

УДК 633.854.78:575:631.5

Р.А. Гутянський*, В.П. Коломацька

Вплив норм висіву на біометричні показники та врожайність нових гібридів соняшнику

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, Україна

*E-mail: rammale@ukr.net

UDC 633.854.78:575:631.5

R.A. Hutianskyi*, V.P. Kolomatska

Effect of Seeding Rates on Biometric Parameters and Yield of New Sunflower Hybrids

Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

*E-mail: rammale@ukr.net

Реферат: Густота стояння рослин і система удобрення гібридів соняшнику розглядаються як одні із важливих елементів технології вирощування культури. Метою роботи було визначити вплив норм висіву та мінеральних добрив на біометричні показники та врожайність насіння нових районованих гібридів соняшнику в умовах Східного Лісостепу України. Дослідження проводили в 2021, 2023 рр. на дослідному полі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України. Вивчали два класичні гібриди соняшнику олійного напрямку використання Ярило і Хорив, два фони живлення (без внесення добрив (контроль) та N30P30K30), чотири норми висіву (40, 50, 60 і 70 тис. схожих насінин на 1 га). Встановлено, що за норми висіву 70 тис. шт./га найвищими були рослини гібрида Хорив у контролі (165,8 см), а найнижчими – рослини гібрида Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 60 тис. шт./га (139,2 см). Середня кількість листків на рослині гібрида Хорив була більшою (31,2 шт.), ніж у гібрида Ярило (30,4 шт.). Максимальну площу листової поверхні на рослину та на один гектар сформував гібрид Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 40 тис. шт./га (9425,6 см² і 39,5 тис./м², відповідно). Урожайність насіння гібрида Ярило була вищою за норми висіву 40 тис. шт./га і 50 тис. шт./га, особливо на фоні N30P30K30 (2,07 т/га і 2,02 т/га, відповідно). У гібрида Хорив урожайність насіння була найвищою в контролі за норми висіву 70 тис. шт./га (2,19 т/га), а на фоні N30P30K30 – за норми висіву 40 тис. шт./га (2,24 т/га). Отже, формування висоти рослин, кількості листків, площі листової поверхні та врожайності насіння соняшнику залежало від гібридних особливостей культури, удобрення та густоти стояння рослин.

Ключові слова: *Helianthus annuus* L., гібрид, удобрення, норма висіву, висота рослин, листової поверхня, врожайність насіння.

Abstract: Plant density and fertilization regimens are considered as important elements of the sunflower hybrid cultivation technology. The purpose of this study was to evaluate the effect of seeding rates and mineral fertilizers on biometric parameters and seed yield of new zoned sunflower hybrids in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The study was conducted in an experimental field of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine in 2021 and 2023. We studied two classic oil sunflower hybrids ('Yarylo' and 'Khoryv'), two fertilization regimens (without fertilization (control) and N30P30K30), and four seeding rates (40,000, 50,000, 60,000, and 70,000 germinable seeds per 1 ha). The tallest plants (165.8 cm) were recorded for hyb. 'Khoryv' sown at a seeding rate of 70,000 seeds/ha in the control and the shortest ones – for hyb. 'Yarylo' (139.2 cm) sown at the seeding rate of 60,000 seeds/ha hybrid and fertilized with N30P30K30. The mean number of leaves per plant was greater in hyb. 'Khoryv' (31.2 leaves) than in hyb. 'Yarylo' (30.4). The maximum leaf area per plant and per hectare was formed by hyb. 'Yarylo' sown at the seeding rate of 40,000 seeds/ha and fertilized with N30P30K30 (9,425.6 cm² and 39,500 m², respectively). Hyb. 'Yarylo' yielded more seeds when sown at the seeding rates of 40,000 seeds/ha and 50,000 seeds/ha, especially after N30P30K30 fertilization (2.07 t/ha and 2.02 t/ha, respectively). Hyb. 'Khoryv' yielded more seeds in the control when sown at the seeding rate of 70,000 seeds/ha (2.19 t/ha) and

in the N30P30K30 experiment when sown at the seeding rate of 40,000 seeds/ha (2.24 t/ha). Therefore, the sunflower plant height, number of leaves, leaf area, and seed yield depended on hybrid features, fertilization, and plant density.

Key words: *Helianthus annuus* L., hybrid, fertilizer, seeding rate, plant height, leaf area, seed yield.

Площі посівів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в Україні, Європі та світі мають тенденцію до зростання. З 2010 до 2021 рр. це зростання в Європі становило 49 %, у світі – 28 %. В Україні за даний період площі посівів соняшнику збільшилися у 1,5 раза. Збільшення площ вирощування супроводжується і зростанням врожайності насіння соняшнику. Урожайність насіння соняшнику в Україні у середньому за вказаний період становить 2,07 т/га. Збільшення посівних площ та рівня врожайності зумовлює і зростання обсягів виробництва насіння соняшнику. У 2021 р. світове виробництво, порівняно з 2010 р., збільшилося в 1,8 раза. При цьому 63,3–75,7 % світового виробництва насіння соняшнику забезпечують країни Європи. В Європі обсяги виробництва за вказаний період зросли в 2,2 раза. Частка України в обсягах світового виробництва становить 25,5 %, а в обсягах європейського виробництва – 35,9 %. Такі обсяги виробництва пов'язані з економічною привабливістю соняшнику для сільгоспвиробників [1].

Економічна ефективність виробництва соняшнику залежить від рівня врожайності насіння. Норми висіву насіння, як фактор впливу на інтенсивність фотосинтезу, водоспоживання агроценозу в кінцевому рахунку визначають рівень формування врожайності агроценозом. Отримані багаторічні дані свідчать про специфічну реакцію різних гібридів та сортів соняшнику на дію різних норм висіву [2, 3].

Гібриди соняшнику різної селекції являють собою різноманітні екологічні біотиби культури. Для них характерна різна реакція на зміну умов зовнішнього середовища. Зважаючи на це, формування оптимальної густоти стояння рослин соняшнику в посіві відіграє суттєву роль у забезпеченні оптимального перебігу фізіологічних процесів культури, що в результаті позначається на її продуктивності. Так, збільшення густоти посіву понад оптимальної норми призводить до збільшення витрати поживних речовин і води із ґрунту на формування вегетативних органів рослин, що, особливо в умовах недостатнього зволоження, зумовлює недобір урожаю насіння. Правильний вибір гібридів соняшнику, густоти стояння та способу розміщення дає змогу уникнути перегрівання ґрунту, яке спричиняє порушення водообміну в рослин, а умови

The sunflower (*Helianthus annuus* L.) acreage in Ukraine, Europe and the whole world tends to grow. From 2010 to 2021, it increased by 49% in Europe and by 28% in the world. In Ukraine, there was a 1.5-fold increase in the crop acreage during this period. The acreage enlargement is associated with an increase in sunflower seed yields. In the specified period, the average yield of sunflower seeds in Ukraine was 2.07 t/ha. Increased acreages and yields lead to a rise in sunflower seed production. In 2021, the global production increased by 1.8 times, compared to 2010. Here, European countries provide 63.3–75.7% of the global production of sunflower seeds. In Europe, there was a 2.2-fold rise in the production volume during the specified period. The share of Ukraine is 25.5% and 35.9% in the global production volume and in the European production volume, respectively. Such production volumes are related to the economic attractiveness of sunflower for agrarians [1].

The economic efficiency of sunflower production depends on seed yield. Seeding rates, as a factor influencing photosynthesis intensity and water consumption by an agroecosystem, ultimately determine the yield produced by this agroecosystem. Long-term data indicate that different sunflower hybrids and varieties respond specifically to various seeding rates [2, 3].

Sunflower hybrids bred in different locations represent different ecological biotypes of the crop. They respond differently to changing environmental conditions. Considering this, the optimal density of sunflower plants in the field is very important for optimal levels of physiological processes, finally affecting the crop productivity. Thus, when the plant density is increased above the optimum, the consumption of nutrients and water from soil is enhanced to form vegetative organs of plants, which, especially under insufficient wetting, reduces seed yields. Appropriate selection of sunflower hybrids, plant density and placement helps avoid soil overheating, which perturbs water metabolism in plants, and water metabolism and transpiration significantly affect photosynthesis [4, 5].

водообміну і транспірація істотно впливають на фотосинтез [4, 5].

Отже, щільність розташування рослин в ценозі є потужним фактором, що впливає на продуктивність соняшнику та її складові. Визначення оптимальної щільності для таких культур, як соняшник, вкрай необхідно. Так, для сортів ранньостиглої групи олійного призначення в зоні північно-східного Лісостепу України оптимальною щільністю стояння рослин, що забезпечує високий рівень продуктивності рослин, є 40–50 тисяч рослин на гектар [6].

За результатами польових досліджень встановлено, що при вирощуванні соняшнику на темно-каштановому ґрунті в неполивних умовах півдня України густоту стояння рослин слід коригувати залежно від генетичного потенціалу гібридів. Так, для гібрида Ясон оптимальною густотою стояння є 50 тис./га, а для гібрида Дарій – 40 тис./га. Найбільший вплив на формування врожайності насіння мали гібридний склад та добрива, частка впливу яких перевищувала 30 %, а в окремі роки – 35–40 %. Найбільшу олійність насіння (понад 40 %) одержано за підвищеної кількості опадів у період вегетації рослин [7, 8]. В умовах Південного Степу України найкращою нормою висіву соняшнику сорту Фушія КЛ є 50 тис. схожих насінин на 1 га [4]. Дослідженнями О.В. Швачка та Н.О. Новошинської також встановлено, що в умовах півдня України найбільшу урожайність (2,27 т/га) отримано за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га [9]. За даними Г.В. Пінковського та співавторів, оптимальна густота сівби соняшнику для більшості гібридів у Правобережному Степу України становить 60 тис. шт./га [10, 11].

Дослідження показали, що найбільший урожай для зони сухого степу Казахстану отримано у гібрида соняшнику Baiterek 17 за строку сівби 15 травня та норми висіву 57 тис. насінин/га, а для зони степу – за строку сівби 10 травня та норми висіву 65 тис. насінин/га [12].

Отримані результати на фермі агрономічного факультету сільськогосподарського факультету Університету Асьют показали, що на висоту рослин, масу насіння на рослину, урожайність насіння, відсоток олії і вихід олії істотно впливала густота рослин соняшнику. Щільність посіву 20000 рослин/га дала найвищі середні значення врожайності насіння [13].

Дослідженнями М.І. Федорчук, М.А. Ковальова доведено, що найбільш економічно використовували воду рослини високоолеїнових гібридів соняшнику з густотою стояння 60 тис./га. За їх розрахунками максимальний вплив на

Therefore, the plant density in a coenosis is a powerful factor affecting the sunflower productivity and its constituents. Determination of the optimal density for crops such as sunflower is vital. Thus, for early-ripening oil varieties grown in the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine, the optimal plant density, which ensures a high productivity of plants, is 40,000–50,000 plants per hectare [6].

Based on field results, it was revealed that when sunflower is rainfed grown on dark chestnut soil in the South of Ukraine, the plant density should be adjusted depending on the genetic potential of a hybrid. For example, for hyb. ‘Yason’, the optimal plant density is 50,000 plants/ha, while for hyb. ‘Darii’, it is 40,000 plants/ha. Hybrid composition and fertilizers had the greatest impact on the seed yield: the contribution exceeded 30%, reaching 35–40% in some years. The highest oil content in seeds (over 40%) was achieved with increased rainfall during the growing period of plants [7, 8]. In the Southern Steppe of Ukraine, the best seeding rate for sunflower variety ‘Fushiiia KL’ is 50,000 of germinable seeds per 1 ha [4]. O.V. Shvachka and N.O. Novoshynska also reported that in the South of Ukraine, the greatest yield (2.27 t/ha) was harvested at a density of 50,000 plants/ha [9]. According to H.V. Pinkovskyi et al., the optimal seeding rate for most sunflower hybrids in the Right-Bank Steppe of Ukraine is 60,000 seeds/ha [10, 11].

A study showed that the greatest yield of sunflower seeds in the dry steppe of Kazakhstan was harvested from hyb. ‘Baiterek 17’ sown on May 15 at a seeding rate of 57,000 seeds/ha; in the steppe, that the greatest yield was harvested from hyb. ‘Baiterek 17’ sown on May 10 at a seeding rate of 65,000 seeds/ha [12].

Results obtained on the Agronomy Department farm of the Faculty of Agriculture of Assiut University showed that sunflower plant height, seed weight per plant, seed yield, oil percentage, and oil yield were significantly influenced by plant density. With a plant density of 20,000 plants/ha, the highest mean yield of seeds was harvested [13].

M.I. Fedorchuk and M.A. Kovaliov proved that plants of high-oleic sunflower hybrids used water most economically when grown at a density of 60,000 plants/ha. According to their calculations, the maximum effect (63.7%) on the seed yield was exerted by plant density, while the hybrid contribution was 27.3% [14].

формування врожаю насіння має густота стояння рослин 63,7 %, а на гібридний склад доводиться 27,3 % [14].

За даними О.І. Полякова, найбільшу урожайність гібридів соняшнику на дослідному полі Інституту олійних культур НААН отримано за густоти стояння 60 тис./га у варіантах з допосівною обробкою насіння (біологічне добриво Поліміксобактерин, 12 мл/кг). Зменшення до 40 тис./га або збільшення до 80 тис./га густоти стояння рослин призвело до зниження врожайності на 0,02–0,14 т/га [15].

Результати досліджень В.В. Борисенко свідчать, що у фазі утворення кошиків–цвітіння при густоті рослин 90 тис./га та ширині міжрядь 70 см площа листкової поверхні мала більші показники в ранньостиглого гібрида Заграва (80,7 тис. м²/га) та середньораннього гібрида Український F1 (78,0 тис. м²/га), порівняно з вирощуванням цих гібридів при густоті 70 тис./га і ширині міжрядь 70 см – 78,0 тис. м²/га та 69,9 тис. м²/га відповідно. Фотосинтетичний потенціал рослин соняшнику в зазначеній фазі також був вищим [16]. Водночас, публікації цього автора у співавторстві з іншими науковцями свідчать, що для вирощування обох гібридів в умовах Правобережного Лісостепу України оптимальною є густота 70 тис. рослин/га із шириною міжрядь 70 см, за яких максимально реалізується насінневий потенціал гібридів та формується максимальна кількість насіння [17], діаметр кошиків [18], вищі показники вмісту протеїну в насінні, більший показник збору протеїну та олії з одиниці площі та краща олійність соняшника [19].

За вирощування соняшнику в післяукісних посівах в умовах Східного Степу України спостерігалась перевага густоти стояння рослин 90 тис./га в усіх досліджуваних гібридів. Зниження густоти стояння рослин (до 70 тис./га та 50 тис./га) або її підвищення (до 110 тис./га) спричиняло зниження продуктивності на 0,9–13,7 % [20]. Показано також, що способи сівби (ширина міжрядь – від 15 см до 70 см) мало впливали на якість насіння, але в більшості років спостерігалось підвищення олійності на суцільному посіві. Загущення соняшнику (40; 50; 60; 70 тис./га) сприяє збільшенню олійності та зменшенню білковості насіння [21].

Важливим елементом технології вирощування соняшнику є також фон мінерального живлення. Результати досліджень на темно-каштанових ґрунтах південного регіону України показали, що оптимізація фону мінерального живлення сприяла збільшенню висоти рослин і площі листя. Обидва показники

According to O.I. Poliakov, the greatest yields of sunflower hybrids in the experimental field of the Institute of Oilseed Crops of NAAS were obtained at a density of 60,000 plants/ha in experiments with pre-sowing seed treatment (biofertilizer Polymyxobacterin, 12 mL/kg). A decrease in the density to 40,000 plants/ha or an increase to 80,000 plants/ha led to a reduction in the yield by 0.02–0.14 t/ha [15].

V.V. Borysenko's results indicate that in the "calathidium formation-anthesis" period at a plant density of 90,000 plants/ha and an inter-row width of 70 cm, leaves were larger in early-ripening hyb. 'Zahrava' (80,700 m²/ha) and in medium-early hyb. 'Ukrainskyi F1' (78,000 m²/ha) compared to the cultivation of these hybrids at a density of 70,000 plants/ha and an inter-row width of 70 cm (78,000 m²/ha and 69,900 m²/ha, respectively). The photosynthetic potential of sunflower plants in this phase was also higher [16]. At the same time, publications by this author in co-authorship with other scientists indicate that for the cultivation of both hybrids in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the optimal density is 70,000 plants/ha and the optimal inter-row width is 70 cm: these conditions maximize the seed potential of the hybrids and ensure the maximum amount of seeds [17], the largest head diameter [18], higher protein and oil contents in seeds, and better collections of protein and oil per unit area [19].

Upon sunflower cultivation in stubble crops in the Eastern Steppe of Ukraine, the plant density of 90,000 plants/ha was beneficial for all studied hybrids. A decrease in the plant density (to 70,000 plants/ha and 50,000 plants/ha) or an increase (to 110,000 plants/ha) caused a reduction in productivity by 0.9–13.7% [20]. It was also shown that sowing methods (width between rows - from 15 cm to 70 cm) had little influence on seed quality, but in most years, the oil content was higher in the close-grown fields. The thickening of sunflower (40,000, 50,000, 60,000, and 70,000 plants/ha) helps to increase the oil content and decrease the protein content in seeds [21].

Mineral fertilization is also an important element of sunflower cultivation technology. Results of studies on dark chestnut soils of the southern region of Ukraine showed that optimized mineral fertilization made plants taller and leaves larger. Both parameters were maximized when hybs. 'Alambra KS' and 'Blyutuz hybrids' were fertilized with N90P60.

максимізувалися при вирощуванні гібридів Alambra KS та Blyutuz із внесенням добрив у дозі N90P60. Ці дослідні варіанти також забезпечили формування максимального рівня врожайності насіння та найвищих показників рентабельності на 1 кг діючої речовини добрив [22].

Результати досліджень показали, що середня густина рослин (приблизно 10 рослин на 1 м²) із помірною нормою N (приблизно 150 кг N на 1 га) може бути корисною для покращення росту, розвитку та загальної врожайності іноккульованого соняшнику (біологічне добриво Nitroxin (містить *Azotobacter* sp. і *Azospirillum* sp.) в кількості 1 літр на 30 кг насіння) [23].

В умовах Тімішоари внесення комбінованих добрив (N50P50K0 та N50P50K50) вплинуло на 78,55% мінливості врожайності гібрида соняшнику NK Neoma, що є значно вищим порівняно з густрою посіву (70 × 29 см, що давало 49261 проростаючих ядер на 1 га; 70 × 26,5 см – 53908 на 1 га; 70 × 24 см – 59524 на 1 га; 70 × 21,4 см – 66756 на 1 га) та впливом обробітку ґрунту (оранка, фрезування та фрезування + оранка). Збільшення густоти за рахунок зменшення відстані між рослинами з 29 см до 24 см або 21,4 см позитивно впливало на врожайність соняшнику. Застосування різних NPK привело до значного підвищення врожайності на 45–46 % порівняно з неудобреною ділянкою. Обробіток ґрунту суттєво не вплинув на врожайність соняшнику [24].

Оптимізація сільськогосподарських ресурсів, таких як рівень добрив і густина рослин, показала, що завдяки густому посіву (відстань між рослинами – 15 см) та задоволенню потреби соняшнику в P (30,8 кг/га) і K (41,5 кг/га) норма внесення N може бути значно зменшена (62,3 кг/га) разом із отриманням прийнятної врожайності насіння (3797 кг/га) [25].

Два польових досліді, проведені в дослідному господарстві Саханської сільськогосподарської дослідної станції, показали, що збільшення внесення азотних добрив із 72 до 168 кг N/га та посів генотипу Nsovak при щільній відстані 15 см між рослинами максимізує врожайність насіння з одиниці площі [26].

Пакистанськими вченими виявлено, що життєздатність насіння, індекс площі листків, формування біомаси, маса насіння та врожайність насіння соняшнику на одиницю площі значно збільшуються завдяки внесенню високої норми N. Урожайність насіння та поглинання фотосинетично активної радіації зростає зі збільшенням рівня азоту та густоти рослин. Проте надлишок азоту, посилюючи вегетативний ріст надземної частини, подовжує періоди до цвітіння

These experimental conditions also ensured the maximum seed yield and the highest profitability per 1 kg of active substance of fertilizers [22].

In a study, it was shown that a medium plant density (about 10 plants per 1 m²) with a moderate N dose (about 150 kg of N per 1 ha) could be useful to improve the growth, development and total yield of inoculated sunflower (biofertilizer Nitroxin containing *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp.; 1 liter per 30 kg of seeds) [23].

In Timisoara, the contribution of combined fertilizers (N50P50K0 and N50P50K50) to the yield variability in sunflower hyb. 'NK Neoma' was 78.55%, which was significantly higher compared to that of the seeding density (70 × 29 cm, which produced 49,261 germinating kernels per 1 ha; 70 × 26.5 cm – 53,908 germinating kernels per 1 ha; 70 × 24 cm – 59,524 germinating kernels per 1 ha; and 70 × 21.4 cm – 66,756 germinating kernels per 1 ha) and to the effect of soil cultivation (ploughing, scarifying, and scarifying + ploughing). Increasing the plant density by reducing the distance between plants from 29 cm to 24 cm or 21.4 cm had a positive effect on the sunflower yield. The application of different NPK doses led to a significant (45–46%) increase in the yield by compared to the unfertilized plots. Tillage did not significantly affect the sunflower yield [24].

Optimization of agricultural resources, such as fertilizer amounts and plant density, showed that due to dense sowing (distance between plants - 15 cm) and satisfaction of sunflower's need for P (30.8 kg/ha) and K (41.5 kg/ha), the N application can be significantly reduced (62.3 kg/ha), with harvesting an acceptable seed yield (3797 kg/ha) [25].

Two field experiments conducted on the experimental farm of Sakhanske Agricultural Research Station showed that an increase in the nitrogen fertilizer dose from 72 to 168 kg N/ha on genotype 'Nsovak' sown with an inter-plant distance of 15 cm maximized the seed yield per unit area [26].

Pakistani scientists found that sunflower seed viability, leaf area index, biomass formation, seed weight, and seed yield per unit area increased significantly due to high doses of N. The seed yield and photosynthetically active radiation absorption were increased as the nitrogen dose and plant density were elevated. However, an excess of nitrogen, increasing the

та фізіологічної стиглості [27]. Результати іншого дослідження також показують, що азот і густина рослин суттєво впливають на врожайність насіння та деякі компоненти врожайності гібридів соняшнику [28].

Все, що наведено вище, зумовлює доцільність проведення спеціальних досліджень щодо визначення впливу норм висіву на біометричні показники та врожайність насіння нових районованих класичних гібридів соняшнику в умовах Східного Лісостепу України з обов'язковим вивченням ефективності мінеральних добрив.

Методика

Дослідження було проведене в 2021, 2023 рр. на дослідному полі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (Харківський район Харківської області України). Ґрунт – чорнозем типовий середньогумусний слабовилужений. Попередник соняшнику – ячмінь ярий (2021 р.) та жито озиме (2023 р.).

Вивчали два класичні гібриди соняшнику олійного напрямку використання Ярило і Хорив (оригінатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН), два фони живлення (без внесення добрив (контроль) та N30P30K30 під першу передпосівну культивуацію), чотири норми висіву (40, 50, 60 і 70 тис. схожих насінин на 1 га). Повторення – чотириразове, площа облікової ділянки – 33,6 м².

Дослід закладали та проводили на фоні застосування ґрунтових гербіцидів під другу передпосівну культивуацію (бакова суміш Тізер (діюча речовина – пропізохлор, 720 г/л) – 2,0 л/га + Селефіт (діюча речовина – прометрин, 500 г/л) – 2,0 л/га). У період вегетації культури застосовували грамініцид Квін Стар Макс (діюча речовина – хізалофоп-П-етил, 125 г/л) – 1,2 л/га. Перед сівбою насіння обох гібридів соняшнику обробили баковою сумішшю препаратів Баріон (діюча речовина – металаксил-м, 350 г/л) – 3,0 л/га + Екзор (діюча речовина – тіаметоксам, 600 г/л) – 6,0 л/га. Сівбу проводили сівалкою «Клен–2,8» (26.05.2021 р.) та «Клен–4,2» (22.05.2023 р.) з міжряддям 70 см.

Дослідження виконано згідно із загально прийнятими методиками. У фазі цвітіння в кожному варіанті виділяли і закріплювали 40 рослин (по 10 рослин поспіль у чотирьох

vegetative growth of the aboveground part, extends the periods until anthesis and physiological ripeness [27]. Results of another study also showed that nitrogen and plant density significantly affected the seed yield and some yield components in sunflower hybrids [28].

All of the above determines the expediency of specific studies on evaluation of effects of seeding rates on biometric parameters and seed yield of new zoned classic sunflower hybrids in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine, with a mandatory assessment of the effectiveness of mineral fertilizers.

Methods

The study was conducted in an experimental field of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine in 2021 and 2023 (Kharkivskyi District, Kharkivska Oblast of Ukraine) in 2021 and 2023. The soil was typical medium-humus, slightly leached chernozem. The predecessor of sunflower was spring barley (2021) and winter rye (2023).

We studied two classic oil sunflower hybrids ('Yarylo' and 'Khoryv'; the originator is the of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine in 2021 and 2023), two fertilization regimens (without fertilizer (control) and N30P30K30 before the first pre-sowing cultivation), and four seeding rates (40,000, 50,000, 60,000, and 70,000 germinable seeds per 1 ha). The experiments were carried out in four replications. The record plot area was 33.6 m².

The experiments were laid out and carried out on the application of soil herbicides before the second pre-sowing cultivation (tank mixture Tizer [active substance – propisochlor; 720 g/L] 2.0 L/ha + Selefite [active substance – promethrin; 500 g/L] 2.0 L/ha). During the crop vegetation, 1.2 L/ha of graminicide Queen Star Max was used (active substance – hizalofop-P-ethyl; 125 g/L). Before sowing, seeds of both sunflower hybrids were treated with a tank mixture Barion (active substance - metalaxyl-m; 350 g/L) 3.0 L/ha + Exor (active substance – thiamethoxam; 600 g/L) 6.0 L/ha. The hybrids were sown with a Klyon seeder (05.26.2021) or a Klyon-4.2 seeds (05.22.2023). The inter-row width was 70 cm.

повтореннях) та підраховували кількість листків і вимірювали лінійкою розмір 20-го листка-ідентифікатора для подальшого розрахунку площі листової поверхні за формулою, наведеною в патенті на корисну модель № 56163 Україна [29]. У фазі повного утворення кошиків на вже закріплених 40 рослинах визначали лінійкою висоту рослин – від поверхні ґрунту до місця прикріплення кошика (середнє арифметичне з усіх вимірювань) [30]. Урожайність насіння соняшнику визначено методом суцільного поділянкового обмолоту з подальшим перерахуванням на 10 % вологість та 100 % чистоту [31]. Статистичну обробку результатів досліду проведено за допомогою Excel [32].

Результати та обговорення

Встановлено, в середньому за 2021, 2023 рр., що середня висота рослин гібридів Ярило та Хорив у досліді становила відповідно 144,7 см і 164,1 см. Максимальна висота рослин зафіксована в гібрида Хорив у контролі за норми висіву 70 тис. шт./га (165,8 см), а мінімальна – в гібрида Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 60 тис. шт./га (139,2 см). Висота рослин на всіх варіантах у гібрида Хорив була статистично вірогідною, порівняно з усіма варіантами у гібрида Ярило. Порівняно з контролем внесення N30P30K30 призвело до доказового зниження висоти рослин у гібрида Ярило за норми висіву 50 тис. шт./га (на 5,4 см) і 70 тис. шт./га (на 5,2 см) (табл. 1). Взаємодія між гібридами і густотою посіву та гібридами і удобренням була значущою для висоти рослин соняшнику й в іншому дослідженні [33].

Середня кількість листків на рослині гібрида Хорив була більшою (31,2 шт.), ніж у гібрида Ярило (30,4 шт.). Удобрення, порівняно з контролем, зумовило статистично значиме зменшення кількості листків на рослину у гібрида Ярило за норми висіву 50 тис. шт./га (на 1,0 шт.) і 70 тис. шт./га (на 0,7 шт.), а у гібрида Хорив – за норми висіву 40 тис. шт./га (на 0,5 шт.). Водночас відбулось доказове збільшення кількості листків на рослину в гібрида Ярило за норми висіву 40 тис. шт./га (на 0,9 шт.). Інше дослідження також свідчить, що висота рослин і кількість

The study was conducted by traditional methods. During anthesis, 40 plants were chosen and marked with pegs in each variant (10 plants without distinction in four replications), leaves were counted, and the size of the 20th leaf-identifier was measured with a ruler for further calculation of the leaf area by the formula given in the utility model patent no. 56163 Ukraine [29]. In the completely formed calathidium phase, the plant height was measured with a ruler on the 40 chosen plants - from the soil surface to the head attachment point (mean of all measurements) [30]. The yield of sunflower seeds was determined by threshing without distinction by plots with subsequent adjustment for 10% moisture content and 100% purity [31]. Data were statistically processed in Excel [32].

Results and Discussion

It was found that in 2021 and 2023, that the mean plant height in hybrids. ‘Yarylo’ and ‘Khoryv’ was 144.7 cm and 164.1 cm, respectively. The tallest plants (165.8 cm) were recorded for hybrid. ‘Khoryv’ sown at a seeding rate of 70,000 seeds/ha in the control and the shortest ones – for hybrid ‘Yarylo’ (139.2 cm) sown at the seeding rate of 60,000 seeds/ha hybrid and fertilized with N30P30K30. The plant height in hybrid ‘Khoryv’ in all experimental variants statistically significantly differed from that in hybrid. ‘Yarylo’ in all experimental variants. Compared to the control, the N30P30K30 application led to a significant decrease in the plant height in hybrid. ‘Yarylo’ sown at a seeding rate of 50,000 seeds/ha (by 5.4 cm) or 70,000 seeds/ha (by 5.2 cm) (Table 1). The effects of “hybrids - seeding density” and “hybrids – fertilizer” interactions were significant for the sunflower plant height in another study as well [33].

Hybrid ‘Khoryv’ had more leaves per plant (the mean number of leaves was 31.2) than hybrid. ‘Yarylo’ (30.4). Fertilization, compared to the control, led to a statistically significant decrease in the number of leaves per plant in hybrid. ‘Yarylo’ sown at a seeding rate of 50,000 seeds/ha (by 1.0 leaves) or 70,000 seeds/ha (by 0.7 leaves) and in hybrid. ‘Khoryv’ sown at a seeding rate of 40,000 seeds/ha (by 0.5 leaves). At the same time, there was a significant increase in the number of leaves per plant in hybrid. ‘Yarylo’ sown at a seeding rate of 40,000 seeds/ha (by 0.9 leaves). Another study

листіків на рослині залежать від генотипу соняшнику [26].

Середня площа листкової поверхні на одній рослині гібрида Ярило була більшою (5962,9 см²), ніж у гібрида Хорив (5319,0 см²). Водночас середня площа листкової поверхні на одному гектарі посівів гібридів Ярило та Хорив була однаковою (28,8 тис./м²). Максимальну площу листкової поверхні на рослину та на один гектар сформував гібрид Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 40 тис. шт./га (9425,6 см² і 39,5 тис./м², відповідно). Дані два показники були статистично достовірними, порівняно з більшістю варіантів досліду.

also showed that the plant height and the number of leaves per plant differed in different sunflower genotype [26].

The mean leaf area per plant in hyb. 'Yarylo' was larger (5,962.9 cm²) than that of in hyb. 'Khoryv' (5,319.0 cm²). At the same time, the mean leaf areas per hectare in hybrids 'Yarylo' and 'Khoryv' were identical (28,800 m²). The maximum leaf areas per plant and per hectare were recorded for hybrid 'Yarylo' sown at a seeding rate of 40,000 seeds/ha and fertilized with N30P30K30 (9,425.6 cm² and 39,500 m², respectively). These two parameters were statistically different compared to those in most experimental variants.

Таблиця 1. Біометричні показники класичних гібридів соняшнику у фазі цвітіння залежно від фону живлення та норми висіву, 2021, 2023 рр.

Table 1. Biometric parameters of the classic sunflower hybrids during anthesis depending fertilization and seeding rate, 2021, 2023.

Гібрид (А) / Hybrid (A)	Фон живлення / (B) Fertilization (B)	Норма висіву, тис. шт./га (C) / Seeding rate, thousand seeds/ha (C)	Висота рослин, см / Plant height, cm	Кількість листків на рослину, шт. / Number of leaves per plant	Площа листкової поверхні / Leaf area			
					на рослину, см ² / per plant, cm ²	на 1 га, тис. м ² / per 1 ha, thousand m ²		
Ярило / Yarylo	без добрив (контроль) No fertilizer (control)	40	146.5	30.2	5320.4	23.2		
		50	149.1	31.2	5391.9	26.8		
		60	142.8	30.4	4102.7	21.9		
		70	148.9	30.4	3725.3	22.7		
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40	143.7	31.1	9425.6	39.5		
		50	143.7	30.2	7455.2	33.0		
		60	139.2	30.1	6829.8	33.8		
Хорив / Khoryv	без добрив (контроль) No fertilizer (control)	40	163.4	31.6	5385.1	25.4		
		50	164.0	31.7	4714.0	27.8		
		60	163.3	31.3	4045.6	23.2		
		70	165.8	30.8	3991.8	26.0		
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40	164.2	31.1	7958.5	35.2		
		50	164.7	31.7	6443.8	32.4		
		60	161.8	31.0	5562.2	31.4		
		70	165.6	30.6	4451.3	28.9		
		НІР _{0.05} для фактору А / LSD _{0.05} for factor A			6.5	0.4	1559.0	5.9
		НІР _{0.05} для фактору В / LSD _{0.05} for factor B			6.5	0.4	1559.0	5.9
НІР _{0.05} для фактору С / LSD _{0.05} for factor C			9.1	0.6	2204.8	8.3		
НІР _{0.05} для факторів АВ / LSD _{0.05} for factors AB			9.1	0.6	2204.8	8.3		
НІР _{0.05} для факторів АС / LSD _{0.05} for factors AC			12.9	0.8	3118.0	11.7		
НІР _{0.05} для факторів ВС / LSD _{0.05} for factors BC			12.9	0.8	3118.0	11.7		
НІР _{0.05} для факторів АВС / LSD _{0.05} for factors ABC			18.3	1.2	4409.5	16.6		
Коефіцієнт кореляції (r) з урожайністю насіння / Coefficient of correlation with seed yield (r)			0.429	0.270	0.522*	0.643*		

Примітка. * – показник значимий за P ≤ 0.05.

Таблиця 2. Урожайність насіння класичних гібридів соняшнику залежно від фону живлення та норми висіву, 2021, 2023 рр.

Table 2. Seed yield of the classic sunflower hybrids depending on fertilization and seeding rates, 2021 and 2023.

Гібрид (А) / Hybrid (A)	Фон живлення / (B) Fertilization (B)	Норма висіву, тис. шт./га (С) / Seeding rate, thousand seeds/ha (C)	Урожайність насіння, т/га / Seed yield, t/ha	Відхилення врожайності насіння у контролі до варіанта з добривами (\pm), т/га / Fertilizer-induced change in the seed yield (\pm), t/ha
Ярило / Yarylo	без добрив (контроль) No fertilizer (control)	40	1.83	–
		50	1.84	–
		60	1.60	–
		70	1.63	–
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40	2.07	+ 0.24
		50	2.02	+ 0.18
		60	1.91	+ 0.31
Хорив / Khoryv	без добрив (контроль) No fertilizer (control)	40	1.80	–
		50	1.79	–
		60	1.85	–
		70	2.19	–
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	40	2.24	+ 0.44
		50	1.99	+ 0.20
		60	2.07	+ 0.22
		70	2.01	– 0.18
НП _{0.05} для фактору А / LSD _{0.05} for factor A			0.18	
НП _{0.05} для фактору В / LSD _{0.05} for factor B			0.18	
НП _{0.05} для фактору С / LSD _{0.05} for factor C			0.25	
НП _{0.05} для факторів АВ / LSD _{0.05} for factors AB			0.25	
НП _{0.05} для факторів АС / LSD _{0.05} for factors AC			0.36	
НП _{0.05} для факторів ВС / LSD _{0.05} for factors BC			0.36	
НП _{0.05} для факторів АВС / LSD _{0.05} for factors ABC			0.50	

Удобрення, порівняно з контролем, приводило до збільшення площі листкової поверхні на рослину та на один гектар у гібридів Ярило (від 1726,9 до 4105,2 см² та від 6,2 до 16,3 тис./м², відповідно) та Хорив (від 459,5 до 2573,4 см² та від 2,9 до 9,8 тис./м², відповідно). Мінеральне живлення сприяло збільшенню площі листя й в іншому досліді [22]. Загущення посівів призводило до зменшення площі листкової поверхні на одній рослині гібридів Ярило та Хорив.

Площа листкової поверхні на рослину та на один гектар, які вимірювали у фазі цвітіння класичних гібридів соняшнику Ярило та Хорив, мали статистично значимий позитивний зв'язок з урожайністю насіння цих гібридів ($r=0,522$ і $r=0,643$, відповідно).

Аналіз урожайності насіння класичних гібридів соняшнику залежно від фону живлення та норми висіву виявив, що в гібрида Ярило даний показник був вищим за норм висіву 40 тис. шт./га і 50 тис. шт./га. Так, рівень

Fertilization led to an increase in the leaf areas per plant and per hectare in hybs. 'Yarylo' (from 1,726.9 to 4,105.2 cm² and from 6,200 to 16,300 m², respectively) and 'Khoryv' (from 459.5 to 2,573.4 cm² and from 2,900 to 9,800 m², respectively) compared to the control. Mineral fertilization increased the leaf area in another experiment as well [22]. The crop thickening resulted in a decrease in the leaf area per in hybs. 'Yarylo' and 'Khoryv'.

The leaf areas per plant and per hectare, which were measured during the anthesis, had a statistically significant positive correlation with the seed yields in classic sunflower hybs. 'Yarylo' and 'Khoryv' ($r=0.522$ and $r=0.643$, respectively).

Analysis of the seed yields of the classic sunflower hybrids depending on fertilization and seeding rates revealed that hyb. 'Yarylo' yielded more when sown at seeding rates of 40,000 and 50,000 seeds/ha. Thus hybrid yielded 1.83, 1.84, 1.60, and 1.63 t/ha when sown at a seeding rate

урожайності насіння даного гібрида за норми висіву 40; 50; 60 і 70 тис. шт./га становив на фоні без добрив відповідно 1,83; 1,84; 1,60 і 1,63 т/га, а на фоні N30P30K30 – 2,07; 2,02; 1,91 і 1,69 т/га. Порівняно з контролем, статистично достовірну прибавку врожайності насіння даного гібрида від застосування мінеральних добрив забезпечили норми висіву 40 тис. шт./га (0,24 т/га) і 60 тис. шт./га (0,31 т/га) (табл. 2).

У гібрида Хорив урожайність насіння була найвищою в контролі за норми висіву 70 тис. шт./га (2,19 т/га), а на фоні N30P30K30 – за норми висіву 40 тис. шт./га (2,24 т/га). Порівняно з контролем статистично доказову прибавку врожайності насіння цього гібрида за внесення N30P30K30 забезпечили норми висіву 40; 50 і 60 тис. шт./га (0,44; 0,20 і 0,22 т/га, відповідно). Результати досліджень інших вчених також показують, що гібридний склад, добрива та густина посіву мають істотний вплив на формування врожайності насіння соняшнику [7, 8].

Висновки.

За норми висіву 70 тис. шт./га найвищими були рослини гібрида Хорив у контролі (165,8 см), а найнижчими – рослини гібрида Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 60 тис. шт./га (139,2 см). Різниця у гібридів за висотою рослин була статистично вірогідною за $P \leq 0.05$.

Середня кількість листків на рослині гібрида Хорив була більшою (31,2 шт.), ніж у гібрида Ярило (30,4 шт.). Максимальну площу листової поверхні на рослину та на один гектар сформував гібрид Ярило на фоні N30P30K30 за норми висіву 40 тис. шт./га (9425,6 см² і 39,5 тис./м², відповідно).

Урожайність насіння гібрида Ярило була вищою за норми висіву 40 тис. шт./га і 50 тис. шт./га, особливо на фоні N30P30K30 (2,07 т/га і 2,02 т/га, відповідно). У гібрида Хорив урожайність насіння була найвищою в контролі за норми висіву 70 тис. шт./га (2,19 т/га), а на фоні N30P30K30 – за норми висіву 40 тис. шт./га (2,24 т/га).

of 40,000, 50,000, 60,000, and 70,000 seeds/ha, respectively, without fertilizers and 2.07, 2.02, 1.91, and 1.69 t/ha, respectively, when fertilized at N30P30K30. Compared to the control, a statistically significant gain in the seed yield of this hybrid from mineral fertilization was ensured with seeding rates of 40,000 seeds/ha (0.24 t/ha) and 60,000 seeds/ha (0.31 t/ha) (Table 2).

The seed yield of hyb. 'Khoryv' was the maximal in the control at a seeding rate of 70,000 seeds/ha (2.19 t/ha) and in the N30P30K30 at a seeding rate of 40,000 seeds/ha (2.24 t/ha). Compared to the control, a statistically significant gain in the seed yield of this hybrid fertilized with N30P30K30 was ensured by seeding rates of 40,000, 50,000, and 60,000 seeds/ha (0.44, 0.20, and 0.22 t/ha, respectively). Other scientists' results also showed that the hybrid composition, fertilizers and seeding density had significant effects on the sunflower seed yield [7, 8].

Conclusions.

Hyb. 'Khoryv' had the tallest plants (165.8 cm) when sown at a seeding rate of 70,000 seeds/ha in the control and hyb. 'Yarylo' had the shortest ones (139.2 cm) when sown at a seeding rate 60,000 seeds/ha and fertilized with N30P30K30. The difference in the plant height between the hybrids was statistically significant at $P \leq 0.05$.

Hyb. 'Khoryv' on average had more leaves per plant (31.2 leaves) than hyb. 'Yarylo' (30.4). The maximum leaf areas per plant and per hectare were formed by hyb. 'Yarylo' sown at a seeding rate of 40,000 seeds/ha and fertilized with N30P30K30: (9,425.6 cm² and 39,500 m², respectively).

Hyb. 'Yarylo' yielded more seeds when sown at seeding rates of 40,000 seeds/ha and 50,000 seeds/ha, especially in the N30P30K30 experiment (2.07 t/ha and 2.02 t/ha, respectively). Hyb. 'Khoryv' produced the maximum yield of seeds when sown at a seeding rate of 70,000 seeds/ha in the control (2.19 t/ha) and at a seeding rate of 40,000 seeds/ha in the N30P30K30 experiment (2.24 t/ha).

References

1. Sydiakina OV, Hamajunova VV. Current state and prospects of sunflower seed production. Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences. 2023; 131: 196–204. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25> [in Ukrainian].
2. Tkach ID, Oleksiuk OM. The effect of sowing methods, plant stand density on the formation of the root system, water consumption and yield of sunflower hybrids. Bulletin of the Institute of Grain Management. 2000; 12–13: 18–22. [in Ukrainian].

3. Tkalic ID, Oleksiuk OM. The yield of sunflower depends on the density and methods of sowing. *Bulletin of the State Agrarian University*. 2000; 1–2: 24–26. [in Ukrainian].
4. Kohut IM, Valentiuk NO, Shchetnikova LA. The formation of productiveness of the sunflower depending on the spacing of the plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2020; 112: 93–98. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.13> [in Ukrainian].
5. Borysenko VV. Influence of seeding density and row spacing on the water consumption of sunflower hybrids of different ripeness stage. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2020; 111: 22–28. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.3> [in Ukrainian].
6. Zhatov OH, Zhatova HO. Productivity and quality of sunflower seeds depending on plant density. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series “Agronomy and Biology”*. 2012; 2 (23): 105–107. [in Ukrainian].
7. Kokovikhin SV, Nesterchuk VV, Nosenko JM. Productivity and quality of seeds of sunflower hybrids, depending on plant population and fertilizer. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2015; 94: 37–42. [in Ukrainian].
8. Kokovikhin SV, Nesterchuk VV. Effect of plant density and fertilizers on the formation of productivity of sunflower hybrids grown under the conditions of Southern Ukraine. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2016; 96: 75–79. [in Ukrainian].
9. Shvachka OV, Novoshinskaya NA. Effect of sowing date and plant density on productivity of Ryabota hybrid sunflower under conditions of southern Ukraine. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2011; 16: 121–125. [in Ukrainian].
10. Pinkovskyi H, Tanchyk S. Influence of sowing dates and plant density on sunflower yield in the Right-bank Steppe of Ukraine. *Plant and Soil Science*. 2018; 294: 75–82. [in Ukrainian].
11. Pinkovsky GV, Maschenko YuV, Tanchyk SP. Influence of elements of nutritios on the fertility of soil and productivity of sunflower in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2019; 107: 145–150. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19> [in Ukrainian].
12. Gordeyeva Y, Shelia V, Shestakova N, Amantayev B, Kipshakbayeva G, Shvidchenko V, Aitkhozhin S, Kurishbayev A, Hoogenboom G. Sunflower (*Heliánthus ánnuus*) Yield and Yield Components for Various Agricultural Practices (Sowing Date, Seeding Rate, Fertilization) for Steppe and Dry Steppe Growing Conditions. *Agronomy*. 2024; 14(1): 36. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010036>
13. Farweez MR, Teama EA, El-Nager GR, Said MT. Effect of plant density and nitrogen fertilizer splitting on the production of sunflower. *Assuit J. Agric. Sci*. 2020; 51(2): 64–73.
14. Fedorchuk MI, Kovalev MA. Productivity of sunflower hybrids of the high-oleic type in dependence on plant density under growing conditions in the south of Ukraine. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2016; 23: 178–184. [in Ukrainian].
15. Poliakov OI. Productivity of sunflower depending on the plant stand density and the application of bio-fertilizers. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2018; 26: 73–80. <https://doi.org/10.36710/ioc-2018-26-08> [in Ukrainian].
16. Borysenko VV. Leaf area and photosynthetic potential of the sunflower crops depending on the conditions of cultivation. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*. 2013; 83(1): Agronomy. 79–84. [in Ukrainian].
17. Borysenko VV, Novak AV, Kaliievskiy MV. The influence of seeding density and row spacing on the yield of sunflower hybrids of different ripeness groups. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2018; 103: 3–9. [in Ukrainian].
18. Borysenko VV, Karnauh OB, Nakleka YuI, Novak AV, Usik SV, Koval GV. The influence of plant height and diameter of inflorescences on sunflower productivity depending on sowing density and row spacing . *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2020; 113: 28–34. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.4> [in Ukrainian].
19. Borysenko VV, Chaploutskiy AM, Soroka LV. The influence of seeding density and row spacing on oil content in sunflower hybrids of different ripeness groups. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2019; 106: 3–9. [in Ukrainian].
20. Khaskhachykh MV. The impact of plant stand and sowing method on the productivity of sunflower hybrids cultivated as a stubble crop in eastern Ukraine. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*. 2012; 79: 156–161. [in Ukrainian].
21. Masliyov SV, Stepanov VV, Kalinichenko MV, Yarchuk II. Growing and development of sunflower hybrids depending on plant density standing. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2018; 4: 104–110. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.15> [in Ukrainian].
22. Sydiakina O, Ivaniv M. Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helvia*. 2023; 46(79): 245–259. <https://doi.org/10.1515/helvia-2023-0010>

23. Namvar A, Khandan T, Shojaei M. Effects of bio and chemical nitrogen fertilizer on grain and oil yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under different rates of plant density. *Annals of Biological Research*. 2012; 3(2): 1125–1131.
24. Degianski A, Pirşan P. Study regarding the effect of density, fertilization and tillage on sunflower yield under the conditions from Timișoara. *Research Journal of Agricultural Science*. 2018; 50 (2): 28–34.
25. Mehrparvar M, Rokhzadi A, Mohammadi K. Reduced n application rate in sunflower production through supplying P and K need and dense-planting: A modeling and optimization approach by RSM. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021; 21: 1353–1367. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00445-9>
26. Kandil AA, Sharief AE, Odam AMA. Response of some sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2017; 2(6): 2978–2994. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.6.26>
27. Ali A, Ahmad A, Khaliq T, Ali A, Ahmad M. Nitrogen nutrition and planting density effects on sunflower growth and yield: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2013; 12(12): 1024–1035.
28. Süzzer S. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. *Helia*. 2010; 33(53): 207–214.
29. Kyrychenko VV, Kolomatska VP, Litun PP, Syvenko VI. Method of evaluation of sunflower breeding material by leaf surface area in different phases of plant development: patent for utility model No. 56163 Ukraine / owner V. Ya. Yuryev Institute of Crop Production of the Ukrainian Academy of Sciences (UA) - No. u 2010 04997; declared on 04/26/2010; published on 01/10/2011; Bulletin No. 1. 4 p. [in Ukrainian].
30. Tkachyk SO, editor. Methodology for examination of technical and fodder plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. 3rd revised and extended edition. Vinnytsia: FOP Korzun DYU. 2017. 74 p. [in Ukrainian].
31. Tkachyk SO, Prsyazhniuk OI, Leshchuk NV. Methodology for conducting a qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine (general part). 4rd revised and extended edition. Vinnytsia: FOP Korzun DYU. 2017. 119 p. [in Ukrainian].
32. Ermantraunt ER, Hoptsi TI, Kalenska SM, Kryvoruchenko RV, Turchynova NP, Prsyazhniuk OI. Methods of breeding experiments (in crop production). Kharkiv : KhNAU im. VV Dokuchaieva, 2014. 229 p. [in Ukrainian].

Надійшла до редакції 15.11.2024 р.
Received 15.11.2024