СЕЛЕКЦІЯ ТА НАСІННИЦТВО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

УДК 635. 656: 631.52

ГЕНЕТИЧНІ ДЖЕРЕЛА ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА АДАПТИВНОСТІ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.Ф. Петриченко, В.Д. Бугайов, М.І. Кондратенко,

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-02

Мета. Визначити адаптивні особливості колекційних зразків гороху посівного за врожайністю та кількісними господарсько-біологічними ознаками. Дослідити закономірності мінливості господарсько-біологічних ознак в залежності від умов навколишнього середовища. За показниками коефіцієнтів регресії (b_i) та варіанс стабільності (S_i^2) встановити зразки з високою та середньою пластичністю, стабільним її проявом за ознаками продуктивності в умовах Правобережного Лісостепу України, які можуть бути використані як джерела ознак в селекції на адаптивність. **Методи.** Експериментальний, вимірювальний, візуальний, кількісний, лабораторний, математично-статистичний. **Результати.** Результати багаторічних досліджень дозволили досить ґрунтовно оцінити колекційні зразки гороху за господарсько-біологічними ознаками, встановити межі варіювання цих ознак та виділити перспективний вихідний матеріал з комплексом адаптивних властивостей для селекції високопродуктивних сортів в умовах Правобережного Лісостепу України. Виходячи з результатів дослідів та аналізу тенденцій в селекції зернових сортів гороху найбільш реальним є створення нових форм з 7-8 бобами, 3-5 продуктивними вузлами у рослин та 5-6 насінинами у бобі, що дозволило б при масі 1000 насінин 250-280г підняти врожайність до 7,0 т/га й вище. За допомогою кореляційного аналізу виявлені взаємозв'язки між врожайністю та господарсько-біологічними ознаками колекційних зразків. **Висновки.** За результатами багаторічних досліджень встановлено перспективність колекційних зразків гороху різного еколого-географічного походження в якості вихідного матеріалу з комплексом адаптивних властивостей для селекції нових урожайних сортів в умовах Правобережного Лісостепу України. Виділені зразки можуть бути використані як генетичні джерела в практичній селекції зі створення нових сортів із високою продуктивністю.

Ключові слова: горох посівний, пластичність, стабільність, кількісні ознаки, колекційні зразки.

Петриченко Василь Флорович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, радник дирекції з наукової роботи, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Бугайов Василь Дмитрович, кандидат с.-г. наук, с.н.с., завідувач відділу селекції кормових, зернових колосових та технічних культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: bugayovvd@ukr.net,

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1799-6599>.

Кондратенко Микола Іванович, кандидат с.-г. наук, с.н.с., старший науковий співробітник відділу селекції кормових, зернових колосових та технічних культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: kondorrm@ukr.net, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-0316-3975>

Вступ. Постановка проблеми. Зростання попиту на зерно гороху на світовому ринку спричинило збільшення виробництва гороху в Україні у 2017 та 2018 роках у три рази [1]. Посівна площа зросла до 411 тис. га у 2017 р. та до 432 тис. га у 2018 р., а збір зерна – до 1,14 млн т у 2017 та 0,80 млн т у 2018 р. Проте

урожайність залишається низькою: 2,76 т/га у 2017 та 1,86 т/га у 2018 р. [2]. Урожайність гороху в значній мірі залежить від генетичного потенціалу сорту [3, 4, 5, 6]. Разом з тим необхідно підкреслити, що основне значення має не стільки потенційна продуктивність сорту, як рівень її реалізації в господарському урожаї. Сорт повинен мати високу адаптивну здатність, що дозволяє відновлювати до оптимального рівня процеси метаболізму після дії стресового фактора, що особливо важливо у зв'язку з глобальними змінами кліматичних умов [7, 8].

Одним із основних питань аграрної науки є підвищення темпів росту урожайності зернобобових культур та мінімалізації впливу несприятливих погодних умов, за рахунок чого можна досягти суттєвого зростання рівня стабільності виробництва за роками. Тож для кожного регіону повинна бути розроблена лінійка сортів, які різняться за морфологічними ознаками, строками дозрівання, напрямком використання [9,10]. Для високоефективної селекції на адаптивність і стабільність першочергове значення має посилене і всебічне вивчення вихідного матеріалу за параметрами пластичності і комплексом адаптивних характеристик. Для підвищення ефективності селекційної роботи необхідно проводити оцінку реакції генотипів на зміну абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища на всіх етапах селекційного процесу, починаючи з вихідного матеріалу. Значну цінність для селекції мають екологічно стійкі генотипи, здатні забезпечити високу продуктивність у різних умовах [11,12,13].

Одним з методів оцінки генотипів за параметрами пластичності та стабільності, які найбільш широко використовуються, є метод, запропонований K.W. Finlay та G.N. Wilkinson з доповненнями S.A. Eberhart та W.A. Russell у 1966 р. [14, 15]. Він базується на обчисленні коефіцієнта лінійної регресії урожайності сортів на градації екологічних умов, які виражені середньою урожайністю сортів, що вивчаються. Даний коефіцієнт вказує на яку кількість одиниць зміниться урожайність зразка при зміні індексу умов на одиницю. Параметри пластичності (коефіцієнт регресії) та стабільності (середнє квадратичне відхилення від лінії регресії) дають можливість прогнозувати адаптивні реакції сортів при вирощуванні їх у різних умовах [16]. У даному дослідженні для оцінки екологічної пластичності та стабільності зразків використовували дисперсійний та регресійний аналізи за методикою В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [17]. За цією методикою коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища, показує його пластичність і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки в межах конкретних умов. Варіанса стабільності ознаки (S_i^2) показує, наскільки надійно сорт відповідає цій пластичності за оцінкою коефіцієнту регресії. При порівнянні показників пластичності досліджуваних сортів генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ належать до високопластичних (щодо середньої групової), за $1 > b_i > 0$ – до відносно низькопластичних. Якщо показник пластичності сорту достовірно не відрізняється від одиниці, то сорт за реакцією на зміну умов середовища не

відрізняється від середньої групової. Вважається, що адаптивність належить до реакції на передбачувані впливи зовнішнього середовища, а стабільність – навпаки [18].

Мета досліджень – оцінка адаптивного потенціалу колекційних зразків гороху посівного *Pisum sativum* L. і виділення генетичних джерел високої продуктивності та адаптивності для селекції в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи. Центральна зона Вінницької області, де проводилися дослідження, характеризується помірно теплим та вологим кліматом. Опадів протягом року випадає 635-695 мм. ГТК – на рівні 1,0-1,3, сума активних температур – 2500-2900⁰С. Польові дослідження проведено впродовж 2012-2019 рр. на дослідних полях наукової сівозміни Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами на лесі. Його орний шар (0-30 см) має такі агрохімічні показники: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,1-2,4%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 90-112 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чіриковим) – 121-142 і 81 - 116 мг/1 кг ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину в основному кисла, рН – 5,1-5,3. Гідролітична кислотність в межах 3,5-3,8 мг-екв. на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ складає в середньому 12,9-13,6 мг-екв. на 100 г ґрунту при ступені насиченості основами 75-80%.

Для досліджень були використані 84 колекційні зразки різного еколого-географічного походження, отримані з провідних селекційних установ з селекції гороху в Україні: Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) – Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН та Уладово-Люлинецької ДСС ІЦБ НААН. Агротехніка – загальноприйнята для зони при вирощуванні зернобобових культур. Попередник – озима пшениця. Сівба проведена селекційною сівалкою Клен-1,5 стандартним методом, облікова площа – 5 м², норма висіву – 1,5 млн шт. схожих насінин/га. Стандарти розміщувалися через 20 номерів. Стандарти – напівбезлисточковий (вусатий) сорт Царевич та листочковий – Елегант.

Польові дослідження, спостереження, обліки, оцінку колекційних зразків гороху, морфологічний опис, їх класифікацію за господарськими, біологічними властивостями проводили згідно методичних вказівок з вивчення колекцій світових генетичних ресурсів зернобобових культур ВІР та Методикою державного сортовипробування с.-г. культур [19-21]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програм Microsoft Excel, “Statistica 6.0”. Одержані дані обробляли методом дисперсійного та кореляційного аналізу за Б.О. Доспеховим (1985), О.М. Царенком та ін. (2000) [22, 23]. Погодні умови років досліджень були достатньо контрастними, що дозволило об'єктивно оцінити колекційний матеріал за пластичністю та стабільністю (рис. 1).

Рис. 1. Умови зволоження років досліджень в період активної вегетації гороху виражені за допомогою показника ГТК Селянинова

Вважається, що ГТК < 0,4 свідчить про дуже сильну посуху, ГТК від 0,4 до 0,5 – це сильна посуха, ГТК від 0,6 до 0,7 – середня посуха, ГТК від 0,8 до 0,9 – слабка посуха, ГТК від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, ГТК > 1,5 – надмірно волого.

Так 2013, 2014, 2016 і 2019 роки, згідно показника ГТК, були достатньо вологими, 2018 рік характеризувався надмірною кількістю опадів, в той час як 2017 рік був надмірно посушливим, 2015 – середньо-, а 2012 рік – помірно посушливим.

Результати досліджень і обговорення. Відомо, що врожайність є добутком продуктивності окремої рослини на кількість рослин із одиниці площі. В свою чергу, індивідуальну продуктивність у рослин гороху на рівні 70-80% визначають такі господарсько-біологічні ознаки, як «кількість насінин на одну рослину», «кількість бобів на одну рослину», «кількість плодоносних вузлів стебла», «кількість насінин на один біб» та «маса 1000 насінин» [24]. Кількість насінин у бобі та їх крупність характеризують виповненість бобів. У високопродуктивних сортів менша кількість насінин в бобі компенсується за рахунок їх крупності. Деякі дослідники вважають виповненість критерієм гомеостатичності сорту, оскільки її прояв пов'язують зі стабільністю врожаю зерна [25].

Виходячи з результатів дослідів та аналізу тенденцій в селекції зернових сортів гороху, найбільш реальним є створення нових форм з 7-8 бобами, 3-5 продуктивними вузлами у рослин та 5-6 насінинами у бобі, що дозволило б при масі 1000 насінин 250-280г підняти врожайність до 7,0 т/га й вище. Таке співвідношення елементів структури врожаю забезпечить, до того ж, дружність цвітіння й дозрівання бобів, що дуже важливо для виробництва. Ідеальний тип рослини гороху зернового типу повинен мати міцне стебло висотою 70 см, 1-2 бічних стебла, глибоко проникаючу в ґрунт кореневу систему, зав'язувати два боби на обмеженій (3-4) кількості вузлів верхньої третини стебла.

Слід зазначити, що перспективним шляхом підвищення продуктивності гороху вважається селекція на збільшення кількості бобів на продуктивний вузол

та кількості насіння на один біб. При цьому маса 1000 насінин повинна зберігатися на рівні 250-280 г, оскільки сорти з великим насінням мають більшу потребу у волозі під час проростання, крім того збільшується норма висіву [26]. Важливим показником також є кількість бобів на плодоніжці, хоча вона й знаходиться в порівняно слабкому взаємозв'язку з продуктивністю рослини ($r \approx 0,195-0,447$) [27].

Результати наших багаторічних досліджень дозволили досить ґрунтовно оцінити колекційні зразки гороху за основними господарсько-біологічними ознаками та встановити межі їх варіювання і виділити перспективний вихідний матеріал для селекції нових високопродуктивних сортів з комплексом адаптивних властивостей (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика колекційних зразків гороху посівного за основними господарсько-біологічними показниками, 2012-2019 рр.

Показник	середнє	Min	Max	V, %
Довжина стебла рослини, см	70,50	40,28	105,68	24,3
Довжина стебла рослини до першого плодоносного вузла, см	53,31	30,79	79,93	21,2
Загальна кількість вузлів стебла, шт.	18,25	15,38	21,44	8,5
Кількість вегетативних вузлів стебла до першого плодоносного вузла, шт.	14,71	12,06	17,50	8,8
Загальна кількість плодоносних вузлів стебла, шт.	3,54	2,35	6,34	20,9
Кількість плодоносних вузлів стебла з двома бобами, шт.	1,61	0,08	3,81	37,2
Кількість бобів на рослині, шт.	5,18	3,27	10,15	21,4
Кількість насінин на одну рослину, шт.	18,18	11,90	25,88	17,7
Маса 1000 насінин, г	185,2	108,7	248,5	17,7
Продуктивність рослини, г	3,34	2,06	5,19	18,8
Кількість насінин на один біб, шт.	3,58	1,89	5,24	15,1

Як свідчать дані таблиці 2, ознаки «загальна кількість вузлів стебла» ($V=8,5\%$) і «кількість вегетативних вузлів стебла до першого плодоносного вузла» ($V=8,8\%$) були найменш варіабельними. Середнім рівнем варіабельності характеризувалися ознаки «кількість насінин на одну рослину» ($V=17,7\%$), «маса 1000 насінин» ($V=7,7\%$), «продуктивність рослини» ($V=18,8\%$) і «кількість насінин на один біб» ($V=15,1\%$). Найбільша мінливість в матеріалі, що досліджувався, спостерігалася за ознакою «кількість плодоносних вузлів стебла з двома бобами» ($V=37,2\%$).

Також високим рівнем варіабельності характеризувалися ознаки «довжина стебла рослини» ($V=24,3\%$), «довжина стебла рослини до першого плодоносного вузла» ($V=21,2\%$), «кількість бобів на рослині» ($V=21,4\%$) і «загальна кількість плодоносних вузлів стебла» ($V=20,9\%$).

Показники пластичності і стабільності продуктивності колекційних зразків, які виділилися за врожайністю за період досліджень 2012-2019 рр., наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Екологічна пластичність продуктивності насіння у колекційних зразків гороху посівного, які виділилися за врожайністю за період 2012-2019 рр.

Колекційний зразок	Походження	Морфотип листка	Морфотип насіння	Продук- тивність, г/м ² , max	Пластич- ність, bi	Стабіль- ність, Si ²	Ранг
с. Темп	Росія	лист	ос	473,9	1,38	1,48	+++
с. Yavor	Сербія	лист	ос	433,3	1,56	0,49	+++
с. Світязь	Україна	лист	не/ос	427,8	1,47	0,50	++
с. Ефектний	Україна	вус	ос(ч.руб)	407,4	1,75	0,30	+++
Сел. № 16	Україна	лист	не/ос	405,6	1,49	0,44	+++
с. Готівський	Чехія	вус	ос	396,3	1,49	0,51	++
с. Ароніс	Україна	лист	не/ос	394,4	1,27	0,49	+++
с. Plyton	Франція	вус	ос	390,6	1,86	0,19	+++
с. Банан	Україна	лист	не/ос	387,8	1,37	0,53	++
с. Комбайновий 1	Україна	вус	не/ос	377,8	1,19	0,71	++
с. Світ	Україна	вус	ос	374,1	1,56	0,08	+++
с. Модус	Україна	вус	ос(ч.руб)	370,4	1,37	0,84	++
с. Елегант (St.1)	Україна	лист	не/ос	363,0	1,19	0,13	+++
с. Дамир 4	Україна	вус	ос	360,0	1,42	0,42	+++
с. Hilko	Естонія	лист	ос	347,4	1,20	0,60	++
с. Успех	Росія	лист	ос	347,4	1,14	0,49	+++
с. Люлінецький короткостебельний	Україна	лист	ос	347,4	1,06	0,76	++
с. Спартак	Росія	хамел	ос	347,2	1,39	0,40	+++
с. Інтенсивний 92	Україна	лист	не/ос	344,4	1,34	0,08	+++
с. Глянс	Україна	вус	ос	340,7	1,17	0,44	+++
с. Грант	Україна	лист	ос	333,3	1,18	0,22	+++
с. Харківський 376	Україна	лист	не/ос	333,3	1,1	0,61	++
с. Renata	Нідерланди	вус	ос	329,6	1,23	0,42	+++
с. Seko	Естонія	лист	ос	322,2	1,17	0,31	+++
с. Камертон	Україна	вус	не/ос	321,1	1,21	0,24	+++
с. Харвус 1	Україна	вус	не/ос	316,7	1,27	0,26	+++
с. Царевич (St.2)	Україна	вус	не/ос	314,8	1,15	0,32	+++
с. Харків'янин	Україна	лист	не/ос	311,1	1,2	0,16	+++
С. Handel	Канада	вус	ос	311,1	1,20	0,28	+++
с. Варко	Естонія	лист	ос	305,3	0,93	0,61	+
с. Hardy	Німеччина	вус	ос	303,3	1,19	0,29	+++
С. Софья	Росія	вус	ос	300,0	1,27	0,08	+++
с. Вінець	Україна	лист	не/ос	296,3	1,20	0,14	+++
С. Фараон	Росія	вус	ос(ч.руб)	296,3	1,14	0,19	+++
с. Yniver	Франція	вус	ос	284,2	1,01	0,70	++
Альбумен	Росія	лист	ос(ч.руб)	263,0	1,06	0,05	+++
С. Junior	Сербія	лист	ос	263,0	0,86	0,18	+
с. Ростовський высокобелковый	Росія	лист	ос	231,6	0,65	0,13	+
середнє				344,0			

Примітка: морфотип листка – листочковий (парнопірчастий, облистнений, звичайний), вус – вусатий (напівбезлисточковий); хамел – хамелеон (ярусна гетерофілія); насіння не/ос – не осипається, ос – осипається, ос(ч.руб) – осипається (з чорним рубчиком)

Найбільш цінними в селекційному і практичному відношенні слід вважати

сортів, в яких пластичність бі 1, а індекс стабільності (Si^2) є неістотним (ранг +++). Вони, разом з високою врожайністю, мають підвищену чутливість на покращення умов, що характерно для сортів інтенсивного типу. До цієї групи серед досліджених зразків можна віднести сорти Yavor, Ефектний, Ароніс, Plyton, Світ, Елегант, Дамир 4, Успех, Спартак, Інтенсивний 92, Глянс, Грант, Renata, Seko, Камертон, Харвус 1, Царевич, Харків'янин, Handel, Hardy, Софья, Вінець, Фараон, Альбумен і селекційний номер 16.

Зразки із високими показниками, як пластичності бі, так і індексу стабільності (Si^2), є менш цінними, оскільки у них висока чутливість до покращення умов вирощування поєднується зі значною нестабільністю продуктивності (ранг ++). До цієї групи зразків, перш за все, слід віднести сорти Готівський, Світязь, Банан, Комбайновий 1, Модус, Nilko, Люлинецький короткостебельний, Yniver і Харківський 376.

Сорти, в яких пластичність бі значно менша одиниці, незалежно від величини індексу стабільності (Si^2), можливо є найменш перспективними в селекційному відношенні (ранг +). Вони характеризуються як сорти екстенсивного типу і слабо реагують на покращення умов вирощування. До таких зразків можна віднести сорти Варко, Junior і Ростовський високобелковий.

За допомогою кореляційного аналізу у перспективних зразків гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України встановлені взаємозв'язки між основними господарсько-біологічними показниками та урожайністю (табл. 4).

Таблиця 4

Коефіцієнти парних кореляцій між основними господарсько-біологічними ознаками колекційних зразків гороху посівного, 2012-2019 рр.

№ ознаки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		0,94*	0,18	-0,10	0,61*	0,16	0,49*	0,34*	-0,30*	-0,06	-0,19	-0,07
2			0,14	0,04	0,36*	0,13	0,31*	0,22*	-0,14	-0,02	-0,13	0,01
3				0,81*	0,43*	0,32*	0,46*	0,29*	-0,41*	-0,11	-0,21	0,03
4					-0,09	0,22*	0,06	0,03	-0,07	-0,02	-0,06	0,13
5						0,35*	0,85*	0,59*	-0,63*	-0,08	-0,30*	-0,10
6							0,79*	0,49*	-0,10	0,31*	-0,43*	0,31
7								0,66*	-0,46*	0,12	-0,44*	0,11
8									-0,47*	0,46*	0,30*	0,16
9										0,52*	-0,08	0,39
10											0,24*	0,53
11												-0,04

Примітка: * – кореляція істотна на рівні 0,05;

ознаки: 1 – загальна довжина стебла рослини, см; 2 – довжина стебла рослини до першого плодоносного вузла, см; 3 – загальна кількість вузлів стебла; 4 – кількість вегетативних вузлів стебла до першого плодоносного вузла; 5 – загальна кількість плодоносних вузлів стебла; 6 – кількість плодоносних вузлів стебла з двома бобами; 7 – кількість бобів на рослині, шт.; 8 – кількість насінин на одну рослину, шт.; 9 – маса 1000 насінин, г; 10 – продуктивність рослини, г; 11 – кількість насінин на один біб, шт.; 12 – врожайність, т/га

За результатами досліджень виявлений істотний зв'язок середньої сили між врожайністю з одиниці площі та кількістю плодоносних вузлів стебла з двома бобами ($r=0,31$), врожайністю та масою 1000 насінин ($r=0,39$), врожайністю та продуктивністю рослини ($r=0,53$). Встановлена практично повна відсутність взаємозв'язку між врожайністю і загальною довжиною стебла ($r=-0,07$), врожайністю і загальною кількістю вузлів стебла ($r=0,03$), врожайністю і кількістю насінин на один біб ($r=-0,04$), що свідчить про незалежність високої врожайності сортів як від довжини стебла, так і кількості вузлів на рослині, а також на можливість отримання високої врожайності у форм з малою кількістю насіння на один біб.

За результатами досліджень виявлено прямий істотний зв'язок між кількістю бобів на рослині і кількістю плодоносних вузлів стебла з двома бобами ($r=0,79$), кількістю бобів на рослині і загальною кількістю плодоносних вузлів стебла ($r=0,85$), загальною довжиною стебла і довжиною стебла рослини до першого плодоносного вузла ($r=0,94$), загальною кількістю вузлів стебла і кількістю вегетативних вузлів стебла до першого плодоносного вузла ($r=0,81$).

Відзначений істотний середній взаємозв'язок між кількістю насінин на одну рослину і загальною кількістю плодоносних вузлів стебла ($r = 0,59$), кількістю насінин на одну рослину і кількістю плодоносних вузлів стебла з двома бобами ($r=0,49$), кількістю насінин на одну рослину і кількістю бобів на рослині ($r=0,66$), загальною кількістю плодоносних вузлів стебла і загальною довжиною стебла ($r=0,61$), загальною кількістю плодоносних вузлів стебла і довжиною стебла рослини до першого плодоносного вузла ($r=0,36$), загальною кількістю плодоносних вузлів стебла і загальною кількістю вузлів стебла ($r=0,43$), а також кількістю плодоносних вузлів стебла з двома бобами і загальною кількістю вузлів стебла ($r=0,32$).

Встановлено істотний середній зворотній взаємозв'язок між масою 1000 насінин і такими ознаками, як «загальна довжина стебла рослини» ($r = -0,30$), «загальна кількість вузлів стебла» ($r = -0,41$), «загальна кількість плодоносних вузлів стебла» ($r = -0,63$), «кількість бобів на рослині» ($r = -0,46$) і «кількість насінин на одну рослину» ($r = -0,47$).

У наших дослідженнях виявлений істотний середній взаємозв'язок між продуктивністю рослини і кількістю плодоносних вузлів стебла з двома бобами ($r = 0,31$), продуктивністю рослини і кількістю насінин на одну рослину ($r = 0,46$), продуктивністю рослини і масою 1000 насінин ($r = 0,52$) (табл. 4). Встановлено слабкий взаємозв'язок між продуктивністю рослини і кількістю насінин на один біб ($r=0,24$).

Висновки. За результатами багаторічних досліджень встановлено перспективність колекційних зразків гороху різного еколого-географічного походження в якості вихідного матеріалу з комплексом адаптивних властивостей для селекції нових високопродуктивних сортів в умовах Правобережного Лісостепу України. З них – для ведення селекції на продуктивність та адаптивність доцільно використовувати такі зразки, як Інтенсивний 92,

Ефектний, Глянс, Харвус 1, Царевич, Камертон, Харків'янин (селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН); Світ (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН); Ароніс, Грант, Елегант (Уладово-Люлинецька ДСС ШБ НААН); Вінець (Луганський ІАПВ), Успех, Спартак, Софья, Фараон, Альбумен (Росія); Yavor (Сербія), Plyton (Франція), Дамир 4 (фірма «Мир-Сем», Україна), Renata (Нідерланди), Seko (Естонія), Handel (Канада), Hardy (Німеччина). Виділені зразки можуть бути використані як генетичні джерела в практичній селекції зі створення нових сортів із високою продуктивністю.

Список бібліографічних посилань

1. Бучинський І.М., Лихочвор В.В. Горох повернувся в Україну. *Агроном*. 2018. №1. С.184-185.
2. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. №1. С. 24-29.
3. Kumar J., Choudhary A.K., Solanki R.K. Towards marker-assisted selection in pulses : a review. *Plant Breeding*. 2011. 130. P. 297-313. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01851.x>.
4. Зеленов А.Н. Основные положения концепции ароморфозного направления в селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015. № 2(14). С. 12-20. URL: https://journal.vniizbk.ru/journals/14/Article_2.pdf.
5. Темиров К.С. Сравнительная оценка селекционных линий гороха различного морфотипа. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2019. Т. 49. № 5. С. 28-35. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-4>.
6. Кринична Н.В., Хромяк В.М. Використання колекційного матеріалу гороху та нуту для пошуку джерел за господарсько-цінними ознаками і утворення колекцій цих культур. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 5. с. 42-46. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201605-08>.
7. Марухняк А.Я., Дацько А.О., Лісова Ю.А., Марухняк Г.І. Пластичність і стабільність кількісних ознак продуктивності голозерних зразків вівса 2017. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. Вип. 61. С. 80-90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2017_61_9.
8. Гончаров С.В., Титаренко А.В., Коробова Н.А. Некоторые аспекты селекционных программ по гороху посевному. *Зерновое хозяйство России*. 2015. № 3. С. 24-33.
9. Вербицкий Н.М. О некоторых аспектах селекции гороха. *Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур*. Орел, 2004. С. 403-407.
10. Вербицкий Н.М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа – Ростов-на-Дону. 1992. 259 с.
11. Vasylenko A.O., Bezuglyi I.M., Shevchenko L.M. et al. Effects of abiotic factors on fulfillment of the potential of pea cultivars. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С.45-55. <https://doi.org/10.31073/10.30835/2413-7510.2018.134356>.
12. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А. та ін. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2015. № 1-2. С. 3-9.
13. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 5. С. 617-626.
14. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. Vol. 6(1). P. 36-40.
15. Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. *Austral. J. Agric. Res.* 1963. Vol. 14. P. 743-754.
16. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина. Итоги работ по селекции и генетике кукурузы. Краснодар, 1979. С. 113-121.
17. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 4. С. 109-113.
18. Lins C.S., Binns M.R. Concepts and methods of analyzing regional trial data for cultivar and

location selection. *Plant Breeding Reviews*. 1994. V. 12. P. 271-297.

19. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынец С.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение; методические указания; под ред. М. А. Вишняковой. СПб: ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2010. 142 с.

20. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. Л., 1975. 59 с.

21. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ, 2001. Вип. 2. 68 с.

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований); изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

23. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч. посіб.; за ред. О.М. Царенко [та ін.]. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.

24. Кузь В.В. Эффективность складних схрещувань у створенні вихідного матеріалу в селекції гороху (*Pisum sativum* L.): Автореф. дис. кандидата с.-г. наук: 06.01.05 /ІЦБ УААН. К., 2003. 18 с.

25. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений; пер. с англ. М.: Колос, 1972.

26. Амелин А. В., Новикова Н. Е. О целесообразности создания крупносемянных сортов гороха. *Селекция и семеноводство*. М. 1991. № 5. С. 8-10.

27. Розвадовский А.М. Использование рекомбинации при создании гибридных популяций. *Селекция и семеноводство*. М.: 1984. № 5. С. 20-22.

References

1. Buchynskiy I.M., Lykhochvor V.V. Horokh povernuvsia v Ukrainu [Peas returned to Ukraine]. *Ahronom [Agronomist]* 2018, no.1, pp.184-185 [in Ukrainian].

2. Rudnichenko N. Pryrodni liky dlia gruntu i dzherelo bilka dlia liudstva [Natural medicine for the soil and a source of protein for mankind]. *Propozytsiia [Offer]*, 2019, no.1, pp. 24-29 [in Ukrainian].

3. Kumar J., Choudhary A.K., Solanki R.K. Towards marker-assisted selection in pulses: a review. *Plant Breeding*, 2011 no. 130, pp. 297-313. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2011.01851.x>.

4. Zelenov A.N. Osnovnyie polozheniya kontseptsii aromorfoznogo napravleniya v seleksii gorokha [Main provisions of the concept of aromamorphic direction in pea breeding]. *Zernobobovyie i krupianyie kultury [Legumes and cereal crops]*, 2015, no. 2(14), pp. 12-20. Available at: URL: https://journal.vniizbk.ru/journals/14/Article_2.pdf [in Russian].

5. Temirov K.S. Sravnitelnaia otsenka selektsionnykh liniy gorokha razlychnogo morfotipa [Comparative evaluation of pea selection lines of different morphotype]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhoziaistvennoi nauki [Siberian Bulletin of Agricultural Science]*, 2019, vol. 49, no. 5, pp. 28-35. Available at: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-4> [in Russian].

6. Krynychna N.V., Khromiak V.M. Vykorystannia kolektsiinoho materialu horokhu ta nutu dlia poshuku dzherel za hospodarsko-tsinnymy oznakamy i utvorennia kolektsii tsykh kultur [The use of collection material of peas and chickpeas to search for sources of economic value and the formation of collections of these crops]. *Visnyk aharnoï nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 2016, no.5, pp. 42-46. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201605-08> [in Ukrainian].

7. Marukhniak A.Ya., Datsko A.O., Lisova Yu.A., Marukhniak H.I. Plastychnist i stabilnist kilkisnykh oznak produktyvnosti holozernykh zrazkiv vivsa 2017 [Plasticity and stability of quantitative signs of productivity of naked grain samples of 2017 oats]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]*, 2017, issue 61, pp. 80-90. Available at: URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2017_61_9 [in Ukrainian].

8. Goncharov S.V., Titarenko A.V., Korobova N.A. Nekotoryie aspekty selektsionnykh programm po gorokhu posevnomu [Some aspects of selection programs for sown peas]. *Zernovoie khoziaistvo Rossii [Grain economy of Russia]*, 2015, no. 3, pp. 24-33 [in Russian].

9. Verbitskiy N.M. (2004). O nekotrykh aspektakh seleksii gorokha. Nauchnoie obespecheniye proizvodstva zernobobovykh i krupianykh kultur [About some aspects of pea breeding. Scientific support for the production of legumes and cereals]. Orel, pp. 403-407 [in Russian].

10. Verbitskiy N.M. (1992). Seleksyia horokha v usloviakh Severnogo Kavkaza [Pea breeding in the North Caucasus]. Rostov-na-Donu, 259 p. [in Russian].

11. Vasylenko A.O., Bezuglyi I.M., Shevchenko L.M. et al. Effects of abiotic factors on fulfillment of the potential of pea cultivars. *Seleksiia i nasynnytstvo [Plant breeding and seed production]*, 2018, issue 113,

pp. 45-55. Available at: <https://doi.org/10.31073/10.30835/2413-7510.2018.134356>.

12. Goncharenko A.A., Makarov A.V., Yermakov S.A. et al. Otsenka ekologicheskoi stabilnosti i plastichnosti inbrednykh liniy ozimoy rzhii [Assessment of ecological stability and plasticity of inbred lines of winter rye]. Doklady Rossiyskoi akademii selskokhoziaistvennykh nauk [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2015, no. 1-2, pp. 3-9 [in Russian].

13. Rybas Y.A. Povysheniye adaptivnosti v selektsii zernovykh kultur (obzor) [Improvement of the adaptability in grain selection (review)]. Selskokhoziaistvennaia biologiya [Agricultural biology], 2016, vol. 51, no. 5, pp. 617-626 [in Russian].

14. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. Vol. 6(1). P. 36-40.

15. Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Austral. J. Agric. Res. 1963. Vol. 14. P. 743-754.

16. Pakudin, V.Z., Lopatina L.M. (1979). Metody otsenki ekologicheskoi plastichnosti sortov selskokhoziaistvennykh rasteniy. Itogi rabot po selektsii i genetike kukuruzy [Methods for assessing the ecological plasticity of varieties of agricultural plants. The results of work on the selection and genetics of corn]. Krasnodar, pp. 113-121 [in Russian].

17. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabilnosti sortov selskokhoziaistvennykh kultur [Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops]. Selskokhoziaistvennaia biologiya [Agricultural biology], 1984, no. 4 pp. 109-113 [in Russian].

18. Lins C.S., Binns M.R. Concepts and methods of analyzing regional trial data for cultivar and location selection. Plant Breeding Reviews. 1994. V. 12. P. 271-297.

19. Vishniakova M.A., Buravtseva T.V., Bulintsev S.V. et al. (2010). Kolektsiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VYR: popolneniye, sokhraneniye i izucheniye; metodicheskiye ukazaniya [Collection of world genetic resources of grain legumes VIR: replenishment, preservation and study; methodical instructions]. St. Petersburg, HNU VYR Rosselkhozakademii, 142 p. [in Russian].

20. Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu kollektsii zernovykh bobovykh kultur [Methodical instructions for studying the collection of legumes]. Leningrad, 1975, 59 p. [in Russian].

21. Metodyka Derzhavnoho sortovyprobuвання silskohospodarskykh kultur [Methods of State varietal testing of crops]. Kyiv, 2001, issue 2, 68 p. [in Ukrainian].

22. Dospekhov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovamy statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy); izd. 5-e, pererab. i dop. [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results); 5th ed.]. Moscow, Agropromizdat, 351 p. [in Russian].

23. Tsarenko O.M. et al. (2000). Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii: navch. posib. [Computer methods in agriculture and biology: textbook]. Sumy, Universytetska knyha, 203 p. [in Ukrainian].

24. Kuz V.V. (2003). Efektyvnist skladnykh skhreshchuvan u stvorenni vykhidnoho materialu v selektsii horokhu (*Pisum sativum* L.): Avtoref. dys. kandydata s.-h. nauk [Efficiency of complex crosses in creation of initial material in selection of peas (*Pisum sativum* L.). Candidate Agric. Sci. diss. abstract]. Kyiv, 18 p. [in Ukrainian].

25. Briggs F., Noulis P. (1972). Nauchnyie osnovy selektsii rasteniy; per. s angl. [Scientific basis of plant breeding; translated from En.]. Moscow, Kolos [in Russian].

26. Amelin A.V., Novikova N.E. O tselesoobraznosti sozdaniya krupnosemiannykh sortov gorokha [On the feasibility of creating large-seeded varieties of peas]. Selektziya i semenovodstvo [Plant breeding and seed production], 1991, no. 5, pp. 8-10 [in Russian].

27. Rozvadovskiy A.M. Ispolzovaniye rekombinatsii pri sozdanii gibridnykh populyatsiy [Use of recombination in creating hybrid populations]. Selektziya i semenovodstvo [Plant breeding and seed production], 1984, no. 5, pp. 20-22 [in Russian].

Petrychenko V.F., Bugayov V.D., Kondratenko N.I. Genetic sources of high productivity and adaptability of pea varieties in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. To determine the adaptive features of collection samples of peas in terms of yield and quantitative economic and biological characteristics. To investigate the patterns of variability of economic and biological characteristics depending on environmental conditions. According to the indicators of regression coefficients (b_i) and stability variance (S_i^2) to establish samples with high and medium plasticity, its stable

manifestation on the basis of productivity in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine, which can be used as sources in adaptive breeding. **Methods.** Experimental, measuring, visual, quantitative, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** The results of many years of the research allowed to thoroughly assess the collection of pea samples by economic and biological characteristics, to establish the limits of variation of these characteristics and to identify promising source material with a set of adaptive properties for selection of high-yielding varieties in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Based on the results of experiments and analysis of trends in selection of grain varieties of peas, the most realistic is the creation of new forms with 7-8 beans, 3-5 productive nodes in plants and 5-6 seeds in a bean, which would allow yields up to 7.0 t/ha and above at a weight of 1000 seeds 250-280g. Correlation analysis revealed the relationship between yield and economic and biological characteristics of collection samples. **Conclusions.** According to the results of the many years research, the prospects of collection samples of peas of different ecological and geographical origin as a source material with a set of adaptive properties for the selection of new high-yielding varieties in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine were established. The selected samples can be used as genetic sources in practical selection to create new varieties with high productivity.

Key words: *peas, plasticity, stability, quantitative characteristics, collection samples.*

Petrychenko Vasyl, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS, Advisor to the Directorate for Scientific Work, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Bugayov Vasyl, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Head of the Department of Forage, Grain, Cereal and Technical Crops Breeding, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: bugayovvd@ukr.net, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1799-6599>.

Kondratenko Mykola, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow of the Department of Forage, Grain, Cereal and Technical Crops Breeding, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: kondorm@ukr.net, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-0316-3975>

Петриченко В.Ф., Бугаёв В.Д., Кондратенко Н.И. Генетические источники высокой урожайности и адаптивности сортов гороха посевного в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Цель. Определить адаптивные особенности коллекционных образцов гороха посевного по урожайности и количественным хозяйственно-биологическим признакам. Исследовать закономерности изменчивости этих признаков в зависимости от условий окружающей среды. По показателям коэффициентов регрессии (b_i) и дисперсии стабильности (S_i^2) установить образцы с высокой и средней пластичностью, стабильным ее проявлением по признакам продуктивности в условиях Правобережной Лесостепи Украины, которые могут быть использованы в качестве генетических источников в селекции на адаптивность. **Методы.** Измерительный, визуальный, количественный, лабораторный, математико-статистический **Результаты.** Результаты многолетних исследований позволили достаточно основательно оценить коллекционные образцы гороха по хозяйственно-биологическим признакам, установить границы их варьирования и выделить перспективный исходный материал с комплексом адаптивных свойств для селекции высокопродуктивных сортов в условиях Правобережной Лесостепи Украины. С помощью корреляционного анализа выявлены взаимосвязи между урожайностью и хозяйственно-биологическими признаками коллекционных образцов. **Выводы.** По результатам многолетних исследований установлена перспективность коллекционных образцов гороха различного эколого-географического происхождения в качестве исходного материала с комплексом адаптивных свойств для селекции новых высокопродуктивных сортов в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: *горох посевной, пластичность, стабильность, количественные признаки, коллекционные образцы.*

Петриченко Василь Флорович, доктор с.-х. наук, професор, академик НААН, советник дирекции по научной работе, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Бугаёв Василий Дмитриевич, кандидат с.-х. наук, с.н.с., заведующий отделом селекции кормовых, зерновых колосовых и технических культур Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: bugayovvd@ukr.net, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1799-6599>

Кондратенко Николай Иванович, кандидат с.-х. наук, с.н.с., старший научный сотрудник отдела селекции кормовых, зерновых колосовых и технических культур Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: kondorrm@ukr.net, ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-0316-3975>

Стаття надійшла до редакції: 22.11.2021

Фахове рецензування: 27.11.2021

Бібліографічний опис для цитування:

Петриченко В.Ф., Бугайов В.Д., Кондратенко М.І. Генетичні джерела високої продуктивності та адаптивності сортів гороху посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С. 18-30. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-02>