МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра біології

Допущено до захисту
«___» _____ 2025 року
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА КУКУРУДЗІ В УМОВАХ НВВ УНУ

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-б
спеціальності 091 Біологія та біохімія
освітньо-професійної програми Агробіологія
Віталій ГАВРИЛЮК
Керівник**:** Олександр ЗАБОЛОТНИЙ

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ (огляд літератури) 6

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ 11

2.1. Географічне місце проведення досліджень 11

2.2. Ґрунтові умови 11

2.3. Кліматичні умови 12

2.4. Характеристика особливостей об’єкту дослідження 14

2.5. Схема досліду 18

2.6. Методика проведення дослідження 19

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20

3.1. Динаміка формування фотосинтетичної поверхні кукурудзи за використання рістрегулюючих препаратів 20

3.2. Динаміка вмісту суми хлорофілів ($a+b$) у листках кукурудзи за використання рістрегуляторів 22

3.3. Зміна показника чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи за використання регуляторів росту 24

3.4. Вплив обприскування посівів кукурудзи регуляторами росту на врожайність культури 26

РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ 29

ВИСНОВКИ 32

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 32

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 33

ДОДАТКИ 38

ВСТУП

Нині кукурудза (*Zea mays*) за розмірами посівних площ впевнено посідає третє місце у світі серед найпоширеніших зернових злакових культур. Вона має найширший ареал вирощування серед усіх культур від півдня Чилі (40° пд. ш.) до Канади (50° пн. ш.) та від Антських гір, де вона може рости на висоті 3400 м над рівнем моря до Карибських островів [1]. Її зерно використовується на продовольчі цілі, також воно є необхідним компонентом для виробництва якісного комбікорму [2–4]. Крім цього, листо-стеблова маса кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості є незамінним компонентом соковитих кормів для ВРХ, а понад 15% отриманого зерна кукурудзи йде на технічну переробку, зокрема, для отримання біоетанолу.

Попит на зерно кукурудзи у світі продовжує зростати, а наукові дослідження все більше поглиблюють знання щодо використання цієї культури, створюючи ще більше шляхів й підходів, коли різні органи рослини (зерно, листя, мітелки, стебла, коріння) можуть бути використані для виробництва певної продукції, що зумовлює зростання посівних площ, зайнятих кукурудзою [5].

У зв'язку з наведеним, стратегічно важливим напрямком для забезпечення продовольчої й енергетичної безпеки України нині є вирощування кукурудзи на зерно [6].

Актуальність кваліфікаційної роботи за умов глобальних змін кліматичних умов відбувається зростання частоти та інтенсивності стресових чинників, зокрема, посухи, коливань температурного режиму та виникнення екстремальних погодних явищ. Ці чинники мають суттєвий вплив на ріст, розвиток та формування продуктивності посівів кукурудзи, спричиняючи її зниження та погіршення зернової якості [7]. Також зростання вартості мінеральних добрив в та засобів захисту рослин спричиняє до пошуку нетрадиційних джерел надходження елементів живлення та методів захисту від фітопатогенних організмів [8].

Вирішенням цього питання може бути застосування природних та синтетичних рістстимулювальних препаратів, які не є шкідливими для довкілля і дають змогу ширше використовувати генетичний кукурудзи, закладений природою та селекцією [9, 10]. Використання рістрегуляторів рослин також є перспективним підходом щодо мінімізації негативних впливів стресових умов оточуючого середовища. Дані препарати здатні активізовувати фізіолого-біохімічні процеси рослинного організму, покращувати водний режим, також активізовувати синтез ферментів антиоксидантного характеру, тим самим зменшуючи стресовий рівень рослин. Проте ефективність даного типу препаратів у значній мірі залежить від їх хімічного складу, способу використання та від конкретних умов щодо вирощування рослин [11–15].

Мета і завдання дослідження – дослідити вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи препаратами препаратами рістрегулючого характеру дії на формування площі фотосинтетичного апарату культури, вміст фотосинтетичних пігментів, зміну показника чистої продуктивності фотосинтезу та формування врожайності культури умовах навчально-виробничого відділу університету.

Об'єкт дослідження – площа фотосинтетичного апарату, накопичення пігментів, фотосинтетична продуктивність, врожайність культури.

Предмет дослідження – гібрид кукурудзи ДКС 3511, регулятори росту росту Домінант, Еквілібріум, Ноостим та Келпак.

Наукова новизна дослідження – в умовах навчально-виробничого відділу університету вперше вивчено вплив рістрегулюючих препаратів Домінант, Еквілібріум, Ноостим та Келпак на утворення фотосинтетичного апарату, пігментного комплексу, фотосинтетичної та зернову продуктивність культури.

Практична цінність дослідження – проведеними дослідженнями здійснено підбір найбільш дієвого рістрегулятора, який сприяє найбільш ефективному формуванню листкового та фотосинтетичного апарату, найвищої фотосинтетичної та зернової продуктивності.

Апробація результатів досліджень. За матеріалами магістерської роботи опубліковано тези доповідей у збірнику матеріалів Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату».

Гаврилюк В.В., Заболотний О.І. Площа фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи за використання рістрегулювальних препаратів. *Матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату»*. (27 червня 2025 р., м. Умань). Умань. 2025. С. 20–21. (додаток А 1).

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

(огляд літератури)

Важливим резервом сучасних ресурсозберігаючих та з елементами біологізації технологій вирощування кукурудзи є використання препаратів мікробного походження та різноманітних рістрегулюючих речовин антистресового спрямування, що здатні активувати механізми, пов'язані з імунітетом, стресостійкістю та адаптивністю. Їх використання в технологіях вирощування культури дає змогу прямо чи опосередковано впливати на створення посівів, що мають оптимальні морфоструктурні та функціональні показники [16, 17].

Існуючі наукові дані також вказують і на позитивний вплив застосування рістстимулювальних препаратів на підвищення стійкості рослин кукурудзи до несприятливих чинників. Використання різного роду стимуляторів та антистресових препаратів сприяє зниженню негативного впливу від посухи, зумовлює оптимізацію водного балансу рослин і покращує їх ріст навіть за малосприятливих кліматичних умовах [18, 19]. Вказані ефекти ґрунтуються на активізації систем антиоксидантних ферментів та покращенні водоутримуючої здатності листків [20]. Рістрегулятори оптимізують водний режим рослин, активізують фотосинтетичні процеси та підвищують ефективність використання елементів мінерального живлення [21].

Результати наукових досліджень стверджують, що використання рістстимуляторів у посівах кукурудзи сприяє підвищенню енергії проростання на 10–12 % проти контролю [22]. Іншими дослідженнями виявлено, що обробка рослин кукурудзи такими препаратами активізує наростання площі фотоактивної листкової поверхні, що забезпечує створення потужного фотоасиміляційного апарату [23].

За вивчення впливу рістрегуляторів на ростові процеси кукурудзи становлено, що найбільший приріст висоти рослин кукурудзи спостерігався у

разі передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин Регоплант (200 мл/т). У цьому варіанті досліду рослини порівняно з контролем були вищими на 17%. Дещо менш активно відбувався ріст рослин за дії Зеастимуліну (20 мл/т), однак їх висота перевищувала дані контрольного варіанту на 13%. За повторного обліку висоти рослин кукурудзи у фазі викидання мітелки встановлено, що абсолютні значення показника зросли, що пов'язано з активним ростом культури у період між обліками, однак залежність приростів висоти від виду регулятора росту рослин залишалася такою ж, як і за попереднього обліку. Зокрема, за дії Біосилу (50 мл/т) та Біолану (20 мл/т) висота кукурудзи порівняно з контрольним варіантом збільшилася на 5 та 9% відповідно, тоді як за дії Регопланту (200 мл/т) та Зеастимуліну (20 мл/т) ріст культури відбувався більш активно і перевищував показники контрольного варіанту відповідно на 15 та 13% [24].

Дослідженнями Козак Л.А. з співавторами [11] виявлено зміну фотосинтетичних показників посівів кукурудзи, а саме: площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та індексу листкової поверхні залежно від особливостей гібридів та використання регуляторів росту. Серед варіантів досліду без регуляторів росту рослин, найбільшу площу листків відмічено у гібриду РЖТ Елеккс (45,2 тис. м²/га). Внесення препарату Ерайз (1,0 л/га) забезпечило збільшення площі листкової поверхні, залежно від гібриду, на 1,7–2,2 тис. м²/га, препарату Еквілібріум (1,5 л/га) – на 2,1–2,5 тис. м²/га. Найвищі показники площі листкової поверхні рослин кукурудзи отримано при використання препарату Келпак (2,0 л/га), де приріст асиміляційної поверхні щодо контролю складав 2,7–2,9 тис. м²/га що перевищувало контроль на 5,8–7,6 %.

Результати трирічних досліджень Філоненко С.В. з співавторами [14] засвідчили, що контрольний варіант досліду мав найменшу облистненість рослин і найменшу листкову поверхню на час всіх трьох обліків – відповідно 23,7, 31,4 і 36,5 тис.м^2/га. На ділянках із позакореневим внесенням препаратів Флорід Фреш і Аміностим за три роки експерименту площа листків у рослин

виявилась більшою, ніж на контролі. Зокрема, станом на 10.07 площа листкової поверхні рослин кукурудзи у цих варіантах досліду коливалася від 35,9 тис.м^2/га до 37,2 тис.м^2/га. Станом на 10 серпня на цих же варіантах площа листкового апарату сформувалась на рівні 42,6 і 44,9 тис.м^2/га відповідно. Максимальну ж площу листкової поверхні за роки експерименту у всі строки обліку мав варіант 4 із позакореневим внесенням регулятора росту рослин Атонік Плюс дозою 0,2л/га. Так, наприклад, станом на 10 червня рослини кукурудзи на його ділянках сформували середню площу асиміляційної поверхні 27,7 тис.м^2/га. А на час обліку 10 липня ці рослини вже сформували листкову поверхню на рівні 38,4 тис.м^2/га. Облік площі листкового апарату, що було виконано 10.08 засвідчив, що рослини відповідного варіанту знову мали найбільші розміри асиміляційної поверхні, що складало 46,4 тис.м^2/га. Цими ж дослідженнями виявлено, що позакореневе внесення досліджуваних рістрегуляторів рослин позитивно вплинуло не лише на розміри листкової поверхні рослин кукурудзи, але й на їх висоту. Так, зокрема, у фазі 7–8 листків найвищими були рослини за використання регулятора росту Атонік Плюс. Їх середня висота сягала 87 см. Найнижчими були біотипи культури у контролі, що складало 76 см. Вимірювання висоти рослин у більш пізні фази росту й розвитку культури виявило, що тенденційні зміни даного показника мали таку ж залежність, що й за попереднього вимірювання.

Також дослідженнями із застосуванням рістрегуляторів виявлено, що оптимізація фотосинтезу за рахунок даних препаратів забезпечує підвищення продуктивності зерна кукурудзи на 18% [25]. Рістрегулятори на основі рослинних фітогормонів (ауксинів, цитокінінів і гіберелінів) здатні позитивно впливати на рівень поглинання елементів мінерального живлення та сприяють активізації процесів, що підвищують врожайність рослин культури [26].

Вітчизняні дослідники наголошують на ефективності застосування гумінових речовин, амінокислот та екстрактів водоростей з метою інокуляції насіння та позакореневої обробки рослин кукурудзи [27].

Так, результати досліджень впливу передпосівної обробки гуміновими препаратами насіння кукурудзи гібриду Таско засвідчили, що кількість качанів на рослинах кукурудзи у варіантах досліду із використанням препарату Гуміфілд Форте Брікс перевищувала контроль на 0,1–0,5 шт, тоді як у гібриду Амарос – на 0,1–0,2 шт. Також передпосівна обробка насіння кукурудзи гібриду Таско гуміновими препаратами сприяла збільшенню маси зерна з качана проти контролю на 1,8–3,2 г. Маса зерен з качана по гібриду Амарос була найвищою у варіанті Гуміфілд Форте Брікс (0,8 л/т), що більше проти контрольного показника на 6,2 г, тоді як показник варіантів Гуміфілд Форте Брікс (0,2 л/т) та Гуміфілд Форте Брікс (0,4 л/т) перевищував контроль на 0,3 і 3,8 г відповідно. Маса 1000 насінин на варіантах з гуматом у гібриду Таско у порівнянні з контролем зросла на 3–5 г, а у гібриду Амарос – на 3–7 г. [28, 29]. Обприскування регуляторами росту посівів кукурудзи у комплексі з мікроелементами забезпечувало зростання врожайності кукурудзи на 10–15% проти контролю. Також внесення регуляторів рості знижує в організмі рослин вміст вільних радикалів, що ілюструє зниження рівня окислювального стресу та засвідчує поліпшення фізіологічного стану культури [30, 31].

Дослідження, виконанні у посівах культури у США, засвідчили, що сумісне застосування рістрегуляторів та адаптивних технологій вирощування дає змогу підвищити продуктивність кукурудзи навіть за несприятливих умов. Встановлено, що використання препаратів антистресового характеру дії у фазі 5–7 листків розвитку культури сприяє зростанню маси зерна кукурудзи на 8–12% проти контролю завдяки покращенню обміну речовин та зростанню стійкості щодо температурного стресу [32].

Також встановлено, що рістрегулюючі препарати позитивно впливають на елементи структури врожаю кукурудзи. Зі збільшенням кількості обробок біопрепаратами спостерігається чітка тенденція до зростання довжини качанів на 0,6–2,7 см до контролю. Зафіксовано також незначну тенденцію до зростання діаметра качана до 5,4–5,6 см за використання повного комплексу біопрепаратів. Маса 1000 зерен на контролі становила 254,0 г, а використання

1,0 кг/т зерна лише регулятора росту рослин Вимпел-К та позакореневого підживлення у фазу 3–5 листків РРР Вимпел – 500 г/га збільшувало масу на 3 г. Максимальні показники маси 1000 зерен були характерні для варіантів із застосуванням повного комплексу біопрепаратів, де надбавка маси 1000 зерен перевищувала контроль на 3,7–10,6 % [33].

Дослідженнями Цилюрика О.І. із співавторами [34] виявлено збільшення вмісту хлорофілу при внесенні препаратів Авангард Гроу Аміно і Авангард Гроу Гумат у порівнянні з Вимпел 2 і Альфа Нано Гроу на 11,3–23,7 %. Зростання продуктивності зерна за використання рістрегуляторів у посівах кукурудзи складала для ранньостиглого гібриду ДН Пивиха 0,13–0,37 т/га (2,7–7,7 %), середньораннього ДН Хортиця – 0,85–1,08 т/га (16,6–18,5 %), середньостиглого ДН Джулія – 0,20–0,22 т/га (3,20-3,4 %), середньопізнього ДН Олена – 0,05–0,53 т/га (0,65–7,6 %). Серед досліджуваних препаратів виділяються Авангард Гроу Аміно та Авангард Гроу Гумат, що забезпечували зростання вмісту сирого протеїну у зерні до 6,42–8,4 %, (відповідно на 0,12–0,48 в.п. (відсоткові пункти) більше) та вмісту сирого жиру проти контролю (3,53–4,71 %) до 3,73–5,52 %, тобто на 0,20–0,81 в.п. Застосування даних препаратів в умовах Північного Степу України у посівах кукурудзи ранньостиглих та середньоранніх гібридів дало змогу отримати на 7,6–18,4 % збільшені валові збори зерна належної якості.

Проте, ефективність рістрегулюючих препаратів істотно залежить від способів їх використання та поєднання з іншими видами агротехнічних заходів. Так, за комбінованого застосування рістрегуляторів з комплексними мінеральними добривами продуктивність кукурудзи зростала на 15–20% проти контролю, тоді як використання регуляторів без належного забезпечення рослин необхідними елементами було менш ефективним [35].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.4. Характеристику особливостей об'єкту дослідження

ДКС 3511 – середньостиглий (ФАО 330) простий гібрид кукурудзи від фірми Monsanto, призначений як для вирощування на силос, так і на зерно. Характеризується високою врожайністю (потенціал до 15 т/га) і відмінною стійкістю до посухи. Гібрид підходить до вирощування у різних кліматичних умовах і має хорошу стійкість щодо хвороб кукурудзи. Рекомендовані зони для вирощування – Полісся, Лісостеп і Степ України.

Характеризується висотою рослин 140–270 см. Кількість рядів зерен у качані – 16–18 шт, кількість зерен у ряду – 37–43 шт. Всіст крохмалю – 76,8%, маса 1000 зерен – 270–380 г. Характеризується наступною стійкістю до стресових чинників та фітопатогенів: посуха – 9 балів, до вилягання – 8 балів, до гельмісноспоріозу – 8 балів, до сажки – 8 балів, до фузаріозу – 8 балів. Рекомендована густота стояння рослин на період збирання врожаю за достатнього рівня зволоження 70–75 тис. рослин на 1 га, за недостатнього рівня зволоження – 55–60 тис. рослин на 1 га [36].

Домінант – високоефективний стимулятор розвитку рослин широкого спектру дії. Ефект його застосування на 10–20% краще ефекту використання інших препаратів. Склад діючої речовини препарату – це нова, ретельно підібрана композиція натуральних біологічно активних сполук (фітогормони з ауксинового, гіббереллінової і цитокініновою активністю, амінокислоти, насичені і ненасичені жирні кислоти, олігосахариди, біогенні мікроелементи) в комплексі з хімічно синтезованим аналогом фітогормонів ауксинового типу (комплекс 2, 6-диметилпіридин-1-оксиду з аспарагінової кислотою). Згідно ДСанПіН 8.8.1.002-98 відноситься до малотоксичних речовин

Завдяки добре підібраним складовим Домінант кардинально покращує імунітет рослин, збільшує потенціал ферментної системи і сприяє інтенсифікації процесів фотосинтезу. Як результат змінюються якісні показники рослин і умови їх розвитку: На 5–10% зростає відсоток польової схожості і швидкість проростання насіння. Стрімко розвивається надземна частина молодих рослин, також рослини швидше вкорінюються. Зростає опірність рослин характерних захворювань, різких змін температури і вологості, формується байдужість до обробки пестицидами. Поліпшується стійкість озимих культур, а їх розвиток весною починається значно раніше. Відбувається поступове відновлення родючості ґрунту завдяки збільшенню числа і видів корисних мікроорганізмів і поліпшенню умов для їх життєдіяльності. На 15–20% зростають показники врожайності. Поліпшуються якісні характеристики отриманого врожаю. Використання Домінанта гарантує наступні надбавки в показниках врожайності: пшениці – на 4–8 ц/га; ячменю – на 3–4 ц/га; соняшнику – на 2,2–4 ц/га; зеленої маси і зерна кукурудзи, відповідно на 90–110 ц/га і 9–16 ц/га; цукрових буряків – на 50–70 ц/га; сої – на 3–4 ц/га; ріпаку – на 3,5–4,5 ц/га; перцю солодкого – на 19–25 ц/га; томатів – на 110–130 ц/га. Крім збільшення врожайності, вплив Домінанта призводить до збільшення наступних важливих характеристик продукції: клейковини в зерні пшениці на 2–3%; білка в зерні пшениці на 0,5–1,0%, в зерні кукурудзи на 0,5–1,0%, в зерні сої на 2–4%; протеїну в зеленій масі кукурудзи на 1,2–1,5%; жирів у насінні соняшнику на 1,5–2,5%, в насінні сої на 1,5–2,0%, в насінні ріпаку на 0,5–1,0%; сухої речовини, цукру і вітаміну С в плодах огірків, перцю і томатів – на 0,3–0,7%, 0,15–0,45%, 1,0–5,5 мг%, відповідно [37].

Еквілібріум – регулятор росту рослин, містить збалансовану суміш специфічних L-α-амінокислот, отриманих ферментативним гідролізом, полісахаридів, таких як альгінова кислота та манітол, і бетаїнів, отриманих із селективного екстракту морських водоростей Ascophyllum nodosum. Всі компоненти мають синергічну (взаємопосилюючу) дію, стимулюючи фізіологічні процеси, необхідні для кращого цвітіння, зав’язування та розвитку

зерен/плодів, мобілізації надходження поживних речовин до них. Унікальне поєднання високої концентрації L-α-амінокислот з якісним екстрактом водорості *Ascophyllum nodosum*. Таким чином один препарат суміщає 2 потужних біостимулятори в одному. Якісні екстракти *Ascophyllum nodosum* відомі своєю здатністю стимулювати продукування гормонів рослинами. Оскільки в Еквілібріум містяться L-α-амінокислоти, отримані за технологією Enzyneer, то крім амінокислот із вихідного матеріалу – живих тканин – також збережені нуклеотиди, що мають цитокініноподібну дію на рослини, та ліпіди, що мають дію, подібну до ауксинів та брасиностероїдів. Завдяки цьому Еквілібріум має розширену і водночас безпечну для рослини гормональну дію. Сприяє покращеному фітогормональному регулюванню рослин завдяки стимуляції власної гормональної системи рослини. Таким чином не порушується гормональний баланс. Може застосовуватись і для стимуляції процесів цвітіння та запилення або для боротьби з будь-якими стресами рослин. Натуральний препарат, сертифікований в Європі та Україні для органічного сільського господарства [38].

Ноостим – збалансований набір фізіологічно активних речовин природного походження. Ноостим застосовується для обробки насіння перед посевом і оприскивания всходів пшениці, ячменя, кукурудзи, рапсу, підсолнечника, сої.

Препарат являє собою композицію стимулятора розвитку Емістим С і розчин низько- і середньомолекулярних поліетиленгліколю у воді (ПЕГ–400 і ПЕГ–1500). Введення поліетиленгліколю підвищує осмотичний тиск і спияє проникненню компонентів Емістиму С до внутрішньої клітини рослини. Також покращує доступ до клітин активних компонентів засобів захисту рослин, мікро- і макродобрив, у сумішах з якими використовуються Ноостим. Завдяки своїм адгезійним якостям, поліетиленгліколі виконують роль фіксатора всіх активних хімічних компонентів виготовленої суміші на поверхні насіння і наземної частини рослин, чим забезпечують стабільний ефект впливу. Поліетиленгліколі збільшують кількість «зв'язаної води» в клітинах. З одного

боку, це сприяє утриманню рослинами води в період засухи, а з іншого – призводить до зниження температури замерзання клітинних соків при падінні температури нижче нуля і, як наслідок, до хорошої адаптації посівів озимих.

У результаті, за рахунок синергетичних процесів, що проходять в рослинах під дією його компонентів, Ноостим забезпечує високу прибавку урожайної, відмінної якості продукції, та захищає рослини від несприятливих погодних умов. Сумісний з усіма препаратами, які використовуються в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. При проведенні державного випробування із застосуванням Ноостиму показник урожайності підвищився для пшениці – на 4,5–7,0 ц/га; для кукурудзи – на 18–24 ц/га; соняшнику – на 4,7–6,8 ц/га; сої – на 4,8–5,5 ц/га; ріпаку – на 5,0–6,2 ц/га. Згідно ГСанПіН 8.8.1.002-98 відноситься до малотоксичних речовин [39].

Келпак – системний регулятор росту на основі натурального гормону росту. Діє на енергетичний ріст, підвищує стійкість до захворювань, покращує якість продукції. Діюча речовина: ауксини, 11 мг/л + цитокініни, 0,03 мг/л. Завдяки співвідношенню ауксинів і цитокінінів 350:1, позакореневе внесення 2–3 л/га дає потужний поштовх для росту корневої системи рослин у перші 5–8 днів після внесення; через 9–14 днів збільшена коренева система дає початок до синтезу власних цитокінінів, що синтезуються за зростання надземної частини рослини. Більша товщина стебла, більша кількість і розмір листків, поліпшення фотосинтезу і обмінних процесів, прискорення ділення клітин, у свою чергу, сприяють збільшенню урожаю. Норма витрати – 2,0–4,0 л/га. Спектр дії – підвищує стійкість рослин до захворювань, покращує якість продукції, сприяє енергетичному росту. Внесення у фазі 3–5 листків, друге і третє – від фази 8–10 листів до викидання мітелки [40].

2.5. Схема досліду

Закладання польового досліду проводилося в умовах дослідних ділянок кафедри біології Уманського НУ у 2025 році, варіанти було розміщено методом систематичних повторень (табл. 2.2, рис. 2.1).

Таблиця 2.2

Схема досліду

Гібрид кукурудзи	Варіант досліду
ДКС 3511	Обприскування водою (контроль)
	Домінант (0,2 л/га)
	Еквілібріум (2,0 л/га)
	Ноостим (0,4 л/га)
	Келпак (3,0 л/га)

I повторність					II повторність					III повторність				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Рис. 2.1. Схема розміщення дослідних ділянок

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Динаміка формування фотосинтетичної поверхні кукурудзи за використання рістрегулюючих препаратів

Асиміляційна поверхня є ключовим індикатором фотосинтетичної активності та продукційного потенціалу рослин кукурудзи. Її формування значною мірою залежить як від генетичних особливостей культури, так і від умов вирощування, зокрема від застосування біологічних препаратів рістрегуляторного характеру. Передпосівна бактеризація насіння здатна активізувати низку фізіолого-біохімічних процесів, що сприяють інтенсивнішому росту листкового апарату.

Проведеними дослідженнями у фазі розвитку 8–10 листків встановлено, що у контрольному варіанті без використання препаратів (обробка водою) листковий індекс становив 1,30. Усі варіанти з обприскуванням посівів регуляторами росту виявили позитивний вплив на формування листкової площі. Зокрема, застосування препарату Домінант забезпечило зростання листкового індексу до 1,38, що на 106 % перевищувало дані контрольного варіанту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Площа асиміляційної поверхні кукурудзи за використання регуляторів росту, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза 8–10 листків		Фаза викидання волоті	
	листковий індекс	до контролю, %	листковий індекс	до контролю, %
Без препаратів (контроль)	1,30	100	4,52	100
Домінант	1,38	106	4,69	104
Еквілібріум	1,47	113	4,85	107
Ноостим	1,51	116	5,00	111
Келпак	1,56	120	5,11	113

Застосування регулятора Еквілібріум сприяла підвищенню розмірів листкової поверхні до 1,47 (113 %), тоді як використання Ноостиму забезпечило приріст до 1,51, що складало 116 % відносно контролю. Найвищий показник листкового індексу було зафіксовано у варіанті із обробкою посівів препаратом Келпак – 1,56, що на 20 % перевищує контроль без використання рістрегуляторів.

Таким чином, у фазі 8–10 листків найвищу ефективність проявив препарат Келпак, тоді як Домінант забезпечив найменший, але стабільно позитивний ефект.

У період максимального розвитку листкового апарату, що припадає на фазу викидання волоті, контрольний варіант мав листковий індекс 4,52. Усі дослідні препарати за обробки ними насіння перед посівом, зберегли рістстимулювальний вплив, хоча відносна різниця між варіантами дещо зменшилася. Так, препарат Домінант забезпечив показник 4,69 (104 % до контролю), Еквілібріум – 4,85 (107 %), Ноостим – 5,00 (111 %). Найвищий листковий індекс у цей період також було отримано у варіанті з обприскуванням посівів кукурудзи препаратом Келпак – 5,11, що становить 113 % відносно контролю.

Порівняння результативних даних, отриманих за обліку у двох фазах розвитку культури свідчить про сталість позитивного впливу біопрепаратів рістрегулювального характеру на формування розмірів асиміляційної поверхні кукурудзи. Особливо стабільно високі результати демонструють препарати Келпак та Ноостим, тоді як Домінант характеризується помірним, але незмінно позитивним ефектом.

Отримані результати свідчать, що застосування у посівах кукурудзи біологічних препаратів рістрегулювальної дії є ефективним агротехнологічним заходом для збільшення асиміляційної поверхні рослин. Найвищі показники отримано у варіантах із обприскуванням посівів препаратами Келпак та Ноостим, що забезпечили збільшення площі листків на 11–20 % порівняно з контролем. Препарати Еквілібріум і Домінант мали менш виражений, але

стабільно позитивний вплив. Зростання асиміляційної поверхні також можна пояснити комплексною дією екзогенних фітогормонів, покращенням мінерального живлення, активізацією коренеутворення та антистресовими властивостями біопрепаратів.

3.2. Динаміка вмісту суми хлорофілів (*a*+*b*) у листках кукурудзи за використання рістрегуляторів

Вміст фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілів *a* і *b* та їх суми, є показником інтенсивності фотосинтезу та функціонального стану листкового апарату рослин. Хлорофіли виконують ключову роль у поглинанні світлової енергії й забезпечують утворення органічних речовин, що визначає продукційний потенціал кукурудзи. Формування пігментного комплексу значною мірою залежить від забезпеченості рослин елементами живлення, особливо азотом і магнієм, а також від гормональної та фізіологічної активності біологічних препаратів.

Дослідженнями, виконаними у фазі 8–10 листків культури, встановлено, що у контрольному варіанті, без застосування препаратів, вміст хлорофілів (*a*+*b*) становив 2,45 мг/г сирої речовини. Застосування дослідних препаратів для обробки посівів кукурудзи сприяло збільшенню вмісту даних пігментів у листковій тканині (табл. 3.2).

Так, обприскування посівів кукурудзи препаратом Домінант забезпечило підвищення вмісту хлорофілів до 2,63 мг/г сирої речовини, що становить 107 % відносно контрольного варіанту досліду. Застосування препарату Еквілібріум сприяло подальшому зростанню цього показника до 2,78 мг/г сирої речовини (114 %).

Більш істотний вплив виявив препарат Ноостим, у цьому варіанті досліду вміст пігментів зріс до 2,86 мг/г сирої речовини (117 % проти контролю). Максимальне зростання вмісту суми хлорофілів до 3,01 мг/г сирої речовини спостерігалося у варіанті з препаратом Келпак**,** що перевищувало показник контролю на 123 %.

Таблиця 3.2

Вміст хлорофілів (*a+b*) у листках кукурудзи за використання рістрегулюючих препаратів, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза 8–10 листків		Фаза викидання волоті	
	мг/г сирої речовини	до контролю, %	мг/г сирої речовини	до контролю, %
Без препаратів (контроль)	2,45	100	3,39	100
Домінант	2,63	107	3,51	104
Еквілібріум	2,78	114	3,62	107
Ноостим	2,86	117	3,75	111
Келпак	3,01	123	3,92	116

У фазі викидання волоті контрольний варіант характеризувався вмістом суми хлорофілів (*a+b*) на рівні 3,39 мг/г сирої речовини. Усі дослідні препарати зберегли стимулюючий ефект, хоча відносні прирости дещо знизилися порівняно з ранньою фазою розвитку.

Так, препарат Домінант забезпечив підвищення показника до 3,51 мг/г сирої речовини (104 % до контролю). У варіанті з Еквілібріумом вміст пігментів зріс до 3,62 мг/г сирої речовини (107 % проти контролю). Досить високий результат отримано за застосування препарату Ноостим – 3,75 мг/г сирої речовини (111 % у порівнянні з контролем). Найвищий показник у цій фазі розвитку культури зафіксовано також у варіанті з обробкою посівів кукурудзи препаратом Келпак, де вміст хлорофілів становив 3,92 мг/г сирої речовини, що на 16 % перевищує показник контролю.

Отже, препарати зберегли позитивний вплив на пігментний комплекс рослин упродовж усього періоду вегетації, що підтверджує їх тривалу фізіологічну активність.

Отримані результати можна пояснити впливом низки механізмів, характерних для рістрегулюючих препаратів, зокрема, екзогенні фітогормони сприяють синтезу більшої кількості пігментів. Це особливо важливо в початкові

фази розвитку рослин, коли формується інтенсивний ріст листків і накопичення хлорофілу. Це оптимізує функціонування фотосинтетичного апарату.

Отримані дані узгоджуються з фізіологічними механізмами дії рістрегуляторів, зокрема з покращенням живлення рослин, синтезом фітогормонів, оптимізацією фотосинтетичного апарату та підвищенням стійкості до стресових чинників. Підвищення вмісту хлорофілів свідчить про інтенсифікацію фотосинтезу, що є важливою передумовою підвищення продуктивності кукурудзи.

Отже, обприскування посівів кукурудзи рістрегуляторами забезпечило стійке підвищення вмісту суми хлорофілів ($a+b$) у листках упродовж вегетації. Найбільш ефективним препаратом за дослідження, проведеного в обох фазах розвитку культури, виявився Келпак, застосування якого сприяло підвищенню вмісту пігментів на 16–23 % порівняно з контролем залежно від фази розвитку. Високу ефективність показали також препарати Ноостим та Еквілібріум. Препарат Домінант забезпечив помірне, але стабільне збільшення вмісту суми хлорофілів.

3.3. Зміна показника чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи за використання регуляторів росту

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є інтегральним показником ефективності функціонування фотосинтетичного апарату рослин. Вона відображає інтенсивність утворення сухої речовини за одиницю листкової поверхні за певний проміжок часу. На рівень ЧПФ впливають не лише сортові особливості кукурудзи та погодні умови, але й технологічні чинники вирощування, серед яких важливе значення має застосування регуляторів росту рослин.

За визначення величини показника чистої продуктивності фотосинтезу у фазі розвитку 8–10 листків культури встановлено, що у контрольному варіанті досліду, без застосування препаратів, показник ЧПФ становив 3,12 г×м^2/добу.

Обробка посівів кукурудзи препаратом Домінант забезпечила зростання показника ЧПФ до 3,32 г×м^2/добу, що становить 106 % проти контролю. Використання препарату Еквілібріум сприяло збільшенню цього показника до 3,49 г×м^2/добу (112 %). Застосування Ноостиму підвищило значення ЧПФ до 3,62 г×м^2/добу, що відповідає 116 % відносно контролю без препаратів. Максимальний результат у даній фазі було отримано у варіанті з препаратом Келпак, де ЧПФ сягнула 3,71 г×м^2/добу, або 119 %.

Таким чином, у фазі 8–10 листків спостерігається чітка градація ефективності препаратів: Домінант < Еквілібріум < Ноостим < Келпак. Найвищий приріст ЧПФ забезпечують препарати з виразними біостимулювальними властивостями, що корелює з аналогічною динамікою щодо площі листкової поверхні та вмісту хлорофілів.

У період максимального розвитку фотосинтетичного апарату (фаза викидання волоті) контрольний варіант характеризувався величиною ЧПФ на рівні 4,96 г×м^2/добу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Динаміка зміни показника ЧПФ рослин кукурудзи за обприскування посівів кукурудзи регуляторами росту, 2025 р.

Варіант досліду	Фаза 8–10 листків		Фаза викидання волоті	
	г×м^2/добу	до контролю, %	г×м^2/добу	до контролю, %
Без препаратів (контроль)	3,12	100	4,96	100
Домінант	3,32	106	5,21	105
Еквілібріум	3,49	112	5,32	107
Ноостим	3,62	116	5,65	114
Келпак	3,71	119	5,87	118

Обприскування посівів кукурудзи препаратом Домінант забезпечило збільшення показника ЧПФ до 5,21 г×м^2/добу (105 % до контролю). У варіанті

з Еквілібріумом цей показник становив 5,32 г×м^2/добу (107 %). Досить вагомий вплив спостерігався за обробки рослин препаратом Ноостим, де ЧПФ зросла до 5,65 г×м^2/добу (114 %). Найвищий показник у фазі викидання волоті знову отримано за використання препарату Келпак, який забезпечив підвищення показника ЧПФ 5,87 г×м^2/добу, що відповідає 118 % щодо контролю.

Динаміка показників свідчить, що дія рістрегулюючих препаратів є пролонгованою: їхній стимулювальний ефект зберігається протягом усього періоду вегетації, хоча найбільш вираженим він є на початкових етапах росту.

Отже, обприскування посівів кукурудзи рістрегулюючими препаратами забезпечило стійке підвищення показників чистої продуктивності фотосинтезу в досліджуваних фазах розвитку рослин. Найвищі значення ЧПФ отримано за використання препарату Келпак, де підвищення показника чистої продуктивності фотосинтезу становило 18–19 % порівняно з контролем. Високу ефективність продемонстрували також препарати Ноостим та Еквілібріум. Препарат Домінант забезпечив помірне, але стабільне зростання ЧПФ на рівні 5–6 %.

Збільшення показника ЧПФ також узгоджується зі зростанням площі листкової поверхні та вмісту суми хлорофілів, що вказує на системний позитивний вплив мікробних препаратів на фотосинтетичну продуктивність рослин кукурудзи. Отримані дані підтверджують доцільність використання біологічних препаратів як ефективного інструмента інтенсифікації технологій вирощування кукурудзи.

3.4. Вплив обприскування посівів кукурудзи регуляторами росту на врожайність культури

Врожайність є інтегральним результатом реалізації фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи та комплексної дії факторів росту й розвитку. Рівень урожайності значною мірою залежить від ефективності роботи фотосинтетичного апарату, зокрема величини асиміляційної поверхні, вмісту суми хлорофілів і показників чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ).

Застосування рістрегулюючих препаратів здатне істотно посилювати ці процеси, що в кінцевому підсумку відображається на продуктивності рослин.

За результатами обліку рівня продуктивності зерна кукурудзи, у контрольному варіанті досліду без застосування регуляторів росту врожайність зерна становила 4,56 т/га. Застосування рістрегуляторів забезпечило істотне підвищення врожайності у всіх варіантах досліду (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Врожайність посівів кукурудзи за обприскування посівів рістрегулюючими препаратами, 2025 р.

Варіант досліду	Урожайність зерна, т/га	Прибавка врожаю, т/га	до контролю, %
Без препаратів (контроль)	4,56	0,00	100
Домінант	5,02	0,46	110
Еквілібріум	5,22	0,66	115
Ноостим	5,48	0,92	120
Келпак	5,66	1,10	124
$НІР_{05}$	0,21		

Зокрема, обприскування рослин препаратом Домінант забезпечила урожайність на рівні 5,02 т/га, що на 0,46 т/га більше за контроль (110 %). Використання препарату Еквілібріум підвищило врожайність до 5,22 т/га, або на 0,66 т/га (15 %) проти контролю. Більш істотний ефект спостерігався у варіанті із обробкою рослин регулятором Ноостим, де врожайність сягала 5,48 т/га (приріст до контролю становив 0,92 т/га або 20 %). Максимальну величину врожаю отримано за обприскування препаратом Келпак – 5,66 т/га, що перевищує контроль на 1,10 т/га (24 %). $НІР_{05}$ = 0,21 т/га свідчить про те, що різниця між контрольним варіантом і всіма дослідними препаратами є статистично достовірною, так само як і перевага варіанту із застосуванням

препарату Келпак та Ноостиму над варіантом із застосування Домінанту і, частково, над Еквілібріумом.

Зростання листкової площі на 6–20 % у фазі 8–10 листків та на 4–13 % у фазі викидання волоті створює кращі умови для поглинання світлової енергії та формування більшої кількості пластичних речовин. Препарати, які забезпечили найвище збільшення листкового індексу (Келпак і Ноостим), забезпечили і найбільший приріст урожаю.

Таким чином, обприскування посівів кукурудзи регуляторами росту забезпечило статистично достовірне підвищення врожайності на 10–24 %. Найвищий результат отримано у варіантах з препаратами Келпак та Ноостим, які також проявили максимальний позитивний вплив на асиміляційну поверхню, пігментний комплекс листків і ЧПФ. Препарати Еквілібріум і Домінант мали помірний, проте стабільно позитивний вплив.

Отримані дані підтверджують, що застосування рістрегуляторів є ефективним заходом, який оптимізує фотосинтетичну діяльність рослин і суттєво підвищує їх продуктивність. Це робить такі препарати перспективним елементом сучасних ресурсоощадних технологій вирощування кукурудзи.

РОЗДІЛ 4
ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Економічна оцінка ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування кукурудзи на зерно проводилася на основі розрахунку основних показників, таких як рентабельність, окупність додаткових витрат та умовно-чистого прибутку з 1 га. Як встановлено попередніми дослідженнями, застосування рістрегуляторів сприяло суттєвому зростанню врожайності зерна культури, що безпосередньо зумовило підвищення вартості валової продукції та покращення фінансових результатів виробництва.

Порівняно з контролем, найвищий приріст урожаю спостерігався за обробки препаратом Келпак, що дозволило отримати 5,67 т/га зерна, тобто на 1,02 т/га більше, ніж у контрольному варіанті. Саме цей варіант характеризувався найвищою вартістю додаткової продукції (9180 грн/га) та максимальною сумою умовно-чистого прибутку – 28891 грн/га.

Попри те, що застосування регуляторів росту супроводжується додатковими виробничими витратами (від 1400 до 2198 грн/га), економічні розрахунки свідчать, що отриманий приріст урожайності повністю компенсує ці витрати. Зростання валового доходу забезпечує підвищення рівня рентабельності виробництва: з 107,91 % у контролі до 130,50 % у варіанті з препаратом Келпак. Усі досліджувані препарати демонструють позитивний вплив на економічні показники, проте найвищий рівень рентабельності зафіксовано саме у варіантах з найбільшою прибавкою врожаю (табл. 4.1).

Показник собівартості 1 т зерна також змінювався залежно від варіанта досліду. Найнижчий рівень собівартості у 3904,59 грн/т зерна відмічено у варіанті з обприскуванням посівів кукурудзи препаратом Келпак, що зумовлено найвищою врожайністю за помірного рівня додаткових витрат. Зниження

Таблиця 4.1. Формування показників економічної ефективності вирощування кукурудзи за обприскування посівів рістрегуляторами, 2025 р.

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування культури, грн./га	В т.ч. додаткові, грн./га	Вартість продукції за ціною реалізації, грн./га	В т.ч. додаткової, грн./га	Умовно-чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рівень рентабельності, %	Окупність додатко-вих витрат, рази.
Без препаратів (контроль)	4,65	0,00	20129,00	0,00	41850,00	0,00	21721,00	4328,82	107,91	0,00
Домінант	4,98	0,33	21529,00	1400,00	44820,00	2970,00	23291,00	4323,09	108,18	2,12
Еквілібріум	5,21	0,56	22327,00	2198,00	46890,00	5040,00	24563,00	4285,41	110,01	2,29
Ноостим	5,39	0,74	22305,00	2176,00	48510,00	6660,00	26205,00	4138,22	117,48	3,06
Келпак	5,67	1,02	22139,00	2010,00	51030,00	9180,00	28891,00	3904,59	130,50	4,57

собівартості є важливим критерієм підвищення ефективності технології, оскільки забезпечує зростання маржинального прибутку з одиниці продукції.

Окремо слід відзначити показник окупності додаткових витрат, який у всіх варіантах із застосуванням регуляторів росту є вищим за 2,00. Найвищу окупність зафіксовано також у варіанті з обробкою посівів кукурудзи препаратом Келпак, де вона складала 4,57 рази, що свідчить про надзвичайно високий економічний ефект від його використання. Це означає, що кожна вкладена додаткова гривня принесла понад 4,5 грн додаткового доходу. Дещо нижчі, але все ж високі показники окупності спостерігалися за використання препаратів Ноостим (3,06 рази) та Еквілібріум (2,29 рази).

Загалом результати досліджень свідчать, що економічна ефективність застосування регуляторів росту прямо корелює з величиною приросту врожайності. Чим більш суттєвий вплив препарату на біологічну продуктивність рослин, тим вищими є показники рентабельності й окупності. Відповідно, впровадження у виробництво препаратів, що демонструють найбільший приріст урожаю, є економічно доцільним і забезпечує стабільне підвищення прибутковості вирощування кукурудзи на зерно.

ВИСНОВКИ

1. Обробка посівів кукурудзи рістрегулюючими препаратами істотно підвищує основні фізіологічні показники рослин культури, зокрема площу асиміляційної поверхні, вміст суми хлорофілів ($a+b$) та чисту продуктивність фотосинтезу. Ефект є стабільним упродовж основних фаз росту.
2. Найбільш ефективний вплив на досліджувані показники здійснили препарати Келпак та Ноостим, обприскування якими сприяло зростанню проти контролю площі листкової поверхні на 13–20 %, вмісту суми хлорофілів ($a+b$) на 16–23 %, а показника ЧПФ – на 14–19 %.
3. Препарати Еквілібріум та Домінант проявили помірний, але достовірно позитивний вплив, покращуючи фізіолого-біохімічний стан рослин і забезпечуючи приріст урожайності на 10–15 %.
4. Врожайність кукурудзи у варіантах досліду зросла на 10–24 % залежно від препарату, що узгоджується з отриманими даними щодо поліпшення показників фотосинтетичної діяльності. Найвищу врожайність – 5,66 т/га – отримано у разі обробки посівів кукурудзи препаратом Келпак.
5. Обробка посівів кукурудзи сприяла зростанню показників економічної ефективності вирощування культури, зокрема рентабельності виробництва, зниження собівартості та збільшення умовно-чистого прибутку. Найвищий економічний ефект спостерігався за внесення препарату Келпак.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На підставі всебічного аналізу отриманих результатів досліджень агровиробництву при вирощуванні кукурудзи на зерно рекомендується включати технологію вирощування кукурудзи на зерно біологічний препарат Келпак у**,** оскільки його застосування забезпечує найбільшу прибавку врожаю зерна (+1,02 т/га) та найвищий рівень рентабельності у 130,5 %**,** що свідчить про істотне підвищення економічної результативності виробництва.

ДОДАТКИ

Додаток А4

РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВИХ ВИТРАТ НА ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ

Домінант (200 мл/га):

1) вартість препарату для обприскування – 4810 грн/л, що становить 962 грн на гектар;
2) витрати на обприскування – 300 грн
3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю – 0,46 т/га×300 грн/т = 138 грн
4) разом – 1400 грн/га

Еквілібріум (2,0 л/га):

1) вартість препарату для обприскування – 850 грн/л, що становить 1700 грн на гектар;
2) витрати на обприскування – 300 грн
3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю – 0,66 т/га×300 грн/т = 198 грн
4) разом – 2200 грн/га

Ноостим (0,4 л/га):

1) вартість препарату для обприскування – 4000 грн/л, що становить 1600 грн на гектар;
2) витрати на обприскування – 300 грн
3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю – 0,92 т/га×300 грн/т = 276 грн
4) разом – 2576 грн/га

Келпак (3,0 л/га):

1) вартість препарату для обприскування – 660 грн/л, що становить 1980 грн на гектар;
2) витрати на обприскування – 300 грн
3) витрати на збирання додатково отриманого врожаю – 1,10 т/га×300 грн/т = 330 грн
4) разом – 2010 грн/га