

31. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Metody biologichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i hruntiv* [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. ZAT «Nichlava». [In Ukrainian]

32. Pravdyva, L. A., Hanzhenko, O. M., Doronin, V. A., Boiko, I. I., Sinchenko, V. M., Fuchylo, Ya. D., Kvak, V. M., Honcharuk, H. S., Smirnykh, V. M., Atamaniuk, O. M., & Vlasenko, S. I. (2021). *Metodychni rekomendatsii z provedennia sposterezhen, oblikiv ta vyznachennia yakisnykh pokaznykiv u doslidzhenniakh sorho zernovoho* [Methodological recommendations for observations, accounts and determination of qualitative indicators in research of grain sorghum]. FOP Yamchynskyi O.V. [In Ukrainian]

33. Medvedovskyi, O. K., & Ivanenko, P. I. (1988). *Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi* [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. Urozhai. [In Ukrainian]

34. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0: Metodychni vkazivky* [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: Methodological guidelines]. Polihraf Konsaltnyh. [In Ukrainian]

Отримано: 03.04.2026. Прийнято: 17.04.2026. Опубліковано: 22.05.2026.

DOI <https://doi.org/10.31359/2413.7642.2026.1.173>

УДК 633.854.78:631.527

Білик В. В., аспірант кафедри генетики, селекції та насінництва
E-mail vadimbilyk998@gmail.com, ORCID 0009-0008-6800-9251
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ФОРМУВАННЯ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА В УМОВАХ СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. Соняшник є однією з найважливіших олійних культур світу та України, а підвищення його продуктивності значною мірою пов'язане зі створенням нових високопродуктивних гетерозисних гібридів. У сучасних умовах зміни клімату та зростання вимог до стабільності врожайності особливої актуальності набуває дослідження генетичної мінливості господарсько цінних ознак і встановлення взаємозв'язків між елементами структури врожаю. Комплексна оцінка експериментальних гібридів за морфологічними та продуктивними показниками дозволяє виділити перспективні генотипи для подальшого використання у селекції.

Мета. Метою дослідження було провести комплексну оцінку експериментальних гібридів соняшника за морфологічними ознаками та елементами структури врожаю, визначити рівень їх варіабельності, встановити взаємозв'язки між основними показниками продуктивності та виділити перспективні гібридні комбінації для використання у селекційній роботі в умовах Східного Лісостепу України. **Методи.** Польові дослідження проводили у 2024–2025 рр. в умовах Східного Лісостепу України. Дослідний матеріал включав 68 експериментальних гібридів соняшника, отриманих шляхом схрещування чотирьох стерильних материнських ліній з 20 лініями-відновниками фертильності пилку власної селекції. Сівбу здійснювали за схемою 70×25 см у триразовій повторності з рандомізованим розміщенням ділянок. Оцінювали висоту рослин, кількість листків, діаметр кошика, продуктивність рослини, масу 1000 насінин, натуру насіння та біологічну урожайність. Статистичну обробку даних проводили із застосуванням варіаційного аналізу та аналізу головних компонент (РСА). **Результати.** Встановлено значну мінливість досліджуваних ознак у гібридів соняшника. Висота рослин варіювала від 146 до 200 см, діаметр кошика — від 13,1 до 19,3 см, продуктивність однієї рослини — від 32,0 до 88,3 г, маса 1000 насінин — від 35,1 до 71,4 г, натура насіння — від 343 до 480 г/л. Біологічна урожайність змінювалася у межах 1,8–4,9 т/га. Найвищу продуктивність сформували гібриди А620-16×СД-054В (4,9 т/га), А25×СД-057В (4,6 т/га) та А25×СД-029В (4,4 т/га). Аналіз головних компонент показав, що перші дві компоненти пояснюють 59,6 % загальної дисперсії ознак. Встановлено тісний позитивний зв'язок між продуктивністю рослини та масою 1000 насінин, що свідчить про їх визначальну роль у формуванні врожайності. **Висновки.** Досліджувана колекція експериментальних гібридів характеризується значною генетичною різноманітністю за морфологічними та продуктивними ознаками, що створює широкі можливості для селекційного добору. Виділено ряд гібридних комбінацій з високими показниками продуктивності та елементів структури врожаю, які можуть бути використані як перспективний матеріал для створення нових конкурентоспроможних гібридів соняшника, адаптованих до умов Східного Лісостепу України.

Ключові слова: соняшник, експериментальні гібриди, селекція, елементи структури врожаю, продуктивність рослини, маса 1000 насінин, урожайність

V. Bilyk, post-graduate student

E-mail vadimbilyk998@gmail.com, ORCID 0009-0008-6800-9251

State biotechnological university Kharkiv, Ukraine

Formation of agronomically valuable traits in experimental sunflower hybrids under the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine

Formulation of the problem. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most important oilseed crops worldwide and in Ukraine, and the increase in its productivity is largely associated with the development of new high-yielding heterotic hybrids. Under current conditions of climate change and increasing requirements for yield stability, the study of the genetic variability of economically valuable traits and the identification of relationships among yield structure components have become particularly relevant. A comprehensive evaluation of experimental hybrids based on morphological and productivity traits makes it possible to identify promising genotypes for further use in breeding programs. **Purpose.** The aim of the study was to conduct a comprehensive evaluation of experimental sunflower hybrids based on morphological traits and yield structure components, to determine the level of their variability, to identify relationships

among the main productivity indicators, and to select promising hybrid combinations for use in breeding programs under the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field experiments were carried out in 2024–2025 under the environmental conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The experimental material included 68 sunflower hybrids obtained by crossing four sterile maternal lines with 20 fertility restorer lines developed through in-house breeding. Sowing was performed according to a 70 × 25 cm spacing scheme with three replications and randomized plot placement. The following traits were evaluated: plant height, number of leaves, head diameter, plant productivity, 1000-seed weight, seed bulk density, and biological yield. Statistical analysis was performed using variation analysis and principal component analysis (PCA). **Results.** A considerable variability of the studied traits among sunflower hybrids was revealed. Plant height ranged from 146 to 200 cm, head diameter from 13.1 to 19.3 cm, plant productivity from 32.0 to 88.3 g, 1000-seed weight from 35.1 to 71.4 g, and seed bulk density from 343 to 480 g L⁻¹. Biological yield varied from 1.8 to 4.9 t ha⁻¹. The highest productivity was recorded for hybrids A620-16×SD-054B (4.9 t ha⁻¹), A25×SD-057B (4.6 t ha⁻¹), and A25×SD-029B (4.4 t ha⁻¹). Principal component analysis showed that the first two components explained 59.6% of the total trait variability. A strong positive relationship between plant productivity and 1000-seed weight was identified, indicating their key role in yield formation. **Conclusions.** The studied collection of experimental hybrids is characterized by substantial genetic diversity in morphological and productivity traits, which creates broad opportunities for selection. Several hybrid combinations with high productivity and favorable yield structure components were identified. These hybrids can be considered promising breeding material for the development of new competitive sunflower hybrids adapted to the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Keywords: sunflower, experimental hybrids, breeding, yield structure components, plant productivity, 1000-seed weight, yield.

Вступ. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з провідних олійних культур світу та має стратегічне значення для аграрного виробництва України. За останні десятиліття спостерігається істотне розширення площ його вирощування та зростання валових зборів, що значною мірою зумовлено впровадженням у виробництво високопродуктивних гетерозисних гібридів.

У сучасних умовах селекція соняшнику спрямована на формування генотипів, здатних поєднувати високий рівень урожайності з адаптивністю до змін клімату, стійкістю до біотичних та абіотичних стресів і стабільністю прояву господарсько цінних ознак. Особливої актуальності набуває оцінка нових експериментальних гібридів за комплексом морфологічних та продуктивних показників, які визначають рівень реалізації їх генетичного потенціалу. Це дозволяє визначити найбільш інформативні селекційні критерії та виділити гібридні комбінації з високим потенціалом продуктивності для подальшого використання у селекційних програмах. У зв'язку з цим комплексна оцінка експериментальних гібридів соняшника в умовах Східного Лісостепу України є актуальним науковим і практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останнє десятиліття у світі спостерігається значне розширення посівних площ соняшнику та

підвищення його врожайності, зокрема в Україні та країнах Європи, згідно даних FAOSTAT за останні близько 60 років зросли більше ніж у 4,5 рази, від 6,7 млн.га. у 1961 році до понад 30,0 млн.га. у 2025 році, а валові збори за вказаний період збільшилися з 6,8 млн.т. до 58,6 млн.т. Зростання валових зборів сояшнику зумовлене як розширенням посівних площ, так і підвищенням урожайності культури. Водночас одним із ключових чинників підвищення урожайності стало створення високопродуктивних гетерозисних гібридів, що стало можливим завдяки відкриттю цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) [1–5].

Найперші повідомлення про цитоплазматичну чоловічу стерильність у сояшнику пов'язані зі спонтанними спостереженнями на сортах сояшнику, зробленими Shtube у 1958 році, Gundaev у 1966 році та Volfin у 1966 році [6]. Однак вирішальний прорив відбувся у 1969 році, коли французький учений Leclercq виявив повну чоловічу стерильність у міжвидових гібридів сояшника у 1964 році між *Helianthus petiolaris* як материнською формою та культурною лінією *Helianthus annuus*, що походила від сорту Annavirskii 3497, а джерело ЦЧС було позначено як PET1 [6–9]. Після відкриття PET1 швидко було ідентифіковано гени відновлення фертильності, що стало необхідною передумовою для практичного використання гібридизації сояшника. У 1970 році Kinman виявив один домінуючий ген Rf1 у лінії сояшнику T660006-2-1, який відновлює фертильність [10]. Додаткові гени відновлення фертильності були ідентифіковані Leclercq у 1971 році та Enns у 1972 році [11]. Поєднання систем цитоплазматичної чоловічої стерильності та відновлення фертильності забезпечило можливість комерційного виробництва гібридів сояшника, яке розпочалося з 1972 року [12].

Станом на березень 2026 року у Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні зареєстровано 719 гібридів та сортів сояшника. Які придатні до вирощування у різних природньо-кліматичних зонах України та мають різні напрямки використання [13].

Сучасні селекційні програми сояшнику базуються на комплексному підході, який поєднує традиційні методи селекції, мутаційну селекцію та міжвидову гібридизацію. Основні напрями сучасної селекції спрямовані на створення ліній, придатних для отримання високопродуктивних гібридів із підвищеною стійкістю до вовчка та інших хвороб, толерантністю до абіотичних стресів, гербіцидостійкістю та покращеною якістю і вмістом олії у насінні [12, 14].

Інтеграція традиційної селекції з молекулярними технологіями продовжує розширюватися. Значний прогрес у розвитку молекулярних маркерів і геноміки вже успішно використовується для ідентифікації маркерів, пов'язаних із простими успадкованими ознаками. У

майбутньому селекційні програми дедалі більше зосереджуватимуться на створенні ліній, здатних формувати гібриди з підвищеною стійкістю до вовчка та інших хвороб, покращеною толерантністю до абіотичних стресів, стійкістю до гербіцидів, а також з високим вмістом і покращеною якістю олії [15, 16].

Таким чином, метою наших досліджень було проведення комплексної оцінки експериментальних гібридів соняшника за морфологічними ознаками та елементами структури врожаю, визначити рівень їх варіабельності, встановити взаємозв'язки між основними показниками продуктивності та виділити перспективні гібридні комбінації для подальшого використання у селекції в умовах Східного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили відповідно до методичних рекомендацій Державного сортовипробування сільськогосподарських культур [17]. Гібридизацію вихідного матеріалу здійснювали у 2023 році. Сівбу експериментального матеріалу проводили 15.05.2024 та 01.05.2025 рр. Оцінювання морфологічних та господарсько цінних ознак гібридів здійснювали упродовж вегетаційного періоду відповідно до методичних рекомендацій. Посів здійснювали за загальноприйнятою для культури схемою 70×25 см у триразовій повторності, попередником слугував чорний пар. Дослідні ділянки розміщували за рандомізованою схемою [18]. Площа облікової ділянки становила 16,8 м². Мінеральні добрива та підживлення упродовж вегетаційного періоду не застосовували. Контроль забур'яненості забезпечували шляхом внесення суміші ґрунтових гербіцидів Дуал Голд (960 г/л S-метолахлор) та Гезагард (500 г/л прометрин) за два тижні до сівби у нормі 2,0 л/га, а також проведенням ручних прополювань за потреби.

У результаті проведення діалельних схрещувань було сформовано 68 експериментальних гібридів соняшнику класичного напряму вирощування. Вони отримані шляхом схрещування 20 ліній-відновників фертильності пилку власної селекції. Із них 19 ліній створено методом комбінативної селекції, тоді як одна лінія (ХНАУ488В) була отримана шляхом застосування мутаційної селекції. Як материнські компоненти використано чотири стерильні лінії сербської селекції: А620-16, А25, OD-DI-65-SU та НА-26-IMI-PR.

Погодні умови вегетаційного періоду соняшнику у 2024 році характеризувалися підвищеним температурним режимом та значним дефіцитом опадів. Середньомісячна температура повітря у більшості місяців перевищувала середньобагаторічні показники: у червні – на 2,6 °С, у липні – на 4,5 °С, у серпні – на 2,9 °С, у вересні – на 5,3 °С. Лише у травні температура була дещо нижчою за норму (–0,8 °С). Сумарна кількість опадів за період вегетації становила 92,1 мм, що майже у три

рази менше від середньобагаторічного показника (271,3 мм). Найбільша їх кількість припала на червень (49,3 мм), тоді як у серпні випало лише 7,0 мм, а у вересні опади були відсутні. Таким чином, протягом вегетації спостерігалися посушливі умови, що могли обмежувати реалізацію продуктивного потенціалу рослин (рис. 2).

У 2025 році температурний режим був близьким до середньобагаторічних значень із незначними відхиленнями. У травні та червні температура була дещо нижчою за норму (на 0,9 та 0,6 °С відповідно), тоді як у липні та вересні перевищувала її на 3,0 та 1,3 °С. За умовами зволоження рік був значно сприятливішим порівняно з 2024 роком. У травні, липні та серпні кількість опадів перевищувала середньобагаторічні показники, що сприяло формуванню дружних сходів та проходженню критичних фаз розвитку культури. У вересні, навпаки, відмічався дефіцит опадів (23,6 мм проти 45,4 мм у нормі). Загалом за період вегетації кількість опадів була близькою до середньої багаторічної, поступаючись їй лише на 6,7 мм.

Обробку даних та їх статистичний аналіз проводили у програмному забезпеченні Past 5.3. [19].

Результати досліджень та їх обговорення. Висота рослин належить до кількісних ознак, а її формування контролюється багатьма генами з адитивною дією і модифікується генами великого ефекту та значно залежить від умов середовища, що підтверджується різними дослідженнями [20, 21].

Проведеними нами дослідженнями було встановлено, що колекція експериментальних гібридів за ознакою висоти мала сильну варіацію та формувала широкий генетичний набір гібридів. Згідно статистичної обробки виділені три основні групи гібридів за висотою: дуже високорослі – 191–200 см (група 1), високорослі – 167–197 см (група 2) та низькорослі – 146–164 см (група 3). Такий широкий діапазон варіабельності висоти може бути зумовлений у першу чергу проявом гетерозису у гібридів, а також особливостями генів у батьківських компонентах.

Також нами виділені комбінації та їх батьківські компоненти у яких встановлено прояв полімерії та підсилення даної ознаки. Так, у групі дуже високорослих гібридів виділені комбінації з лінією СД-014В у яких встановлено високі значення даної ознаки, а саме: А25×СД-014В – 191 см, НА-26-ІМІ-РР×СД-014В – 194 см, А620-16×СД-014В – 198 см та ОD-DI-65-SU×СД-014В – 200 см. Таким чином високорослість гібридів, отриманих за участю лінії-відновника СД-014В, ймовірно зумовлена її високою загальною комбінаційною здатністю за ознакою висоти рослин, що свідчить про наявність у генотипі відновника адитивних алелей, які стабільно підвищують ріст рослин у різних

гібридних комбінаціях. Подібні результати відмічені і у інших дослідженнях [22, 23].

У групі низькорослих гібридів нами виділені комбінації НА-26-ІМІ-PR×СД-036В, НА-26-ІМІ-PR×СД-018В, А620-16×СД-039В, ОD-DI-65-SU×СД-018В, НА-26-ІМІ-PR×ХНАУ488В, НА-26-ІМІ-PR×СД-016В, А620-16×СД-017В, ОD-DI-65-SU×ХНАУ488В та інші у яких висота формувалася у середньому за роки дослідження від 146 до 160 см. У цілому встановлено, що низькорослі гібриди формувалися за участі ліній відновників фертильності ХНАУ488В, СД-018В та СД-039В. Можна припустити, що у генотипі даних відновників фертильності пилку присутні адитивні алелі, що обмежують ріст стебла та стабільно проявляються у різних гібридних комбінаціях. Також, відповідна закономірність прослідковується у комбінаціях з материнською стерильною лінією А25, де із 18 досліджуваних експериментальних гібридів 17 мали висоту від 170 до 179 см відповідно, тоді як у комбінації А25×СД-039В висота становила на рівні 161 см (рис. 1).

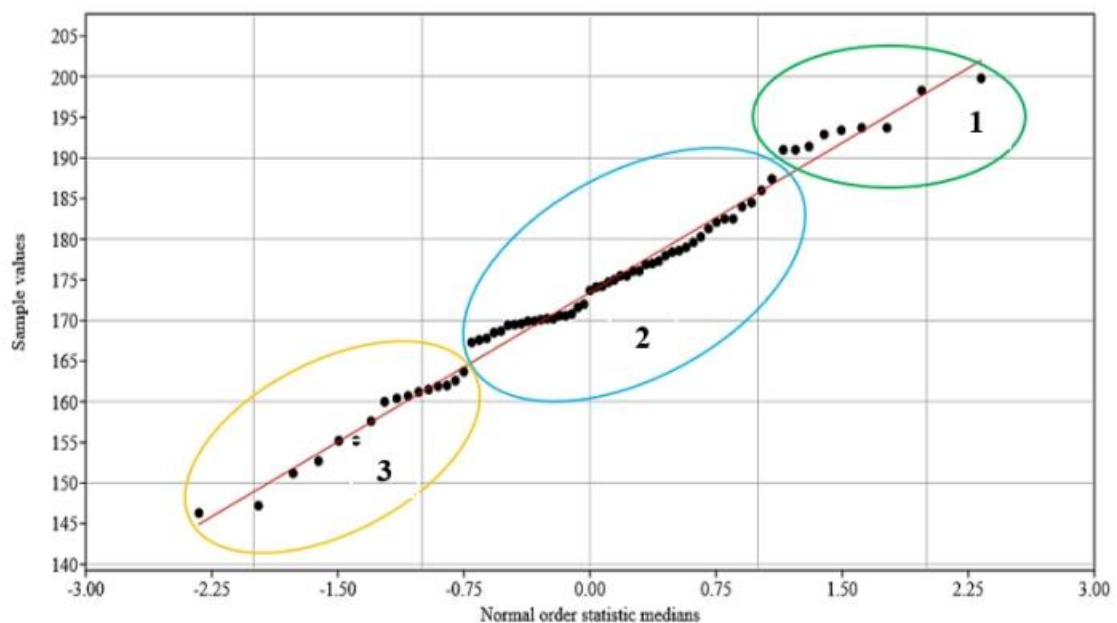


Рис. 1. Медіана нормального розподілу експериментальних гібридів соняшника за висотою

Ознака кількості листя у соняшника має чіткий генетичний контроль. Відповідно до проведеного аналізу встановлено, що розташування більшості точок уздовж теоретичної прямої свідчить про наближено нормальний характер варіювання досліджуваної ознаки у сукупності гібридних комбінацій. Разом з тим нами було виділено три групи генотипів, які відрізняються рівнем прояву загальної кількості листків.

Перша група об'єднує гібриди, що характеризуються підвищеним значенням ознаки. Вони розташовані у правій частині графіка та дещо

відхиляються від теоретичної лінії у бік більших значень. Це свідчить про наявність генотипів, здатних формувати більш розвинений листковий апарат. Серед таких комбінацій були: OD-DI-65-SU×СД-054В – 36 листків., OD-DI-65-SU×СД-014В – 35 листків. та OD-DI-65-SU×СД-057В, НА-26-ІМІ-PR×СД-049В, А620-16×СД-051В формували по 34 листка у середньому за роки дослідження.

Друга група представлена найбільшою кількістю гібридів і характеризується середнім рівнем прояву ознаки. Точки цієї групи розташовані безпосередньо вздовж теоретичної прямої, що підтверджує відповідність їх розподілу нормальному закону варіації. Це дозволяє розглядати дану групу як типову для досліджуваної вибірки, яка відображає основний рівень формування листкового апарату у більшості експериментальних гібридів та відповідає встановленого генетичного контролю для гетерозисних гібридів соняшника у межах 27–32 листків.

Третя група включає гібриди з нижчими значеннями загальної кількості листків у таких комбінацій гібридів А25×СД-044В, А620-16×СД-06В, А620-16×СД-036В, А25×СД-017В у межах 25–26 листків. Відхилення цих точок від основної тенденції у бік менших значень свідчить про наявність генотипів із менш інтенсивним формуванням листкового апарату, що може бути пов'язано з генетичними особливостями компонентів схрещування.

Таким чином, встановлено наявність чіткої диференціації експериментальних гібридів за рівнем формування листкового апарату. Водночас, певної сильної закономірності у залежності висоти та загальної кількості листя не було встановлено нами, що підтверджується невисокими кореляційними зв'язками між цими ознаками ($r= 0,42$) та відповідає результатам інших досліджень (рис. 2) [23–25].

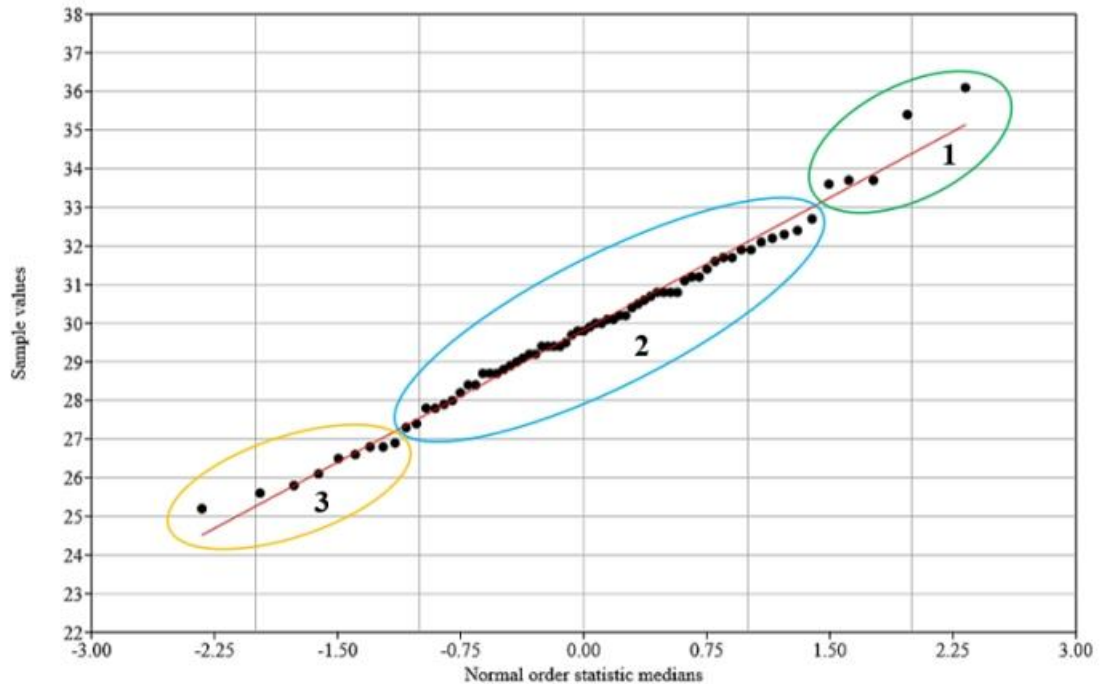


Рис. 2. Медіана нормального розподілу експериментальних гібридів соняшника за загальною кількістю листя

Встановлено, що діаметр кошика у досліджуваних гібридів змінювався у межах від 13,1 см до 19,3 см, при середній варіації показника на рівні 8,02 %, що свідчить про відносно помірну мінливість даної ознаки. Найбільші значення діаметра кошика відмічено у комбінацій OD-DI-65-SU×СД-059В – 19,3 см та НА-26-ІМІ-PR×СД-014В (18,7 см), тоді як мінімальний показник спостерігався у гібрида А620-16×СД-017В – 13,1 см. У цілому для більшості експериментальних гібридів характерне формування кошиків середнього розміру (14–17 см), що відповідає типовим значенням для сучасних гетерозисних гібридів культури [25–27].

Значно вищий рівень мінливості встановлено за показником продуктивності однієї рослини, який варіював у широких межах — від 32,0 до 88,3 г, при коефіцієнті варіації 21,15 %. Найвищі значення продуктивності рослин сформували гібриди А620-16×СД-054В – 88,3 г, А25×СД-057В – 84,0 г та А25×СД-029В – 80,9 г. Натомість найнижчий рівень продуктивності відмічено у комбінації А620-16×СД-017В – 32,0 г. Такий широкий діапазон варіації може бути зумовлений як особливостями генотипів батьківських компонентів, так і проявом гетерозисного ефекту у гібридів першого покоління.

Маса 1000 насінин, як один із ключових показників продуктивності, також характеризувалася значною варіабельністю. Значення даної ознаки змінювалися від 35,1 до 71,4 г, при коефіцієнті варіації 14,52 %. Найбільшу масу 1000 насінин сформував гібрид OD-DI-

65-SU×СД-044В – 71,4 г, тоді як мінімальні значення спостерігалися у комбінацій А620-16×СД-039В – 35,1 г та А620-16×СД-017В – 35,4 г. Загалом більшість досліджуваних гібридів характеризувалися середніми значеннями цього показника у межах 45–60 г, що відповідає типовим параметрам для сучасних гібридів соняшнику [28].

Показник натуре насіння варіював у відносно вузькому діапазоні – від 343 до 480 г/л, при коефіцієнті варіації 6,46 %, що свідчить про стабільність цієї ознаки у досліджуваному генетичному матеріалі. Найвищі значення натуре насіння відмічено у гібрида НА-26-ІМІ-PR×СД-016В – 480 г/л, а також у комбінацій НА-26-ІМІ-PR×СД-048В – 471 г/л та НА-26-ІМІ-PR×СД-014В – 463 г/л. Мінімальний показник натуре насіння встановлено у гібрида OD-DI-65-SU×СД-057В – 343 г/л.

Важливим інтегральним показником продуктивності є біологічна урожайність, яка у досліджуваних гібридів варіювала від 1,8 до 4,9 т/га, при коефіцієнті варіації 21,24 %, що свідчить про значну різноманітність генотипів за здатністю формувати врожай. Найвищий рівень урожайності сформував гібрид А620-16×СД-054В – 4,9 т/га. Високі значення даного показника також відмічено у комбінацій А25×СД-057В – 4,6 т/га, А25×СД-029В – 4,4 т/га та А25×СД-054В – 4,3 т/га. Найнижча урожайність була зафіксована у гібрида А620-16×СД-017В – 1,8 т/га.

Узагальнюючи отримані результати, слід відзначити, що найбільш високі показники продуктивності та біологічної урожайності спостерігалися у ряді гібридних комбінацій за участю материнських ліній А25 та А620-16, що може свідчити про їх високу селекційну цінність у формуванні продуктивних гетерозисних комбінацій. Водночас значна варіабельність досліджуваних ознак підтверджує наявність широких можливостей для подальшого добору перспективних гібридів, що характеризуються оптимальним поєднанням елементів структури врожаю та високим рівнем продуктивності (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика експериментальних гібридів соняшника за елементами структури урожаю, середнє за 2024–2025 роки

№	Експериментальний гібрид	Діаметр кошика, см.	Продукти вність рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Натура, г/л	Біологічн а урожайні сть, т/га
1	OD-DI-65-SU×СД-014В	15,0	48,4	42,4	415	2,7
2	OD-DI-65-SU×СД-018В	16,1	36,8	38,3	397	2,0
3	OD-DI-65-SU×СД-029В	15,3	62,7	49,0	397	3,4
4	OD-DI-65-SU×СД-034В	15,7	68,3	59,8	399	3,8
5	OD-DI-65-SU×СД-036В	14,2	51,6	50,5	395	2,8
6	OD-DI-65-SU×СД-038В	16,1	44,4	38,7	384	2,4
7	OD-DI-65-SU×СД-044В	15,3	74,4	71,4	411	4,1
8	OD-DI-65-SU×СД-047В	17,8	59,4	58,2	443	3,3

9	OD-DI-65-SU×CD-048B	17,2	47,2	47,2	415	2,6
10	OD-DI-65-SU×CD-049B	16,4	58,6	46,7	390	3,2
11	OD-DI-65-SU×CD-051B	14,3	60,6	46,7	403	3,3
12	OD-DI-65-SU×CD-054B	14,6	53,5	53,8	389	2,9
13	OD-DI-65-SU×CD-057B	15,1	41,3	44,7	343	2,3
14	OD-DI-65-SU×CD-059B	19,3	65,7	44,6	419	3,6
15	OD-DI-65-SU×CD-06B	17,7	58,8	45,3	454	3,2
16	OD-DI-65-SU×ХНАУ488B	15,1	50,5	46,6	462	2,8
17	A25×CD-010B	15,3	50,9	53,9	393	2,8
18	A25×CD-014B	14,0	65,0	47,3	430	3,6
19	A25×CD-016B	15,3	70,8	51,8	444	3,9
20	A25×CD-017B	14,8	73,2	49,9	374	4,0
21	A25×CD-018B	14,4	60,1	49,6	394	3,3
22	A25×CD-029B	15,8	80,9	57,5	374	4,4
23	A25×CD-034B	14,0	60,9	56,5	382	3,3
24	A25×CD-036B	14,8	44,3	55,4	378	2,4
25	A25×CD-038B	16,7	69,5	54,3	397	3,8
26	A25×CD-039B	15,8	70,5	50,0	377	3,9
27	A25×CD-044B	14,0	58,7	58,4	398	3,2
28	A25×CD-047B	14,9	68,8	53,7	402	3,8
29	A25×CD-048B	13,9	56,8	51,1	398	3,1
30	A25×CD-049B	16,2	77,4	56,9	378	4,3
31	A25×CD-051B	14,2	54,7	56,9	409	3,0
32	A25×CD-054B	16,4	78,6	54,7	384	4,3
33	A25×CD-057B	17,0	84,0	59,0	406	4,6
34	A25×CD-06B	15,7	73,7	50,1	426	4,1
35	A25×ХНАУ488B	14,7	55,6	54,7	406	3,1
36	A620-16×CD-014B	15,0	66,7	50,2	435	3,7
37	A620-16×CD-016B	15,5	67,4	45,8	443	3,7
38	A620-16×CD-017B	13,1	32,0	35,4	376	1,8
39	A620-16×CD-018B	14,9	60,6	43,8	408	3,3
40	A620-16×CD-029B	15,7	77,2	51,9	406	4,2
41	A620-16×CD-034B	14,4	54,4	59,5	432	3,0
42	A620-16×CD-036B	14,8	66,5	58,7	397	3,7
43	A620-16×CD-038B	14,8	53,4	38,2	421	2,9
44	A620-16×CD-039B	13,5	37,1	35,1	416	2,0
45	A620-16×CD-044B	14,9	74,1	63,1	409	4,1
46	A620-16×CD-047B	15,8	40,1	47,9	392	2,2
47	A620-16×CD-048B	14,5	65,1	59,3	441	3,6
48	A620-16×CD-049B	15,2	59,2	52,5	373	3,3
49	A620-16×CD-051B	15,7	56,3	45,5	408	3,1
50	A620-16×CD-054B	15,8	88,3	66,7	390	4,9
51	A620-16×CD-06B	14,4	45,4	37,8	399	2,5
52	A620-16×ХНАУ488BB	15,5	69,3	49,1	400	3,8
53	HA-26-IMI-PR×CD-06B	15,4	44,5	44,1	415	2,4

54	HA-26-IMI-PR×CD-014B	18,7	63,0	43,7	463	3,5
55	HA-26-IMI-PR×CD-016B	14,9	41,8	43,0	480	2,3
56	HA-26-IMI-PR×CD-018B	15,9	43,6	43,9	412	2,4
57	HA-26-IMI-PR×CD-034B	14,8	42,8	53,0	405	2,4
58	HA-26-IMI-PR×CD-036B	16,4	55,4	55,9	408	3,0
59	HA-26-IMI-PR×CD-038B	17,6	46,9	40,9	421	2,6
60	HA-26-IMI-PR×CD-044B	15,8	58,1	51,1	402	3,2
61	HA-26-IMI-PR×CD-047B	17,6	59,3	48,2	441	3,3
62	HA-26-IMI-PR×CD-048B	17,8	56,8	53,5	471	3,1
63	HA-26-IMI-PR×CD-049B	14,9	55,7	52,3	456	3,1
64	HA-26-IMI-PR×CD-051B	15,8	50,6	49,6	415	2,8
65	HA-26-IMI-PR×CD-054B	16,0	54,2	53,2	406	3,0
66	HA-26-IMI-PR×CD-057B	14,7	48,2	44,9	431	2,6
67	HA-26-IMI-PR×CD-059B	17,7	48,2	42,3	454	2,7
68	HA-26-IMI-PR×ХНАУ488В	13,9	43,6	41,9	428	2,4
	HP ₀₅	0,09	0,48	0,12	0,32	—
	Min	13,1	32,0	35,1	343	1,8
	Max	19,3	88,3	71,4	480	4,9
	Std. error	0,15	1,49	0,88	3,22	0,08
	Stand. dev	1,24	12,33	7,27	26,53	0,68
	Coeff. var	8,02	21,15	14,52	6,46	21,24

У результаті проведеного нами аналізу головних компонент було встановлено, що перші дві головні компоненти акумулюють найбільшу частку загальної дисперсії, що становить 59,6 % (PC 1 – 39,4 %, PC 2 – 20,2 %). Вектори, що виходять із центру координат, відображають напрям та силу впливу окремих ознак, зокрема діаметра кошика, продуктивності рослини, маси 1000 насінин та натури насіння.

Аналіз просторового розташування векторів свідчить про наявність тісного позитивного взаємозв'язку між показниками продуктивності однієї рослини та масою 1000 насінин. Їх вектори спрямовані у близькому напрямку, що свідчить про їх взаємне посилення у формуванні врожаю. Це означає, що гібридні комбінації, які характеризуються високою масою насіння та більшою індивідуальною продуктивністю рослин, як правило формують і підвищений рівень урожайності. Таким чином, зазначені ознаки виступають ключовими селекційними критеріями під час добору перспективних генотипів.

Вектор діаметра кошика розташований під певним кутом до векторів продуктивності та урожайності, що свідчить про помірний позитивний зв'язок цієї ознаки з формуванням продуктивності. Така закономірність є біологічно обґрунтованою, оскільки збільшення розміру кошика потенційно сприяє формуванню більшої кількості насінин, проте не завжди прямо визначає кінцеву врожайність, оскільки

остання значною мірою залежить також від маси насіння та його виповненості.

Водночас натура насіння характеризується дещо іншим напрямком вектора, що свідчить про відносну незалежність цієї ознаки від основних компонентів продуктивності. Така особливість підтверджує результати варіаційного аналізу, згідно з якими натура насіння характеризувалася порівняно низьким коефіцієнтом варіації (3,8 %) та більшою стабільністю порівняно з іншими ознаками.

У напрямку векторів продуктивності групуються гібриди, що характеризуються підвищеним рівнем продуктивності, маси 1000 насінин та висоти. Серед них можна відзначити комбінації гібридів, які за результатами польових досліджень сформувавши найвищі показники врожайності та продуктивності рослин, зокрема гібриди з номерами 50 (A620-16×СД-054В), 33 (A25×СД-057В), 22 (A25×СД-029В), 30 (A25×СД-049В) та деякі інші. Їх розташування у зоні позитивних значень головних компонент свідчить про поєднання високих значень декількох елементів структури врожаю.

Натомість у протилежному секторі графіка зосереджені гібридні комбінації (A620-16×СД-017В, A620-16×СД-039В, A620-16×СД-06В, НА-26-ІМІ-РР×ХНАУ488В та інші) з нижчими показниками продуктивності, які характеризуються меншими значеннями маси насіння, продуктивності рослин та відповідно вцілому урожайності. До таких генотипів належать гібриди з мінімальними показниками досліджуваних ознак, що підтверджується їх розташуванням у зоні негативних значень головних компонент (рис. 3).

Використання біплот-аналізу широко використовується в селекційних дослідженнях соняшника та підтверджує його ефективність, як методу оцінки селекційного матеріалу [29–31]

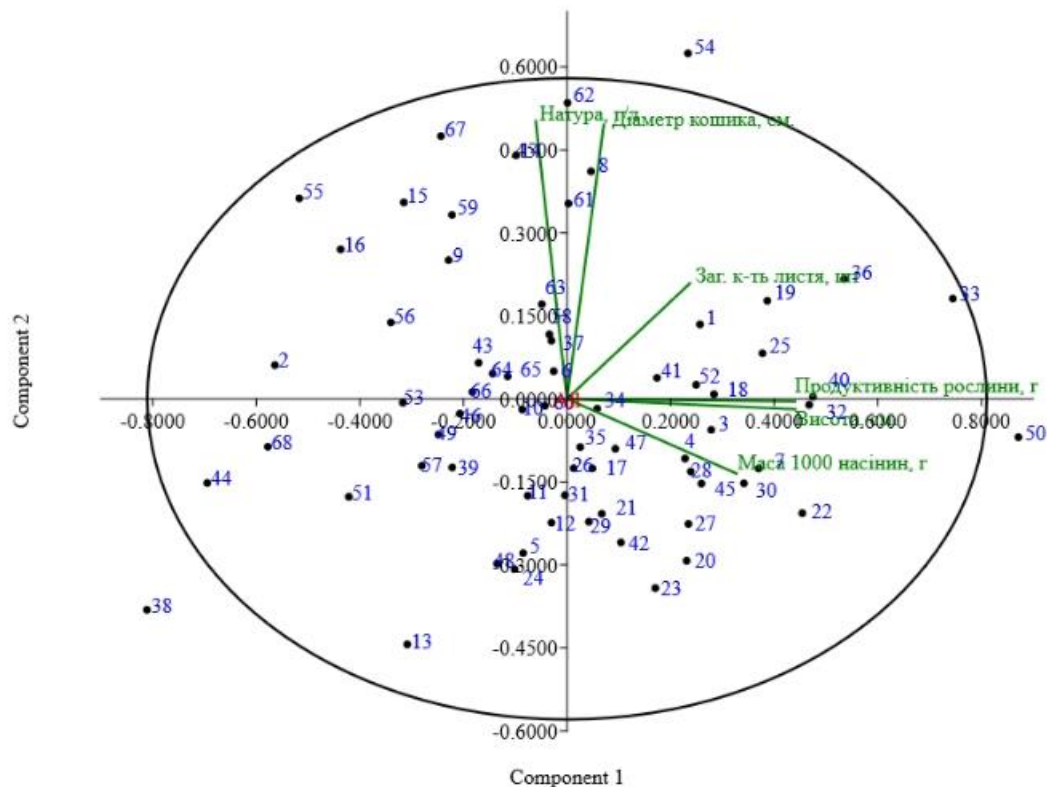


Рис. 3. Біплот-аналіз головних компонент (PCA) морфологічних ознак та продуктивності експериментальних гібридів соняшника

Примітка: 1. Коефіцієнта варіації становить PC 1 – 39,4 %, PC 2 – 20,2 %. 2. Дані для аналізу стандартизовані методом Z-score стандартизації. 3. Номера гібридів на графіку у відповідній послідовності до таблиці 1.

Висновки. У результаті проведених нами досліджень встановлено значну генетичну різноманітність експериментальних гібридів соняшника за основними морфологічними ознаками та елементами структури врожаю. Виявлено широкий діапазон варіювання висоти рослин (146–200 см), що дозволило виділити групи низькорослих, високорослих та дуже високорослих гібридів. Встановлено, що участь лінії-відновника фертильності пилку СД-014В у схрещуваннях сприяла формуванню високорослих гібридних комбінацій, що свідчить про її високу загальну комбінаційну здатність за цією ознакою.

Встановлено, що діаметр кошика у досліджуваних гібридів варіював у межах 13,1–19,3 см, а показники продуктивності однієї рослини — від 32,0 до 88,3 г. Маса 1000 насінин змінювалася від 35,1 до 71,4 г, а натура насіння — від 343 до 480 г/л. Найбільшу біологічну урожайність сформували гібриди А620-16×СД-054В (4,9 т/га), А25×СД-057В (4,6 т/га), А25×СД-029В (4,4 т/га та А25×СД-049В і А25×СД-054В (4,3 т/га), що свідчить про високий продуктивний потенціал зазначених комбінацій.

Результати аналізу головних компонент показали, тісний позитивний взаємозв'язок між продуктивністю рослини та масою 1000 насінин, що підтверджує їх ключову роль у формуванні врожайності. Водночас натура насіння характеризувалася відносною стабільністю та меншою залежністю від інших показників продуктивності.

Узагальнення отриманих результатів дозволило виділити ряд перспективних гібридних комбінацій, які поєднують високі показники елементів структури врожаю та урожайності. Найбільш цінними виявилися гібриди за участю материнських ліній А25 та А620-16, що свідчить про їх високу селекційну цінність. Отримані результати можуть бути використані у подальших селекційних програмах для створення нових високопродуктивних гібридів соняшника, адаптованих до умов Східного Лісостепу України.

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

1. Sydiakina O., Ivaniv M. Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helia*. 2023. Vol. 46, No. 79. <https://doi.org/10.1515/helia-2023-0010>
2. FAOSTAT. Crops and livestock products: Sunflower seed [cited 20 March 2025]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
3. Dimitrijevic A., Horn R. Sunflower hybrid breeding: from markers to genomic selection. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 8. P. 2238. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02238>
4. Seiler G. J., Qi L. L., Marek L. F. Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. *Crop Science*. 2017. Vol. 57, No. 3. P. 1083–1101. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0856>
5. Чуйко Д. В., Кириченко В. В., Білик В. В. Agrobiological evaluation of sunflower hybrids in Eastern Ukraine. *Селекція і насінництво*. 2025. № 127. С. 56–67. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2025.333766>
6. Choudhari A. K., Bagade A. B. Diverse cytosteriles in sunflower: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. Vol. 8, No. 11. P. 1641–1644. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.811.189>
7. Yamgar S. V., Dhone P. U., Pathare S. M., Karande G. R. Cytoplasmic diversity studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.): a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7, No. 2. P. 36–41. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2018.702.006>
8. Talukder Z. I., Ma G., Hulke B. S., Jan C. C., Qi L. Linkage mapping and genome-wide association studies of the Rf gene cluster in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and their distribution in world sunflower collections.

Frontiers in Genetics. 2019. Vol. 10. P. 216.
<https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00216>

9. Seiler G. J., Qi L. L., Marek L. F. Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. *Crop Science*. 2017. Vol. 57, No. 3. P. 1083–1101. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI2016.10.0856>

10. Meena H. P., Pushpa H. D., Ghodke M. K. Maintainer and restorer identification and conversion of good combiner inbreds into new CMS lines of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. Vol. 8, No. 2. P. 2210–2218. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2019.802.256>

11. Yamgar S. V., Dhone P. U., Pathare S. M., Karande G. R. Cytoplasmic diversity studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.): a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7, No. 2. P. 36–41.

12. Mohan D., Meena H. P., Sandhya G., Payasi S. K. Restoration ability of newly developed restorer gene pool inbreds on two different CMS sources in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2022. Vol. 13, No. 2. P. 419–424. <https://doi.org/10.37992/2022.1302.041>

13. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні [оновлено 16 березня 2026 р.]. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>

14. Khablak S., Bondareva L., Dolia M., Blume Y., Tymoshchuk T., Mrynskyi I. та ін. Control of *Orobanche cumana* Wallr: research on sustainability of sunflower hybrids and strategies for parasite protection. *bioRxiv*. 2024. <https://doi.org/10.1101/2024.10.12.617968>

15. Білик В. В., Чуйко Д. В. Селекційна оцінка інбредних ліній соняшника за комплексом господарських ознак і стійкістю до *Orobanche cumana*. *Селекція і насінництво*. 2025. № 128. С. 19–33. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2025.347588>

16. Harbar L., Knap N. The realisation of the genetic potential of sunflower hybrids under the influence of feeding conditions. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Т. 12, № 4. С. 17–27. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0017>

17. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ : Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин, 2000. 100 с.

18. Ермантраут Е. Р., Гощій Т. І., Криворученко Р. В. та ін. Методика селекційного експерименту (в рослинництві). Харків : Біотехкнига, 2025. 348 с.

19. Hammer Ø., Harper D. A. T. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4, No. 1. P. 1.

20. Gärtner T., Steinfath M., Andorf S., Lisec J., Meyer R. C., Altmann T., Selbig J. Improved heterosis prediction by combining information on DNA- and metabolic markers. *PLoS One*. 2009. Vol. 4, No. 4. e5220. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005220>

21. Delen Y., Palali-Delen S., Xu G., Neji M., Yang J., Dweikat I. Dissecting the genetic architecture of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genes*. 2024. Vol. 15, No. 7. P. 950. <https://doi.org/10.3390/genes15070950>

22. Abdelsatar M. A., Hassan T. H. A. Gene action and heritability in bi-parental crosses of sunflower. *Agronomía Colombiana*. 2020. Vol. 38, No. 3. P. 305–315. <https://doi.org/10.15446/AGRON.COLOMB.V38N3.84472>

23. Abdelsatar M. A., Elnenny E. M. M., Hassan T. H. A. Inheritance of seed yield and yield-related traits in sunflower. *Journal of Crop Improvement*. 2020. Vol. 34, No. 3. P. 378–396. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1723767>

24. Hladni N., Miklič V., Jocić S., Kraljević-Balalić M., Škorić D. Mode of inheritance and combining ability for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika*. 2014. Vol. 46, No. 1. P. 159–168. <https://doi.org/10.2298/GENSR1401159H>

25. Чуйко, Д. В. Evaluation of sunflower starting material for breeding-valuable traits. *Селекція і насінництво*. 2022. Vol. 121. 6-14. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2022.260986>

26. Markulj Kulundžić A., Liović I., Sudarić A., Duvnjak T., Matoša Kočar M., Varga I., Mijić A. Morpho-physiological adaptation of sunflower hybrids to varying plant densities. *Plants*. 2025. Vol. 14, No. 22. P. 3446. <https://doi.org/10.3390/plants14223446>

27. Lakshman S. S., Chakraborty N. R., Debnath S., Kant A. Genetic variability, character association and divergence studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.) for improvement in oil yield. *African Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 3, No. 1. P. 129–145. <https://doi.org/10.33472/afjbs.3.1.2021.129-145>

28. Криворученко Р. В., Рожков Р. В., Турчинова Н. П. та ін. Науково-методичні аспекти селекції сільськогосподарських культур у східній частині Лівобережного Лісостепу України : колективна монографія / за ред. Т. І. Гопцій. Харків : Право, 2024. 496 с.

29. Filippi C. V., Merino G. A., Montecchia J. F., Aguirre N. C., Rivarola M., Naamati G. та ін. Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium assessment among international sunflower breeding collections. *Genes*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 283. <https://doi.org/10.3390/genes11030283>

30. Zhang J., Ren F., Zhang R., Ding L., Li F., Li X. та ін. Effects of crushed wheat straw with plastic film mulch on soil hydrothermal properties and water use efficiency of sunflower in the northwestern arid region of China. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, No. 1. P. 23066. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-05760-0>

31. Riaz A., Iqbal M. S., Fiaz S., Chachar S., Amir R. M., Riaz B. Multivariate analysis of superior *Helianthus annuus* L. genotypes related to metric traits. *Sains Malaysiana*. 2020. Vol. 49, No. 3. P. 461–470. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4903-01>

REFERENCES

1. Sydiakina, O., & Ivaniv, M. (2023). Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helia*, 46(79). <https://doi.org/10.1515/helia-2023-0010>

2. FAOSTAT. (2025). Crops and livestock products: Sunflower seed. Retrieved March 20, 2025, from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

3. Dimitrijevic, A., & Horn, R. (2018). Sunflower hybrid breeding: From markers to genomic selection. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2238. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02238>

4. Seiler, G. J., Qi, L. L., & Marek, L. F. (2017). Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. *Crop Science*, 57(3), 1083–1101. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0856>

5. Chuiko, D. V., Kyrychenko, V. V., & Bilyk, V. V. (2025). Agrobiological evaluation of sunflower hybrids in Eastern Ukraine. *Plant Breeding and Seed Production*, 127, 56–67. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2025.333766>

6. Choudhari, A. K., & Bagade, A. B. (2019). Diverse cytosteriles in sunflower: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(11), 1641–1644. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.811.189>

7. Yamgar, S. V., Dhone, P. U., Pathare, S. M., & Karande, G. R. (2018). Cytoplasmic diversity studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.): A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 36–41. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2018.702.006>

8. Talukder, Z. I., Ma, G., Hulke, B. S., Jan, C. C., & Qi, L. (2019). Linkage mapping and genome-wide association studies of the *Rf* gene cluster in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and their distribution in world sunflower collections. *Frontiers in Genetics*, 10, 216. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00216>

9. Seiler, G. J., Qi, L. L., & Marek, L. F. (2017). Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. *Crop Science*, 57(3), 1083–1101. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI2016.10.0856>

10. Meena, H. P., Pushpa, H. D., & Ghodke, M. K. (2019). Maintainer and restorer identification and conversion of good combiner inbreds into new CMS lines of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(2), 2210–2218. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2019.802.256>
11. Yamgar, S. V., Dhone, P. U., Pathare, S. M., & Karande, G. R. (2018). Cytoplasmic diversity studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.): A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 36–41.
12. Mohan, D., Meena, H. P., Sandhya, G., & Payasi, S. K. (2022). Restoration ability of newly developed restorer gene pool inbreds on two different CMS sources in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 13(2), 419–424. <https://doi.org/10.37992/2022.1302.041>
13. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2026). *State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine*. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
14. Khablak, S., Bondareva, L., Dolia, M., Blume, Y., Tymoshchuk, T., Mrynskyi, I., ... Spychak, V. (2024). Control of *Orobanche cumana* Wallr: Research on sustainability of sunflower hybrids and strategies for parasite protection. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2024.10.12.617968>
15. Bilyk, V. V., & Chuiko, D. V. (2025). Breeding evaluation of sunflower inbred lines for a complex of economic traits and resistance to *Orobanche cumana*. *Plant Breeding and Seed Production*, 128, 19–33. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2025.347588>
16. Harbar, L., & Knap, N. (2021). The realisation of the genetic potential of sunflower hybrids under the influence of feeding conditions. *Plant and Soil Science*, 12(4), 17–27. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0017>
17. Volkodav, V. V. (2000). *Methodology of state variety testing of agricultural crops*. Kyiv: State Commission of Ukraine for Testing and Protection of Plant Varieties.
18. Ermantraut, E. R., Hoptsii, T. I., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., Chuiko, D. V., Lymanska, S. V., Hudym, O. V., & Kravchenko, A. I. (2025). *Methodology of breeding experiment (in crop production)*. Kharkiv: Biotekhnika.
19. Hammer, Ø., & Harper, D. A. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1.
20. Gärtner, T., Steinfath, M., Andorf, S., Lisec, J., Meyer, R. C., Altmann, T., & Selbig, J. (2009). Improved heterosis prediction by combining information on DNA and metabolic markers. *PLoS One*, 4(4), e5220. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005220>

21. Delen, Y., Palali-Delen, S., Xu, G., Neji, M., Yang, J., & Dweikat, I. (2024). Dissecting the genetic architecture of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genes*, 15(7), 950. <https://doi.org/10.3390/genes15070950>
22. Abdelsatar, M. A., & Hassan, T. H. A. (2020). Gene action and heritability in bi-parental crosses of sunflower. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 305–315. <https://doi.org/10.15446/AGRON.COLOMB.V38N3.84472>
23. Abdelsatar, M. A., Elnenny, E. M. M., & Hassan, T. H. A. (2020). Inheritance of seed yield and yield-related traits in sunflower. *Journal of Crop Improvement*, 34(3), 378–396. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1723767>
24. Hladni, N., Miklič, V., Jocić, S., Kraljević-Balalić, M., & Škorić, D. (2014). Mode of inheritance and combining ability for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika*, 46(1), 159–168. <https://doi.org/10.2298/GENSR1401159H>
25. Chuiko, D. V. (2022). Evaluation of sunflower starting material for breeding-valuable traits. *Plant Breeding and Seed Production*, 121, 6–14. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2022.260986>
26. Markulj Kulundžić, A., Liović, I., Sudarić, A., Duvnjak, T., Matoša Kočar, M., Varga, I., & Mijić, A. (2025). Morpho-physiological adaptation of sunflower hybrids to varying plant densities. *Plants*, 14(22), 3446. <https://doi.org/10.3390/plants14223446>
27. Lakshman, S. S., Chakraborty, N. R., Debnath, S., & Kant, A. (2021). Genetic variability, character association and divergence studies in sunflower (*Helianthus annuus* L.) for improvement in oil yield. *African Journal of Biological Sciences*, 3(1), 129–145. <https://doi.org/10.33472/afjbs.3.1.2021.129-145>
28. Kryvoruchenko, R. V., Rozhkov, R. V., Turchynova, N. P., Kravchenko, A. I., Chuiko, D. V., Mykhailenko, V. O., Hoptsi, T. I., Lymanska, S. V., Hudym, O. V., & Duda, O. M. (2024). *Scientific and methodological aspects of crop breeding in the eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine*. Kharkiv: Pravo.
29. Filippi, C. V., Merino, G. A., Montecchia, J. F., Aguirre, N. C., Rivarola, M., Naamati, G., ... Paniago, N. B. (2020). Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium assessment among international sunflower breeding collections. *Genes*, 11(3), 283. <https://doi.org/10.3390/genes11030283>
30. Zhang, J., Ren, F., Zhang, R., Ding, L., Li, F., Li, X., ... Tian, P. (2025). Effects of crushed wheat straw with plastic film mulch on soil hydrothermal properties and water use efficiency of sunflower in the northwestern arid region of China. *Scientific Reports*, 15(1), 23066. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-05760-0>

31. Riaz, A., Iqbal, M. S., Fiaz, S., Chachar, S., Amir, R. M., & Riaz, B. (2020). Multivariate analysis of superior *Helianthus annuus* L. genotypes related to metric traits. *Sains Malaysiana*, 49(3), 461–470. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4903-01>

Отримано: 07.04.2026. Прийнято: 17.04.2026. Опубліковано: 22.05.2026.

DOI <https://doi.org/10.31359/2413.7642.2026.1.193>

УДК 633.54: 78:631.5(477.7)

Брага Є. В., аспірант кафедри рослинництва
evgenijbraga@gmail.com, ORCID 0009-0009-6826-0099
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ ВАРІАНТІВ СПОЛУЧЕННЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО, ПРИПОСІВНОГО ТА ПРИКОРЕНЕВОГО УДОБРЕННЯ

Анотація. Висвітлено та проаналізовано результати дворічних досліджень щодо впливу системи живлення на врожайність насіння, врожайність сухої біомаси рослин та частку насіння в загальній біомасі рослин соняшника. **Постановка проблеми.** Незважаючи на велику кількість наукових публікацій присвячених різним підходам живлення рослин соняшника, проблематика оцінки ефективності системи його живлення залишається не до кінця вивченою, що пояснюється впровадженням у виробництво нових видів добрив, сучасних гібридів і сортів соняшника з різним морфо-біотипом, а отже, – різною реакцією на добрива. Не останнє значення в цьому відношенні мають також кліматичні зміни, які також певною мірою впливають на ефективність підходів системи живлення посівів. **Мета досліджень** полягала у визначенні комплексного впливу різних варіантів сполучення передпосівного, припосівного та прикореневого внесення мінеральних добрив на врожайність насіння і сухої біомаси рослин соняшника гібрида СИ Феномено в умовах Лівобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили в 2024 і 2025 рр. на базі фермерського господарства «Грига» Полтавського району Полтавської області. Дослід закладами за допомогою методу розщеплених ділянок. Ділянками першого порядку (фактор *A*) були чотири варіанти прикореневого підживлення посівів рідким добривом КАС₃₂ у фазі V₅–V₆: 1 – контроль (без підживлення); 2, 3 і 4 – КАС₃₂ у дозі 65 л/га (N₂₀), 95 (N₃₀) і 125 л/га (N₄₀) відповідно. Ділянками другого порядку (фактор *B*) були п'ять варіантів сполучення передпосівного та припосівного внесення добрив: I – абсолютний контроль; II – передпосівне внесення сульфату амонію в дозі 100 кг/га у поєднанні з припосівним внесенням амофосу в дозі 100 кг/га (виробничий контроль); III, IV і V – передпосівне внесення сульфоамофосу в дозі 100 кг/га у поєднання з припосівним внесенням комплексного добрива МАКРОСТАР у дозах 100 кг/га, 150 і 200 кг/га відповідно. Площа посівної ділянки другого порядку становила 210 м². **Результати.** Найвищу врожайність насіння соняшника в середньому за два роки отримали у варіанті прикореневого внесення КАС₃₂ у дозі 125 л/га у сполученні з припосівним внесенням