

УДК: 633.854:661.162:631.8

Ю.Є. Огурцов*, Ю.І. Буряк, О.В. Чернобаб, Л.М. Махнова, С.М. Волошина

Підвищення урожайності батьківських компонентів соняшнику за допомогою регуляторів росту та мікродобрив

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

**E-mail: ogurcsow@gmail.com*

UDC: 633.854:661.162:631.8

Yu.Ye. Ohurtsov*, Yu.I. Buriak, O.V. Chernobab, L.M. Makhnova, S.M. Voloshyna

Increasing the Yield of Sunflower Parent Components with the Help of Growth Regulators and Micro-Fertilizers

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

**E-mail: ogurcsow@gmail.com*

Реферат: Низька насіннева продуктивність батьківських ліній (закріплювачів стерильності і відновників фертильності) стримує швидке впровадження у виробництво конкурентоспроможних простих гібридів соняшнику. Мета роботи – вивчення впливу комбінованого застосування регуляторів росту і мікродобрив різного походження на ріст, розвиток, урожайність та посівні якості нових ліній соняшнику, розробка ефективних способів їх підвищення. Дослідження проводили на полях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України у 2021-2024 рр. Вивчали батьківські компоненти простих гібридів соняшнику Сх 66А, Сх 588А, Х 1814В, Х 2283В; регулятори росту АКМ, Ендофіт L1 і Антистрес; мікродобрива Райкат Старт, Мікрокат Олійний, Амінокат 30, Атланте, Ендобор. Передпосівну обробку препаратами АКМ і Райкат Старт проводили одночасно з протруюванням насіння. Обприскування рослин комбінаціями препаратів проводили у фазах 4-х або 4-х і 6-ти пар листків соняшнику. Встановлено, що залежно від комбінації препаратів і способу їх застосування площа листків лінії Сх 66А збільшилася в середньому на 1,5-3,6 тис. м²/га, а густота рослин перед збиранням – на 0,7-1,8 тис. шт./га; лінії Сх 588А – відповідно на 1,5-4,3 тис. м²/га і на 1,5-2,6 тис. шт./га; лінії Х 1814В – відповідно на 2,0-4,1 тис. м²/га і на 0,7-1,8 тис. шт./га; а лінії Х 2283А – відповідно на 0,4-1,7 тис. м²/га і на 1,5-3,3 тис. шт./га. Передпосівна обробка насіння препаратами АКМ і Райкат Старт зумовила підвищення урожайності ліній соняшнику в середньому на 9-13%, передпосівна обробка з наступним обприскуванням комбінаціями препаратів у фазі 4-х пар листків – на 8-16%, а передпосівна обробка з наступними обприскуваннями у фазах 4-х і 6-ти пар листків – на 11-18%. Урожайність ліній Сх 66А і Х 1814В була найвищою при застосуванні препаратів АКМ (0,2 л/т); Антистрес (1,7 кг/га); Ендофіт L1 (0,2 л/га); Ендобор (0,48 кг/га) у два або три етапи (відповідно 0,84 і 0,72 т/га). Урожайність лінії Сх 588А була найвищою при застосуванні препаратів АКМ (0,2 л/т); Антистрес (1,7 кг/га); Ендофіт L1 (0,2 л/га); Ендобор (0,48 кг/га) у три етапи (1,26 т/га), а лінії Х 2283В – при застосуванні у три етапи препаратів Райкат Старт (2,5 л/т); Мікрокат Олійний (0,5 л/га); Атланте (0,5 л/га); Амінокат, 30 % (0,5 л/га або 1,19 т/га).

Ключові слова: соняшник (*Helianthus annuus* L.), регулятори росту, мікродобрива, схожість, густота рослин, площа листя, урожайність

Abstract: Low seed productivity of parental lines (sterility fixers and fertility restorers) hinders the rapid introduction into production of competitive simple sunflower hybrids. The purpose of this study was investigate the effects of combinations of growth regulators and microfertilizers of different origins on the growth, development, yield and sowing quality of new sunflower lines and to develop effective methods for their improvement. The study was conducted in the fields of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS in 2021-2024 were applied. The parental components of simple sunflower hybrids 'Skh66A', 'Skh588A', 'Kh1814V', and 'Kh2283V' were studied; growth regulators AKM, Endophyte L1 and Antistress as well as microfertilizers Raycat Start, Microcat Oil Crops, Aminocat 30, Atlante, and Endobor. Pre-sowing treatment with AKM and Raycat Start was carried out simultaneously with seed dressing. Plants were sprayed with combinations of agents in the phases of 4 or 4 and 6 sunflower leaf

pairs. It was found that, depending on combinations of agents and methods of their application, the leaf area in line 'Skh66A' increased on average by 1,500-3,600 m²/ha and the pre-harvest plant density – by 700-1,800 plants/ha; in line 'Skh588A', these parameters increased by 1,500-4,300 m²/ha and 1,5-2,6 plants/ha, respectively; in line 'Kh1814V' – by 2,000-4,100 m²/ha and 700-1,800 plants/ha, respectively; and in line 'Kh2283A' – by 400-1,700 m²/ha and 1,500-3,300 plants/ha, respectively. Pre-sowing treatment of seeds with AKM and Raycat Start increased the yield of the sunflower lines on average by 9-13%; pre-sowing treatment and subsequent spraying with combinations of agents in the phase of 4 leaf pairs – by 8-16%; and pre-sowing treatment with subsequent spraying in the phases of 4 and 6 leaf pairs – by 11-18%. Lines 'Skh66A' and 'Kh1814V' yielded the most when treated with AKM 0.2 L/t, Antistress 1.7 kg/ha, Endophyte L1 0.2 L/ha, and Endobor 0.48 kg/ha in two or three stages (0.84 and 0.72 t/ha, respectively). The yield of line 'Skh588A' reached the maximum after the application of AKM 0.2 L/t, Antistress 1.7 kg/ha, Endophyte L1 0.2 L/ha, and Endobor 0.48 kg/ha in three stages (1.26 t/ha); the yield of line 'Kh2283V' was maximal (1.19 t/ha) when Raycat Start 2.5 L/t, Microcat Oil Crops 0.5 L/ha, Atlante 0.5 L/ha, and Aminocat 30% 0.5 L/ha were used in three stages.

Key words: sunflower (*Helianthus annuus* L.), growth regulators, microfertilizers, germination, plant density, leaf area, yield

Вступ

Відомо, що основною олійною культурою в Україні є соняшник. Нині посіви соняшнику у виробництві представлені здебільшого простими гібридами, що характерно як для вітчизняних, так і для іноземних компаній [1]. Разом з тим, як зазначає Б. Вареник, найменш рентабельним є виробництво насіння у простих гібридів, через те, що на всіх етапах насінництва насіння отримують з низьковрожайних самозапильних ліній [2].

Низька насіннева продуктивність батьківських ліній (закріплювачів стерильності і відновників фертильності) стримує швидке впровадження у виробництво нових конкурентоспроможних простих гібридів соняшнику, що погіршує фінансовий стан їх оригінаторів в умовах жорсткої конкуренції на ринку насіння. Тому актуальною є розробка технологічних способів вирішення цієї проблеми, зокрема шляхом стимуляції ростових і репродуктивних процесів соняшнику за допомогою комплексного застосування регуляторів росту та мікродобрив.

Нині застосування регуляторів росту рослин стало важливим елементом екологічно безпечних ресурсозберігаючих технологій вирощування різних сільськогосподарських культур, що забезпечують нормальний розвиток рослинного організму. Вони поліпшують використання поживних речовин з ґрунту та добрив, що сприяє підвищенню врожайності та якості продукції [3-7]. Дослідження з вивчення ефективності застосування регуляторів росту при вирощуванні гібридів соняшнику товарного призначення проводяться у багатьох науково-дослідних установах України та зарубіжжя, а їх результати свідчать про перспективність цього напрямку досліджень [5-14].

Introduction

It is known that sunflower is the main oilseed crop in Ukraine. Currently, sunflower is mostly represented by simple hybrids in production, which is typical for both domestic and foreign companies [1]. At the same time, as B. Varenik noted, simple hybrids' seed production is the least profitable because of the fact that seeds are obtained from low-yielding self-pollinated lines at all stages of seed production [2].

Low seed productivity of parental lines (sterility fixers and fertility restorers) hinders the rapid introduction into production of new competitive simple sunflower hybrids, worsening the financial situation of their originators experiencing fierce competition in the seed market. Therefore, the development of technological methods for solving this problem is relevant, in particular by stimulating sunflower growth and reproduction through complex application of growth regulators and microfertilizers.

Nowadays, the use of plant growth regulators has become an important component of environmentally friendly, resource-saving technologies for growing different crops, ensuring the normal development of the plant organism. They improve the absorption of nutrients and fertilizers from soil, increasing the yield and quality of products [3-7]. Studies on the effectiveness of growth regulators in commercial sunflower hybrid cultivation are conducted in many research institutions in Ukraine and abroad and their results indicate the prospects of this research field [5-14].

Along with growth regulators,

Поряд з регуляторами росту використання мікродобрив також дає змогу оптимізувати ріст рослин і підвищити позитивну дію макроелементів. У багатьох випадках дефіцит мікроелементів проявляється у прихованій формі і цю нестачу неможливо компенсувати іншими елементами [15]. Застосування мікроелементів у невеликих кількостях дозволяє не тільки підвищити урожай у середньому на 10–12%, але й підвищити вміст олії у насінні соняшнику [15–19].

Дослідження, проведені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2011–2020 рр., свідчать про агрономічну і економічну доцільність застосування нових регуляторів росту рослин та мікродобрив з метою підвищення насінневої продуктивності батьківських компонентів соняшнику [20]. При попередньому вивченні дії 10 регуляторів росту, біопрепарату і 4 мікродобрив на 7 материнських і 7 батьківських лініях соняшнику встановлено, що на ефективність кожного препарату істотно впливає сортова реакція батьківських компонентів, а також нестабільність результатів за роками досліджень.

Метою даної роботи, яку проводили у 2021–2024 рр., стало вивчення впливу комплексного або комбінованого застосування регуляторів росту і мікродобрив різного походження на ріст, розвиток, урожайність та посівні якості нових батьківських і материнських ліній соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Методика

Дослідження проводили на полях ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН. Ґрунти – чорнозем типовий середньогумусний слабовилужений. Попередник соняшнику – ячмінь ярий (2021, 2024 р.) та жито озиме (2023 р.).

Вивчали батьківські компоненти гібридів соняшнику: материнські лінії – закріплювачі стерильності Сх66А і Сх588А та батьківські лінії – відновники фертильності Х 1814В і Х 2283В (оригіатор Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН). У польових дослідах використовували регулятори росту АКМ (РК, містить: іонол, 25 г/л, диметилсульфоксид, 37,5 г/л, поліетиленгліколь-400, 230 г/л, поліетиленгліколь-1500, 540 г/л); Ендофіт L1 (РК, містить: комплекс ауксинів, гіберелінів, цитокінінів та інших біологічно-активних речовин, 5,0 г/л) (далі Ендофіт) і Антистрес (ПА, містить: Ендофіт L1 – 11,77 г/кг, гумат натрію – 1,1 г/кг, гумат калію – 2,2 г/кг,

microfertilizers also allow for optimization of plant growth and enhancement of positive effects of macronutrients. In many cases, micronutrient deficiencies are latent and such deficiencies cannot be compensated for by other nutrients [15]. Micronutrients in small quantities can increase not only the yield by an average of 10–12% but also the oil content in sunflower seeds [15–19].

Studies conducted at the Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS in 2011–2020 indicate the agronomic and economic feasibility of using new plant growth regulators and microfertilizers to increase the seed productivity of sunflower parental components [20]. In a previous study of 10 growth regulators, a biological and 4 microfertilizers on 7 female and 7 male sunflower lines, it was found that the effectiveness of each agent significantly depended on the parental components responses and varied from year to year.

The purpose of this study, which was carried out in 2021–2024, was to investigate the impact of complex or combined application of growth regulators and microfertilizers of different origins on the growth, development, yield and sowing quality of new male and female sunflower lines bred by the Yuriev Plant Production Institute of NAAS.

Methods

The study was carried out in the fields of the Yuriev Plant Production Institute of NAAS. The soil is typical medium-humus, slightly leached black soil. The forecrop of sunflower was spring barley (2021, 2024) or winter rye (2023).

The following parents of sunflower hybrids were studied: female lines - sterility fixers 'Skh66A' and 'Skh588A' and male lines - fertility restorers 'Kh1814V' and 'Kh2283V' (originator - Yuriev Plant Production Institute of NAAS). In the field experiments, the following growth regulators were used: AKM (SC; the formulation contains ionol 25 g/L, dimethyl sulfoxide 37.5 g/L, polyethylene glycol-400 230 g/L, polyethylene glycol-1500 540 g/L), Endophyte L1 (SC; the formulation contains auxins, gibberellins, cytokinins and other biologically active substances, 5.0 g/L) (hereinafter Endophyte) and Antistress (the formulation contains Endophyte L1 11.77 g/kg, sodium

гліцерин – 34,68 г/кг, поліетиленоксид 400 – 81,18 г/кг, поліетиленоксид 1500 – 190,59 г/кг, калій дигідрофосфат – 588,24 г/кг, диметилсульфоксид – 20,03 г/кг) (виробник ПВКФ «Імпторгсервіс», Україна); мікродобрива Райкат Старт (містить: α -амінокислоти – 4,0%; цитокініни та ауксини – 0,05%; полісахариди – 15,0%; N – 4,0%; P_2O_5 – 8,0%; K_2O – 3,0% Fe – 0,1%; B – 0,03%; Zn – 0,02%); Мікрокат Олійний (містить: вільні α -амінокислоти – 4,0%; N – 3,0%; P_2O_5 – 1,0%; K_2O – 12,0%; Fe – 0,3%; B – 0,03%; Zn – 0,02%; Mn – 0,1%; CaO – 0,4%; Mo – 0,01%; Cu – 0,01%; B – 1,0%); Атланте (містить: P_2O_5 – 30%; K_2O – 20%) (виробник компанія «Атлантика Агрікола», Іспанія), а також ЕНДО CuZnB марки Ендобор (містить B – 10,42%; Mg – 2,13%; S – 1,63%) (далі Ендобор) (виробник ПВКФ «Імпторгсервіс», Україна).

Передпосівну обробку насіння регуляторами росту і мікродобривами поєднували з протруєнням препаратами Баріон, 3 л/т + Екзор, 6 л/т у всіх варіантах досліду. Сівбу проводили у в оптимальні строки сівалкою «Клен-2,8» з нормою висіву 60-65 тис. шт. на 1 га. Площа облікової ділянки становила 25 м², повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне.

Обприскування рослин регуляторами росту та мікродобривами проводили у фазах чотирьох або чотирьох і шести пар листків за допомогою заплічного обприскувача за норми витрати робочого розчину 250 л/га.

Посівні якості насіння після обробки препаратами до посіву і після збирання урожаю визначали згідно з ДСТУ 4138-2002 [21]. Площу листків соняшнику у фазі формування кошиків визначено експрес-методом за методикою Л.С. Осіпової та ін. [22].

Інші польові дослідження виконували за загальноприйнятими методиками. Урожайність насіння соняшнику визначено методом суцільного поділянкового обмолоту комбайном «Sampo-130». з подальшим перерахуванням на 10% вологість та 100% чистоту. Статистичну обробку результатів проведено за допомогою Excel [23].

Результати та обговорення

За даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології, середня температура повітря за травень - вересень (період вегетації соняшнику) у 2021, 2023-2024 рр. відповідно на 1,5; 1,3 і 2,5°C перевищила

humate 1.1 g/kg, potassium humate 2.2 g/kg, glycerol 34.68 g/kg, polyethylene oxide 400 81.18 g/kg, polyethylene oxide 1500 190.59 g/kg, potassium dihydrogen phosphate 588.24 g/kg, and dimethyl sulfoxide 20.03 g/kg) (manufacturer Private Enterprise Production-Commercial Company "Imptorhservis", Ukraine). The following microfertilizers were tested: Raycat Start (α -amino acids – 4.0%, cytokinins and auxins – 0.05%, polysaccharides – 15.0%, N – 4.0%, P_2O_5 – 8.0%, K_2O – 3.0%, Fe – 0.1%, B – 0.03%, and Zn – 0.02%), Microcat Oil Crops (free α -amino acids – 4.0%, N – 3.0%, P_2O_5 – 1.0%, K_2O – 12.0%, Fe – 0.3%, B – 0.03%, Zn – 0.02%, Mn – 0.1%, CaO – 0.4%, Mo – 0.01%, Cu – 0.01%, and B – 1.0%), Atlante (P_2O_5 – 30%, K_2O – 20%) (manufacturer Atlantica Agricola, Spain), and ENDO CuZnB [Endobor brand] (B – 10.42%, Mg – 2.13%, S – 1.63%) (hereinafter Endobor) (manufacturer Private Enterprise Production-Commercial Company "Imptorhservis", Ukraine).

Pre-sowing treatment of seeds with growth regulators and micronutrients was combined with dressing by Barion 3 L/t + Ekzor 6 L/t in all experiments. Sowing was carried out with a seeder Klen-2.8 within optimal timeframes. The seeding rate was 60,000-65,000 seeds per 1 ha. The record plot area was 25 m², in four replications. The plots were arranged systematically.

Plants were sprayed with growth regulators and micronutrients in the phases of four or four and six leaf pairs using a knapsack sprayer. The working solution application rate was 250 L/ha.

The pre-sowing and post-harvest sowing qualities of seeds were determined in accordance with DSTU 4138-2002 [21]. The sunflower leaf area in the head formation phase was determined by L.S. Osipova et al.'s method [22].

The other field measurements were conducted by conventional methods. The sunflower seed yield was determined by complete by-plot threshing with a Sampo-130 harvester followed by calculating for 10% moisture and 100% purity. The data were statistically processed in Excel [23].

Results and Discussion

According to Kharkiv Regional Center for Hydrometeorology, the mean air temperature in May - September (sunflower vegetation period) in 2021, 2023-2024 was higher than the mean multi-year value (18.6°C)

середню багаторічну норму (18,6°C). Сума опадів за цей період у 2021 і 2024 рр. була відповідно на 83,9 і 157,5 мм меншою, а у 2023 р. – на 20,9 мм більшою від норми (269,1 мм).

Встановлено, що лабораторна схожість насіння батьківських компонентів соняшнику Сх 588А і Х 1814В в результаті передпосівної обробки препаратами АКМ і Райкат Старт у порівнянні з контролем, в середньому за 2021-2024 рр., істотно не змінювалася і становила відповідно 90,0-90,8% і 97,8-98,0% проти 90,8 і 98,2% (табл. 1). Показники лабораторної схожості насіння материнської лінії Сх 66А при застосуванні препаратів АКМ і Райкат Старт перевищили контрольний показник в середньому на 1,6 і 1,0% відповідно при $НІР_{0,05}=1,9$, а батьківської лінії Х2283В – на 2,3 і 0,7% відповідно при $НІР_{0,05}=1,7$.

by 1.5, 1.3 and 2.5°C, respectively. The precipitation amount during this period in 2021 and 2024 was 83.9 and 157.5 mm less than the mean multi-year value, respectively, and in 2023, it was 20.9 mm more than the the mean multi-year value (269.1 mm).

It was found that the mean laboratory germination of sunflower seeds of parents ‘Skh 588A’ and ‘Kh1814V’ in 2021-2024 did not change significantly after pre-sowing treatment with AKM or Raycat Start compared to the control and was 90.0-90.8% and 97.8-98.0%, respectively, vs. 90.8 and 98.2% (Table 1). The laboratory germination of seeds of female line ‘Skh66A’ treated with AKM and Raycat Start exceeded the control value on average by 1.6 and 1.0%, respectively ($LSD_{0,05}=1.9$); in male line ‘Kh2283V’, the difference was by 2.3 and 0.7%, respectively ($LSD_{0,5}=1.7$).

Таблиця 1. Лабораторна схожість насіння соняшнику залежно від способу його передпосівної обробки, 2021-2024 рр.

Table 1. Laboratory germination of sunflower seeds depending on the pre-sowing treatment methods, 2021-2024

Спосіб передпосівної обробки насіння / Pre-sowing treatment method	Материнські лінії / Female lines		Батьківські лінії / Male lines	
	Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A	X1814B / Kh1814V	X2283B / Kh2283V
Баріон - 3 л/т + Екзор - 6 л/т (контроль) / Barion 3 L/t + Ekzor 6 L/t (control)	87,2	90,8	98,2	88,5
Баріон - 3 л/т + Екзор - 6 л/т + АКМ - 0,2 л/т / Barion 3 L/t + Ekzor 6 L/t + AKM 0.2 L/t	88,8	90,0	98,0	91,8
Баріон - 3 л/т + Екзор - 6 л/т + Райкат Старт - 2,5 л/т / Barion 3 L/t + Ekzor 6 L/t + Raycat Start 2,5 L/t	88,2	90,8	97,8	89,2
$НІР_{0,05} / LSD_{0,05}$	1,9	1,8	1,7	1,7

Густота рослин у фазі повних сходів та перед збиранням материнських і батьківських ліній соняшнику у варіантах із застосуванням регуляторів росту рослин і мікродобрих різною мірою перевищувала контрольні показники. Так, в середньому за три роки у трьох варіантах дослідів, де насіння перед сівбою обробляли мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/т), густота сходів лінії Сх 66А становила 53,8-55,5 тис. шт./м², а у варіантах з регулятором росту АКМ (0,2 л/т) – 54,7-56,0 тис. шт./м², при показнику на контролі 53,5 тис. шт./м² ($НІР_{0,05}=1,29$) (табл. 2). У варіантах дослідів з передпосівною обробкою насіння мікродобривом Райкат Старт густота сходів лінії Сх 588А перевищувала показник контролю (58,7 тис. шт./га) на 2,1-3,7 тис. шт./га, а у варіантах з регулятором росту АКМ – на 1,3 – 2,1 тис. шт./га ($НІР_{0,05}=2,81$).

The plant density of the plant growth regulator- and microfertilizer-treated female and male sunflower lines in the phase of complete emergence and before harvesting was higher (to varying degrees) than the control values. On average across three years in three experiments, where seeds were treated with the microfertilizer Raycat Start (2.5 l/t) before sowing, the seedling density in line ‘Skh66A’ was 53,800-55,500 plants/m²; in the experiments with the growth regulator AKM (0.2 L/t); it was 54,700-56,000 plants/m² vs. the control value of 53,500 plants/m² ($LSD_{0,05}=1.29$) (Table 2). In the experiments with pre-sowing seed treatment with the microfertilizer Raycat Start, the seedling density in line ‘Skh588A’ exceeded the control value (58,700 plants/ha) by 2,100-3,700 plants/ha; in the variants with the growth regulator AKM, it was higher by 1,300 – 2,100 plants/ha ($LSD_{0,5}=2.81$).

Таблиця 2. Густота рослин материнських ліній соняшнику залежно від способу застосування регуляторів росту і мікродобрив, 2021, 2023, 2024 рр. (тис. шт./м²)
Table 2. Plant density in the parental sunflower lines depending on the application methods of growth regulators and microfertilizers, 2021, 2023, 2024 (plants/m²)

Спосіб застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив, препарат, норма витрати / Application method of growth regulators and microfertilizers, application rate			Материнські лінії / Female lines				Батьківські лінії / Male lines			
			Cx66A / Skh66A		Cx588A / Skh588A		Cx66A / Skh66A		Cx588A / Skh588A	
передпосівна обробка насіння / Pre-sowing seed treatment	обприскування рослин / Plant spraying		сходи / Emergen-се	перед збиранням / Pre-harvest	сходи / Emergen-се	перед збиранням / Pre-harvest	сходи / Emergen-се	перед збиранням / Pre-harvest	сходи / Emergen-се	перед збиранням / Pre-harvest
	у фазі 4 пар листків / 4-leaf pair phase	у фазі 6 пар листків / 6-leaf pair phase								
Контроль Control	—	—	53,5	52,0	58,7	57,6	57,2	52,0	68,4	56,1
АКМ – 0,2 л/т АКМ 0.2 L/t	—	—	55,6	53,5	60,6	60,2	58,4	53,5	69,5	57,8
	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	—	54,7	52,8	60,8	59,7	60,1	52,8	71,6	59,4
	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	56,0	53,8	60,0	59,1	58,9	53,8	69,5	58,0
Райкат Старт - 2,5 л/т / Raycat Start 2.5 L/t	—	—	53,8	52,7	60,8	59,0	57,7	52,7	69,7	58,6
	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	—	55,5	53,2	62,4	60,2	59,9	53,2	71,2	58,6
	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Амінокат, 30% - 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Aminocat 30% 0.5 L/ha	54,3	53,1	60,8	59,6	59,0	53,1	70,4	57,6
HIP _{0,05} / LSD _{0,05}			1,29	1,77	2,81	1,92	1,52	1,94	1,43	1,80
Коефіцієнт кореляції (r) з урожайністю насіння / Coefficient of correlation with seed yield (r)			0,60	0,76*	0,46	0,67	0,77	0,54	0,71	0,85*

Примітка: * вірогідно при p ≤ 0.05.

Note: * significant at p ≤ 0.05.

В середньому за 2021, 2022, 2023 рр. у варіантах досліду, де насіння перед сівбою обробляли мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/т) густина сходів батьківської лінії X 1814В становила 57,7 – 59,9 тис. шт./м², а у варіантах з регулятором росту АКМ (0,2 л/т) – 58,4 – 60,1 тис. шт./м², при густоті на контролі 57,2 тис. шт./м² (НІР_{0.05}=1,29) (табл. 3). У варіантах досліду з передпосівною обробкою насіння мікродобривом Райкат Старт густина сходів лінії X2283В перевищувала показник контролю (68,4 тис. шт./га) на 1,3 – 2,8 тис. шт./га, а у варіантах з регулятором росту АКМ – на 1,1 – 3,2 тис. шт./га (НІР_{0.05}=1,43).

Встановлено, що підвищена густина рослин материнських і батьківських ліній соняшнику в усіх варіантах із застосуванням досліджуваних регуляторів росту і мікродобрив зберігалася до збирання урожаю. У лінії Сх 66А вона перевищувала контроль на 0,7-1,8 тис. шт./га (НІР₀₅=1,77); у лінії Сх 588А – на 1,4-2,6 тис. шт./га (НІР₀₅=1,92); у лінії X 1814В – на 0,7-1,8 тис. шт./га (НІР_{0.05}=1,94); у лінії X2283В – на 1,5-3,3 тис. шт./га (НІР_{0.05}=1,80).

Прямий кореляційний зв'язок (r) між густиною рослин під час сходів і перед збиранням та урожайністю насіння у лінії Сх 66А становив відповідно 0,60 і 0,76; у лінії Сх588А – 0,46 і 0,67; у лінії X 1814В – 0,77 і 0,54, а у лінії X 2283В – 0,71 і 0,85.

Важливим ефектом стимуляції вегетативного розвитку соняшнику під впливом елементів технології вирощування, зокрема застосування регуляторів росту і мікродобрив, є збільшення площі листової поверхні [8, 15-17]. У наших дослідженнях встановлено статистично вірогідне збільшення площі листків усіх досліджуваних батьківських компонентів соняшнику в результаті застосування регуляторів росту і мікродобрив. Так, наприклад, у фазі утворення кошиків площа листків материнської лінії соняшнику Сх 66А у варіанті з передпосівною обробкою насіння регулятором росту АКМ (0,2 л/т) перевищила контроль на 1,5 тис. м²/га при НІР_{0.05}=1,11 (табл. 3). При поєднанні передпосівної обробки препаратом АКМ з обприскуванням у фазі 4 пар листків препаратами Антистрес (1,7 кг/га) + Ендофіт L1 (0,2 л/га) + Ендобор (0,48 кг/га) площа листя перевищила контроль на 3,0 тис. м²/га, а при поєднанні обробки насіння з подвійним обприскуванням у фази 4 і 6 пар листків – на 3,6 тис. м²/га.

On average for 2021, 2022, 2023, in the experiments where seeds were treated with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/t) before sowing, the seedling density in male line 'Kh1814V' was 57,700 – 59,900 plants/m²; and in the variants with the growth regulator AKM (0.2 L/t), it was 58,400 – 60,100 plants/m² vs. the control density of 57,200 plants/m² (LSD_{0.05}=1.29) (Table 3). In the experiments with pre-sowing treatment of seeds with the microfertilizer Raycat Start, the seedling density in line 'Kh2283V' exceeded the control value (68,400 plants/ha) by 1,300 – 2,800 plants/ha; in the variants with the growth regulator AKM, it was higher by 1,100-3,200 plants/ha (LSD_{0.05}=1.43).

It was found that the increased plant density of the female and male sunflower lines in all variants using the studied growth regulators and microfertilizers remained increased until harvest. In line 'Skh66A', it exceeded the control value by 700-1,800 plants/ha (LSD₀₅=1.77); in line 'Skh588A', it was higher by 1,400-2,600 plants/ha (LSD₀₅=1.92); in line 'Kh1814V', the difference was 700-1,800 plants/ha (LSD_{0.05}=1.94); in line 'Kh2283V', it was 1,500-3,300 plants/ha (LSD_{0.05}=1.80).

There was a direct correlation between in-emergence and pre-harvest plant density and seed yield in line 'Skh66A' (r = 0.60 and 0.76, respectively), in line 'Skh588A' (r = 0.46 and 0.67); in line 'Kh1814V' (r = 0.77 and 0.54), and in line 'Kh2283V' (r = 0.71 and 0.85).

An increase in the leaf surface is an important effect of stimulating the vegetative development of sunflower under the influence of cultivation technology components, in particular growth regulators and microfertilizers [8, 15-17]. In our study, there was a statistically significant increase in the leaf area in all studied sunflower parents resulted from the application of the growth regulators and microfertilizers. For example, in the head formation phase, the leaf area in female sunflower line 'Skh66A' whose seeds were treated with the growth regulator AKM (0.2 L/t) before sowing was larger than the control area by 1,500 m²/ha (LSD_{0.05}=1.11) (Table 3). When pre-sowing treatment of seeds with AKM was combined with spraying with Antistress (1.7 kg/ha) + Endophyte L1 (0.2 L/ha) + Endobor (0.48 kg/ha) in the 4 leaf pair phase, the leaf area was larger than the control value by 3,000 m²/ha; when pre-sowing treatment of seeds with AKM was combined with double spraying in the 4 and 6 leaf pairs phases, it was enlarged by 3,600 m²/ha.

Таблиця 3. Площа листків соняшнику залежно від способу застосування регуляторів росту і мікродобрих після збирання урожаю (тис. м²/га), 2021, 2023, 2024 рр.

Table 3. Post-harvest sunflower leaf area depending on the application methods of growth regulators and microfertilizers (m²/ha), 2021, 2023, 2024.

Спосіб застосування регуляторів росту рослин та мікродобрих, препарат, норма витрати / Application method of growth regulators and microfertilizers, application rate			Материнські лінії / Female lines		Батьківські лінії / Male lines	
передпосівна обробка насіння / Pre-sowing seed treatment	обприскування рослин / Plant spraying		Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A	Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A
	у фазі 4 пар листків / 4-leaf pair phase	у фазі 6 пар листків / 6-leaf pair phase				
Контроль / Control	–	–	20,6	24,9	21,4	15,6
АКМ – 0,2 л/т / AKM 0.2 L/t	–	–	22,1	28,0	23,4	16,6
	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	–	23,6	28,4	24,6	16,6
		Антистрес - 1,7 кг/га + Ендофіт L1 - 0,2 л/га + Ендобор - 0,48 кг/га	24,2	29,2	25,5	17,1
Райкат Старт - 2,5 л/т / Raycat Start 2.5 L/t	–	–	22,5	26,4	23,6	16,0
	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	–	22,5	28,4	24,8	17,3
		Мікрокат Олійний - 0,5 л/га + Амінокат, 30% - 0,5 л/га	24,2	29,0	25,0	17,4
НІР _{0,05} / LSD _{0,05}			1,11	1,77	1,53	0,59
Коефіцієнт кореляції (r) з урожайністю насіння / Coefficient of correlation with seed yield (r)			0,85*	0,76*	0,89*	0,94*

Примітка: * вірогідно при $p \leq 0.05$.

Note: * significant at $p \leq 0.05$.

Площа листків батьківської лінії соняшнику X 1814В у варіанті з передпосівною обробкою насіння мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/т) перевищила контроль на 2,2 тис. м²/га при НІР_{0,05}=1,53. При поєднанні передпосівної обробки препаратом Райкат Старт з обприскуванням у фазі 4 пар листків мікродобривами Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Атланте (0,5 л/га) площа листків перевищила контроль на 3,4 тис. м²/га, а при поєднанні обробки насіння з подвійним обприскуванням у фазах 4 і 6 пар листків – на 3,6 тис. м²/га.

Прямий кореляційний зв'язок площі листків з урожайністю встановлений на всіх батьківських компонентах соняшнику: для лінії Сх 66А коефіцієнт кореляції

The leaf area in male sunflower line 'Kh1814V' whose seeds were treated with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/t) before sowing was larger than the control one by 2,200 m²/ha (LSD_{0.05}=1.53). When pre-sowing treatment of seeds with Raycat Start was combined with spraying with the microfertilizers Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the 4-pair leaf phase, the leaf area exceeded the control value by 3,400 m²/ha; and when pre-sowing treatment of seeds with Raycat Start was combined with double spraying in the 4- and 6-pair leaf phases, it was enlarged by 3,600 m²/ha.

There was a direct correlation between leaf area and yield in all parental components of sunflower hybrids: for line 'Skh66A', the

становить 0,85; для лінії Сх 588А – 0,76; лінії Х 1814В – 0,89, а лінії Х 2283В – 0,94.

Аналіз урожайності засвідчив значні відмінності за цим показником між батьківськими компонентами соняшнику, а також різну реакцію на препарати та способи їх застосування. Так, в середньому за 2021, 2022 і 2023 рр. урожайність насіння материнської лінії Сх 66А у контрольному варіанті складала 0,74 т/га, а лінії Сх 588А – 1,08 т/га. (табл. 4).

Встановлено, що передпосівна обробка насіння регулятором росту АКМ зумовила підвищення урожайності ліній Сх 66А і Сх 588А відповідно на 0,08 і 0,12 т/га або в середньому на 11%. В результаті додаткових обприскувань рослин у фазах 4 пар або 4 і 6 пар листків сумішшю препаратів Антистрес (1,7 кг/га) + Ендوفіт L1 (0,2 л/га) + Ендобор (0,48 кг/га) прибавка урожайності лінії Сх66А складала 0,10 т/га (14%) в обох варіантах, а лінії Сх 588А – 0,17 і 0,18 т/га або 16 і 17%, відповідно.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/т) зумовила підвищення урожайності лінії Сх 66А в середньому на 0,08 т/га або 11%. Додаткові обприскування у фазі 4 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Атланте (0,5 л/га) або обприскування у фазі 4 пар листків сумішкою препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Атланте (0,5 л/га) і фазі 6 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Амінокат, 30% (0,5 л/га) не забезпечили додаткового збільшення урожайності лінії Сх 66А.

За передпосівної обробки насіння мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/га) урожайність лінії Сх 558А зросла в середньому на 0,10 т/га або 9%; за додаткового обприскування у фазі 4-х пар листків – на 0,11 т/га або 10%, а за подвійного обприскування комплексом мікродобрив – на 0,16 т/га або 15%.

correlation coefficient was 0.85; for line 'Skh588A', it was 0.76; for line 'Kh1814V', it was 0.89; and for line 'Kh2283V', it was 0.94.

The yield analysis showed significant differences in this parameter between the parental sunflower lines; in addition, the lines had different responses to the applied agents and methods of their application. On average for 2021, 2022, and 2023, the seed yield of female line 'Skh66A' was 0.74 t/ha in the control; line 'Skh588A' yielded 1.08 t/ha (Table 4).

It was found that pre-sowing seed treatment with the growth regulator AKM increased the yield of lines 'Skh66A' and 'Skh588A' by 0.08 and 0.12 t/ha, respectively, or by an average of 11%. As a result of additional spraying of plants in the 4-pair leaf phase or in the 4- and 6-pair leaf phases with Antistress (1.7 kg/ha) + Endophyte L1 (0.2 L/ha) + Endobor (0.48 kg/ha), the yield of line 'Skh66A' was increased by 0.10 t/ha (14%) in both variants; line 'Skh588A' yielded 0.17 and 0.18 t/ha more, or plus 16 and 17%, respectively.

Pre-sowing seed treatment with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/t) increased the yield of line 'Skh66A' by an average of 0.08 t/ha, or 11%. Additional spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the 4-leaf pair phase or spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the 4-leaf pair phase and with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Aminocat 30% (0.5 L/ha) in the 6-leaf pair phase did not result in an additional increase in the yield of line 'Skh66A'.

Due to pre-sowing treatment of seeds with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/ha), the yield of line 'Skh558A' increased by an average of 0.10 t/ha or 9%; additional spraying in the phase of 4 leaf pairs increased the yield by 0.11 t/ha or 10% and with double spraying with the microfertilizer mixture increased it by 0.16 t/ha or 15%.

Таблиця 4. Урожайність батьківських компонентів соняшнику залежно від способу застосування регуляторів росту і мікродобрив, 2021, 2023, 2024 рр. (т/га)

Table 4. Yield of the parental sunflower components depending on the application methods of growth regulators and microfertilizers, 2021, 2023, 2024 (t/ha)

Спосіб застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив, препарат, норма витрати / Application method of growth regulators and microfertilizers, application rate			Материнські лінії / Female lines		Батьківські лінії / Male lines	
передпосівна обробка насіння / Pre-sowing seed treatment	обприскування рослин / Plant spraying		Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A	Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A
	у фазі 4 пар листків / 4-leaf pair phase	у фазі 6 пар листків / 6-leaf pair phase				
Контроль / Control	–	–	0,74	1,08	0,63	1,01
АКМ – 0,2 л/т / AKM 0.2 L/t	–	–	0,82	1,20	0,65	1,14
	–	–	0,84	1,25	0,72	1,15
	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	0,84	1,26	0,72	1,16
	–	–	0,82	1,18	0,66	1,10
Райкат Старт - 2,5 л/т / Raycat Start 2.5 L/t	–	–	0,81	1,19	0,68	1,17
	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	0,82	1,24	0,70	1,19
	–	–	0,82	1,24	0,70	1,19
H _{IP} 0,05 / LSD _{0,05}			0,02	0,10	0,05	0,06

Урожайність насіння батьківської лінії X 1814В у контрольному варіанті в середньому за три роки склала 0,63 т/га, тоді як лінії X 2283В – 1,01 т/га.

Встановлено, що в результаті передпосівної обробки насіння регулятором росту АКМ (0,2 л/га) підвищення урожайності лінії X 1814В на 0,02 т/га було статистично неістотним. Додаткові ж обприскування рослин у фазах 4 пар або 4 і 6 пар листків сумішшю препаратів Антистрес (1,7 кг/га) + Ендофіт L1 (0,2 л/га) + Ендобор (0,48 кг/га) зумовили однакову вірогідну прибавку урожайності лінії X 1814В на 0,09 т/га (14%) в обох варіантах.

Передпосівна обробка насіння препаратом АКМ (0,2 л/га) зумовила статистично значиме підвищення урожайності лінії X 2283В (на 0,13 т/га або 13%). Додаткові одно- або дворазові обприскування сумішшю препаратів Антистрес (1,7 кг/га) + Ендофіт L1 - 0,2 л/га + Ендобор

The seed yield of male lines ‘Kh1814V and ‘Kh2283V’ averaged 0.63 and 1.01 t/ha over three years in the control, respectively.

It was found that pre-sowing seed treatment with the growth regulator AKM (0.2 L/ha) increased the yield of line ‘Kh1814V’ by 0.02 t/ha, but this difference was statistically insignificant. Additional spraying of plants with Antistress (1.7 kg/ha) + Endophyte L1 (0.2 L/ha) + Endobor (0.48 kg/ha) in the 4-leaf pair phase or in the 4- and 6-leaf pair phases resulted in the same significant increase in the yield of line ‘Kh1814V’ by 0.09 t/ha (14%) in both variants.

Pre-sowing seed treatment with AKM (0.2 L/ha) resulted in a statistically significant increase in the yield of line ‘Kh2283V’ (by 0.13 t/ha or 13%). Additional single or double spraying with Antistress (1.7 kg/ha) + Endophyte L1 (0.2 L/ha) + Endobor (0.48

(0,48 кг/га) забезпечили незначне підвищення урожайності на 0,01 і 0,02 т/га, відповідно.

За передпосівної обробки насіння мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/га) прибавка врожайності лінії X 1814В на 0,03 т/га була статистично неістотною, проте за додаткового обприскування у фазі 4 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний - 0,5 л/га + Атланте - 0,5 л/га прибавка склала 0,05 т/га або 8%, а за подвійного обприскування комплексом мікродобрив Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Амінокат, 30 % (0,5 л/га) – 0,07 т/га або 11%.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Райкат Старт (2,5 л/га) зумовила підвищення урожайності лінії соняшнику X 2283В на 0,09 т/га або 9%. Додаткові обприскування у фазі 4 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Атланте (0,5 л/га) або обприскування у фазі 4 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Атланте (0,5 л/га) і фазі 6 пар листків сумішшю препаратів Мікрокат Олійний (0,5 л/га) + Амінокат, 30% (0,5 л/га) забезпечили істотне збільшення урожайності лінії X 2283В – відповідно на 0,16 і 0,18 т/га.

Важливо відзначити, що максимальні показники врожайності насіння усіх досліджуваних ліній соняшнику одержані у варіантах, де регулятори росту і мікродобрива застосовували у три етапи: передпосівна обробка насіння, обприскування рослин у фазі 4 пар листя і обприскування у фазі 6 пар листя.

Важливим критерієм оцінки ефективності технологічних заходів у насінництві сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, є визначення їх впливу на посівні якості виробленого насіння [24]. У наших дослідженнях встановлено різну реакцію батьківських компонентів соняшнику на застосування регуляторів росту і мікродобрив за цим показником. Так, в середньому за три роки, лабораторна схожість насіння материнської лінії Сх 66А, виробленого за різних способів застосування регулятора росту АКМ, перевищувала контроль на 3,4-4,7%, а мікродобрива Райкат Старт – на 0,4-3,7% при показнику на контролі 88,3% ($HP_{0.05}=3,7$) (табл. 5).

kg/ha) provided a slight increase in the yield by 0.01 and 0.02 t/ha, respectively.

Pre-sowing seed treatment with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/ha) increased the yield of line 'Kh1814V' by 0.03 t/ha, but this difference was statistically insignificant; however, due to additional spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the phase of 4 pairs of leaves, the increase amounted to 0.05 t/ha or 8%; double spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Aminocat 30% (0.5 L/ha) increased the yield by 0.07 t/ha or 11%.

Pre-sowing seed treatment with the microfertilizer Raycat Start (2.5 L/ha) increased the yield of sunflower line 'Kh2283V' by 0.09 t/ha or 9%. Additional spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the 4-leaf pair phase or spraying with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Atlante (0.5 L/ha) in the 4-leaf pair phase and with Microcat Oil Crops (0.5 L/ha) + Aminocat 30% (0.5 L/ha) in the 6-leaf pair phase provided a significant increase in the yield of line 'Kh2283V' (plus 0.16 and 0.18 t/ha, respectively).

It is important to note that the maximum seed yield of all studied sunflower lines was harvested in the experiments where the growth regulators and microfertilizers were applied in three stages: pre-sowing seed treatment, spraying of plants in the 4-leaf pair phase and spraying in the 6-leaf pair phase.

Effects of technological approaches on the sowing quality of harvested seeds are important criteria in assessing the effectiveness of these technological measures in seed production of agricultural crops, in particular sunflower [24]. In our study, the parental components of sunflower hybrids differently responded to the growth regulators and microfertilizers in terms of this parameter. On average across three years, the laboratory germination of seeds of female line 'Skh66A' exceeded the control value by 3.4-4.7% in the AKM experiments and by 0.4-3.7% in the Raycat Start experiments vs. 88.3% in the control ($LSD_{0.05}=3.7$) (Table 5).

Таблиця 5. Лабораторна схожість виробленого насіння соняшнику залежно від способу застосування регуляторів росту і мікродобрив, 2021, 2023, 2024 рр. (%)
Table 5. Laboratory germination of harvested sunflower seeds depending on the application methods of growth regulators and microfertilizers, 2021, 2023, 2024 (%)

Спосіб застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив, препарат, норма витрати / Application method of growth regulators and microfertilizers, application rate			Материнські лінії / Female lines		Батьківські лінії / Male lines	
передпосівна обробка насіння / Pre-sowing seed treatment	обприскування рослин / Plant spraying		Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A	Cx66A / Skh66A	Cx588A / Skh588A
	у фазі 4 пар листків / 4-leaf pair phase	у фазі 6 пар листків / 6-leaf pair phase				
Контроль Control	–	–	88,3	87,3	96,3	80,3
АКМ – 0,2 л/т AKM 0.2 L/t	–	–	91,7	92,7	97,3	82,0
	Антистрес – 1,7 кг/га + Ендофіт L1 – 0,2 л/га + Ендобор – 0,48 кг/га / Antistress 1.7 kg/ha + Endophyte L1 0.2 L/ha + Endobor 0.48 kg/ha	–	93,0	91,3	96,7	81,0
		Антистрес - 1,7 кг/га + Ендофіт L1 - 0,2 л/га + Ендобор - 0,48 кг/га	91,7	90,7	97,3	82,3
Райкат Старт - 2,5 л/т / Raycat Start 2.5 L/t	–	–	88,7	90,3	98,0	80,7
	Мікрокат Олійний – 0,5 л/га + Атланте – 0,5 л/га / Microcat Oil Crops 0.5 L/ha + Atlante 0.5 L/ha	–	92,0	89,3	97,3	80,7
		Мікрокат Олійний - 0,5 л/га + Амінокат, 30% - 0,5 л/га	91,7	92,3	96,3	81,7
HIP _{0,05} / LSD _{0,05}			3,7	2,8	2,5	2,2

За всіх способів застосування регулятора росту АКМ лабораторна схожість насіння виробленого насіння лінії Cx 588A статистично вірогідно перевищувала контроль (87,7%) на 3,4-5,4% при $HIP_{05}=2,8$. Також статистично значимим було підвищення лабораторної схожості у більшості варіантів із застосуванням мікродобрива Райкат Старт – на 3,4; 2,0 і 5,0%.

Разом з тим, лабораторна схожість виробленого насіння батьківських ліній X 1814В і X 2283В в усіх варіантах застосування регуляторів росту і мікродобрив перевищувала контрольні показники в межах статистичної похибки.

Розрахунки показують високу економічну ефективність розроблених способів комплексного застосування регуляторів росту та мікродобрив при вирощуванні батьківських компонентів соняшнику, ступінь якої залежала переважно від розміру одержаної прибавки урожайності і вартості насіння. Так, наприклад, виробничі витрати на передпосівну обробку препаратом АКМ і обприскування рослин у фазі 4 пар листя препаратами Антистрес, Ендофіт і Ендобор складала в середньому 6414

In all experiments with the growth regulator AKM, the laboratory germination of seeds harvested from line ‘Skh588A’ statistically significantly exceeded the control value (87.7%) by 3.4-5.4% ($LSD_{05}=2.8$). The increase (by 3.4; 2.0 and 5.0%) in the laboratory germination in most experiments with the microfertilizer Raycat Start was also statistically significant.

At the same time, the laboratory germination of seeds harvested from male lines ‘Kh1814V’ and ‘Kh2283V’ in all experiments with the growth regulators and microfertilizers increased insignificantly in comparison with the control values (within the statistical error).

Calculations demonstrated a high economic efficiency of the developed methods of complex application of the growth regulators and microfertilizers in growing parental components of sunflower hybrids, the degree of which depended mainly on the size of a gain in yield and cost of seeds. For example, the production costs for pre-sowing treatment with AKM and spraying plants with Antistress, Endophyte and Endobor in the 4-leaf phase

грн./га, у т.ч. вартість препаратів становила 1629 грн./га. При прибавці у цьому варіанті урожайності материнської лінії Сх 588А 0,17 т/га і вартості насіння 1800 грн./кг, додатковий прибуток становитиме 299,6 тис. грн./га; а при прибавці урожайності батьківської лінії Х 1814В 0,09 т/га і вартості насіння 1300 грн./кг - 110,6 тис. грн./га. Додаткове обприскування рослин у фазі 6 пар листків лінії Сх 588А зумовило подвоєння виробничих витрат, але збільшення прибавки врожайності забезпечило зростання додаткового прибутку до 311,2 тис. грн./га. При незмінній прибавці врожайності лінії Х 1814В (0,09 т/га) у цьому варіанті додатковий прибуток зменшився до 104,2 грн./га.

Висновки

Застосування регуляторів росту і мікродобрив різною мірою зумовлює підвищення лабораторної і польової схожості насіння батьківських компонентів соняшнику Сх 66А, Сх 588А, Х 1814В і Х 2283В, забезпечує збільшення площі листової поверхні, збереженість рослин до збирання та підвищення урожайності насіння.

Встановлено, що за передпосівної обробки насіння препаратами АКМ і Райкат Старт урожайність батьківських компонентів соняшнику підвищилася в середньому на 9-13%, тоді як за комбінованого застосування у два етапи (обробка насіння + обприскування) – на 8-16%, а у три етапи (обробка насіння + два обприскування) – на 11-18%. Особливо суттєвими були переваги комбінованого застосування регуляторів росту порівняно з самою лише передпосівною обробкою насіння на лінії Сх 588А (прибавки урожайності 16-17 проти 11%), а мікродобрив – у лінії Х 2283В (прибавки урожайності 16-18 проти 9%)

Лабораторна схожість зібраного насіння під впливом регуляторів росту і мікродобрив у материнських ліній Сх 66А і Сх 588А вірогідно підвищувалася на 3,4-5,4%. Підвищені показники схожості на батьківських лініях Х 1814В і Х 2283В були в межах статистичної похибки.

Застосування регуляторів росту і мікродобрив при вирощуванні батьківських компонентів соняшнику має високу економічну ефективність, яка залежить від вартості насіння та величини прибавки врожайності.

amounted to an average of 6,414 UAH/ha; with the cost of the agents, the sum was 1629 UAH/ha. With a 0.17 t/ha-increase in the yield of female line 'Skh588A' and the seed cost of 1,800 UAH/kg in this variant, the additional profit will be 299,600 UAH/ha; with a 0.09 t/ha-increase in the yield of male line 'Kh1814V' and the seed cost of 1,300 UAH/kg, it will be 110,600 UAH/ha. Additional spraying of line 'Skh588A' plants in the phase of 6 leaf pairs doubled the production costs, but the gain in yield ensured an increase in additional profit amounting to 311,200 UAH/ha. With an unchanged increase in yield of line 'Kh1814V' (0.09 t/ha) in this variant, the additional profit decreased to 104.2 UAH/ha.

Conclusions

The growth regulators and microfertilizers to varying degrees enhanced the laboratory and field germination of seeds of the parental components of sunflower hybrids, 'Skh66A', 'Skh588A', 'Kh1814V', and 'Kh2283V', enlarged the leaf surface, preserved plants until harvesting, and increased seed yield.

It was found that pre-sowing seed treatment with AKM and Raycat Start increased the yield of the sunflower parents on average by 9-13%, while combined 2-stage application (seed treatment + spraying) increased it by 8-16% and 3-stage application (seed treatment + two sprayings) - by 11-18%. The advantages of the combined application of growth regulators and microfertilizers compared to pre-sowing seed treatment alone were especially pronounced in lines 'Skh588A' (yield increase of 16-17 vs. 11%) and 'Kh2283V' (yield increase of 16-18 vs. 9%)

The laboratory germination of harvested seeds under the influence of growth regulators and microfertilizers in female lines 'Skh66A' and 'Skh588A' was significantly (by 3.4-5.4%) increased. The changes in the germination rates in male lines 'Kh1814V' and 'Kh2283V' were within the statistical errors.

The application of growth regulators and micronutrients in growing parental sunflower components was highly efficient from the economic point of view and the efficiency degree depended on the cost of seeds and the amount of yield increase.

References

1. Kyrychenko V. V., Makliak K. M., Varenik B. F., Kutishcheva N. M., Trotsenko V. I. Expression of economic characteristics of three-line sunflower hybrids in different agroclimatic zones of Ukraine. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Series "Ahronomiia i Biolohiia"*, Issue 9 (32), 2016. P.129-133. [in Ukrainian]
2. Varenik B. Main objectives and problems of hybrid sunflower seed production. *Ahrobiznes Syohodni* -URL: <https://agro-business.cjm.ua>, 11/30/2020 [in Ukrainian]
3. Ponomarenko S. P., Tsyhankova V. A., Blum Ya. B., Halkin A. P. A new direction in crop production - use of natural multicomponent plant growth regulators with bioprotective effects. *Nauka ta Innovatsii*. 2013. Vol. 9. No. 5. P. 69-77. [in Ukrainian]
4. Shevchuk O. A., Kryshchal O. O., Shevchuk V. V. Environmental safety and prospects for the use of synthetic growth regulators in crop production. *Visnyk Vinnytskoho Politekhnychnoho Instytutu*. 2014. No. 1. P. 34–39. [in Ukrainian]
5. Domaratskyi O. O., Onishchenko S. O., Revtio O. Ya. The influence of growth regulators on the growth, development and formation of sunflower yield under insufficient wetting in the southern steppe of Ukraine. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*. 2019. No. 106. P. 53–58. [in Ukrainian]
6. Buriak Yu. I., Ohurtsov Yu. Ye., Klymenko I. V., Chernobab O. V. Methods for increasing seed productivity of parental sunflower forms and hybrids. *Scientific and informational bulletin of completed scientific developments "Ahrarna Nauka - Vyrobnystvu"*, Issue 2, 2019. P. 16. [in Ukrainian]
7. Yeremenko O.S. The effect of treatment of sunflower plants with growth regulators on the post-storage sowing quality of seeds. *Visnyk ZhNAEU*, 2016. No. 2 (56), Vol. 1. P. 126–135. [in Ukrainian]
8. Ernst D. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17(4). P. 998–1012.
9. Tahsin N., Kolev T. Investigation on The Effect of Some Plant Growth Regulators on Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2006. No. 3(2). P. 229–232.
10. Seed setting and productivity enhancement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by manipulating source and sink ratio using plant growth regulators, varying plant densities and nitrogen levels / Nagarathna T. et al. *International Conference on Plant Physiology & Pathology*. June 09–10, 2016. Dallas, USA. P. 71–74.
11. Domingos da Costa F.J. et al. Sunflower seed treatment with growth inhibitor: Crop development aspects and yield. *African Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 11(34), P. 3182–3187.
12. Laslo O. O. Indicators of the effectiveness of application of plant growth regulators in the technology of growing sunflower under global climate change. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*. 2022. No. 2. P. 107-112. [in Ukrainian]
13. Hlupak Z.I., Shapoval V.M. The influence of growth regulators on sunflower yield in the northeastern forest-steppe of Ukraine. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*. 2023. No. 134. P. 30-36. [in Ukrainian]
14. Tsyliuryk O.I., Ostapchuk Ya.V. Growth regulators in sunflower fields in the northern steppe of Ukraine. *Ahrarni Innovatsii*. 2023. No. 22. P. 108-117. . [in Ukrainian]
15. Bykin A. V., Bykina N. M., Bordiuzha N. P. The effectiveness of foliar fertilization of agricultural crops with micronutrient-containing fertilizers. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Series: Ahronomiia*. 2012. No. 176. P. 154–159. . [in Ukrainian]
16. Yeremenko O. Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect if AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 2016. Vol. 9, Issue 9 Ver. I. P. 59–64.
17. Lohinova I. V., Biliera N. M. The effectiveness of various forms and methods of application of micronutrients in technologies of growing agricultural crops. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy. Series: Ahronomiia*. 2014. Issue 195 (1). P. 71–78. [in Ukrainian]
18. Lemishko S. M. Chernykh S. A. The effectiveness of growth regulators and microfertilizers on sunflower performance in the northern steppe of Ukraine. *Ahrarni Innovatsii. Melioratsiia, Zemlerobstvo, Roslynnytstvo*. 2023. No. 17, P. 94-98. [in Ukrainian]
19. Tkach Yu.I. The influence of microfertilizers and plant growth stimulants on sunflower performance in the northern Steppe of Ukraine. *Naukovo-Tekhnichniy Biuletyn Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*. 2016. No. 23. P. 169-175. [in Ukrainian]

20. Buriak Yu.I., Ohurtsov Yu.Ye., Klymenko I.V., Chernobab O.V., Klymenko I.I., Makhnova L.M. Application of plant growth regulators and microfertilizers in sunflower cultivation. Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti, 2018. Issue 25. [in Ukrainian]
21. Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. DSTU 4138:2002. – [Valid from 2004-01-01]. – K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. – 174 p. [in Ukrainian]
22. Osipova L. S., Litun P. P., Bondarenko L. V. Express method for determining sunflower leaf surface area // Seleksiya i Semenovodstvo. 1988. Issue 64 P. 68. [in Russian]
23. Yudin V. I., Ryzhykov V. S., Rovenska V. V. Fundamentals of working in Microsoft Excel XP. Manual. K.: Tsentr Uchbovoi Literatury, 2007. 272 p. [in Ukrainian]
24. Seed production and seed science of field crops / Edited by M.M. Havryliuk -K.: Ahrarna Nauka, 2007. – 216 p. [in Ukrainian]

Надійшла до редакції 08.05.2025 р.
Received 08.05.2025