

ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЇ ГОРОХУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОБОРІВ У ПЕРВИННИХ РОЗСАДНИКАХ

Василенко А.О., Безуглий І.М., Шевченко Л.М., Штельма А.М., Глянцев А.В.
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Україна

Представлено результати проведення доборів у первинних розсадниках методом педігрі. Показано, що гідротермічний режим періоду вегетації має значний вплив на реалізацію потенціалу гібридних рослин. Застосування методу педігрі із урахуванням генетичних закономірностей розщеплення за морфологічними та агрономічними ознаками дозволяє детально опрацювати гібридний матеріал на початкових етапах процесу, що, в свою чергу, підвищує результативність селекції.

Ключові слова: горох, селекція, добір, раннє покоління, гібридна популяція, генетичний контроль ознаки, продуктивність.

Вступ. 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.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Щодо методів добору, то безперечно метод педігрі є трудомістким, так як 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 уже у F_1 – F_2 можна вибракувати всі погано розвинуті, хворі рослини. Вірогідність виділення цінних рослин зростає. І останнє, селекційний процес пришвидшується, так як 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) [1, 2].

Полещук Ю.М. 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 створення вихідного матеріалу проводили шляхом гібридизації із застосуванням парних та складних схрещувань з наступним індивідуальним добором з F_3 – F_4 [3].

Вихідний матеріал для селекції гороху у Литовському інституті землеробства (у 60-х роках ХХ ст.) отримували методами міжсортного схрещування, індивідуального та масового доборів. Добір проводили, починаючи із першого покоління гібридів, за тривалістю вегетаційного періоду та стійкості до хвороб. У другому поколінні візуально оцінювали індивідуальну продуктивність кожної рослини, розміри насінин, вирівняність насіння. В наступних поколіннях оцінювали сім'ї за морфологічними ознаками і бракування проводили перед збиранням [4].

Як зазначає Шевченко А.М., основним методом селекції гороху є міжсортна гібридизація із наступним багаторазовим індивідуальним добором, починаючи із першого покоління гібридів [5, 6]. На думку Путинцева А.Ф. більшість районованих сортів гороху

створено методом внутрішньосортової гібридизації, а формотворні можливості цього методу є безкраїми, і у майбутньому він залишиться одним з основних методів створення вихідного матеріалу [7]. На Уладівсько-Люленецькій дослідній станції перевагу надавали не кількості комбінацій, а їх ретельному вивченню. І якщо для схрещування було використано контрастні батьківські компоненти, то процес розщеплення був тривалим і відбувався до 5–6 і навіть до 10–12 покоління. Також застосовують багаторазовий індивідуальний добір, починаючи з другого гібридного покоління з наступною оцінкою потомства виділених генотипів. Але при цьому обсяг гетерогенної популяції повинен налічувати від 2 до 5 тис. рослин [8, 9, 10].

Для отримання нових сортів овочевого гороху методом межсортової гібридизації завершуючі добори проводять, починаючи із F_{4-5} покоління [11]. Для іншої бобової культури – нуту – в гібридних популяціях добори проводили методом багаторазового індивідуального добору з наступним окремим висівом насіння від кожної рослини до отримання практично константного потомства [12].

При застосуванні саме методу внутрішньосортових доборів збільшити вміст білка в насінні гороху за короткий термін є неможливим [13]. А при проведенні доборів рослин вусатого типу у F_3 після кожного насичення отримали рослини із рівнем продуктивності до і вище рівня рекурентів і стандартів [14].

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 розходженнях вихідних батьківських сортів за показником урожайності. А позитивна кореляція між потомствами F_1 , F_2 та F_3 вказує на доцільність доборів за врожайністю за ознакою «кількість зерен у волоті» у гібридів ранніх поколінь [15, 16]. При селекції на крупнозерність у проса проведення доборів у F_1 – F_2 не є результативним, оскільки крупнозерність контролюється рецесивними алелями декількох генів. Враховуючи 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 [17]. За показниками успадковування та трансгресивного розщеплення проводять добори за продуктивною кустистістю, 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 старших поколіннях [18].

Питання про найбільш оптимальні умови для проведення доборів має 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 [19].

Проведені дослідження (1962–1968 рр.) не показали перевагу методу педігрі перед методом пересіву в селекції ячменю, було відібрано менше 2 % елітних рослин із гібридної популяції в обох випадках. У подальших дослідженнях було встановлено, що основною причиною низької ефективності добору в F_{3-4} є високий ступінь модифікаційної мінливості, де конкурентні відношення між рослинами становлять 50 %, розрізнення генотипів за пластичністю – 30 %, рослини різних генотипів і зміна умов навколишнього середовища – по 10 %. Тобто важливого значення набуває розробка прийомів зменшення модифікаційної мінливості, чого можна досягти за допомогою висіву гібридних розсадників агрегатами точного висіву, або за рахунок загущених посівів [20]. При вивченні впливу мінливості кількісних ознак у гороху в залежності від розташування рослин на ділянках Уваров В.Н. 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 [21]. Як зазначив П.М. Чекригін, при посіві гібридного і селекційного матеріалу сівалкою СКС 6–10 формуються трирядкові ділянки довжиною 1,5 м із міжряддями 22 см. Рослини гороху при такому способі посіву знаходяться практично в однакових умовах, що виключає конкуренцію і дозволяє проводити оцінки і браковки без урахування впливу крайового ефекту [22].

Наявність генотип-середовищної взаємодії у градієнті агроєкологічних факторів створює певні труднощі у прогнозуванні прояву ознак якості зерна озимої м'якої пшениці у потомствах і для отримання бажаного результату на ранніх етапах (F_2 – F_4) селекції необхідно вирощувати значний обсяг вихідного матеріалу [23]. В дослідженнях Яковлева В.Л. 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 [24].

Таким чином, питання про застосування методів добору, їх ефективності та способу розміщення рослин у розсадниках і досі залишається актуальними для селекції багатьох культур.

Мета роботи полягала у встановленні ефективності методів доборів, що були застосовані у селекційному процесі шляхом узагальнення багаторічного практичного досвіду.

Матеріал і методи. Вихідний матеріал було вирощено в первинних селекційних розсадниках (гібридний розсадник, селекційний розсадник) лабораторії селекції гороху. Дослідження проведено в 2007–2018 рр.

Гібридний розсадник у роки досліджень висівали ручними саджалками із міжряддям 0,15 м та відстанню в рядку між насінинами 0,12 см. Селекційний розсадник висівали сівалкою СКС 6–10 трирядковими ділянками із довжиною рядка 1,5 м і міжряддями 22 см.

Слід зауважити, що в роки досліджень умови вегетації гороху відрізнялися нестабільним режимом опадів та різкими коливаннями температури повітря. В таблиці 1 представлено дані гідротермічного режиму вегетаційного періоду гороху з третьої декади квітня, травень та червень, тобто період сходів, активної вегетації, цвітіння, наливу бобів і дозрівання. Лише у 2008 році склалися найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин гороху впродовж усіх фаз вегетації, що і відобразилось на загальній урожайності.

Таблиця 1

Метеорологічні показники вегетаційного періоду гороху, 2007–2018 рр.

Рік	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	$\Sigma P, \text{мм}$	Урожайність, т/га
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	–

Обговорення результатів. При опрацюванні гібридної популяції самозапильної культури слід постійно пам'ятати про зміни її генетичної структури. По-перше, слід враховувати те, що максимальний потенціал схрещування (тобто найбільше різноманіття форм, які вищеплюються) досягається у F_2 , наступні покоління у більшому чи меншому ступені будуть повторювати ознаки рослин F_2 . По-друге, гетерозиготність буде швидко зменшуватись, тому

вірогідність розщеплення у потомстві окремих рослин, що відібрані у поколіннях F₂-F₅ стає все меншою. Це означає, що у ранніх поколіннях селекціонер цікавиться проявом індивідуальних характеристик рослини, а у більш пізніх – ознаками ліній та сімей [25].

Слід зауважити, що в лабораторії селекції зернобобових культур добори у гібридному розсаднику гороху (рослини F₁, схема схрещування A × B) спрямовано на загальну оцінку комбінації – рівень розвитку рослин, загальна вирівняність гібридів та рівень ураження хворобами. Гібридні популяції з ураженими хворобами рослинами повністю вибраковують.

Більш ретельно проводять добори у F₁ з комбінацій за схемою (F₁(A × B) × B), де в якості батьківських компонентів (A чи B) один із зразків був листочкового типу, а інші – безлисточкового (вусатого). У такому разі за умови спрямованості добору на отримання рослин безлисточкового типу рослини такого типу добирають для селекційного розсадника, а решту пересівають для подальшого добору (рис. 1). Таким же чином з подібних комбінацій добирають рослини за наявністю ознаки стійкості до обсипання (ген *df*), довжини стебла (ген *le*) та у випадках, коли бажана ознака обумовлюється детермінується моногенно.



Рисунок 1. Схема складної гібридизації гороху.

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. 2).

Таблиця 2

Обсяги первинних селекційних розсадників 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
Серед- нє	153	21402	2424	14,8	4472	471	11,7

Слід зауважити, що 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 невеликих обсягів проведених у 2014 році схрещувань.

У 2008 р. та у 2012 р. склалися найбільш сприятливі гідротермічні умови для росту і розвитку рослин гороху, що і відобразилось на обсягах 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 також має значний вплив на реалізацію потенціалу гібридних рослин поряд із генетичним впливом батьківських компонентів.

Як і у переважній більшості самозапильних культур, основні добори за індивідуальними показниками проводять у F_2 . Відібрані у F_1 рослини обмолочують і висівають у селекційному розсаднику, де проводять індивідуальні добори в залежності від напрямку селекції.

Добори у F_2 проводять за фенотипом. Тому важливими стають знання генетичних закономірностей розщеплення за морфологічними ознаками, тривалістю вегетаційного періоду, стійкості до хвороб, де слід відрізнити генетичну мінливість ознаки від модифікаційної. Найбільш широко застосовують у селекції гороху індивідуальний добір з оцінкою за потомствами [26].

Успіх селекційної роботи за використання методу гібридизації залежить від принципу бракування і добору у 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 рослин за їх потомствами на всіх етапах селекційного процесу. Сорти, що було створено індивідуальним методом, зберігають свої господарсько-біологічні ознаки достатньо довго. Добори рослин гороху у F_2 проводять ретельно, враховуючи рівень індивідуальної продуктивності кожної рослини, ураженість хворобами (рис. 2).

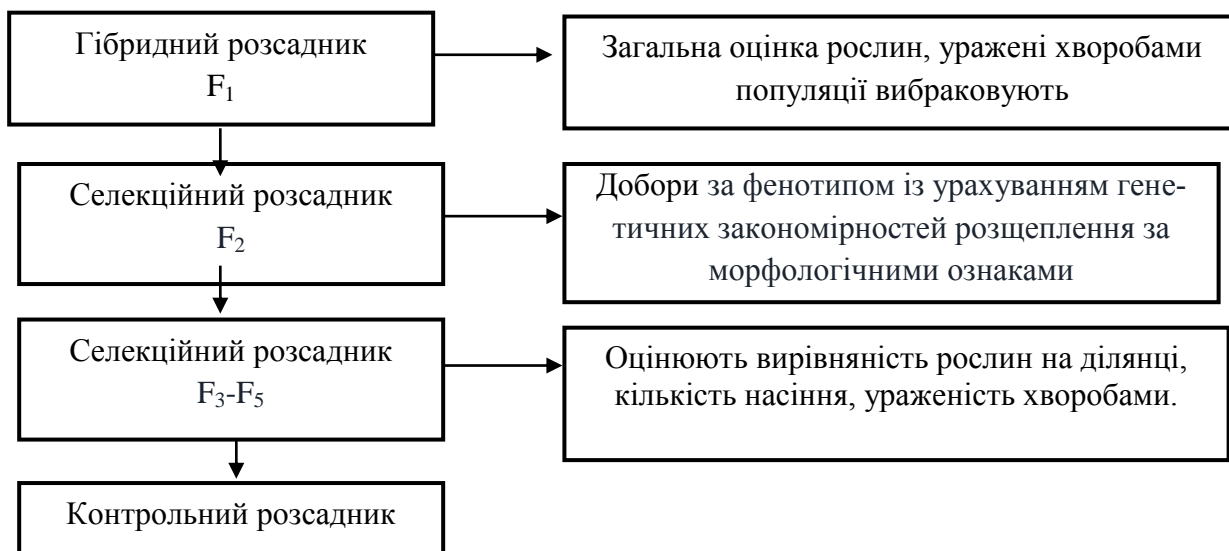


Рисунок 2. Схема селекції гороху в первинних селекційних розсадниках.

Важливою агрономічною ознакою є довжина стебла отриманих гібридних рослин. Сучасні сорти гороху зернового напрямку використання мають недовге стебло до 100 см, для сортів овочевого напрямку використання до 50–60 см. Довжина стебла – ознака, що піддається значній модифікаційній мінливості. 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 [27].

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 апробації є однією із сортових.

Також оцінюють кількість продуктивних вузлів та кількість бобів на них. Якщо у рослин відсутня ознака обмеженого росту (детермінантність), то кількість продуктивних вузлів може бути до 8–10 шт. Але слід враховувати, що така велика кількість продуктивних вузлів впливає на тривалість періоду дозрівання, тому дуже часто у верхніх сформованих вузлах боби відсутні. Таким чином, слід звертати увагу не лише на кількість продуктивних вузлів, але і на кількість бобів на вузлах.

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 [28]. Тому вже у F₂ можна оцінити потенціал рослин за цією ознакою.

Також оцінюють кількість насінин в 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 та селекціонера, що спрямовує добір.

Відібрані рослини обмолочують індивідуально, насіння оцінюють за кількістю, формою, кольором, ураженістю хворобами. Наступного року висівають відібрані у F₃ рослини які 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 F₄ відбирають тільки вирівняні високопродуктивні сім'ї, які обмолочують, оцінюють загальну кількість насіння і висівають у контрольному розсаднику.

Висновки. Застосування методу педігрі у селекції гороху, хоча і вимагає від селекціонера більшого часу і ретельності на проведенні оцінок, але дозволяє детально опрацювати гібридний матеріал на початкових етапах процесу, що, в свою чергу, підвищує результативність селекції.

Список використаних джерел

1. URL: <http://agro-portal.su/pshenica/2085-metodika-izucheniya-gibridnyh-populyaciy.html> (дата звернення 12.02.2019).
2. 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-selekcii-pshenitsy-na-produktivnost-kachestvo-i-ustoychivost-s-ispolzovaniem-netraditsionnyh-metodov> (дата звернення 12.02.2019).
3. Полещук 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. 1971. № 1. С. 36–38.
4. 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.
5. Шевченко А.М. Методика селекции гороха. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых культур. 1971. № 1. С. 39–42.
6. Шевченко А.М. Исходный материал и результаты селекции высокоурожайных неосыпающихся сортов гороха укосного использования. Научн.-техн. бюл. Всесоюзного

- научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур. 1983. № 31. С. 8–12.
7. Путинцев А.Ф. О селекции гороха продовольственного. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзного научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур. , 1974. № 9. С. 5–8.
 8. 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.
 9. 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.
 10. Розвадовський А.М., Кузь В.В., Розвадовська Е.А. Шляхи підвищення ефективності селекції та насінництва гороху. Удосконалення методів селекції та насінництва зернових, зернобобових і круп'яних культур. Київ, 1997. С. 18–22.
 11. Дрозд А.М. Итоги изучения и селекции овощного гороха. Труды Крымской опытно-селекционной станции ВИР. 1970. Том V. С. 51–73.
 12. Балашов В.В., Куликов А.И. Селекция и семеноводство нута в Нижнем Поволжье. Селекция и семеноводство зернобобовых культур. Орел: ВНИИЗБК, 1986. С. 143–148.
 13. 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.
 14. Титенок Т.С. Повышение продуктивности гороха с усатым типом листа с помощью беккросов. Бюл. научн.-техн. информ. Всесоюзный научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур. 1986. № 35. С. 28–31.
 15. Костылев П.И. Попов С.С. Селекция риса на продуктивность с помощью отбора из гибридных поколений хорошо зерненных метелок. Научный журнал КубГАУ, №117(03), 2016. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/seleksiya-risa-na-produktivnost-s-pomoschyu-otbora-iz-gibridnyh-pokoleniy-horosho-ozernyonnyh-metelok> (дата звернення 12.02.2019).
 16. 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).
 17. 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).
 18. 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.
 19. URL: <http://www.dissercat.com/content/effektivnost-otbora-v-rannikh-pokoleniyakh-gibridov-gorokha> (дата звернення 12.02.2019).
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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. P. 15–21.

24. 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.
25. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. М.: Колос, 1972. 399 с.
26. Брежнев А.А., Шмараев Г.Е. Селекция растений в США. М.: Колос, 1976. 252 с.
27. Макашева Р.Х. Горох. Л.: Колос, 1973. 311 с.
28. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые. Л.: Агропромиздат, 1990. 287 с.

References

1. URL: <http://agro-portal.su/pshenica/2085-metodika-izucheniya-gibridnyh-populyaciy.html>.
2. Sedlovskiy AI, Tiupina LN, Kokhmetova AM, Novokhatin VV, Bajmagambetova KK. Enhancement in the efficiency of wheat breeding for productivity, quality and resistance using non-traditional methods. *Bulleten Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2009; 99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-selekcii-pshenitsy-na-produktivnost-kachestvo-i-ustoychivost-s-ispolzovaniem-netraditsionnyh-metodov>.
3. Poleshchuk YuM. Pea and vetchling breeding methods used by the V.V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black Soil Belt. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1971; 1: 36–38.
4. Budvitene VP, Zazhetskene KP, Shakis MB. On fodder bean, pea and vetch breeding methods in the Lithuanian SSR. *News in fodder bean, pea and vetch breeding methods*. Moscow: Selkhozizdat, 1963. P. 140–152.
5. Shevchenko AM. Pea breeding methods. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1971; 1: 39–42.
6. Shevchenko AM Starting material and results of the breeding of high-yielding and non-shedding mowed pea varieties. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1983; 31: 8–12.
7. Putintsev AF. On food pea breeding. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1974; 9: 5–8.
8. Kulik LA. The state and prospects of the development of the cereal and grain legume breeding in the network of the Institute of Sugar Beet. *Trends and methods for the improvement of the cereal and grain legume breeding*. Kyiv, 1994. С. 7-13.
9. Rozvadovskiy AM, Rozvadovskaia EA, Kuz VV. Methods of and trends in pea breeding. Improvement of cereal, grain legume and groats crop breeding methods. Kyiv, 1997. P. 14–17.
10. Rozvadovskiy AM, Kuz VV, Rozvadovskaia EA. Ways to increase the effectiveness of pea breeding and seed production. Improvement of cereal, grain legume and groats crop breeding methods. Kyiv, 1997. P. 18–22.
11. Drozd AM. Results of studies and breeding on vegetable pea. *Trudy Krymskoy opytno-selektsyonnoy stantsyi VIR*. 1970; V: 51–73.
12. Balashov VV, Kulikov AI. Chickpea breeding and seed production in the Lower Volga region. *Grain legume breeding and seed production*. Orel: VNIIZBK, 1986. P. 143–148.
13. Semejkin VI. Results of selections for protein content in pea cultivar Ramon 77. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1972; 3: 18–21.
14. Titenok TS. Increase in the leafless pea productivity via backcrosses. *Bulleten naucno-tekhnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur*. 1986; 35: 28–31.
15. Kostylev PI, Popov SS. Rice breeding for productivity by selection from hybrid generations of panicles with great numbers of kernels. *Nauchnyi zhurnal KubGAU*. 2016; 17(03). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/selektsiya-risa-na-produktivnost-s-pomoschyu-otbora-iz-gibridnyh-pokoleniy-horosho-ozernyonyh-metelok>.
16. Kostylev PI, Popov SS. The grain number per rice panicle as a selection criterion for yield capacity. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2016; 1(50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kolichestvo-zeren-v-metelke-risa-kak-kriteriy-otbora-na-urozhaynost>.
17. Shchukis ER, Shchukis SK. Selection of common millet for large seeds at the early stages of the breeding process. 2018. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/5-2018/05-2018-04-1209/>.

18. Chernova EV. Inheritance of productivity traits in hybrids of chaffy and naked barley cultivars. [dissertation]. Sankt-Peterburg, 2008.
19. URL: <http://www.dissercat.com/content/effektivnost-otbora-v-rannikh-pokoleniyakh-gibridov-gorokha>.
20. Manziuk VT. Development and improvement of spring barley breeding methods and techniques. Improvement of cereal, grain legume and groats crop breeding methods. Kyiv, 1997. С. 62–68.
21. Uvarov VN. Variability of quantitative characteristics of pea plants in a plot. Bulletin naučno-tehnicheskoy informatsii Vsesoyusnogo NII zernobobovykh kultur. 1978; 23: 33–36.
22. Chekrygin PM. Rational scheme of arrangement of pea accessions in hybrid and breeding nurseries. Improvement of cereal, grain legume and groats crop breeding methods. Kyiv, 1997. P. 61–62.
23. Orliuk AP, Zhuzha VA. Assessment of the winter bread wheat grain quality at the early stages of breeding. Selekcija i Semenarstvo (Plant breeding and seed production). 2006; XIII(1–2): 15–21.
24. Yakovlev VL. Selection efficiency in early generations of pea hybrids. [dissertation]. Leningrad, 1964.
25. Briggs F.N., Knowles P.F. Introduction to plant breeding. Moscow: Kolos, 1972. 399 p.
26. Brezhnev AA, Shmaraiev GE. Plant breeding in the USA. Moscow: Kolos, 1976. 252 p.
27. Makasheva RKh. Pea. Leningrad: Kolos, 1973. 311 p.
28. Genetics of domestic plants: grain legumes, vegetables, gourds. Leningrad: Agropromizdat, 1990. 287 p.

ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОТБОРОВ В ПЕРВИЧНЫХ ПИТОМНИКАХ

Василенко А.А., Безуглый И.Н., Шевченко Л.Н., Штельма А.М., Глянцев А.В.
Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина

Цель исследования состояла в определении эффективности методов отбора, применяемых в селекционном процессе, путем обобщения практического опыта.

Материалы и методы. Исходный материал выращивали в первичных селекционных питомниках (гибридном, селекционном) лаборатории селекции гороха (с 01.2019 – зернобобовых культур) в течение 2007–2018 гг.

Обсуждение результатов. В лаборатории селекции зернобобовых культур отборы в гибридном питомнике гороха (растения F_1 , схема скрещивания $A \times B$) направлены на общую оценку комбинации – уровень развития растений, выравненность гибридов, уровень пораженности заболеваниями и вредителями. Пораженные болезнями гибридные популяции полностью выбраковывают. Более тщательно проводят отборы в F_1 в комбинациях по схеме $(F_1(A \times B) \times B)$, в которых один из родительских компонентов (А или В) был листочкового типа, а остальные – безлисточковые (усатые). В таком случае при отборе на безлисточковость гибриды листочкового типа оставляют на пересев и дальнейшие отборы, а растения безлисточкового типа высевают в селекционном питомнике. Таким же образом из популяций, полученных по подобной схеме, отбирают растения по признакам с моногенным детерминированием (устойчивость к осыпанию – ген *df* (фуникулятность), длина стебля (ген *le*) и другие.

В течение периода исследований (2007–2018 гг.) процент отобранных из гибридного питомника растений составил в среднем 14,8 % (2424 шт.) с наименьшим показателем в 2014 г. – 0,8 %. Необходимо отметить, что такой небольшой процент отобранных растений в 2014 г. обусловлен крайне высоким повреждением растений гороха тлей, и как следствие, распространением вирусных заболеваний.

Отобранные в F₁ растения обмолачивают и высевают в селекционном питомнике, где проводят индивидуальные отборы в зависимости от направления селекции.

Основным методом работы с гибридной популяцией гороха в лаборатории является индивидуальный отбор с последующей оценкой потомства – метод педигри. Отборы в F₂ проводят тщательно, учитывая уровень индивидуальной продуктивности каждого растения, его пораженность болезнями и вредителями. Оценивают длину стебля, количество вегетативных узлов до первого продуктивного, количество продуктивных узлов и бобов на узле, обращая внимание не только на их общее количество, парность, но и на наличие и выполненность бобов на верхних продуктивных узлах. Также оценивают количество семян в бобе. В F₃ оценку проводят по выравненности потомства, продолжительности фаз вегетации. В F₄₋₅ отбирают только выравненные высокопродуктивные семьи, их обмолачивают, оценивают общее количество семян. Общие требования к отбору гибридного и селекционного материала зависят только от направления селекции.

Выводы. Применение метода педигри в селекции гороха требует от селекционера большого количества времени и тщательности при проведении отборов на всех этапах. Однако такой подход позволяет детально проработать гибридный материал в начале селекционного процесса, что повышает результативность селекции. Эффективность применяемых методов и способов отбора подтверждается уровнем востребованности сортов гороха селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева и положительными отзывами производителей.

Ключевые слова: горох, селекция, отбор, раннее поколение, гибридная популяция, генетический контроль признака, продуктивность

PECULIARITIES OF PEA BREEDING UPON SELECTIONS IN PRIMARY NURSERIES

Vasylenko A.O., Bezuglyi I.M., Shevchenko L.M., Shtelma A.M., Glyantsev A.V.
Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

Purpose and objective. The study purpose was to determine the effectiveness of the selection methods used in breeding by summarizing practical experience.

Material and methods. Initial material was grown in primary (hybrid, breeding) nurseries of the Laboratory of Pea Breeding (Laboratory of Grain Legume Breeding from on 01.2019) in 2007–2018.

Results and discussion. In the Laboratory of Grain Legume Breeding, selections in the hybrid pea nursery (F₁ plants, A × B crossing design) are aimed at the general assessment of a combination - plant development, evenness of hybrids, affection by diseases and pests. Diseased hybrid populations are completely eliminated. More careful selections are conducted in F₁ in combinations designed by (F₁ (A × B) × C), in which one of the parents (A or B) was leafy, and the others were leafless. In this case, when selecting for leaflessness, one leaves leafy hybrids for replanting and further selections, and leafless plants are sown in the breeding nursery. In the same way, from populations derived by a similar design, plants are selected for monogenic traits (shedding resistance - the *df* gene (funicularity); stem length - gene *le*, etc.).

During the study period (2007–2018), the percentage of plants selected from the hybrid nursery averaged 14.8% (2,424 plants), with the lowest figure in 2014 of 0.8%. It should be noted that such a small percentage of the selected plants in 2014 was due to extremely strong aphid-induced damage to pea plants and spread of viral diseases.

The plants selected in F₁ are threshed and sown in the breeding nursery, where individual selections are conducted, depending on the direction of breeding.

The main method of working with a pea hybrid population in the Laboratory is individual selection followed by evaluation of offspring - the pedigree method. Selections in F₂ are carefully carried out, with due account for individual productivity of each plant, its affection by diseases and pests. We evaluate the stem length, the number of vegetative nodes before the first pro-

ductive one, the number of productive nodes and pods per node, paying attention not only to their total number and pairing, but also to the presence and plumpness of beans on the upper productive nodes. We also measure the seed number per pod. In F₃, offspring is assessed for evenness and the vegetation phase lengths. In F₄₋₅, only even high-yielding families are selected; they are threshed; and the total number of seeds is estimated. General requirements for the selection of hybrid and breeding material depend only on the direction of breeding.

Conclusions. The application of the pedigree method in pea breeding is time-consuming for breeders and demands thoroughness at all stages. However, this approach allows detailed investigating hybrid material at the beginning of the breeding process, which increases the breeding effectiveness. The effectiveness of the applied methods and selection ways is confirmed by demand for pea varieties bred at the Plant Production Institute named after VYa Yuriev and positive feedback from manufacturers.

Key words: pea, breeding, selection, early generation, hybrid population, genetic control of a trait, productivity

UDC 633.631:631.527

DOI: 10.30835/2413-7510.2019.172657

WAXY BARLEY STARCH AS RAW MATERIAL FOR HEALTHY FOOD PRODUCTS

Vasko N.I.¹, Kozachenko M.R.¹, Naumov O.G.¹, Solonechnyi P.M.¹, Vazhenina O.E.¹, Solonechna O.V.¹, Pozdniakov V.V.¹, Sheliakina T.A.¹, Ilchenko N.K.¹, Suprun O.G.¹, Serik M.L.²

¹ Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

² State University of Food Technology and Trade, Ukraine

The article justifies the expediency of the breeding of barley cultivars with waxy starch, grain of which can be raw material for functional food production. The study purpose was to create food barley cultivars with waxy starch. To accomplish this, qualitative parameters of barley accessions were determined, and starting material was selected for breeding. The study was conducted at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS in 2015–2017. Twenty four chaffy and naked barley accessions of different origin were taken as the test material. Grain quality parameters of wild type and waxy accessions were compared. The yield, protein and starch contents, endosperm vitreousness, and antioxidant activity were shown to depend both on growing conditions and on genotypes. High nutritional quality of waxy barley cultivars was proved, videlicet, significantly higher content of oil compared with accessions with wild type starch and lower vitreousness of endosperm in chaffy accessions. Accessions with very valuable characteristics were selected: line 12-1014 with high digestibility of protein (61.75 mg tyrosine/g protein for pepsinolysis + trypsinolysis), line 12-945 with high antioxidant activity (2.02 mg chlorogenic acid equivalent/g), line 12-954 with a high content of oil (3.75%) and awnless line 14-1183 with a high content of polyunsaturated ω-3 linolenic acid (6.09%). These lines are valuable both as starting material for the breeding of food cultivars, and directly for functional food production. Waxy cultivars Shedevr and Amil were submitted to the state variety trials. Grain of these cultivars is noticeable for high contents of starch (>60%), oil (3.45–3.47%) and fiber (3.65–3.70%). Antioxidant activity is also sufficiently high (1.94–2.07 mg chlorogenic acid equivalent/g). Being low vitreous (40–43%), cultivars Shedevr and Amil can be used for production of flakes and flour, including extruded flour.