

УДК 635.655:631.527:581.19

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.28>

ОЦІНКА СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ СОЇ ЗА РІВНЕМ АДАПТИВНОСТІ ДО АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Чернишенко П. В. – к.с.-г.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-1502-1790

Василенко А. О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідуюча лабораторії селекції зернобобових культур,

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-0081-5894

Скидан В. О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

провідний науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-5592-2107

Шевченко Л. М. – д.філос.,

старший науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0000-5213-4527

Глянцев А. В. – науковий співробітник лабораторії селекції зернобобових культур,

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0007-6331-1286

В умовах глобальних трансформацій клімату, росту населення і скорочення ресурсів необхідні різноманітні підходи для підтримання високого рівня продуктивності сільськогосподарських культур і вирішення проблеми продовольчої безпеки. В зв'язку з переходом на зовнішні ринки збуту рослинницької продукції, сільськогосподарське виробництво потребує нові сорти сої, стійкі до абіотичних стресів. Враховуючи це, необхідним є подальше вдосконалення методів селекції сої та створення нових високоврожайних сортів, адаптованих до несприятливих абіотичних чинників на основі розширення генетичного різноманіття культури. Одним з пріоритетів сучасної селекції є підвищення ефективності добору.

Дослідження проводилися у 2021 р. та 2023–2025 рр. на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, в умовах типових для східної частини Лісостепу України. В якості предмета досліджень використовувалися селекційні номери конкурсного сортовипробування (КСВ) та перспективні селекційні лінії. Метою досліджень є визначення різноманіття селекційних зразків сої за стійкістю до абіотичних чинників довкілля в умовах східної частини Лісостепу України.

За результатами досліджень виділено вихідний селекційний матеріал, що характеризується високою пластичністю за врожайністю та вмістом у насінні білка і олії. Встановлено, що сприятливі умови для формування врожайності сої за роки досліджень

© Чернишенко П. В., Василенко А. О., Скидан В. О., Шевченко Л. М., Глянцев А. В.,



2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

склалися у 2023 р. (індекс умов року (I_j) дорівнював 1,17) при врожайності 2,55 т/га. Мінімальну врожайність склали у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року –0,56. Сприятливі умови для синтезу білка і олії у насінні сої відмічались у 2024 р. Середній вміст білка становив 40,1 %, при значенні індексу умов року 3,34. Олійність в насінні становила 18,7 % при значенні I_j дорівнював 0,75. Сумарний вміст білка і олії в насінні дорівнював 58,8 % при індексі умов року 1,59. Найбільш несприятливі умови для формування вмісту білка в насінні (36,4 %) та сумарного вмісту білка й олії (55,7 %) відзначено у 2023 р., при значенні індексів умов року відповідно –0,50 та –0,86. Найменш сприятливі умови для накопичення олії спостерігалися у 2025 р., коли при олійності насіння 18,4 % індекс умов року становив 0,75.

Ключові слова: соя, пластичність, стабільність, індекс умов року, урожайність, якість насіння, білок, олія.

Chernyshenko P. V., Vasylenko A. O., Skydan V. O., Shevchenko L. M., Hliantsev A. V. Assessment of soybean breeding material for the level of adaptability to abiotic factors

Under conditions of global climate transformations, population growth, and decreasing natural resources, diverse approaches are required to maintain a high level of agricultural crop productivity and to address food security issues. In connection with the expansion to international markets for crop production, agricultural systems require the development of new soybean cultivars resistant to abiotic stresses. Taking this into account, further improvement of soybean breeding methods and the development of new high-yielding cultivars adapted to unfavorable abiotic factors based on the expansion of the genetic diversity of the crop are necessary. One of the key priorities of modern breeding is to increase the efficiency of selection.

The studies were conducted in 2021 and during 2023–2025 on the fields of the scientific crop rotation of the Yuriev plant production institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, under conditions typical of the eastern part of the Forest-Steppe zone of Ukraine. Breeding lines from competitive variety testing (KSV) and promising advanced breeding lines were used as the research material. The aim of the study was to assess the diversity of soybean breeding genotypes in terms of resistance to abiotic environmental factors under the conditions of the eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Breeding material with high plasticity for yield, seed protein content, and oil content was identified. It was established that the most favorable conditions for soybean yield formation during the years of study occurred in 2023 (year condition index (I_j) = 1.17), when the yield reached 2.55 t/ha. The minimum yield was recorded in 2024 – 0.88 t/ha, with a year condition index of –0.56. Favorable conditions for protein and oil synthesis in soybean seeds were observed in 2024. The average protein content amounted to 40.1 %, with a year condition index of 3.34. The oil content reached 18.7 %, with I_j = 0.75. The total content of protein and oil in the seeds was 58.8 %, with a year condition index of 1.59. The least favorable conditions for protein accumulation (36.4 %) and for the combined content of protein and oil (55.7 %) occurred in 2023, with year condition indices of –0.50 and –0.86, respectively. The least favorable conditions for oil accumulation were observed in 2025, when the oil content was 18.4 % and the year condition index reached I_j 0.75.

Key words: soybean, plasticity, stability, year condition index, yield, seed quality, protein, oil.

Актуальність теми дослідження. Від’ємні тенденції трансформації кліматичних умов, зокрема підвищення температури повітря, подовження бездощових періодів, збільшення частоти сухотів та злив, що посилюються в останні роки, зумовлюють необхідність створення принципово нових сортів, основною ознакою яких є підвищена адаптивність до абіотичних стресів. Стабільність урожайності за роками повинна стати пріоритетною характеристикою сучасної селекції сої [1]. Оскільки соя сформувалася в умовах мусонного клімату, для переважно посушливих умов України доцільним є створення сортів із високою або середньою екологічною пластичністю та високою стабільністю основних кількісних ознак – компонентів урожайності [2].

Рівень потенціалу продуктивності сільськогосподарських рослин та їх екологічна стійкість регулюються різними генетичними системами і є відносно

незалежними ознаками [3], що повною мірою стосується й сортів сої. У багатьох випадках рівень стійкості не виявляє позитивної кореляції з іншими важливими показниками, які визначають урожайність та якість продукції. Висока продуктивність і стабільність агрофітоценозу є взаємно обмежувальними через неможливість поєднання в одній системі всіх складових компонентів. Відомо, що потенціал продуктивності сорту сої тісно корелює з його адаптивними властивостями – екологічною пластичністю та стабільністю [4, 5].

Постановка проблеми. Останніми роками в Україні спостерігаються стабільно великі посівні площі сої. Разом з тим, трансформація клімату, аномальні погодні умови в період вегетації культури призводять до суттєвих втрат врожаїв [6]. Найбільш суттєвими лімітуючими факторами у виробництві сої є підвищені температури та посуха. Так, за результатами спостережень, втрати врожаю сої від посухи можуть сягати 45–70 % [7–14]. Крім того, в зв'язку з переходом на зовнішні ринки збуту рослинницької продукції, сільськогосподарське виробництво потребує нові сорти сої, стійкі до спеки та посухи. Враховуючи це, необхідним є подальше вдосконалення методів селекції сої та створення нових високоврожайних сортів, адаптованих до несприятливих абіотичних чинників на основі розширення генетичного різноманіття культури. Одним з пріоритетів сучасної селекції є підвищення ефективності добору.

Метою досліджень є визначення різноманіття селекційних зразків сої за стійкістю до абіотичних чинників довкілля в умовах східної частини Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводилися у 2021 р. та 2023–2025 рр. на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, в умовах типових для східної частини Лісостепу України.

В якості предмета досліджень використовувалися селекційні номери конкурсного сортовипробування (КСВ) та перспективні селекційні лінії.

Конкурсне сортовипробування проводили за стандартною методикою при загальноприйнятій для Лісостепової зони України технології вирощування: норма висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га; ширина міжрядь 45 см; облікова площа ділянки – 25 м², повторність дослідів – триразова.

Сою розміщали після стерньового попередника – ячмінь ярий. Сівба здійснювалась селекційною сівалкою ССФК–7 при сталому прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння (3–5 см) до 10–12 °С. Під час вегетації рослин сої проводили один-два міжрядних обробітки ґрунту. Збирали врожай у фазі повної спілості насіння подільночно, зернозбиральним комбайном «Неге–125» з наступною очисткою на насіннесочисній машині СМ–0,16 і перерахунком на стандартну вологість (14 %).

Реакцію сортів на мінливість умов вирощування визначали за коефіцієнтами лінійної регресії b_i врожайності (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) за методикою S. A. Eberhart, W. A. Russel [15].

Коефіцієнт регресії ознаки кожного зразка на зміну умов розраховували за наступною формулою (1):

$$b_i = \sum (X_{ij} \times I_j) / \sum I_j, \quad (1)$$

де b_i – коефіцієнт регресії врожаю (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) кожного (i -го) зразку у середовищі з поліпшенням або погіршенням умов; X_{ij} – урожайність (вміст білка, вміст олії, вміст білка і олії) i -го зразку у будь-яких j -умовах; I_j – індекс j -их умов, що є різницею середньої врожайності (вмісту білка, вмісту олії, вмісту білка і олії) всіх зразків у цих умовах і загальної середньої врожайності (вмісту білка, олії та їх сумарної кількості) серед усіх дослідів.

Визначення вмісту білка і олії в насінні проводили на пристрої «Инфралюм ФТ-10».

Визначали основні цінні господарські ознаки селекційних зразків сої, зокрема врожайність, уміст білка і олії в насінні, а також їх сумарний уміст залежно від гідротермічних умов періоду вегетації.

Результати досліджень. Гідрометеорологічні умови впродовж 2021 р. та 2023–2025 рр. характеризувалися значною контрастністю, що відображає регіональні кліматичні особливості та забезпечило можливість об'єктивної оцінки досліджуваного матеріалу з виділенням високопродуктивних генотипів із підвищеними показниками якості насіння (рис. 1).

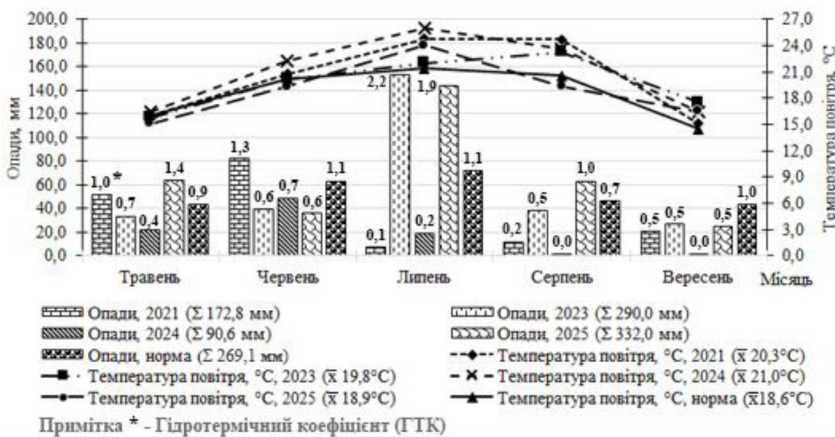


Рис 1. Динаміка щомісячних середньодобових температур повітря, кількості опадів і ГТК порівняно із кліматичною нормою

Найбільш сприятливі погодні умови для росту та розвитку рослин склалися у 2023 р. Температурний режим був близьким до кліматичної норми, тоді як сумарна кількість атмосферних опадів перевищувала середньобагаторічні показники на 21 мм.

У 2021 та 2024 рр. розподіл опадів упродовж вегетаційного періоду сої відзначався значною нерівномірністю. У критичні фази розвитку (цвітіння-налив насіння) рослини перебували в умовах дефіциту вологи за підвищених температур повітря, що загалом зумовило формування низької продуктивності. Сумарна кількість опадів за період вегетації становила відповідно 172,8 та 90,6 мм за кліматичної норми 269,1 мм.

Умови вегетаційного періоду 2025 р. характеризувалися періодичним підвищенням температури повітря та нерівномірним випаданням опадів у критичні фази росту й розвитку рослин, переважно у вигляді злив, що негативно позначилося на формуванні продуктивності рослин сої.

Визначено середній за 2021 та 2023–2025 рр. ступінь прояву ознак у селекційних зразках досліджуваної вибірки: врожайність становила 1,65 т/га, уміст білка в насінні – 38,8 %, уміст олії – 18,9 %, сумарний уміст білка й олії – 57,7 %. Аналіз отриманих результатів свідчить про наявність істотної диференціації за ступенем прояву ознак урожайності та показників якості насіння залежно від умов року вирощування (табл. 1).

Таблиця 1

Ступінь прояву цінних господарських ознак, пластичність і стабільність селекційних зразків сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Ознака, показник	Рік				середнє	Пластичність b_i (min-max)	Стабільність Si^2 (min-max)
	2021	2023	2024	2025			
Урожайність, т/га	1,80	2,55	0,88	1,35	1,65	0,85–1,35	0,55–0,80
Індекс умов року, I_j	0,38	1,17	-0,56	-0,04	–	–	–
Уміст білка в насінні, %	39,2	36,4	40,1	39,5	38,8	0,02–1,51	2,05–4,34
Індекс умов року, I_j	2,33	-0,50	3,34	2,52	–	–	–
Уміст олії в насінні, %	19,2	19,3	18,7	18,4	18,9	1,24–3,27	0,66–1,53
Індекс умов року, I_j	1,04	1,12	0,75	0,64	–	–	–
Уміст білка та олії в насінні, %	58,4	55,7	58,8	57,9	57,7	0,15–1,57	2,15–4,20
Індекс умов року, I_j	1,32	-0,86	1,59	1,07	–	–	–

Найбільш сприятливі умови для формування врожайності насіння були у 2023 р. (індекс умов року (I_j) дорівнював 1,12), за яких рівень урожайності становив 2,55 т/га. Мінімальні показники врожайності були у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року (I_j) –0,56. Значення коефіцієнта регресії (b_i) за ознакою врожайності у зразків експериментальної вибірки варіювали в межах 0,85–1,35, тоді як показники варіанси стабільності (Si^2) становили 0,55–0,80.

Сприятливі умови для формування основних біохімічних компонентів насіння сої відмічались у 2024 р. Середній уміст білка сягав рівня 40,1 % при значенні індекса умов року 3,34. Олійність насіння склала 18,7 % ($I_j = 0,75$), тоді як сумарний уміст білка й олії досягав 58,8 % при індексі умов року 1,59.

Несприятливі умови для формування вмісту білка в насінні (36,4 %) та сумарного вмісту білка і олії (55,7 %) склалися у 2023 р., що підтверджується від'ємними значеннями індексів умов року, відповідно –0,50 та –0,86. Найменш сприятливі умови для синтезу олії були у 2025 р., де при олійності насіння 18,4 % індекс умов року становив –0,64.

Коефіцієнт пластичності за ознакою вмісту білка в насінні у зразків досліджуваної вибірки перебував у межах 0,02–1,51, що свідчить про значну диференціацію генотипів за цією ознакою. Варіанса стабільності при цьому коливалася в межах 2,05–4,34. Значення коефіцієнта регресії (b_i) за вмістом олії в насінні становили в межах 1,24–3,27, а показник варіанса стабільності (Si^2) – 0,66–1,53. Для ознаки сумарного вмісту білка і олії коефіцієнт регресії варіював у межах 0,15–1,57, тоді як варіанса стабільності – 2,15–4,20.

Аналіз селекційних зразків експериментальної вибірки за коефіцієнтом пластичності дав змогу виокремити найбільш пластичні за ознакою врожайності генотипи, для яких значення коефіцієнта пластичності були в межах 1,22–1,42, а ступінь урожайності коливався від 1,63 т/га до 1,77 т/га (рис. 2).

Виявлено, що високу здатність до підвищення врожайності насіння при покращенні гідротермічних умов середовища показали наступні селекційні номери:

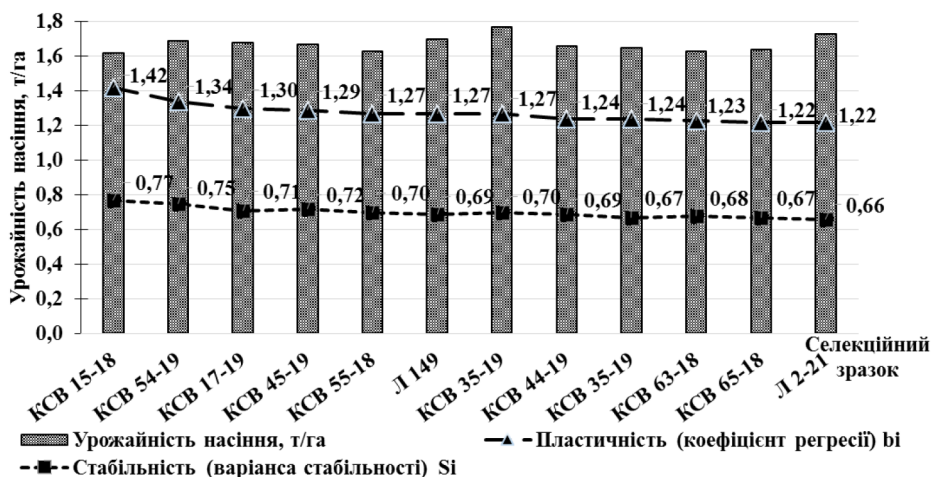


Рис 2. Високопластичні за врожайністю насіння зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

KCB 15-18 ($b_i = 1,42$), KCB 54-19 ($b_i = 1,34$), KCB 17-19 ($b_i = 1,30$), KCB 45-19 ($b_i = 1,29$), KCB 55-18 ($b_i = 1,27$), Л 149 ($b_i = 1,27$), KCB 35-19 ($b_i = 1,27$), KCB 44-19 ($b_i = 1,24$), KCB 35-19 ($b_i = 1,24$), KCB 63-18 ($b_i = 1,23$), KCB 65-18 ($b_i = 1,22$) та Л 2-21 ($b_i = 1,22$).

Оцінка пластичності зразків конкурсного сортовипробування та перспективних ліній за ознакою вмісту білка в насінні дав змогу виокремити генотипи з найвищою реакцією на покращення кліматичних умов середовища, у яких значення коефіцієнта пластичності варіювали в межах 1,29–1,50 при вмісту білка 38,3–39,9 %.

Високопластичними за вмістом білка в насінні виявилися наступні селекційні номери та лінії: Л 18-17 ($b_i = 1,50$), Л 778-21 ($b_i = 1,45$), Л 732-23 ($b_i = 1,43$), Л 149 ($b_i = 1,42$), Л 721-23 ($b_i = 1,39$), Л 795-23 ($b_i = 1,38$), KCB 30-18 ($b_i = 1,33$), KCB 33-19 ($b_i = 1,33$), KCB 55-18 ($b_i = 1,31$) та KCB 58-19 ($b_i = 1,29$) (рис. 3).

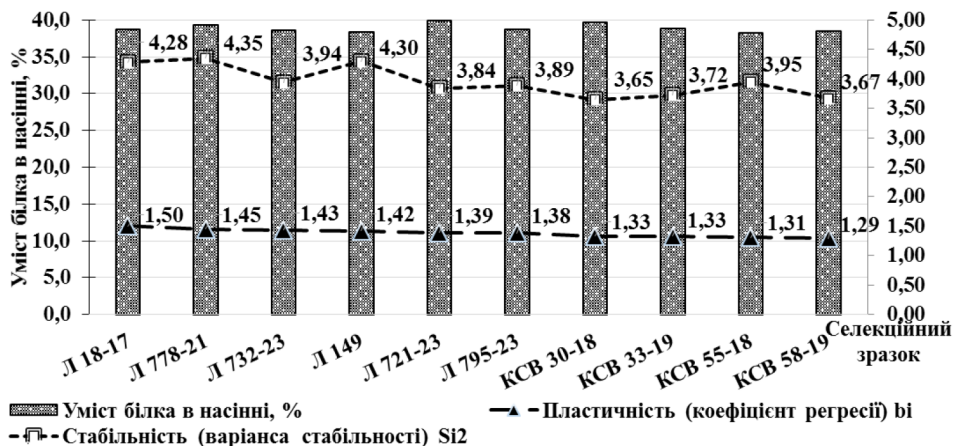


Рис 3. Високопластичні за вмістом білка в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Високу пластичність за ознакою вмісту олії в насінні мали генотипи зі значенням коефіцієнта пластичності в межах 2,30–3,18 за рівня олійності 17,8–18,6%. Максимальне значення коефіцієнта пластичності за цією ознакою встановлено у селекційної лінії Л 718-20 ($b_i = 3,18$). Також до групи високопластичних за вмістом олії в насінні віднесено селекційні номери та лінії: Л 705-19 ($b_i = 2,59$), Л 752-23 ($b_i = 2,55$), Л 743-21 ($b_i = 2,48$), Л 720-21 ($b_i = 2,55$), Л 790-23 ($b_i = 2,41$), Л 735-21 ($b_i = 2,37$), Л 741-23 ($b_i = 2,35$), КСВ 16-17 ($b_i = 2,30$), КСВ 37-17 ($b_i = 2,31$) та КСВ 55-18 ($b_i = 2,46$) (рис. 4).

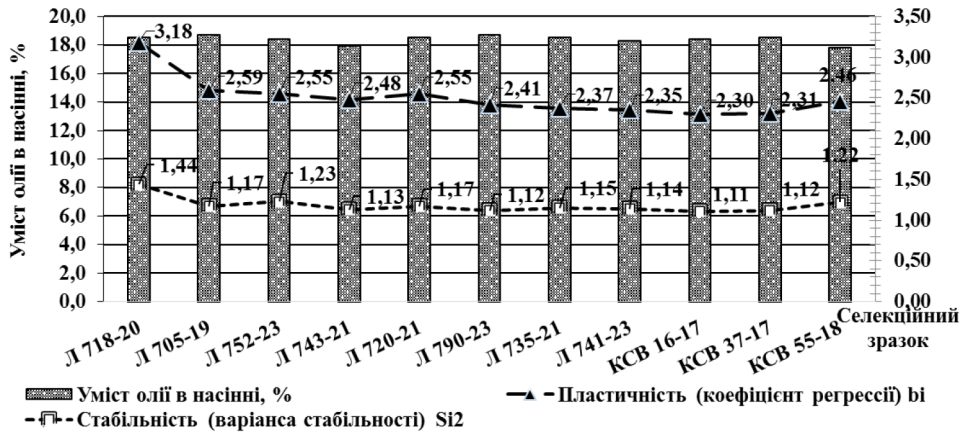


Рис 4. Високопластичні за вмістом олії в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Оцінка експериментальної вибірки за сумарним умістом білка і олії в насінні дав змогу виокремити групу зразків із найвищим рівнем пластичності за цією ознакою, у яких показник коефіцієнта пластичності становило 1,25–1,64 за рівня прояву ознаки 56,5–57,6% (рис. 5).

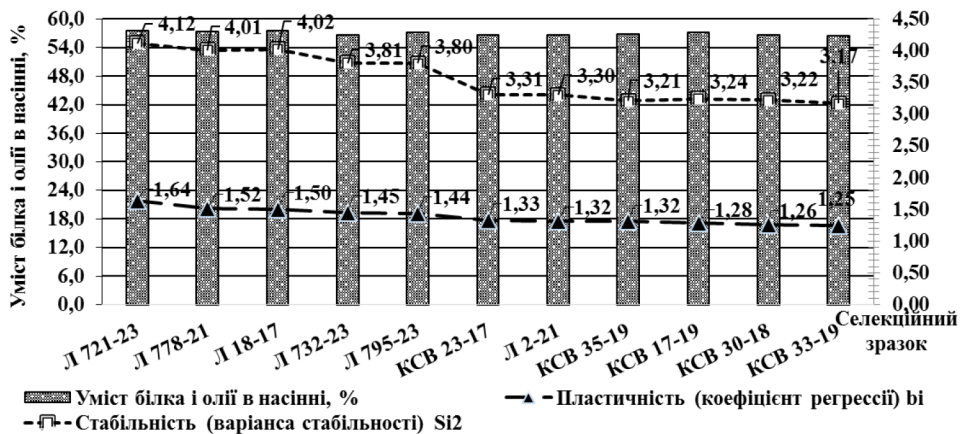


Рис 5. Високопластичні за сумарним умістом білка і олії в насінні зразки сої, середнє за 2021, 2023–2025 рр.

Встановлено, що до генотипів сої з високим коефіцієнтом пластичності за ознакою вмістом білка і олії в насінні віднесено наступні селекційні номери та лінії: Л 721-23 ($b_i = 1,64$), Л 778-21 ($b_i = 1,52$), Л 18-17 ($b_i = 1,50$), Л 732-23 ($b_i = 1,45$), Л 795-23 ($b_i = 1,44$), Л 2-21 ($b_i = 1,32$), а також селекційні номери КСВ 23-17 ($b_i = 1,33$), КСВ 35-19 ($b_i = 1,32$), КСВ 17-19 ($b_i = 1,28$), КСВ 30-18 ($b_i = 1,26$) та КСВ 33-19 ($b_i = 1,25$).

Встановлено, що деякі генотипи сої поєднують в собі високий ступінь пластичності за кількома ознаками. Зокрема, при оцінці показників пластичності зразків сої за ознаками врожайності та якості насіння було виявлено, що селекційний номер КСВ 55-18 характеризується високою пластичністю за врожайністю насіння, вмістом білка та олійністю насіння. При цьому, високу пластичність за ознаками врожайності та вмісту білка в насінні виявлено у селекційного номера КСВ 55-18 і селекційної лінії Л 149. Селекційні номери КСВ 17-19, КСВ 35-19 та селекційна лінія Л 2-21 проявили високий рівень пластичності за ознаками врожайності та сумарного вмісту білка і олії в насінні. Високу пластичність за ознаками вмісту білка в насінні та сумарного вмісту білка і олії в насінні поєднували селекційні лінії Л 18-17, Л 778-21, Л 732-23, Л 721-23 та Л 795-23.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування врожайності сої (2,55 т/га) склалися у 2023 р., коли індекс умов року (I_j) становив 1,17. Найнижчий рівень врожайності відмічався у 2024 р. – 0,88 т/га при значенні індексу умов року –0,56. Водночас сприятливі умови для синтезу білка і олії в насінні сої були у 2024 р. Середній уміст білка в насінні становив 40,1 % ($I_j = 3,34$), уміст олії – 18,7 % ($I_j = 0,75$), а сумарний уміст білка й олії – 58,8 % ($I_j = 1,59$). Найбільш несприятливі умови для накопичення білка в насінні (36,4 %, $I_j = -0,50$) та сумарного вмісту білка і олії (55,7 %, $I_j = -0,86$) склалися у 2023 р., а для синтезу олії – у 2025 р. (18,4 %, $I_j = 0,64$).

Виділені селекційні номери та перспективні селекційні лінії становлять цінний вихідний матеріал для селекції сої на високу пластичність за окремими цінними господарськими ознаками та їх комплексом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкач В. І. Селекційна цінність колекційних зразків при створенні високопродуктивних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 83–92. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42133>
2. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
3. Січкач В. І. Стан і перспективи селекції сої в Україні. *Збірник наукових праць ЛНАУ*. 2002. № 20 (32). С. 7–14.
4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
5. Ramiers-Vallejo P., Kelly J. D. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 1998. V. 99 (2). P. 127–136.
6. Maranna S., Nataraj V., Kumawat G., Chandra S., Rajesh V., Ramteke R., Patel R. M., Ratnaparkhe M. B., Husain S. M., Gupta S., Khandekar N. Breeding for higher yield, early maturity, wider adaptability and waterlogging tolerance in soybean (*Glycine max L.*): A case study. *Scientific Reports*. 2021. V. 11. P. 22853. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02064-x>
7. Poudel S., Vennam R. R., Shrestha A., Reddy K. R., Wijewardane N. K., Reddy K. N., Bheemanahalli R. Resilience of soybean cultivars to drought stress during

flowering and early-seed setting stages. *Scientific Reports*. 2023. V. 13 P. 1277. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28354-0>

8. Tyshchenko A., Tyshchenko O., Konovalova V., Fundirat K., Piliarska O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2023. V. 33(155) P. 343–361. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030>

9. Jumrani K., Bhatia V. S. Impact of combined stress of high temperature and water deficit on growth and seed yield of soybean. *Physiol Mol Biol Plants*. 2018. V. 24(1) P. 37–50. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0480-5>

10. Liang H., Zhou Y., Lu Y., Pei S., Xu D., Lu Z., Yao W., Liu Q., Yu L., Li H. Evaluation of soybean drought tolerance using multimodal data from an unmanned aerial vehicle and machine learning. *Remote Sens*. 2024. V. 16. P. 2043. <https://doi.org/10.3390/rs16112043>

11. Yan H., Wang J., Liu J., Zhang H., Huang L., Wang X. Screening diverse soybean genotypes for drought tolerance by membership function value based on multiple traits and drought-tolerant coefficient of yield. *BMC Plant Biol*. 2020. V. 20. P. 321. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02519-9>

12. Nguyen T. C., Jo H., Tran H. A., Lee J., Lee J.-D., Kim J. H., Seo H. S., Song J. T. Assessment of drought responses of wild soybean accessions at different growth stages. *Agronomy*. 2024. V. 14. P. 471. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030471>

13. Deshmukh S. N., Kolhe P. N., Kale M. R., Varne M. D., Pawar K. Evaluation of drought effect on soybean genotypes mediated through PEG-6000 (polyethylene glycol). *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2020. V. 9(9). P. 726–734 <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.092>

14. Zhao X., Liu Z., Li H., Zhang Y., Yu L., Qi X., Gao H., Li Y., Qiu L. Identification of drought-tolerance genes in the germination stage of soybean. *Biol*. 2022. V. 11(12) P. 1812. <https://doi.org/10.3390/biology11121812>

15. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. № 6. P. 36–40.

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026