

УДК 635.655[575.826+575.827]

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.18>

БІОЛОГІЧНО АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РАННЬОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ТА ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ У РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ УКРАЇНИ

Кравченко В.С. – к.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри рослинництва,
Уманський національний університет садівництва
Крикун С.П. – аспірант кафедри рослинництва,
Уманський національний університет садівництва

Метою дослідження було вивчення динаміки формування врожайності ранньостиглих сортів сої в різних кліматичних зонах України залежно від погодних умов та оцінка їхнього адаптивного потенціалу. Упродовж 2023–2024 рр. у польових умовах на території Одеської (Степ), Черкаської (Лісостеп) та Житомирської (Полісся) областей досліджували 12 нових сортів сої, за стандарт взято сорт Равсодія як найбільш апробований. Аналіз отриманих результатів проводили за допомогою загальноприйнятих методів польових і генетико-статистичних досліджень. У ході дослідження визначено адаптивний потенціал сортів за показником «врожайність» та встановлено силу кореляції між рівнем врожайності, температурними показниками та кількістю опадів. Отримані результати дозволили виділити найбільш перспективні сорти для забезпечення стабільно високої врожайності в умовах України. Врожайність сої суттєво варіювала залежно від умов вирощування – від 1,69 т/га в зоні Степу до 2,50 т/га в Поліссі. Найсприятливішими умовами для формування врожаю відзначався Лісостеп ($CVG/CVA = 0,89$), а розрахунок узагальненого співвідношення CVG/CVA (0,97) підтвердив відповідність кліматичних умов усіх досліджуваних зон потребам культури для реалізації її біологічного потенціалу. Найкращими для вирощування в досліджуваних кліматичних умовах виявилися сорти Таверна (2,20–3,01 т/га), Ері (1,79–3,14 т/га) та Калгарі (1,81–3,15 т/га). Водночас сорти Перепілочка і Фортеця показали стабільно низьку врожайність, сорт Таверна – стабільно високу. Аналіз пластичності та стабільності дозволив ранжувати сорти на низькопластичні (Перепілочка, Таверна, Фортеця) та високопластичні – інтенсивні (Равсодія st, Паллада, Адельфія, Адесса, ЕС ДЕКОР, РЖТ САКУЗА, Ері, Калгарі, Нунавік). Проведене дослідження сприяло визначенню найбільш продуктивних сортів сої, придатних для вирощування в Степу, Лісостепу та Поліссі України. Розраховані статистичні моделі сприятимуть прогнозуванню врожайності та оптимізації вирощування культури.

Ключові слова: пластичність, стабільність, врожайність, адаптивність.

Kravchenko V.S., Krykun S.P. Biologically adaptive potential of early-ripening soybean varieties of cultivated Ukrainian and foreign selection in different climatic zones of Ukraine

The purpose of the study was to study the dynamics of the formation of the yield of early-ripening soybean varieties in different climatic zones of Ukraine depending on weather conditions and assess their adaptive potential. During 2023–2024, 12 new soybean varieties were studied in field conditions in the Odessa (Steppe), Cherkasy (Forest-steppe) and Zhytomyr (Polissya) regions, with the Rhapsody variety taken as the most tested as the standard. The analysis of the results obtained was carried out using generally accepted methods of field and genetic and statistical research. During the study, the adaptive potential of varieties was determined by the “yield” indicator and the strength of the correlation between the yield level, temperature indicators and the amount of precipitation was established. The results obtained allowed us to identify the most promising varieties for ensuring consistently high yields in Ukrainian conditions. Soybean yield varied significantly depending on growing conditions – from 1.69 t/ha in the Steppe zone to 2.50 t/ha in Polissya. The most favorable conditions for the formation of the crop were noted in the Forest-Steppe ($CVG/CVA = 0.89$), and the calculation of the generalized CVG/CVA ratio (0.97) confirmed the compliance of the climatic conditions of all the studied zones

with the needs of the crop for the realization of its biological potential. The best varieties for cultivation in the studied climatic conditions were Taverna (2.20–3.01 t/ha), Eri (1.79–3.14 t/ha) and Calgary (1.81–3.15 t/ha). At the same time, the varieties Perepilochka and Fortetsia showed a consistently low yield, the Taverna variety – a consistently high one. The analysis of plasticity and stability allowed to rank the varieties into low-plastic (Perepilochka, Taverna, Fortress) and high-plastic – intensive (Rapsodia st, Pallada, Adelfia, Adessa, ES DECOR, RGT SAKUZA, Eri, Calgary, Nunavik). The conducted research contributed to the identification of the most productive soybean varieties suitable for cultivation in the Steppe, Forest-Steppe and Polissya of Ukraine. The calculated statistical models will contribute to the prediction of yield and optimization of crop cultivation.

Key words: plasticity, stability, productivity, adaptability.

Постановка проблеми. Послідовне підвищення рівня врожайності та скорочення витрат на виробництво постійно покращували конкурентоспроможність сої серед сільськогосподарських культур. Серед олійних культур провідне місце у світовому масштабі посідає соя. В даний час посіви сої складають близько 35 % від загальносвітових посівних площ однорічних і багаторічних олійних культур. Частка цієї культури у світовому виробництві олійних культур прирівнюється до 44 %. Вирощування сої є дуже сконцентрованим географічно, лише на чотири країни – США, Бразилію, Аргентину та Китай – припадає майже 90 % світового виробництва [1].

Соя є одним із небагатьох варіантів, де можливе значне розширення площ виробництва через попит на цю культуру в підсекторах рослинної олії та кормів, тоді як на відміну від ринку інших бобових культур, які використовуються лише для харчових продуктів [1].

У зв'язку із значенням сої у світовій економіці і її багатоцільовим застосуванням існує також зростаюча зацікавленість у покращенні різних характеристик сої, включаючи впровадження нових сортів, агрономічних характеристик і стійкості до хвороб, які дозволяють підняти її ринкову вартість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стійкість рослин визначається механізмами їх адаптації, дослідження яких, незважаючи на значні досягнення, викликає все більший інтерес серед учених [2]. Адаптивний сорт є генотипом з високою екологічною пластичністю, здатним адаптуватися до як оптимальних, так і до мінімальних чи максимальних проявів факторів довкілля [3]. Середовище має великий вплив на фенотипову поведінку сої, особливо через едафо-кліматичні фактори такі, як наявність води, температура та фотоперіод.

Загалом посіви сої, як і інших видів рослин, мають певну теплову потребу для стабільного розвитку. Однак екстремальні температури впродовж вегетації (що останнім часом спостерігається на території України) можуть призвести до теплового стресу. Надмірно високі температури викликають надмірне випаровування з подальшим зневодненням і зниженням ефективності фотосинтезу [4, 5, 6]. Так само низькотемпературний стрес обмежує процеси росту та розвитку рослин – зниження активності метаболізму. Цей тип стресу також впливає на інші фізіологічні процеси, такі як поглинання води та поживних речовин, конформацію білка та нуклеїнових кислот [7, 8, 9].

Тому для використання екологічної інформації в аналізі випробувань сортів може забезпечити кращу інтерпретацію взаємодії «генотип-середовище», що сприятиме прогнозуванню поведінки сортів сої у різних умовах довкілля.

Постановка завдання. Для реалізації біологічного потенціалу сорту необхідна оптимальна взаємодія факторів довкілля, перебіг яких є непередбачуваним, впродовж всього періоду вегетації рослин. Прямого впливу людина на ці фактори

не має, можна лише частково нівелювати їх вплив, наприклад, зрошенням, укриттям, мульчуванням і т.д., але збільшує затрати матеріальних ресурсів. Тому добір адаптивних, стрес-толерантних сортів сої для різних кліматичних зон України є нагальним питанням.

Дослідження проводили у трьох кліматичних зонах України – Степу (Одеська обл.), Лісостепу (Черкаська обл.) та Поліссі (Житомирська обл.). Погодні умови періоду досліджень відрізнялися істотно, як за роками так і за кліматичними зонами. Розподіл атмосферних опадів був нерівномірним впродовж всього періоду досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Кліматичні умови періоду вегетації рослин сої

Місяць	Степ (Одеська обл.)		Лісостеп (Черкаська обл.)		Полісся (Житомирська обл.)	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Опади, мм						
Квітень	116	70	129,6	56,2	84	39
Травень	7	35	42,4	4,8	0,1	73
Червень	32	77	15,8	56,5	59,6	81
Липень	48	18	92,5	17,9	67,8	65
Серпень	15	20	12,0	17,7	22	28
Σ	218,0	220,0	292,3	153,1	233,5	286,0
Температура повітря, °C						
Квітень	10,3	15,1	8,8	13,0	8,7	7,5
Травень	16,4	16,2	15,4	15,3	15,1	14,3
Червень	21	24	19,6	21,2	18,9	20,3
Липень	24	25,6	21,3	24,3	20,8	20,1
Серпень	25	26,7	22,9	23,1	22,8	21
$\bar{X}$, t °C	19,3	21,5	17,6	19,4	17,3	16,6

Так, на час посіву сої була достатня кількість опадів, проте після появи сходів й інтенсивного росту у травні їх кількість була недостатньою, а підвищення температурного режиму сприяло зменшенню запасів продуктивної вологи, дана тенденція зберігалася у всіх зонах до кінця періоду вегетації рослин (за виключенням Полісся у 2024 році, де кількість опадів за період вегетації рослин випадала відносно рівномірно), що відповідно вплинуло на формування рівня врожаю

Грунтові умови. Степ – ґрунт дослідного поля представлений малогумусним важкосуглинистим чорноземом з середнім вмістом гумусу до 2 %. Потужність гумусового шару – 65–67 см, власне гумусний горизонт – 35–38 см. Рельєф території рівнинний зі слабким нахилом на південний захід.

Лісостеп – чорнозем опідзолений [10] мало гумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі з вмістом гумусу до 2 % з глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) та слабкислою реакцією ґрунтового розчину.

Полісся – дерново-підзолисті ґрунти з добре вираженим гумусним горизонтом з його вмістом до 8 % та нейтральною реакцією середовища.

Строки посіву: Степ – 15–20 квітня; Лісостеп – 28 квітня – 5 травня; Полісся – 10–15 травня.

Густота посіву становила 450 тис. схожих насінин у всіх зонах вирощування.

Технологія вирощування була типовою і загальноприйнятою для кожної зони.

У досліді вивчали нові сорти сої культурної ранньостиглої групи української (Рапсодія st, Паллада, Перепілочка, Таверна, Фортеця) та зарубіжної селекції (Адельфія, Адесса – Австрія, ЕС ДЕКОР, РЖТ САКУЗА – Франція, Ері, Калгарі, Нунавік – Канада), що рекомендовані для Степу, Лісостепу і Полісся України. За стандарт взято сорт Рапсодія, як найбільш апробований в Україні. Площа – облікової ділянки – 250 м², повторення чотириразове. Під час проведення біометричних вимірювань та формування врожаю користувалися загальноприйнятими методиками [11].

Генетико-статистична обробка результатів. Для оцінювання адаптивної здатності було використано метод регресійного аналізу, математична модель якого для визначення стабільності та пластичності сортів була запропонована К. У. Фінлеєм та Г. Н. Уілкінсоном [12] і доповнена С. А. Еберхартом та У. Г. Расселом, [13].

Для систематизації отриманих результатів використовували рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності (σ^2d): 1) $b_i < 1$, $\sigma^2d > 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільний; 2) $b_i < 1$, $\sigma^2d = 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, стабільний; 3) $b_i = 1$, $\sigma^2d = 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, стабільний; 4) $b_i = 1$, $\sigma^2d > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) $b_i > 1$, $\sigma^2d = 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов, стабільний; 6) $b_i > 1$, $\sigma^2d > 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов. При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних. Нелінійні відхилення від лінії регресії (σ^2d – стабільність). Чим менший коефіцієнт стабільності, тим стабільнішим є сорт.

Гомеостатичність, селекційну цінність, коефіцієнт мультиплікативності, індекс екологічної пластичності, коефіцієнт абсолютної адаптивності розраховували для сорту розраховували за методами описаним в працях [14, 15, 16].

Стресостійкість та компенсаторну здатність сортів визначали по А. А. Rossielle і S. Hemblin [17].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з розрахунком середнього арифметичного ($\bar{X}$) стандартного відхилення (SD), розрахованого за допомогою Microsoft Excel 2019. Кореляційні залежності визначали за допомогою програми Statistica 12.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одержані дані показали, що найвищу врожайність ранньостиглих сортів можна отримати у Поліссі – 2,50 т/га, що вище від одержаних показників у Лісостепу (2,41 т/га) на 4 % та Степу (1,69 т/га) на 48 % або 0,81 т/га. Для забезпечення високої врожайності сої потрібне співвідношення коефіцієнтів генетичної (CVG) та екологічної (CVE) варіації близьке до одиниці або більше за одиницю. У наших дослідженнях екологічна варіація була більшою від генетичної в кожній кліматичній зоні, що вказує на сильну залежність культури від умов вирощування. З результатів наведених у таблиці 2 видно, що найбільша відповідність умов вирощування вимогам культури встановлена в Лісостепу – $CVG/CVA = 0,89$. У Степу, де посіви мали кращу забезпеченість сумою позитивних і ефективних температур та меншу забезпеченість посівів вологою CVG/CVA становив 0,80. У Поліссі, де забезпечення вологою було достатнім, температурний режим менш сприятливим, а рівень врожайності був

вищим, показник $CVG/CVA = 0,70$, що вказує на неповну реалізацію біологічного потенціалу сортів сої у Поліссі (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність ранньостиглих сортів сої культурної
у різних кліматичних зонах України**

Сорт	Степ			Лісостеп			Полісся		
	2023	2024	$\bar{X}$	2023	2024	$\bar{X}$	2023	2024	$\bar{X}$
Рапсодія st	1,78	1,38	1,58	2,77	1,98	2,38	3,03	3,20	3,12
Паллада	1,80	1,40	1,60	2,88	2,00	2,44	2,55	2,20	2,38
Перепілочка	1,74	1,24	1,49	1,90	1,31	1,61	2,12	1,62	1,87
Таверна	2,57	2,20	2,39	2,99	2,55	2,77	3,00	3,01	3,01
Фортеця	1,98	1,46	1,72	2,29	1,55	1,92	1,85	1,70	1,78
Адельфія	1,66	1,33	1,50	2,95	2,10	2,53	2,28	2,40	2,34
Адесса	1,59	1,28	1,44	3,00	2,00	2,50	2,24	2,55	2,40
ЕС ДЕКОР	1,67	1,35	1,51	2,77	2,00	2,39	2,35	2,64	2,50
РЖТ САКУЗА	1,71	1,38	1,55	2,91	2,06	2,49	2,35	2,40	2,38
Ері	2,40	1,79	2,10	3,14	2,51	2,83	3,00	2,92	2,96
Калгарі	2,20	1,81	2,01	3,15	2,20	2,68	2,88	2,84	2,86
Нунавік	1,60	1,30	1,45	3,00	1,77	2,39	2,45	2,33	2,39
НІР ₀₅	0,15	0,13		0,19	0,16		0,20	0,17	
$\bar{X}$	1,89	1,49	1,69	2,81	2,00	2,41	2,51	2,48	2,50
SD	0,31	0,28	0,29			0,33	0,37	0,47	0,41
CV, %	17	19	17			14	15	19	16
CVG, %			17			20			12
CVE, %			21			22			17
CVP, %			27			29			21
CVG/CVE			0,80			0,89			0,70

Аналіз даних показав, що незалежно від кліматичної зони вирощування висок врожайними були сорти Таверна (2,20–3,01 т/га за зонами), Ері (1,79–3,14 т/га) і Калгарі (1,81–3,15 т/га).

Дослідженнями встановлено, що сорти Перепілочка, Фортеця та Нунавік були найменш врожайними, де показник був нижчим від стандарту на 12–30 %. Сорти Паллада, РЖТ САКУЗА, Адельфія, Адесса та ЕС ДЕКОР характеризувалися нижчою врожайністю від стандарту на 9–10 %, а сорти Таверна, Ері та Калгарі – вищою на 7–15 % (табл. 3).

Генетико-статистичний аналіз врожайності показав, що сорти Перепілочка, Таверна, Фортеця були найбільш стабільними ($\sigma^2d = 0,53$ – $0,56$). У дослідженні виявлено, що ці ж сорти мали показники пластичності $bi > 1$ і стабільності $\sigma^2d > 0$, тобто будуть врожайні за сприятливих умов вирощування. Інші сорти мали показники $bi < 1$ і $\sigma^2d > 0$, що свідчить про їхню здатність давати кращі результати за сприятливих умов, але нестабільні за врожайністю.

Таблиця 3

**Узагальнені параметри адаптивно-продуктивного потенціалу
ранньостиглих сортів сої культурної у різних кліматичних зонах України
(2023–2024)**

Сорт	$\bar{X}$	σ^2d	bi	Hom	Sc	KM	ІЕП	СС	КЗ	КАА
Рапсодія st	2,36	0,82	1,39	4,69	2,16	2,29	1,06	-1,82	2,29	1,07
Паллада	2,14	0,70	1,06	3,86	1,96	2,09	0,97	-1,48	2,14	0,97
Перепілочка	1,66	0,56	0,52	2,31	1,52	1,69	0,76	-0,88	1,68	0,75
Таверна	2,72	0,55	0,66	6,25	2,49	1,53	1,26	-0,81	2,61	1,24
Фортеця	1,81	0,53	0,44	2,75	1,66	1,54	0,84	-0,83	1,88	0,82
Адельфія	2,12	0,72	1,13	3,79	1,94	2,17	0,96	-1,62	2,14	0,96
Адесса	2,11	0,76	1,25	3,76	1,93	2,30	0,95	-1,72	2,14	0,96
ЕС ДЕКОР	2,13	0,71	1,12	3,83	1,95	2,15	0,96	-1,42	2,06	0,97
РЖТ САКУЗА	2,14	0,70	1,09	3,85	1,96	2,13	0,97	-1,53	2,15	0,97
Ері	2,63	0,68	1,01	5,83	2,41	1,85	1,20	-1,35	2,47	1,19
Калгарі	2,51	0,69	1,06	5,33	2,30	1,92	1,15	-1,34	2,48	1,14
Нунавік	2,36	0,76	1,27	3,64	1,90	2,35	0,93	-1,70	2,15	0,94
НІР ₀₅	0,13									
$\bar{X}$	2,20									
SD	0,30									
CV, %	14									
CVG, %	25									
CVE, %	26									
CVP, %	36									
CVG/CVE	0,97									

Сорти Рапсодія st, Паллада, Адельфія, Адесса, ЕС ДЕКОР, РЖТ САКУЗА, Ері, Калгарі, Нунавік за показником пластичності (bi) можна віднести до групи інтенсивних, інші – до пластичних. Сорти істотно різнилися за показником гомеостатичності від 2,31 до 6,25, що підтверджує стабільність або навпаки – пластичність певного сорту. Високою селекційною цінністю (Sc) та компенсаторною здатністю (КЗ) відзначилися сорти Таверна та Ері. Вищим коефіцієнтом адаптивності відносно стандарту характеризувалися сорти Таверна, Ері та Калгарі, де КАА був більше 1.

З даних таблиці 4 видно, що співвідношення CVG/CVA = 0,97, що підтверджує повну відповідність умов довкілля Степу, Лісостепу і Полісся вимогам культури для формування стабільного і високого врожаю.

В результаті статистичних обрахунків, виявлено сильний зворотній кореляційний зв'язок за шкалою Чеддока між врожайністю сої й температурою повітря впродовж вегетації рослин – $r = 0,7120$ і помітний зв'язок між врожайністю й сумою опадів – $r = 0,5077$. З урахуванням показників статистичної надійності рівнянь, дану залежність представлено графічно на Рисунку 1.

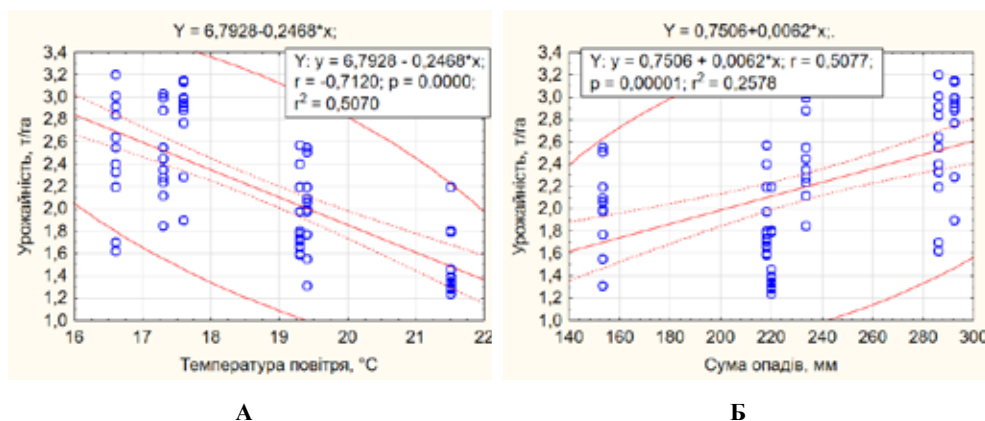


Рис. 1. Статистичні залежності врожайності сортів сої від температури повітря, °C (А) та суми опадів, мм (Б)

Висновки і пропозиції. У результаті проведеного дослідження виявлено повну відповідність кліматичних умов України потребам культури для реалізації її біологічного потенціалу – $CVG/CVA = 0,97$.

Визначено врожайні сорти Таверна (2,20–3,01 т/га), Ері (1,79–3,14 т/га) та Калгарі (1,81–3,15 т/га), стабільні сорти Перепілочка і Фортеця показали низьку врожайність, сорт Таверна – стабільно високу.

Виділено низькопластичні (Перепілочка, Таверна, Фортеця) та високопластичні – інтенсивні (Рапсодія st, Паллада, Адельфія, Адесса, ЕС ДЕКОР, РЖТ САКУЗА, Ері, Калгарі, Нунавік) сорти сої, придатні для вирощування в Степу, Лісостепу та Поліссі України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. FAO. The role of soybean in fighting world hunger. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c239502b-efef-4448-9fe0-2af1db6dffa/content> (дата звернення 05.02.2025).
2. Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. et al. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias, Londrina*. 2015. 36(5). 2933–2942.
3. Yatsenko, V., Sichkar, A., Rogalskyi, S., Vyshnevskaya, L., Kostiyuk, M. Ecological plasticity, stability, and nitrogen-fixing capacity of edible bean cultivars in the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2024. 25(6), 31-50. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2024.31>.
4. Thuzar M Puteh A. B., Abdullah N. A. P., et al. The Effects of Temperature Stress on the Quality and Yield of Soya Bean [*Glycine max* L.] Merrill.]. *Journal of Agricultural Science*. 2010. 2(1), 172–172.
5. Zhu X.-G., Long S. P. Ort, D. R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 61, 235–261 (2010).
6. dos Santos T. B., Ribas A. F., de Souza S. G. H., et al. Physiological responses to drought, salinity, and heat stress in plants: A review. *Stresses* 2022, 2, 113–135.
7. Latef A. A. H. A., Sumira J., Allah A., et al. Soybean under abiotic stress: proteomic approach. *Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress*, Wiley-Blackwell. 2016, 28–42.

8. Staniak, M., Szpunar-Krok E., Kocira A. Responses of soybean to selected abiotic stresses: Photoperiod, temperature and water. *Agriculture*. 2023. 13, 146.
9. Siebers M. H. Yendrek C.R., Drag D. et al. Heat waves imposed during early pod development in soybean (*Glycine max*) cause significant yield loss despite a rapid recovery from oxidative stress. *Glob. Chang. Biol.* 2015, 21, 3114–3125.
10. World reference base for soil resources 2014 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 2015. 203 с. URL: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-classification/world-reference-base/en/>.
11. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 81 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (дата звернення 05.02.2025).
12. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.* 1963. N 14. P. 742–754.
13. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6, N 1. P. 36–40.
14. Yatsenko V., Yatsenko N., Poltoretskyi S., et al. Adaptiveness, selection and nutritional value of clonal populations of *Allium sativum* L. ssp. *sativum* in the forest steppe of Ukraine. *Acta agriculturae Slovenica*, 2025, 121(1), 1–12. doi:10.14720/aas.2025.121.1.12524
15. Яценко В. В. Адаптивна здатність та селекційна цінність колекційних зразків сої овочевої. *Овочівництво і баштанництво*, 2022. (72), 41–52. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2022-72-41-52>
16. Yatsenko V., Poltoretskyi S., Yatsenko N., Poltoretska N., Mazur O. (2023). Agrobiological assessment of green bean varieties by adaptability, productivity, and nitrogen fixation. *Scientific Horizons*, 26(7), 79–94. doi: 10.48077/scihor7.2023.79.
17. Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop. Sci.* 1981. 21(6), 943–946. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x> (дата звернення 05.02.2025).