозволяють об'єктивно оцінити створений селекційний матеріал, корегувати селекційні програми і виділити перспективні лінії, які поєднують високу стійкість із комплексом цінних господарських ознак.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мережко А. Ф. Принципы поиска, создания доноров ценных признаков в селекции растений. Идентифицированный генофонд растений и селекция. С-Пб, 2005. С. 189–205.

2. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. М: Колос. 1972. 399 с.

3. Вишнякова М. А., Александрова Т. Г., Булынец С. В., Буравцева Т. В., Бурляева М. О., Егорова Г. П., Семенова Е. В., Сеферова И. В., Яньков И. И. Генетические ресурсы зернобобовых средиземноморья в коллекции ВИР: разнообразие и использование. Сельскохозяйственная биология. 2016. Том 51, №1, С. 31–45.

4. Кобизева Л. Н., Безугла О. М., Бірюкова О. В. Історія становлення та сьогодення лабораторії генетичних ресурсів зернобобових і круп'яних культур та результати досліджень НЦГРРУ. Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН: історія і сьогодення (1908–2018 рр.). Харків, 208. С. 54 – 71.

5. Костерин О. Э. Перспективы использования диких сорочидей в селекции гороха (*Pisum sativum* L.). Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 154–164.

6. Жученко А. А. Настоящее и будущее адаптивной идентификации и систематизации их генетических ресурсов. Сельскохозяйственная биология, 2012. №3. С. 3–19.

7. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур. 2016. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-adaptivnosti-v-selektcii-zernovyh-kultur>_(дата звернення: 15.01.2018)

8. Коробова Н. А., Козлов А. А., Пучкова Е. В. Адаптивный потенциал сортов зернового гороха. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/adaptivnyy-potentsial-sortov-zernovogo-goroha>_(дата звернення: 15.01.2018)

9. Катюк А. И., Зубов А. Е., Мадякин Е. В. Урожайность и экологическая пластичность сортов гороха разных морфотипов по периодам сортосмены. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/urozhaynost-i-ekologicheskaya-plastichnost-sortov-goroha-raznyh-morfotipov-po-periodam-sortosmeny>_(дата звернення: 15.01.2018)

10. Коробова Н. А., Козлов А. А., Коробов А. П., Пучкова Е. В. Экологическая пластичность и урожайность различных морфотипов гороха. 2016. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/ekologicheskaya-plastichnost-i-urozhaynost-razlichnyh-morfotipov-goroaha> (15.01.2018)

11. Макашева Р. Х. Горох. Зерновые бобовые культуры. Ленинград: «Колос», 1979. Том IV, ч. 1. 322 с.

12. Омелянюк Л. В., Асанов А. М. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СИБНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода. 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/produktivnost-obraztsov-zernobobovyh-kultur-sozdannyh-v-gnu-sibniish-v-zavisimosti-ot-pogodnyh-usloviy-vegetatsionnogo-perioda> (дата звернения: 15.01.2018)

13. Ложкина О. В. Агроэкологическая оценка образцов гороха в таежной зоне. 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroekologicheskaya-otsenka-obraztsov-goroaha-v-taehnoy-zone> (дата звернения: 15.01.2018)

14. Попов Б. К. Об относительной засухоустойчивости сортов гороха. 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/ob-otnositelnoy-zasuhoustoychivosti-sortov-zernovogo-goroaha> (дата звернения: 15.01.2018)

15. Присяжнюк О. І., Король Л. В. Оцінка адаптивних особливостей нових сортів гороху. 2014. URL: www.plant.gov.ua (дата звернення: 15.01.2018)

16. Лысенко А. А., Коробов А. П., Шапошникова Ю. В. Влияние погодных условий на урожайность сортов гороха в условиях Приазовской зоны Ростовской области. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-pogodnyh-usloviy-na-urozhaynost-sortov-goroaha-v-usloviyah-priazovskoy-zony-rostovskoy-oblasti> (дата звернения: 15.01.2018)

17. Василенко А. О. Оцінка селекційних ліній та колекційних зразків гороху за адаптивним потенціалом. Вісник ХНАУ. Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво". ХНАУ, 2011. С. 94–100.

18. Абросимова Т. Н., Фадеева А. Н. Адаптивная способность и селекционная ценность коллекции овощных сортов горо-

ха. 2015. URL: www.vegetable.ru/jour/article/view/92 DOI: 10.18619/2072-9146-2015-1-27-30 (дата звернення: 15.01.2018)

19. Василенко А. О., Безуглий І. М., Шевченко Л. Н., Штельма А. М., Ільченко Н. К. Абіотичні фактори і реалізація потенціалу сортів гороху. Селекція і насінництво. 2018. Вип. 113. С. 35–44.

20. URL: <http://agro-portal.su/pshenica/2085-metodika-izucheniya-gibridnyh-populyaciy.html> (дата звернення 12.02.2019).

21. Седловский А. И., Тюпина Л. Н., Кохметова А. М., Новохатин В. В., Баймагамбетова К. К. Повышение эффективности селекции пшеницы на продуктивность, качество и устойчивость с использованием нетрадиционных методов. Бюллетень Никитского ботанического сада. 2009. Вып. 99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-selektcii-pshenitsy-na-produktivnost-kachestvo-i-ustoychivost-s-ispolzovaniem-netraditsionnyh-metodov> (дата звернення 12.02.2019).

22. Полешук Ю. М. Методы селекционной работы по гороху и чине, применяемые НИИСХ Центрально-черноземной полосы им. В. В. Докучаева. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых культур. Орел. 1971. № 1. С. 36–38.

23. Будвитене В. П., Зажецкене К. П., Шакис М. Б. О методах селекции кормовых бобов, гороха и вики в Литовской ССР. Новое в методике селекции кормовых бобов, гороха и вики. М.: Сельхозиздат, 1963. С. 140–152.

24. Шевченко А. М. Методика селекции гороха. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых культур. Орел. 1971. № 1. С. 39–42.

25. Шевченко А. М. Исходный материал и результаты селекции высокоурожайных неосыпающихся сортов гороха укусного использования. Научн.-техн. бюл. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур. 1983. № 31. С. 8–12.

26. Путинцев А. Ф. О селекции гороха продовольственного. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур. 1974. № 9. С. 5–8.

27. Кулик Л. А. Состояние и перспективы развития селекционных работ по зерновым и зернобобовым культурам в сети Института сахарной свеклы. Направления и методы совершенствования селекции зерновых и зернобобовых культур. Киев. 1994. С. 7-13

28. Розвадовский А. М., Розвадовская Э. А., Кузь В. В. Методы и направления селекции гороха. Удосконалення методів селекції та насінництва зернових, зернобобових і круп'яних культур. Київ, 1997. С. 14–17.

29. Розвадовский А. М., Кузь В. В., Розвадовская Э. А. Шляхи підвищення ефективності селекції та насінництва гороху. Удосконалення методів селекції та насінництва зернових, зернобобових і круп'яних культур. Київ, 1997. С. 18–22.

30. Дрозд А. М. Итоги изучения и селекции овощного гороха. Труды Крымской опытно-селекционной станции ВИР. 1970. Том V. С. 51–73.

31. Балашов В. В., Куликов А. И. Селекция и семеноводство нута в Нижнем Поволжье. Селекция и семеноводство зернобобовых культур. Орел. ВНИИЗБК. 1986. С. 143–148.

32. Семейкин В. И. Результаты отборов по белковости в сорте гороха Рамонский 77. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых культур. 1972. № 3. С. 18–21.

33. Титенок Т. С. Повышение продуктивности гороха с уса-тым типом листа с помощью беккросов. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзный научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур. Орел. 1986. № 35. С. 28–31.

34. Костылев П. И., Попов С. С. Селекция риса на продуктивность с помощью отбора из гибридных поколений хорошо зерненных метелок. Научный журнал КубГАУ, 2016. №117(03), URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/selektsiya-risa-na-produktivnost-s-pomoschyu-otbora-iz-gibridnyh-pokoleniy-horosho-ozernyonnyh-metelok> (дата звернення 12.02.2019).

35. Костылев П. И., Попов С. С. Количество зерен в метелке риса как критерий отбора на урожайность. Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2016. № 1 (50), URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kolichestvo-zeren-v-metelke-risa-kak-kriteriy-otbora-na-urozhaynost> (дата звернення 12.02.2019)

36. Шукис Е. Р., Шукис С. К. Отбор по крупности семян проса посевного на ранних этапах селекционного процесса. 2018. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/5-2018/05-2018-04-1209/> (дата звернення 12.02.2019).

37. Чернова Е. В. Наследование признаков продуктивности у гибридов плёнчатых и голозёрных сортов ячменя. Автореф. ... канд. с-х. наук. 06.01.05 селекция и семеноводство С.-Петербург. 2008. 17 с. URL:<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-5881/2006/0354-58810602015P.pdf> (дата звернення 12.02.2019).

38. URL: <http://www.dissercat.com/content/effektivnost-otbora-v-rannikh-pokoleniyakh-gibridov-gorokha> (дата звернення 12.02.2019).

39. Манзюк В. Т. Розробка та удосконалення методів і засобів селекції ярого ячменю. Удосконалення методів селекції та насінництва зернових, зернобобових і круп'яних культур. Київ, 1997. С. 62–68.

40. Уваров В. Н. Изменчивость количественных признаков растений гороха в делянке. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзный научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур. 1978. № 23. С. 33–36.

41. Чекрыгин П. М. Рациональная схема размещения номеров гороха в гибридном и селекционном питомниках. Удосконалення методів селекції та насінництва зернових, зернобобових і круп'яних культур. Київ, 1997. С. 61–62.

42. Орлюк А. П., Жужа В. А. Оценка качества зерна озимой мягкой пшеницы на ранних этапах селекции. *Selekcija i Semenarstvo – Plant breeding and seed production*. 2006. Vol. XIII, No. 1–2. str. 15–21, Novi Sad. URL:<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-5881/2006/0354-58810602015P.pdf> (дата звернення 12.02.2019).

43. Яковлев В. Л. Эффективность отбора в ранних поколениях гибридов гороха. Автореф. ... канд с-х. наук. 06.01.05 селекция и семеноводство. Ленинград, 1964. 18 с.

44. Сердюк В. П. Генофонд гороха – резерв исходного материала для различных направлений селекции. Генетические ресурсы культурных растений: Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции.

Тезисы докладов Международной научно-практической конференции (13–16 ноября 2001 г.). СПб.: ВИР, 2001. С. 419.

45. Зотиков В. И. Селекция зернобобовых и крупяных культур – основные направления и перспективы. Вестник ОрелГАУ. 2006. № 2–3; С. 33–35.

46. Swiecicki W. K., Wolko B., Weeden N. F. Mendel's genetics, the *Pisum* genome and pea breeding. 100 Years of Genetics for Plant Breeding – Mendel, Meiosis and Marker (MCC-2000). March 7-10, Brno, Czech Republic, 2000. P. 65–76.

47. Вавилов Н. И. Избранные сочинения. Генетика и селекция: Монография. М.: Колос, 1966. С. 176–225.

48. Мережко О. Ф. Роль генетических ресурсов в современной селекции растений. Генетические ресурсы культурных растений: Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции (13–16 ноября 2001 г.). СПб.: ВИР, 2001. С. 353.

49. Безугла О. М., Василенко А. О., Кобизева Л. Н., Безуглий I. М. Генетична колекція гороху (*Pisum sativum* L.). Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 104–121.

50. Макашева Р. Х. Горох. Л.: Колос. 1973. 311 с.

51. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые. Л.: Агропромиздат. 1990. 287 с.

52. Шевченко А. М. Методические указания по селекции гороха на устойчивость к осыпанию семян. М., 1981. 11 с.

53. Чекрыгин П. М. Унифицированные методики ведения селекционного процесса по зерновым, зернобобовым и крупяным культурам (горох): метод. указания. Харьков, 1975. С. 51–57.

54. Чекрыгин П. М. Направления и методы селекции гороха в условиях восточной Лесостепи Украины. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в России в рыночных условиях: материалы конференции, посвященной возрождению Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции 12–14 июня 2000 г. Орел. Москва: Издательство «ЭкоНива», 2001. С. 166–169.

55. Чекригін П. М. Досягнення та перспективи селекції гороху. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Київ: Логос, 2001. Т. 3. С. 145–150.

56. Чекрыгин П. М. Особенности методики и результаты селекции гороха в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева УААН. Селекція і насінництво. 2005. Вип. 90. С. 97–118.

57. Вербицкий В. Н. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Лугань, 1992. 259 с.

58. Соболев Н. А. Наследование содержания белка в семенах гороха. Актуальные вопросы селекции сортов зернобобовых культур интенсивного типа. Орел: ВНИИЗБК. 1983. С. 52–54.

59. Семейкин В. И. Наследование содержания белка в реципрокных гибридах гороха. Бюллетень научно-технической информации ВНИИЗБК. 1974. №8. С. 32–37.

60. Будин К. З. Селекция растений в Скандинавских странах. Л.: Колос, 1979. 216 с.

61. Брежнев А. А., Шмараев Г. Е. Селекция растений в США. М.: Колос, 1976. 252 с.

62. Кузь В. В. Ефективність складних схрещувань у створенні вихідного матеріалу в селекції гороху (*Pisum sativum* L.): дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Кузь Василь Володимирович. Київ, 2003. 18 с.

63. Решетников М. В. Селекційна цінність вихідного матеріалу для створення сортів гороху з поліпшеною якістю зерна в Східному Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Решетников Михайло Володимирович. Харків, 2001. 307 с.

64. Дорожкин Н. А., Неофитова В. К., Бельская С. И. Методы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням. Мн.: Наука и техника, 1982. 216 с.

65. Ситнік І. Д. Стійкість нових сортів озимого ріпака до головних хвороб в правобережній частині Лісостепу України: автореф. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.11 «Фітопатологія» К. 1999. 16 с.

66. Євтушенко М. Д., Лісовий М. П., Пантелєєв В. К., Слюсаренко О. М. Імунітет рослин. За ред. М. П. Лісового. К.: Колос, 2004. 304 с.

67. Помазков Ю. И. Иммуниет растений к болезням и вредителям. Учебное пособие. М.: УДН, 1990. 80 с.

68. Курлович Б.С., Репьев С. И., Щелко Л. Г., Буданова В. И., Петрова М. В. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль). Теоретические основы селекции растений. СПб.: ВНИИР, 1995. 438 с.

69. Лісовий М. П., Лісова Г. М. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів в селекції на стійкість. Захист і карантин рослин. К. 2004. Вип. 50. С. 41-51.

70. Лесовой М. П., Парфенюк А. И. Методические подходы к применению искусственных инфекционных фондов патогенов для создания устойчивых к заболеваниям сортов сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственная биология. 1990. № 3. С. 35-43.

71. Лесовой М. П. Теоретические и методические основы генетической защиты сортов и гибридов от вредных организмов. Вісник аграрної науки. 1996. № 1. С 22-27.

72. Балашова Н. Н., Вэдэнеску С. Н. Болезни овощного гороха. Защита растений. 1978. № 8. С. 55-56.

73. Анохина Т. В. Оценка устойчивости гороха к фузариозной корневой гнили. Первая всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям: научные материалы. Санкт-Петербург, 2002. С.166.

74. Шевченко А. М., Кирпичева Т. С. К селекции гороха на устойчивость к корневым гнилям. Селекция и семеноводство. 1986. № 3. С. 24-26.

75. Рябуха С. С. Реакція сортів гороху на ураження фузаріозом. Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали конференції молодих вчених-ботаніків України (20-23 серп. 2001 р.). Нац. природ. парк «Деснянсько-Старогутський». Ніжин, 2001. С. 101-102.

76. Miedaner T. Reinbrecht C., Schilling A. G. Association among aggressiveness, fungal colonization and mycotoxin production of 26 isolates of *Fusarium graminearum* in winter rye head blight. Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 2000. Bd 107. P. 124-134.

77. Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U., Schollenberger M., Geiger H. H. Effects of genotype and genotype x environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale and wheat. Plant Breeding. 2001. Vol. 120. P. 97-105.

78. Котова В. В., Цветкова Н. А. Роль высокого агрофона в подавлении корневых гнилей зернобобовых культур. Агротехнический метод защиты полевых культур. М.: Колос, 1981. С. 101–104.

79. Лучина Н. П., Полканова Т. П., Сергеенко М. И. Селекция кормового люпина на устойчивость к фузариозному увяданию в БССР. Земледелие и растениеводство в БССР. 1981. Вып. 24. С. 81–84.

80. Чернобай Л. М., Черняева І. М., Петренкова В. П. Використання закономірностей прояву стійкості кукурудзи до фузариозної гнилі стебла в селекції на адаптивний потенціал. Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур : зб. тез міжн. симп. (7–9 лип. 2004 р.). УААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2004. С. 146–147.

81. Овчинникова А. М., Поливанова Т. А., Кантерина Н. Ф. Состояние и перспективы селекции зернобобовых культур на устойчивость к болезням и вредителям. Эффективность научных исследований по генетике и селекции зернобобовых культур. Орел, 1978. С. 51–56.

82. Чернобай Л. М., Петренкова В. П., Фаррахова М. О. Використання штучного інфекційного фону до фузариозної стеблової гнилі в селекції кукурудзи на стійкість. Селекція і насінництво. 2007. Вип. 94. С. 52–65.

83. Ключковская Е. А. Основные компоненты устойчивости к фузариозным грибам. Методы биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. СГИ. Одесса, 1992. С. 81–89.

84. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые; под общим рук. В. И. Кравченко. ВАСХНИЛ. Л.: Агропромиздат, 1990. 287 с.

85. Яньков И. И. Фузариоз гороха и оценка образцов зернового использования из коллекции ВИР на устойчивость в Тамбовской области. Бюллетень ВНИИР им. И. И. Вавилова. 1981. Вып. 107. С. 5–10.

86. Ларионова Л. И., Азарова Е. Ф., Наумкина Т. С., Анохина Т. В. Структура популяции *Fusarium oxysporum f. pisi* – основного патогена корневых гнилей гороха. Вопросы физиологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. «Орелиздат», 2001. С. 233–235.

87. Лісовий М. П., Лісова Г. М., Лісовий М. П. Методичні основи створення штучних інфекційних фонів патогенів в селекції на стійкість. Захист і карантин рослин. 2004. Вип. 50. С. 41–51.

88. Голубев А. А., Никитина К. В. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням. Л.: ВИР, 1976. 127 с.

89. Наумов Н. А. Методы микологических и фитопатологических исследований Л., 1937. 370 с.

90. Клейн Р. М. Клейн Д. Т. Методы исследований растений. М., 1974. 340 с.

91. Билай В. И. Основы общей микологии. К.: Высшая школа, 1989. 250 с.

92. Овчинникова А. М., Андрюхина Р. М. Методические указания по изучению устойчивости гороха к аскохитозу. Орел: ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 1980. 27 с.

93. Подкина Д. В. Способ создания инфекционных фондов для оценки селекционного материала сои на устойчивость к основным болезням с применением пленкообразующих веществ. Методические указания. Краснодар, 1989. 20 с.

94. Ларионова Л. И., Азарова Е. Ф. Экспресс-метод оценки устойчивости гороха к фузариозной корневой гнили. Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Сборник научных трудов. Орел, 2004. С. 247–251.

95. Билай В. И. Фузариоз. К.: Наукова думка, 1977. 442 с.

96. Куниченко Н. А., Балашова Н. Н. Бактериоз овощной фасоли в условиях Молдавии. Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка конструктивных мер борьбы с бактериальными болезнями растений: тез. докл. М., 1980. С. 95–96.

97. Овчинникова А. М., Андрюхина Р. М. Методические указания по изучению устойчивости гороха к аскохитозу. сост. Орел: ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 1980. 27 с.

СЕЛЕКЦІЯ ГОРОХУ

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОБОРІВ У ПЕРВИННИХ РОЗСАДНИКАХ

(науково-методичні рекомендації)

