

ОЦІНЮВАННЯ ФЕНОТИПОВОЇ Й ЕКОЛОГІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ ЗРАЗКІВ СОЇ ОВОЧЕВОЇ ЗА КОМПЛЕКСОМ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК

БОРОВИК В.О. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ГУРА В.В. – аспірант

orcid.org/0009-0005-4936-861X

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Для ефективної селекції сої необхідно мати широке генетичне різноманіття та глибоке розуміння особливостей фенотипової й екологічної мінливості [1]. З цією метою доцільним є проведення дослідження, спрямованого на комплексну оцінку фенотипової варіації та генетичного різноманіття сортів сої. Отримані результати дадуть змогу обґрунтувати ефективність схрещування різних генотипів колекційних зразків для їх подальшого використання у створенні вихідного матеріалу з підвищеним селекційним потенціалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із ключових завдань селекції рослин є добір генотипів, більш адаптованих, продуктивних і стабільних до різних умов вирощування без втрати цінних агрономічних ознак. Такі оцінки мають вирішальне значення для визначення оптимальних генотипів для конкретних середовищ. За відсутності відповідних знань неможливо прогнозувати поведінку сортів або генотипів, що безпосередньо впливає на рівень урожайності та може призводити до економічних втрат у виробництві [2].

Стійкі, або толерантні до несприятливих умов довкілля генетичні ресурси можуть бути використані як вихідний матеріал у подальшій селекції сортів сої за цінними господарськими ознаками [3].

Оскільки сою вирощують у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, вона характеризується варіабельністю виробничих показників, що зумовлює необхідність у селекційних програмах добору високопродуктивних генотипів із цінними господарськими ознаками, адаптованих до різних умов вирощування. [4 – 6].

Крім того, знання генетичної мінливості є ключовим у програмах селекції рослин, спрямованих на створення нових високоврожайних генотипів сої. Оцінка генетичного різноманіття культури є однією з необхідних передумов розроблення ефективних селекційних методів. Наявність широкої генетичної варіабельності серед вихідного матеріалу становить основу результативної селекційної програми. Визначення типу та рівня генетичного різноманіття дає змогу селекціонеру обґрунтовано добирати батьківські форми, адаптовані до місцевих умов вирощування, для проведення цілеспрямованої гібридизації. [6].

Причому, на думку Esan et al. [7], морфологічних критеріїв може бути недостатньо для диференціації типів

сої з обмеженою генетичною основою. У зв'язку з цим необхідне проведення комплексних досліджень для з'ясування масштабів і генетичних основ мінливості за основними господарсько-цінними ознаками генотипів сої.

Окремі науковці стверджують, що для дослідження генетичної варіації необхідно використовувати різні морфологічні ознаки, такі як колір квітки, опушення, насіння та гілочки, а також фізіологічні та біохімічні ознаки, такі як вміст білка, олії, вуглеводів та їх субкомпонентів [8, 9].

Zatybekov et al. [10] додають, що ще необхідно використовувати агрономічні, морфологічні, біохімічні та молекулярні маркерні поліморфізми.

На думку Khan et al. всі вищезгадані групи маркерів, коли вони використовуються разом, можуть надати точні дані щодо тестованої зародкової плазми.

Отже, для створення адаптивних до умов вирощування сортів овочевої сої важливим і актуальним є оцінювання фенотипової та екологічної мінливості її зразків за комплексом господарсько-цінних ознак.

Метою статті є – висвітлення фенотипової та екологічної мінливості зразків сої овочевої з метою формування науково обґрунтованого вихідного матеріалу для селекції нових, адаптивних до умов зрошення сортів.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводили в умовах Південного Степу України на полях селекційної сівозміни Інституту. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий, середньосуглинковий. В орному шарі містилося 2,0–2,2 % гумусу, 1,8 мг/кг нітратного азоту, 32,3 мг/кг рухомого фосфору та 251,0 мг/кг калію. Лімітуючими чинниками зони є дефіцит опадів у період вегетації та прояви повітряної посухи, що зумовлює необхідність зрошення.

Оцінювання зразків здійснювали відповідно до методики Державної комісії з сортовипробування сільськогосподарських культур [26] та «Методики польового дослідження» [27, 28]. Фенологічні спостереження та обліки проводили згідно з «Широким уніфікованим класифікатором роду *Glycine max* (L.)» [29] і методичними рекомендаціями з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур [30]. Статистичну обробку результатів виконували за методикою, викладеною за ред. Р. А. Вожегової [27].

Агротехніка – загальноприйнята для південного регіону України. Попередник – овочеві культури.



Зяблевий обробіток ґрунту проводили на глибину 27 см. Мінеральні добрива (N₃₀) вносили під передпосівний обробіток. Сівбу здійснювали 2–5 травня ручним способом, рядковим методом. Площа однорядкової ділянки – 2,1 м². Стандарт – сорт Кобра.

Масові сходи з'являлися на 8–10-ту добу після сівби. Дату появи сходів фіксували. Упродовж вегетації визначали фази розвитку рослин. Висоту рослин і висоту прикріплення нижніх бобів обліковували у фазі цвітіння – формування насіння.

Для контролю бур'янів після сівби до появи сходів вносили ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптима (1,2 л/га), у фазі двох трійчастих листків – страховий гербіцид Корум (3 л/га).

Результати досліджень. Тривалість періоду вегетації є однією з ключових адаптивних і селекційно цінних ознак сої, що значною мірою визначає придатність генотипів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Для оцінки фенотипової та екологічної мінливості цієї ознаки проведено аналіз колекційних зразків сої за результатами трирічних досліджень (2023–2025 рр.) табл. 1.

Для порівняння мінливості ознак зразків сої за господарсько-цінними ознаками, використовували коефіцієнт варіації.

Тривалість вегетаційного періоду стандартного сорту сої Кобра за роки досліджень коливалася в межах 78–83 діб. Середнє значення показника становило 80,3 доби, а амплітуда міжрічної мінливості – 5 діб. Розрахований коефіцієнт варіації ($V = 3,1\%$) свідчить про низький рівень фенотипової мінливості ознаки.

Виявлені коливання тривалості вегетаційного періоду мають екологічно зумовлений характер і пов'язані з особливостями погодних умов окремих років, насамперед температурним режимом у критичні фази розвитку рослин. Низьке значення коефіцієнта варіації підтверджує стабільність сорту Кобра за тривалістю вегетації, що є важливою селекційною ознакою для вирощування в умовах зрошення та змін клімату.

Встановлено, що тривалість періоду вегетації досліджуваних зразків коливалася в межах 80

(Кобра – 2023 р.) – 111 діб (UKR001:02861 Л 368-3-13 – 2023 р.), що вказує на значну фенотипову та екологічну мінливість ознаки. Коефіцієнт варіації (V , %) свідчить про різний рівень екологічної стабільності зразків і у більшості генотипів знаходився в межах 2,9–6,8 %, що відповідає низькому рівню мінливості і вказує на відносну стабільність прояву ознаки в різні роки.

Найменший рівень мінливості відмічено у зразків Karikachi ($V = 2,9\%$) та Л 361-1-13 ($V = 3,0\%$), що вказує на їх як екологічно стабільність за тривалістю в періоду вегетації і є важливою селекційною ознакою для вирощування в умовах зрошення та змін клімату.

Водночас зразок Л 368-3-13 відзначався середнім коефіцієнтом варіації ($V = 13,3\%$), що доводить їх деяку залежність тривалості вегетації від умов року та підвищену екологічну чутливість.

Висота рослин і висота прикріплення нижнього бобу є важливими морфологічними ознаками, що визначають адаптивність, продуктивність та стійкість сортів сої до умов вирощування, особливо за різних гідротермічних режимів. Для оцінки мінливості ознак у колекційних зразків та гібридного матеріалу застосовано коефіцієнт варіації (V , %), який відображає екологічну стабільність прояву ознак за роки досліджень (2023–2025 рр.).

Середня висота рослин коливається від 38,7 см, у стандарту Кобра, до 70,4 см, у Karikachi. Найнижчий коефіцієнт варіації ($V = 12,6\%$) спостерігався у Кобра, що свідчить про середню екологічну стабільність цього стандартного сорту. Генотипи Fiskeby V, 20/25 та Л 368-3-13 демонструють найбільшу мінливість ($V = 40–43\%$), що вказує на високу чутливість до зміни погодних умов, але також є джерелом фенотипової мінливості для селекції (табл. 2).

Середні показники висоти прикріплення нижнього бобу варіювали від 3,1 см (Кобра) до 6,9 см (Фора). Показник V , % (21,0), що за градацією відповідає «середньому», спостерігався у Фора та характеризує його як стабільного за цією ознакою. Дуже високі значення V , % (57,4 % у Л 364-2-13, 79,3 % у Fiskeby V) свідчать про значний вплив агрокліматичних умов на формування прикріплення нижнього бобу.

Таблиця 1.

Оцінка фенотипової й екологічної мінливості зразків сої овочевої за господарсько-цінними ознаками (2023-2025 рр.)

Назва зразка та номер реєстрації	Роки досліджень	Тривалість періоду вегетації	Висота, см		Кількість, шт./ рослині		Маса насіння з 1 м ²	Маса 1000 насінин, г
			рослини	прикріплення нижнього бобу	бобів	насінин		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кобра, стандарт	2023	80	37,9	5,8	27,0	34,8	188,0	168,0
	2024	83	44,2	2,2	31,0	37,0	200,0	177,0
	2025	78	34,0	2,0	24,0	28,0	155,0	165,0
	середнє	80	38,7	3,3	27,3	33,3	181,0	170,0
UD0200177 Fiskeby V	2023	90	33,2	1,8	48,0	24,0	230,0	165,0
	2024	99	75,2	8,8	44,7	49,0	204,0	176,0

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2025	87	31,5	1,7	40,2	40,1	198,0	169,0
	середнє	92	46,6	4,1	32,3	37,7	210,7	170,0
UD0200640 Karikachi	2023	87	56,3	5,7	28,2	30,5	270,0	177,0
	2024	90	102,5	8,9	50,7	37,5	195,0	170,0
	2025	85	52,4	4,8	27,1	29,5	182,0	172,0
	середнє	87	70,4	6,5	35,3	32,5	215,7	173,0
UD0200903 Фора	2023	89	62,6	6,5	33,3	63,5	356,0	174,0
	2024	95	78,8	9,6	42,3	53,5	231,0	186,0
	2025	84	58,4	5,6	30,1	42,0	220,2	170,0
	середнє	90	66,6	6,9	39,3	53,0	269,1	176,7
UD0201080 Веста	2023	89	42,0	3,7	30,0	38,0	216,0	178,0
	2024	94	62,5	5,7	41,0	38,0	254,0	181,0
	2025	84	40,0	2,8	27,5	30,2	195,0	176,0
	середнє	89	48,2	4,1	32,8	35,4	221,7	178,3
UD0201152 20/25	2023	85	30,3	5,0	40,3	48,0	256,0	169,0
	2024	93	60,7	7,5	29,3	48,0	162,0	171,0
	2025	83	30,0	4,1	25,4	29,0	154,0	167,0
	середнє	87	40,6	5,5	31,7	41,0	190,7	169,0
UD0202500 Sac	2023	84	42,0	4,3	39,2	60,5	352,0	181,0
	2024	90	58,5	6,8	49,2	48,5	332,0	201,0
	2025	80	38,0	3,4	32,0	45,8	232,0	184,0
	середнє	85	46,2	4,8	40,1	51,6	305,3	188,7
UKR001:02858 Л 361-1-13	2023	83	36,9	3,9	33,8	53,1	328,0	179,0
	2024	85	72,9	5,9	42,8	53,1	218,0	187,0
	2025	80	32,0	3,0	30,1	45,7	209,0	175,0
	середнє	83	47,3	4,3	35,6	50,6	251,7	180,3
UKR001:02859 Л 362-2-13	2023	92	38,5	4,0	31,2	40,8	312,0	178,0
	2024	99	70,8	7,1	52,2	40,8	282,0	180,0
	2025	88	35,0	3,2	28,5	34,2	275,0	177,0
	середнє	93	48,1	4,8	67,3	38,6	289,7	178,3
UKR001:02860 Л 364-2-13	2023	88	36,4	2,0	23,4	38,6	252,0	174,0
	2024	91	71,9	7,0	45,4	38,6	232,0	188,0
	2025	85	34,2	2,0	21,3	28,6	220,0	171,0
	середнє	88	47,5	3,7	30,0	35,3	234,7	177,7
UKR001:02861 Л 368-3-13	2023	111	38,5	3,2	30,2	52,7	332,0	170,0
	2024	98	74,9	7,4	41,2	52,7	249,0	178,0
	2025	85	25,6	2,9	28,2	45,1	232,0	170,0
	середнє	98	46,0	4,2	33,2	50,2	271,0	172,7
UKR001:02864 Л 380-2-13	2023	94	38,2	3,7	35,3	51,2	324,0	172,0
	2024	101	75,8	8,5	54,3	51,2	306,0	184,0
	2025	90	35,4	3,2	32,6	46,0	299,0	169,0
	середнє	95	49,8	5,1	40,7	49,5	309,7	175,0
HIP, 05	2023						14,2	
	2024						14,4	
	2025						17,0	
	середнє						15,2	

Таблиця 2.

Фенотипова та екологічна мінливість зразків сої овочевої за тривалістю періоду вегетації та висотою рослин і прикріпленням нижнього бобу, 2023–2025 рр.

Назва зразка	Середня тривалість вегетації, діб	V, %	Середня висота рослин, см	V, %	Середня висота прикріплення нижнього бобу, см	V, %
Кобра (стандарт)	80	3,1	38,7	12,6	3,3	41,3
Fiskeby V	92	7,1	46,6	43,4	4,1	79,3
Karikachi	87	2,9	70,4	38,0	6,5	36,8
Фора	90	6,2	66,6	14,0	6,9	21,0
Веста	89	5,9	48,2	24,1	4,1	39,0
20/25	87	5,8	40,6	40,1	5,5	33,3
Sac	85	5,8	46,2	22,6	4,8	33,9
Л 361-1-13	83	3,0	47,3	35,2	4,3	27,0
Л 362-2-13	93	5,9	48,1	33,3	4,8	37,3
Л 364-2-13	88	3,6	47,5	35,3	3,7	57,4
Л 368-3-13	98	13,3	46,0	40,2	4,2	37,1
Л 380-2-13	95	6,0	49,8	33,1	5,1	42,7

Примітка: V, % – коефіцієнт варіації за три роки.

Високі значення V, % для більшості сортів (33,1–43,4 %) вказують на високу чутливість рослин за ознакою висота рослин до зміни погодних умов. Стандарт Кобра, Фора, Веста, Sac відзначаються середніми V = 12,6 – 24,1 %, що характеризує їх як стабільний за досліджуваною ознакою

Комбінація середнього значення ознаки та коефіцієнта варіації дозволяє виділити зразки за стабільністю морфологічних ознак (Кобра, Фора, Karikachi) та ті, що характеризуються високою варіабельністю (Fiskeby V, Л 364-2-13) – для використання у селекційній роботі з метою розширення генетичного фонду та підвищення адаптивності.

Зразки з низьким V, % за висотою рослин та прикріпленням нижнього бобу є пріоритетними для стабільного виробництва, тоді як високоваріабельні зразки доцільно залучати у гетерозисні схрещування та створення нових генотипів із комбінованою скоростиглістю і продуктивністю.

Висновки. Ранньостиглі сорти (Karikachi, Кобра, Sac, Л 361-1-13, Фора та ін.) мають найменший період вегетації та найнижчий коефіцієнт варіації (V, 2,9 – 6,2 %), що свідчить про високу екологічну стабільність і передбачуваність розвитку. Пізньостиглі сорти (Л 368-3-13) демонструють більшу мінливість V = 13,3 %, що відображає вплив погодних умов на тривалість періоду вегетації.

Найвища середня висота рослин спостерігалась у Karikachi (70,4 см) та Фора (66,6 см). Великі значення V, % для більшості сортів (33,1–43,4 %) вказують на високу чутливість до зміни погодних умов. Стандарт Кобра та Фора, Веста, Sac відзначаються середніми V = 12,6 – 24,1 %, що характеризує їх як стабільних за ознакою висоти рослин.

Середні значення висоти прикріплення нижнього бобу коливаються від 3,3 см (Кобра) до 6,9 см (Фора). Високі V, % у Fiskeby V та Л 364-2-13 (57–79 %) свідчать про сильний вплив умов вирощування на цю ознаку. Сорт Фора демонструє відносну стабільність (V = 21%).

Отже, селекційне значення стабільних сортів (низький V, % за всіма ознаками) полягає у придатні для комерційного вирощування.

Високоваріабельні зразки доцільно використовувати у селекційних програмах для створення гібридів із поєднанням продуктивності та адаптивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Vymyslický T., Trněný O., Rietman H., Balko C., Đorđević V., Randelović P., Dybová M. Phenotypic characterization of soybean genetic resources at multiple locations: breeding implications for enhancing environmental resilience, yield and protein content. *Front Plant Sci.* 2025 Apr 7;16:1422162. DOI: 10.3389/fpls.2025.1422162.
- Costaa A. P. L., Moitinhoa A. C. R., Silvaa A. P., Amarala L. O., Souzaa J. S. and Unêda-Trevisoli S. H. Comparative analysis of adaptability and stability of soybean genotypes for cultivar registration and protection. *Brazilian Journal of Biology.* 2025, vol. 85, e286817. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286817>.
- Guo B., Sun L., Jiang S., Ren H., Sun R., Wei Z., Hong H., Luan X., Wang J., Wang X., Xu D., Li W., Guo C., Qiu L. J. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theor Appl Genet.* 2022. Nov;135(11):4095-4121. DOI: 10.1007/s00122-022-04222-9. Epub 2022 Oct 14. Erratum in: *Theor Appl Genet.* 2022 Nov;135(11):4123. DOI: 10.1007/s00122-022-04241-6.
- Komariah A., Wahyuni D. S., Ramdhani R. I. A. and Notrtjahyani E. R. Molecular analysis of Karawang local soybean genotypes with national superior varieties based on SSR analysis. *Brazilian Journal of Biology = Revista. Brasileira de Biologia.* 2023. vol. 83, pp. e277744. <http://doi.org/10.1590/1519-6984.277744>
- Sun C., Zhang Z., Liu M., Ceretta S., Zhang S., Guo B., Li Y., Liu Z., Gu Y., Ao X. and Qiu L. Comparison of grain traits and genetic diversity between Chinese and Uruguayan soybeans (*Glycine max L.*). *Front. Plant Sci.* 2024. 15:1435881. DOI: 10.3389/fpls.2024.1435881

5. Gazzoni D. L., Hoffmann-Campo C. B., Zocolo G. J., Fernandes M. do C. Pollination as an ecosystem service in soybean production for climate change mitigation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2025. v.60, e04108. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2025.v60.04108>.
6. Ikegaya T., Shirasawa K., Fujino K. Strategies to assess genetic diversity for crop breeding. *Euphytica*. 2023. 219(6). DOI: 10.1007/s10681-023-03186-1.
7. Esan V.I., Obisesan I.A., Micah M.M., Emuoyibofarhe O.N. Genetic variability and agro-morphological characteristics of dehiscence tolerance in soybean varieties. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2026. 25:14 <https://doi.org/10.1007/s44447-025-00072-1>.
8. Li D., Zhang Z., Gao X., Zhang H., Bai D., Wang Q., Zheng T., Li Y. H., Qiu L. J. The elite variations in germplasm for soybean breeding. *Mol Breed*. 2023. 2;43(5):37. DOI: 10.1007/s11032-023-01378-0
9. Vera G., Condón Priano F., & Vázquez, D. Soybean germplasm characterization for human consumption aptitude in Uruguay. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2024. 27, e2023048. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04823>.
10. Zatybekov, A., Yermagambetova, M., Genievskaya, Y., Didorenko, S., Abugalieva S. Genetic Diversity Analysis of Soybean Collection Using Simple Sequence Repeat Markers. *Plants*. 2023. 12, 3445. <https://doi.org/10.3390/plants12193445>.
11. Khan M. S., Shah Z., Roman M., Khan W., Vrinceanu N. & Alshehri M. H. Entropy generation in magneto couple stress bionanofluid flow containing gyrotactic microorganisms towards a stagnation point on a stretching/shrinking sheet. *Scientific Reports*. 2023. 13:21434. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48676-3>.
12. Волкодав В. В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ: АЛЕФА, 2001. 76 с.
13. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова та ін. Херсон: Вид-во Гринь Д. С., 2014. 286 с.
14. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Вінниця, 1994. 87 с.
15. Кобизева Л. Н., Рябчун В. К., Безугла О. М., Дрепіна Т. О., Дрепін І. М., Потьомкіна Л. М., Сокол Т. В., Божко Т. М., Садовой О. О., Білявська Л. Г. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max*. (L.) Merr. Харків, 2004. 38 с.
16. Кириченко В. В., Кобизева Л. Н., Петренкова В. П., Рябчун В. К та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур. Харків. 2009. 174 с.
17. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
2. Costaa, A.P.L., Moitinhoa, A.C.R., Silvaa, A.P., Amarala, L.O., Souzaa, J.S. & Unêda-Trevisoli, S.H. (2025). Comparative analysis of adaptability and stability of soybean genotypes for cultivar registration and protection. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 85, e286817. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286817>.
3. Guo, B., Sun, L., Jiang, S., Ren, H., Sun, R., Wei, Z., Hong, H., Luan, X., Wang, J., Wang, X., Xu, D., Li, W., Guo, C., & Qiu, L.J. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theor Appl Genet*. Nov;135(11):4095-4121. doi: 10.1007/s00122-022-04222-9. Epub 2022 Oct 14. Erratum in: *Theor Appl Genet*. Nov;135(11):4123. doi: 10.1007/s00122-022-04241-6. PMID: 36239765; PMCID: PMC9561314.
4. Komariah, A., Wahyuni, D.S., Ramdhani, R.I.A. & Notrtjahyani, E.R. (2023). Molecular analysis of Karawang local soybean genotypes with national superior varieties based on SSR analysis. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*. Vol. 83, pp. e277744. <http://doi.org/10.1590/1519-6984.277744>
5. Sun, C., Zhang, Z., Liu, M., Ceretta, S., Zhang, S., Guo, B., Li, Y., Liu, Z., Gu, Y., Ao, X. & Qiu, L. (2024). Comparison of grain traits and genetic diversity between Chinese and Uruguayan soybeans (*Glycine max* L.). *Front. Plant Sci*. 15:1435881. DOI: 10.3389/fpls.2024.1435881/
6. Gazzoni, D.L., Hoffmann-Campo, C.B., Zocolo, G.J., Fernandes, M. do C. (2025). Pollination as an ecosystem service in soybean production for climate change mitigation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Vol.60, e04108. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2025.v60.04108>.
7. Ikegaya T., Shirasawa K. & Fujino K. (2023). Strategies to assess genetic diversity for crop breeding. *Euphytica*. 219(6). DOI:10.1007/s10681-023-03186-1.
8. Esan, V.I., Obisesan, I.A., Micah, M.M., & Emuoyibofarhe, O.N. (2026). Genetic variability and agro-morphological characteristics of dehiscence tolerance in soybean varieties. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 25:14 <https://doi.org/10.1007/s44447-025-00072-1>.
9. Li, D., Zhang, Z., Gao, X., Zhang, H., Bai, D., Wang, Q., Zheng, T., Li, Y.H., & Qiu, L.J. (2023). The elite variations in germplasm for soybean breeding. *Mol Breed*. 2;43(5):37. doi: 10.1007/s11032-023-01378-0.
10. Vera, G., Condón Priano, F., & Vázquez, D. (2024). Soybean germplasm characterization for human consumption aptitude in Uruguay. *Brazilian Journal of Food Technology*. 27, e2023048. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04823>.
11. Zatybekov, A., Yermagambetova, M., Genievskaya, Y., Didorenko, S., & Abugalieva S. (2023). Genetic Diversity Analysis of Soybean Collection Using Simple Sequence Repeat Markers. *Plants*. 12, 3445. <https://doi.org/10.3390/plants12193445>.
12. Khan, M.S., Shah, Z., Roman, M., Khan, W., Vrinceanu, N. & Alshehri, M.H. (2023). Entropy generation in magneto couple stress bionanofluid flow containing gyrotactic microorganisms towards a stagnation point on a stretching/shrinking sheet. *Scientific Reports*. 13:21434. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48676-3>.
13. Volkodav, V.V. (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur*. Vypusk

REFERENCES:

1. Vymyslický, T., Trněný, O., Rietman, H., Balko, C., Đorđević, V., Randelović, P., & Dybová, M. (2025). Phenotypic characterization of soybean genetic resources at multiple locations: breeding implications for enhancing environmental resilience, yield and protein content. *Front Plant Sci*. 7;16:1422162. DOI: 10.3389/fpls.2025.1422162.

- tretii (oliini, tekhnichni, priadylni ta kormovi kultury) [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Third edition (oil, technical, spinning and fodder crops)]. Kyiv: Alefa, 76 [in Ukrainian].*
14. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Maliarchuk, M.P. et al. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [The method of Polish and laboratory doslidzhen on zoshuvannyh lands].* Kherson: Vyd. Hrin D.S., [in Ukrainian].
 15. Babych, A.O. (1994). *Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methodology for conducting experiments on feed production].* Vinnytsia, 87 [in Ukrainian].
 16. Kobyzieva, L.N., Riabchun, V.K., Bezuhla, O.M., Drepina, T.O., Drepin, I.M., Potomkina, L.M., Sokol, T.V., Bozhko, T.M., Sadovoi, O.O., & Biliavska, L.H. (2004). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator [Broad Unified Classifier].* Kharkiv, 38 [in Ukrainian].
 17. Kyrychenko, V.V., Kobyzieva, L.N., Petrenkova, V.P., Riabchun, V.K. et al. (2009). *Identyfikatsiia oznak zernobobovykh kultur [Identification of traits of leguminous crops].* Kharkiv, 174 [in Ukrainian].
 18. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ polovykh doslidiv [Dispersion and correlation analysis of gender research results].* Kherson: Ailant, 372 [in Ukrainian].

Боровик В.О., Гура В.В. Оцінювання фенотипової й екологічної мінливості зразків сої овочевої за комплексом господарсько-цінних ознак

Метою статті є висвітлення фенотипової та екологічної мінливості зразків сої овочевої з метою формування науково обґрунтованого вихідного матеріалу для селекції нових, адаптивних до умов зрошення сортів. **Методи** досліджень польові, лабораторні, статистичні. **Результати досліджень.** Упродовж трьох років у колекційному розсаднику оцінювали фенотипову та екологічну мінливість наступних зразків сої овочевої: Кобра, стандарт, Fiskeby V, Karikachi, Фора, Веста, 20/25, Sac, Л 361-1-13, Л 362-2-13, Л 364-2-13, Л 368-3-13, Л 380-2-13. Найбільшу середню висоту рослин сформували Karikachi (70,4 см) і Фора (66,6 см); висота прикріплення нижнього бобу варіювала від 3,3 см (Кобра) до 6,9 см (Фора). Ранньостиглі сорти (Karikachi, Кобра, Sac, Л 361-1-13, Фора) характеризувалися низькою варіабельністю (2,9–6,2 %), тоді як Л 368-3-13 – середньою (13,3 %). За висотою рослин більшість зразків мали високі значення V (33,1–43,4 %), водночас як Кобра, Фора, Веста та Sac – середні (12,6–24,1 %). Найбільшу мінливість відмічено у Fiskeby V та Л 364-2-13 (57–79 %). **Висновки.** Ранньостиглі сорти (Karikachi, Кобра, Sac, Л 361-1-13, Фора та ін.) з вегетаційним періодом 80–90 діб характеризуються низьким коефіцієнтом варіації (2,9 – 6,2 %), що свідчить про їх високу екологічну стабільність. Сорт Л 368-3-13 (98 діб) має середню мінливість (V = 13,3 %), що вказує на помірну залежність від

погодних умов. За висотою рослин у більшості сортів зафіксовано високі значення V (33,1 – 43,4 %), що свідчить про їх чутливість до гідротермічних умов, тоді як Кобра (стандарт), Фора, Веста та Sac відзначаються середньою мінливістю (12,6–24,1 %). Найвищу варіабельність (57–79 %) висоти прикріплення нижнього бобу виявлено у Fiskeby V та Л 364-2-13; сорт Фора характеризується відносною стабільністю (V = 21 %). Стабільні сорти доцільні для виробничого використання, а високочваріабельні – як джерела пластичності та адаптивності в селекційних програмах.

Ключові слова: вегетаційний період, висота рослин, прикріплення нижнього бобу.

Borovyk V.O., Hura V.V. Evaluation of Phenotypic and Ecological Variability of Vegetable Soybean Accessions by a Complex of Agronomically Valuable Traits

Purpose. The aim of the article is to highlight the phenotypic and ecological variability of vegetable soybean samples in order to form scientifically substantiated source material for breeding new varieties adaptive to irrigation conditions. **Research methods:** field, laboratory, statistical. **Research results.** Over three years, the phenotypic and ecological variability of the following vegetable soybean samples was evaluated in the collection nursery: Kobra, standard, Fiskeby V, Karikachi, Fora, Vesta, 20/25, Sac, L 361-1-13, L 362-2-13, L 364-2-13, L 368-3-13, L 380-2-13. The highest average plant height was formed by Karikachi (70.4 cm) and Fora (66.6 cm); the height of the lower bean attachment varied from 3.3 cm (Kobra) to 6.9 cm (Fora). Early ripening varieties (Karikachi, Kobra, Sac, L 361-1-13, Fora) were characterized by low variability (2.9–6.2%), while L 368-3-13 had medium (13.3%). In terms of plant height, most samples had high V values (33.1–43.4%), while Kobra, Fora, Vesta and Sac had medium (12.6–24.1%). The greatest variability was observed in Fiskeby V and L 364-2-13 (57–79%). **Conclusions.** Early ripening varieties (Karikachi, Kobra, Sac, L 361-1-13, Fora and others) with a growing season of 80–90 days are characterized by a low coefficient of variation (2.9–6.2%), which indicates their high ecological stability. The variety L 368-3-13 (98 days) has an average variability (V = 13.3%), which indicates a moderate dependence on weather conditions. In terms of plant height, most varieties recorded high values of V (33.1–43.4%), which indicates their sensitivity to hydrothermal conditions, while Kobra (standard), Fora, Vesta and Sac are characterized by average variability (12.6–24.1%). The highest variability (57–79%) of the height of the lower bean attachment was found in Fiskeby V and L 364-2-13; Fora variety is characterized by relative stability (V = 21%). Stable varieties are appropriate for production use, and highly variable ones are used as sources of plasticity and adaptability in breeding programs.

Key words: growing period, plant height, lowest pod attachment.

Дата першого надходження статті до видання: 18.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 06.05.2026