МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра біології

Допущено до захисту
«___» _____ 2023 року
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА ДІЇ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-б
спеціальності 091 Біологія
Артем ПАВЛІЙЧУК

Керівник: Олександр ЗАБОЛОТНИЙ,
кандидат с.-г. наук, доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА СИНТЕТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ У ПОСІВАХ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Географічне місце проведення досліджень

2.2. Грунтові умови

2.3. Кліматичні умови

2.4. Характеристику особливостей об’єкту дослідження

2.5. Схема досліду

2.6. Методика проведення дослідження

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи регуляторами росту рослин на анатомічну структуру листків культури

3.2. Формування асиміляційної поверхні рослин кукурудзи за використання регуляторів росту рослин

3.3. Вплив регуляторів росту рослин на нагромадження надземної маси рослин кукурудзи

3.4. Продуктивність фотосинтезу за обробки насіння регуляторами росту рослин

3.5. Зернова продуктивність кукурудзи на тлі передпосівної обробки насіння рістрегуляторами

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ РІСТРЕГУЛЮВАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО

СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

ВИСНОВКИ
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Кукурудза є високоврожайною культурою універсального призначення. За вмістом поживних речовин у зерні основу становлять крохмаль 65–70%, білок 9–12% та олія 4–8%. Кукурудза за агротехнічним значенням у сівозміні має важливе значення, оскільки вона є добрим попередником для зернобобових, ярих зернових культур. За дотримання вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів, а також у ґрунт повертається значна частина органіки у вигляді пожнивних решток.

Актуальність кваліфікаційної роботи. Нині, в умовах переходу України на ринкові відносини все більшого значення набуває ефективне використання матеріально-технічних ресурсів. Особливу увагу приділено вибору пестицидів, мінеральних добрив, стимуляторів росту, посівного матеріалу тощо. Зважаючи на те, що для отримання високих і сталих урожаїв зерна кукурудзи важливим є комплексний підхід до вирощування культури, актуальним питанням сьогодення є включення до технологій вирощування культури новітніх природних та синтетичних регулювальних препаратів, які здатні активізовувати ростові та біохімічні процеси рослин, посилювати їх стійкість до різноманітних факторів та повніше реалізовувати потенціал, закладений у рослину еволюцією та селекцією.

Мета і завдання дослідження **–** вивчення впливу рістрегулюючих препаратів Біосил, Біолан, Регоплант та Зеастимулін на зміни у анатомічній структурі епідермісу листків кукурудзи, формування розмірів асиміляційного апарату та показника чистої продуктивності фотосинтезу та рівень продуктивності посівів культури.

Об'єкт дослідження – кількість та розміри клітин епідермісу кукурудзи, розміри листкової поверхні, динаміка чистої продуктивності фотосинтезу, зернова продуктивність культури.

Предмет дослідження **–** гібрид кукурудзи Достаток 300 МВ, рістрегулятори Біосил, Біолан, Регоплант та Зеастимулін.

Наукова новизна дослідження – в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва вивчено вплив Біосил, Біолан, Регоплант та Зеастимулін на кількість та розміри клітин епідермісу кукурудзи, розміри листкової поверхні, динаміка чистої продуктивності фотосинтезу, зернова продуктивність культури.

Практична цінність дослідження – проведеними дослідженнями обгрунтовано найбільш ефективний регулятор росту, що сприяє більш ефективному формуванню структури та розмірів фотосинтетичного апарату, а також найвищої фотосинтетичної та зернової продуктивності кукурудзи.

Апробація результатів досліджень. За темою кваліфікаційної роботи видано працю у збірнику студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, приурочений 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора І. М. Карасюка.

Павлійчук А.С. Анатомо-морфологічні зміни листків кукурудзи на фоні обробки насіння рістрегулюючими речовинами. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, приурочений 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора І. М. Карасюка*. С. 13–14. (додаток А 1).

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА СИНТЕТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ У ПОСІВАХ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

У світовому землеробстві кукурудзі належить провідна роль. Також вона є й однією з найважливіших зернових культур в Україні є кукурудза. Поряд із пшеницею та рисом вона відноситься до трьох головних зернових культур світу та зайняла пріоритетне місце серед них за площами посіву та обсягами виробництва зерна. За потенціалом продуктивності кукурудза займає перше місце серед зернових культур. Протягом останніх років середня урожайність по Україні досягла 6,4 т/га [1].

Зважаючи на високий потенціал продуктивності сучасних гібридів кукурудзи та середню урожайність по Україні, можна зробити висновок, що спостерігається низька реалізація потенціалу продуктивності культури. Успіх у вирішенні цієї проблеми головним чином залежить від оптимізації живлення та застосування різного виду стимулювальних препаратів нового покоління для інкрустації насіння та позакореневого підживлення посівів. На даному етапі розвитку інтенсифікації землеробства одним зі способів підвищення врожайності сільськогосподарських культур є застосування рістрегулюючих речовин [2].

Літературні джерела свідчать, що нині резервом підвищення врожайності та поліпшення якості зерна при вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією є регулятори росту рослин. Ними обробляють насіння перед сівбою, або обприскують посіви під час вегетації рослин. Обробку насіння регуляторами росту також поєднують з протруєнням, обробкою мікроелементами. Ефективність регуляторів росту при допосівній обробці насіння і обприскуванні посівів майже однакова. Встановлено, що регулятори росту прискорюють ріст і розвиток рослин, зростає їх стійкість до високих температур та посушливої погоди [3, 4].

Регулятори росту рослин – це збалансований комплекс біологічно активних речовин, які активізують в рослинах основні життєві процеси. Під їх дією прискорюється наростання зеленої маси і кореневої системи, а тому активніше використовуються живильні речовини ґрунту і добрив, зростають захисні властивості рослин (стійкість до захворювань, високих і низьких температур, засухи). За дії РРР спостерігається активізація процесів фотосинтезу, що сприяє підвищенню врожайності та дає можливість рослині максимально використати свій потенціал [5, 6]. У результаті, при незначних витратах без зміни технологічних процесів регулятори росту на 15-20% підвищують урожайність сільськогосподарських культур при значному поліпшенні якості вирощеної продукції [7, 8].

Регулятори росту є одним з нових і перспективних напрямів у сільському господарстві [9, 10]. Їх застосування у технології вирощування дозволяє прямо та опосередковано впливати на формування посівів з оптимальними морфоструктурними та функціональними показниками [11–14].

Аналітичні дані свідчать, що серед високоефективних і найменш витратних розробок вітчизняної аграрної науки за останні роки вагоме місце належить впровадженню вітчизняних регуляторів росту рослин. За результатами досліджень науково - виробничої перевірки, витрати на їх придбання і впровадження окупаються приростами урожаїв у десятки разів [15].

Також у науковій літературі існують дані, що застосування регуляторів росту рослин дає змогу зменшити норму використання пестицидів на 20-25% без зниження захисного ефекту. Окрім цього, регулятори росту рослин мають позитивний вплив на навколишнє середовище та якість продукції рослинного походження, адже за їх використання спостерігається:

а) зниження обсягів використання пестицидів;

б) послаблення фітотоксичної дія протруйників;

в) поліпшення фізико-хімічних й біологічних властивостей ґрунту [16, 17].

За інформацією фахівців Інституту мікробіології та вірусології НАН України в результаті застосування регуляторів росту рослин активізується розвиток екологотрофічних груп мікроорганізмів, відбуваються процеси новоутворення гумусових сполук. Регулятори росту не лише мають пряму дію на мікробні групи, але і впливають на кореневу систему, розвиток якої збільшується на 15–17 % за рахунок збільшення кількості кореневих волосків [18].

У зв'язку зі зростаючими обсягами застосування мікробних препаратів, регуляторів росту рослин, пестицидів та інших біологічно активних сполук у сільськогосподарському виробництві особливого значення набуває питання з'ясування механізму дії цих речовин на рослинні організми, зокрема на клітинні й тканинні структури, від функціонування яких залежить формування врожайності та якості врожаю [19–21]. Як свідчать результати численних досліджень [22–25], істотний вплив на формування анатомічної і морфологічної будови рослин мають екзогенні РРР. Здебільшого вони сприяють підвищенню мітотичної активності в меристемах рослин. Більшість науковців, що досліджували зміни анатомічної структури рослин за дії біологічних препаратів [26–28], відмічають значний вплив на формування анатомічної і морфологічної будови сільськогосподарських рослин РРР, які зумовлюють збільшення розмірів клітин епідермісу листка та довжини продихових щілин, що відповідало формуванню оптимального за площею і продуктивністю листкового апарату рослин.

Також встановлено, що 1-НОК та $ГК_3$ збільшували довжину клітин коленхіми на 14 та 21%. Рістстимулятори 1-НОК, $ГК_3$, 6-БАП потовщували оболонки клітин коленхіми на 39, 54 і 35%. Одночасно за дії препаратів відбувається зростання діаметру найбільших судин ксилеми. Найбільше даний показник зростав за дії 6-БАП (31%). При застосуванні 1-НОК діаметр судин зростав на 17%, а після обробки $ГК_3$ на 7%. Також встановлено, що

стимулятори росту 1-НОК, $ГК_3$ збільшували кількість клітин у одному ряді ксилеми на 30 та 78%. При застосуванні 6-БАП даний показник у порівнянні з контролем достовірно не змінювався [29].

Дослідженнями із застосуванням рістстимулювальних речовин, проведеними в умовах навчально-наукового центру ДДАЕУ, встановлено, що перевагу за ефективністю в умовах посушливого 2020 року мали такі стимулятори росту рослин як Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) та Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га). Так прибавка урожаю зерна від застосування вищезазначених стимуляторів росту на гібриді ДН Пивиха становила відповідно 0,39–0,49 т/га (10,0–12,25 %); ДН Хортиця – 1,1–1,2 т/га (24,2–25,9 %); ДН Джулія – 0,28–0,39 т/га (6,5–8,9 %); ДН Олена – 0,32–0,46 т/га (7,7–10,8 %). На противагу цьому, в умовах вологого 2021 року перевагу мав Вимпел-2 (0,5 л/га) прибавка зерна у гібриду ДН Пивиха – 0,07–0,65 т/га (1,4–13,5 %), у ДН Джулія 340 – 1,03–1,33 т/га (15,4–19,9 %), ДН Олена 440 – 0,33–1,26 т/га (4,5–17,3 %) [30].

Шевченко Л.А. та Токмакова Л.М. [31] встановили, що за рахунок рістстимулючих властивостей біологічних препаратів підвищуються кількісні та поліпшуються якісні параметри фотосинтетичної активності рослин. Їх застосування для обробки насіння й посівів забезпечує наростання на 40,0 % площі листкової поверхні та на 63,8 % – чистої продуктивності фотосинтезу посівів кукурудзи.

Дослідженнями О.В. Мамчур встановлено, що за інкрустації насіння стимуляторами росту рослин відбувається збільшення нагромадження фотосинтетичних пігментів (на 12–24 %) за зниження на 9,0–17,5 % вмісту водорозчинних цукрів, що свідчить про функціональну активність фотосинтетичного апарату [32, 33].

У варіанті, де насіння кукурудзи обробляли препаратом Alga 600 вага надземної частини паростка становила 93,33 мг, кореневої системи – 232,5 мг, довжина – 23,27 см, тобто приріст відносно контролю склав 23,33 мг, 121,94 мг та 12,27 см відповідно. У контрольному варіанті маса надземної

частини паростка становила 70,0 мг, кореневої системи – 110,56 мг та довжини – 11,0 см. За обробки насіння кукурудзи препаратом Marvita Genesis відмічено погіршення досліджуваних параметрів, тобто маса надземної частини паростка становила 46,67 мг, кореневої системи – 85,56 мг та довжини – 9,33 см.

Бортнік Т.П. з співавторами встановили, що у варіанті досліду, де насіння кукурудзи обробляли препаратом Alga 600 вага надземної частини паростка становила 93,33 мг, кореневої системи – 232,5 мг, довжина – 23,27 см, тобто приріст відносно контролю склав 23,33 мг, 121,94 мг та 12,27 см відповідно. У контрольному варіанті маса надземної частини паростка становила 70,0 мг, кореневої системи – 110,56 мг та довжини – 11,0 см. За обробки насіння кукурудзи препаратом Marvita Genesis відмічено погіршення досліджуваних параметрів, тобто маса надземної частини паростка становила 46,67 мг, кореневої системи – 85,56 мг та довжини – 9,33 см [34].

Дослідженнями із використання регуляторів росту у посівах сої встановлено, що РРР регоплант і стимпо значно посилювали процеси накопичення маси різними органами сої, стимулювали формування листкової поверхні. Так, у фазу цвітіння під впливом Регопланту маса сирої надземної частини рослин сої зростала на 17,7, під впливом Стимпо — на 21,7 % відносно контролю. РРР підвищували облиствіння рослин — кількість і маса сирих листків за обробки Регоплантом збільшувались відповідно на 10,8 і 21,6 %, за обробки стимпо — на 16,1 і 19,3 %. Збільшення кількості листків на рослинах та їх розміру під впливом РРР Регоплант зумовило зростання їх загальної площі на 25,3 %, під впливом стимпо — на 24,9 % відносно контролю. Препарат Регоплант стимулював накопичення сухої речовини у стеблах і коренях рослин сої відповідно на 16,7 і 24,2 %, препарат Стимпо — на 16,7 і 22,6 %.

Цими ж дослідженнями встановлено, що за обробки насіння сої препаратом Регоплант вміст хлорофілу а в листках рослин збільшувався на 8,4 % (201,6±7,7 мг/100 г сирої речовини), за обробки Стимпо — на 5,6 %

(196,4±5,1) порівняно з контролем (186,0±6,0). Вміст хлорофілу *b* за дії РРР практично не змінювався, спостерігалась тенденція до зменшення на 0,4—5,7 % вмісту основних каротиноїдів. Отримані дані загалом підтвердили стимулювання біопрепаратами фотосинтетичного апарату сої внаслідок збільшення вмісту чутливішого до різних впливів хлорофілу *a* [35].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.5. Схема досліду

Польовий дослід закладався на дослідних ділянка кафедри біології Уманського НУС у 2023 році, ділянки було розміщено методом рендомізованих повторень (табл. 2.1, рис. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема досліду

Гібрид	Варіант досліду
Достаток 300 МВ	Контроль (без препаратів)
	Біосил – 50 мл/т
	Біолан – 20 мл/т
	Регоплант – 250 мл/т
	Зеастимулін – 20 мл/т

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

Рис. 2.1. Схема розміщення дослідних ділянок

Ділянок у досліді загалом – 15 (5 варіантів по 3 повторності). Площа однієї дослідної ділянки складала 36 м^2, облікової – 12 м^2.

2.6. Методика проведення дослідження

Обліки та спостереження виконували за наступними методиками:

1. Анатомічна структура – за методикою, описаною З. М. Грицаєнко з співавторами [42].
2. Надземну масу рослин – гравіметричним методом [42].
3. Фотосинтетичний потенціал посіву розраховували за формулою:

$$ФПП = \frac{(Л_1 + Л_2) \times n_1 + (Л_2 + Л_3) \times n_2 + (Л_{n-1} + Л_n) \times n_n}{2},$$

де ФПП – фотосинтетичний потенціал посіву, $м^2$×діб;

$Л_1$, $Л_2$, $Л_3$…$Л_n$ – площа листкової поверхні на 1 га посіву у відповідні фази, $м^2$/га;

n_1, n_2, n_3…n_n – період між двома суміжними визначеннями листкової поверхні, діб [42].

4. ЧПФ визначали за формулою:

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1}{0{,}5 \times (Л_1 + Л_2) \times T},$$

5. Урожайність кукурудзи – у відповідності до загальноприйнятих методик [42].
6. Економічну оцінку застосування гербіциду на посіві кукурудзи визначали за допомогою технологічних карт, користуючись цінами 2023 року (дод. А3–А7).
7. Дисперсійний аналіз виконували за допомогою ПК, користуючись програмами Excel (дод. А8–А15).

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи регуляторами росту рослин на анатомічну структуру листків культури

У зв’язку зі зростаючими обсягами застосування біологічних препаратів, регуляторів росту рослин та інших біологічно активних сполук у сільськогосподарському виробництві особливого значення набуває питання з’ясування механізму дії цих речовин на рослинні організми, зокрема на клітинні й тканинні структури, від функціонування яких залежить формування врожайності та якості врожаю [43, 44].

Будь-які зміни в анатомічній і морфологічній структурі зародкових органів зумовлюють формування відповідної будови листкового апарату і стебла рослин, що може свідчити про ступінь і глибину впливу агента на рослинний організм та про його стійкість до дії відповідних препаратів. Тому анатомічна і морфологічна будова рослин, яка, з одного боку, в певній мірі визначає вибірковість дії біологічних препаратів у початковий період після їх внесення, з іншого – може виступати важливим показником, який в більш пізні фази росту й розвитку рослини відображає ступінь, глибину та механізм дії препаратів на рослинний організм [45, 46].

У процесі онтогенезу всі рослини піддаються впливу тих чи інших чинників, що впливають на характер їхнього розвитку. Залежно від умов зростання змінюються морфологічні ознаки рослин та формується характерна епідермальна структура їхніх листків [47]. Як свідчать окремі автори [48, 49], аналізуючи ці зміни можливо охарактеризувати умови зростання певної культури і оцінити ступінь впливу на неї конкретного чинника, що в подальшому може використовуватись для розробки більш ефективних технологій вирощування.

Проведеними дослідженнями виявлено, що використання рістрегулюючих препаратів мало вплив на зміни у анатомічній будові епідермісу листків культури.

При застосуванні для передпосівної обробки насіння регулятора Біосил нормою 20 мл/т кількість клітин епідермісу знизилася проти контролю І на 18 шт./мм^2, а у разі застосування Біолану у нормі 50 мл/т – на 23 шт./мм^2. Більш яскравий вплив на зміну кількості клітин епідермісу листків кукурудзи мала обробка Регоплантом у нормі 200 мл/т а також Зеастимуліном у нормі 20 мл/т. Тут кількість клітин епідермісу кукурудзи мала тенденцію до зниження на 28 та 30 шт./мм^2 відповідно (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Анатомічна структура епідермісу листків кукурудзи за обробки насіння РРР , фаза викидання волоті, 2023 р.

Варіант досліду	Кількість клітин епідермісу, шт./мм^2	Площа однієї клітини, мкм^2
Без препаратів (контроль)	275	532
Біосил	257	565
Біолан	252	587
Регоплант	247	610
Зеастимулін	245	629

Закономірним було те, що за дії рістрегулюючих препаратів зі зменшенням кількості клітин епідермісу спостерігалося наростання площі однієї клітини. Найбільші показники розмірів однієї клітини відмічено також у варіантах досліду з обробкою насіння перед висіванням Регоплантом у нормі 200 мл/т й Зеастимуліном у нормі 20 мл/т – на 78 та 97 мкм^2 більше за контроль відповідно.

Зменшення кількості клітин епідермісу у листках кукурудзи за одночасного збільшення їх розмірів у дослідних варіантах із обробкою

насіння кукурудзи рістстимулюючими препаратами свідчить про формування мезоморфного типу листкової пластинки, що зазвичай відбувається за сприятливіших умов вирощування. Очевидно, обробка насіння стимулювальними препаратами дає змогу рослинам краще розкрити свій потенціал.

Таким чином за проведення передпосівної обробки насіння кукурудзи рістрегулювальними препаратами відбуваються зміни у анатомічні структурі листків культури. Так, за використання РРР Зеастимулін відмічено зниження клітин епідермісу на 30 шт./мм^2 за зростання площі однієї клітини на 97 мкм^2.

3.2. Формування асиміляційної поверхні рослин кукурудзи за використання регуляторів росту рослин

Визначення площі фотосинтетичної поверхні посіву кукурудзи виявило, що у різних варіантах досліду цей показник був різним і залежав від виду рістрегуляторів, що використовувалися для обробки насіння перед сівбою.

Так, зокрема, при визначенні листкової поверхні у фазі викидання волоті встановлено, що у разі використання Біосилу площа фотосинтетичної поверхні зросла проти контролю на 2,8 тис. м^2/га, тоді як при застосуванні Біолану 4,0 тис. м^2/га (табл. 3.2).

Дещо ефективнішою зарекомендувала себе передпосівна обробка насіння Регоплантом. У цьому варіанті досліду прослідковується зростання листкової площі проти контрольного варіанту на 5,4 тис. м^2/га. Найбільш ефективним серед усіх варіантів досліду, про що свідчить найбільша площа листкової поверхні, виявилось використання для передпосівної інкрустації насіння рістрегулятора Зеастимулін. У цьому варіанті досліду відмічено перевищення даних у контрольному варіанту на 7,2 тис. м^2/га.

Таблиця 3.2. Фотосинтетична поверхня та потенціал кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин, 2023 р.

Варіант досліду	Площа листків кукурудзи у фазі викидання волоті, тис. м^2/га	Фотосинтетичний потенціал посіву, тис. м^2×діб
Без препаратів (контроль)	38,3	1910,3
Біосил	41,1	1990,8
Біолан	42,3	2004,1
Регоплант	43,7	2100,5
Зеастимулін	45,5	2141,1

Також одним із основних показників фотосинтетичної діяльності рослин є фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП), що ілюструє продуктивність функціонування асиміляційного апарату протягом вегетації. Проведеними дослідженнями встановлено, що показник ФПП, як і листкова поверхня, змінювалися залежно від застосування для передпосівної обробки насіння того чи іншого регулятора росту рослин.

Зокрема, передпосівна обробка насіння кукурудзи Біосилом забезпечила зростання показника ФПП відносно контролю на 80,5 тис. м^2×діб, а у варіанті із застосуванням Біолану – на 93,8 тис. м^2×діб. Як і у випадку визначення розмірів листкової поверхні, показник ФПП також був вищим у разі обробки насіння культури перед сівбою РРР Регоплант та Зеастимулін. У цих варіантах досліду досліджуваний показник перевищував дані контрольного варіанту на 190,2 і 230,8 тис. м^2×діб відповідно.

Отже, отримані результати досліджень дають змогу припустити, що збільшення розмірів клітин епідермісу листків кукурудзи у разі передпосівної обробки її насіння рістстимулювальними препаратами сприяє наростанню розмірів листкової поверхні. Так, у варіанті досліду із

застосування Зеастимуліну у фазі викидання волоті відмічено зростання площі листкової поверхні на 7,2 тис. м^2/га порівняно з контролем, що також сприяло зростанню показника ФПП на 230,8 тис. м^2×діб.

3.3. Вплив регуляторів росту рослин на нагромадження надземної маси рослин кукурудзи

За дії біологічних препаратів у рослин спостерігаються зміни у лінійних розмірах стебла, розвитку механічних тканин та провідної системи, будові листкового апарату і його функціонуванні [50]. Також інші автори [51–53], за впливу біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, простежували активізацію проходження в рослинах обмінних процесів, формування рослинами більш потужної кореневої системи, що в цілому забезпечувало підвищення урожайності посівів.

У результаті виконаних досліджень встановлено, що передвосівна обробка насіння кукурудзи мала позитивний вплив на нагромадження надземної маси рослин кукурудзи (табл. 3).

Таблиця 3.3. Накопичення надземної маси рослин кукурудзи, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза розвитку кукурудзи			
	8-10 листків		викидання волоті	
	маса 1-ї рослини, г	% до конт-ролю	маса 1-ї рослини, г	% до конт-ролю
Без препаратів (контроль)	48,9	100,0	490,1	100,0
Біосил	52,2	106,7	515,3	105,1
Біолан	54,3	111,0	532,6	108,7
Регоплант	58,2	119,0	548,2	111,9
Зеастимулін	59,0	120,7	550,2	112,3

Зокрема, за визначення динаміки накопичення надземної маси рослин кукурудзи встановлено, що за обробки насіння Біосилом маса однієї рослини перевищувала контроль у фазі 8–10 листків культури на 6,7%, а за діх Біолану – на 11,0%. Більш ефективним був влив обробки насіння Регоплантом та Зеастимуліном. У цих варіантах досліду маса рослин зросла проти контролю відповідно на 19,0 та 20,7%.

Отже, надземна маса рослин кукурудзи за передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин зростає у порівнянні з контролем від 5,1 до 20,7% залежно від фази розвитку рослин та виду ріст регулюючого препарату.

3.4. Продуктивність фотосинтезу за обробки насіння регуляторами росту рослин

Основою життя і розвитку рослинного організму є фотосинтез, який у поєднанні з асиміляцією мінеральних елементів ґрунту створює основу для формування врожаю [54]. Разом з тим фотосинтетична діяльність рослин визначається низкою чинників, у тому числі й умовами вирощування та впливом на посіви біотичних і абіотичних складових агроценозів.

Літературні дані свідчать про те, що біологічні препарати, у тому числі й регулятори росту рослин, що застосовуються в посівах сільськогосподарських культур, істотно впливають на синтез органічної речовини [55, 56]. Разом з тим одним із важливих фізіологічних показників, який в значній мірі характеризує продуктивність рослин і визначає ефективність агротехнічних заходів щодо вирощування культури, є чиста продуктивність фотосинтезу.

Визначення показника чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) показало, що він змінювався за обробки насіння рістрегулювальними препаратами і ступінь зміни залежав від виду регулятора росту рослин .

Так, за обробки насіння кукурудзи перед сівбою РРР Біосил (20 мл/т) показник ЧПФ, порівняно з контролем, зріс на 4%, тоді як за використання Біолану (50 мл/т) – на 11%. Більш ефективним стосовно чистої продуктивності фотосинтезу рослин кукурудзи виявилося застосування Регопланту (200 мл/т) та Зеастимуліну (20 мл/т). У цих варіантах досліду показник ЧПФ перевищував результати, отримані у контрольному варіанті, на 16 та 17% відповідно до виду РРР (рис. 3.1).

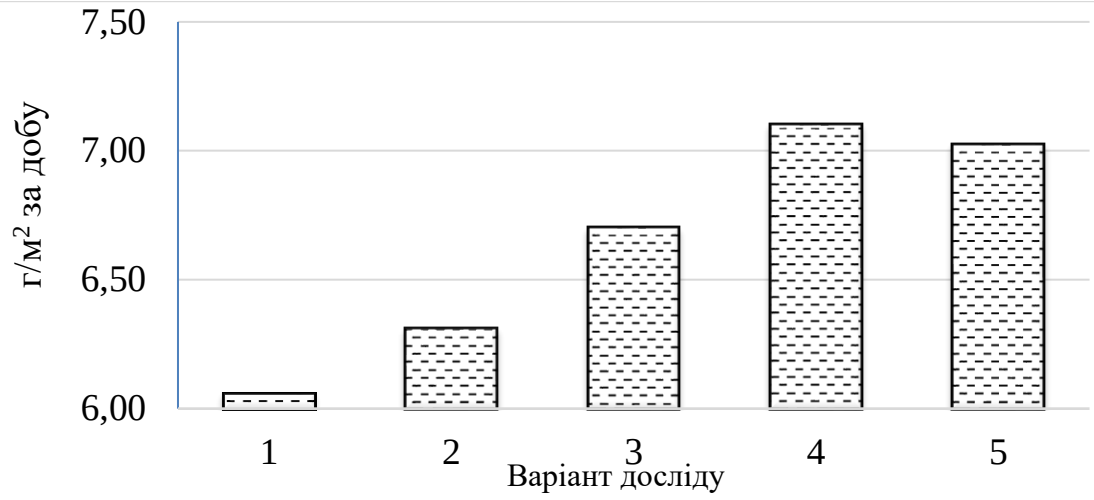


Рис. 3.1. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи за дії РРР у фазі викидання волоті, 2023 р. ($НІР_{05}$=0,23)

1. Контроль (обробка водою); 2. Біолан 50 мл/т; 3. Біосил 20 мл/т;
2. Регоплант 200 мл/т; Зеастимулін 20 мл/т.

Отже, обробка насіння регуляторами росту рослин має позитивний вплив на фотосинтетичну продуктивність культури. Проте найвища продуктивність фотосинтезу спостерігається у варіанті досліду із передпосівною обробкою насіння рістрегулятором Зеастимулін, перевищуючи показники контролю на 17%.

3.5. Зернова продуктивність кукурудзи на тлі передпосівної обробки насіння рістрегуляторами

Я відомо, величина зернової продуктивності свідчить про ефективність проведення конкретного агрозаходу у технології вирощування культури.

Аналіз отриманих результативних даних щодо урожайності кукурудзи свідчить, що передпосівна обробка насіння мала позитивний ефект на формування продуктивності посівів культури (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. Врожайність зерна кукурудзи за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами, 2023 р.

Варіант досліду	Врожайність, т/га	До контролю, %
Без препаратів (контроль)	5,89	100
Біосил	6,31	107
Біолан	6,87	117
Регоплант	7,05	120
Зеастимулін	7,35	125
$НІР_{05}$	*0,36*	

Так, передпосівна обробка насіння кукурудзи регулятором росту рослин Біосил сприяла отриманню прибавки врожаю порівняно з контролем у розмірі 0,42 т/га, що є достовірною за $НІР_{05}$ 0,36 т/га. Дещо вищу ефективність засвідчило використання для обробки насіння РРР Біолан. Тут прибавка врожаю складала 0,98 т/га за $НІР_{05}$ 0,36 т/га. У відповідності до приростів показників площі листків та фотосинтетичної продуктивності, більші прибавки врожаю спостерігалися у разі обробки насіння РРР Регоплант та Зеастимулін. У цих варіантах досліду приріст врожайності складав 1,16 і 1,46 т/га відповідно, що достовірно при $НІР_{05}$ 0,36 т/га.

У відсотковому виразі приріст врожайності зерна кукурудзи при передпосівній обробці її насіння рістрегуляторами Біосил, Біолан, Регоплант і Зеастимулін складав 7, 17, 20 і 25% відповідно.

Таким чином, за обробки насіння кукурудзи перед висіванням стимулювальними препаратами відбувається зростання рівня врожайності порівняно з контрольним варіантом досліду. Найбільший приріст врожайності у 25% забезпечує використання РРР Зеастимулін.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ РІСТРЕГУЛЮВАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

В умовах ринкової економіки одним з основних критеріїв економічної ефективності технологічних процесів є чистий прибуток. Для економічного обґрунтування елементів технології використовували такі показники: затрати на виробництво продукції з 1 га, собівартість продукції, умовно-чистий прибуток, рентабельність та окупність додаткових витрат.

Встановлено, що використання рістрегуляторів з метою передпосівної обробки насіння кукурудзи дещо збільшувало величину загальних витрат на вирощування, проте за рахунок приросту врожайності також зростали і показники економічної ефективності (табл. 4.1).

Так, у разі застосування РРР Біосил загальні затрати на вирощування культури склали 21249 грн/га, проте завдяки отриманню 0,42 т/га приросту врожайності було отримано 8408,3 грн/га умовно-чистого прибутку за рівня рентабельності у 39,6% та окупності додаткових витрат у 2,0 рази.

У варіанті досліду із застосуванням Біосилу загальні затрати на вирощування продукції складали 21165 грн/га, однак приріст урожаю розмірі 0,98 т/га забезпечив отримання умовно-чистого прибутку на рівні 11124,0 грн/га. Рівень рентабельності склав 52,6% і окупність додаткових затрат зросла до 5,0 разів.

Обробка насіння Регоплантом посприяла зростанню величини умовно-чистого прибутку до 11510,0 грн/га та рівня рентабельності до 53,2%. Однак через більшу вартість препарату, що йде на обробку насіння окупність додаткових витрат знизилася порівняно з попереднім варіантом досліду.

Найвищі показники економічної ефективності відмічено за обробки насіння Зеастимуліном. Тут, за величини загальних витрат на вирощування у 13370,0 грн/га та прибавки врожаю у 1,46 т/га було отримано 13370,0 грн/га

Таблиця 4.1. Економічна ефективність вирощування кукурудзи за обробки насіння рістрегулюючими препаратами, 2023 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)	5,89	0,00	20253	0,0	27683	0	7430,0	3438,5	36,7	0,0
Біосил	6,31	0,42	21249	995,7	29657	1974	8408,3	3367,5	39,6	2,0
Біолан	6,87	0,98	21165	912,4	32289	4606	11124,0	3080,8	52,6	5,0
Регоплант	7,05	1,16	21625	1371,6	33135	5452	11510,0	3067,3	53,2	4,0
Зеастимулін	7,35	1,46	21175	921,6	34545	6862	13370,0	2880,9	63,1	7,4

умовно-чистого прибутку за рівня рентабельності у 63,1% і окупності додаткових витрат у 7,4 рази.

Отже, зростання врожайності за використання передпосівної обробки насіння рістрегуляторами забезпечує підвищення показників економічної ефективності вирощування культури. Найвищі її показники прослідковуються при використанні Зеастимуліну, що забезпечує надходження 13370,0 грн/га умовно-чистого прибутку та 63,1% рентабельності при окупності додаткових витрат у 7,4 рази.

ВИСНОВКИ

1. При застосуванні передпосівної обробки насіння кукурудзи ріст регулювальними препаратами прослідковуються зміни у анатомічні структурі листків культури, зокрема, у разі використання РРР Зеастимулін відмічено зниження клітин епідермісу на 30 шт./мм^2 за зростання площі однієї клітини на 97 мкм^2.
2. Збільшення розмірів клітин епідермісу листків кукурудзи у разі передпосівної обробки її насіння рістстимулювальними препаратами сприяє наростанню розмірів листкової поверхні. Так, у варіанті досліду із застосування Зеастимуліну у фазі викидання волоті відмічено зростання площі листкової поверхні на 7,2 тис. м^2/га порівняно з контролем, що також сприяло зростанню показника ФПП на 230,8 тис. м^2×діб.
3. Надземна маса рослин кукурудзи за передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин зростала у порівнянні з контролем від 5,1 до 20,7% залежно від фази розвитку рослин та виду ріст регулюючого препарату.
4. Найвища продуктивність фотосинтезу та врожайність зерна спостерігається у варіанті досліду із передпосівною обробкою насіння рістрегулятором Зеастимулін, перевищуючи показники контролю на 17 і 25% відповідно.
5. Отриманий приріст врожайності при використанні Зеастимуліну забезпечує надходження 13370,0 грн/га умовно-чистого прибутку та 63,1% рентабельності при окупності додаткових витрат у 7,4 рази.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою формування оптимальної структури епідермісу листків та активізації ростових і фотосинтетичних процесів, що лежать в основі формування високих врожаїв кукурудзи з суттєвими показниками економічної ефективності на основі результатів проведених досліджень

виробництву пропонується застосовувати передпосівну обробку насіння культури регулятором росту рослин Зеастимулін у нормі 20 мл/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №4. С. 63–65.
2. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України. *Збірник наукових праць Уманської ДАА «Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур»*. 2001. С. 15–23.
3. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2013. Вип. 61. С. 118–120.
4. Гож О. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю. Вплив стимуляторів росту на продуктивність гібридів кукурудзи при зрошенні. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: зб. наук. праць за матеріалами IV Всеукраїнської наук.-прак. конф. з міжнародною участю* (15-16 травня 2014 р.). Тернопіль: Тернопільська ДСГДС ІКСГІ НААН. 2014. Ч. 1. С. 60–62.
5. Гож О. А., Лавриненко Ю. О. Вплив стимуляторів росту та мікродобрив на урожайність зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. Аграрна наука: розвиток та перспективи: зб. тез за матеріалами міжнародної науково-практичної інтернет-конф. (5 жовтня 2015 р.). Миколаїв. 2015. С.4.
6. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Гож О. А., Нужна М. В. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошуваного землеробства. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2014. Вип. 62. С. 79–81.
7. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К.: Аграрна наука. 2006. 311 с.

8. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Вплив стимуляторів росту і мікродобрив на урожайність зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2015. Вип. 63. С. 58–61.
9. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180-430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2016. Вип. 65. С. 64–68.
10. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ефективність стимуляторів росту та мікродобрив на посівах гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон. 2015. Вип. 64. С. 14–20.
11. Ласло О. О., Олепір Р. В. Вплив композицій регулятора росту Вимпел-2 та Оракул мультикомплекс на урожайність середньостиглих гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2022. №124. С. 79–84.
12. Томашук О. В., Каменщук Б. Д. Фотосинтетична продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100. С. 91–97.
13. Шевченко Л. Дія мікробного препарату поліміксобактерину – стимулятора росту рослин на фотосинтетичну активність рослин кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2017. № 21. С. 62–68.
14. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Особливості росту і розвитку рослин кукурудзи в посівах та їх фотосинтетична діяльність залежно від технології вирощування в умовах Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67 (II). С. 92–112.
15. Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Сова Р. С., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Аграрна наука: развитие и*

перспективи: зб. тез за матеріалами міжнародної науково-практичної інтернет-конф. (5 жовтня 2015 р.). Миколаїв. 2015. С. 6.

16. Calvino P. A., Andradeb F. A., Sadrasb V. O. Maize Yield as Affected by Water Availability, Soil Depth, and Crop Management. *Agronomy Journal*. 2003. Vol. 95. P. 275–281.
17. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. Vo. 3, No. 1. P. 55–60.
18. Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на півдні України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 131–138.
19. Білоножко В. ., Карпенко В. П., Полторецький С. П. [та ін.]. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 7–13.
20. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Анатомічна будова рослин кукурудзи при дії Базису 75, Зеастимуліну і Рексоліну. *Матеріали Міжнародної наукової конференції «Аграрна наука і освіта XXI століття»*. Умань. УДАУ. 2006. С. 24–26.
21. Мусатенко Л. І., Яворська В. К. Ріст і розвиток рослин та проблеми їх регуляції. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: зб. наук. праць*. К., 2001. Т. 1. С. 269–281.
22. Притуляк Р. М., Чалий В. І., Вишневський С. В., Лебідь Ю. І. Анатомо-морфологічна будова листкового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і ріст регуляторів. *Сучасні тенденції розвитку української науки: Всеукр. наук. конф.* Переяслав-Хмельницький. Матеріали наукової конференції. Переяслав-Хмельницький. 2018. Вип. 6 (16) С. 28–30.

23. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу і продуктивності соняшнику за дії Триптолену. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. К.: Логос. 2009. С. 680–686.
24. Грицаєнко З. М., Даценко А. А. Анатомічна структура епідермісу листкового апарату гречки за дії біологічних препаратів. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 1. С. 65–68.
25. Мусіяка В. К. Антимутагенна дія регулятора росту Емістиму в кореневих меристемах гороху та пшениці. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2002. Т. 34. № 1. С. 45–51.
26. Карпенко В. П., Шутко С. С., Гнатюк М. Г. Анатомо-морфологічні зміни листкової поверхні соризу за використання біологічно активних речовин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* Умань. 2018. № 94. С. 264–274.
27. Martin C. Goffinet Anatomy of Grapevine Winter Injury and Recovery [Електронний ресурс]. Cornell University Department of Horticultural Sciences, *NY State Agricultural Experiment Station*, Geneva, NY 14456. Date: 28 February 2004. [Електронний ркcурс]. Режим доступу: http://www.hort.cornell.edu/goffinet/Anatomy_of_Winter_Injury_hi_res.pdf
28. Karpenko V., Boiko Y., Prytuliak R. [et. al.]. Anatomical changes in the epidermis of winter pea stipules and their area under usage of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 472–483.
29. Швандер І. М., Юра К. В., Піскорська Т. В., Рогач В. В. Вплив рістстимулюючих препаратів на анатомічну будову стебла рослин баклажанів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.rusnauka.com/12_KPSN_2014/Biologia/2_167560.doc.htm
30. Цилюрик О., Іжболдін О., Сологуб І. Ефективність регуляторів росту рослин в посівах кукурудзи. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції до 100-річчя ДДАЕУ*. 18 травня 2022 р. Дніпро. 2022. С. 59–60.

31. Шевченко Л. А., Токмакова Л. М. Формування і продуктивність фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за дії поліміксобактерину – стимулятора росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2018. Т. 20, № 89. С. 47–51.
32. Мамчур О. В. Роль фізіологічно активних речовин в онтогенезі рослин кукурудзи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 109–119.
33. Мамчур О. В. Фізіологобіохімічні особливості формування продуктивності кукурудзи за впливу регуляторів росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького*. 2013. Т. 15, № 1 (2). С. 152–160.
34. 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 Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 1. С. 132–139.
35. Конончук О. Б., Пида С. В. Вплив регуляторів росту рослин Регоплант і Стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т50. № 1. С. 59–65.
36. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Бойко В. П. Засвоєння і винесення основних елементів живлення ячменем ярим за різного удобрення. Вісник Уманського НУС. 2020. №2. С. 56–61.
37. Достаток 300 МВ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://agrostory.com/catalog/detail/19904/
38. Біосил. ДП МНТЦ "Агробіотех" НАН та МОН України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biosil

39. Біолан. ДП МНТЦ "Агробіотех" НАН та МОН України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biolan
40. Регоплант. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/regoplant
41. Зеастимулін. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/zeastimulin
42. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
43. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Анатомічна будова рослин кукурудзи при дії Базису 75, Зеастимуліну і Рексоліну. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Аграрна наука і освіта XXI століття». Умань. УДАУ. 2006. С. 24–26.
44. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів. Мат. Всеукр. конф. молодих вчених УДАУ. Умань. 2008. Ч. 1. С. 17–19.
45. Біологізована технологія вирощування нуту: монографія В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, О. О. Коробко, Р. М. Притуляк. За редакцією І. І. Мостов'яка. Умань: ВПЦ «Візаві». 2021. 125 с.
46. Arus J. L., Tapia L., Alegre L. The effect of Changing Sowing Date on Leaf Structure and Gas Exchange Characteristics of Wheat Flag Leaves Grown under Mediterranean Climate Conditions. Journal of Experimental Botany. 1989. Vol. 40, № 6. P. 639–646. DOI: 10.1093/jxb/40.6.639
47. Physiological and Anatomical Mechanisms in Wheat to Cope with Salt Stress Induced by Seawater / R. M. A. Nassar et al. Plants. 2020. Vol. 9, № 2. DOI: 10.3390/plants9020237
48. Dawood M. G., Taie H. A. A., Nassar R. M. A., Abdelhamid M. T., Schmidhalter U. The changes induced in the physiological, biochemical and anatomical structure of Vicia faba by the exogenous application of proline under seawater stress. South African Journal of Botany. 2014. Vol. 93. P. 54–63. DOI: 10.1016/j.sajb.2014.03.002

49. Pyda S. V. , O. V. Tryhuba, O. B. Kononchuk, I. A. Hutsalo Energy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8 (3). P. 221.
50. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. [та ін.]. Біологізована технологія вирощування озимих зернових культур (пшениця, тритикале, ячмінь): рекомендації виробництву; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 24 с.
51. Пономаренко С. П., Черемха Б. М., Анішин Л. А. Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Колос України. 1997. 63 с.
52. Карпенко В. П., Просянкін Д. І. Ростові процеси вівса голозерного за дії біологічно активних речовин. Materialy X Mezinarodni Vedecko-Praktika Konference. Praha. 2014. P. 47–48.
53. Даценко А. А., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2017. № 90 (1). С. 14–22.
54. Калюжна Ю. І. Вплив мікробіологічного препарату у поєднанні з біостимулятором росту на розвиток і врожайність рослин сої. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах. Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 61−62.
55. Новікова Т. П. Фотосинтетична продуктивність посівів сочевиці за дії біологічних препаратів. Наукові горизонти. 2019. № 10 (83). С. 28–34.
56. Горщар В. І. Вплив біологічно активних речовин на врожайність ярого ячменю в північному Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2010. № 9. С. 77–79.