

Crop capacity of corn hybrids depending on fertilizer rates and plant growth regulators on typical chernozems of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

S. Kalenska | Yu. Svystunov | T. Antal✉

Article info

Correspondence Author

T. Antal

E-mail:

antaltani@ukr.netNational University of Life
and Environmental Sciences
of Ukraine,
12a, Heroes of Defense St.,
Kyiv, 03041, Ukraine

Citation: Kalenska, S., Svystunov, Yu., & Antal, T. (2025). Crop capacity of corn hybrids depending on fertilizer rates and plant growth regulators on typical chernozems of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28 (1), 25–31. doi: 10.31210/spi2025.28.01.05

The article investigates the influence of the plant growth regulator Vitazym on the grain yield of corn hybrids, grown on two mineral fertilizer backgrounds on typical chernozems of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The study is particularly relevant during the current military operations in Ukraine, as it seeks to reduce the cost of producing a product unit in the specific conditions of the growing regions, corn in particular. The research aims to study the influence of mineral fertilizer rates, the plant growth regulator Vitazym, the genetic potential of hybrid productivity, and weather conditions on the formation of corn grain yield. The effectiveness of the growth regulator Vitazym use on corn crops with an established optimal consumption rate of 1.0 l/ha in the 17th micro stage of plant growth according to the international BBCH scale on both mineral nutrition backgrounds (calculated for the planned yield (Background 1) and at 50 % of the calculated rate (Background 2) was substantiated. The studies determined the feasibility of introducing into production the most high-yielding hybrid Alekksandra, whose yield on average over 3 years was on the background of $N_{120}P_{90}K_{90}$ kg a.s./ha for the best option 11.11 t/ha. And on the background of half calculated mineral fertilizers rate – $N_{60}P_{45}K_{45}$ kg a.s./ha – 7.96 t/ha. The yield increases compared to the control option were 1.03 t/ha (10.22 %) and 0.93 t/ha (13.23 %), respectively. The yield of the Alekksandra hybrid in the most favorable 2016 year reached 11.90 t/ha. The practical significance of the obtained results lies in the development of recommendations aimed at increasing corn yields on the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine through the integrated use of the high-yielding hybrid Alekksandra in production conditions. Use of growth regulator Vitazym at a rate of 1.0 l/ha in the 17th micro stage on the BBCH scale, corn cultivation with a calculated rate of fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$ kg a.s./ha for farms with a high level of resource provision and 50 % of mineral fertilizers rate – $N_{60}P_{45}K_{45}$ kg a.s./ha for agricultural enterprises with medium and low levels of resource provision.

Keywords: corn, hybrid, growth regulator, mineral fertilizers, trace elements, brassinosteroids.

Урожайність гібридів кукурудзи залежно від норм мінеральних добрив та регулятору росту рослин на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України

С. М. Каленська | Ю. В. Свистунов | Т. В. Антал

Національний університет
біоресурсів
і природокористування
України,
м. Київ, Україна

В статті досліджено вплив регулятору росту рослин Вітазім на урожайність зерна гібридів кукурудзи за вирощування на двох фонах мінеральних добрив на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України. Особливої актуальності дослідження набуває в сучасних умовах періоду військових дій на території України, що обумовлено пошуком шляхів зменшення витрат на виробництво одиниці продукції в конкретних умовах регіонів вирощування, зокрема й зерна кукурудзи. Мета досліджень полягає у вивченні впливу норм мінеральних добрив, регулятору росту рослин Вітазім, генетичного потенціалу продуктивності гібридів та погодних умов на формування урожайності зерна кукурудзи. Обґрунтовано ефективність застосування регулятору росту Вітазім на посівах кукурудзи зі встановленою оптимальною нормою витрати 1,0 л/га у 17-ту мікростадію росту рослин за міжнародною шкалою BBCH на обох фонах мінерального живлення (розрахунковому на запланований урожай (Фон 1) та за 50 % норми від розрахункової (Фон 2). У дослідженнях визначено доцільність впровадження у виробництво найбільш високоврожайного гібриду Александра, урожайність якого в середньому за 3 роки становила на фоні $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. за кращого варіанту 11,11 т/га та на фоні половинної норми мінеральних добрив від розрахункової $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р. – 7,96 т/га. Прирости врожаю до варіанту контролю становили відповідно 1,03 т/га (10,22 %) та 0,93 т/га (13,23 %). Урожайність, гібриду Александра, у найбільш сприятливому 2016 році досягла рівню 11,90 т/га. Практична значимість отриманих результатів полягає в розробці рекомендацій, спрямованих на підвищення урожайності кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України за комплексного застосування у виробничих умовах високопродуктивного гібриду Александра, регулятору росту Вітазім у нормі 1,0 л/га у 17-ту мікростадію за шкалою BBCH, вирощування кукурудзи за розрахункової норми добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. для господарств високого рівня ресурсного забезпечення та 50% норми мінеральних добрив $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р. для сільськогосподарських підприємств середнього та низького рівнів ресурсного забезпечення.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, регулятор росту, мінеральні добрива, мікроелементи, брасиностероїди.

Бібліографічний опис для цитування: Каленська С. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від норм мінеральних добрив та регулятору росту рослин на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 25–31.

Вступ

Важливим напрямком розвитку аграрного виробництва України є збільшення обсягів продовольчого та фуражного зерна. Вагоме місце у вирішенні цього завдання належить кукурудзі [10].

За прогнозом USDA світове виробництво кукурудзи у сезоні 2024/25 МР планується на рівні 1224,79 млн т, що перевищує показники попереднього прогнозу на 4,25 млн т. Оцінка світового експорту кукурудзи – 191,81 млн т (+0,06 млн. т) [14, 25]. Прогноз щодо виробництва кукурудзи в Україні – 27,7 млн т, експорт прогнозується на рівні – 24,5 млн т [14].

Попри зростання врожаїв кукурудзи, не менш важливе значення має підвищення якості зерна. На сьогодні є ціла низка шляхів вирішення цієї проблеми. Це інноваційні агротехнічні заходи, раціональні та сучасні системи живлення, нові види комплексних добрив, в тому числі з ріст регулюючим ефектом та комплексом макро- і мікроелементів, тощо [19, 22].

Урожайність та якість зерна в значній мірі залежить і від умов вирощування, які особливо різняться в останні роки. Значно зросла роль живлення та застосування ріст регуляторів росту рослин, в тому числі на посівах кукурудзи. Ними обробляють насіння перед сівбою та посіви під час вегетації рослин. Обробку насіння регуляторами росту рослин поєднують з протруєнням, обробкою мікроелементами. Відомо, що найбільш вибагливою культурою до елементів живлення є кукурудза. Вченими доведено її велику потребу не лише в макро-, але і мікроелементах в достатній кількості [1, 23].

Науковими дослідженнями вчених встановлено, що саме кукурудза характеризується і найбільшим виносом та коефіцієнтом засвоєння мікроелементів з ґрунту. Варто зазначити особливу чутливість кукурудзи до нестачі мікроелементів цинку, міді, марганцю, бору [14, 21]. При внесенні мікроелементів при вирощуванні кукурудзи варто враховувати два основних періоди, коли культура найбільше їх потребує. Перший період пов'язаний з формуванням рослинами кукурудзи первинної кореневої системи (це фенологічна фаза 3–5 листка). Саме у цей період рослинам кукурудзи потрібен фосфор, а для стимуляції росту вузлових коренів саме мікроелементи – цинк, марганець, бор.

Не менш важливим є і другий період, який характеризується інтенсивним розвитком вторинної кореневої системи, що відповідає фенологічній фазі розвитку 6–8 листків та співпадає з початком закладання качана і інтенсивним ростом листової поверхні. Окрім елементів, зазначених для першого періоду розвитку рослин, культура потребує елементу міді [16, 18, 20].

Оцінюючи ефективність застосування ріст регуляторів росту варто звернути увагу на позитивний вплив їх у період особливо стресових ситуацій, пов'язаних з глобальними змінами клімату у критично важливі періоди розвитку рослин.

До таких препаратів належить і органо – мінеральне добриво, регулятор росту рослин – Вітазим [16, 17], який був одним із факторів у проведених нами наукових дослідженнях за темою дисертаційної роботи. Крім макро- і мікроелементів до складу Вітазиму також входять: брасиностероїди, тріаконтанол, глюкозида та вітаміни В1, В2, В6, які відносяться до фізіологічно-активних речовин, або різновиду стимуляторів росту. Вітазим у своєму складі містить більше 12 активних компонентів, в той час як більшість препаратів з подібним механізмом дії не більше 3–5 [13].

Вітазим – це потужний біостимулятор, створений на основі брасиностероїдів, що допомагає реалізувати максимальний генетичний потенціал кукурудзи [4, 5, 13, 17]. Препарат виробляється шляхом ферментації рослинної сировини, а його головними діючими компонентами і є брасиностероїди. Вперше вчені виявили їх у пилку ріпаку наприкінці ХХ століття. Цей клас фітогормонів викликає поділ клітин та стимулює вегетативний ріст рослин [6].

Встановлено, що в низькій концентрації брасиностероїди впливають не тільки на процеси росту і розвитку рослин, а й підвищують їхню стійкість до різних стресових чинників, у тому числі до посухи, різних коливань температур та пестицидного ураження [12]. Вітазим, завдяки брасиностероїдам та іншим компонентам відповідає за імунітет рослин та збільшує кількість корисної мікрофлори в ґрунті. Його прикореневе використання підсилює інтенсивність перебігу фотосинтезу, при цьому багаті на енергію сполуки надходять до кореневої системи рослин, живлячи ґрунтову біоту. Отримуючи весь необхідний комплекс речовин, культура може збільшити свою урожайність на 10–20 і більше відсотків [3, 8, 9, 11].

Вітазим присутній на ринку вже 25 років і за цей час встиг пройти наукову перевірку вченими та виробничу аграріями. Було проведено значну кількість наукових досліджень в країнах світу, в тому числі в Україні та відомих університетах Міссурі та Південної Дакоти у США, які підтвердили тривалу дію після внесення препарату – 60–80 діб, у той час, як конкурентні препарати можуть забезпечити ефективну дію лише протягом 10–15 діб [12].

За результатами проведених наукових досліджень агроекспертом В. Плотніковим встановлено, що Вітазим сприяє зменшенню потреби в азотних добривах та поліпшенню їх ефективності. Зменшення обсягу використання азотних добрив на 25–50 % з одночасним використанням Вітазиму в технологіях вирощування кукурудзи часто забезпечує урожаї на рівні, що відповідає 100 %-му обсягу застосування азотних добрив та зазначено, що німецькі вчені досліджували, ефективність дії Вітазиму на посівах пшениці у порівнянні з іншими регуляторами росту рослин. За результатами їх досліджень відмічено, що Вітазим – єдиний стимулятор росту, який ефективно працює на всіх типах пшениці та на низьких і середніх фонах живлення може гарантувати отримання зерна 3–1-го класів [13].

Опрацьований огляд постановки проблеми та аналіз останніх досліджень вчених показав, що питаннями встановлення оптимальних норм мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи вченими та практиками аграрної сфери приділено багато уваги, проте у їх дослідженнях не достатньо висвітлені питання визначення реакції гібридів кукурудзи на застосування регулятора росту рослин Вітазим, встановлення ефективної норми його внесення та мікростадії застосування за різних норм мінеральних добрив на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України, що і стало передумовою мети, завдань та проведення нами експериментальних наукових досліджень.

Мета дослідження

Мета дослідження полягала в науковому та практичному обґрунтуванні елементів технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від комплексного застосування норм мінеральних добрив та ріст регулятору росту рослин і норм та термінів його внесення на посівах кукурудзи на чорноземах типових.

Матеріали і методи

Польові та лабораторні дослідження проводилися впродовж 2015–2017 років на полях ТОВ «ПКЗ-АГРО» Пирятинського району Полтавської області.

В досліді вивчалися три фактори: гібриди кукурудзи Дніпровський 257 СВ, Алєксандра та Оксїжен (Фактор А); мінеральні добрива – розрахункова норма добрив на заплановану урожайність 12 т/га (Фон 1- $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р.)

та 50 % норма добрив від розрахункової (Фон 2 – $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р.); Фактор В – обробка посівів кукурудзи регулятором росту Вітазим нормою 0,5; 1,0; 1,5 л/га у 15 та 17-ту мікростадії за міжнародною шкалою BBCH.

Досліди закладалися за методом розщеплених ділянок відповідно до методики дослідної справи [15]. Був закладений дослід по кожному гібриду на двох фонах мінеральних добрив. Посівна площа ділянки 84 м², облікова – 51 м². Повторність досліду чотириразова. Погодні умови років дослідження в цілому були сприятливими для росту, розвитку і формування продуктивності гібридів кукурудзи, за виключенням 2015 року, який характеризувався, як більш посушливий.

Агротехніка вирощування кукурудзи у польових дослідах була загальноприйнята для умов Лівобережного Лісостепу за виключенням факторів, що досліджувалися. Для сівби використовували насіння з лабораторною схожістю 98 %, сівбу проводили сівалкою СУПН – 8 на глибину загортання насіння 4–5 см з міжряддям 70 см. Попередником кукурудзи на зерно була пшениця озима.

Вихідними даними для встановлення норм добрив були: рівень прогнозованої урожайності; використання основних елементів живлення рослинами на формування одиниці основної та побічної продукції, запаси елементів живлення у ґрунті, де було закладено дослід, норми добрив, які потрібно внести з урахуванням коефіцієнтів засвоєння елементів живлення рослинами з добрив.

Мінеральні добрива вносили в нормі: $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. – розрахункова (фон 1) та $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р. – 50 % від розрахункової (фон 2) згідно схеми досліду під першу культивуацію (*табл. 1*).

Таблиця 1

Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від удобрення та застосування у період вегетації комплексного препарату Вітазим з рістрегулюючим ефектом

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Норма добрив (Ф ₁ та Ф ₂)	Фактор С. Обробка посівів регулятором росту Вітазим		
		варіант	норма, л/га	мікростадія за шкалою BBCH
Дніпровський 257 СВ (контроль)	*Фон 1	B1-K	Без обробки - К	-
		B2	0,5	15
		B3	1,0	15
		B4	1,5	15
		B5	0,5	17
		B6	1,0	17
		B7	1,5	17
Дніпровський 257 СВ (контроль)	*Фон 2	B1-K	Без обробки - К	-
		B2	0,5	15
		B3	1,0	15
		B4	1,5	15
		B5	0,5	17
		B6	1,0	17
		B7	1,5	17

Примітки: * Фон – 1 розрахункова норма – $N_{120}P_{90}K_{90}$; Фон – 2 50 % від розрахункової – $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Регулятори росту, які вносилися на посівах, занесені до Державного реєстру та препарати, що використовувалися для захисту рослин кукурудзи, внесені до «Переліку пестицидів та препаратів

дозволенних до використання в Україні». Критерієм для встановлення дати сівби кукурудзи була температура ґрунту 6–8 °С на глибині заробки насіння.

Гібриди кукурудзи, що висівали в дослідках – Дніпровський 257 СВ, занесений до Державного Реєстру сортів рослин України в 2007 році, оригінатор Інститут зернових культур НААН. Гібрид Оксїжен, занесений до Державного Реєстру сортів рослин України в 2010 році та гібрид Алєксандра в 2012 році, оригінатором яких є компанія "РЖТ Семенс Україна".

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньосуглинковий на лесовидному суглинку, багатий на гумус з цінною зернисто-грудочкуватою структурою, яка забезпечує оптимальне мінеральне живлення рослин кукурудзи та забезпечує їх високу продуктивність.

Результати та їх обговорення

Проведені нами дослідження показали, що підвищення урожайності зерна кукурудзи є сукупним результатом дії мінеральних добрив та норм їх внесення, регулятору росту Вітазім, потенційних можливостей гібридів кукурудзи та впливу метеорологічних чинників років досліджень. За погодними умовами роки досліджень різнилися і по сукупності оцінювальних показників сприятливим виявився 2016 рік, найменш сприятливий – 2015 рік та середнім – 2017 рік. Погодні умови 2015 року виявилися найменш сприятливими для формування урожайності зерна кукурудзи.

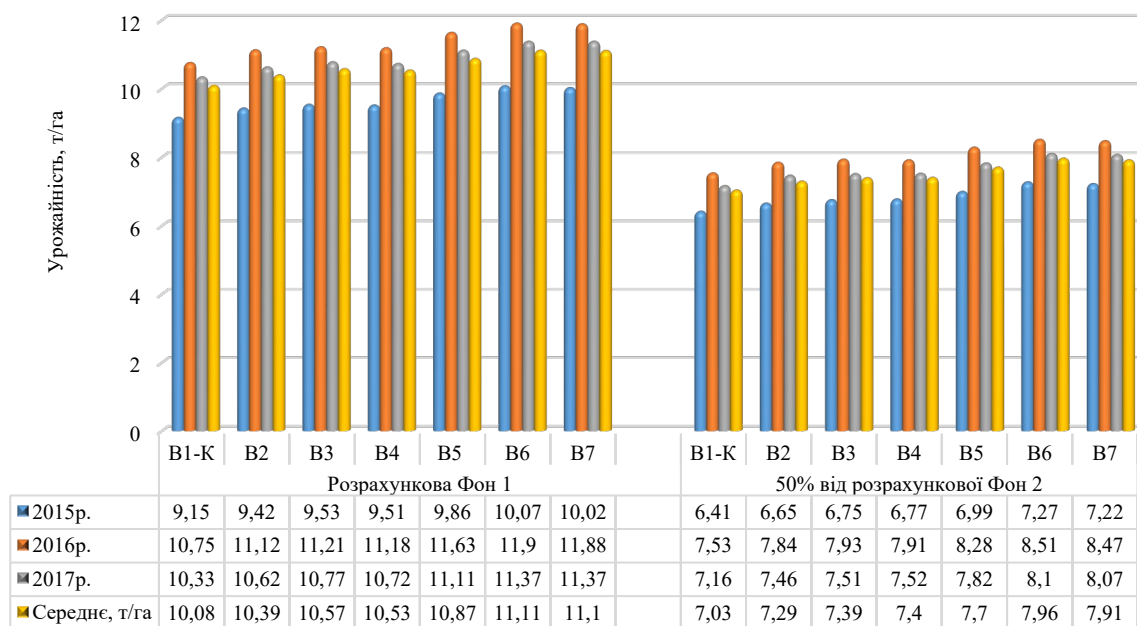
У найбільш сприятливому 2016 році всі досліджувані гібриди мали високу урожайність, проте з різницею у рівнях урожайності, яка становила за кращого варіанту дослідів відповідно: у гібриду Дніпровський 257 СВ – 11,09 т/га, Алєксандра – 11,90; Оксїжен – 11,35 т/га. Урожайність у 2017 році

не значно поступалася рівнями урожайності сприятливого 2016 року.

В середньому за 2015–2017 рр. найвищу урожайність сформовано гібридом Алєксандра – 11,11 т/га у варіанті з внесенням розрахункової норми мінеральних добрив – $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. (Фон 1), регулятору росту Вітазім з нормою 1,0 л/га у 17-ту мікростадію за шкалою ВВСН. За застосування 50 % норми мінеральних добрив $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р. урожайність була меншою, але з аналогічною закономірністю щодо норми внесення та мікростадії застосування регулятора росту і становила відповідно: 7,76; 7,96; 7,66 т/га у гібридів Дніпровський 257 СВ, Алєксандра, Оксїжен.

На ділянці контрольного варіанту, завдяки природній родючості чорноземів типових та внесених норм мінеральних добрив, було одержано в середньому 9,62 т/га зерна у гібриду Дніпровський 257 СВ; 10,08 т/га гібриду – Алєксандра та 10,08 т/га гібриду Оксїжен за розрахункової норми мінеральних добрив та відповідно: 6,73; 7,03 та 6,89 т/га за половинної норми мінеральних добрив і застосування регулятора росту Вітазім у зазначеному варіанті дослідів № 6.

Отримані результати урожайності кукурудзи усіх трьох гібридів у досліді високі, проте виявлена чітка залежність рівня урожайності від погодних умов років досліджень, норм мінеральних добрив та норми і мікростадії внесення регулятора росту рослин Вітазім. Нами проведений аналіз отриманої урожайності в розрізі гібридів показав, що найбільший урожай в середньому за три роки сформовано гібридом Алєксандра за розрахункової норми добрив на заплановану урожайність (Фон 1) в умовах Лівобережного Лісостепу на чорноземах типових (рис. 1).



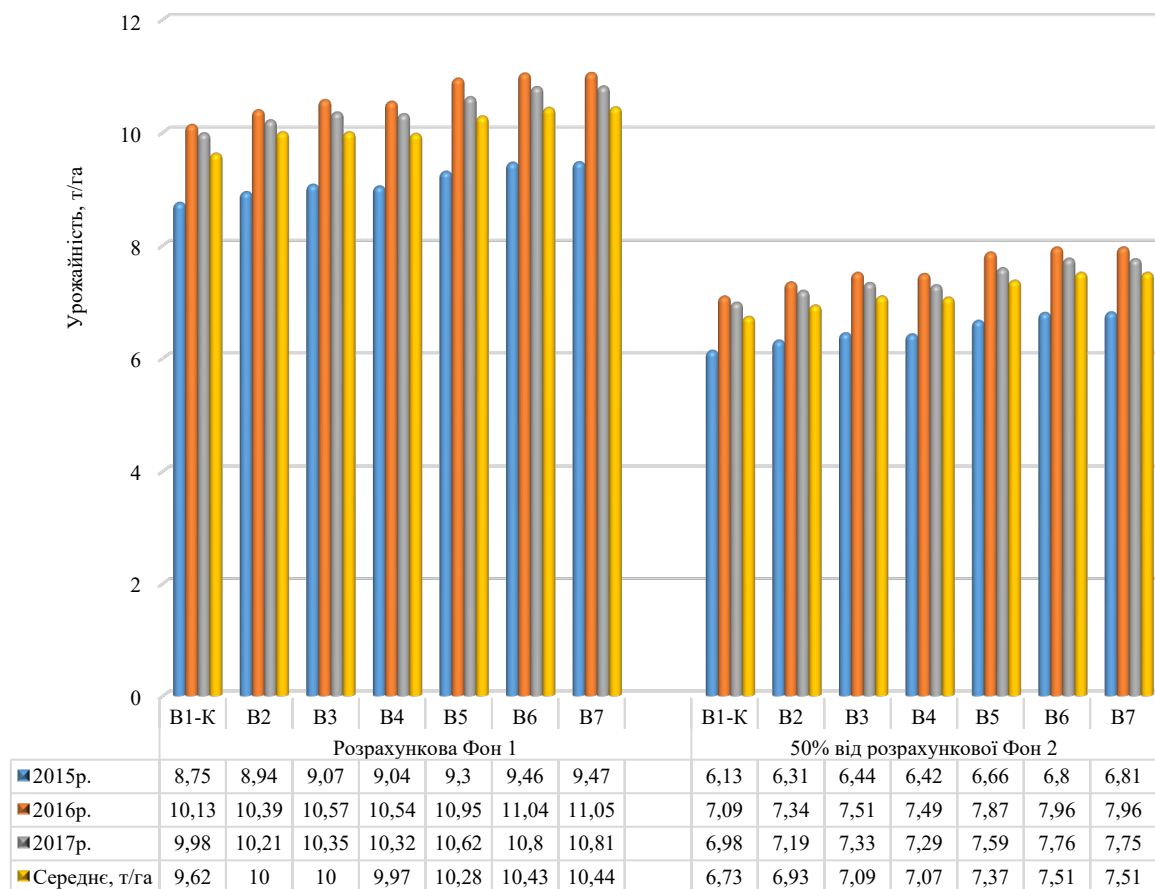
$HIP_{05, m/га}$: по фактору А – 0,34; по фактору В – 0,28; по фактору С – 0,53

Рис. 1. Вплив регулятору росту рослин та норм мінеральних добрив на урожайність гібриду кукурудзи Алєксандра, т/га

Вона становила у варіанті контролю (Фон 1) – 10,08 т/га. Приріст урожаю до контролю за варіантами дослідів різнився та залежав від норми внесення регулятора росту і мікростадії його застосування.

Встановлено, що внесення регулятора росту у фенологічну фазу 5-го розгорнутого листка (15 мікростадія за шкалою ВВСН) виявилось менш ефективним порівняно з застосуванням його на посівах кукурудзи у фенологічну фазу 7-го розгорнутого листка (17 мікростадія). Приріст урожайності був в межах 0,31–0,49 т/га, що становить 3,21–5,58 % та 0,78–1,23 т/га (8,07–12,72 %) відповідно у найбільш урожайного гібриду кукурудзи Александра.

Цей гібрид проявив свій потенціал урожайності і за роками досліджень. Так у сприятливому 2016 році за мінерального живлення Фон 1 рівень урожайності був найбільший і досяг рівня 11,90 т/га у варіанті № 6 за норми внесення регулятора росту рослин 1,0 л/га у 17 мікростадію розвитку рослин. По двох інших гібридах зберіглася загальна закономірність по нормах препарату та мікростадіях застосування, але рівні урожайності різнилися. Так, середня урожайність гібриду кукурудзи вітчизняної селекції Дніпровський 257 СВ була в межах від 9,62 т/га на контролі (Ф1) без застосування регулятора росту Вітазим та до 10,43 т/га за його внесення. Відповідно приріст врожаю варіював від 0,15 на контролі до 0,81 т/га за варіантами дослідів (рис. 2).



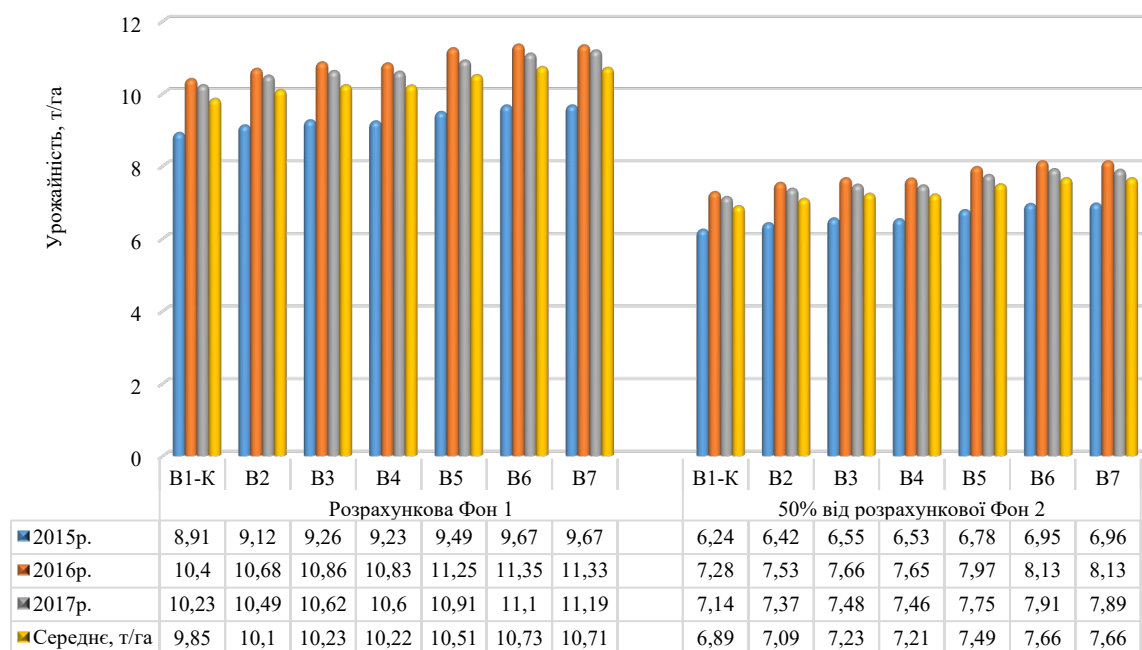
$HIP_{05, m/га}$: по фактору А – 0,32; по фактору В – 0,30; по фактору С – 0,51

Рис. 2. Вплив регулятора росту рослин та норм мінеральних добрив на урожайність гібриду кукурудзи Дніпровський 257 СВ, т/га

Варто зазначити, що норма внесення Вітазиму 0,5 л/га. мала найменший ефект, а прирости врожаю були не суттєвими з загальною закономірністю по трьох досліджуваних гібридах. Найбільші прирости до контролю забезпечувала норма внесення 1,0 л/га. Вона виявилася оптимальною, тоді як за збільшення норми внесення до 1,5 л/га прирости врожаю мало відрізнялися від варіанту внесення 1,0 л/га і переважно були не суттєвими. Це свідчить про не доцільність витрат на придбання більших

норми препарату та збільшення загальних витрат на вирощування.

Гібрид Оксіджен в середньому за 2015–2017 рр. проявив позитивну реакцію на внесення регулятора росту Вітазим у варіантах його застосування на обох фонах мінеральних добрив, а урожайність зростає від 9,85 т/га на контролі до 10,73 т/га у варіанті застосування у 17 мікростадію за норми внесення 1,0 л/га (приріст врожаю за варіантами дослідів варіював від 0,25 до 0,88 т/га (рис. 3).



НІР05, т/га: по фактору А – 0,35; по фактору В – 0,27; по фактору С – 0,50

Рис. 3. Вплив регулятора росту рослин та норм мінеральних добрив на урожайність гібриду кукурудзи Оксіджен, т/га

Отже, за результатами проведених досліджень у досліді 1 з вивчення особливостей формування урожайності гібридів кукурудзи на двох фонах мінеральних добрив та за обробки посівів регулятором росту Вітазим виявлено, що саме комплексне застосування різних норм мінеральних добрив у поєднанні з регулятором росту рослин Вітазим в умовах Лівобережного Лісостепу України

на чорноземах типових забезпечує суттєві прирости врожаю зерна кукурудзи.

Проведений розрахунок частки участі факторів у формуванні урожайності зерна кукурудзи в середньому за 2015–2017 рр. дав змогу встановити різний вплив та вагомість досліджуваних факторів у її формуванні (*рис. 4*).

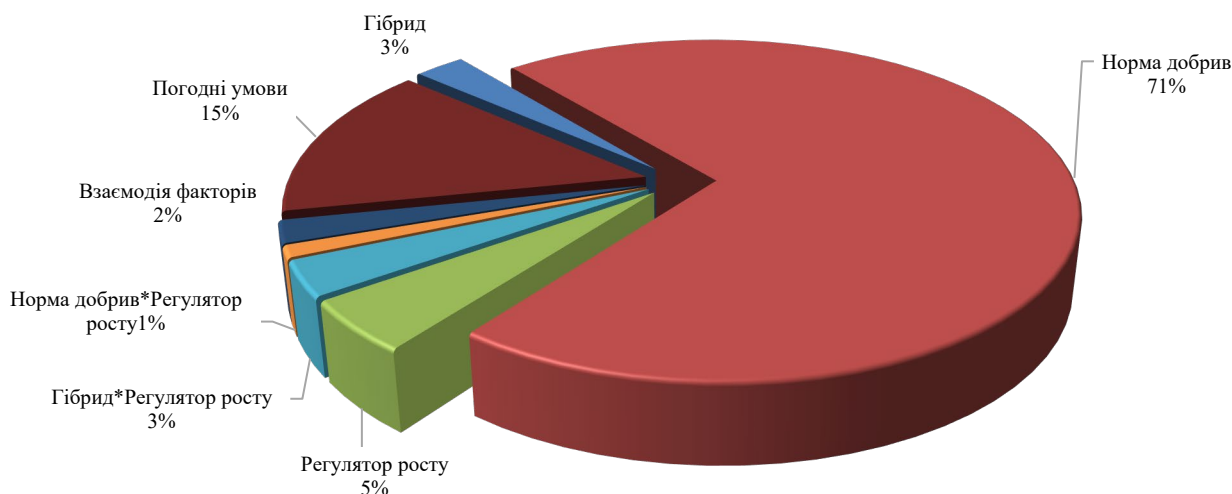


Рис. 4. Частка участі факторів у формуванні урожайності зерна гібридів кукурудзи, %

Математичний аналіз урожайних даних свідчить про те, що найважливішим фактором у підвищенні урожайності є мінеральні добрива, частка участі яких становить – 72 %, частка впливу фактору гібрид – 2 %, регулятор росту – 8 %, взаємодія факторів – 2 %, погодні умови – 15 %.

Висновки

Для отримання високих і сталих врожаїв зерна кукурудзи та з метою максимально можливої реалізації генетичного потенціалу продуктивності гібридів в Лівобережному Лісостепу України варто

запроваджувати комплексне застосування мінеральних добрив відповідно до запланованої урожайності на 11–12 т/га в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. та внесення регулятора росту рослин Вітазім на посівах з нормою 1,0 л/га у 17-ту мікростадію за шкалою ВВСН. Для господарств з середнім та низьким рівнем ресурсного забезпечення доцільним є застосування половинної від розрахункової норм мінеральних добрив $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг/га д. р. у комбінації з застосуванням регулятора росту рослин Вітазім у нормі 1,0 л/га та у 17-ту мікростадію росту і розвитку рослин. Рекомендованим до впровадження у виробництво гібридом є Алєксандра, що проявив найбільші адаптивні властивості до умов вирощування та сформував найвищу урожайність зерна.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Bagan, A. V.. (2015). Forming of the productivity and quality of grain corn hybrid depending on predecessor. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 32–35. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.04.07>
2. Voropai, Yu. V., Chygryn, O. V., & Potashova, L. M. (2024). Influence of pre-sowing seed stimulation on oilseed flax productivity. *Agrarian Innovations*, 23, 32–37. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.5>
3. Shevchuk, V. K., Yuzvenko, L. V., Radavchuk, A. I., & Savchuk, O. P. (2014). Vplyv preparatu Vitazym na stikist hrechky do khvorob. *Zbirnyk Naukovykh Prats Podilskoho Derzhavnoho Aharno-Tekhnichnoho Universytetu*, 22, 7–11. [in Ukrainian]
4. Melnyk, A. V., Kutsehub, H. O., Zherdetska, S. V., & Shakhid, Ali. (2015). Vplyv rehuliatoriv rostu na produktyvnist hirchytis v umovakh pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Aharnoho Universytetu. Seriya: Ahronomiia i Biologiia*, 9 (30), 73–175. [in Ukrainian]
5. Hlushko, T. V., & Voitashenko, D. P. (2013). Urozhainist ta yakist zerna kukurudzy pid vplyvom biopreparativ v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 59, 44–47. [in Ukrainian]
6. Peredposivna obrobka nasinnia preparatom Vuksal (2019). *Propozitsiia*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com.ua/peredposivna-obrobka-nasinnya-preparatom-vuksal> [in Ukrainian]
7. Korshevniuk, S. P. (2022). The yield of lentil depends on pre-sowing treatment and extra-root nutrition in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 128, 94–106. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.13>
8. Kalenska, S. M., Yermenko, O. A., Taran, V. H., Krestianinov, Y. V., & Ryzhenko, A. S. (2017). Adaptability of field crops to changing conditions of cultivation. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 25, 48–57. <https://doi.org/10.47414/np.25.2017.216867>
9. Kalenska, S. M., Taran, V. H., & Danyliv, P. O. (2017). Rozvytok korenevoi systemy kukurudzy na rannikh etapakh rozvytku. *Naukovyi Visnyk NUBIP Ukrainy. Seriya Ahronomiia*, 269, 10–17. [in Ukrainian]
10. Lykhochvor, V. V., & Prots, R. R. (2002). *Kukurudza : navchalno-praktychne vydannia*. Lviv: Ukrainski tekhnologii [in Ukrainian]
11. Maksin, V. I. (2021). Mikrodobryva v roslynnytstvi: formy, vydy ta osoblyvosti zastosuvannia. *Ahronom*, 2 (80). Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-v-roslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> [in Ukrainian]
12. Plotnikov, V. V., Kornichuk, O. V., Chernelivska, O. O., & Hylchuk, V. H. (2011). Efektyvnist zastosuvannia novoho ridkoho dobrova Vitazym v suchasnykh tekhnolohiakh vyroshchuvannia ozymoї pshenytsi. *Zbirnyk Naukovykh Prats VNAU Roslynnytstvo*, 8 (48), 55–60. [in Ukrainian]
13. Basanets, O. (2024). Prohnoz svitovoho vyrobnytstva kukurudzy v sezoni 2024/25 zнову pidskochyv. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/news/19240-prognoz-svitovogo-virobnitstva-kukurudzi-v-sezoni-2024-25-znovu-pidskochiv> [in Ukrainian]
14. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshtop, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Knyha 1*. Kharkiv: Maidan [in Ukrainian]
15. Sendetskyi, V. M. (2017). Vplyv rehuliatoriv rostu na rist, rozvytok ta formuvannia vrozhaivosti roslyn soniashnyku. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Aharnoekonomichnoho Universytetu*, 3 (45), 40–43. [in Ukrainian]
16. Sendetskyi, V. M. (2017). Vplyv rehuliatoriv rostu na rist, rozvytok ta formuvannia vrozhaivosti roslyn soniashnyku. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Aharno-Ekonomichnoho Universytetu*, 3, 40–43. [in Ukrainian]
17. Skrynnyk, Ya. T. (2010). Osoblyvosti zastosuvannia kompleksnykh ridkykh dobrov pry vyroshchuvanni kukurudzy v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Biuletен Insytutu Zernovoho Hospodarstva*, 39, 103–106. [in Ukrainian]
18. Bertoia, L. M., & Aulicino, M. B. (2014). Maize forage aptitude: Combining ability of inbred lines and stability of hybrids. *The Crop Journal*, 2 (6), 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2014.07.002>
19. Grain: World Markets and Trade. (2025). *United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service*. Retrieved from: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>
20. Hajibabae, M., Azizi, F., & Zargari, K. (2012). Effect of drought stress on some morphological, physiological and agronomic traits in various foliage corn hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 12 (7), 890–896.
21. Pellerin, S., Mollier, A., & Plénet, D. (2000). Phosphorus deficiency affects the rate of emergence and number of maize adventitious nodal roots. *Agronomy Journal*, 92 (4), 690–697. <https://doi.org/10.2134/agronj2000.924690x>
22. Petrychenko, V. F., & Tomashuk, O. V. (2019). Peculiarities of formaton of the quality indicators of corn grains by different cultivatun technologies in the right-bank forest-steppe. *Plant And Soil Science*, 10 (2), 29–37. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.029>
23. Church, R. (1980). Use of fertilizers in England and wales. *Stat Parpenden*, 2, 101–105.
24. Sverida, V. M. (2024). Hormony u rehuliatorakh rostu roslyn. Eridon. Retrieved from: <https://www.eridon.ua/gormoni-u-regulyatorah-rostu-roslin> [in Ukrainian]
25. Plotnikov, V. (2019). 5 unikalnykh vlastyvostei biostymuliatora Vitazym. *SuperAgronom.com*. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/233-5-unikalnih-vlastivostey-biostimulyatora-vitazim-agroekspert-vadim-plotnikov> [in Ukrainian]

ORCID

- S. Kalenska  <https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>
 Yu. Svystunov  <https://orcid.org/0009-0005-0264-7144>
 T. Antal  <https://orcid.org/0000-0002-6225-9347>



2025 Kalenska S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.