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
МІКРОБІОТА ҐРУНТУ АГРОБІОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 21 м-б
спеціальності 091 Біологія
Марія ЛИСЕНКО

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

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ І. ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ
2.1. Географічне місце проведення досліджень
2.2. Ґрунтові 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. Мікробіологічна активність ґрунту за дії біологічних препаратів рістрегулювального характеру
3.2. Формування листкової поверхні за обробки насіння регуляторами росту рослин
3.3. Нагромадження фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи
3.4. Урожайність посівів кукурудзи за передпосівної обробки насіння рістрегулювальними препаратами
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ
ВИСНОВКИ
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Стимулювання виробництва зерна у світовій практиці є головним напрямом аграрної політики для задоволення потреб людства продуктами харчування. Серед групи зернових важливе місце займає вирощування кукурудзи, однієї із найбільш продуктивних та цінних за біологічними властивостями культур. Сьогодні кукурудза посідає друге місце серед сільськогосподарських культур у світі після пшениці і за посівними площами, і за рівнем продажів. За своїми потенційними властивостями кукурудза має не тільки високий урожай, але й широкий спектр застосування. У різних країнах світу близько 20% зерна використовується для харчових цілей, 15–20% – для виробництва нафти та палива у промисловому секторі, а все інше – для кормових потреб у тваринницькому секторі. Зростання попиту на кукурудзу та збільшення обсягів її виробництва були зумовлені в основному зростанням цін на енергоносії, оскільки зерно кукурудзи є основною сировиною для виробництва біоетанолу.

Актуальність кваліфікаційної роботи. Зменшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур в перспективі пов’язано із застосуванням зональних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які базуються на новітніх досягненнях науки і техніки, застосуванні науково обґрунтованих і економічно-доцільних систем сівозмін, способів обробітку ґрунту, застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту. Тому сучасний стан виробництва зерна в Україні можливо суттєво поліпшити шляхом застосування інноваційних елементів технологій вирощування кукурудзи. Тому введення у технології вирощування кукурудзи різноманітних біологічних препаратів нині є актуальним заходом, що сприяє зростанню продуктивності культури.

Мета і завдання дослідження – дослідження використання рістрегулюючих препаратів Біосил, Біолан, Регоплант і Зеастимулін на загальну чисельність мікробіоти у ризосфері кукурудзи, чисельність

основних груп мікроорганізмів, рівень фотосинтетичної та зернової продуктивності.

Об'єкт дослідження – загальна кількість мікроорганізмів у ризосфері культури та кількість основних їх груп, показник ЧПФ, рівень врожайності.

Предмет дослідження – Достаток 300 МВ – гібрид кукурудзи; Біосил, Біолан, Регоплант та Зеастимулін – регулятори росту рослин.

Наукова новизна дослідження – в умовах НВВ Уманського НУС вивчено вплив застосувння РРР на мікробіологічну активність ґрунту посівів кукурудзи, динаміку формування показника ЧПФ та величину врожаю.

Практична цінність дослідження – обгрунтовано застосування найбільш ефективного регулятора росту рослин, що найбільш ефективно впливає на розвиток ризосферної мікробіоти і, як наслідок, на формування зернової продуктивності.

Апробація результатів досліджень. За тематикою кваліфікаційної роботи опубліковано наукову 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.

Лисенко М.Ю. Мікробіота ґрунту агробіоценозу кукурудзи за дії біологічних препаратів. *Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва, приурочений 100-річчю від дня народження українського вченого в галузі агрономії, професора І. М. Карасюка*. С. 44–45. (додаток А 1).

РОЗДІЛ 1
ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Кукурудза – одна з найпродуктивніших культур у сільському господарстві. Наприклад, врожайність зерна кукурудзи в США в середньому складає 7,5–8,2 тони з гектара, у Франції 7,8–8,0 тон з гектара та в Італії 83–86 тон з гектара. На цю сільськогосподарську культуру припадає понад 45% загального світового виробництва продовольства. Зерно культури містить 65–70% вуглеводів, 9–12% білків, 4–8% жирів, мінеральні солі та вітаміни. Використовується для виготовлення борошна, консервів (цукрової кукурудзи), крохмалю, етанолу, пива, глюкози, цукру, сиропу, отримання вітаміну Е та аскорбінової кислоти. Зі стебел, листя та качанів можуть виробляти папір, лінолеум, віскозне волокно, активоване вугілля, штучну пробку, пластмасу тощо. Також 1 кг зерна містить 1,34 кормової одиниці та 78 г засвоюваного білка. 100 кг кукурудзяної соломи містить 37 кормових одиниць, а 100 кг мелених стрижнів – 35 [1, 2].

В останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин від шкідливих організмів та стимулювання росту і розвитку рослин біологічними препаратами [3, 4]. Біологічний метод захисту рослин (biological control or biocontrol) у його вузькому класичному розумінні є методом боротьби зі шкідниками, бур'янами і хворобами рослин із використанням природних ворогів. Він ґрунтується на природних механізмах («хижак – жертва», «паразит – господар») й активному втручанні людини в процес регуляції та пригнічення шкідників і патогенних організмів [5, 6].

Вивчення впливу біопрепаратів із рістрегулюючими властивостями є перспективним та актуальним, особливо в умовах змін клімату. Аналіз

літературних даних указує на те, що застосування біопрепаратів із захисними та рістстимулюючими функціями сприяє реалізації закладеного біологічного потенціалу культури, у тому числі певних імунних реакцій, підвищує продуктивність рослин та сприяє реалізації генотипових задатків сортів та гібридів [7–12].

Питанню широкого використання біопрепаратів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, США [8].

Тому у підвищенні рівня реалізації біологічного потенціалу кукурудзи в Україні важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування. Для покращення росту та розвитку рослин, разом з основним удобренням важливе значення має застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту [13–16].

Регулятори та стимулятори росту рослин - це біологічно активні низькомолекулярні речовини природного або синтетичного походження, які при виключно малих концентраціях у рослинах суттєво змінюють процеси їх життєдіяльності, дають змогу посилити інтенсивність обмінних і ростових процесів у рослинах, підвищити продуктивність посівів польових культур та якість продукції. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів. Позитивно впливаючи в невисоких дозах на накопичення рослинної біомаси, вони опосередковано збільшують винос біогенних елементів з ґрунту через посилення здатності рослин засвоювати макро- і мікроелементи. Вони підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками. розширюють обсяги кругообігу біогенних елементів. Це сприяє систематичному зростанню виробництва органічної продукції без збільшення

витрат ресурсів зовнішнього походження. Регулятори та стимулятори росту рослин є важливим елементом системи землеробства [17, 18].

У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів [19–21]. Так, О. В. Шерстобоєва [22], повідомляє, що використання біопрепаратів, основою більшості яких є діазотрофи, сприяє зростанню в 1,5 рази кількості азотфіксувальних бактерій у ризосфері ячменю, сорго і пшениці озимої.

Дослідженнями Г. М. Василенко [23] встановлено, що при застосування біологічного препарату Гумісол у ґрунті кореневої зони сої збільшується чисельність мікроорганізмів-амоніфікаторів, які розкладають білки до амонійних сполук, доступних рослинам, оліготрофілів і міцеліальних форм мікроорганізмів, серед яких багато продуктів біологічно активних речовин. Підвищення чисельності грибів може свідчити про фітопатогенез. За використання Гумісолу в ґрунті під соєю і кукурудзою спостерігається тенденція до збільшення вмісту загальної мікробної маси, що свідчить про підвищення активності ґрунтового біоценозу загалом. Зокрема, у 1,5–2 рази підвищується активність розкладання целюлози в ґрунті.

Активізація росту і розвитку ризосферної мікробіоти сільськогосподарських культур за дії РРР у свою чергу сприяє покращенню росту і розвитку культурних рослин і, як наслідок, підвищення їх продуктивності. Очевидно, це є наслідком того, що зростає чиседбність азотфіксувальних та фосфатмобілізувальниї видів мікроорганізмів, що сприяє зростанню доступних для рослин елементів живлення.

Дослідженя, проведенф Українським НДПТІ «Агроресурси» в посівах 12 польових культур, а з окремих регуляторів росту – п’ятирічні результати в посівах 8 польових культур показали, що регулятори росту забезпечують вагомий приріст урожаю польових культур при значному поліпшенні якості вирощеної продукції. Найефективнішими українськими біопрепаратами є:

Емістим С, Агростимулін, Зеастимулін, Бетастимулін, Потейтін, Триман, Альфа, Ріст-3, Протон та інші [24].

Згідно досліджень І. П. Сатановської [25], в умовах Лісостепу Правобережного застосування передпосівної обробки насіння стимулятором росту та проведення позакореневих підживлень листостеблової маси Емістимом С та Еколистом багатокомпонентним забезпечило подовження періоду «викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна», який настає на 37–40 добу після викидання волоті і дає можливість отримати сходи кукурудзи на 1–2 діб раніше. При цьому збільшувався вегетаційний період на 4–8 діб.

Застосування регуляторів росту підвищують урожай зерна та зеленої маси на 15,4–19,7 %, або на 7–9 ц/ га зерна і 50–90 ц/га зеленої маси. Для підвищення врожайності кукурудзи застосовують обприскування під час вегетації Вермистимом (5,0–15 л/га), Вермистимом К (3,0–8,0 л/га), Вимпелом (0,5–1,5 л/га), Гумісолом (8,0–10 л/га), Емістимом С (10 мл у 300 л води на 1 га), Ендофітом 1 (3–10 мл/ га), Зеастимуліном (10 мл/га), Ліносолом (12–15 л/га). Позакореневе підживлення посівів кукурудзи виконують Вимпелом (300 мл/га), Неофітом (25–75 мл/га).

Регулятори росту в посівах кукурудзи забезпечують високу ефективність. Науково-виробнича перевірка ефективності регуляторів росту в посівах кукурудзи на силос засвідчила, що при обприскуванні посівів гібриду Одеський–10 Емістимом С урожай зеленої маси зріс на 71 ц/га (19 %), а гібриду Одеський 346 – на 65 ц/га (20 %). В дослідному господарстві «Тучинське» Рівненської сільськогосподарської дослідної станції протягом 1996–2002 рр. обробка насіння кукурудзи Емістимом С забезпечила приріст врожаю зерна на рівні 8–12 ц/га. В агрофірмі «Світанок» (Київська область) при застосуванні Зеастимуліну прибавка врожаю зерна кукурудзи зросла на 7,3 ц/га в перерахунку на сухе зерно. Найбільшого використання при вирощуванні кукурудзи набули регулятори росту Зеастимулін і Емістим С. Обприскування посівів виконують у фазі 5–9 листків за норми на високому

агрофоні – 15 мл, на низькому – 10 мл. Врожайність зерна кукурудзи при цьому зростає до 20% . Обприскування посівів Зеастимуліном у фазу 8–10 листків у нормі 15 мл/га сприяло приросту урожаю зерна, ц/га: на Чернігівській – 6,1, Волинській – 17,0, Кіровоградській – 8,8, Черкаській – 12,1. Під впливом препаратів спостерігалась тенденція до зниження вологості зерна та суттєво збільшувалася абсолютна маса насіння [24].

Відповідно до літературних джерел, ефективним рістрегулюючим препаратом для кукурудзи зарекомендувано Метіур (похідний натрієвої солі 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипиримідину), який виявляє споріднену гормонам рослин активність. Результати виконаних досліджень свідчать про високий стимулюючий вплив Метіуру на ріст та розвиток сільськогосподарських культур (кукурудзи, ячменю, вівса, сорго, буряку та салату) протягом періоду їх вегетації, підвищення їх урожайності та покращення якості сільськогосподарської продукції [26–30].

Згідно досліджень Інституту агроресурсів [31], регулятори росту рослин ефективно впливали на підвищення врожайності й інших провідних культур. Так, під впливом дозволених та перспективних регуляторів росту врожаї досліджуваних культур зросли: ярого ячменю — на 4,4–6,0 (14,1–19,3 %), гороху — на 3,1–3,6 (18,8–21,8 %), насіння соняшнику — на 3,2–3,9 (16,8–18,8 %), коренеплодів цукрових буряків — на 44,0–75,0 ц/га (11,6–21,2 %). У дослідах цих установ під впливом регуляторів олійність насіння соняшнику зросла на 1,1–2,7 %, а збір олії підвищився на 1,3–1,9 ц/га. Додатковий збір бурякового цукру під впливом регуляторів росту в цих дослідах зріс на 8,7–9,8 ц/га, або на 13,8–15,9 %.

Також у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів, поряд з органічними і мінеральними добривами, важлива роль належить використанню бактеріальних препаратів. Суть їх дії полягає в направленому використанні корисних мікроорганізмів. Крім того, відносно низька вартість, висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього середовища зумовлюють їх широке застосування. Бактерії,

які потрапляють у ґрунт, розвиваються в зоні кореня, утворюють асоціації й виконують біологічну фіксацію азоту, переведення органічних сполук фосфору в неорганічні, які й поглинаються рослинами [32].

Так, Інститут агроекології НААНУ у співпраці з Миронівським інститутом пшениці ім. В.М. Ремесла НААНУ [33] встановили, що на фоні застосування органо-мінерального удобрення підвищується біологічна активність ґрунту, яка визначається за інтенсивністю респірації, вмістом загальної мікробної маси, активністю розкладання целюлози, поліпшуються агрохімічна і агрофізична характеристика ґрунту і фітосанітарний стан посівів. Це означає, що врожайність культур та якість одержаної продукції підвищується без негативного впливу на агроекосистему.

У польових дослідах Донецького ІАПВ НААНУ [34] встановлено, що одні з підібраних для соняшнику біопрепарати забезпечують підвищення урожайності культури, інші – олійності насіння.

Дослідження, які проводилися Полтавським ІАПВ, ННЦ «Інститут землеробства» та Інститут землеробства і тваринництва західного регіону НААН [35], свідчать, що при обробці насіння сої до посіву різними мікробними препаратами утворюється значно більше бульбочок на коренях сої, що активно фіксують атмосферний азот, збільшується її продуктивність на 9–18 %, підсилюється ефективність симбіозу у середньому на 16 %.

В Україні обсяги виробництва біопрепаратів досягають близько 100 тис. гектарних порцій, в Угорщині – понад 200 тис, у Великобританії та Польщі – по 500 тис., у Румунії – понад 1 млн., в Індії – 3 млн., у Канаді – 4 млн., в Австралії – 6 млн. У США потреби сільського господарства в азоті покриваються на 31 % за рахунок мінеральних добрив, на 24,2 % – органічних добрив і на 44,8 % – біологічної фіксації азоту [81]. З бактерій, які населяють ризосферу, найповніше вивчено представників роду *Azospirillum*. Концентрація бактеріальних клітин *Azospirillum* у ризосфері може досягати рівня ста мільйонів (1×10^8) КУО на 1 м сухого коріння. Унікальність бактерій *Azospirillum* полягає в тому, що вони одночасно є асоціативними

азотфіксаторами й потужними фітостимуляторами. Після інокуляції *Azospirillum brasiliense* насіння пшениці, кукурудзи, рису або сорго врожайність цих культур зростає в середньому на 20–30 % [36].

У дослідах з обробкою посівів кукурудзи Вимпелом та Зеастимуліном встановлено, що біомаса рослин у фазу формування мітелки збільшувалась у порівнянні з контролем у середньому на 23 та 10% відповідно, у фазу молочної стиглості – на 22 та 8% відповідно. Залежно від дії рістрегулюючих препаратів на ростові процеси рослин кукурудзи цукрової формувалась різна урожайність посівів культури. Так, за використання Вимпелу і Зеастимуліну урожай качанів кукурудзи склав відповідно 58,2 і 54,3 ц/га при НІР05 4,3 ц/га, у 2010 р. – 60,1 та 57,2 ц/га при $НІР_{05}$ 3,0 ц/га. У середньому за роки досліджень найвища урожайність качанів кукурудзи цукрової Роксолана була відмічена у варіанті з обробкою рослин Вимпелом, де перевищення відносно контролю складало 13% [37].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Географічне місце проведення досліджень

Експериментальну частину досліджень відповідно тематики кваліфікаційної роботи виконано у польових умовах навчально-виробничого відділу Уманського НУС та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва

2.4. Характеристика особливостей об'єкту дослідження

Біосил (ТУ У 24.2–31168762-003:2005) – стимулятор розвитку рослин широкого спектру дії, продукт біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і синтетичних аналогів фітогормонів з додаванням хелатних форм мікроелементів. Характеризується підвищеним вмістом аналогів фітогормонів, амінокислот, біогенних мікроелементів і полінасичених жирних кислот, відповідальних за вироблення фітоалексинів.

Препарат рекомендований до використання для передпосівної обробки насіння шляхом замочування або інкрустації та обприскування вегетуючих рослин на всіх етапах онтогенезу, підвищення врожайності і якості таких культур: пшениці, ячменю, сої, гречки, гороху, ріпаку, люцерни, конюшини, в т.ч. для роздрібного продажу населенню [40].

Біолан (ТУ У 24.2–31168762-001:2005) – біостимулятор розвитку рослин широкого спектру дії, продукт біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню з додаванням хелатних форм мікроелементів. Характеризується підвищеним вмістом аналогів фітогормонів, амінокислот, біогенних мікроелементів і полінасичених жирних кислот, відповідальних за вироблення фітоалексінів

Препарат рекомендований до використання для передпосівної обробки насіння шляхом замочування або інкрустації та обприскування вегетуючих рослин на всіх етапах онтогенезу, підвищення врожайності і якості таких культур: пшениці, ячменю, жита, вівсу, гречки, рису, кукурудзи, цукрових буряків, соняшника, ріпаку, люцерни, конюшини, сої, гороху, картоплі, огірків, томатів, перцю солодкого, цибулі, суниць, кавунів, динь, винограду, в т.ч. для роздрібного продажу населенню (овочеві, картопля) [41].

Регоплант – регулятор росту рослин (РРР) із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектину С. Препарат широкого спектру дії, рекомендований для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур та обробки рослин уперіод вегетації [167]. Діюча речовина – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 0,3 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (С14-С28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л; калієва сіль альфанафтилоцтової кислоти – 1 мг/л; аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces* avermytilis. Норми використання: передпосівна обробка насіння всіх культур – 250 мл/т (при витраті робочого розчину – 10 л/т); для обприскування посівів – 50 мл/га [42].

Зеастимулін (ТУ У 88.264.036-97) – збалансована композиція регуляторів росту природнього походження та синтетичних аналогів фітогормонів для застосування на кукурудзі. Прозорий безбарвний водно-спиртовий розчин. Препарат сприяє підвищенню врожаю зерна кукурудзи на 7–10 ц/га, зеленої маси на 50–70 ц/га, підвищує вміст жирів і протеїнів у зерні. Складові частини, що входять до складу регулятора росту, при взаємодії з фітогормонами впливають на процеси ембріогенезу, проростання насіння, початкові етапи розвитку проростків, формування листкової пластинки, утворення запасаючих органів [43].

2.5. Схема досліду

Дослідження виконувалися на дослідних ділянках кафедри біології УНУС у 2023 році, дослідні ділянки розміщували методом систематичних повторень (табл. 2.1, рис. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема досліду

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

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

Агротехніка вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для регіону дослідження. Насіння кукурудзи перед сівбою обробляли регуляторами росту рослин у відповідності до схеми досліду (табл. 2.1.).

Ділянок у досліді – 15 (5 варіантів по 3 повторності). Площа однієї дослідної ділянки становить 30 м^2, облікової – 10 м^2.

2.6. Методика проведення дослідження

Обліки та спостереження виконували відповідно наступних методик:

1. Загальну чисельність основних таксономічних груп мікроорганізмів у ризосфері сої визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м’ясо-пептонний агар (МПА), нітрифікувальних бактерій – на елективних середовищах С. М. Виноградського, целюлозолітичних мікроорганізмів – на середовищі О. О.

Імшенецького та Л. І. Солнцевої [44]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) або тис. клітин в 1 г абсолютно сухого ґрунту залежно від методики;

2. Чисельність бактерій роду *Azotobacter* визначали на безазотистому живильному середовищі Ешбі, підраховуючи оброслі колоніями грудочки ґрунту [44].

3. Розміри листкової поверхні – за параметрами листкової пластинки [45].

4. Вміст зелених пігментів – на спектрофотометрі [45].

5. Чисту продуктивність фотосинтезу визначали відповідно до формули:

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

6. Урожайність кукурудзи – у відповідності до загальноприйнятих методик [45].

7. Економічну оцінку застосування гербіциду на посіві кукурудзи визначали за допомогою технологічних карт, користуючись цінами 2023 року (дод. А3–А7).

8. Дисперсійний аналіз виконували за допомогою ПК, користуючись програмами Excel (дод. А8–А15).

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Мікробіологічна активність ґрунту за дії біологічних препаратів рістрегулювального характеру

Одним із показників, що дає змогу дати узагальнену оцінку стану ризосферної мікробіоти, є її загальна чисельність, яка є дуже динамічною величиною та швидко змінюється за дії численних факторів, у тому числі й використання мікробних препаратів.

Загалом, результати досліджень з вивчення впливу біологічних препаратів на розвиток як загальної кількості мікроорганізмів у ризосфері культурних рослин, так і їх окремих груп демонструють позитивний їх вплив на дані показники. Зокрема, дослідники відмічають зростання загальної чисельності мікробіоти до 45% порівняно з контрольним варіантом та до 20 – 30% – основних груп мікроорганізмів. Так, загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері соризу, що є близькою за характеристиками до кукурудзи зростала на 20–45%, кількість амоніфікувальних, нітрифікувальних і азотфіксувальних – на 9–22%, целюлозоруйнівних – 14–30% [46].

У результаті проведених досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння кукурудзи досліджуваними препаратами мала позитивний вплив на зростання загальної чисельності ризосферної мікробіоти.

Зокрема, при застосуванні для передпосівної інкрустації насіння регулятора росту Біосил нормою 20 мл/т загальна чисельність ризосферних бактерій зросла порівняно з контролем на 10%, тоді як міксоміцетів – на 7%. У разі застосування Біолану у нормі 50 мл/т ці показники перевищили контрольний варіант досліду відповідно на 15 та 10% (табл. 1).

Більш ефективну дію виявила обробка насіння Регоплантом у нормі 200 мл/т, що сприяло підвищенню загальної чисельності бактерій на 22%, тоді як ризосферних міксоміцетів – на 18%.

Таблиця 3.1. Загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин кукурудзи (тис. КУО в 1 г ґрунту), фаза викидання волоті, 2023 р.

Варіант досліду	Мікро-біота	До конт-ролю, %	Мікро-міцети	До конт-ролю, %
Без препаратів (контроль)	1980	100,0	186	100,0
Біосил	2178	110,0	199	107,0
Біолан	2277	115,0	204	110.0
Регоплант	2415	122,0	220	118,0
Зеастимулін	2575	130,0	224	120,0

Найбільш активний розвиток ризосферної мікробіоти відмічено у разі інкрустації насіння кукурудзи Зеастимуліном. Тут загальна чисельність ризосферних бактерій зросла проти контролю на 30%, тоді як мікроміцетів – на 27%.

При дослідженні у ризосфері бактерій кукурудзи бактерій роду *Azotobacter* було встановлено, що їх активність також змінювалася від застосування рістрегуляторів для передпосівної обробки насіння. Кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту у різних варіантах досліду була різною і залежала від застосовуваного регулятора росту рослин.

Так, за передпосівної обробки насіння РРР Біосил відмічено, що порівняно з контролем обростання грудочок грунту колоніями *Azotobacter* збільшилося на 5%, тоді як за використання з цією метою Біолану – вже на 10% (рис. 3.1).

Передпосівна інкрустація насіння кукурудзи рістрегулювальним препаратом Регоплант посприяло активізації обростання грудочок грунту

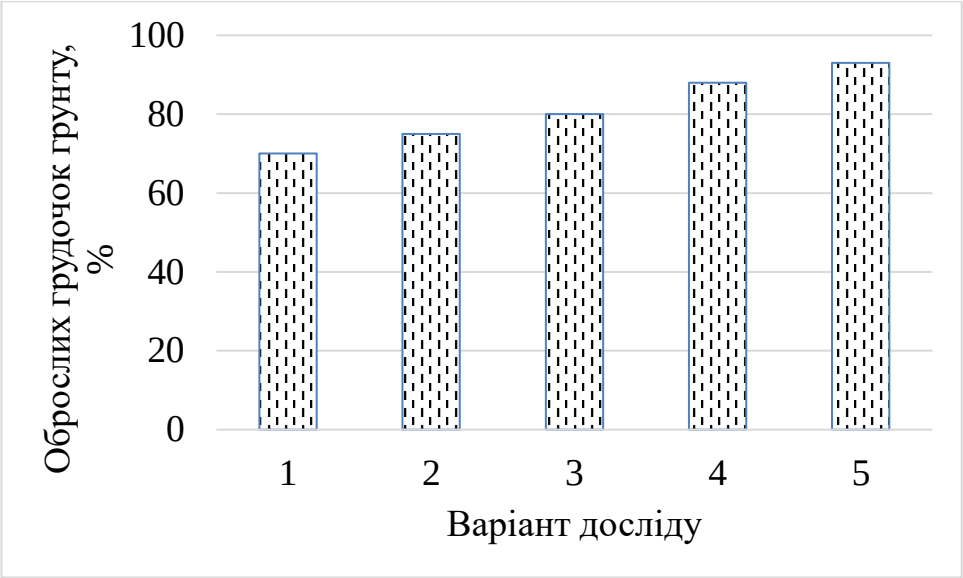


Рис. 3.1. Розвиток бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері кукурудзи за інкрустації насіння РРР, 2023 р.

1. Без препаратів (контроль); 2. Біосил; 3. Біолан; 4. Регоплант; 5. Зеастимулін.

колоніями *Azotobacter*, порівняно з контролем, на 18%.

Серед усіх варіантів досліду найбільш активний вплив на ріст і розвиток бактерій роду *Azotobacter* простежувавсь у разі обробки насіння регулятором росту рослин Зеастимулін, де обростання грудочок грунту колоніями *Azotobacter* перевищувало показники контрольного варіанту досліду на 23%.

Отже, передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації росту і розвитку ризосферної мікробіоти, що виявляється у зростанні загальної чисельності бактерій та мікроміцетів. При використанні з цією метою рістрегулятора Зеастимулін спостерігається підвищення порівняно з контролем загальної чисельності бактерій на 30%, а мікроміцетів – на 27%. Також у цьому варіанті досліду обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищує показники контрольного варіанту досліду на 23%.

3.2. Формування листкової поверхні за обробки насіння регуляторами росту рослин

Висока продуктивність сільськогосподарських культур напряму залежить від розмірів листкового апарату. Відомо, що цей показник є прямопропорційним розвитку надземної вегетативної маси рослини, оскільки під час вегетаційного періоду переважна частка припадає саме на листки. Головне завдання листкового апарату рослин – це асиміляція CO_2 та утворення органічної речовини під час фотосинтезу [47, 48]. Величина фотосинтетично активної радіації, що засвоюється рослиною, знаходиться у тісному взаємозв'язку з динамікою формування та величиною листкової поверхні [49].

Визначення розмірів листкової поверхні рослин кукурудзи показало, що передпосівна обробка насіння культури різними регуляторами росту рослин сприяла наростання розмірів листкової поверхні, при чому приріст листкової поверхні змінювався залежно від застосування того чи іншого препарату. Зокрема, дослідженнями встановлено, що у разі інкрустації насіння кукурудзи регулятором росту Біосил прослідковується збільшення розмірів фотосинтетичного апарату у порівнянні з контролем на 14% (рис. 3.2).

Дещо ефективнішим з огляду на вплив формування досліджуваного показника виявилося використання для передпосівної обробки насіння регулятора Біолан. У цьому варіанті досліду розміри листкової поверхні переважали показники контрольного варіанту на 20,0%.

Проте, як встановлено виконаними дослідженнями, найбільші розміри фотосинтетичної поверхні формувалися у разі обробки насіння кукурудзи перед висіванням рістрегуляторами Регоплант та Зеастимулін. У цмх варіантах досліду, як виявлено проведеними обліками, розміри листкової поверхні зросли у порівнянні з контрольним варіантом на 25 та 27% відповідно.

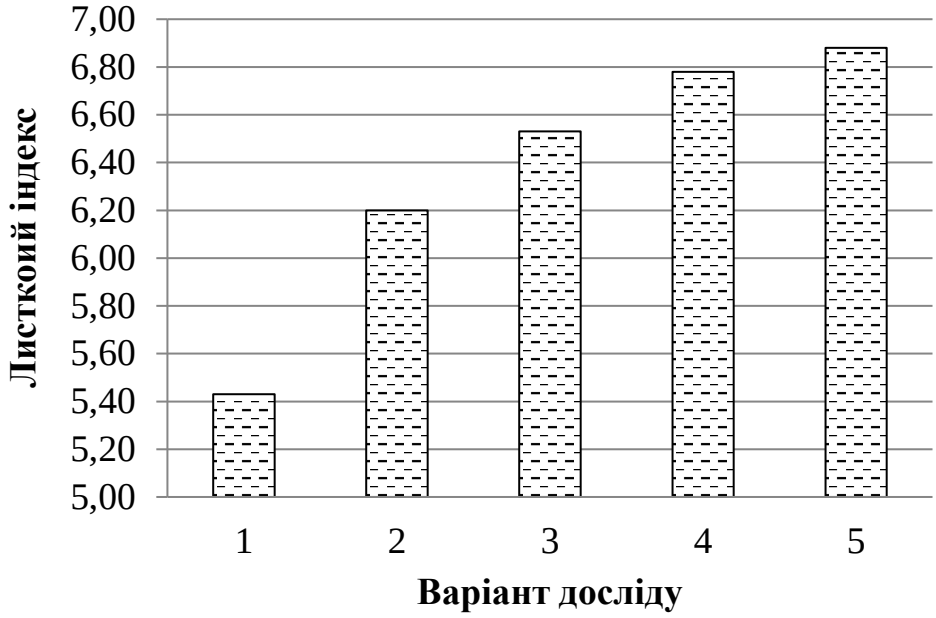


Рис. 3.2. Формування фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи за обробки насіння РРР у фазі викидання волоті, 2023 р.

1. Без препаратів (контроль); 2. Біосил; 3. Біолан; 4. Регоплант; 5. Зеастимулін.

Очевидно, такі результати забезпечуються активізацією процесів росту і розвитку рослин кукурудзи за інтродукування екзогенних рістрегулювальних речовин, якими виступають досліджувані препарати, що здійснюють активний вплив на основні біологічні процеси рослинного організму.

Таким чином, за використання для передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин спостерігається посилене наростання листкової поверхні культури, особливо у разі застосування регулятора росту Зеастимулін, де площа листя у фазі викидання волоті перевищує контроль на 27%.

3.3. Нагромадження фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи

Відомо, що інтенсивність фотосинтезу суттєво залежить від ефективності фотосинтетичного апарату, а його ефективність – від низки

пігментів, особливо зелених – хлорофілів *a* і *b*, за дефіциту яких виникає сповільнення інтенсивності фотосинтезу. Хлорофіл *a* є головним фотосинтезу, а хлорофіл *b* забезпечує покращення світлозбирних властивостей пігментного комплексу в ділянці червоного спектру, разом вони виконують поглинання і перетворення енергії сонячних променів у енергію хімічних зв'язків. Пігментам властива динамічність, тобто їх вміст змінюється залежно від зовнішніх факторів, одним з яких є застосування регуляторів росту рослин. Літературні джерела стверджують, що РРР мають стимулюючий валив на динаміку нагромадження рослинами хлорофілів [50].

Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування передпосівної обробки насіння рістстимулюючими препаратами у посівах кукурудзи за рахунок активізації обмінних процесів мало позитивний вплив на накопичення пігментів у листках культури.

Зокрема, вміст хлорофілу *a* за використання Біосилу зріс проти контрольного варіанту на 0,15 мг/г сирої речовини, а за обробки насіння Біоланом – на 0,20 мг/г сирої речовини (рис. 2).

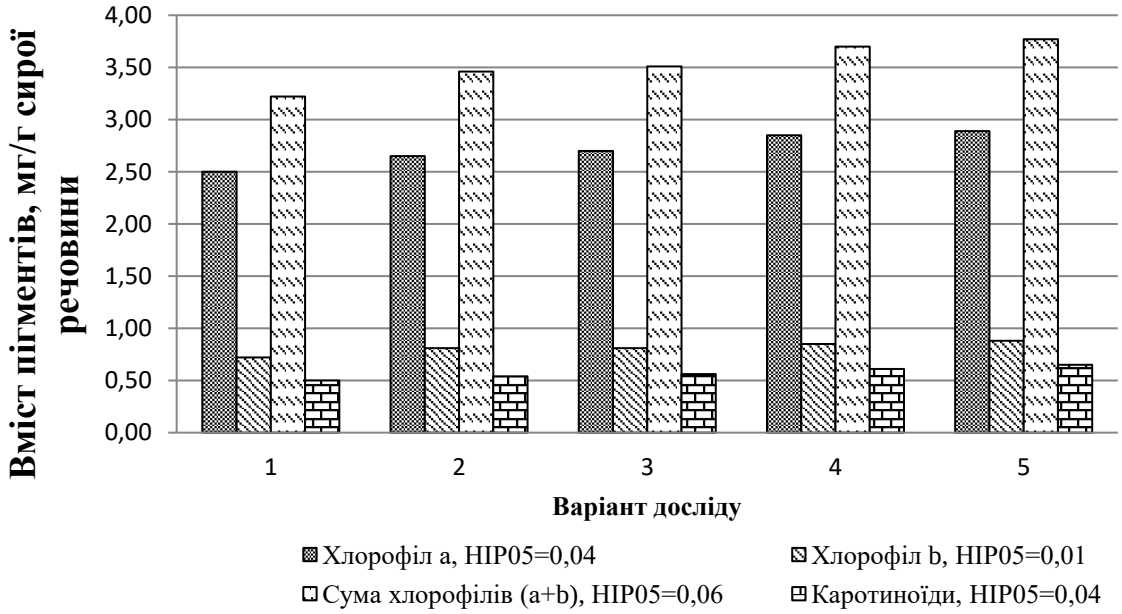


Рис. 3.3. Формування пігментного комплексу кукурудзи при застосуванні РРР (фаза викидання волоті, 2023 р.)

1. Без препаратів (контроль); 2. Біосил; 3. Біолан; 4. Регоплант; 5. Зеастимулін.

Більш ефективним була обробка насіння Регоплантом. Тут вміст хлорофілу *a* проти контролю зріс відповідно на 0,35 мг/г сирої речовини, а у варіанті з Зеастимуліном – на 0,49 мг/г сирої речовини.

Відповідно до змін вмісту хлорофілу *a* у листках кукурудзи відбувалося і накопичення вмісту хлорофілу *b*. Найвищу його концентрацію відмічено також у разі обробки насіння Зеастимуліном – на 0,16 мг/г сирої речовини більше проти контрольного варіанту досліду. За обробки насіння Зеастимуліном закономірно відмічено і найвищий вміст суми пігментів (*a*+*b*), що на 0,55 мг/г сирої речовини було більше порівняно з контрольним варіантом.

Стосовно змін вмісту каротиноїдів, він також залежав від обробки насіння кукурудзи перед посівом тим чи іншим РРР. Зокрема, за використання Біосилу вміст каротиноїдів зріс проти контролю на 0,043 мг/г сирої речовини, а за дії Біолану – на 0,07 мг/г сирої речовини. Як і у випадку із вмістом хлорофілів, найбільший вміст каротиноїдів було відмічено також у варіанті досліду із обробкою насіння Регоплантом та Зеастимуліном – на 0,11 та 0,15 мг/г сирої речовини більше за контроль відповідно.

Таким чином, обробка насіння рістрегулюючими препаратами сприяє збільшенню вмісту фотосинтетичних пігментів у листках культури, зокрема, за використання Зеастимуліну відбувається підвищення вмісту хлорофілу *a* проти контролю на 0,49; хлорофілу *b* – на 0,16; їх суми – на 0,55, а вміст – на каротиноїдів 0,15 мг/г сирої речовини.

3.4. Урожайність посівів кукурудзи за передпосівної обробки насіння рістрегулювальними препаратами

Проведеними дослідженнями виявлено, що використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння кукурудзи мало позитивний вплив на створення прибавки врожаю зерна культури, величина якої у різних

варіантах досліду була різною і залежала від виду рістрегулюючого препарату (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Урожай зерна кукурудзи за обробки насіння рістрегулюючими препаратами, 2023 р.

Варіант досліду	Врожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	До контролю, %
Без препаратів (контроль)	5,83	0,00	100
Біосил	6,11	0,28	106
Біолан	6,44	0,61	110
Регоплант	6,53	0,70	112
Зеастимулін	6,62	0,79	114
$НІР_{05}$	*0,25*		

Так, за обробки насіння РРР Біосил спостерігалося збільшення врожайності зерна порівняно з контролем на 0,28 т/га при $НІР_{05}$ 0,25 т/га, що складало 6%.

Застосування Біолану сприяло отриманню прибавки зерна у розмірі 0,61 т/га або 10%, що є достовірним при $НІР_{05}$ 0,25 т/га. Передпосівна обробка Регоплантом забезпечила зростання зернової продуктивності культури порівняно з контролем на 0,7 т/га або 12%.

Найбільші показники врожайності отримано за обробки насіння регулятором росту Зеастимулін, де приріст врожаю сягав 0,79 т/га (14%), що достовірно за $НІР_{05}$ 0,25 т/га.

Очевидно, зростанню рівня продуктивності культури сприяла активізація росту і розвитку ґрунтової мікробіоти та підвищення накопичення фотосинтетичних пігментів за впливу екзогенних регуляторів росту рослин. Адже більш активний розвиток мікроорганізмів сприяв збільшенню вмісту у ґрунті доступних для рослин форм елементів живлення.

Отже, активізація мікробіологічних процесів у ґрунті та посилення накопичення фотосинтетичних пігментів за використання регуляторів для обробки насіння перед посівом сприяє зростанню продуктивності посівів кукурудзи, особливо у разі застосування РРР Зеастимулін, де приріст врожаю зерна порівняно з контролем сягав 0,79 т/га – 14%.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ

Регулятори росту рослин, забезпечуючи приріст врожайності вирощуваних культур та відносно низькій вартості препаратів, сприяють зростанню рівня економічної ефективності вирощування продукції рослинництва.

Так, у наших дослідженнях встановлено, що препарат Біосил за обробки ним насіння кукурудзи перед висіванням сприяв отриманню умовно-чистого прибутку у розмірі 7479,2 грн/га, що забезпечило рівень рентабельності 35,2% і окупність додаткових витрат у розмірі 1,3 рази (табл. 4.1).

Передпосівна обробка насіння Біоланом сприяла деякому зростанню показників економічної ефективності порівняно із попереднім варіантом досліду. Тут умовно-чистий прибуток зріс до 9118,6 грн/га, рівень рентабельності – до 43,1% а окупність додаткових витрат зросла до 3,2 рази.

У варіанті досліду із використанням Регопланту через значно вищу норму застосування препарату спостерігалося певне зниження досліджуваних показників. Зокрема, умовно-чистий прибуток складав 9088,5 грн/га, рівень рентабельності – 42,1%, також дещо знизилася і окупність додаткових витрат – до 2,4 рази.

Найвищі показники економічної ефективності забезпечила передпосівна обробка насіння Зеастимуліном. Зокрема, тут отримано умовно-чистого прибутку у розмірі 9958,3 грн/га, рівень рентабельності зріс до 47,1%, також спостерігалася найнижча собівартість – 3195,7 грн/т. Окупність додаткових витрат сягала 4,1 рази.

Таблиця 4.1. Економічна ефективність передпосівної обробки насіння регуляторами росту за вирощування кукурудзи, 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)	5,83	0,0	20247,0	0,0	27401	0	7154,0	3472,9	35,3	0,0
Біосил	6,11	0,28	21237,8	990,8	28717	1316	7479,2	3475,9	35,2	1,3
Біолан	6,44	0,61	21149,4	902,4	30268	2867	9118,6	3284,1	43,1	3,2
Регоплант	6,53	0,7,0	21602,5	1355,5	30691	3290	9088,5	3308,2	42,1	2,4
Зеастимулін	6,62	0,79	21155,7	908,7	31114	3713	9958,3	3195,7	47,1	4,1

Таким чином, отримані прибавки врожаю у дослідних варіантах за використання обробки насіння регуляторами росту сприяють формуванню високих показників економічної ефективності. З точки зору економічної доцільності найбільш ефективним є обробка насіння Зеастимуліном, де умовно-чистий прибуток сягає рівня у 9958,3 грн/га, рентабельність складає до 47,1%, також спостерігається найнижча собівартість продукції – 3195,7 грн/т

ВИСНОВКИ

1. Передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації росту і розвитку ризосферної мікробіоти, що виявляється у зростанні загальної чисельності бактерій та мікроміцетів. При використанні з цією метою рістрегулятора Зеастимулін спостерігається підвищення порівняно з контролем загальної чисельності бактерій на 30%, а мікроміцетів – на 27%. Також у цьому варіанті досліду обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищує показники контрольного варіанту досліду на 23%.
2. Спостерігається позитивний вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи на динаміку наростання листкової поверхні культури, особливо у разі застосування регулятора росту Зеастимулін, де площа листя у фазі викидання волоті перевищує контроль на 27%.
3. Обробка насіння рістрегулюючими препаратами сприяє збільшенню вмісту фотосинтетичних пігментів у листках культури, зокрема, за використання Зеастимуліну відбувається підвищення вмісту хлорофілу *a* проти контролю на 0,49; хлорофілу *b* – на 0,16; їх суми – на 0,55, а вміст – на каротиноїдів 0,15 мг/г сирої речовини.
4. Активізація мікробіологічних процесів у ґрунті та посилення накопичення фотосинтетичних пігментів за використання регуляторів для обробки насіння перед посівом сприяє зростанню продуктивності посівів кукурудзи, особливо у разі застосування РРР Зеастимулін, де приріст врожаю зерна порівняно з контролем сягав 0,79 т/га – 14%.
5. Отримані прибавки врожаю у дослідних варіантах за використання обробки насіння регуляторами росту сприяють формуванню високих показників економічної ефективності. З точки зору економічної доцільності найбільш ефективним є обробка насіння Зеастимуліном, де умовно-чистий прибуток сягає рівня у 9958,3 грн/га, рентабельність складає до 47,1%, також спостерігається найнижча собівартість продукції – 3195,7 грн/т.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отримані результати досліджень дають підставу рекомендувати виробництву при вирощуванні кукурудзи з метою посилення мікробіологічних процесів у ґрунті та фізіологічних у рослинах і отримання приросту врожайності кукурудзи застосовувати перед посівом обробку її зерна регулятором росту рослин Зеастимулін у нормі 20 мл/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лихочвор В. В. Рослинництво: Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ЦНЛ, 2004. 798 с.
2. Alley M. M. Corn Growth & Nutrient Requirements. *Cooperative Extension*. Virginia. 2013. № 5. P. 12–14
3. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Кирпа М. Я.,Стасів О. Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення. *Аграрні іновації*. 2021. №5. С. 135–142.
4. Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. No 10. С. 5–14.
5. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східно-палеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
6. Eilenberg J., Hajek A., Lomer C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. 2001. V. 46. P. 387–400.
7. Parnell J.J., Berka R., Young H.A. et al. From the Lab to the Farm: an Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms. *Front Plant Sci*. 2016. 67 V. 7. P. 1110.
8. Van Lenteren J.C., Bolckmans K., Köh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*. 2018. V. 63. P. 39–59.
9. Мерленко І. М., Зінчук М. І., Штань С. С., Леонтьєва В. С. Застосування стимуляторів росту рослин та біопрепаратів як один з факторів біологізації сільськогосподарського виробництва. *Охорона родючості*

ґрунтів: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2004. Вип. 1. С. 105–114.

10. Кириченко В. В. Результати наукових досліджень з селекції зернобобових культур в інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 3–13.
11. Цибулько В. С., Попов С. І. Насінна продуктивність гороху та сої залежно від дії регуляторів росту. *Селекція і насінництво*. 1993. Вип. 75. С. 57–61.
12. Булигін С. Ю., Фатєєв А. І.,. Демішев Л. Ф, Туровський Ю. Ю. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 13–15.
13. Lavrinenko Y. O., Mikhailenko I. V., Khomenko T. M. Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. № 15(1). С. 71–79.
14. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і урожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Том. 16. № 2. С. 191–198.
15. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Пилипенко Л. А. та ін. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях. Київ: НААН. 248 с.
16. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. *Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.

17. Черячукін М., Андрієнко О., Григор`єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.agro-business. com.ua/agronomiiasiogodni/296-reguliatory-rostu-roslyn.html
18. Енергозберігаючі агроекосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України. Київ : ДІА, 2011. 576 с.
19. Склянчук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» (спецвипуск)*. Київ: ЕКМО. 2006. Вип. 29. С. 112–118.
20. Патика В. П., Мельничук Т. М. Мікробні біотехнології ризосфери овочевих культур. *Імунологія та алергологія: наука і практика*. Київ. 2014. № 1. С. 20–21.
21. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Притуляк Р. М. [та ін.]. Хвороби сочевиці: монографія. За редакцією В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.». 2021. 112 с.
22. Шерстобоєва О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угрупування ризосфери рослин. *Мікробіологічний журнал*. Київ. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.
23. Василенко М. Г. Вплив нових вітчизняних добрив і регуляторів росту рослин на мікробіологічні процеси в ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2017. №2. С. 12–18.
24. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. Г., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ: НІЧЛАВА, 2008. 352 с.
25. Сатановська І. П. Тривалість вегетаційного періоду різностиглих гібридів кукурудзи залежно від біологічних препаратів та погодних умов. Агропромислове виробництво Полісся. 2013. Вип. 6. С. 148–152.

26. Циганкова В. А., Андрусевич Я. В., Штомпель О. І., Копіч В. М., Ключко С. В., Броварець В. С. Застосування похідного піримідину – Метіуру як ефективного регулятора росту рослин кукурудзи. *Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи: збірник матеріалів доп. учасн. II Всеукраїнської наукової конференції*, 16 травня 2018. Житомир, 2018. С. 245–249.
27. Циганкова В. А., Волощук І. В., Андрусевич Я.В., Штомпель О. І., Копіч В. М., Ключко С. В., Броварець В. С. Застосування похідних піримідину – Метіуру натрієвої солі та Метіуру калієвої солі, для інтенсифікації росту рослин кукурудзи: пат. 130921 Україна. 201808152: заявл. 23.07.2018, опубл. 26.12.2018, Бюл. №24. С. 3.
28. Вплив похідного піримідину – Метіуру на урожайність рослин кукурудзи, буряка та вівса. *Topical issues of the development of modern science: abstracts of the 8 th International scientific and practical conference. Sofia, Bulgaria:* Publishing House ―ACCENT. 2020. P. 514–523.
29. Циганкова В. А., Волощук І. В., Андрусевич Я. В., Штомпель О. І., Копіч В. М., Ключко С. В., Броварець В. С. Застосування похідних піримідину та піридину для регуляції росту та розвитку рослин ячменю. *Innovative development of science and education: збірник матеріалів доп. учасн. 1st International scientific and practical conference.* ISGT Publishing House. Athens, Greece. 2020. С. 52–68.
30. Циганкова В. А., Андрусевич Я. В., Штомпель О. І., Копіч В. М., Ключко С. В., Міролюбов О. В., Броварець В. С. Застосування Метіуру натрієвої та калієвої солей для вирощування салату (Lactuca sativa L.) в умовах гідропоніки. *Perspectives of world science and education: збірник матеріалів доп. учасн. V International Scientific and Practical Conference*. Osaka, Japan: CPN Publishing Group, 2020. С. 820–833.
31. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.

32. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: рекомендації. Київ: Аграрна наука. 1999. 111 с.
33. Лиховид П. Основний обробіток ґрунту як фактор продуктивності кукурудзи цукрової. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матер. III міжнар. наук.-практ. конф.*, 20-21 жовтня 2016 р., Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 68–70.
34. Шерстобоєва О. В., Шерстобоєв М. К., Дудинова І. О., Патика В. П. Препаративні форми азотфіксуючих бактерій для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур. *Землеробство*. 1996. Вип. 71. С. 60–65.
35. Панжієва А. П., Добродів В. Л. Нітрагінізація сої та продуктивність рослин. *Техничні культури*. 1992. № 1. С. 22–-23.
36. Патика В. П., Калініченко А. В., Колмаз Ю. Т., Кіслухина М. В. Роль азотфіксуючих мікроорганізмів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин. *Мікробіологічний журнал*. 1997. № 4 (59). С. 66–75.
37. Карпенко В. П., Світич А. В. Ефективність застосування регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи цукрової. *Всеукр. конференції молодих учених*. Умань, 2012. Ч. 1. С. 92–93.
38. Бойко В.П. Ефективність доз і співвідношень мінеральних добрив у польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к.с.-г.н. зі спеціальності 06.01.04 – агрохімія. Умань. 2020. 16 с.
39. Достаток 300 МВ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://agrostory.com/catalog/detail/19904/
40. Біосил**.** ДП МНТЦ «Агробіотех» НАН та МОН України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biosil
41. Біолан**.** ДП МНТЦ «Агробіотех» НАН та МОН України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biolan

42. Регоплант. ДП МНТЦ «Агробіотех» НАН та МОН України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/regoplant
43. Зеастимулін. ДП МНТЦ «Агробіотех» НАН та МОН України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/zeastimulin
44. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К: Аграрна наука. 2010. 464 с.
45. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
46. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.
47. Когут І. М. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин озимої пшениці залежно від попередників та сорту [Електронний ресурс]. *Наукові конференції. Соціум. Наука. Культура.* (28–30.01.2014). 2014. Режим доступу до ресурсу: http://int-konf.org/konf012014/679-kandidat-s-g-nauk-kogut-mploscha-listovoyi-poverhn-ta-fotosintetichniy-potencal-roslin-ozimoyi-pshenic-zalezhno-vdpoperednikv-ta-sortu.html
48. Карпенко В. П., Павлишин С. В. Площа листкової поверхні пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте і регулятора росту рослин Вуксал Біо Vita. *Матеріали Всеукраїнської конференції «Тернопільські біологічні читання – 2018», присвяченої 20-річчю заснування Галицького університету ім. Володимира Гнатюка*, м. Тернопіль, 19–21 жовтня 2018. Тернопіль, 2018. С. 101–104.
49. Соколовська-Сергієнко О. Г., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатованим мікродобривом і стимулятором росту. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. №4. С. 321–329.

50. Карпенко В. П., Бойко Я. О. Стан пігментної системи гороху озимого за використання гербіциду МаксіМокс, регулятора росту рослин Агріфлекс Аміно та мікробного препарату Оптімайз Пульс. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 79–87.