

## Seed productivity of promising soybean samples by economic indicators under stressful conditions of the Forest-Steppe of Ukraine

L. Biliavska  | A. Diyanova | V. Horbatenko

### Article info

Correspondence Author

L. Biliavska

E-mail:

[bilyavska@ukr.net](mailto:bilyavska@ukr.net)Poltava State Agrarian  
University,  
Skovoroda Str., 1/3,  
Poltava, 36000, Ukraine

**Citation:** Biliavska, L., Diyanova, A., & Horbatenko, V. (2025). Seed productivity of promising soybean samples by economic indicators under stressful conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 63–68. doi: 10.31210/spi2025.28.03.10

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is a strategic crop with high grain yield potential and significant total protein and oil content. Its grain is in high demand both in Ukraine and worldwide. The main factors determining the yield of this crop are the characteristics of the variety, soil and climatic conditions, and cultivation technology. In the context of climate change, with decreasing rainfall and increasing drought, the role of the variety as an effective means of increasing yield is growing. The article presents the results of a study of the economic suitability of promising breeding lines and varieties of cultivated soybeans, which were created and studied at Poltava State Agrarian University. The newly created breeding material undergoes comprehensive evaluation and is used to create soybean varieties for various uses. The created varieties (Morion, Serdolik, and Citrin) are distinguished by the absence of pubescence on all parts of the plant. Such soybean varieties are not included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. The aim of our research was to establish the level of valuable economic indicators of the newly created varieties and breeding lines. Field studies were conducted (2022–2024) at the Gryga Farm (Poltava region). The soil is podzolized chernozem. The predecessor was winter wheat. The object of the research was new varieties and promising lines. The varieties have a growing season of 99–100 days. Over three years of competitive variety testing, the Serdolik variety had the highest weight of 1,000 seeds at 225 g. The Morion and Citrin varieties weighed 179 and 160 g, respectively. The protein content in the seeds was significantly higher in the Serdolik and Citrin varieties – 44%. In the Morion variety, this indicator was 42 %, which is higher than its average value in the experiment. In terms of fat content, all three non-pubescent varieties were inferior to the Anthracite variety (24 %) and had 21 %. It was established that the seed yield of the Morion, Serdolik, and Citrin varieties was quite high (3.6–3.8 t/ha). The yield of marketable seeds in all non-pubescent varieties was higher than in the Anthracite standard and ranged from 79 to 82 %. In 2024, the Morion, Serdolik, and Citrin varieties were submitted for state qualification examination in order to obtain rights to them.

**Keywords:** soybean, variety, line, economic value, difference, yield, quality, weather.

## Насіннєва продуктивність перспективних зразків сої за господарськими показниками в стресових умовах Лісостепу України

Л. Г. Білявська | А. О. Діянова | В. С. Горбатенко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill) – стратегічна культура з високим потенціалом зернової продуктивності та значним загальним вмістом білка і олії. На її зерно існує значний попит як в Україні, так й у світі. Основними факторами, які визначають урожайність цієї культури є особливості сорту, ґрунтово-кліматичні умови і технологія вирощування. В умовах змін клімату на фоні зменшення кількості опадів та посилення посухи, зростає роль сорту, як ефективного засобу підвищення врожайності. У статті надані результати вивчення показників господарської придатності перспективних селекційних ліній і сортів сої культурної, які створені та вивчаються у Полтавському державному аграрному університеті. Новостворений селекційний матеріал проходить всебічне оцінювання та використовується для створення сортів сої різного напрямку використання. Створені сорти (Моріон, Сердолік і Цитрин) відрізняються відсутністю опушення на всіх частинах рослини. Такі сорти сої відсутні у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Метою наших досліджень було встановлення рівня прояву цінних господарських показників новостворених сортів і селекційних ліній. Польові дослідження проводили (2022–2024 рр.) в умовах ФГ «Грига» (Полтавська область). Ґрунт – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима. Об'єкт досліджень – нові сорти та перспективні лінії. Сорти мають тривалість вегетаційного періоду 99–100 діб. За три роки вивчення у конкурсному сортопробуванні, найбільшу масу 1000 насінин мав сорт Сердолік – 225 г. Сорти Моріон і Цитрин показали відповідно 179 і 160 г. Вміст білку в насінні, був достовірно вищим, у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %. У сорту Моріон, цей показник був на рівні 42 %, що є вищим його середнього значення у досліді. За вмістом жиру, всі три сорти без опушення поступались сорту Антрацит (24 %) та мали 21 %. Встановлено, що урожайність насіння сортів Моріон, Сердолік, Цитрин була досить високою (3,6–3,8 т/га). Вихід кондиційного насіння у всіх неопушених сортів був більшим ніж у еталону Антрацит і знаходився у межах 79–82 %. У 2024 році сорти Моріон, Сердолік і Цитрин передані на державну кваліфікаційну експертизу з метою отримання прав на них.

**Ключові слова:** соя, сорт, лінія, господарська цінність, відмінність, врожайність, якість, погода.

**Бібліографічний опис для цитування:** Білявська Л. Г., Діянова А. О., Горбатенко В. С. Насіннєва продуктивність перспективних зразків сої за господарськими показниками в стресових умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 63–68.

## Вступ

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill) має високий потенціал зернової продуктивності та значний загальний показник вмісту білка і олії (65–70 %) [1]. Тому, соя має значний попит не лише в Україні та Європі, але й у світі, де лідерами з її виробництва є США, Бразилія, Аргентина (майже 352 млн. тон.) [2]. Для забезпечення високого рівня виробництва сої в Україні необхідно використання високоврожайних сортів з комплексом цінних господарських ознак. На сьогодні, близько 60 % всіх посівних площ сої зосереджено в Лісостеповій зоні України. У Поліссі – 24 %, а в Степу – 16 % [3]. Дослідження ряду вчених показали, що основними факторами, які визначають урожайність, є особливості сорту, агрометеорологічні умови та ін. [4–5]. В умовах глобальних змін клімату, у лівобережному Лісостепу України, на фоні зменшення кількості опадів та посилення посухи зростає роль сорту. Сорт – ефективний засіб підвищення врожайності. Використання сучасного різноманітного вихідного матеріалу сприяє створенню нових сортів сої, які потрібні виробникам цієї культури.

Кожному сорту властиві певні прояви і взаємозв'язок складових насінневої продуктивності рослин, ступінь їх мінливості і наявність найбільш цінних ознак. Рівень продуктивності рослин залежить від кількісних показників й їх прояву. Наявність зв'язку між ознаками та стабільність рівня їх прояву суттєво впливають на ступінь їх варіювання. Актуальним завданням в селекції сої є створення адаптивних сортів з високим потенціалом урожайності [6, 7]. Виконання цього завдання передбачає встановлення селекційної цінності за макроознаками, які визначають їх кореляцію з урожайністю [8–12]. Вони мають значну практичну цінність та актуальність, особливо за поліпшення моделей сорту [13–14]. Важливим також є виявлення реакції сортів сої на стресові умови вирощування [15].

У науковій лабораторії «Селекції, насінництва та сортової агротехніки сої» Полтавського державного аграрного університету, створено новий унікальний вихідний матеріал сої без опушення. Сформована колекція нових ліній (більше 35-ти зразків), які широко різняться між собою за морфологічними, біологічними і господарськими ознаками і властивостями. Лінії, за показниками господарської придатності не поступаються іншим кращим селекційним лініям. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні сорти без опушення відсутні [16]. Всебічне їх вивчення дає можливість створити якісно нові сорти різних напрямів використання.

## Мета дослідження

Мета досліджень – визначення рівня господарсько-цінних ознак новостворених ліній сої без опушення та порівняти їх показників із кращими зареєстрованими сортами.

Для досягнення поставленої мети, визначали тривалість періоду вегетації сортів, урожайність,

вихід кондиційного насіння, масу 1000 насінин, вміст бульки і жиру.

## Матеріали і методи

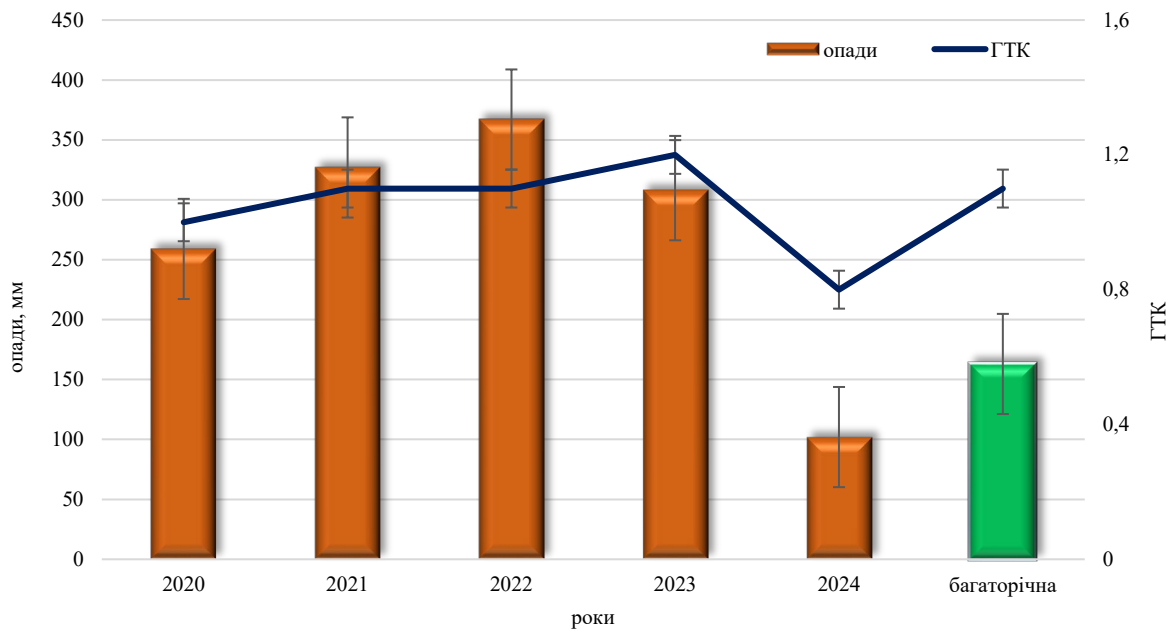
Польові дослідження проводили в 2022–2024 років у селекційній сівозміні (ФГ «Грига», с. Василівка, Полтавський район, Полтавська область). Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима.

Об'єкт досліджень – сорти та перспективні лінії сої полтавської селекції. Група стиглості – скоростигла. Сорти сої найбільш пристосовані до умов Полтавщини. Створені вони в різних кліматичних умовах (на межі Степу та Лісостепу, різних типах ґрунтів з показниками рН від 5,2 до 6,5 та недостатньою кількістю опадів). Сорти (Антрацит, Адамос, Александрит, Авантюрин, Акварин) визначені як носії важливих складових елементів продуктивності (кількісні показники). А також, цінні селекційні лінії.

Протягом вегетації здійснювали фенологічні спостереження, аналіз елементів структури врожаю за «Широким уніфікованим класифікатором роду *Glycine max*.» [17] та Методикою «Проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур» [18–19]. Аналізували посівні якості насіння: масу 1000 насінин, лабораторну схожість, вихід кондиційного насіння. Технологія – загальноприйнята. Математичну обробку експериментальних даних проводили на основі дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів (програма Excel 7.0 та Statistica 6,0), за кількісними показниками (висота рослин, висота прикріплення нижнього бобу, кількість на рослині гілок, кількість вузлів на головному стеблі, кількість вузлів на гілках, кількість бобів на рослині, кількість насінин з рослини, маса насінин з рослини, маса 1000 насінин) та насінневою продуктивністю сортів сої [20].

Місце проведення дослідів – зона недостатнього зволоження. Клімат помірно-континентальний, відносно теплий. Річна кількість опадів коливається по роках і становить 280–510 мм. Сума  $t^{\circ}$  вище  $10^{\circ}\text{C}$  становить 2700–2900 $^{\circ}\text{C}$ . Тривалість цього періоду становить 165–184 дб. Максимальна кількість опадів припадає на серпень-липень і зазвичай має зливовий характер. Волога є лімітуючим фактором, який обмежує формування врожаю.

Визначення прояву та мінливості біометричних показників (особливо в умовах зміни клімату) сої є основою теоретичного добору з урахуванням агро-екологічних умов регіону. У Полтавській області в останні роки часто мають місце посухи впродовж вегетаційного періоду (рис. 1). Так, у 2017 р. відмічено мінімальну суму опадів вегетаційного періоду (квітень - серпень) за весь час досліджень (121,1 мм при середньобаторічній 268 мм), у 2024 році – сильна посуха, при цьому за вегетаційний період сої було лише 102 мм опадів. За середньо багаторічного гідротермічного коефіцієнта – ГТК (1,1), у оптимальному 2022 році ГТК був на рівні 1,0, у сприятливому 2023 році він становив 1,2; у посушливому 2024 році – лише 0,8.



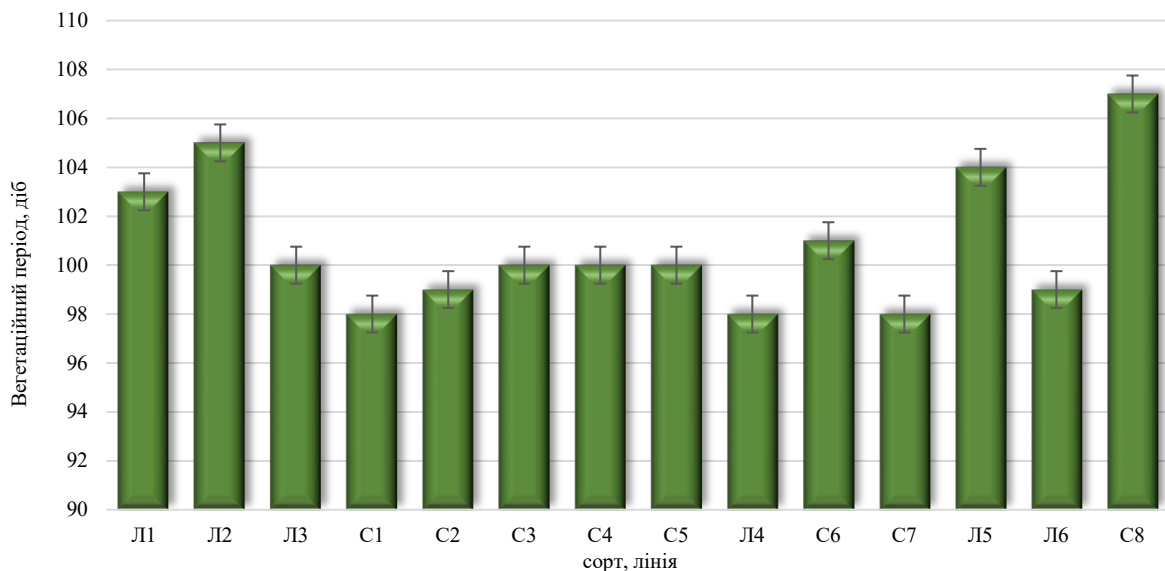
**Рис. 1.** Динаміка опадів за вегетаційний період сої (квітень – серпень) на фоні середньобагаторічних ГТК в Полтавській області, 2022–2024 рр. (за даними Полтавського ГМЦ)

### Результати та їх обговорення

Результати вивчення новостворених ліній у конкурсному сорто випробуванні представлені на *рисунках 2–5*. У 2024 році на державну кваліфікаційну експертизу передано три сорти сої культурної: Моріон, Сердолік, Цитрин. Ці сорти вирізняються відсутністю опущення. За роки досліджень вони мали вегетаційний період 99–100 діб. У інших досліджуваних генотипів, таких як: Авантюрин,

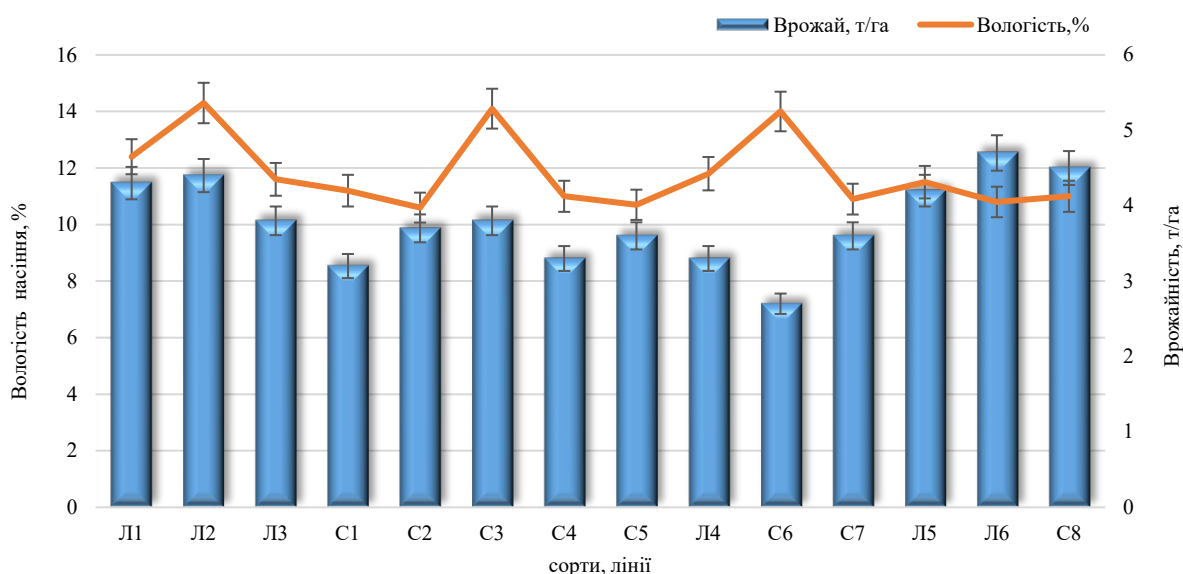
Моріон, Антрацит, лінія Л4 ((Юг-30/№29)/Анаконда) і лінія Л6 (Красноградська 86/Альтаір) тривалість вегетаційного періоду за період досліджень становила 98–99 діб. Тому показники їх господарської придатності ми порівнювали із сортом-стандартом – Антрацит. Найтриваліший вегетаційний період відмічено у нового сорту Анніт – 107–діб (*рис. 2*).

Урожайність у досліді була в межах 2,7–4,7 т/га за середнього значення 3,8 т/га (*рис. 3*).



**Рис. 2.** Веgetаційний період нових сортів та перспективних ліній у конкурсному сорто випробуванні, 2022–2024 рр.

*Примітки:* Л1 – лінія Аметист/Краса Поділля; Л2 – Аметист/Мяо-ян-доу; Л3 – Аметист/Альтаір; Л4 – (Юг-30/№29)/Анаконда; Л5 – Аметист/Краса Поділля; Л6 – Красноградська 86/Альтаір; С1 – Авантюрин; С2 – Моріон; С3 – Сердолік; С4 – Адамос; С5 – Цитрин; С6 – Александрит; С7 – Антрацит; С8 – Анніт.



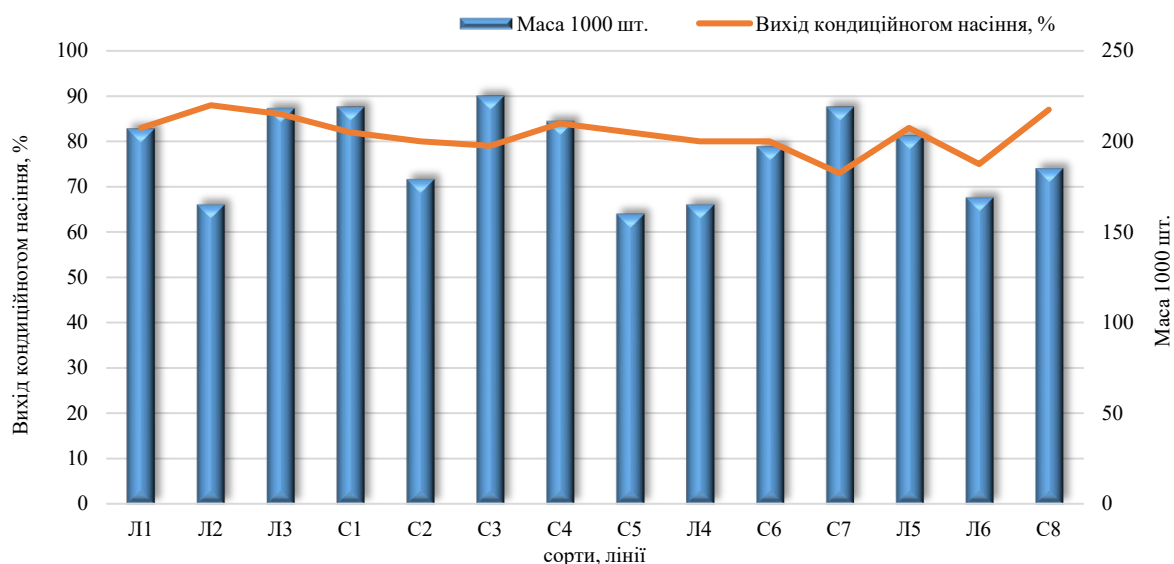
**Рис. 3.** Показники врожайності та вологості насіння перспективних ліній та сортів сої, 2022–2024 рр.

*Примітка:* Л1 – лінія Аметист/Краса Поділля; Л2 – Аметист/Мяо-ян-доу; Л3 – Аметист/Альтаір; Л4 – (Юг-30/№29)/Анаконда; Л5 – Аметист/Краса Поділля; Л6 – Красноградська 86/Альтаір; С1 – Авантюрин; С2 – Моріон; С3 – Сердолік; С4 – Адамос; С5 – Цитрин; С6 – Александрит; С7 – Антрацит; С8 – Анніт.

У опушених ліній цей показник становив 3,8–4,7 т/га, з максимальним значенням у лінії (Л6) – Красноградська 86/Альтаір. Найбільшу врожайність відмічено у нового сорту Анніт – 4,5 т/га. Урожайність нових неопушених сортів становила: Моріон – 3,7 т/га, Сердолік – 3,8 т/га, Цитрин – 3,6 т/га.

Встановлено, що збиральна вологість насіння у досліджуваних сортів була не більше 14,3 %. Найменше значення цього показника (7,5 %) була у сорту Александрит, а найвища (14,3 %) – у лінії Л6 (Аметист/Мяо-ян-доу).

У досліді найбільшу масу 1000 шт. насінин (рис. 4) продемонстрував сорт Сердолік – 225 г., що на 6 г більше ніж у сорту-стандарту Антрацит і сорту Авантюрин. Більше 200 г, цей показник відмічено у ліній Аметист/Альтаір (Л3), Аметист/Краса Поділля (Л1), Аметист/Краса Поділля (Л5). У сортів Моріон і Цитрин цей показник був достовірно нижчим і становив 179 і 160 г відповідно.



**Рис. 4.** Маса 1000 шт. насінин у сортів та ліній сої та вихід кондиційного насіння, 2022–2024 рр.

Вихід кондиційного насіння у сортів та новостворених ліній сої представлено також на рис. 4, на фоні показників маси 1000 шт. насінин. Так, у всіх неопушених сортів цей показник був більшим ніж у сорту-стандарту Антрацит і знаходився в межах 79–

82 %. Рівень цього показника у всіх опушених ліній також був більшим ніж у сорту-стандарту. Високий вихід кондиційного насіння відмічено у опушених ліній Аметист/Мяо-ян-доу, Аметист/Альтаір (Л2–Л3) – 86–88 % та у сорту Анніт – 87 %.

Важливою властивістю нового селекційного матеріалу є якість його насіння (рис. 5). Вміст білку в насінні сортів без опушення, був достовірно вищим у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %. У сорту Моріон, показник якості був на рівні 42 %, що є вищим

середнього його значення у досліді. За вмістом жиру, всі три сорти без опушення, поступались сорту Антрацит, у якого вміст жиру склав 24 %. У сортів Моріон, Сердолік і Цитрин цей показник становив 21 % (вище середньостатистичного).

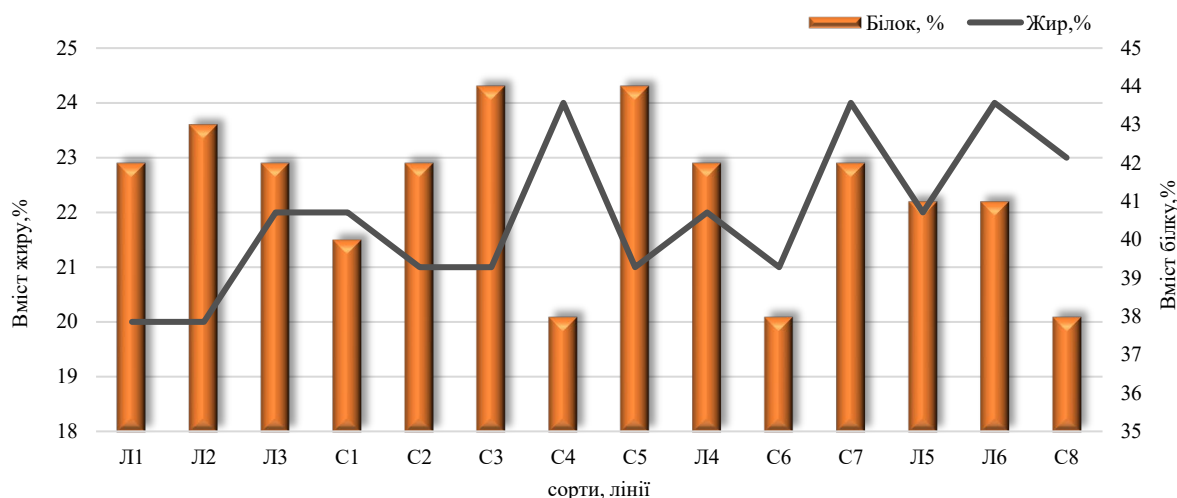


Рис. 5. Вміст білку та жиру у насінниках перспективних сортів та ліній сої, 2022–2024 рр.

Окремі нові лінії, також мали підвищений вміст жиру (22–24 %) – (Юг-30/№29)/Анаконда (L4), Аметист/Краса Поділля (L5), Красноградська 86/Альтаір (L6). У сорту Анніт цей показник становив 23 %. Таким чином, нові сорти сої культурної без опушення мають гарні показники якості насіння.

86/Альтаір). Насіння новостворених сортів Анніт, Моріон, Сердолік, Цитрин і ліній L4 (Юг-30/№29)/Анаконда, L5 Аметист/Краса Поділля, L6 Красноградська 86/Альтаір мають підвищений уміст жиру – більше 20 %.

## Висновки

В умовах лівобережного Лісостепу України проаналізовано показники господарської придатності новостворених ліній та сортів сої культурної. Встановлено, що вегетаційним періодом 99–100 діб володіють сорти Моріон, Сердолік і Цитрин, Авантюрин, Антрацит, лінія L4 ((Юг-30/№29)/Анаконда) і лінія L6 (Красноградська 86/Альтаір) У нового сорту Анніт цей показник становив 107 діб.

Урожайність досліджуваних сортів коливалась від 2,7 до 4,7 т/га за середнього значення 3,8 т/га з найбільшим значенням у лінії (L6) – Красноградська 86/Альтаір. Урожайність сортів Моріон, Сердолік, Цитрин була на рівні 3,6–3,8 т/га.

Найбільшу масу 1000 шт. насінин (225 г) має сорт Сердолік. Значення цього показника більше 200 г відмічено у ліній Аметист/Альтаір (L3), Аметист/Краса Поділля (L1), Аметист/Краса Поділля (L5). У нових сортів Моріон і Цитрин цей показник становив 179 і 160 г відповідно. Вміст білку в насінні досліджуваних сортів становив 38–44 %. З найвищим значенням у сортів Сердолік та Цитрин – 44 %, а у сорту Моріон – 42 %. Вихід кондиційного насіння у всіх новостворених генотипів знаходився у межах 79–88 % з максимальним значенням у лінії L2 Аметист/Мяо-ян-доу і у нового сорту Анніт.

Найменший уміст білка (38 %) виявлено у сортів Адамос, Александрит і Анніт. Вміст жиру був у межах 20–24 % з найбільшим значенням у сортів Антрацит, Адамос і Лінії L6 (Красноградська

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Petrychenko, V. F., Lykhochvor, V. V., & Ivaniuk, S. V. (2016). *Soia: monohrafiia*. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian]
- Ogurtsov, E. M., Mikheev, V. G., Belinsky, U. V., & Klimenko, I. V. (2016). *Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph*. Kharkiv: KhNAU, Machulin [in Ukrainian]
- Korobko, A. (2021). Dynamics of soybean production in Ukraine and the world. *Balanced Nature Using*, 4, 125–134. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
- Vozhegova, R., Borovyk, V., Marchenko, T., & Rubtsov, D. (2020). The influence of plant density and doses of fertilizers on photosynthetic activity and yield of soybean of middle-ripening variety Sviatohor in conditions of irrigation. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 98 (4), 62–68. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
- Tsekhmeistruk, M. H., Sheliakiv, V. O., Shevnikov, M. Ya., & Lytyvnenko, O. S. (2018). Vplyv strokiv sivy na urozhainist sortiv soi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 35–41. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05> [in Ukrainian]
- Kyrychenko, V. V., Riabukha, S. S., Kobyzieva, L. N., Posylaieva, O. O., & Chernyshenko, P. V. (2016). *Soia (Glycine max (L.) Merr.): monohrafiia*. Kharkiv: Instytut roslynnystva im. V.Ia. Yurieva NAAN [in Ukrainian]
- Shcherbyna, O. Z., Tkachyk, S. O., Tymoshenko, O. O., & Shostak, N. O. (2020). Assessment of various soybean varieties [*Glycine max (L.) Merrill.*] on the stability of manifestation of economically valuable traits. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (1), 90–96. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201331>

8. Kokhaniuk, N. V. (2014). Evaluation of soybean varieties based on correlation quantitative traits and indexes. *Plant Breeding and Seed Production*, 106, 71–76. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42130>
9. Singh, P. K., & Shrestha, J. (2019). Evaluation of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] genotypes for agro-morphological traits using multivariate analysis. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*, 18, 100–107.
10. Mesfin, H., & Abush, T. (2018). Progress of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] breeding and genetics research in Ethiopia: A review. *Journal of Natural Sciences Research*, 8 (13), 67–77.
11. Sareo, H., Devi, H. N., Devi, T. S., Karam, N., & Devi, L. S. (2018). Genetic diversity analysis among soybean (*Glycine max*) genotypes based on agro morphological characters. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88 (12), 1839–1842. <https://doi.org/10.56093/ijas.v88i12.85429>
12. Deresse, H. D., & Hirpa, L. G. (2018). Correlation and Path analysis studies among yield and yield related traits in Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties grown at Bako Tibe Western Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 5 (1), 352–360.
13. Biliavska, L. H., & Prysiazhniuk, O. I. (2018). A model of early-maturing soybean variety. *Advanced Agritechnologies*, 6. <https://doi.org/10.21498/na.6.2018.165365>
14. Biliavska, L., & Diianova, A. (2021). Model duzhe skorostyhylykh sortiv soi v umovakh zminy klimatu dlia zon Stepu i Lisostepu Ukrainy. *Hraal Nauky*, 4, 160–165. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029> [in Ukrainian]
15. Belyavskaya, L., Belyavskiy, Y., Kulyk, M., Taranenko, A., & Didovich, S. (2022). Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109 (3), 203–210. <https://doi.org/10.13080/z-a.2022.109.026>
16. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2024 rik. *Ukrainskyi Instytut Ekspertyzy Sortiv Roslyn*. Retrieved from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian]
17. 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). Shyrokyyi unifikovanyi klasyfikator rodu *Glycine max*. (L.) Merr. Complete unified classifier *Glycine max* (L.) Merr. Kharkiv [in Ukrainian]
18. Volkodav, V. V. (Red.). (2003). Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn zernovykh krupianykh ta zernobobovykh kultur. *Okhorona Prav na Sorty Roslyn. Ofitsiynyi Biuletyn*, 2. (pp. 218–239). Kyiv: Alefa [in Ukrainian]
19. Tkachyk, S. O. (Red.). (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiynoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna. Kyiv: Niland-LTD. Retrieved from: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.p> [In Ukrainian]
20. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky*. Kyiv: Polihraf Konsaltnykh [in Ukrainian]

#### ORCID

L. Biliavska   
A. Diyanova 

<https://orcid.org/0000-0003-3856-7718>

<https://orcid.org/0000-0003-2635-3659>



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.