

УДК 631.53.02:633.15:633.854.78(477.63)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.13>

ІНКРУСТАЦІЯ НАСІННЯ ЯК ФАКТОР РЕГУЛЮВАННЯ СХОЖОСТІ ТА УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ І СОНЯШНИКА В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ

Ткаліч Ю.І. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-2208-0163

Козечко В.І. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-2284-2383

Шевченко С.М. – д.с.-г.н., с.н.с.,
доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-1666-3672

Бондаренко А.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,
в.о. зав. лаб. маркетингових та економічних досліджень,
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-2060-9879

У сучасних умовах агровиробництва, особливо в степовій зоні України, важливим завданням є забезпечення високої та стабільної урожайності сільськогосподарських культур за мінімальних витрат ресурсів і збереження родючості ґрунтів. За останнє десятиліття істотне скорочення обсягів внесення мінеральних добрив у цьому регіоні призвело до зниження вмісту поживних речовин у ґрунтах, що негативно вплинуло на продуктивність таких стратегічно важливих культур, як кукурудза і соняшник. У таких умовах особливої актуальності набувають технології, спрямовані на стимулювання фізіолого-біохімічних процесів росту рослин, зокрема через передпосівну обробку насіння. Одним із перспективних напрямів є використання біостимуляторів росту – препаратів, здатних активізувати обмін речовин у насінні, покращувати польову схожість, підвищувати стійкість до несприятливих чинників середовища й забезпечувати формування високопродуктивних агроценозів. Метою дослідження було оцінити ефективність інкрустації насіння кукурудзи та соняшника біостимулювальними препаратами залежно від строків сівби в умовах Степу України. Польові дослідження проводили у 2021–2023 рр. на чорноземах звичайних малогумусних. Варіанти досліду охоплювали ранній та оптимальний строки сівби. Встановлено, що застосування біостимуляторів істотно підвищувало як польову схожість, так і врожайність досліджуваних культур. Максимальні показники схожості (92 % для кукурудзи та 82 % для соняшника) зафіксовано у варіанті з обробкою НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т. Найвищу врожайність кукурудзи (10,16 т/га) та соняшника (3,43 т/га) забезпечили комбінації Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т. Більшість препаратів виявились ефективнішими за оптимальних строків сівби, однак окремі варіанти продемонстрували високу адаптогенну здатність і за раннього висіву. Отримані результати підтверджують доцільність використання полікомпонентних стимуляторів росту для підвищення продуктивності культур у зоні Степу та обґрунтовують необхідність адаптивного підходу до вибору препаратів і строків їх застосування.

Ключові слова: кукурудза, соняшник, інкрустація, біостимулятор, польова схожість, врожайність, строк сівби.

Tkalych Yu.I., Kozechko V.I., Shevchenko S.M., Bondarenko A.S. Seed incrustation as a factor in improving germination and yield of maize and sunflower under conditions of the Steppe zone

In the current context of agricultural production, particularly within the Steppe zone of Ukraine, a major challenge is to ensure high and stable crop yields while minimizing resource inputs and maintaining soil fertility. Over the past decade, a significant reduction in the use of mineral fertilizers in this region has led to the depletion of soil nutrient reserves, negatively affecting the productivity of strategically important crops such as maize and sunflower. These circumstances have increased the relevance of technologies aimed at stimulating the physiological processes of plant development, particularly through pre-sowing seed treatment. One of the most promising approaches is the use of biostimulants – growth-regulating products that activate metabolic processes in seeds, improve field germination, enhance resistance to abiotic stress, and ultimately contribute to the formation of highly productive crops. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of seed incrustation using growth-stimulating products developed by the Ukrainian company “Dolina” depending on the sowing dates of maize and sunflower under the edaphoclimatic conditions of the Ukrainian Steppe. Field trials were conducted over the course of 2021–2023 on typical low-humus chernozem soils. The experimental design included early and optimal sowing dates. It was found that the application of biostimulants significantly improved field germination and yield. The highest germination rates were achieved in the treatment with NIVA-PEG Maxi 5 L/t + Lipogen 200 mL/t (adjuvant) + Vympel-K2 500 mL/t + Sklobytsyd 200 mL/t, reaching 92% for maize and 82% for sunflower. The highest grain yields of maize (10.16 t/ha) and sunflower (3.43 t/ha) were recorded in treatments with Vympel-K2 500 mL/t + Sklobytsyd 200 mL/t, NIVA-PEG Maxi 5 L/t + Fortel 200 mL/t, and other multicomponent combinations. Most biostimulant treatments were more effective under optimal sowing conditions, but several demonstrated considerable adaptogenic properties under early sowing as well. These findings underline the effectiveness of complex growth stimulants in enhancing crop productivity and support the implementation of adaptive management strategies in seed treatment technologies for maize and sunflower in the Steppe zone of Ukraine.

Key words: *maize, sunflower, seed incrustation, biostimulant, field germination, yield, sowing date.*

Постановка проблеми. Одним із найважливіших завдань сучасного сільськогосподарства є підвищення врожайності сільськогосподарських культур при мінімальних витратах ресурсів і збереженні родючості ґрунтів. За останнє десятиліття значне скорочення обсягів внесення мінеральних добрив у степовій зоні України призвело до погіршення балансу поживних речовин у ґрунтах, що негативно позначилося на урожайності таких стратегічно важливих культур, як кукурудза і сояшник. У цих умовах особливого значення набувають технології, спрямовані на стимулювання фізіологічних процесів розвитку рослин, зокрема шляхом обробки насіння перед сівбою.

Серед запропонованих рішень перспективним напрямом є використання спеціальних рістстимулюючих препаратів, які здатні активізувати обмін речовин у насінні, підвищити його польову схожість, покращити стійкість до несприятливих факторів середовища, а в результаті – забезпечити формування високопродуктивних посівів. Однак, ефективність таких препаратів залежить не лише від їхнього складу та дози, а й від строку сівби, погодних умов та агротехнічних прийомів, що зумовлює необхідність їх ретельного дослідження і обґрунтування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

У зв'язку з цим актуальним є питання оцінки ефективності застосування препаратів при інкрустації насіння кукурудзи та сояшника в різні строки сівби, з урахуванням специфіки умов степової зони України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання підвищення продуктивності сояшника і кукурудзи за допомогою передпосівної обробки насіння стимулюючими препаратами активно досліджуються як вітчизняними, так

і зарубіжними вченими. Відомо, що застосування регуляторів росту та мікроелементів здатне позитивно впливати на фізіологічні процеси в рослинах: активізує енергію проростання, покращує стійкість до стресових чинників, підсилює фотосинтетичну активність, що сприяє формуванню більшої біомаси та врожаю [1, 3, 5].

У роботах Ткаліча І.Д., Ткаліча Ю.І., Гирки А.Д. та інших дослідників показано, що використання біостимуляторів у технологіях вирощування кукурудзи і соняшника в умовах зниженого рівня мінерального живлення дозволяє істотно компенсувати дефіцит макро- і мікроелементів у ґрунті [9, 10]. Зокрема, препарати гумінової природи, амінокислотні комплекси, фітогормони, а також синтетичні стимулятори росту демонструють високу ефективність у підвищенні польової схожості, адаптивності рослин і стабільності урожайності за умов стресових погодних коливань.

Зарубіжні автори, зокрема Cardarelli M., Li H. та інші, акцентують увагу на ролі передпосівної біологічної обробки насіння в системах сталого землеробства як ефективному способі підвищення продуктивності культур при обмежених ресурсах. У дослідженнях зазначається, що поєднання мікроелементів і фітогормонів у складі препаратів забезпечує пролонговану дію впродовж вегетації [11–13].

Особливу увагу приділяється вибору оптимальної дози препаратів, строків і методів внесення, а також врахуванню гідротермічних умов, що значною мірою визначають ефективність дії регуляторів росту. Як підкреслюють Бортніка Т.П., Shevchenko S. та інші науковці, ефективність біостимуляторів у польових умовах має регіональну специфіку і вимагає локального обґрунтування на основі експериментальних даних [1, 4, 6–8, 14].

Попри значну кількість наукових публікацій, комплексна оцінка ефективності інкрустації насіння препаратами нового покоління залишається недостатньо висвітленою. Бракує систематичних даних про взаємозв'язок між типом препарату, дозою, строками сівби, погодними умовами року і кінцевими показниками продуктивності. Це зумовлює потребу в продовженні досліджень, зокрема в умовах степової зони України, де дія абіотичних стресів є особливо інтенсивною.

Постановка завдання. Польові дослідження проводили у 2021–2023 роках на науково-дослідному полі навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом звичайним малогумусовим середньосуглинковим з потужністю гумусового горизонту 65–75 см, вмістом гумусу 3,9 %, азоту – 0,19 %, фосфору – 0,14 %, калію – 2,2 %. Агротехніка вирощування кукурудзи та соняшника відповідала зональним рекомендаціям. Попередником кукурудзи була пшениця озима, а соняшника – кукурудза. Оранку проводили на глибину 23–25 см, підготовку ґрунту здійснювали за допомогою весняної культивуації та боронування. Сівбу виконували гібридами занесеними до Реєстру сортів: кукурудзи – Полтава; соняшник – Ліміт [3]. При сівбі локально вносили добрива (N_{30}). Для контролю бур'янів застосовували гербіцид Харнес (2,5 л/га).

Кукурудзу та соняшник висівали у два строки: ранній строк – за температури ґрунту на глибині посіву $+3...+4$ °C; оптимальний строк – за температури ґрунту $+10...+12$ °C.

Насіння соняшника та кукурудзи безпосередньо перед сівбою обробляли розчином рістрегулюючих препаратів відповідно до прийнятої схеми досліду, яка представлена в експериментальних таблицях (1, 2).

Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа однієї ділянки – 28 м². Повторність досліду – триразова. Визначення продуктивності культури здійснювали методами математичної статистики (дисперсійний аналіз) [5].

Метою дослідження було встановити ефективність застосування препаратів при інкрустації насіння кукурудзи та соняшника залежно від строків сівби, з урахуванням особливостей погодних умов вегетаційного періоду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із ключових чинників формування високої та стабільної врожайності кукурудзи є рівень польової схожості насіння, який безпосередньо пов'язаний з інтенсивністю процесу проростання. Забезпечення дружних і рівномірних сходів створює передумови для гармонійного розвитку рослин, спрощує проведення агротехнічних заходів догляду за посівами та полегшує механізоване збирання урожаю, що загалом позитивно впливає на якість та товарність продукції.

Упродовж 2021–2023 років нами було проведено дослідження з вивчення впливу інкрустації насіння різними препаратами на польову схожість кукурудзи та соняшника за різних строків сівби. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Польова схожість насіння кукурудзи і соняшника залежно від інкрустації насіння та різних строків сівби, % (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант обробки насіння	Кукурудза		Соняшник	
	ранній строк	оптимальний строк	ранній строк	оптимальний строк
1	2	3	4	5
Контроль	65	79	64	77
Обробка насіння Вимпел-К 500 мл/т	70	84	73	85
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т	68	78	69	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 4 л/т	69	78	71	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т	77	89	80	89
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 6 л/т	82	90	78	87
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 4 л/т	72	89	74	86
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т	70	82	72	86
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 6 л/т	76	83	77	90
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т.	67	79	69	80
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т	68	79	70	81
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	65	81	69	80

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	68	81	72	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Оракул насіння 1 л/т	66	79	69	81
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 10 мл/т	68	80	70	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 200 мл/т	70	77	72	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	87	87	78	80
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	89	91	80	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач)	80	87	82	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	92	91	81	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т (прилипач-розтікач)	91	91	82	82

Отримані дані свідчать, що польова схожість насіння кукурудзи та соняшника значною мірою залежала як від застосованих препаратів для передпосівної обробки, так і від строку сівби. У варіанті без обробки (контроль) спостерігалось найнижче значення польової схожості: 65–79 % для кукурудзи та 64–77 % для соняшника відповідно до строків сівби.

Застосування біостимуляторів Вимпел-К та Вимпел-К2 сприяло покращенню схожості: у кукурудзи показники зростали до 84 %, у соняшника – до 85 % за оптимального строку. Високі результати продемонстрував препарат НИВА-ПЕГ у нормі 5–6 л/т, що забезпечив 89–90 % схожості у кукурудзи та до 89 % у соняшника.

Комбінації препаратів також мали позитивний вплив. Зокрема, варіант НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т забезпечив максимальну схожість кукурудзи за раннього строку – 92 %, що на 27 % вище за контроль. У соняшника найкращий результат (82 %) спостерігався в кількох варіантах із комплексною обробкою: НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т.

Загалом, результати демонструють, що застосування полікомпонентних схем інкрустації сприяє покращенню польової схожості, особливо за умов ранніх строків сівби, коли дія стресових факторів є більш вираженою.

Дослідження щодо застосування регуляторів росту в технології вирощування кукурудзи та соняшника свідчать, що досягнення максимальної врожайності можливе лише за умови оптимізації факторів життєзабезпечення культури на всіх етапах її органогенезу.

Аналіз отриманих результатів свідчить про суттєвий вплив інкрустації насіння кукурудзи та соняшника на урожайність культури за різних строків сівби (табл. 2). У контрольному варіанті без застосування обробки спостерігалися найнижчі показники врожайності: у кукурудзи – 4,80 т/га за раннього та 6,32 т/га за оптимального строку сівби; у соняшника відповідно – 1,68 і 2,21 т/га.

Таблиця 2

Врожайність кукурудзи на зерно і соняшника залежно від інкрустації насіння та різних строків сівби, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант обробки насіння	Кукурудза		Соняшник	
	ранній строк	оптимальний строк	ранній строк	оптимальний строк
1	2	3	4	5
Контроль	4,80	6,32	1,68	2,21
Обробка насіння Вимпел-К 500 мл/т	6,51	7,60	2,04	2,38
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т	6,27	8,83	1,96	2,74
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 4 л/т	6,35	7,02	1,99	2,21
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т	7,21	9,07	2,23	2,79
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 6 л/т	7,53	9,65	2,31	2,96
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 4 л/т	6,84	8,87	2,07	2,68
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т	6,49	7,74	2,03	2,42
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 6 л/т	7,08	7,74	2,21	2,42
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т.	7,00	8,12	2,19	2,55
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т	5,81	8,83	1,81	2,74
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	5,19	8,77	1,72	2,70
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	6,28	9,60	1,96	2,89

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Оракул насіння 1 л/т	4,87	8,27	1,74	2,50
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 10 мл/т	4,88	8,60	1,69	2,60
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 200 мл/т	5,86	8,86	1,83	2,70
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	8,06	9,86	2,52	3,09
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	8,08	10,16	2,66	3,19
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач)	7,38	9,95	2,30	3,14
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	7,98	9,77	2,81	3,43
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т (прилипач-розтікач)	8,06	9,82	2,78	3,33
НІР ₀₅ , т/га для соняшника: обробка насіння – 0,08–0,10; строки сівби – 0,07–0,09 для кукурудзи: обробка насіння – 0,09–0,11; строки сівби – 0,09–0,10				

Застосування стимуляторів росту та комплексних препаратів дало змогу істотно підвищити врожайність обох культур. Найвищі результати серед окремих препаратів забезпечили комбінації Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т, за яких урожайність кукурудзи досягала 10,16 т/га, а соняшника – 3,33–3,19 т/га за оптимального строку сівби. Особливо ефективними виявились також варіанти із застосуванням НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, де урожайність кукурудзи становила 9,77 т/га, а соняшника – 3,43 т/га, що перевищувало контроль відповідно на 54,6 % і 55,2 %.

Варто відзначити, що більшість препаратів проявили вищу ефективність за оптимального строку сівби, що узгоджується з літературними даними щодо кращої реакції культур на біостимулятори в умовах меншого стресового навантаження. Водночас деякі комбінації засобів дозволяли істотно підвищити продуктивність навіть за раннього строку сівби, що вказує на їх потенціал як адаптогенів при змінних умовах середовища.

Висновки та пропозиції. Польова схожість насіння як кукурудзи, так і соняшника істотно підвищувалася під впливом застосування біостимуляторів, особливо

за умов раннього строку сівби. Максимальні значення схожості кукурудзи (92 %) та соняшника (82 %) були зафіксовані у варіанті з інкрустацією НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, що перевищувало контрольні показники на 27–28 %.

Врожайність кукурудзи та соняшника за всіма варіантами дослідів виявила пряму залежність від рівня польової схожості. Найвищу урожайність кукурудзи (10,16 т/га) та соняшника (3,43 т/га) зафіксовано у варіантах Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т при сівбі у оптимальні строки.

Умови ранньої сівби, що характеризуються нижчими температурами ґрунту, значно посилюють диференціацію між варіантами обробки. Саме за таких умов найвиразніше проявляється ефективність багатокомпонентних схем інкрустації, що дозволяє частково компенсувати негативний вплив стресових факторів середовища.

Проведене дослідження підтверджує доцільність адаптивного підходу до вибору стимуляторів росту та строків сівби з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення технологій вирощування кукурудзи і соняшника у Степу України та розробки практичних рекомендацій для сільгоспвиробників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бортнік Т.П., Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Ковальчук Н.С. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин на біометричні параметри рослин та формування врожайності зерна кукурудзи в умовах Волинської області. Вісник НУВГП. 2019. Вип. 1(85). С. 132–138. <https://doi.org/10.31713/vs1201913>.
2. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Бочевар О. В., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В. Ріст, розвиток і формування урожайності соняшника під впливом регуляторів росту та удобрення. Зернові культури. 2018. 2. № 2, С. 301–308.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с.
4. Заболотна А.В., Заболотний О.І., Розборська Л.В., Жилияк І.Д., Даценко А.А. Вміст пігментів та чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи при використанні регуляторів росту рослин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2022. № 46(4). С. 9–15. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>.
5. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ТОВ «ТВОРИ», 2020. 204 с.
6. Островська А., Гжесіак М.Т., Гура Т. Екзогенне застосування стимуляторів росту покращує стан кукурудзи, підданої ґрунтовій посузі. Acta Physiologiae Plantarum. 2021. № 43. С. 62. <https://doi.org/10.1007/s11738-021-03232-2>.
7. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневого підживлення на кількість качанів у гібридів кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2018. № 8. С. 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808–14.
8. Панко Р. О. Вплив стимуляторів росту на ріст, розвиток та врожайність кукурудзи в умовах Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. № 3. С. 45–52.
9. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. Зернові культури. Том 2. № 1. 2018. С. 44–52.

10. Ткаліч Ю. І., Циліурик О. І., Козечко В. І. Оптимізація застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи північного степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. 4, 20–25.

11. Cardarelli M., Woo S. L., Rouphael Y., Colla G. Seed Treatments with Microorganisms Can Have a Biostimulant Effect by Influencing Germination and Seedling Growth of Crops. Plants. 2022. Vol. 11(3). P. 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>.

12. Li H., Yue H., Li L., Liu Y., Zhang H., Wang J., et al. Seed biostimulant *Bacillus* sp. MGW9 improves the salt tolerance of maize during seed germination. AMB Express 2021. Vol. 11. Article 74. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01237-1>.

13. Mildažienė V., Aleknavičiūtė V., Žūkienė R., Šimonis P., Šatkauskas S., Kurapkienė S., Pauža V. Treatment of common sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds with radio-frequency electromagnetic field and cold plasma induces changes in seed phytohormone balance, seedling development and leaf protein expression // Scientific Reports. 2019 Vol. 9 Article 6437. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42893-5>.

14. Shevchenko S., Derevenets-Shevchenko K., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. International Journal of Environmental Studies. 2024. 81:1. 393–402. doi: 10.1080/00207233.2024.2320032.