



Original researches

Received: 07.02.2022

Revised: 01.03.2022

Accepted: 04.03.2022

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Serhii Yefremov st., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine.
Tel.: +38-097-580-85-67.
E-mail:
tsilyurik.o.i@dsau.dp.ua

Cite this article: Tsyliuryk, O. I.,
Rumbakh, M. Y., Izhboldin,
O. O., Bondarenko, O. V.,
Nozdrina, N. L., & Ostapchuk,
Y. V. (2022). Efficiency of
bioformulations in sunflower
fields in the north part of the
Steppe Zone of Ukraine.
Agrology, 5(1), 27–34.
doi: 10.32819/021104

Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine

O. I. Tsyliuryk, M. Y. Rumbakh, O. O. Izhboldin, O. V. Bondarenko, N. L. Nozdrina, Y. V. Ostapchuk
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Abstract. To reduce negative factors (excessive technogenic pressure, deterioration of moisture and nutrient regimes and humus condition of soils) and improve systems of sunflower nutrition, other than traditional (mineral and organic) fertilizers, the use of microfertilizers and growth regulator for plants should be broader. Regulators of plant growth (bioformulations) enhance the development of the leaf surface by activating essential biochemical processes of sunflower vitality: photosynthesis, respiration, nutrition, functioning of enzymatic systems, membrane processes, cell division, and promote ramification of root system with increased absorbing ability. The objectives of the study were the effects of growth regulator with different action principle on morphogenesis, growth, development, and productivity of sunflower of various groups with various readinesses to harvest in the conditions of the Steppe Zone of Ukraine. Field experiments were carried out in 2019–2021 in the Research Field of the National Scientific Center of the Dnipro State Agrarian and Economic University in a stationary experiment of the Department of Horticulture in five-section field crop rotation (pure vapour – winter wheat – maize – barley – sunflower), studying efficacy of modern elements of technologies of cultivating cereals, legules and oil crops. Agrotechnology of growing sunflower is generally accepted throughout the Steppe Zone. Formation of the largest leaf surface of sunflower was seen after using Tseron growth regulator (0.5 L/ha) up to 70.9–78.1 thou m²/ha, or 5.5–10.2% greater than the control. The substance also promoted the formation of capitula of greatest diameters (23–26 cm, which was 11.5–30.4% larger than the control) and highest number of seeds in them (863–925 seeds, or 3.4–5.6% more than the control). The greatest weight of thousand seeds was seen for average-early hybrid Sumico HTS (54–60 g), the lowest – for average-late hybrid Subaru HTS (51–55 g), which is explained by biological peculiarities of the hybrids. Use of bioformulations on sunflower promoted 1.01–1.70 increase in yield of the oil crop. Highest increase in seeds in all hybrids of sunflower was observed after utilizing Tseron (0.5 L/ha) – 0.16–0.75 T/ha, or 8.2–43.3%. Using Tseron (0.5 L/ha) and Architect (0.5 L/ha) promoted 3–8% and 4–6% increases in oil respectively.

Keywords: sunflower; plant growth stimulators; area of leaf surface; chloride; yield; seed quality.

Ефективність біопрепаратів у посівах соняшнику північної частини степової зони України

О. І. Циліурік, М. Ю. Румбах, О. О. Іжболді́н, О. В. Бондаренко, Н. Л. Ноздріна, Я. В. Остапчук

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. Для нівелювання негативних факторів (надмірне техногенне навантаження, погіршення водного, поживного режимів і гумусного стану ґрунту) та удосконалення системи живлення рослин соняшнику слід ширше застосовувати, окрім традиційних добрив (мінеральні, органічні), мікродобрива та регулятори росту рослин. Регулятори росту рослин (біопрепарати) посилюють розвиток поверхні листків, активізують важливі біохімічні процеси життєдіяльності рослин соняшнику: фотосинтез, дихання, живлення, діяльність ферментних систем, мембранні процеси, поділ клітин, сприяють розгалуженню кореневої системи з посиленою поглинальною здатністю. Мета досліджень – оцінити вплив різних за принципом дії рістрегуляторів на морфогенез, ріст, розвиток і продуктивність соняшнику різних груп стиглості в умовах північної частини степової зони України. Польові досліді проводили протягом 2019–2021 років на науково-дослідному полі Національного наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету в стаціонарному досліді кафедри рослинництва в п'ятипольній сівозміні (чистий пар–пшениця озима–кукурудза–ячмінь–соняшник) із вивчення ефективності сучасних елементів технологій вирощування зернових, зернобобових і олійних культур. Агротехніка вирощування соняшнику загальноприйнята для степової зони. Формування максимальної площі листової поверхні соняшнику виявлене за використання регулятора росту Церон (0,5 л/га) до 70,9–78,1 тис. м²/га, або на 5,5–10,2% більше за контроль. Препарат також сприяв формуванню максимального діаметра кошиків (23–26 см, що на 11,5–30,4% більше за контроль) та найбільшій кількості насінин у них (863–925 шт., що більше контролю на 3,4–5,6%). Найбільша маса тисячі насінин притаманна для середньораннього гібриду Sumico HTS (54–60 г), а мінімальна – для середньопізнього Subaru HTS (51–55 г), що пояснюється біологічними особливостями гібридів. Використання біопрепаратів на соняшнику сприяло збільшенню врожайності олійної культури в 1,01–1,70 раза. Максимальну надбавку насіння на всіх гібридах

соняшнику забезпечував Церон (0,5 л/га) – 0,16–0,75 т/га, або 8,2–43,3%. Використання препаратів Церон (0,5 л/га) та Архітект (0,5 л/га) сприяло підвищенню олійності на 3–8% та 4–6%, відповідно.

Ключові слова: соняшник; стимулятори росту рослин; площа листової поверхні; хлорофіл; урожайність; якість насіння.

Вступ

Суттєва зміна пріоритетів розвитку галузі рослинництва в степовій зоні України на фоні змін природних екосистем (Andrusevich et al., 2018), кліматичних умов (Khromykh et al., 2018), порушення структури посівних площ за рахунок розширення площ соняшнику до 40% та повне нехтування сівозмінами супроводжується посиленням процесів ерозії, надмірним техногенним навантаженням, погіршенням водного, поживного режимів та гумусного стану чорноземів. Ураховуючи ці явища, виникає необхідність у нівелюванні негативних факторів та вдосконаленні системи удобрення соняшнику в напрямку більш широкого використання, крім мінеральних та органічних добрив, мікродобрив, регуляторів росту рослин з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, вологості ґрунту, мінімалізації обробітку ґрунту, післязбирних решток попередника, фітосанітарного стану посівів тощо (Abobaker et al., 2018; Tsyliuryk et al., 2018; Tkalic et al., 2019).

Застосування препаратів різного походження має перевагу, що полягає у відсутньому зменшенні мутагенної дії гербіцидів та інших антропогенних чинників. Тут, завдяки регуляторним механізмам, зростає площа листової поверхні, активізуються важливі функції для життєдіяльності рослин: мембранні процеси, поділ клітин, дихання та живлення, діяльність ферментних систем, фотосинтез, унаслідок чого створюється розгалужена коренева система з посиленою поглинальною здатністю. Обробка насіння біопрепаратами сприяє зростанню ефективності галузі рослинництва, зниженню вмісту в сільськогосподарській продукції нітратів та іонів важких металів. Біопрепарати вирізняються також значною антистресовою дією (Kuryata et al., 2017; Di Filippo-Herrera et al., 2019; Li Chena et al., 2021).

Деякі регулятори росту рослин нового покоління мають певні фунгіцидні властивості, тому їх доцільно застосовувати в бакових сумішах із протруйниками, що суттєво підсилює їх дію на збудників захворювань. Зазначені препарати можна також використовувати для передпосівного обробітку насіння, а також для обприскування посівів (Kozlova et al., 2020). Крім цього, поєднання різних регуляторів росту рослин із пестицидами сприяє скороченню використання останніх на 25–30% без зниження захисної ефективності проти шкідливих об'єктів (Domaratskyi et al., 2020; Kalenska et al., 2020; Islam et al., 2021).

Біопрепарати – природні або синтезовані органічні речовини, що стимулюють або пригнічують ріст і розвиток рослин, не спричиняючи загибель останніх. Природні регулятори росту рослин – фітогормони, які утворюються в самих рослинах у невеликій кількості та необхідні для життєдіяльності рослин. До вказаних речовин слід віднести гібереліни, ауксини, цитокиніни, брасіностероїди, які стимулюють ріст і розвиток рослин (Islam et al., 2021).

Регулятори росту рослин синтетичної природи антигіберелінової дії широко застосовують як ретарданти (сповільнюють ріст рослин догори, при цьому зміцнюють стебла) для запобігання вилягання зернових культур в умовах перезволоження. До них відносять хлормекват-хлорид, мепікват-хлорид і етефон, що використовують для обробки посівів зернових (Sethy et al., 2016; Spitzer et al., 2018).

Враховуючи впровадження у виробництво сучасних регуляторів росту рослин та біопрепаратів, а також нових високоурожайних гібридів соняшнику, вважаємо, що вплив згаданих елементів технології на процеси листово- та коренеутворення й формування врожаю (Melnyk et al., 2019; Akuaku et al., 2020) вивчений недостатньо, і в подальшому являє науковий і практичний інтерес для продовження досліджень у цьому напрямку (Yeremenko et al., 2017; Vaylis et al., 2020).

Вирішення зазначених проблем базується на оптимізації продуктивності соняшнику, запровадженні в технологію його

виращування біологічних стимуляторів росту рослин (Треплетом, Регоплант, Вимпел К-2, Церон), що забезпечують захист його насіння під час тривалого перебування в несприятливих умовах, активізацію росту коренів, підвищення активності дихання клітин, стабілізацію життєдіяльності мікрофлори ґрунту, зростання ефективності пестицидів та, кінцевим чином, підвищення врожайності насіння культури. Зазначимо, що ефективність різних стимуляторів росту рослин на виращуванні соняшнику вивчена недостатньо, до того ж вона носить найчастіше суперечливий характер.

Мета досліджень – оцінити вплив різних за принципом дії рістрегуляторів на морфогенез, ріст, розвиток і продуктивність соняшнику різних груп стиглості в умовах північної частини степової зони України, виявити раціональні стимулятори росту рослин соняшнику, що підвищують стійкість рослин до захворювань та інших негативних чинників, пов'язаних із навколишнім середовищем, забезпечують оптимальний ріст і розвиток рослин соняшнику та сприяють отриманню сталих високих урожаїв цієї олійної культури.

Матеріал і методи

Розвиток галузі рослинництва передбачає широке запровадження найновіших наукових розробок, отриманих на базі застосування сучасних методів досліджень. Методологічна основа наших досліджень – принцип єдності та взаємозв'язку об'єкта з умовами навколишнього середовища.

Польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи (Dospikhov et al., 1985; Styl et al., 1997). Дослідження виконані протягом 2019–2021 років на науково-дослідному полі Національного наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету в стаціонарному досліді кафедри рослинництва в п'ятипольній сівозміні «чистий пар–пшениця озима–кукурудза–ячмінь соняшник» із вивченням ефективності сучасних елементів технологій виращування зернових, зернобобових і олійних культур. Агротехніка виращування соняшнику – загальноприйнята для степової зони. Обробіток ґрунту (загальнофоновий) здійснювали дворазово лущенням стерні важкими дисковими боронами БДВ-3 на глибину 8–10 см в міру появи бур'янів. Основний полицевий обробіток проводили плугом ПУ-3-35 на глибину 20–22 см у жовтні.

Для боротьби з бур'янами вносили ґрунтовий гербіцид на основі ацетохлор 900 г/л – 2,5 л/га під передпосівну культивування. Поряд із цим застосовували мінеральні добрива розкидним способом під передпосівну культивування в дозі N₃₀P₃₀K₃₀. Посів виконували сівалкою Great Plains PD8070 з нормою висіву насіння 55 тис./га. У досліді висівали районовані гібриди соняшнику різних груп стиглості: SY Kurava – середньостиглий; Sumico HTS – середньоранній; Subaru HTS – середньопізній. На фоні цих гібридів використано три стимулятори росту рослин: 1 – контроль (без внесення препаратів), 2 – Вимпел К-2 (0,7 л/га); 3 – Архітект (0,5 л/га), 4 – Церон (0,5 л/га). Препарати вносили малогабаритним штанговим обприскувачем ОМ-4 (ширина захвату – 4 м) у фазу 6–8 пар листків соняшнику.

З метою більш глибокого вивчення впливу біопрепаратів на ростові процеси соняшнику проводили польові дослідження – для виявлення точок взаємодії об'єкта досліджень з агротехнічними факторами та погодними умовами; морфобіологічні дослідження – для отримання біометричних показників різних гібридів соняшнику під час визначення господарсько цінних характеристик; вимірювально-вагові досліді – для обліку продуктивності та врожаю насіння; лабораторні методи – для визначення якості насіння та вмісту олії.

Фенологічні спостереження здійснювали згідно з методикою державного сортопробування. На визначених ділянках

відмічали час настання фенофаз розвитку. За початок фази вважали 15% рослин, які її досягли, а за повну фазу – входження в неї 75% рослин.

Лінійний ріст рослин вимірювали лінійкою за основними фазами, тобто заміряли довжину 10 рослин у 5-разовому повторенні (Dospikhov et al., 1985; Styl et al., 1997).

Динаміку росту визначали за фазами росту та приростами маси рослин і розраховували за різницею маси проб останнього та попереднього строків визначення. Облік висоти стебел, кількості листків та їх площі визначали на постійно виділених для цього 100 рослинах.

Площу листового апарата визначали контурним методом, або методом відбитків у фазу цвітіння соняшнику.

Вміст хлорофілу в листках вимірювали методом фотоелектроколориметрування у фазу цвітіння. Вміст хлорофілів визначали у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ-18 (Bazaliy et al., 2016).

Елементи структури врожаю передбачали визначення діаметра кошика, кількості насінин у ньому, масу 1000 насінин тощо з використанням загальноприйнятих методик (Dospikhov et al., 1985; Styl et al., 1997).

Облік урожаю соняшнику визначали по ділянках, шляхом прямого обмолоту комбайном “Сампо-500”. Урожай насіння перелічували на 100%-ву чистоту та 8%-ву вологість.

Якість насіння соняшнику оцінювали за показниками вмісту олії відповідно до технічних умов стандарту ДСТУ 3768-2009.

Достовірність отриманих результатів встановлювали відповідно до методики дослідної справи (Dospikhov et al., 1985; Styl et al., 1997).

Ґрунт дослідного поля Національного наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету представлений чорноземом звичайним малогумусним середньосуглинковим. Величина гумусового горизонту – 38–43 см. Уміст гумусу в одному шарі 0–30 см – 3,6%, а у шарі 20–40 см – 3,3%. Поглинені основи представлені в основному кальцієм і магнієм (20,4 та 7,8 мг/екв. на 100 г ґрунту, відповідно). Ступінь насичення ґрунту основами становить 94,2%, завдяки чому реакція ґрунтового розчину була близька до нейтральної (рН 6,6–6,8). Валовий вміст поживних речовин в орному шарі ґрунту знаходиться в межах: загального азоту – 0,15–0,19%, фосфору – 0,11–0,14%, калію – 2,0–2,4%, рухомих форм фосфору (в оцтовій витяжці за Чириковим) – 9–10, обмінного калію (за Масловою) – 14–15 мг/100 г ґрунту.

Клімат місця проведення досліджень – помірно-континентальний із суттєвим коливанням погодних умов у різні роки. Середньорічна температура повітря становить +9,6 °С, з відхиленням в окремі роки від 8,4 до 10,8 °С. Середньорічна кількість атмосферних опадів дорівнює 509 мм і варіює від 420,7 до 832,7 мм. Основна їх частина (68% річної суми) випадає протягом теплового періоду (квітень–жовтень) і значною мірою витрачається на випаровування та на стік під час опадів зливого характеру на хвилястому рельєфі місцевості. Останнім часом у світі та Україні відбуваються помітні агрометеорологічні зміни в напрямку потепління клімату (Kalenska et al., 2020). У цілому погодні умови під час проведення досліджень склалися відносно сприятливими для вирощування соняшнику, окрім посушливого літнього періоду 2020 року.

Результати

Згідно з результатами досліджень стимулятори росту рослин соняшнику мали безпосередній та опосередкований вплив на біометричні показники (висота рослин, площа листової поверхні, діаметр кошиків, кількість насінин у кошику тощо) та масу 1000 насінин, урожайність і якість насіння.

Висота рослин соняшнику в досліді змінювалася і залежала від внесених регуляторів росту. Максимальний вплив на висоту рослин мав препарат Церон на всіх гібридах соняшнику, адже тут зареєстровано найнижчу висоту рослин культури – 197–205 см, тобто препарат інгібує ріст стебел у довжину та зміцнює їх. Відносно гірші результати забезпечує

препарат Вимпел К-2, оскільки висота рослин тут для всіх гібридів становила 206–210 см (табл. 1). Зниження висоти соняшнику має низку переваг у технології вирощування олійної культури: знижується ламкість стебел від шкідників і захворювань, зростає площа листків та діаметр кошиків, підвищується якість роботи висококліренсних самохідних обприскувачів тощо.

Таблиця 1

Висота рослин соняшнику за дії стимуляторів росту рослин

Гібрид	Стимулятори росту рослин	Висота рослин соняшнику по роках, см			
		2019	2020	2021	середнє
Subaro HTS (середньо-пізній)	Контроль (без препаратів)	225	219	223	222,3
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	210	206	210	208,6
	Архітект (0,5 л/га)	205	200	204	203,0
	Церон (0,5 л/га)	205	197	201	201,0
SY Kupava (середньо-стиглий)	Контроль (без препаратів)	215	210	214	213,0
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	205	200	204	203,0
	Архітект (0,5 л/га)	205	198	202	199,6
	Церон (0,5 л/га)	195	193	196	194,6
Sumico HTS (середньо-ранній)	Контроль (без препаратів)	235	231	235	233,6
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	210	204	208	207,3
	Архітект (0,5 л/га)	205	193	196	198,0
	Церон (0,5 л/га)	195	191	194	193,3
НР _{0,5} см		6,2	8,2	8,1	-

Площа листової поверхні після застосування стимуляторів росту була більшою за використання препарату Церон (70,9–78,1 тис. м²/га, або на 5,5–10,2% більше, ніж контроль), мінімальний вплив на площу листків мав Вимпел К-2 (70,8–75,4 тис. м²/га, рис. 1). При визначенні вмісту хлорофілу у фазу цвітіння в листках соняшнику, після його екстрагування етиловим спиртом, візуально за ступенем зеленого забарвлення екстракту можна судити про рівень вмісту хлорофілу в листках. У подальшому фракції хлорофілу визначали колориметруванням за двох довжин хвиль (640 і 715 нм) – рис. 2.

Регулятори росту рослин позитивно впливали на вміст хлорофілу в листках соняшнику; зокрема, порівняно з контролем його вміст збільшувався на 3,7–7,0%. Рослини соняшнику візуально мали більш темно-зелене забарвлення порівняно з контрольним варіантом. Це свідчить про зростання вмісту хлорофілу в листках. Гібриди соняшнику за вмістом хлорофілу в листках мали деякі відмінності. Більше хлорофілу мав гібрид Subaro HTS (середньопізній, 2266–2350 мг/г) порівняно з Sumico HTS (середньоранній, 2166–2335 мг/г). Зростання вмісту хлорофілу від використання стимуляторів росту відбувалося завдяки хлорофілу *a*; співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* варіювало в діапазоні 2,34–2,43:1,00.

Зростання площі листків та вмісту в них хлорофілу позитивно впливало на формування генеративних органів рослин. Діаметр кошика - пропорційний площі листової поверхні та вмісту хлорофілу в усіх гібридів, де вносили біопрепарати. Діаметр кошика збільшувався на варіанті Церон (рис. 3).

Збільшення діаметра кошиків корелює зі зростанням кількості насінин у них, тобто за правильного режиму живлення це сприяє зростанню рівня врожайності олійної культури. Мінімальний приріст діаметра кошика відмічений за використанням стимулятора Вимпел К-2 (20–25 см, приріст відносно контролю 1,0–8,0%). Досліджувані біопрепарати практично не мали впливу на тривалість міжфазних періодів вегетації рослин соняшнику, виявлена незначна тенденція до зменшення тривалості вегетаційного періоду на 1–2 доби у варіантах з використанням стимуляторів росту рослин (табл. 2).

Стимулятори росту рослин мали деякий вплив на кількість насінин у кошику. Найбільша кількість насінин виявлена під час застосування Церону (863 – 925 шт., що більше за контроль на 3,4–5,6%). Використання Вимпел К-2 (0,7 л/га) мало мінімальний вплив (829–928 шт.), кількість насіння зростала лише на 2,2–3,2% порівняно з контролем (табл. 3).

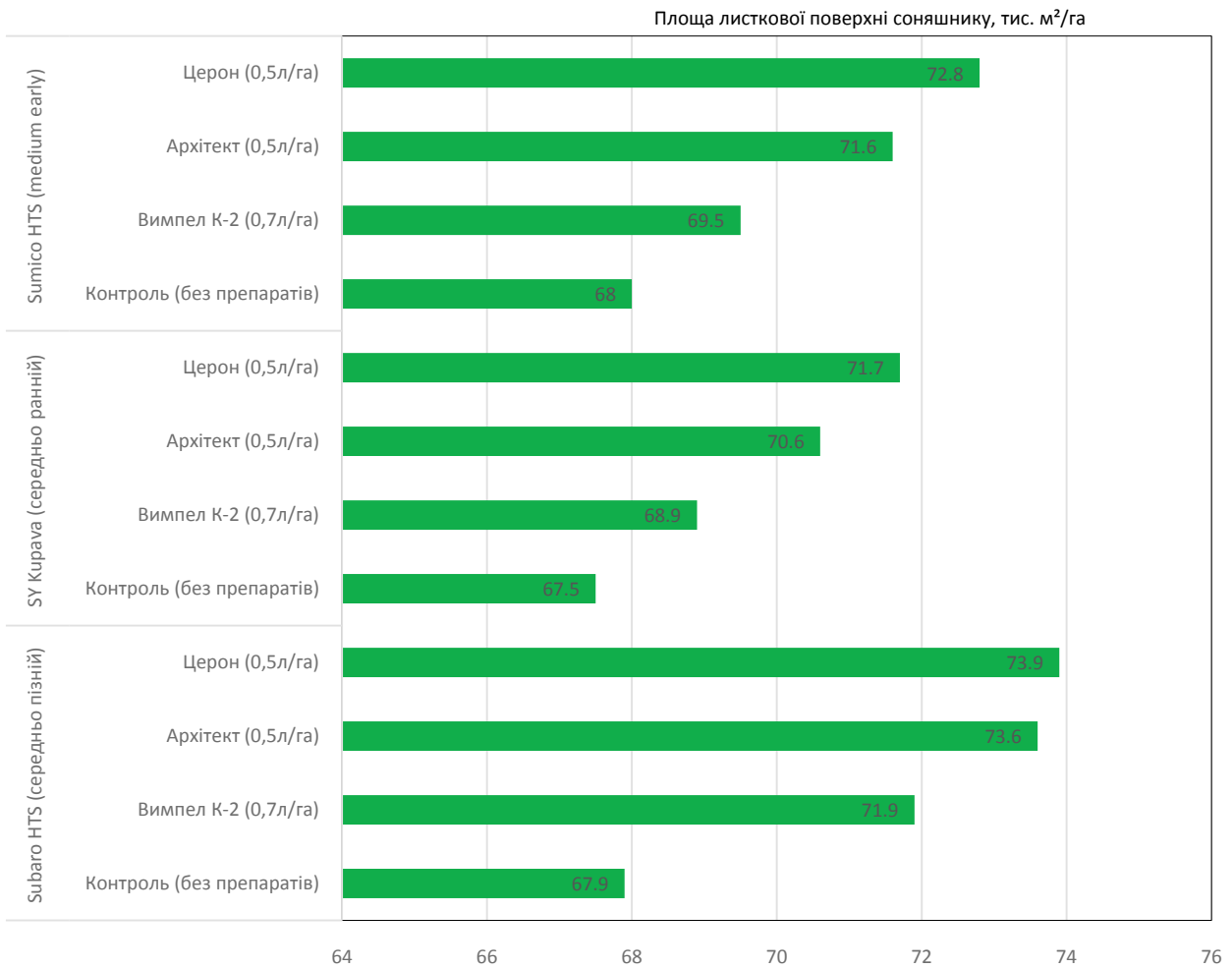


Рис. 1. Вплив стимуляторів росту рослин на площу листової поверхні соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

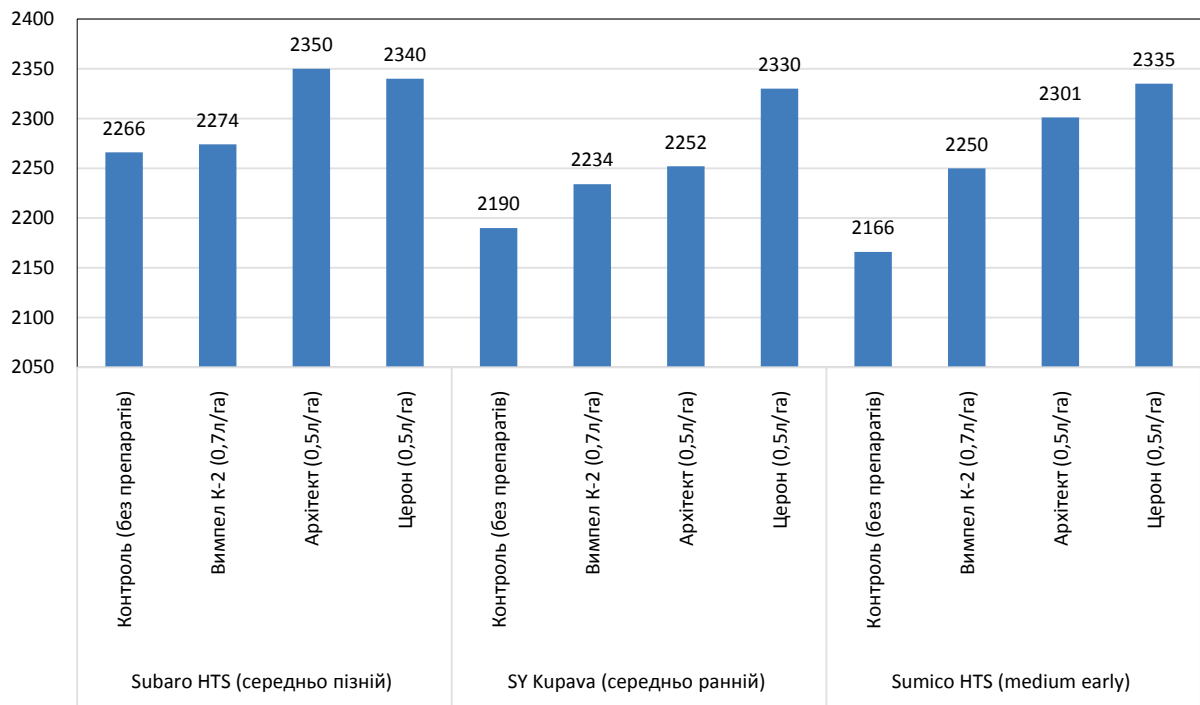


Рис. 2. Вплив стимуляторів росту рослин на вміст хлорофілу (мг/г сирової маси) у листках соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

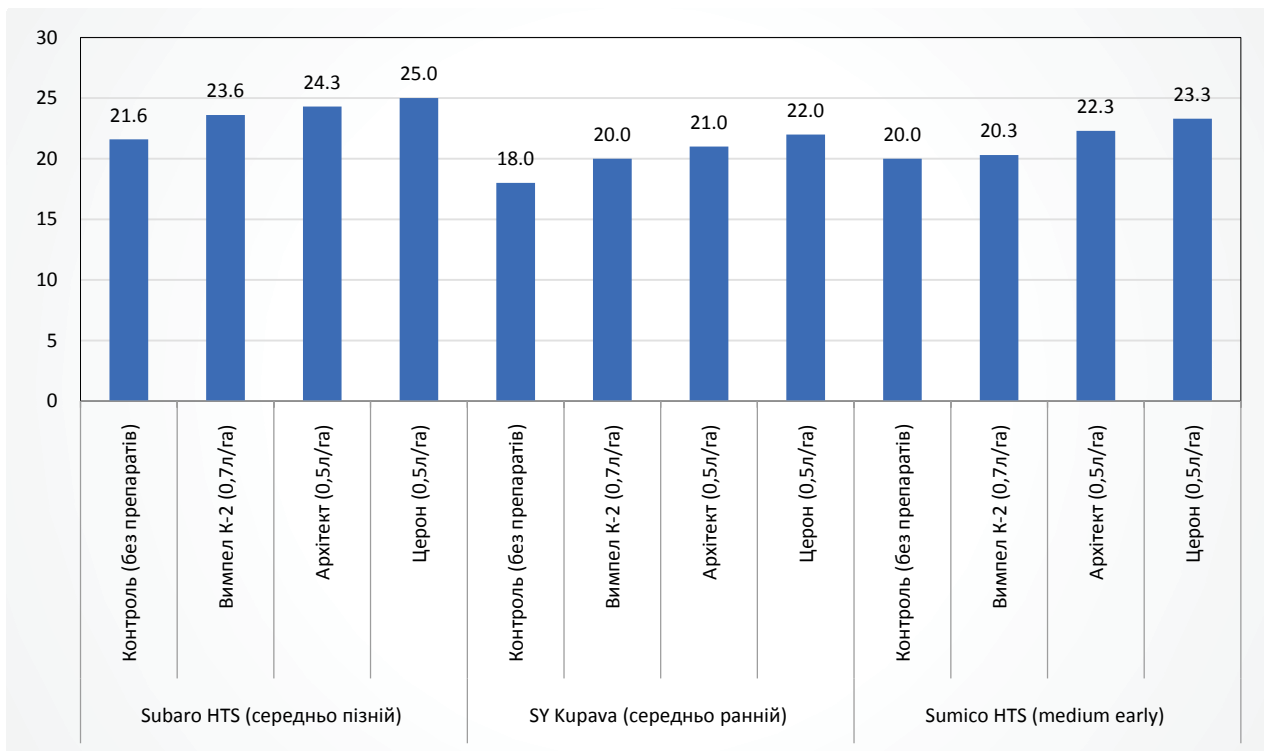


Рис. 3. Вплив стимуляторів росту рослин на діаметр кошика (см) в середньому за 2019–2021 рр.

Таблиця 2

Вплив стимуляторів росту рослин на тривалість міжфазних періодів вегетації рослин соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

Гібрид	Стимулятори росту рослин	Міжфазні періоди, доба				
		сівба – поява сходів	сходи – утворення кошиків	утворення кошиків – цвітіння	цвітіння – повна стиглість	тривалість вегетаційного періоду
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	12	30	22	40	104
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	12	30	20	43	105
	Архітект (0,5 л/га)	12	29	21	41	103
	Церон (0,5 л/га)	12	30	20	41	103
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	11	30	18	35	94
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	11	29	18	36	94
	Архітект (0,5 л/га)	11	27	16	37	91
	Церон (0,5 л/га)	11	28	17	38	94
Sumico HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	10	27	16	38	91
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	10	25	18	37	90
	Архітект (0,5 л/га)	10	25	17	35	87
	Церон (0,5 л/га)	10	26	17	35	88
НІР _{0,5} см		0,3	1,1	1,2	2,3	1,1

Маса тисячі насінин була вища у варіантах внесення препарату Архітект на середньоранніх і середньопізніх гібридах соняшнику (54–60 г), препарат Церон забезпечував кращі результати на середньопізніх гібридах (51–57 г). Маса тисячі насінин більше залежала від біологічних особливостей гібридів, удобрення та практично не залежала від використання стимуляторів росту рослин. Максимальна маса тисячі насінин притаманна середньоранньому гібриду Sumico HTS (54–60 г), а мінімальна – для середньопізнього гібриду Subaro HTS (51–55 г), що пояснюється різними біологічними особливостями гібридів соняшнику (рис. 4).

Використання біопрепаратів сприяло зростанню врожайності культури в 1,05–1,15 раза. Врожайність насіння у 2020 р. була меншою через посушливі погодні умови вегетаційного періоду. Максимальну прибавку зерна забезпечував препарат Церон (0,5 л/га – 0,22–0,25 т/га, або 13,5–14,8%). Мінімальна прибавка від використання біопрепаратів була у препараті Вимпел К-2 (0,7 л/га – 0,08–0,27 т/га, або 4,7–14,5%) – табл. 4.

Біопрепарати впливали на якість насіння соняшнику – його олійність. Виявлено незначне зростання олійності порівняно з контролем, особливо у варіантах, де використовували Церон (0,5 л/га) та Архітект (0,5 л/га) – олійність зросла на 3–8% та 4–6%, відповідно (рис. 5).

Таблиця 3

Вплив стимуляторів росту рослин на кількість насінин у кошику за 2019–2021 рр.

Гібрид	Стимулятори росту рослин	Кількість насіння в кошику, шт			
		2019	2020	2021	середнє
Subaro HTS (середньопізній)	Контроль (без препаратів)	897	864	899	886,6
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	936	909	938	927,6
	Архітект (0,5 л/га)	951	924	953	942,6
	Церон (0,5 л/га)	951	926	953	943,3
SY Kurava (середньостиглий)	Контроль (без препаратів)	836	831	838	835,0
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	914	893	916	907,6
	Архітект (0,5 л/га)	925	901	927	917,6
	Церон (0,5 л/га)	928	918	930	925,3
Sumico HTS (середньоранній)	Контроль (без препаратів)	808	800	809	805,6
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	829	827	830	828,6
	Архітект (0,5 л/га)	838	831	840	836,3
	Церон (0,5 л/га)	864	859	866	863,0
НІР _{0,5} см		12,1	15,1	18,6	–

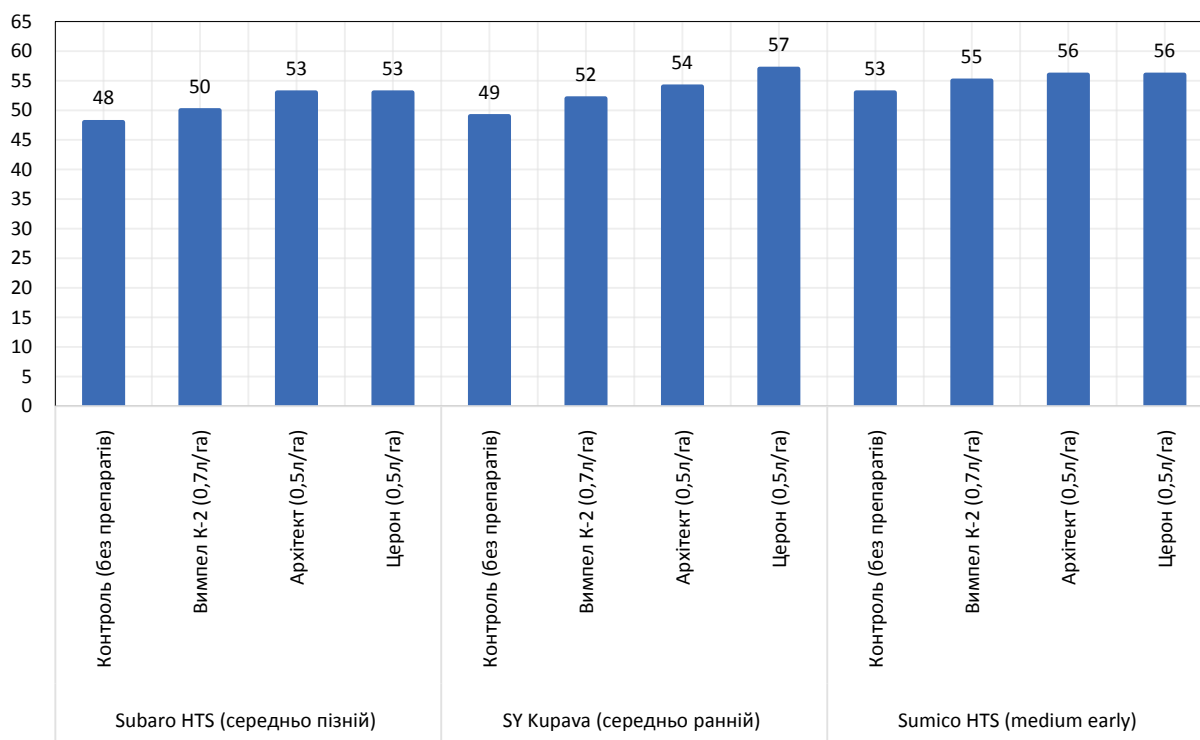


Рис. 4. Маса тисячі насінин соняшнику (г) з внесенням стимуляторів росту рослин за 2019–2021 рр.

Таблиця 4

Урожайність соняшнику залежно від стимуляторів росту

Гібрид	Стимулятори росту рослин	Урожайність насіння соняшнику, т/га			
		2019	2020	2021	середнє
Subaro HTS (середньо-пізній)	Контроль (без препаратів)	1,85	1,45	1,47	1,59
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	1,91	1,54	1,58	1,67
	Архітект (0,5 л/га)	2,01	1,69	1,73	1,81
	Церон (0,5 л/га)	2,03	1,73	1,77	1,84
SY Kurava (середньо-стиглий)	Контроль (без препаратів)	1,88	1,46	1,45	1,59
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	1,98	1,51	1,55	1,68
	Архітект (0,5 л/га)	1,77	1,67	1,71	1,71
	Церон (0,5 л/га)	2,02	1,77	1,81	1,86
Sumico HTS (середньо-ранній)	Контроль (без препаратів)	1,79	1,01	1,00	1,26
	Вимпел К-2 (0,7 л/га)	1,82	1,16	1,19	1,39
	Архітект (0,5 л/га)	1,98	1,19	1,22	1,46
	Церон (0,5 л/га)	1,95	1,24	1,27	1,48
	НІР _{0,5} см	0,5	0,6	0,4	-

Обговорення

У сучасних умовах технології вирощування соняшнику спрямовані на покращення реалізації генетичного потенціалу гібридів. Значно суттєвішу увагу слід приділяти передпосівній обробці насіння: інокуляції, протруєнню, обробці стимуляторами росту тощо (Kosiga et al., 2020).

Для стимуляції насіння та підвищення його якості запропоновано низку засобів (біологічні препарати, фізіологічно активні речовини, регулятори росту), які за правильного використання можуть стати ефективними елементами адаптивних технологій вирощування польових культур (Caruso et al., 2019). Zozulya et al. (2012) вважають, що необхідно впроваджувати біопрепарати в систему, в якій пестициди займають міцне положення. Але в галузі рослинництва біопрепарати можуть бути ефективнішими, ніж пестициди. На практиці існує можливість заміни синтетичних фунгіцидів, до яких у патогенів

розвинулася резистентність, біопрепаратами, що володіють фунгіцидним ефектом (Istratina et al., 2004).

Згідно з результатами досліджень впливу регуляторів росту на врожайність соняшнику в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН (Kolomyets et al., 2016), у середньому за 2016–2018 роки у варіантах за передпосівної обробки насіння та одноразового обприскування рослин соняшнику гібриду НК «Бріо» регуляторами росту «Вермимаг» та «Вермийодіс» врожайність була на 9,7–12,6% вища, а за дворазового обприскування – на 14,2–16,4% вища порівняно з контролем. За даними ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (Domaratskiy et al., 2019), застосування біофунгіцидів у комбінації зі стимуляторами росту (біофунгіцид Фітоцид-р – 1,0 л/га + стимулятор росту Агросимулін – 20 мл/га) підвищувало врожайність насіння соняшнику на 22,4–27,9%. Урожайність тут становила 4,0 т/га, а рентабельність – 196%. Наші експериментальні дані також підтверджують високу ефективність стимуляторів росту: збільшення врожайності олійної культури в 1,01–1,70 раза, зокрема за використання Церон (0,5 л/га) та Архітект (0,5 л/га) – 0,16–0,75 т/га, або 8,2–43,3%. Біопрепарати сприяли також підвищенню олійності на 3–8%.

Аналіз сучасних досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів (Schilling, 2006; Russel, 2013; Dobrovolsky, 2019) доводить, що обробка насіння – безперечно, один із найефективніших і найбезпечніших засобів збільшення врожайності польових культур. Існує низка шляхів для її подальшої оптимізації. Різні автори наголошують на ефективності застосування біологічних та хімічних протруйників не тільки для зменшення ураження хворобами, а і для формування стійкості рослин до стресових факторів середовища. Існує висока ймовірність ризиків, пов'язаних із застосуванням синтетичних протруйників, які хоча і володіють відмінною фунгіцидною ефективністю відносно патогенної мікрофлори, але їх застосування може спричинити істотне зменшення енергії проростання та польової схожості насіння (до 65–75%) за рахунок прояву фітотоксичності (Patika, 2001). Тому, аби нівелювати негативний вплив на насіння синтетичних протруйників, доволі часто застосовують біопрепарати (стимулятори росту, антиоксиданти, суміші мікроелементів і гумінові речовини).

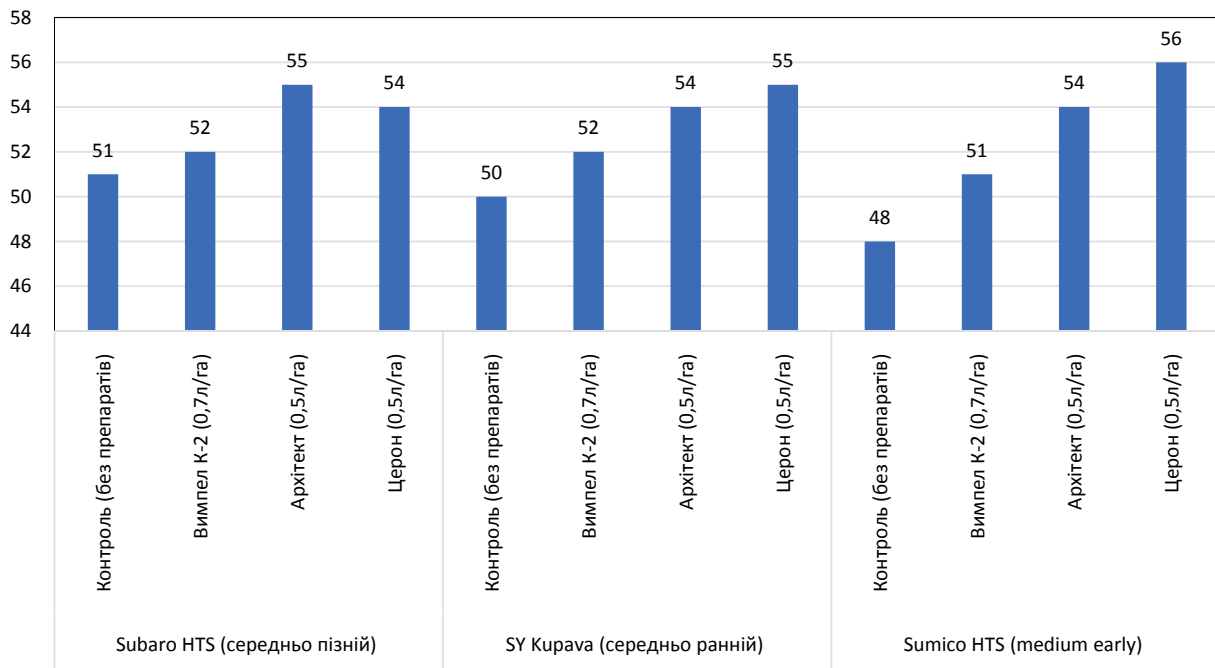


Рис. 5. Вплив стимуляторів росту рослин на олійність насіння (%) соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

Висновки

Максимальна площа листової поверхні соняшнику виявлена за використання рістрегулятора Церон (0,5 л/га) – до 70,9–78,1 тис. м²/га, або на 5,5–10,2% більше за контроль. Препарат також сприяв формуванню максимального діаметра кошиків (23–26 см, на 11,5–30,4% більше за контроль) та найбільшої кількості насінин у них (863–925 шт., що перевищувало контроль на 3,4–5,6%). Найбільша маса тисячі насінин притаманна для середньораннього гібриду Sumico HTS (54–60 г), а мінімальна – для середньопізнього Subaro HTS (51–55 г), що пояснюється біологічними особливостями гібридів. Використання біопрепаратів сприяло збільшенню врожайності олійної культури в 1,01–1,70 раза. Максимальну приривку насіння на всіх гібридах соняшнику забезпечували Церон (0,5 л/га – 0,16–0,75 т/га, або 8,2–43,3%). Використання рістрегулюючих препаратів Церон (0,5 л/га) та Архітект (0,5 л/га) сприяло підвищенню олійності на 3–8% та 4–6%, відповідно. Враховуючи високу ефективність препаратів Церон (0,5 л/га) і Архітект (0,5 л/га), що забезпечують оптимальний ріст, розвиток рослин і максимальну приривку насіння соняшнику, їх слід ширше використовувати в технології вирощування олійної культури північної частини степової зони України.

References

Abaker, A. M., Bound, S. A., Svarts, N. D., & Barri, K. M. (2018). Vplyv typu dobrovrya ta inokulyatsiyi mikoryzoyu na rist i rozvytok sonyashnyku (*Helianthus annuus* L.). Ryzosfera, 6, 11–19 (in Ukrainian).

Akuaku, D., Melnyk, A., Zherdetska, S., Melnyk, T., Surhan, O., & Makarchuk, A. (2020). Urozhainist' i yakist' kondyters'koho nasinnia soniashnyku pid vplyvom pozakorenevoho dobrovrya ta rehu-liatoriv rostu roslyn u Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. Naukovi Pratsi, Seriya A, Ahronomiya, 63(1), 155–165 (in Ukrainian).

Andrusevych, K. V., Nazarenko, M. M., Lykholat, T. Y., & Hryhoryuk, I. P. (2018). Vplyv tradytsiynoyi tekhnolohiyi zemlerobstva na uhrupovannya gruntovykh bezkhrebetnykh. Ukrayinskyy Zhurnal Ekolohiyi, 8(1), 33–40 (in Ukrainian).

Bazaliy, V. V., Domaratskiy, Y. A., & Dobrovolskiy, A. V. (2016). Ahrotekhnichnyy metod prodovzhennia fotosyntetychnoyi aktyv-nosti roslyn sonyashnyku. Visnyk Ahrarnoyi Nauky Chornomor-skoho Uzberezhzha, 92, 77–84 (in Ukrainian).

Beylis, A. D., & Diks, D. V. (2020). Doslidzhennia shchodo zastosu-vannya rehulyatoriv rostu roslyn u oliynomu soniashnyku (*Heli-*

anthus annuus L.). Hospodarskiy Zhurnal Silskohospodarskoyi Nauky, 100, 723–730 (in Ukrainian).

Dobrovolskiy, A. V. (2019). Efektyvnist' suchasnykh ristreguliyu-chykh preparativ za biologizatsiyi tekhnologiy vyroshchuvannia soniashnyku v Pivdennomu Stepu Ukrainy. Kherson (in Ukrainian).

Domaratskiy, E., Shcherbakov, V., Bazaliy, V., Kozlova, O., Zhuykov, A., Mikhalenko, I., Boychuk, I., Domaratskiy, A., & Teteruk, A. (2019). Analysis of synergetic effects from multifunctional growth regulating agents in the of sunflower mineral nutrition system. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 10(2), 301–308.

Domaratskiy, Y., Kaplina, A., Kozlova, O., Koval, N., & Dobrovolskiy, A. (2020). Ekonomichne obgruntuvannya zastosuvannya biolo-hichnykh funhitsydiv ta stymulyatoriv rostu roslyn dlya vyrosh-chuvannya sonyashnyku. Nezalezhnyy Zhurnal Upravlinnya ta Vyrobnystva, 11, 9 (in Ukrainian).

Dospikhov, B. A. (1985). Metodika polevoho opyta. Moscow, Agropromizdat (in Russian).

Islam, M. T., Tskurshumova, V., Fefer, M., Lyu, D., Uddin, V., & Roza, S. (2021). Modyfikovany biostymulator na roslynniy osnovi (khlorofilin midi), oposeredkovuye zakhysnu reaktsiyu u *Arabidopsis thaliana* pid vplyvom solonosti. Roslyny, 10, 625 (in Ukrainian).

Istratina, I. V. (2004). Perspektivnost primeneniya smesey protraveiteley s biopreparatami v tselyakh biologizatsii zashchity zernovykh kul'tur ot naibolee vredonosnykh bolezney. Moscow (in Russian).

Kalenska, S. M., & Ryzhenko, A. S. (2020). Otsinka pohodnykh umov vyroshchuvannya sonyashnyku (*Helianthus annuus* L.) u pivnich-niy chastyini Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Vyvchennya ta Okhorona Sortiv Roslyn, 16(2), 45–53 (in Ukrainian).

Karuzo, H., De Paskal, S., Kotsolino, E., Dzhordano, M., El'-'Nakhel', K., Kuchiniello, A., Chervintso, V., Kolla H., Rufael', Y. (2019). Hidrolizat bilka abo biostymulyatory na osnovi roslynnoho ekstrak-tu pidvyshchyly vrozhaynist' i yakist' teplychnykh bahatorich-nykh nastinnykh raket, vyroshchenykh u rizni sezony. Roslyny, 8, 208 (in Ukrainian).

Khromykh, N., Lykholat, Y., Shupranova, L., Kabar, A., Didur, O., Lykholat, T., & Kul'bachko, Y. (2018). Mizhvydovi vidminnosti antyoksydantnoyi zdatnosti introdukovanykh vydiv *Chaenomeles* shchodo adaptatsiyi do umov stepovoyi zony. Biosystems Diversity, 26(2), 132–138 (in Ukrainian).

Kotsira, S., Khara, P., Shparaha, A., Chervins'ka, Y., Byeloyev, K., Fidura, P., & Bayus, P. (2020). Otsinka efektyvnosti vykorystannya biopreparativ yak protruyen' nasinnya. Sil's'ke Hospodarstvo, 10, 90 (in Ukrainian).

Kozlova, L. M., Noskova, E. N., & Popov, F. A. (2020). Otsinka rozvytku khvorob zernovykh kul'tur pry resursoberehayushchykh

- systemakh obrobky hruntiv i zastosuvannya biopreparativ v adaptivno-landshaftnomu zemledelii. *Ahrarnaya Nauka Evro-Severo-Vostoka*, 21(6), 721–732 (in Ukrainian).
- Kuryata, V. H., Poprots'ka, I. V., & Rohach, T. I. (2017). Vplyv stymulyatoriv ta spovil'nyuvachiv rostu na utylizatsiyu zapasnykh lipidiv rozsadoyu sonyashnyku. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8, 317–322 (in Ukrainian).
- Melnyk, A., Akuaku, D., Trotsenko, V., Melnyk, T., & Makarchuk, A. (2019). Urozhaynist' i yakist' vysokooleynovoho nasinnia sonyashnyku pid vplyvom pozakorenyvykh dobryv i rehuliatoriv rostu roslyn u Livoberezhnomu Lisostepu Ukrayiny. *Agrolife*, 8(1), 167–174 (in Ukrainian).
- Patyka, V. P. (2001). Poshuk mikroorganizmiv ta obrobky novykh ekologichno bezpechnykh preparativ. *Visnyk Odesskogo Natsionalno-go Universytetu, Biologiya*, 6(4), 228–230 (in Ukrainian).
- Schilling, E. E. (2006). *Helianthus*. In: *Flora of North America Committee*, 21, 141–169.
- Sethy, H., Patra, S. K., & Mohanty, C. R. (2016). Vplyv rehuliatoriv rostu roslyn na rist i tsvitinna dekorativnoho sonyashnyku. *Mizh-narodnyy Zhurnal Silskohospodarskykh Nauk i Doslidzhen*, 6(3), 561–568 (in Ukrainian).
- Spitzer, T., Bílovský, J., & Kazda, J. (2018). Effect of using selected growth regulators to reduce sunflower stand height. *Plant, Soil and Environment*, 64, 324–329.
- Tkalich, Y., Tkalich, I., Tsyliuryk, O., & Masliyov, S. (2019). Rezervy pidvyshchennya vrozhaynosti sonyashnyku v Ukrayins'komu Stepu. *Sil's'ke ta Lisove Hospodarstvo, Podhorytsya*, 65(3), 105–114 (in Ukrainian).
- Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Y. V., Shevchenko, A. M., & Derevenets-Shevchenko, Y. A. (2018). Borot'ba iz zara-zhennyam ta rozpovsyudzhennyam mitlytsi v posivakh sonyashnyku Ukrayins'koho Stepu. *Ukrayins'kyy Ekolohichnyy Zhurnal*, 8(1), 487–497 (in Ukrainian).
- Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., & Kalenska, S. M. (2017). Vplyv rehuliatora rostu na rist roslyn, rozvytok ta formuvannya vrozhayu hibrydiv sonyashnyku v umovakh zony Pivdennoho Stepu Ukrayiny. *Vyvchennya ta Okhrona Sortiv Roslyn*, 13(2), 141–149 (in Ukrainian).