

Steppe of Ukraine: dissertation of the candidate agriculture of science: 06.01.09 – crop production. Kherson. 2015. 204 p.

12. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F. (2006). Crop production. Modern intensive technologies of cultivation of the main field crops [textbook]. Lviv: «Ukrainian Technologies». 730 p.

13. Vozhegova R., Zayets S. (2013). Practice shows that the lack of moisture in the Southern Steppe zone can be compensated for by placing winter wheat on black steam. *Grain and bread*. № 4. P. 36–38.

14. Rudnyk-Ivashchenko O.I. (2012). Peculiarities of growing winter crops under condition of climate change. *Varietal research and protection of rights to plant varieties*. №2. P. 8–10.

15. Technology of growing winter wheat seeds (*methodological recommendations*) / Under the editorship A.A. Sirostana, V.P. Kavuntsia. Centralne. 2023. 37 p.

16. Garmashov N.V., Nikolayev E.V., Fedorova N.A. (1989). Winter wheat in the steppes of Ukraine. *Wheat*. Kyiv: Vrozhaiu. P. 179–191.

17. Lykhochvor V.V. The main components of a successful winter wheat harvest. *Journal Agronom*. E-mail resource: <https://www.agronom.com.ua/optymizatsiya-parametriv-struktury-vrozhayu-ozymoyi-pshenytsi/>

18. Wheat yield in Ukraine, cultivation technology and fertilizing. E-mail resource: <https://reacom.com.ua/news/urozhaynost-pshenitsy/>

19. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Kostogryz P.V., Opryshko V.P. (2014). Basics of scientific research in agronomy: a textbook. Edition 2nd, corrected and supplemented. Vinnytsia. PE «TD Edelweiss and K», 332 p.

20. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. and other (2016). Research case in agronomy: educational manual: in 2 books. – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

21. Dospekhov B.A. (1985). Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Agropromizdat, 351 p.

A.A. Rozhkov, professor

A.V. Kuts, professor

M.A. Bobro, professor

L.M. Potashova, associate professor

State biotechnological university

Kharkiv, Ukraine

PRODUCTIVITY OF PLANTS AND GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT UNDER DIFFERENT OPTIONS OF COMBINATION OF WIDTH BETWEEN ROWS AND SEED SOWING RATE

Are presented the results of three-year studies on the complex impact of various combinations of seed sowing rates with row spacing on the elements of plant productivity

and grain yield of winter wheat of the intensive variety Bogdana in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine.

Formulation of the problem. Despite the seemingly sufficient study of the influence of seed sowing rate and row width on the formation of plant productivity and grain yield of winter wheat, it is still relevant. High yield of this crop can be obtained with the optimal density and nature of the distribution of plants over the area, taking into account the morphological and biological specificity of the varieties. Based on this, **the purpose of the research** was to determine the complex impact of various combinations of row width and seed sowing rate on the elements of plant productivity and grain yield of winter wheat in the conditions of the eastern forest-steppe of Ukraine.

Research methods. The research was carried out in 2023–2024 on the basis of the educational and scientific production center «Dokuchaevske» of the State Biotechnological University. The two-factor experiment was carried out using the method of split plots in three repetition in one tier. The plots of the first order (factor *A*) were three variants of the width of the row: 1 – 15 cm (control); 2 – 30 cm and 3 – 15+30 cm (the distance between the rows in the tape is 15 cm, and the distance between the tapes is 30 cm). The plots of the second order (factor *B*) were four variants of the seed sowing rate: 400; 450; 500 and 550 pcs./m². The area of the sown and accounting plot of the second order was 40.0 and 30.0 m², respectively. Weather condition during the growing season of winter wheat crops in the research years differed significantly both in terms of temperature and rainfall. In 2022–2023, they were favorable, and in 2023–2024, on the contrary, they were unfavorable. At the time, they differed most precisely in the conditions of the spring and summer periods. Thus, in the period from April to July inclusive in 2023, 255 mm of precipitation fell, while in the 2024 – only 62 mm.

Research results. In the conducted experiment, the high efficiency of the studied factors on the formation of plant productivity indicators was established. The largest number of seeds per plant was in the variants of the combination of the lowest seed sowing rate of 400 pcs./m² with row spacing of 15+30 cm – 44.7 pcs. in 2023 and 33.0 pcs. – in 2024. The influence of the studied factors on the change in the mass of 1000 grain was practically absent. At the same time, a tendency towards its increase was noted under the condition of decreasing competition between plants, that is, decreasing the rate of sowing seeds and narrowing the rows. In general, this is natural, because the mass of 1000 is a deterministic varietal characteristic, which does not change much under the influence of various options for growing technology.

The influence of the studied factors on the mass of grain from a plant was higher than on its grain size, and this is logical, because a decrease in the density of plants led to the formation of a larger number of grain on the plant, and to an increase in the mass of 1000 grains. In general, according to the experiment, the largest mass of grain from a plant was on the variants of the combination of the seed sowing rate of 400 pcs./m² with row spacing according to the scheme of 15+30 cm – 1.98 g in 2023 and 1.35 g – in 2024.

Following plant productivity indicators, higher sowing rates showed an advantage in the number of plants per unit area. Quite logically, the largest number of plants for all variants of row spacing was at the rate of seed sowing of 550 pcs./m². Therefore, the regularity of the influence of the studied factors on the elements of plant productivity and their density before harvesting differed. With a decrease in the rate of sowing seeds, productivity indicators increased, but the number of plant per unit area decreased.

Conclusions. For all studied seed sowing rates, the higher grain yield of winter wheat was in variants with row spacing according to the scheme of 15+30 cm. At the same time, the highest yield for these rows was formed at the seed sowing rate of 500 pcs./m² – 6.09 t/ha in 2023 and 3.80 t/ha – in 2024. A further increase in the rate of seed sowing did

not ensure an increase in grain yield. It is important to emphasize that such results were obtained in years that differed significantly in terms of weather conditions, which gives reason to recommend this combination of seed sowing rate and row spacing for sowing winter wheat in both favorable and arid growing regions.

Key words: winter wheat, seed sowing rate, row width, plant productivity, grain yield, crop structure.

УДК [631.8:633.854.78](477.7)

DOI 10.5281/zenodo.14609779

О.О. Калинов, аспірант

Державний біотехнологічний університет

(Харків, Україна)

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОНЯШНИКА ЗА УМОВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ У СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Висвітлено результати трирічних досліджень щодо комплексного впливу різних варіантів передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень різними сполученнями біопрепаратів, стимуляторів росту та комплексних водорозчинних добрив на продуктивність рослин і біологічну врожайність насіння високоолеїнового гібриду соняшника Аврора АМ.

Встановлено високу ефективність досліджуваних чинників на формування вищих показників продуктивності рослин. Найвищими вони були у варіанті проведення передпосівної обробки насіння сумішшю стимулятора росту БлекДжеку з біопрепаратами Мікофренд і «ПМК-У» у сполученні з трьома позакореневими підживленнями – під час 12-13-ї, 35-37-ї і 51-53-ї мікрофаз за шкалою ВВСН розчином на основі стимулятора росту БлекДжеку з різними марками комплексного водорозчинного добрива *Jiva MIX*. Кількість насінин у кошику в цьому варіанті була на 95,0 шт. (11,4 %) більше, ніж на контролі. За рахунок вищих показників маси 1000 насінин, різниця за масою насінин з кошику між цим варіантом і контролем була ще вищою – 14,0 % (59,4 г).

Комплексний вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на біологічну врожайність насіння був значно вищий, ніж на продуктивність однієї рослини оскільки, поряд із формуванням вищих показників продуктивності, вони також сприяли збереженню більшої кількості рослин. Так, у варіанті оптимізації передпосівної обробки насіння і позакореневих підживлень (6-й варіант чинників *A* і *B*) біологічна врожайність насіння в середньому за три роки становила 2,82 т/га і більш ніж на 20,0 % перевищувала контроль.

Разом з тим, за проведеним статистичним аналізом, істотної різниці як за елементами продуктивності, так і за біологічною врожайністю насіння гібрида соняшника Аврора АМ між варіантами проведення двох і трьох позакореневих підживлень не встановлено. Спостерігалася лише тенденція росту цих показників за умови проведення третього підживлення. На підставі цього, беручи також до уваги менші економічні витрати за рахунок відмови від проведення третього позакореневого підживлення, оптимальним слід вважати варіант проведення

передпосівної обробки насіння сумішшю Мікофренду, БлекДжеку і «ПМК-У» з наступним проведенням двох позакореневих підживлень сумішшю стимулятора росту БлекДжеку з розробленими для різних етапів розвитку рослин марками комплексного, водорозчинного добрива *Jiva MIX* у рекомендованих дозах.

Ключові слова: соняшник, обробка насіння, позакореневі підживлення, стимулятори росту, біопрепарати, біологічна врожайність, структура врожаю

Постановка проблеми. В Україні соняшник є головною олійною культурою, з насіння якої отримують понад 90 % всієї рослинної олії. За посівними площами та валовим збором олії соняшника Україна знаходиться в першій чверті серед країн світу [1].

Основними факторами значного розширення посівних площ цієї культури в Україні стали добра ліквідність продукції, високі прибуток і рентабельність за помірного рівня виробничих витрат.

Протягом останніх років відмічається ріст валових зборів насіння цієї культури, проте зумовлений він переважно саме розширенням посівних площ, а не підвищенням урожайності насіння. Не зважаючи на впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів і сортів цієї культури, її середня врожайність з року в рік підвищується дуже повільно. Аби виправдати низькі врожаї виробничники здебільшого «звинувачують» несприятливі погодні умови, однак не лише вони є причиною недостатнього рівня розкриття генетичного потенціалу продуктивності соняшника. Частіш за все причиною цього є недосконалість технологічних заходів вирощування. Насамперед це стосується складових системи живлення, а саме – позакореневих підживлень та передпосівної обробки насіння.

В умовах східного Лісостепу України, у наслідок глобального потепління, протягом останнього періоду все більш гострою стає проблема дефіциту опадів, тривалих бездощових періодів. При цьому негативний вплив цих чинників надалі тільки зростатиме. У вирішенні цієї проблеми особлива роль належить саме передпосівній обробці насіння та позакореневим підживленням препаратами стимулюючої та антистресової дії у тому числі на основі корисних бактерій, мікоризоутворюючих грибів та гумінових речовин.

Таким чином, наукове обґрунтування і розробка сучасних підходів вирощування соняшника на базі використання спроможностей інноваційних стимуляторів росту на основі гумінових речовин, активаторів екосистеми ґрунту (корисних бактерій і грибів) та збалансованих водорозчинних сумішей елементів живлення, набувають все більшого значення, особливо в районах недостатнього зволоження та високих температур у весняно-літній період.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні гібриди і сорти соняшника відрізняються високим потенціалом урожайності насіння, що перевищує 5,0 т/га. За правильно складеної технології вирощування,

насамперед системи живлення рослин, у мовах виробництва цілком реально можна отримувати врожайність насіння на рівні 4,0–4,5 т/га. Однак, прорахунки агротехніки вирощування значно обмежують урожайність цієї культури. При цьому, значні упущення відмічаються саме в системі живлення [2].

Наголошується, що цей важливий ресурс вирішення питання низької врожайності посівів, використовується нашими виробниками сільськогосподарської продукції максимум на 15–20 % [1].

Поряд з основними методами підвищення продуктивності соняшника все частіше починають застосовуватися другорядні елементи агротехніки, такі як передпосівна обробка насіння продуктами на основі корисних бактерій і грибів та позакореневі підживлення стимуляторами росту й водорозчинними добривами зі збалансованим набором мікро- та макроелементів під конкретну фазу росту та розвитку рослин. Для усунення дефіциту елементів мінерального живлення, зазвичай використовують полімерні водорозчинні добрива, які містять збалансований набір усіх необхідних мінеральних елементів та різних поживних сполук, що коригують живлення рослин у критичні фази їх росту, коли потрібно забезпечити їх швидке засвоєння [3–5].

Передпосівна обробка насіння є важливою, проте недооціненою складовою системи живлення. Вона здатна з самого початку росту рослин покращити їх живлення, а також, завдяки стимулюванню екосистеми ґрунту, в подальшому значною мірою вирішувати проблему нестачі поживних сполук і вологи [6].

Позакореневі підживлення також покращують живлення рослин, дозволяють уникнути хімічного та біологічного зв'язування ґрунтом необхідних рослинам елементів живлення [7–9]. Частка та швидкість засвоєння елементів живлення з водорозчинних добрив через листя рослин є значно вищою порівняно з їх засвоєнням із синтетичних добрив внесених у ґрунт. Завдяки засвоєнню елементів живлення надземною вегетативною масою, відмічається збільшення площі листової поверхні рослин, активізуються процеси росту та розвитку рослин, вони легше переносять несприятливі погодні умови і, як наслідок, – формують вищу продуктивність [10, 11].

Важливо розуміти, що лише збалансоване і своєчасне внесення комплексу поживних елементів забезпечує їх високу ефективність. В іншому випадку може відбуватися негативний вплив на ріст і розвиток рослин, пригнічення розвитку корисної біоти ґрунту. Тож, вирішити питання дефіциту поживних елементів до кінця вегетації рослин лише за рахунок основного внесення комплексних добрив не можливо [1, 12].

Застосування сучасних стимуляторів росту в технологіях вирощування соняшника визнане вискоєфективним і мало витратним заходом збільшення валового виробництва та підвищення рівня

рентабельності вирощування насіння соняшника [13, 14]. Крім того, науковець В.М. Тоцький [15] відмічає, що біостимулятори з антистресовими властивостями забезпечують значне підвищення ефективності застосування мінеральних добрив.

Дослідник Ю.І. Ткаліч [16] відмічає, що за рахунок проведення комплексних позакорневих підживлень посівів соняшника його врожайність можна підвищити на 0,25–0,45 т/га. При цьому зростають всі основні показники продуктивності рослин – кількість насінин у кошику, маса 1000 насінин і, відповідно – маса насіння з кошика.

Доведено, що рослини соняшника добре відгукуються на внесення стимуляторів росту як у разі передпосівної обробки насіння, так і у разі проведення позакореневого підживлення. При цьому відмічається, що залежно від цілої низки факторів, рослини реагують на їх внесення по різному [17].

На сьогодні накопичено достатньо багато матеріалів щодо впливу різних елементів технології вирощування за різних погодних умов вирощування на ріст, розвиток і формування продуктивності рослин соняшника поряд із цим, недостатньо вивченими залишаються питання впливу позакорневих підживлень поєднаннями сучасних стимуляторів росту на основі гумінових речовин з комплексними водорозчинними добривами на продуктивність рослин. Тим більше, фактично не проводилися дослідження щодо вивчення ефективності передпосівної обробки насіння соняшника сполученнями різних препаратів на основі бактерій азотфіксаторів і фосфатмобілізаторів, мікоризоутворюючих грибів, стимуляторів росту на основі гумінових речовин. При цьому відмічається, що вони спроможні значно покращити ріст і розвиток рослин, забезпечити формування їх вищої продуктивності [18–20].

Отже, беручи до уваги відсутність досліджень щодо вивчення впливу передпосівної обробки насіння різними сполученнями бактеріальних, мікоризоутворюючих препаратів і стимуляторів росту на основі гумінових речовин, а також позакорневих підживлень у різні фенологічні фази сумішами на основі стимуляторів росту із інноваційними водорозчинними добривами на ріст, розвиток та формування елементів продуктивності рослин соняшника, мета досліджень полягала саме у вивченні цих питань.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2022–2023 рр. на базі ТОВ «Альянс Агро» розташованого в Пирятинському районі Полтавської області. Технологія вирощування соняшника, за виключенням досліджуваних питань, була загальноприйнятою для Східного Лісостепу України.

Попередником соняшника була пшениця озима після чистого пару під яку вносили $N_{90}P_{30}K_{30}$. Після її збирання поле двічі дискували, а через два тижні орали на глибину 25–27 см.

Навесні поле боронували середніми бородами і до сівби проводили дві культивачії. Під передпосівну культивачію вносили амофос з розрахунку $N_{12}P_{52}$, а одночасно з сівбою – нітрат амонію з розрахунку N_{34} . Сівбу проводили 7 травня у 2022 р. і 11 травня – у 2023 і 2024 рр. ширококорядним способом з міжряддями 70 см, нормою висіву насіння 60 тис. шт./га на глибину 5,0–6,0 см.

Поряд з проведенням запланованих програмою досліджень позакореневих підживлень стимуляторами росту й водорозчинними полімерними добривами, до їх бакових сумішей додавали карбамід з розрахунку 10 кг/га і сульфат магнію у дозі 5,0 кг/га ф. р.

Дослідження проводили на новому ранньостиглому гібриді соняшника Аврора АМ селекції ТОВ «АФ НПП АГРОМИР», внесеному до Державного реєстру сортів у 2021 р.

Для вирішення поставлених завдань закладали двохфакторний дослід методом розщеплених ділянок. Ділянками першого порядку (чинник А) були шість варіантів передпосівної обробки насіння: 1 – контроль (обробка насіння водою); 2 – Мікофренд (М); 3 – БлекДжек (БД); 4 – «ПМК-У» (П); 5 – М + П; 6 – М + БД + П. Ділянками другого порядку (чинник В) були сім варіантів позакореневих підживлень: I – контроль; II – БД + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз; III – *Alhum Plus (AP)* + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз; IV – БД + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз і БД + *Jiva MIX*₍₂₀₋₂₀₋₂₀₎ під час 35-37-ї мікрофаз; V – AP + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз і сумішшю AP з *Jiva MIX*₍₂₀₋₂₀₋₂₀₎ під час 35-37-ї мікрофаз; VI – БД + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз, БД + *Jiva MIX*₍₂₀₋₂₀₋₂₀₎ під час 35-37-ї мікрофаз і БД + *Jiva MIX*₍₁₀₋₅₋₄₀₎ під час 51-53-ї мікрофази; VII – AP + *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎ під час 12-13-ї мікрофаз, AP + *Jiva MIX*₍₂₀₋₂₀₋₂₀₎ під час 35-37-ї мікрофаз і AP + *Jiva MIX*₍₁₀₋₅₋₄₀₎ під час 51-53-ї мікрофаз. Загальна кількість варіантів у досліді – 42 шт. (шість варіантів чинника А і сім – чинника В). Дослід закладали в трьох повтореннях в один ярус. Площа посівної і облікової ділянок становила 105,0 і 84,0 м² відповідно.

Мікоризоутворюючий препарат Мікофренд призначений для покращення живлення рослин. Його активною основою є комплекс агрономічно-цінних мікроорганізмів, а саме: фосфатмобілізуєчих бактерій – *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*; бактерій з фунгіцидними та бактерицидними властивостями – *Bacillus Subtilis*, *Enterobacter sp.*; мікоризоутворюючих грибів роду *Glomus*; ризосферних мікроорганізмів, що посилюють утворення мікоризи: *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces sp.* Насіння соняшника обробляли цим препаратом з розрахунку 7,0 кг/т.

Бактеріальний препарат «ПМК-У» призначений для покращення живлення та захисту широкого спектру культур. Його активною основою є бактерії азотфіксатори [*Azotobacter chroococcum*](#), *Pseudomonas*

і комплекс пробіотиків для нейтралізації фітопатогенів. Насіння соняшника обробляли цим препаратом з розрахунку 0,3 л/га.

Стимулятор росту БлекДжек є концентрованою суспензією на основі гумінових, фульвових і ульмінових кислот, гуміну, макро- та мікроелементів. Його використовують для обробки насіння, кореневого та позакореневого підживлення сільськогосподарських культур. На відміну від гуматів, які містять лише дві фракції гумусових речовин – гумінові і фульвові кислоти та мають лужну реакцію ($\text{pH} > 8,0$), БлекДжек містить усі чотири фракції гумінових речовин і має кислу реакцію. У проведеному досліді насіння соняшника обробляли цим препаратом з розрахунку 6,0 л/т. Разова доза внесення БлекДжеку в позакореневе підживлення становила 2,0 л/га.

Рідкий висококонцентрований стимулятор росту рослин *ALHUM PLUS* розроблений на основі екстракту морської водоростей, фулерену (C_{60}) і гумату калію зі збалансованим вмістом макро- і мікроелементів. Вміст компонентів у препараті такий: гумату калію – 50 г/л; екстракту морських водоростей – 180 г/л; фулерену – 1,2 г/л, амінокислот – 20 г/л, альгінової кислоти – 20 г/л, ауксинів – 11 мг/л, цитокінінів – 2 мг/л, N – 90 г/л, P_2O_5 – 90 г/л, K_2O – 150 г/л, мікроелементів – 15–20 мг/л. Разова доза внесення в позакореневе підживлення – 2,0 л/га.

Комплексні водорозчинні добрива *Jiva MIX* зі збалансованим вмістом макро- і мікроелементів у хелатній формі призначені для позакореневих підживлень польових культур. На ринку представлено три марки цих добрив: *Jiva MIX*₍₁₀₋₃₀₋₁₀₎, *Jiva MIX*₍₂₀₋₂₀₋₂₀₎ і *Jiva MIX*₍₁₀₋₅₋₄₀₎. Першу марку застосовують для першого позакореневого підживлення, другу – в період активного росту, третю – для пізніх підживлень. Рекомендована разова доза внесення всіх марок по листу – 3,0 кг/га.

Закладання дослідів та визначення показників продуктивності рослин соняшника в заплановані фази, проводили за загально-прийнятими методиками [21, 22]. Дисперсійний аналіз здійснювали в програмному пакеті Microsoft Excel на базі методик Б.О. Доспехова [23].

Результати досліджень та їх обговорення. Одним з основних елементів продуктивності рослин соняшника є кількість насінин у кошику. У цілому, вона є генетично детермінованою, однак зазнає коригування залежно від густоти рослин, забезпеченості їх поживними елементами, вологою тощо. Звісно, чим кращі умови для росту та розвитку рослин, тим розвиток більшої кількості насінин вона може забезпечити і тим меншою буде їх редуція. Прикладом регуляції «кількості» насінин у кошику є пуста середина кошика.

На кількість насінин у кошику значною мірою впливає його розмір, а саме діаметр. Чим він більший, тим більша кількість насінини може формуватися в ньому. Крім того, за діаметром кошика судять про умови росту та розвитку рослин. Чим вони гірші (нестача вологи, дефіцит

поживних елементів, різного роду стреси), тим меншим буде кошик, а отже, – меншою буде кількість насінин у ньому.

До найважливіших елементів продуктивності соняшника відноситься також маса 1000 насінин. Вона є також детермінованою для конкретного гібриду (сорту), однак може змінюватися як за впливу погодних умов, так і рівня агротехніки, зокрема – системи живлення. Чим краще культура забезпечена поживними елементами і вологою та захищена від стресів, тим більшою є маса 1000 насінин тим, за однакової кількості насінин у кошику, більшою є їх маса.

У проведеному досліді відмічено залежність діаметра кошика від впливу досліджуваних варіантів передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. Загальною закономірністю було збільшення цього показника за умови проведення обробки насіння сумішню досліджуваних препаратів і збільшення кількості підживлень.

У середньому за роками та варіантами позакореневих підживлень, діаметр кошика найбільшим був у варіанті передпосівної обробки сумішню всіх досліджуваних препаратів – 19,6 см (табл. 1). Порівняно з контролем цього чинника, він зростав на 1,3 см (7,0 %).

Таблиця 1. Діаметр кошика соняшника за впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, см (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник B)	Передпосівна обробка насіння (чинник A)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	17,9	18,7	18,3	18,0	18,5	19,0	18,4
II	18,2	19,0	18,9	18,5	19,1	19,5	18,9
III	18,0	18,8	18,5	18,2	18,7	19,3	18,6
IV	18,7	19,4	19,2	19,0	19,6	19,9	19,3
V	18,3	19,0	19,0	18,5	19,1	19,5	18,9
VI	18,8	19,7	19,5	19,2	19,6	20,1	19,5
VII	18,5	19,1	19,2	18,8	19,2	19,7	19,1
Середнє	18,3	19,1	18,9	18,6	19,1	19,6	18,9

Примітка: * – зміст варіантів чинників A і B наведено в пункті – Матеріали і методи

Серед варіантів позакореневих підживлень найбільший діаметр кошика соняшника забезпечував 6-ий варіант. У середньому за роками та варіантами передпосівної обробки насіння, на цьому варіанті він становив 19,5 см, що на 1,1 см (6,0 %) більше, ніж на контролі. Високу ефективність підживлень для збільшення діаметра кошика соняшника також підтверджують дослідники М. Климчук і В. Думич [24]. У їх досліді, за рахунок позакореневих підживлень сумішами на основі стимуляторів росту, діаметр кошика вдалося збільшити майже на 14 %.

У цілому по досліді, найбільшим діаметр кошика соняшника в середньому за роками – 20,1 см, був у варіанті поєднання передпосівної обробки насіння сумішшю всіх досліджуваних препаратів і проведення трьох позакоренових підживлень сумішшю на основі БлекДжеку.

Про рівень забезпеченості рослин поживними елементами та взагалі про умови вирощування, значною мірою можна судити за діаметром стебла. Більший його діаметр свідчить про кращий стан рослин, а отже – вищу їх продуктивність. Крім того, більший діаметр робить міцнішим і стійкішим до вилягання стебло, що важливо за несприятливих погодних умов [25].

Передпосівна обробка насіння сумішшю всіх препаратів і проведення трьох позакоренових підживлень сумішшю БлекДжеку з комплексним добривом *Jiva MIX* у середньому за роками забезпечувала збільшення діаметра стебла порівняно з контролем майже на 40 % – від 19,1 до 26,3 мм (табл. 2).

Таблиця 2. Діаметр стебла соняшника за впливу передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, мм (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник B)	Передпосівна обробка насіння (чинник A)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	19,1	21,2	20,8	20,0	22,1	23,1	21,1
II	20,3	22,7	22,0	21,6	23,6	24,4	22,4
III	19,9	22,1	22,2	21,1	23,6	23,9	22,1
IV	21,2	23,4	23,1	22,3	24,9	25,8	23,5
V	20,6	23,3	22,5	21,6	24,2	25,3	22,9
VI	21,5	23,6	23,4	22,5	25,3	26,3	23,8
VII	20,8	23,1	22,7	21,9	24,5	25,4	23,1
Середнє	20,5	22,8	22,4	21,6	24,0	24,9	22,7

Примітка: * – зміст варіантів чинників A і B наведено в пункті – Матеріали і методи

Такий значний вплив узгоджується з результатами отриманими іншими авторами. Так, у досліді М.Ю. Білітюка і В.Я. Хоміної [25], лише за рахунок одного позакоренового підживлення борвмісними добривами у фазі 3–6-ти листків, діаметр стебла соняшника в середньому зростав на 20 %.

Підрахунок кількості насінин у кошику виявив значні зміни цього показника за впливу досліджуваних чинників. Обробка насіння мала фактично такий самий вплив, що і позакоренові підживлення. Так, у середньому за роками, кількість насінин у кошику за впливу передпосівної обробки насіння зростала на 51 шт. (6,0 %) – від 851 шт. на контролі, до 902 шт. – у варіанті обробки сумішшю всіх препаратів, а за впливу позакоренових підживлень – на 47 шт. (5,5 %) – від 850 шт. на

контролі чинника *B*, до 897 шт. – у варіанті проведення трьох підживлень сумішшю на основі БлекДжеку (табл. 3).

У цілому по досліді, найбільша кількість насінин у кошику – 926 шт., була у варіанті сполучення кращих варіантів обох досліджуваних чинників. У середньому за три роки, вона була на 95 шт. (11,4 %) вищою, ніж на контролі.

За впливом на кількість насінин у кошику проведення двох підживлень фактично не поступалися варіантам на яких посіви підживлювали тричі. Так, за рахунок проведення третього підживлення сумішшю на основі БлекДжеку (6-й варіант) кількість насінин у кошику порівняно з двома підживленнями (4-й варіант) зростала лише на 0,9 %, а на основі стимулятора росту *Alhum Plus* – на 0,7 %.

Таблиця 3. Кількість насінин у кошику соняшника за різних варіантів передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, шт. (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник <i>B</i>)	Передпосівна обробка насіння (чинник <i>A</i>)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	831	853	849	835	861	870	850
II	847	879	874	854	880	893	871
III	841	869	868	851	872	886	865
IV	860	891	894	871	904	918	890
V	853	883	885	867	895	908	882
VI	866	897	903	878	912	926	897
VII	856	885	889	871	902	914	886
Середнє	851	880	880	861	889	902	877
НІР ₀₅ (головного ефекту <i>A</i>) – 24–36 шт.; НІР ₀₅ (головного ефекту <i>B</i>) – 27–37 шт.; НІР ₀₅ (часткових порівнянь <i>A</i>) – 28–39 шт.; НІР ₀₅ (часткових порівнянь <i>B</i>) – 32–41 шт.							

Примітка: * – зміст варіантів чинників *A* і *B* наведено в пункті – Матеріали і методи

Найбільший вплив на кількість насінин у кошику мали погодні умови. Кількість насінин у кошику в сприятливому 2023 р. була на 139 шт. більшою, ніж у несприятливому 2014 р. Розбіжність між показниками склала 17,1 %, тоді як за впливу передпосівної обробки насіння і позакореневих підживлень – 6,0 і 5,5 % відповідно.

Найбільша маса насінин з кошику була у варіантах передпосівної обробки насіння сумішшю всіх препаратів і проведення трьох підживлень сумішшю БлекДжеку з різними марками водорозчинного добрива *Jiva MIX*. У середньому за три роки у цьому варіанті вона становила 59,4 г, що на 14 % вище ніж на контролі (табл. 4).

Фактично на одному рівні з найвищою в досліді, маса насінин з кошику була на варіантах двох підживлень цією сумішшю, а також у варіанті обробки насіння сумішшю Мікофренду і «ПМК-У» з трьома

підживленнями розчином на основі БлекДжеку. У цих варіантах, вона в середньому становила 58,2 шт., що лише на 2,0 % менше порівняно з кращим варіантом.

Вплив досліджуваних чинників на масу насінин з кошика вищим був у погодних умовах несприятливого 2024 р. За рахунок обробки насіння та підживлень, маса насіння з кошика в 2023 р. порівняно з контролем найбільше зростала на 11,2 %, тоді як в 2024 р. – на 18,1 %.

Таблиця 4. Маса насінин у кошику соняшника за різних варіантів передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, г (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник <i>B</i>)	Передпосівна обробка насіння (чинник <i>A</i>)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	52,1	53,7	53,5	52,5	54,3	55,1	53,5
II	53,4	55,4	55,2	53,9	55,6	56,7	55,0
III	52,8	54,8	54,6	53,6	55,1	56,1	54,5
IV	54,1	56,2	56,4	54,6	57,1	58,2	56,1
V	53,6	55,7	55,6	54,7	56,6	57,5	55,6
VI	54,8	56,8	57,5	55,7	58,2	59,4	57,1
VII	54,1	56,0	56,2	55,0	57,3	58,2	56,1
Середнє	53,5	55,5	55,6	54,3	56,3	57,3	55,4
НІР ₀₅ (головного ефекту <i>A</i>) – 1,6–2,4 г; НІР ₀₅ (головного ефекту <i>B</i>) – 1,7–2,7 г; НІР ₀₅ (часткових порівнянь <i>A</i>) – 1,8–2,6 г; НІР ₀₅ (часткових порівнянь <i>B</i>) – 2,0–3,1 г.							

Примітка: * – зміст варіантів чинників *A* і *B* наведено в пункті – Матеріали і методи

Важливий інтерес представляє визначення механізму впливу чинників на збільшення маси насіння з кошика, тобто визначення за рахунок яких саме складових вона підвищується – чи за рахунок кількості насінин у кошику, чи за рахунок крупнішого насіння, чи за рахунок одразу обох цих показників.

Крупність насіння визначається його розмірами та масою. У Держстандарті основним показником крупності насіння вважають їх масу 1000 штук. У спеціальній науковій літературі саме її найчастіше використовують для характеристики крупності насіння [26].

Відносно впливу позакоренових підживлень на масу 1000 насінин соняшника в науковому колі є різні думки. Одні [26, 27], відмічають їх неістотний вплив на цей показник, наголошуючи на тому, що він здебільшого зумовлений сортовими особливостями та погодними умовами інші [5, 24], навпаки, наголошують на можливості підвищити масу 1000 насінин на 10 % і більше за рахунок проведення підживлень.

У нашому досліді значного впливу передпосівної обробки насіння як і позакоренових підживлень на зміну маси 1000 насінин не встановлено. Спостерігалася лише тенденція її підвищення за умови

передпосівної обробки сумішами всіх препаратів (5-й і 6-й варіанти чинника А) та проведення трьох позакоренових підживлень (табл. 5).

Таким чином, оскільки маса 1000 не зазнавала значних змін, істотно вища маса насіння з кошику формувалася саме за рахунок більшої кількості насінин у ньому. У цілому це логічно оскільки і обробка насіння і підживлення, насамперед ранні, спрямовані саме на закладання більшої кількості квіток, а в подальшому насінин у кошику та зменшення їх абортатії через дію несприятливих чинників.

Таблиця 5. Маса 1000 насінин соняшника за різних варіантів передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, г (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник В)	Передпосівна обробка насіння (чинник А)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	62,6	62,8	62,8	62,7	63,0	63,2	62,9
II	62,5	62,9	63,0	62,9	63,0	63,4	63,0
III	62,6	62,9	62,8	62,8	63,1	63,2	62,9
IV	62,8	62,9	62,9	62,6	63,0	63,3	62,9
V	62,7	62,9	62,8	62,9	63,1	63,2	62,9
VI	63,1	63,1	63,6	63,2	63,7	64,1	63,5
VII	63,1	63,1	63,1	63,0	63,4	63,6	63,2
Середнє	62,8	62,9	63,0	62,9	63,2	63,4	63,0

Примітка: * – зміст варіантів чинників А і В наведено в пункті – Матеріали і методи

Вплив досліджуваних чинників на біологічну врожайність насіння був значно вищий, ніж на продуктивність однієї рослини, оскільки і обробка насіння і підживлення забезпечували як підвищення маси насіння з кошику, так і збереження більшої кількості рослин. Так, у 6-му варіанті обробки насіння в середньому за роками та підживленнями, маса насіння з кошику порівняно з контролем підвищувалася на 7,1 %, а біологічна врожайність насіння – на 12,9 % (табл. 6). Так само, після трьох підживлень сумішшю на основі БлекДжеку, маса насіння з одного кошику в середньому за роками та варіантами обробки насіння зростала на 6,7 %, а біологічна врожайність насіння – на 9,0 %.

Таблиця 6. Біологічна врожайність насіння соняшника за поєднання різних варіантів обробки насіння та позакореневих підживлень, т/га (середнє за 2022–2024 рр.)

Підживлення (чинник <i>B</i>)	Передпосівна обробка насіння (чинник <i>A</i>)						Середнє
	1	2	3	4	5	6	
I	2,32	2,48	2,43	2,37	2,49	2,57	2,44
II	2,38	2,57	2,52	2,45	2,57	2,68	2,53
III	2,36	2,55	2,51	2,44	2,56	2,66	2,51
IV	2,44	2,63	2,61	2,51	2,67	2,77	2,61
V	2,42	2,61	2,59	2,53	2,65	2,76	2,59
VI	2,48	2,67	2,68	2,58	2,74	2,82	2,66
VII	2,45	2,64	2,62	2,54	2,69	2,79	2,62
Середнє	2,41	2,59	2,57	2,49	2,62	2,72	2,57

НІР₀₅(головного ефекту *A*) – 0,07–0,13 т/га; НІР₀₅(головного ефекту *B*) – 0,08–0,13 т/га;
НІР₀₅(часткових порівнянь *A*) – 0,08–0,15 т/га; НІР₀₅(часткових порівнянь *B*) – 0,09–0,16 т/га.

Примітка: * – зміст варіантів чинників *A* і *B* наведено в другому розділі

У цілому по досліді, біологічна врожайність насіння найвищою була у варіанті поєднання обробки насіння сумішшю всіх препаратів з трьома підживленнями сумішшю стимулятора росту БлекДжеку з комплексним добривом *Jiva MIX*. У середньому за три роки вона становила 2,82 т/га, що на 0,5 т/га (21,6 %) вище порівняно з контролем.

За проведеним статистичним аналізом, всі варіанти чинника *B* на яких проводили два і три позакореневі підживлення забезпечували істотне підвищення біологічної врожайності насіння порівняно з контролем. При цьому різниця за цим показником між варіантами де насіння обробляли сумішшю трьох препаратів у середньому за роками не перевищувала 0,06 т/га або 2,0 %. На підставі цього можна говорити про близьку ефективність цих варіантів з точки зору впливу на біологічну врожайність насіння соняшника.

Вплив досліджуваних чинників на біологічну врожайність насіння значною мірою залежав від погодних умов. Найвищим він був у 2024 р. Зокрема, за умови проведення позакореневих підживлень, у 2023 р. біологічну врожайність насіння соняшника в 6-му варіанті передпосівної обробки насіння вдалося підвищити максимум на 7,6 %, тоді як у 2024 р. – на 12,3 %. Крім того, саме в несприятливому 2024 р., відмічалася значна прибавка показника за умови проведення третього підживлення. Порівняно з двома позакореневими підживленнями, прибавка біологічної врожайності насіння становила майже 6,0 % (від 2,42 т/га – у 4-му варіанті до 2,56 т/га – у 6-му варіанті чинника *B*). У 2022 і 2023 рр., істотної різниці між варіантами проведення двох і трьох позакореневих підживлень посівів не було.

Висновки. Аналіз структурних елементів урожаю виявив перевагу варіанта сполучення передпосівної обробки насіння сумішшю Мікофренду, БлекДжеку і «ПМК-У» з трьома підживленнями розчином БлекДжеку і водорозчинного комплексного добрива *Jiva MIX*. Усі досліджувані показники структури врожаю найвищими були в цьому варіанті. У середньому за роками біологічна врожайність насіння в цьому варіанті також була найвищою і склала 2,82 т/га. Вона формувалася за наступних показників структури врожаю: діаметр кошика – 20,1 см; діаметр стебла – 26,3 мм; насінин у кошику – 926 шт., маса насінин у кошику – 59,4 г; маса 1000 насінин – 64,1 г. Разом з цим, за проведеним статистичним аналізом, істотної різниці за біологічною врожайністю між варіантами проведення двох і трьох підживлень не встановлено отже, з точки зору біологічної врожайності насіння, проведення третього позакореневого підживлення є невиправданим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко О.А., Паламарчук В.Д., Корхова В.Д., Нерода Р.С. Вплив позакорневих підживлень на продуктивність соняшнику в умовах Південного Степу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №25. С. 33–47. doi: 10.37128/2707-5826-2022-2-4
2. Паламарчук В.Д., Підлубний В.Ф. Вплив системи основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів соняшнику. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. №4 (23). С. 25–35. doi: 10.37128/2707-5826-2021-4-3
3. Домарацький А.В., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління групи хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 51–56.
4. Клименко І.І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 183–188.
5. Григор'єва О., Мірошник І. Мікробні препарати і комплексні добрива у технології вирощування соняшнику. *Журнал – Пропозиція*. 2014. № 4. С. 80–81.
6. Екологічне рослинництво: навч. посіб. / А.О. Рожков, М.М. Маренич, М.І. Кулик та ін. Харків: ДБТУ, 2024. 177 с.
7. Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Хоненко Л.Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. *Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія*. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232–342.

8. Коваленко О.А., Нерода Р.С., Пачесна І.В., Тупчій Д.Ю. Вплив біопрепаратів на продуктивність соняшника. *Перлини степового краю: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Миколаїв, 20–22 листопада 2019 р. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 76–78.

9. Паламарчук В.Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів соняшнику. *Агробіологія. Збірник наукових праць*. Біла церква. 2020. №1(157). С. 137–144.

10. Лазеба О.В. Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами як засіб підвищення врожаю гібридів соняшнику (*Helianthus annuus L.*) в умовах Лівобережної частини Лісостепу України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 82–86. doi: 10.32848/0135-2369.2019.71.17

11. Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I. Advances in nutrition of sunflower on the southern steppe of Ukraine. *Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress*. 2021. P. 215–223.

12. Мазур В.А., Дідур І.М., Циганський В.І., Маламура С.В. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4(19). С. 208–220. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-17

13. Гангур В.В., Яремко Л.С., Ласло О.О. Вплив сучасних регуляторів росту рослин на урожайність насіння соняшника. *Збірник наукових праць науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії за підсумками науково-дослідної роботи в 2018 році* (м. Полтава, 16–18 травня 2019 р.). Полтава: РВВ ПДАА, 2019. С. 150–152.

14. Єременко О.А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 3. С. 25–30.

15. Тоцький В.М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 204–209.

16. Ткаліч Ю.І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у північному Степу України. *Науковий журнал Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 169–177.

17. Патица В.П. Ефективність застосування біостимуляторів при вирощуванні соняшнику. *Агроекологічний журнал*. 2003. №1. С. 43.

18. Поляков О.І., Літошко С.В. Динаміка накопичення сухої речовини соняшнику залежно від умов вирощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2022. № 32. С. 84–98. doi: 10.36710/ІОС-2022-32-09

19. Коваленко О.А., Федорчук М.І., Нерода Р.С., Донець Я.Л. Вирощування соняшника за використання мікродобрив і бактеріальних

препаратів. *Scientific Progress & Innovations*, 2020. (2). С. 26–35. doi.org/10.31210/visnyk2020.02.03

20. Smith S.E. Mycorrhizal symbiosis. Read. (3 nd eds). London: Academic Press, 2008. 815 p.

21. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вид. 2-ге, виправлене і доповнене. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

22. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

24. Климчук М., Думич В. Ефективність позакореневого підживлення соняшнику у західному регіоні України. Новітні технології в АПК: дослідження та управління. 2021. 28(42). doi: 10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-20

25. Білюк М.Ю., Хоміна В.Я. Біометричні показники та урожайність різньостиглих гібридів соняшнику залежно від підживлення мікродобривами. Таврійський науковий вісник. 2022. 128. С. 17–22. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.128.4

26. Ковтун Т.В., Гарбар Л.А., Кнап Н.В. Формування продуктивності гібридів соняшника за різних умов живлення. «Наукові горизонти», «*Scientific horizons*». 2018, 7–8(70). 125–130.

27. Коваленко О.А., Паламарчук В.Д., Корхова М.М., Нерода Р.С. Вплив позакорневих підживлень на продуктивність соняшнику в умовах південного степу України. Сільське господарство і лісівництво. 2022. № 25. С. 33–47.

REFERENCES

1. Kovalenko O.A., Palamarchuk V.D., Korkhova V.D., Neroda R.S. (2022). The influence of foliar fertilization on the productivity of sunflower in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agriculture and forestry*. №25. P. 33–47. doi: 10.37128/2707-5826-2022-2-4

2. Palamarchuk V.D., Podlubnyy V.F. (2021). The influence of the main tillage system on the productivity of sunflower hybrids. *Agriculture and forestry*. №4. P. 25–35. doi: 10.37128/2707-5826-2021-4-3

3. Domaratskyi A.V., Sidiyakina O.V., Ivaniv M.O., Dobrovolskyi A.V. (2017). A new generation biopreparation of the chelaphite group in the technology of growing sunflower hybrids in the south of Ukraine. *Taurian Scientific Bulletin*. №98. P. 51–56.

4. Klymenko I.I. (2015). The influence of plant growth regulators and microfertilizers on the yield of seeds of sunflower lines and hybrids. *Breeding and seed production*. Issue 107. P. 183–188.

5. Grigor'eva O., Miroshnyk I. (2014). Microbial preparations and complex fertilizers in sunflower cultivation technology. *Magazine – Proposal*. №4. P. 80–81.

6. Ecological crop production: education. manual / A.O. Rozhkov, M.M. Marenych, M.I. Kulyk et al. Kharkiv: DBTU, 2024. 177 p.

7. Gamajunova V.V., Kovalenko O.A., Khonenko L.G. (2018). Modern approaches to agricultural management on the basis of biologization and resource conservation. Rational use of resources in the conditions of ecologically stable territories: collective monograph. Poltava: LLC NVP «Ukrpromtorgservice», P. 232–342.

8. Kovalenko O.A., Neroda R.S., Pachesna I.V., Tupchii D.Yu. (2019). The effect of biological preparations on the productivity of sunflower. *Pearls of the steppe region: materials of all Ukraine science and practice conference*, Mykolaiv, November 20–22, 2019. Mykolaiv: MNAU, P. 76–78.

9. Palamarchuk V.D. (2020). Foliar fertilization in modern technologies for growing sunflower hybrids. *Agrobiology. Collection of scientific works*. Bela Tserkov. № 1(157). P. 137–144.

10. Lazeba O.V. (2019). Foliar fertilization with complex micro-fertilizers as a means of increasing the yield of sunflower hybrids (*Helianthus annuus L.*) in the condition of the Left Bank part of the Forest Steppe of Ukraine. *Irrigated agriculture*. Issue 71. P. 82–86.

11. Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I. (2021). Advances in nutrition of sunflower on the southern steppe of Ukraine. *Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress*. P. 215-223.

12. Mazur V.A., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Malamura S.V. (2020). Formation of productivity of sunflower hybrids depending on the level of fertilization and moisture conditions. *Agriculture and forestry*. №4(19). P. 208–220. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-17

13. Gangur V.V., Yaremko L.S., Laslo O.O. The influence of modern plant growth regulators on the yield of sunflower seeds. Collection of scientific works of the scientific-practical conference of the teaching staff of the Poltava State Agrarian Academy based on the results of research work in 2018 (Poltava, May 16–18, 2019). Poltava. P. 150–152.

14. Yeremenko O.A. (2017). Productivity of sunflower depending on mineral nutrition and pre-sowing treatment of seeds under conditions of insufficient moisture. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. №3. P. 25–30.

15. Totskyi V.M. (2014). The influence of the fertilization system and the main tillage on the formation of sunflower productivity. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences*. №20. P. 204–209.

16. Tkalich Yu.I. (2016). The effect of microfertilizers and plant growth stimulants on sunflower productivity in the northern Steppe of Ukraine.

Scientific journal of the Oil Crops Institute of the National Academy of Sciences. №23. P. 169–177.

17. Patyka V.P. (2003). Effectiveness of the use of biostimulants in sunflower cultivation. *Agroecological journal.* № 1. 3. 43.

18. Polyakov O.I., Litoshko S.V. (2022). Dynamics of sunflower dry matter accumulation depending on growing conditions. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences,* № 32. P. 84–98. doi: 10.36710/IOC-2022-32-09

19. Kovalenko O.A., Fedorchuk M.I., Neroda R.S., Donets Y.L. (2020). Sunflower cultivation using microfertilizers and bacterial preparations. *Scientific Progress & Innovations,* №2, P. 26–35. doi: 10.31210/visnyk2020.02.03

20. Smith S.E. (2008). *Mycorrhizal symbiosis.* Read. (3-nd eds). London: Academic Press. 815 p.

21. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Kostogryz P.V., Opryshko V.P. (2014). *Basics of scientific research in agronomy: a textbook.* Edition 2nd, corrected and supplemented. Vinnytsia. PE «TD Edelweiss and K», 332 p.

22. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. and other (2016). *Research case in agronomy: educational manual: in 2 books.* – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

23. Dospekhov B.A. (1985). *Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results),* Moscow: Agropromizdat, 351 p.

24. Klymchuk M., Dumych V. (2021). Effectiveness of foliar fertilization of sunflower in the western region of Ukraine. *The latest technologies in agriculture: research and management.* 28(42). doi: 10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-20

25. Bilyuk M.Yu., Khomina V.Ya. (2022). Biometric indicators and yield of sunflower hybrids of different maturity depending on fertilization with microfertilizers. *Taurian Scientific Bulletin.* №128. P. 17–22. doi: 10.32851/2226-0099.2022.128.4

26. Kovtun T.V., Garbar L.A., Knap N.V. (2018). Formation of productivity of sunflower hybrids under different feeding conditions. «*Scientific horizons*». №7–8(70). P. 125–130.

27. Kovalenko O.A., Palamarchuk V.D., Korkhova M.M. (2022). The effect of foliar fertilization on sunflower productivity in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agriculture and forestry.* №25. P. 33–47.