

РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**ЦИЛЮРИК О.І.** – доктор сільськогосподарських наук, професор*orcid.org/0000-0002-7479-8401*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ОСТАПЧУК Я.В. – аспірант PhD*orcid.org/0000-0002-9044-5122*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Проблема зміни напрямку розвитку сільського господарства в степових районах України у контексті змін екологічних чинників, клімату, розширення посівів соняшнику та нехтування сівозмінними є актуальною та вимагає негайного вирішення. Зазначені фактори призводять до посилення ерозійних процесів, надмірного антропогенного навантаження, дисбалансу водного, поживного режимів та гумусного стану чорноземів. Для забезпечення стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва в цих умовах, необхідно впроваджувати сучасні технології, які спрямовані на послаблення негативного впливу зазначених чинників і поліпшення поживної системи рослин соняшнику.

Одним із ключових аспектів є врахування ґрунтово-кліматичних умов та вологість чорнозему при вирощуванні соняшнику. Мінімізація обробітку ґрунту може допомогти у збереженні структури ґрунту та запобіганні ерозійним процесам. Також важливо враховувати кількість післяжнивних решток та фітосанітарний стан культури для попередження поширення захворювань.

Використання широкого спектру мікродобрив та регуляторів росту рослин, поряд із мінеральними і органічними добривами, може значно покращити поживну систему ґрунту та підвищити врожайність соняшнику. Важливо забезпечити баланс між використанням ресурсів та їхнім відновленням для уникнення деградації природних ресурсів.

Врахування усіх цих аспектів у сільськогосподарській діяльності допоможе забезпечити стійке та ефективне вирощування соняшнику в степових районах України, зберігаючи екологічну рівновагу та природні ресурси.

Зміна напрямку розвитку сільського господарства в степових районах України в контексті змін екологічних чинників [1], клімату [2], розширенням площ посівів соняшнику в структурі сівозмін подекуди до 40 % та нехтування сівозмінними супроводжується підвищенням ерозійних процесів, надмірним антропогенним навантаженням, дисбалансом водного, поживного режимів і гумусного стану чорноземів потребує впровадження сучасних елементів технологій. В зв'язку із цим для послаблення дії негативних чинників і поліпшення поживної системи рослин соняшнику потрібно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, вологість чорнозему, мінімізацію обробітку ґрунту, кількість післяжнивних решток і фітосанітарний стан культури, використовуючи поряд із мінеральними і органічними добривами широкий спектр мікродобрив та регуляторів росту рослин [3–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед основних елементів технології виробництва насіння соняшнику, більш ширшу увагу слід надавати передпосівному обробітку насіння, а зокрема протруюванню та обробці регуляторами росту [6].

Регулятори росту рослин різного походження мають перевагу використання яка полягає у зниженні мутагенного впливу гербіцидів, негативних антропогенних чинників різної природи та зміни кліматичних умов вирощування. Завдяки регуляторним механізмам регуляторів прискорюється розвиток листової поверхні та активізуються ключові функції, важливі для життя рослин: утворення мембран, мітоз, процеси дихання і фотосинтезу живлення, росту і розвитку та формування розгалуженої кореневої системи з підвищеною поглинальною здатністю. Обробіток насіння чи обприскування вегетуючих рослин сприяє зростанню економічної ефективності рослинництва та зниженню вмісту нітратів і іонів важких металів в основній продукції. Тобто регулятори росту мають виражену антистресову дію на рослини [7–9].

Для біологічного стимулювання насіння і покращення його якості вченими та фахівцями запропоновано багато засобів (біологічно активні речовини, біопрепарати, регулятори росту), які при вмілому використанні можуть бути ефективними елементами адаптованих технологій вирощування культур [10].

Деякі з регуляторів росту, особливо, нового покоління довели свою відмінну фунгіцидну активність і застосовуються в поєднанні з фунгіцидами. Ці препарати можна використовувати для передпосівного обробітку насіння та обприскування посівів [11]. Поєднання регуляторів росту рослин із пестицидами скорочує дозу препаратів на 25–30% без пониження їх захисної ефективності [12–13].

Регулятори росту рослин являють собою природні чи синтетичні органічні речовини, які можуть стимулювати чи навпаки пригнічувати ріст і розвиток рослин, не знижуючи їх. Регулятори росту природного походження – це рослинні гормони, які виробляються у рослинах в невеликих кількостях і є необхідними для життєдіяльності рослин. До них відносяться гібереліни, цитокініни, ауксини та брасиностероїди, що стимулюють ріст і розвиток рослин. [14].

Синтетичні регулятори росту із антигібереліновою дією широко використовуються як ретарданти. Це речовини, які уповільнюють ріст рослин догори, зміцнюючи при цьому стебло, і особливо важливі для запобігання виляганню зернових культур, особливо в умовах перезволоження. Найважливішими із них є хлормек-

ватхлорид, мепікватхлорид і етефон, що використовуються для обробки зернових культур [15, 16].

В зв'язку із впровадженням у виробництво найсучасніших регуляторів росту, біопрепаратів та нових продуктивних гібридів сояшнику, вплив цих технологічних факторів на процеси листкоутворення, коренеутворення і формування врожайності вивчено недостатньо [17–19].

Вирішення зазначеної проблеми полягає у оптимізації продуктивності сояшнику шляхом впровадження біологічних регуляторів росту (Вимпел К–2, Регоплант, Трептолем та Церон) у технологіях вирощування сояшнику [20, 21]. Препарати забезпечують посилений розвиток кореневої системи і ріст активності клітинного дихання, стабілізують корисну мікрофлору ґрунту, підвищують ефективність пестицидів і, як наслідок, збільшують врожайність сояшнику. Однак дані про вплив різних регуляторів росту рослин на сояшник є нечисленними і часто суперечливими.

Мета. Вивчити вплив різних регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток та продуктивність різностиглих гібридів сояшнику в степових умовах України. Визначити найбільш раціональні регулятори росту під сояшник, що забезпечують стійкість до хвороб і негативних факторів середовища, а також сприятимуть оптимальному росту та розвитку рослин і отриманню стабільно високих урожаїв сояшнику.

Матеріали та методика досліджень. Польові експерименти були сплановані та проведені відповідно до загальноприйнятих дослідницьких методологій [22, 23]. Експериментальна робота проводилась у 2019–2021 рр. на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету в 5 – пільній сівозміні чистий пар – озима пшениця – кукурудза – ячмінь ярий – сояшник з метою вивчення ефективності передових елементів технології вирощування польових культур. Технологія вирощування сояшнику була загальноприйнятною для степової зони. Основний обробіток ґрунту проводили важкою бороною БДВ–3 глибиною 8,0–10,0 см у два сліди відповідно до розвитку бур'янів. Оранку проводили у жовтні полицевим плугом ПО–3–35 глибиною 20–22 см.

Під час передпосівної культивувації було внесено ґрунтовий гербіцид на основі ацетохлору 900 г/л – 2,5 л/га і мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$. Посів проводився сівалкою GREAT PLAINS PD8070 із нормою висіву 55000 насінин на гектар. В досліді висівали вітчизняні гібриди кукурудзи різної групи стиглості, а саме середньостиглий гібрид SY Курава, середньоранній гібрид Sumiko HTS та середньопізній гібрид Subago HTS.

На фоні зазначених гібридів було закладено внесення чотирьох варіантів регуляторів росту рослин:

1. Контроль (без застосування препаратів);
2. Вимпел К–2 – 0,70 л/га;
3. Архітект – 0,50 л/га;
4. Церон – 0,50 л/га.

Внесення стимуляторів росту проводили в фазу 6–8 пар листків сояшника.

Вимпел К–2 – стимулятор, який підвищує стійкість сояшнику до стресів, таких як холод, посуха та хво-

роби, сприяє проростанню насіння, росту коренів і пагонів та збільшує врожайність. Препарат активує синтез АТФ сприяючи клітинному диханню і поглинанню кисню клітинами. Швидкість споживання кисню мітохондріями збільшується у десятки разів. Це прискорює всі метаболічні процеси, такі як збільшення енергії проростання на 5–8% і прискорення росту проростків, що дозволяє сформувати необхідну густоту рослин. Рослини формують більше біомаси, адже пришивиджується розвиток коренів та вегетативної маси рослини, а це в свою чергу призводить до підвищення посухостійкості на 25–30%.

Архітект (діючі речовини: піраклостробін, прогексадіон кальцію, мепікват–хлорид). Зазначений препарат оптимізує структуру габітусу рослин та полегшує транспорт і поглинання елементів живлення та води. Морфологічний регулятор та фунгіцид, що використовує генетичний потенціал сояшника. Препарат також має фунгіцидну дію проти альтернаріозу, іржі, септоріозу, фомопсису та склеротиніозу. Підвищує посухостійкість і стійкість до високих температур.

Церон (етефон 480,0 г/л) – препарат, який швидко проникає в рослини і сприяє біосинтезу етилену в тканинах рослин. Етилен сприяє синтезу твердих речовин (лігніну, целюлози). Це змінює динаміку накопичення біомаси сояшнику, співвідношення маси насіння до вегетативної маси та збільшення врожайності; Церон унеможливує вилягання сояшнику, стимулює ростові процеси кореневої системи і забезпечує сприятливі умови під час збирання врожаю і збільшення врожайності.

Застосовували сучасні польові методи для комплексного вивчення впливу стимуляторів на ріст та розвиток сояшнику, сучасні польові методи вивчення взаємодії об'єкта дослідження з агротехнічними факторами та кліматичними умовами, морфофізіологічні методи для обліку біометричних параметрів сояшнику і аналізу різних гібридів для визначення господарсько-цінних ознак а також вимірювально-вагові методи для обліку продуктивності насіння та врожайності; лабораторні методи щодо визначення якості насіння і вмісту жиру, а також аналітичні і математично-статистичні методи дослідження для дисперсійного аналізу.

Лінійний ріст рослин відстежували шляхом вимірювання висоти рослин на ключових етапах; довжину десяти рослин вимірювали в п'яти повтореннях [22, 23].

Динаміка росту. Висоту стебла, кількість листків та площу вимірювали на 100 рослинах, спеціально виділених для цього, після чого розраховували середнє арифметичне значення дослідних варіантів.

Площа листового апарату. Вимірювання проводилося контурним методом (методом відбитків) у період цвітіння сояшника.

Вміст хлорофілу. Вміст хлорофілу у листках кукурудзи вимірювали в одиницях SPAD за допомогою приладу SPAD–502 Plus. [24].

Елементи структури врожаю. Так, діаметр кошика, кількість насінин в кошику і масу 1000 насінин вимірювали за загальноприйнятими методами [22, 23].

Облік урожаю сояшнику виконували методом прямого обмолоту комбайном Sampo 500. Після встанов-

лення засміченості та вологості насіння врожай перераховували на 100% чистоту та 8% вологість.

Основні технологічні показники якості. Визначали вміст олії у насінні за загальноприйнятими діючими державними стандартами. Якість насіння оцінювали за вмістом олії згідно з технічними умовами ДСТУ 3768–2009.

Математичну обробку даних польового експерименту для визначення достовірності відмінностей проводили із використанням комп'ютерних програм [22, 23].

Ґрунти дослідної ділянки, яка розміщена в Національному науковому центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету представлені переважно чорноземами звичайними мало гумусними середньо суглинковими. Гумусовий шар ґрунту має потужність 38,0–43,0 см, вміст гумусу у орному шарі 0–30 см становить 3,60 %, а у шарі 20–40 см – 3,32 %. Вибрані основи представлені переважно кальцієм – 20,3 мг/екв на 100 г ґрунту та магнієм – 7,7 мг/екв. Насиченість ґрунту основами становить 94,2%. Тому реакція ґрунтового розчину наближається до нейтральної (рН 6,7–6,9). Загальний вміст поживних речовин у верхньому шарі ґрунту становить: загального азоту 0,16–0,18, фосфору 0,12–0,15, калію 2,1–2,5%, рухомого фосфору (за Чириковим) 9,0–10,0, а обмінного калію (за Масловою) 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту.

Клімат зони проведення досліджень помірно-континентальний, зі змінною погодою із року в рік. Середньорічна температура становить 9,7 °С, з відхиленнями від 8,5 °С до 10,9 °С в залежності від року. Середньорічна кількість опадів становить 510,0 мм, з діапазоном від 421,7 мм до 833,7 мм. Більшість з них (69 % від загальної річної кількості опадів) випадає в теплу пору року (квітень–жовтень) та значною мірою витрачається при випаровування та на стік, внаслідок випадання зливових опадів на хвилястому рельєфі місцевості.

В останні десятиліття у світі, особливо в Україні, відбуваються значні агрометеорологічні зміни у бік потепління клімату [13].

Загалом умови погоди за досліджуваний період можна оцінити як сприятливі для вирощування соняшнику, за винятком літнього періоду 2020 року, коли спостерігалася посуха з ГТК 0,7 в період найбільшого водоспоживання рослин (червень–липень). Водночас у 2019 р. він становив 0,80, а у 2021 р. – 0,90, ГТК нижче 0,7 свідчить про наявність ґрунтової і повітряної посухи, що негативно впливає на формування та виповненість насіння соняшнику.

Результати досліджень. Регулятори росту рослин на соняшнику мали прямий чи опосередкований вплив на біометричні параметри (висота рослини, площа листя, діаметр кошиків, кількість насінин у кошиках тощо), а також на масу 1000 насінин, врожайність і якість насіння. Висота рослин соняшнику дещо змінювалася під впливом застосування регуляторів росту. Церон мав найбільший вплив на висоту рослин серед усіх гібридів соняшнику, тобто тут спостерігалася мінімальна висота рослин 197,0–205,0 см, оскільки препарат пригнічував і посилював ріст довжини стебла. Гірші результати показав препарат Вимпел К–2, висота рослин становила

206,0–210,0 см, що пояснюється його застосуванням на всіх гібридах (рис. 1).

Зниження висоти соняшнику має багато переваг у технологіях його вирощування. А саме, це зменшує вразливість стебла від шкідників, збільшує площу листової поверхні і діаметр кошика, покращує роботу самохідних обприскувачів з високим кліренсом.

Після застосування препаратів площа листової поверхні, найбільшою була у рослин після застосування регулятора Церон, який збільшував її площу з 70,90 до 78,10 тис. м²/га, що на 5,50–10,20 % більше, а ніж на контролі, а найменший вплив мав Вимпел К–2 – 70,80 до 75,40 тис. м²/га.

Регулятори росту позитивно впливали на вміст хлорофілу у листках соняшнику, який збільшувався на 3,70–7,0 % порівняно із контролем. Листя соняшника було візуально більш темно-зеленого кольору порівняно із контролем, що вказує на збільшення вмісту хлорофілу у листках. Вплив регуляторів росту на вміст хлорофілу показано на рисунку 2.

По вмісту хлорофілу у листках різні гібриди соняшнику дещо відрізнялися, зокрема гібрид Subaro HTS (середньопізній) мав 2266,0–2350,0 мг/г сирової маси хлорофілу та переважав гібрид Sumico HTS (середньоранній) із вмістом хлорофілу 2166,0–2335,0 мг/г сирової маси на 25,0–100,0 мг/г, або 2,0–4,4%. Збільшення вмісту хлорофілу при застосуванні регуляторів росту відбувалося також за рахунок фракції «а», причому співвідношення фракцій «а» і «в» коливалося від 2,35 – 2,44:1,0.

Збільшення площі листової поверхні та вмісту хлорофілу мало позитивний вплив на формування кошиків. Так, у всіх гібридів, оброблених регуляторами росту, діаметр кошика був прямо пропорційний площі листової поверхні і вмісту хлорофілу, зокрема діаметр збільшувався на 23,0–26,0 см (на 11,6–30,5 % більше, а ніж на контролі) у варіанті препарату Церон та на 20,0–25,0 см (на 8,1 20,1% більше) у варіанті препарату Архітект (рис. 3).

Саме збільшення діаметру кошика сприяє зростанню кількості насінин у кошику та підвищенню його врожайності за умови хорошого і достатнього живлення рослин. Найменший діаметр кошика спостерігався при застосуванні Вимпел К–2 – 20,0–25,0 см (або збільшення на 1,1–8,1 % порівняно із контролем).

Усі регулятори росту рослин не мали суттєвого впливу на міжфазну тривалість вегетації соняшнику, лише незначна тенденція до скорочення періоду вегетації на один–два дні при застосуванні зазначених препаратів.

Кількість насіння в кошику залежала від кількості використаного стимулятора росту рослин. Максимальну кількість насінин було отримано на варіантах, де обприскували Цероном – від 863,0 до 926,0 насінин, що на 3,40–5,60 % вище контролю; використання Вимпелу К–2 (0,7 л/га) дало мінімальний результат – 828,60–927,60 насінин, що лише на 2,30–3,30 % більше, а ніж в контролі (табл. 1).

Маса 1000 насінин соняшнику була вищою у випадках, де препарат Архітект вносився до варіантів середньоранніх та середньопізніх гібридів, коливаючись від

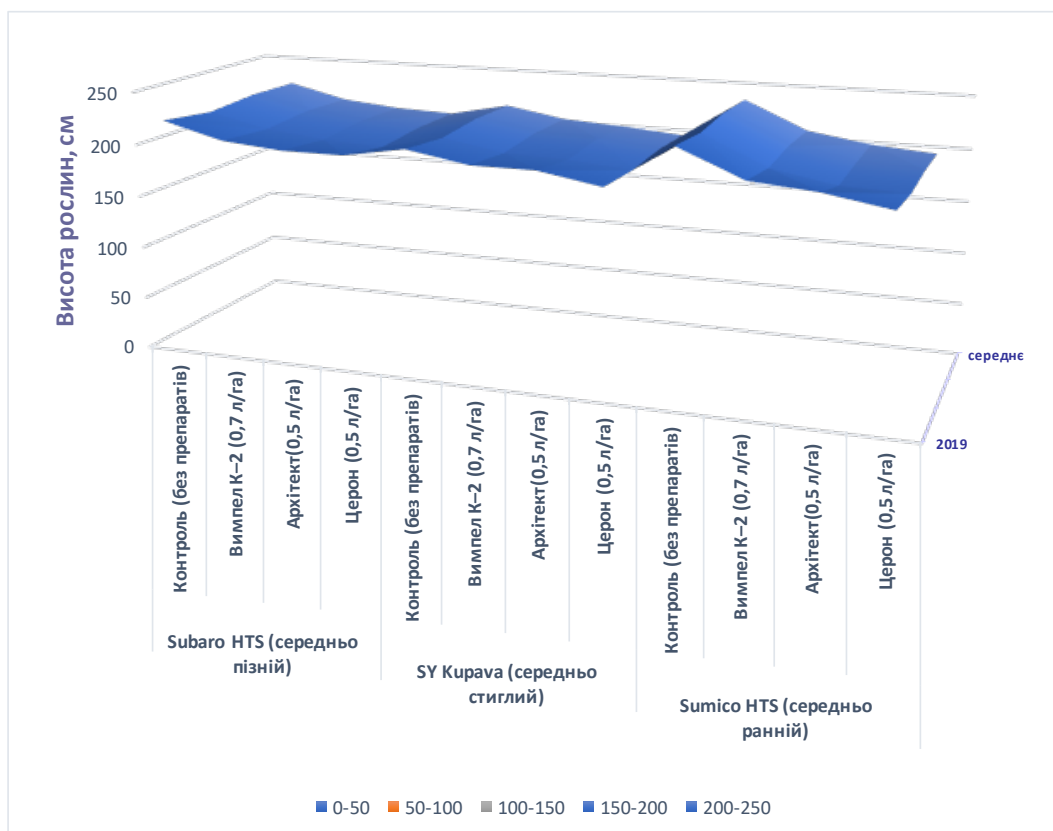


Рис. 1. Висота соняшнику під впливом регуляторів росту в середньому за 2019–2021 рр.

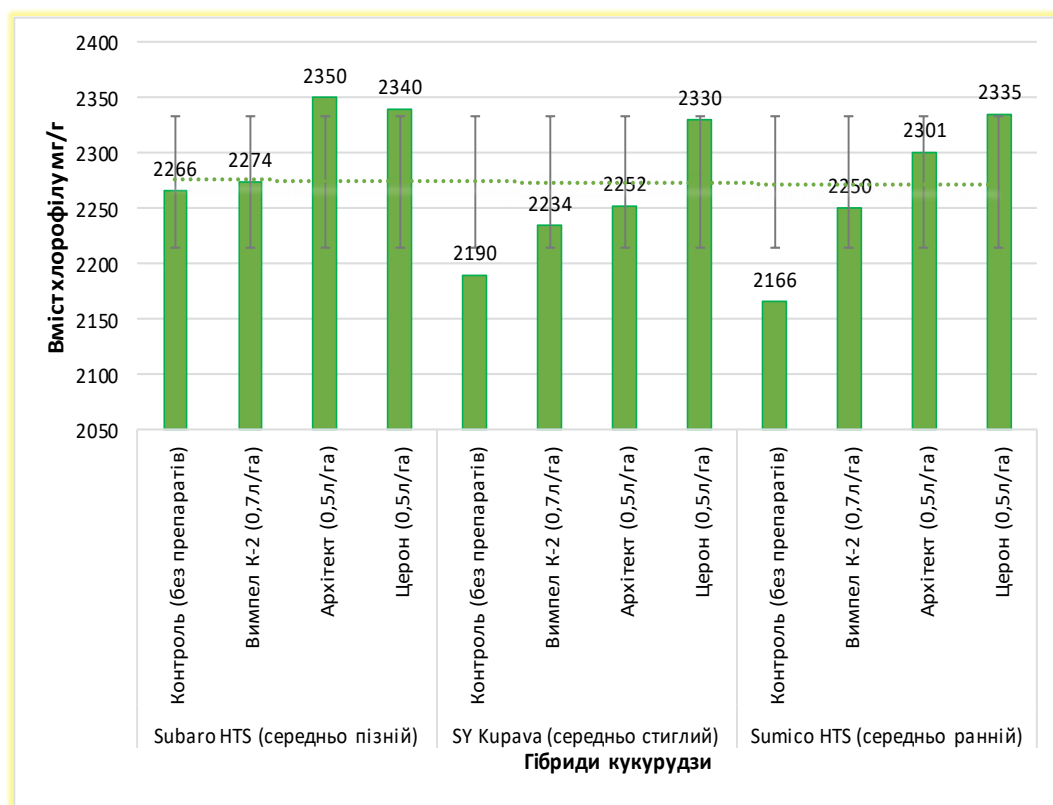


Рис. 2. Вплив регуляторів росту на вміст хлорофілу у листках рослин соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

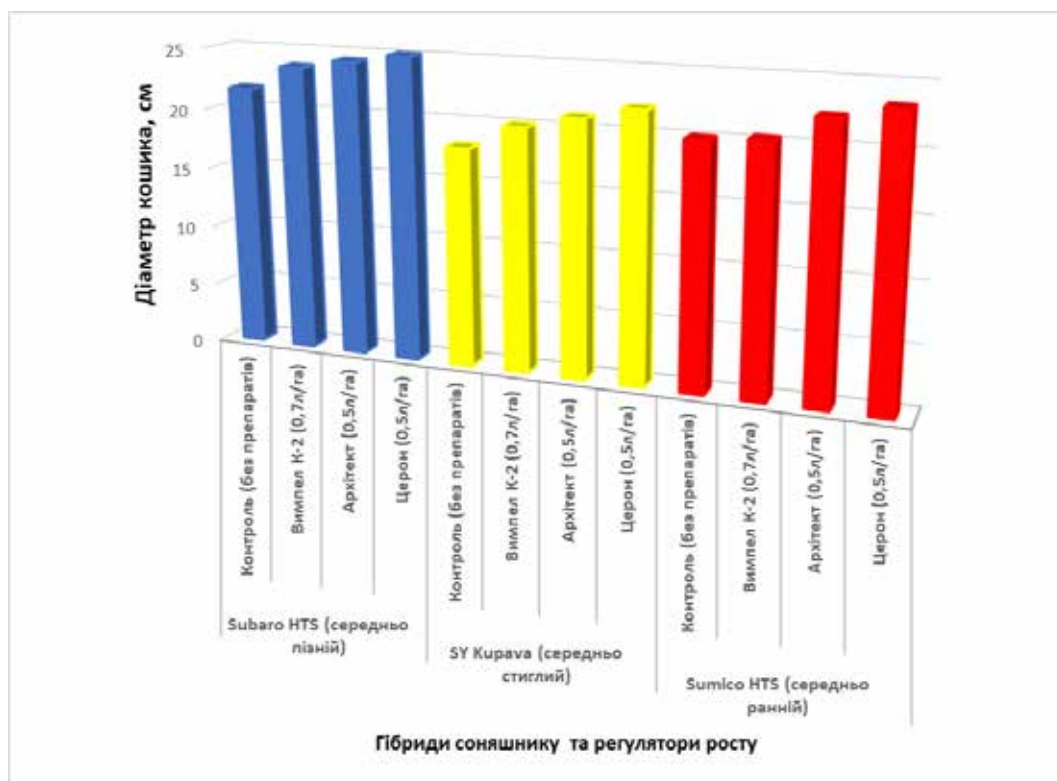


Рис. 3. Вплив регуляторів росту на зміну діаметра кошика у середньому за 2019–2021 рр.

Таблиця 1

Кількість насінин у кошику під впливом регуляторів росту рослин у середньому за 2019–2021 рр., шт.

Гібрид	Стимулятор росту	Насінин в кошику, шт.
Середньопізній гібрид Subaro HTS	Контроль (без застосування препаратів)	886,60
	Вимпел К-2 – 0,70 л/га	927,60
	Архітект – 0,50 л/га	942,60
	Церон – 0,50 л/га	943,30
Середньостиглий гібрид SY Кирава	Контроль (без застосування препаратів)	835,10
	Вимпел К-2 – 0,70 л/га	907,60
	Архітект – 0,50 л/га	917,60
	Церон – 0,50 л/га	925,30
Середньоранній гібрид Sumico HTS	Контроль (без застосування препаратів)	805,60
	Вимпел К-2 – 0,70 л/га	828,60
	Архітект – 0,50 л/га	836,30
	Церон – 0,50 л/га	863,10
НІР _{0,5} , см		36,70

54,1 до 60,1 г. У той час як препарат Церон показав найкращі результати для середньопізніх гібридів, забезпечуючи масу 1000 насінин від 51,2 до 57,1 г. Важливо відзначити, що маса 1000 насінин соняшнику більше залежала від конкретного гібриду і кількості внесених добрив, а менше від використання стимуляторів росту рослин. Таким чином, максимальна маса 1000 насінин спостерігалася у середньораннього гібрида Sumico HTS (54,1–60,1 г), тоді як найменша зафіксована у середньо пізнього Subaro HTS (51,2–55,2 г), що можна пояснити біологічними особливостями кожного гібриду (рис. 4).

Використання регуляторів росту рослин в посівах соняшнику сприяло значному підвищенню врожайності культури в межах від 1,05 до 1,17 разів. У 2020 році, середній рівень врожайності насіння був знижений через несприятливі погодні умови періоду вегетації, що було викликано посушливими умовами.

Препарат Церон (0,50 л/га) забезпечував найбільшу прибавку в урожайності зерна у всіх гібридів, становлячи 0,220–0,270 тон на гектар, що еквівалентно 13,50–14,80 % зростання в порівнянні із контрольним.

Мінімальне збільшення врожайності від застосування регуляторів росту рослин відзначалося у випадку

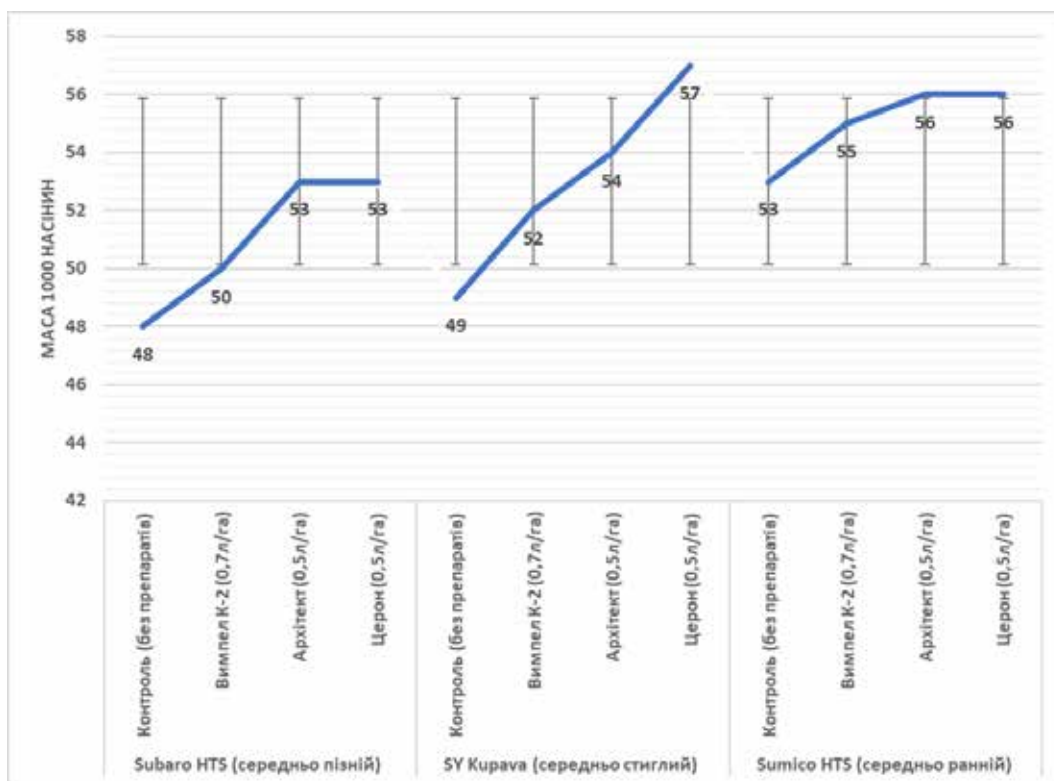


Рис. 4. Вплив регуляторів росту рослин на масу 1000 насінин соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

Таблиця 2

Урожайність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин у середньому за 2019–2021 рр., т/га

Гібрид	Стимулятор росту	Урожайність, т/га
Середньопізній гібрид Subaro HTS	Контроль (без застосування препаратів)	1,59
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,67
	Архітект – 0,50 л/га	1,81
	Церон – 0,50 л/га	1,84
Середньостиглий гібрид SY Курава	Контроль (без застосування препаратів)	1,59
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,68
	Архітект – 0,50 л/га	1,71
	Церон – 0,50 л/га	1,86
Середньоранній гібрид Sumico HTS	Контроль (без застосування препаратів)	1,26
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,39
	Архітект – 0,50 л/га	1,46
	Церон – 0,50 л/га	1,48
НІР _{0,5} , т/га		0,05

препарату Вимпел К–2 (0,70 л/га) – від 0,080 до 0,270 тон на гектар, що становило 4,7–14,5 % зростання порівняно із контролем.

Препарат Архітект мав проміжне положення між ефективністю препаратів Церон та Вимпел К–2 (табл. 2). Загалом, застосування регуляторів росту рослин виявилось важливим фактором для підвищення урожайності соняшнику, особливо у негативних погодних умовах

Використання регуляторів росту рослин виявило певний вплив на характеристику якості насіння соняшнику, зокрема і на показники олійності. Спостерігалася

виразна тенденція до підвищення вмісту олії порівняно із контрольною ділянкою. Найбільше позитивного впливу на олійність виявлено на ділянках, де були використані препарати Церон (0,50 л/га) і Архітект (0,50 л/га), і вони показали зростання від 3 до 8 відсоткових пунктів. Застосування Вимпел К–2 (0,70 л/га) сприяло лише невеликому підвищенню олійності, і це збільшення становило лише 1–3 відсоткових пункти (рис. 5).

Ці результати вказують на потенційні переваги використання конкретних стимуляторів росту рослин для покращення якості насіння соняшнику і збільшення його олійності.

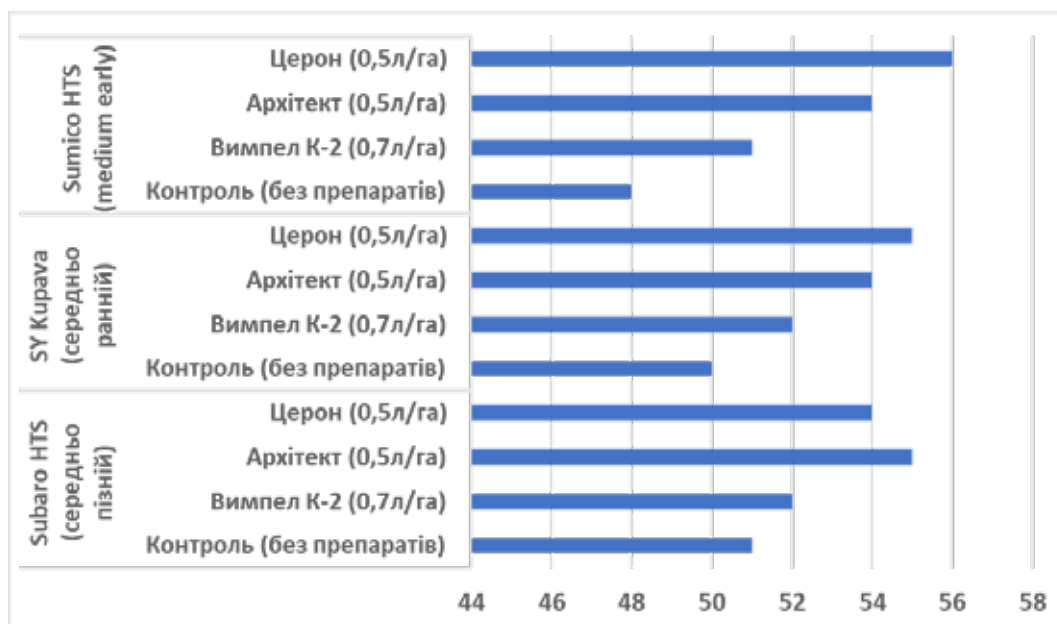


Рис. 5. Вміст олії в насінні соняшнику залежно від застосування регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр.

Висновки:

1. Застосування регулятора росту Церон (0,50 л/га) сприяло формуванню максимальної площі листової поверхні у соняшнику в межах 70,90–78,10 тис. м²/га, або на 5,50–10,20 % порівняно з контролем.

2. Рослини соняшнику, які обробляли препаратом Церон, відзначалися найбільшим діаметром кошика, який становив 23–26 см. Це перевищувало контрольні значення на 11,5–30,4%. Тут також реєструвалася максимальна кількість насінини в кожному кошику – 8630–925,30 шт., що перевищує контроль на 3,40–5,60 %.

3. Виявлено, що середньо ранній гібрид Sumico HTS мав найбільшу масу 1000 насінин, яка становила 54–60 г, а середньо пізній гібрид Subaro HTS мав найменшу масу від 51 до 55 г, що пояснюється їхніми біологічними особливостями.

4. Використання регуляторів росту рослин призвело до підвищення рівня врожайності соняшнику на 1,05–1,17 рази. Зокрема, препарат Церон (0,50 л/га) сприяв найбільшому приросту зерна по всіх гібридах – 0,220–0,270 т/га, що становить 13,5–14,8%.

5. Застосування рістрегулюючих препаратів, таких як Церон (0,50 л/га) і Архітект (0,50 л/га), сприяло збільшенню вмісту олії у насінні соняшнику на 3,0–8,0 та 4,0–6,0 відсоткових пунктів відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
2. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivan'ko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A. A., & Shupranova, L. V. Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions

of climate change in the steppe Dnieper region. *Biosystems Diversity*. 2017. 25(1), P. 52–59.

3. Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Ya. V., Shevchenko, A. M., Derevenets Shevchenko E. A. Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(1), P. 487–497.
4. Abobaker, A. M.; Bound, S. A.; Swarts, N. D.; Barry, K. M. Effect of fertiliser type and mycorrhizal inoculation on growth and development of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Rhizosphere*. 2018. v. 6, P. 11–19.
5. Tkalic Yuriy, Tkalic Igor, Tsyliuryk Oleksandr, Masliiov Sergiy. Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian steppe. *Agriculture & Forestry, Podgorica*. 2019. Vol. 65 Issue 3. P. 105–114.
6. Єременко О.А. Вплив обробки рослин соняшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 2 (56). т. 1. С. 126-135.
7. Di Filippo–Herrera, D. A.; Muñoz–Ochoa, M.; Hernández–Herrera, R. M.; Hernández–Carmona, G. Biostimulant activity of individual and blended seaweed extracts on the germination and growth of the mung bean. *J. Appl. Phycol*. 2019. 31. P. 2025–2037.
8. Циліурік О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., Остапчук Я. В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному степу України. *Зернові культури*. 2022. Том 6. № 1. С. 69–81
9. Li Chena, Wei–fang Hub, Chan Long, Dan Wang. Exogenous plant growth regulator alleviate the adverse effects of U and Cd stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and improve the efficacy of U and Cd remediation. *Chemosphere*, January 2021. Volume 262,
10. Caruso, G.; De Pascale, S.; Cozzolino, E.; Giordano, M.; El–Nakhel, C.; Cuciniello, A.; Cenvinzo, V.; Colla, G.; Roupheal, Y. Protein Hydrolysate or Plant Extract–based Biostimulants Enhanced Yield and Quality

- Performances of Greenhouse Perennial Wall Rocket Grown in Different Seasons. *Plants* 2019. 8. P. 208.
11. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Домарацький О.О., Капліна А.І., Корбутяк О.П. Вплив біофунгіцидів, стимуляторів росту та їх комбінацій на водоспоживання соняшника в незрошуваних умовах зони Степу. *Подільський вісник*. 2023. № 33. С. 33-41.
 12. Domaratskyi Yevhenii, Kaplina Anastasia, Kozlova Olga, Koval Nonna, Dobrovolskyi Andrii. Economic justification for the use of biological fungicides and plant growth stimulants for growing sunflower. *Independent journal of management & production (IJM&P)*. 2020. v. 11. P. 9
 13. Каленська С. М., Риженко А. С. Evaluation weather conditions for growing sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the northern part of the Left-bank Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*. 2020. No. 2. Vol. 16
 14. Islam, M. T.; Ckurshumova, W.; Fefer, M.; Liu, J.; Uddin, W.; Rosa, C. A Plant Based Modified Biostimulant (Copper Chlorophyllin), Mediates Defense Response in *Arabidopsis thaliana* under Salinity Stress. *Plants*. 2021. 10. P. 625.
 15. Spitzer T., Bílovský J., Kazda J. Effect of using selected growth regulators to reduce sunflower stand height. *Plant Soil Environ*. 2018. 64. P. 324–329.
 16. Sethy H, and Patra S.K., and Mohanty C.R., Effect of Plant Growth Regulators on Growth and Flowering of Ornamental Sunflower. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR) ISSN(P)*. 2016. Vol. 6, Issue 3, P. 561–568.
 17. Akuaku, Jones, Melnyk, Andrii, Zherdetska Svitlana, Melnyk, Tetiana, Surgan, Oksana, Makarchuk, Anton. Yield and quality of confectionery sunflower seeds as affected by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific papers-series agronomy*. 2020. Том: 63. Випуск: 1. С. 155–165.
 18. Melnyk Andrii, Akuaku Jones, Trotsenko Vladimir, Melnyk Tetiana, Makarchuk Anton. Productivity and quality of high-oleic sunflower seeds as influenced by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Agrolife scientific journal*. 2019. Том: 8. № 1. С. 167–174
 19. Baylis A. D., Dicks J. W. Investigations into the use of plant-growth regulators in oil-seed sunflower (*Helianthus-Annuus* L). *Husbandry journal of agricultural science*. 2020. Том: 100. С. 723–730.
 20. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*. 2022. 5(1). P. 27–34.
 21. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., Ostapchuk, Y.V., Chornobai, V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (3). P. 106-116.
 22. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько, С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
 23. Steel R. D., Torrie J. H., Dickey D. Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York. *McGraw-Hills Book*. 1997. 466 p.
 24. Bazaliy, V. V., Domaratsky, E. A., Dobrovolsky, A. V. Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*. 2016. 4 (92). P. 77 – 84

REFERENCES:

1. Honcharuk, I.V., Kovalchuk, S.Ia., Tsytsiura, Ya.H., Lutkovska, S.M. (2020). Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. [Dynamic processes of organic production development in Ukraine]. Vinnytsia: TOV «TVORY». 478 s. [in Ukrainian].
2. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivanko, I. A., Matyukha, V.L., Kravets, S.S., Didur, O.O., Alexeyeva, A.A., & Shupranova, L. V. (2017). Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. *Biosystems Diversity*. 25(1). 52–59.
3. Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Ya. V., Shevchenko, A.M., Derevenets Shevchenko E.A. (2018). Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 8(1). 487– 497.
4. Abobaker, A. M., Bound, S. A., Swarts, N. D. Barry, K. M. (2018) Effect of fertiliser type and mycorrhizal inoculation on growth and development of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Rhizosphere*. v. 6. P. 11–19.
5. Tkalich Yuriy, Tkalich Igor, Tsyliuryk Oleksandr, Masliiov Sergiy. (2019). Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian steppe. *Agriculture & Forestry. Podgorica*. Vol. 65 Issue 3. P. 105–114.
6. Ieremenko O.A. (2016). Vplyv obrobky roslyn soniashnyku rehuliatoramy rostu na posivni yakosti nasinnia pry yoho zberihanni. [The influence of treating sunflower plants with growth regulators on the sowing qualities of seeds during their storage]. *Visnyk ZhNAEU*. № 2 (56), t.1. S. 126-135. [in Ukrainian].
7. Di Filippo-Herrera, D. A.; Muñoz-Ochoa, M.; Hernández-Herrera, R. M.; Hernández-Carmona, G. (2019). Biostimulant activity of individual and blended seaweed extracts on the germination and growth of the mung bean. *J. Appl. Phycol*. 31. P. 2025–2037.
8. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Yu., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk, Ya. V. (2022). Vplyv rehuliatoriv rostu na rist i rozvytok roslyn soniashnyku v pivnichnomu stepu Ukrainy. [The impact of growth regulators on the growth and development of sunflower plants in the northern steppe of Ukraine]. *Zemovi kultury*. Tom 6. № 1. S. 69–81 [in Ukrainian].
9. Li Chena, Wei-fang Hub, Chan Long, Dan Wang. (2021). Exogenous plant growth regulator alleviate the adverse effects of U and Cd stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and improve the efficacy of U and Cd remediation. *Chemosphere*. Volume 262
10. Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El-Nakhel, C., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Colla, G., Roupheal, Y. (2019). Protein hydrolysate or plant extract-based bio stimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants* 8. P. 208.
11. Domaratskyi, Ye.O., Kozlova, O.P., Domaratskyi, O.O., Kaplina, A.I., Korbutiak, O.P. (2023). Vplyv biofuhnitsydiv,

- stymuliatoriv rostu ta yikh kombinatsii na vodospozhyvannia soniashnyka v nezroshuvanykh umovakh zony stepu. [The influence of biofungicides, growth stimulators, and their combinations on the water consumption of sunflower in non-irrigated conditions in the Steppe zone]. *Podilskyi visnyk*. № 33. S. 33–41. [in Ukrainian].
12. Domaratskyi Yevhenii, Kaplina Anastasia, Kozlova Olga, Koval Nonna, Dobrovolskyi Andrii. (2020). Economic justification for the use of biological fungicides and plant growth stimulants for growing sunflower. *Independent journal of management & production (IJM&P)*. v. 11, P. 9.
 13. Kalenska, S. M., Ryzhenko, A. S. (2020). Evaluation weather conditions for growing sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the northern part of the Left-bank Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*. Vol. 16 No. 2
 14. Islam, M. T., Kurshumova, W., Fefer, M., Liu, J., Uddin, W., Rosa, C. A. (2021). Plant Based Modified Biostimulant (Copper Chlorophyllin). Mediates defense response in *arabidopsis thaliana* under salinity stress. *Plants* 10. P. 625.
 15. Spitzer, T., Bílovský, J., Kazda, J. (2018). Effect of using selected growth regulators to reduce sunflower stand height. *Plant Soil Environ*. 64. P. 324–329.
 16. Sethy, H., Patra, S.K., and Mohanty, C.R., Effect of Plant Growth Regulators on Growth and Flowering of Ornamental Sunflower. (2016). *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*. Vol. 6. Issue 3. P. 561–568.
 17. Akuaku, J, Melnyk, A., Zherdetska, S., Melnyk, T., Surgan, O., Makarchuk, A. (2020). Yield and quality of confectionery sunflower seeds as affected by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific papers series agronomy*. Tom: 63. Vpusk: 1. S. 155–165.
 18. Melnyk A., Akuaku J., Trotsenko V., Melnyk T., Makarchuk A. (2019). Productivity and quality of high-oleic sunflower seeds as influenced by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Agrolife scientific journal*. Tom: 8. № 1. P. 167–174 [in Ukrainian].
 19. Baylis, A. D., Dicks J. W. (2020) Investigations into the use of plant-growth regulators in oil-seed sunflower (*Helianthus-Annus* L). *Husbandry journal of agricultural science*. Tom: 100. S. 723–730.
 20. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk, Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology*. (2022). 5(1). P. 27–34.
 21. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., Ostapchuk, Y.V., Chornobai, V.H. (2021). The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11 (3). P. 106–116.
 22. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dypersiyunny i korelyatsiynny analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvtvi: navch. posib*. [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
 23. Steel, R.D., Torrie, J.H., Dickey, D. (1997). *Principle and procedure of statistics. a biometrical approach*. 3rd. ed. New York: McGraw-Hills Book, 466.
 24. Bazaliy, V. V., Domaratsky, E. A., Dobrovolsky, A. V. (2016) Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*. 4 (92). P. 77 – 84
- Циліорик О.І., Остапчук Я.В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України**
Актуальність. Для компенсації негативних впливів, таких як збільшене техногенне навантаження, погіршення водного та поживного режимів, а також погіршення гумусного стану ґрунту в системі живлення соняшнику слід ширше використовувати, крім звичайних мінеральних і органічних добрив, також мікродобрива й регулятори росту рослин. Завдяки регулюючим механізмам стимуляторів, сприяється зміцненню розвитку листової поверхні, активізації ключових функцій, які є важливими для життєдіяльності соняшнику, таких як мембранні процеси, клітинний поділ, дихання та живлення, функціонування ферментних систем, фотосинтез. Результатом такого впливу є формування розгалуженої кореневої системи з підвищеною поглинальною здатністю. **Головна мета.** Основною метою цього дослідження було вивчення впливу різних регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток і продуктивність різностиглих гібридів соняшнику в умовах Північного Степу України. Крім того, нашою метою було визначити найбільш оптимальні стимулятори росту в посівах соняшнику, які сприяють стійкості до хвороб та негативних факторів навколишнього середовища, забезпечують оптимальний ріст та розвиток рослин, сприяючи отриманню високих та стабільних урожаїв. **Методи.** Проведення та організацію польових досліджень здійснювали відповідно із загальноприйнятими методиками в науці. Експериментальна частина дослідження виконувалась протягом 2018–2020 років на науково-дослідному полі Національного наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Дослідження велися в умовах стаціонарного дослідження кафедри рослинництва в межах п'ятипольної сівозміни: чистий пар – озима пшениця – кукурудза – ячмінь – соняшник. Основна мета була вивчення ефективності сучасних технологій вирощування зернових, зернобобових та олійних культур. **Результати та висновки.** На основі проведених наукових досліджень встановлено, що використання стимулятора росту Церон (0,5 л/га) забезпечувало формування максимальної площі листового апарату соняшнику, що становило 70,90–78,10 тис. м²/га, або більше на 5,5–10,2% порівняно з контролем. Рослини соняшнику в цьому випадку також відзначалися найбільшим діаметром кошика (23–26 см), що перевищувало контроль на 11,5–30,4%, та максимальною кількістю насінин у кошику (863,0–925,30 шт.), що було більше на 3,40–5,60 %. Вага 1000 насінин коливалася, була найбільшою для середньо раннього гібриду Sumico HTS (54,0–60,0 г) і найменшою для середньо пізнього гібриду Subaro HTS (51,0–55,0 г). Використання стимуляторів росту також позитивно вплинуло на рівень врожайності соняшнику, забезпечивши зростання до 1,7 рази. Препарат Церон (0,50 л/га) виявився найбільш ефективним, забезпечивши прирост в зерні від 0,160 до 0,750 т/га, що відповідає 8,20–43,30 %. Використання рістрегулюючих препаратів, таких як Церон (0,50 л/га)

та Архітект (0,50 л/га), також сприяло зростанню вмісту олії, відповідно, на 3–8 процентних пунктів.

Ключові слова: гібриди соняшнику, стимулятори росту, листкова поверхня, хлорофіл, врожайність, якість насіння

Tsyliuryk O.I., Ostapchuk Ya.V. Plant growth regulators in sunflower crops of Northern Steppes of Ukraine

Relevance. To offset negative influences such as increased technological load, deterioration of water and nutrient regimes, as well as soil humus degradation in sunflower nutrition systems, it is advisable to utilize a broader range of elements, including micro-fertilizers and plant growth regulators, in addition to conventional mineral and organic fertilizers. The regulatory mechanisms of stimulants contribute to strengthening the development of leaf surfaces, activating key functions essential for the sunflower's vital processes, such as membrane processes, cell division, respiration, nutrition, enzymatic system functioning, and photosynthesis. The result of such influence is the formation of a branched root system with enhanced absorptive capacity. **Primary Objective.** The main objective of this research was to study the impact of various growth regulators on morphogenesis, growth, development, and productivity of different maturity group sunflower hybrids in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. Additionally, our goal was to identify the most optimal growth stimulants in sunflower crops, promoting resilience to diseases and environmental adversities, ensuring optimal plant growth and development, and contributing to obtaining high and consistent oilseed yields. **Methods.** The conduct

and organization of field studies were in accordance with widely accepted scientific methodologies. The experimental phase of the research took place from 2018 to 2020 at the scientific research field of the National Scientific Center of DniprovskAgrarian and Economic University. The experiments were conducted within the framework of a stationary rotation of crops, including fallow – winter wheat – maize – barley – sunflower. The main objective was to study the effectiveness of modern technologies in cultivating cereals, legumes, and oil crops. **Results and findings.** Based on the conducted scientific research, it was determined that the use of the growth stimulator Ceron (0.5 l/ha) ensured the formation of the maximum leaf area for sunflowers, amounting to 70,900–78,100 thousand m²/ha, or more by 5.5–10.2% compared to the control. Sunflower plants in this case also exhibited the largest head diameter (23–26 cm), surpassing the control by 11.5–30.4%, and the maximum number of seeds per head (863.0–925.3 units), which was higher by 3.4–5.6%. The weight of 1000 seeds varied, being the highest for the medium-early hybrid Sumico HTS (54.0–60.0 g) and the lowest for the medium-late hybrid Subaru HTS (51.0–55.0 g). The use of growth stimulators also positively influenced the level of sunflower yield, providing an increase of up to 1.7 times. The Ceron preparation (0.5 l/ha) proved to be the most effective, ensuring an additional grain yield from 0.160 to 0.750 t/ha, corresponding to 8.2–43.3%. The use of regulatory preparations such as Ceron (0.5 l/ha) and Architect (0.5 l/ha) also contributed to an increase in oil content, respectively, by 3–8 percentage points.

Key words: sunflower hybrids, growth stimulators, leaf surface, chlorophyll, yield, seed quality.