

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ, СЕЛЕКЦІЇ ТА
ЕКОЛОГІЇ

Кафедра рослинництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ПОСІВНОГО»

Виконав: здобувач вищої освіти за ОПП
Еколого-економічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
денної форми навчання
Тетяна НАЗАРЕНКО

Керівник: Ольга БАРАБОЛЯ,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Рецензент: Віктор ЛЯШЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Полтава – 2023 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1 ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОСТИМУЛЯТОРІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР: ВИДИ ТА ВЛАСТИВОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	11
1.1 Порівняльний аналіз дії біостимуляторів та хімічних речовин (добрив, пестицидів) на ріст і розвиток рослин	11
1.2 Джерела походження біостимуляторів та їх функції	13
1.3 Сучасні класифікації біостимуляторів (за складом та джерелом отримання) та особливості застосування	14
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Схема та методика досліджень	19
2.2 Характеристика гороху посівного сорту Оплот	21
2.3 Характеристика гідротермічних умов періоду проведення досліджень	25
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
3.1 Симбіотична та фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу біостимуляторів	28
3.2 Вплив біостимуляторів на формування структури врожаю та врожайність гороху посівного сорту Оплот	32
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	35
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	37
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	41
6.1 Актуальність проблеми охорони праці на сільгосп підприємстві	41
6.2 Організація безпечного виконання робіт і технологічних процесів	42
6.3 Заходи щодо виробничої санітарії	43
6.4 Заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму та професійних захворювань працівників сільгосп підприємства	44
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	54

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Найважливішими джерелами рослинного білка у багатьох країнах світу вважають зернобобові культури, серед яких основне місце належить гороху посівному (*Pisum sativum L.*). Головна перевага гороху – високий вміст білка, який є важливим для харчування людини, і який створює потужну білкову складову в раціоні кормів сільськогосподарських тварин. Використання гороху, як джерела дешевого та легко засвоюваного білка, неможливо переоцінити, тому, що саме білки мають виняткове значення для життєдіяльності всього живого. Білкові речовини містять азот і це є головною причиною їхньої незамінності. Вміст незамінних амінокислот сягає 4-5% маси насіння гороху чи 12-15% загального азоту. У насінні гороху міститься понад 160 г протеїну, тоді як кукурудза містить – 59 г, ячмінь – 70 г, овес – 85 г. За вмістом лізину горох у 3,3–4,1 разу перевищує зерно колосових злаків, за метіоніном у 1,5-2 рази. Великою перевагою гороху є значний вміст вітамінів групи В, А, С, РР, а також життєво необхідних елементів, таких як залізо, кальцій і калій, йод, магній, марганець, натрій, селен.

У світі культивується горох овочевий та посівний, щорічні обсяги вирощування яких становлять понад 25 та 16,2 млн тон, відповідно. Лідером з вирощування овочевого гороху є Китай (~61%), посівного гороху – Канада. Україні належать 32 та 4 місця, відповідно.

На внутрішньому ринку України горох – достатньо значима бобова культура, що пов'язано з його здатністю за невеликий період вегетації формувати високі врожаї. Важко переоцінити роль гороху в сівозмінах. При його вирощуванні покращуються фізичні властивості ґрунту, змінюється мікрофлора, пригнічується ріст бур'яну, покращується фітосанітарний стан ґрунту, накопичуються в ґрунті органічні залишки, покращується поживний режим за всіма елементами, але головне – збільшується вміст азоту, що дозволяє суттєво зменшити обсяги використання азотовмісних добрив.

Збільшення вмісту азоту пов'язано зі здатністю гороху до симбіотичної фіксації атмосферного азоту.

В Україні найбільш поширений горох овочевий. На теперішній час у Державному реєстрі сортів рослин України зареєстровано 42 сорти гороху овочевого. Незважаючи на всі можливості та умови для вирощування цієї культури в Україні (кліматичні, агротехнічні, екологічні) слід відмітити зниження обсягів виробництва гороху, що пов'язано як з біологічними особливостями, так і з об'єктивними чинниками. До біологічних особливостей слід віднести схильність до вилягання та обсипання бобів, значний вплив різноманітних шкідників та засміченість посівів бур'янами тощо. Об'єктивними чинниками є відсутність сортів різних строків вегетації.

Не зважаючи на всі означені фактори, аграрії України, разом з науковцями, продовжують вдосконалювати існуючі та впроваджувати новітні технології вирощування гороху. Значну роль у цьому відіграють процеси стимуляції росту рослин. Для формування високої продуктивності необхідно підібрати такі препарати чи комплекс стимулюючих речовин, за дії яких рослина гороху буде зростати найбільш ефективно.

Останнім часом, в технологіях вирощування багатьох сільськогосподарських культур, крім звичайних позакореневих добрив, що містять макро- і мікроелементи, все ширше використовуються біостимулятори. Відповідно до Регламенту ЄС 2019/1009 біостимулятори були включені до складу добрив. За походженням, це різноманітна група речовин, які можна отримати на основі різної природної сировини або мікроорганізмів, що позитивно впливають на ріст рослин, хімічний склад та врожайність, а також підвищують стійкість рослин до стресу, спричиненого біотичними та абіотичними факторами.

На сьогоднішній день визначені шість різних категорій біостимуляторів, включаючи мікробні модифікатори, гумінові речовини, гідролізати білка та амінокислоти, біополімери, неорганічні сполуки та

екстракти морських водоростей, всі вони є комерційно доступними й поширеними в сільському господарстві [1].

Найбільш активно застосовуються біостимулятори в країнах Європи, які є лідерами в застосуванні біостимуляторів, переважно, на основі водоростей та гуматів, кількість яких становить, відповідно, 44 і 43% ринку. На ринку біостимуляторів США переважають гумінові та фульвові кислоти, частка яких становить 38%, водорості та амінокислотні продукти становлять, відповідно, 28 та 22%, ринку. В Україні, на відміну від світових тенденцій, переважно використовують біостимулятори на основі амінокислот (45% ринку біостимуляторів), оскільки саме їх розглядають як ефективний спосіб для подолання наслідків гербіцидного та інших абіотичних стресів. Набули популярності гумінові препарати і натепер їх частка на ринку біостимуляторів складає 40%, що пов'язано з доступністю природних джерел видобутку гумінових кислот (торф, компости, вермікомпости тощо), але 45% – це стимулятори на основі амінокислот і лише 15% – препарати з водоростей.

Зважаючи на різноманітність складу біостимуляторів проведення досліджень щодо порівняння ефективності дії біостимуляторів різного походження для розробки прийомів підвищення продуктивності даної сільськогосподарської культури залишається актуальною і потребує вирішення.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було удосконалення елементів технології вирощування гороху посівного на основі застосування біостимуляторів різної природи у передпосівній обробці насіння та під час вегетації та оцінка їх впливу на формування продуктивності гороху посівного.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- оцінити вплив біостимуляторів різного походження щодо їх здатності впливати на процес утворення бульбочок на кореневій системі рослин

- гороху за фазами розвитку;
- проаналізувати динаміку формування площі листя в посівах гороху та оцінити фотосинтетичну діяльність посівів залежно від виду біостимулятора;
 - шляхом порівняння показників структури врожаю (густота рослин до збирання, кількість бобів на 1 рослині, кількість зерен в бобі та маса зерен з однієї рослини) встановити показник, який найбільш чутливий до дії біостимуляторів;
 - провести моніторинг урожайності культури гороху посівного за використання біостимуляторів різного походження, встановити найбільш ефективний, застосування якого сприяє максимальному приросту врожайності;
 - оцінити вплив погодних умов на врожайність культури гороху посівного;
 - дати економічну оцінку ефективності використання біостимуляторів різної природи в передпосівній обробці насіння та позакореневій обробки посівів для підвищення продуктивності гороху посівного.

Об'єкт і предмет досліджень. Об'єктом дослідження є процес вирощування культури гороху посівного та формування врожайності залежно від природи застосованих біостимуляторів. Предмет дослідження: симбіотична та показники фотосинтетичної активності гороху посівного залежно від впливу біостимуляторів; густота рослин до збирання; елементи структури врожаю гороху посівного (кількість бобів на 1 рослині, кількість зерен у бобі та маса зерен з однієї рослини) та урожайність залежно від природи біостимулятора; економічна ефективність впровадженого варіанту живлення гороху посівного.

Методи досліджень. Для вирішення завдань дослідження використано методи: загальнонауковий метод для проведення аналізу літературних джерел щодо ефективності використання біостимуляторів різної природи та складу для збільшення врожайності гороху посівного; польовий метод для

проведення експерименту; економічно-порівняльний для планування експерименту та обліку результатів, порівняння економічної ефективності вирощування гороху посівного за використання різних біостимуляторів; метод узагальнення для аналізу результатів дослідження та формулювання висновків.

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах Лівобережного Лісостепу України (Полтавщина) отримано та узагальнено експериментальні дані щодо ефективності впливу біостимуляторів на основі екстракту морських водоростей та солей гумінових кислот, амінокислотного біостимулятора та комплексного біостимулятора, що містить продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів, полісахариди та фітогормони на продуктивність гороху посівного сорту Оплот. Доведено, що застосування комплексних біостимуляторів на основі продуктів метаболізму грибів-мікроміцетів та фітогормонів в порівнянні з амінокислотними біостимуляторами та біостимуляторами на основі екстракту морських водоростей сприяють максимальному підвищенню врожайності гороху посівного. В умовах регіону Лісостепу України ця наукова інформація отримана вперше і, безсумнівно, може кваліфікуватися як теоретичне обґрунтування наукової новизни, а параметри формування врожаю становлять суттєву виробничу значимість.

Практичне значення одержаних результатів. На основі даних польових дослідів доведено можливість отримання запланованих урожаїв гороху посівного сорту Оплот на рівні 3,38 т/га з високим (147%) рівнем рентабельності виробництва. Встановлено, що застосування біостимулятора Регоплант сприяє підвищенню на 28 % врожайності та на 18,8 % рентабельності порівняно з контролем.

Апробація результатів роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи були представлені і обговорені на засіданні кафедри рослинництва ПДАУ та Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції на тему: *«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій*

вирощування присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 року, ПДАУ). За підсумками конференції видано збірку матеріалів, де представлено тези: Бараболя О.В., Назаренко Т.К., Біостимулятори в технологіях вирощування гороху посівного: матер. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 30 верес. 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. С. 24-27.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Загальна кількість сторінок роботи 57. Робота містить огляд літературних джерел, щодо тематики роботи, опис умов проведення досліджень, результати та висновки. Представлені розрахунки економічної оцінки результатів проведених досліджень, екологічна експертиза та висвітлюються питання охорони праці. Завершують роботу висновки та рекомендації виробництву. Робота містить 6 Таблиць, Додатки та 52 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОСТИМУЛЯТОРІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР: ВИДИ ТА ВЛАСТИВОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Порівняльний аналіз дії біостимуляторів та хімічних речовин (добрив, пестицидів) на ріст і розвиток рослин

Виробництво сільськогосподарської продукції пройшло довгий шлях з часів традиційного землеробства. Сучасні технології та постійне накопичення якісних експериментальних даних зробили можливим удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур. Однією з останніх інновацій стало використання біостимуляторів, які за походженням є природними сполуками, що стимулюють ріст рослин і підвищують урожайність, завдяки чому сільське господарство революціонує та пропонує виробникам стійкий та ефективний спосіб збільшення виробництва сільськогосподарських культур, водночас дбаючи про навколишнє середовище. У міру того як зростає потреба в екологічно чистих аграрних технологіях, використання біостимуляторів у сільському господарстві стало альтернативою традиційним хімічним добривам і пестицидам. Використання біостимуляторів стає все більш популярним, оскільки вони пропонують природний і стійкий спосіб покращення продуктивності рослин порівняно з традиційними хімічними добривами та засобами захисту рослин. Однак, важливо відзначити, що ефективність біостимуляторів може змінюватися в залежності від таких факторів, як тип ґрунту, клімат і види сільськогосподарських культур. Тому, для практичного та успішного використання біостимуляторів важливо ретельно оцінити переваги та недоліки кожного препарату у контексті конкретних сільськогосподарських практик і цілей, виходячи з ретельного вивчення їх властивостей і функцій.

Біостимулятори визначені Регламентом ЄС 2019/1009 як «продукти, що стимулюють процеси живлення рослин незалежно від вмісту поживних речовин у продукті з єдиною метою покращення однієї або кількох із наступних характеристик рослини чи ризосфери рослин: ефективності використання поживних речовин, толерантності до абіотичного стресу, якісних ознак, наявності обмежених поживних речовин у ґрунті чи ризосфері». Тобто, це речовини, що застосовують для покращення засвоєння елементів живлення та зниження негативного впливу стресових факторів на рослинний організм, але це не добрива.

Дані речовини містять амінокислоти, гумінові кислоти, екстракти морських водоростей і корисні мікроорганізми, такі як мікориза і ризобія. Дія біостимуляторів полягає у покращенні поглинання поживних речовин рослиною, підвищенні її стійкості до стресів зовнішнього середовища та стимулюванні її росту і розвитку.

Традиційні хімічні добрива та пестициди діють шляхом прямої взаємодії з рослинами або шкідниками. Добрива забезпечують рослину основними поживними речовинами, а пестициди знешкоджують або відлякують шкідників. Ці хімічні речовини діють незалежно від чинників навколишнього середовища та мають відносно стандартизований метод застосування. Навпаки, біостимулятори створені для роботи в поєднанні з природними процесами для посилення росту рослин і підвищення врожайності. Вони безпосередньо не взаємодіють з рослинами чи шкідниками, а натомість працюють для посилення природних механізмів рослини.

На відміну від традиційних хімічних речовин, ефективність біостимуляторів може змінюватись залежно від культури, умов вирощування та типу використовуваного біостимулятора. Біостимулятори не є універсальним способом збільшення врожайності, тому вимагають більш цілеспрямованого підходу до їх вибору, щоб бути ефективними.

1.2 Джерела походження біостимуляторів та їх функції

Біостимулятори можна розглядати як інноваційні агротехнічні засоби, які залежно від складу займають проміжне положення між добривами та регуляторами росту рослин. Біостимулятори – це екстракти, отримані з органічної сировини, що містять біологічно активні сполуки. Загальними компонентами біостимуляторів є гумінові речовини, мінеральні елементи, амінокислоти, хітин, хітозан, вітаміни, полі- та олігосахариди. Біостимулятори відрізняються за своєю формулою та інгредієнтами, але основна класифікація базується на джерелі їх походження та вмісті (включають продукти, що містять гормони, амінокислоти і гумінові речовини). Біостимулятори, при нанесенні на рослину або ризосферу, стимулюють ріст і продуктивність рослини шляхом покращення ефективності поглинання та засвоєння поживних речовин, стійкості до абіотичних стресів та якості продукту незалежно від вмісту в них поживних речовин [2,3].

Джерелами біостимуляторів є різні речовини, серед яких ферменти, мікроелементи, білки, амінокислоти, феноли, гумінові та фульвокислоти, саліцилова кислота, протеїнові гідролази та інші сполуки. Крім того, до групи біостимуляторів входять живі організми, тобто бактерії та гриби, які можуть зумовлювати зміни в організмах, присутніх у рослинній або ґрунтовій системі. Біостимулятори застосовують шляхом внесення в ґрунт у формі гранул, порошоків, капсул, розчинів або як позакореневе обприскування.

Немікробні біостимулятори отримують з різних органічних матриць в процесі екстракції, які дозволяють концентрувати біологічно активні сполуки, відповідальні за підвищення росту або стійкості культур до несприятливих умов середовища [4-6]. Складна природа вихідного органічного матеріалу, а отже, і складу отриманого продукту, дуже заважає розумінню того, яка сполука є найбільш активною та відповідальною за біологічну дію. Сполуками, що спричиняють біостимулюючу дію, можуть

бути природні мінерали (наприклад, селен, кремній), вітаміни, амінокислоти, хітин, хітозан, полі- та олігосахариди, а також домішки натуральних рослинних гормонів (включених у вихідну матрицю) [7,8].

Біостимулятори також можна отримувати з харчових відходів або побічних продуктів агропромислового виробництва [9]. Використання побічних продуктів, як сировини для виробництва біостимуляторів, є частиною стратегії економіки замкнутого циклу для розвитку сталого сільського господарства.

Загалом, біостимулятори можуть впливати на первинний метаболізм, збільшуючи фотосинтетичну активність і утворюючи похідні сполуки, або можуть стимулювати вторинний метаболізм, активуючи специфічні біосинтетичні шляхи [10]. Виділення та дослідження дії одного компонента практично неможливо здійснити, і ефективність біостимулятора, ймовірно, пов'язана не з однією сполукою, а з синергічними діями різних біоактивних молекул у складі речовини [11].

1.3 Сучасні класифікації біостимуляторів (за складом та джерелом отримання) та особливості застосування

Протягом багатьох років були створені різні класифікації біостимуляторів на основі їх походження, основного компонента або механізму дії [12,13]. На теперішній час в багатьох країнах використовується класифікація, що базується на джерелі сировини, навіть якщо цей вибір не завжди надає правильну інформацію про біологічну активність продукту.

За складом біостимулятори поділяються на мікробні та немікробні, останні складають близько 66% світового ринку, їх поділяють залежно від основного компоненту на групи:

- *Морські водорості та рослинні екстракти*

Морські водорості є великою групою, яка включає макроскопічні морські водорості та багатоклітинні водорості, що належать до різних таксономічних груп, наприклад, бурі, червоні та зелені водорості (*Laminaria digitata*,

Ecklonia maxima, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*) [14, 15]. Вони є важливим джерелом поживних речовин, біоактивних сполук, органічних речовин і добрив. Водорості з давніх часів використовувалися в сільському господарстві як добрива, але, в даний час, екстракти морських водоростей застосовують як кондиціонери ґрунту та як біостимулятори росту рослин [16]. Як біостимулятори вони застосовуються для позакореневої обробки, а їх біологічна дія проявляється в покращенні росту, урожайності та якості продукції, а також у підвищенні стійкості до абіотичного стресу. Водорості, які використовуються у виробництві біостимуляторів, містять рослинні гормони, такі як цитокініни, ауксини та інші гормоноподібні речовини [17, 18], багато мінеральних і біоактивних сполук, у тому числі комплексні полісахариди, такі як ламінарин, фукоїдан і альгінати [3,4].

Біостимулятори можуть бути отримані з рослин, багатих вторинними метаболітами, які також є одним з основних видів біоактивних сполук, відповідальних за активацію фізіологічних реакцій рослин [19,20]. Ефективними біостимуляторами даної групи є: Фітомаре Atlantica Agricola Вітера, ГроГрін Гель Про-Альгін, Fertigum БОР та препарати вітчизняних виробників, серед яких Науково-виробнича компанія «Квадрат» (м. Харків).

- Гумінові речовини

До складу гумінових речовин входять переважно гумінові і фульвові кислоти. Вони є природними складовими органічної речовини ґрунту, що утворюються в результаті процесів розкладання рослин, тварин і мікроорганізмів, а також додатково модифікуються метаболічною активністю ґрунтових мікробів. Встановлено, що застосування гумінових речовин стимулює ріст і розвиток кореневої системи рослин [21,22]. Ці ефекти пояснюються покращенням поглинання поживних речовин і води та більшою толерантністю до екологічного стресу, а також їх впливом на метаболізм рослин [23]. Проте, як гумінові речовини впливають на фізіологію рослин, питання залишається невирішеним, що, вочевидь, пов'язано з молекулярною складністю цих речовин. Позитивний вплив

гумінових речовин доведений, його можна віднести як до гормональної активності деяких їх компонентів, так і до інших незалежних механізмів. Ці позитивні ефекти пояснюються взаємодією між гуміновими сполуками та фізіологічними та метаболічними процесами, які відбуваються у рослинах. Використання гумінових речовин в технологіях вирощування стимулює поглинання поживних речовин, проникність клітин і, регулює механізми, що беруть участь у стимуляції росту рослин [24]. Представниками препаратів даної групи є продукти, що виробляються Американською компанією SoilBiotics (Seed treatment – для передпосівної обробки насіння, 4R Foliar concentrate – для позакореневого використання та 5R Soil Boost EA – для внесення у ґрунт). Ефективність даних препаратів доведена протягом останніх років при вирощуванні багатьох зернових культур, але всі вони є дорогі, тому, аграрії звертаються до препаратів вітчизняних виробників, наприклад, Гумату калію, Фульвігрін антистрес, Гуміфілд та багато інших.

- *Білкові гідролізати та азотовмісні сполуки*

Білкові гідролізати – це суміші сполук, таких як амінокислоти, пептиди та поліпептиди, які можна отримати шляхом хімічного, ферментативного та термічного гідролізу білків зі складних біологічних матриць. Доведено, що застосування білкових гідролізатів як тваринного, так і рослинного походження може покращити ріст культур і їх толерантність до абіотичних стресів [25]. Білкові гідролізати працюють як біостимулятори через модуляцію молекулярних і фізіологічних процесів рослин, що прискорюють ріст, збільшують урожайність і пом'якшують вплив абіотичного стресу на культури (солоність, важкі метали, термічний стрес, поживні речовини та водний стрес). Прямий вплив білкових гідролізатів на рослини включає стимуляцію метаболізму вуглецю та азоту, а також регуляцію поглинання азоту за допомогою ключових ферментів, які беруть участь у процесі асиміляції азоту, та регуляцію активності трьох ферментів, які беруть участь

у циклі трикарбонних кислот (цитратсинтази, ізоцитрату). дегідрогенази та малатдегідрогенази) [8].

Окрім прямого впливу, продемонстровано непрямий вплив білкових гідролізатів на ріст і живлення рослин при внесенні їх у ґрунт або шляхом обприскування рослин за рахунок покращення поглинання макро- та мікроелементів [25]. Поліпшення поглинання поживних речовин рослинами, обробленими білковими гідролізатами, в основному пов'язано зі змінами архітектури коренів (щільність, довжина та кількість бічних коренів), а також із збільшенням доступності поживних речовин у ґрунтовому розчині в результаті утворення комплексів поживних речовин з пептидами та амінокислотами і посиленням мікробної активності. Найбільш вживаними є препарати Ізабїон та Радифарм.

- *Мікроорганізми*

Дана група переважно включає бактерії, дріжджі та нитчасті гриби [26], які виділені з ґрунту, рослин та інших органічних матеріалів. Мікробний біостимулятор рослин складається з мікроорганізму або консорціуму мікроорганізмів, який включає чотири різні роди: *Azotobacter spp.*, *Mycorrhizal fungi*, *Rhizobium spp.*, і *Azospirillum spp.* Даний різновид біостимуляторів застосовується шляхом внесення у ґрунт або для обробки насіння і може здійснювати пряму дію на культуру шляхом встановлення взаємної симбіотичної асоціації (наприклад, мікоризи) або опосередковано, збільшуючи біодоступність поживних речовин для рослин, щодо підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [27].

- *Неорганічні сполуки біостимулюючої дії*

Деякі хімічні елементи, здатні сприяти росту рослин, не будучи необхідними для їх існування. Основними з них є селен, кремній, кобальт, алюміній і натрій. Ці елементи присутні в ґрунтах і рослинах у вигляді неорганічних солей і навіть нерозчинних, таких як аморфний кремнезем у травах [28,29]. Найбільш поширеним ефектом від присутності цих елементів є зміцнення клітинних стінок через відкладення кремнезему тощо.

Останньою інновацією стала поява великої кількості комплексних препаратів, які містять комбінації біостимулюючих речовин у поєднанні з сумішами елементів живлення. Дефіцит поживних речовин може виникати з різних причин, як через неправильне агротехнічні прийоми, так і через різні властивості ґрунту (наприклад, неоптимальний рівень рН, недостатній вміст азоту тощо). Застосування біостимуляторів дозволяє рослинам використовувати більший об'єм ґрунту та мати більшу здатність до поглинання завдяки збільшенню кореневої біомаси. Виходячи з цього, можна припустити, що всі біостимулятори, що сприяють збільшенню кореневої біомаси, можуть пом'якшити наслідки дефіциту поживних речовин у ґрунті або недостатнє його удобрення [30].

Таким чином, в технологіях вирощування бобових культур біостимулятори використовують передусім з метою захисту рослин від стресів та подолання дефіциту поживних речовин. Важливе значення в ефективності дії біостимуляторів має строк їх застосування стосовно певного чинника стресу (коливання температури, вологість тощо) та біологічних особливостей рослинної культури. Вплив природи біостимулятора на формування продуктивності гороху посівного становить предмет дослідження даної роботи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Схема та методика досліджень

Польові дослідження проведено в умовах ТОВ «Агроперемога» Миргородського району Полтавської області в 2022-2023 роках.

Схема досліду включала наступні варіанти використання представників різних груп біостимуляторів:

1. Контроль
2. Гуміфілд Форте Брікс
3. Аміностим
4. Регоплант

Гуміфілд Форте Брікс – біостимулятор на основі екстракту морських водоростей (60 г/л) та солей гумінових кислот (135 г/л). Препарат також містить амінокислоти – 20 г/л, калій – 20 г/л, мікроелементи 5 г/л.

Аміностим – біостимулятор з переважним вмістом амінокислот (134 г/л), основних поживних елементів (азоту загального 24 г/л, фосфору та калію водорозчинного по 20 г/л) та фітогормонів (ауксинів – 10 г/л, цитокінінів – 0,03 г/л).

Регоплант – комплексний біостимулятор, що містить біологічно-активні сполуки (продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів в концентрації 0,3 г/л (високомолекулярні карбонові кислоти від C₁₄ до C₂₈, полісахариди, аверсектин С (продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*), 15 амінокислот, аналоги цитокінінових та ауксинових фітогормонів, біогенні мікроелементи – 1,75 г/л та калієву сіль альфа-нафтилоцтової кислоти (1 мг/л).

Біостимулятори застосували:

1. У передпосівній обробці насіння.
2. Для позакореневої обробки посівів гороху у фазу 5-6 прилистків та у фазу бутонізації перед початком цвітіння.

Норми витрати біостимуляторів становили:

1. Гуміфілд Форте Брікс – передпосівна обробка насіння 0,8 л/т, позакоренева обробка 1,5-2,5 мл/100 м².
2. Аміностим – передпосівна обробка насіння 0,5 л/т, позакоренева обробка у фазу 5-6 листків 1-1,5 л/га, у фазу бутонізація 1-2 л/га.
3. Регоплант – передпосівна обробка насіння 250 мл/т (робочого розчину – 10 л/т), для обприскування посівів: 50 мл/га (робочого розчину – 300 л/га).

Площа дослідної ділянки становила – 500 м², облікова – 100 м².

Повторність дослідів чотириразова. Розміщення варіантів рендомізоване.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньо суглинковий з вмістом гумусу – 3,1%, лужногідролізованого азоту – 120,5 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 80,6 мг/кг ґрунту (за Чириковим), обмінного калію – 149,6 мг/кг ґрунту (за Чириковим), рН_{KCl}=7,4.

Агротехніка включала лушення стерні на глибину 6-8 см, відвальне орання на глибину 20-25 см, раннє весняне покривне боронування і передпосівну культивуацію на глибину 8-10 см. Обраний сорт гороху належить до середньостиглих, тому під зяблеву оранку внесли фосфорні і калійні добрива в нормі P₆₀K₉₀, азотні добрива у стартовій дозі вносили навесні під культивуацію. Попередником гороху була кукурудза.

Сівбу проводили у першій декаді березня суцільним рядковим способом з відстанню між стрічками 50 см, між рядками у стрічці – 15 см. Норма висіву насіння становила 1,2 млн нас./га. Глибина загортання насіння становила 4-6 см.

Для підвищення стійкості гороху проти шкідників і хвороб насіння перед посівом обробляли Вітавакс 200 ФФ в.с.к. (2,5 л/т).

Для боротьби зі злаковими та однорічними дводольними бур'янами до сходів застосовували Дуал Голд, 96% к.е. (1,6 л/га).

У фазу сходів, для знищення бульбочкових довгоносиків, використовували Карате Зеон, 5% мк.с. (0,125 л/га). Вдруге препарат

використовували у фазу цвітіння-формування бобів проти горохової плодожерки.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості вручну за вологості бобів 16%.

2.2 Характеристика гороху посівного сорту Оплот

Горох культивують у 84 країнах світу. Велика поширеність гороху пояснюється його високою врожайністю, відмінними біологічними властивостями, цінними харчовими якостями. Насіння гороху багате білком, вуглеводами, фосфором, вітамінами А і В, залізом і кальцієм, легко засвоюється [31]. Зважаючи на сучасні екологічні виклики набули важливого значення технології, що спрямовані на зменшення надлишку поживних речовин у навколишньому середовищі, які є основним джерелом забруднення ґрунту, води та повітря, і, таким чином, негативно впливають на біорізноманіття та клімат. Метою світової аграрної політики є скорочення споживання добрив до 2030 року щонайменше на 20% при забезпеченні збереження родючості ґрунтів [32]. Однією зі стратегій досягнення цих цілей є введення в сівозміну зернобобових культур, зокрема гороху. Найсуттєвішим прибутком від вирощування гороху є збагачення ґрунту азотом, зібраним у процесі азотфіксації, який використовується наступними культурами. Поширене вирощування гороху зменшило б використання азоту з мінеральних добрив і максимально збільшило використання біологічного азоту. [33]. Окрім того, горох придатний, як проміжна культура, в сівозміні на основі пшениці, тому що він не сприйнятливий до тих самих хвороб і шкідників, як інші зернові [34].

Горох (*Pisum sativum*) належить до родини *Fabaceae*, роду *Pisum*. Рід *Pisum* налічує 8 видів. У нашій країні всі сорти продовольчого та кормового гороху відносяться до одного виду *P. sativum* L., до двох його підвидів: *P. sativum* (горох посівний) та *P. sativum arvense* (горох польовий).

Горох – однорічна рослина, що має стрижневий, добре розвинений корінь, який може досягати в ґрунт на глибину до 1,5 м з великою кількістю бічних коренів і корінців, розташованих переважно в орному шарі. Тривалість вегетаційного періоду 75-80 діб.

Різні сорти гороху мають довге, до 250 см, стебло, що стелиться, і за відсутності опори, падає на землю. Стебло, зазвичай, у гороху не гілкується. Листок простий. Розрізняють декілька типів гороху: звичайний (листочковий), вусатий (безлисточковий) і багаторазово непарноперистий.

Квітки рослини гороху поодинокі або парні, забарвлення віночка біле, рожеве, пурпурове, червоне або фіолетове з різними відтінками та поєднаннями зазначених кольорів.

Плід гороху – боб різноманітної форми, прямий чи слабо вигнутий з тупою або загостреною верхівкою. Боби гороху, в своїй масі, дозрівають у різні часи, тому, раніше дозрілі і будучи неприбраними, можуть розтріскуватися і обсіпатися. Число насіння у бобі може варіюватись від 3 до 10 штук.

Крупність, форма, забарвлення шкірки насіння і рубчика на насінні різні, залежно від сорту. За крупністю насіння сорти гороху поділяють на три групи: великонасінневі (маса 1000 насінин понад 250 г), середні (маса 1000 насінин 150-200 г), дрібнонасінневі (маса 1000 насінин нижче 150 г).

В даній роботі для проведення дослідження було обрано горох посівний (*Pisum sativum* L.) сорту Оплот, оригінатором якого є Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. В Реєстрі сортів рослин України сорт Оплот зареєстрований у 2011 році. Зона його вирощування – Лісостеп, Полісся та Степ України. Даний сорт є високоврожайним, в умовах регіонів вирощування можна отримати врожайність від 3,1 до 4,6 т/га, в зоні Лісостепу, до якої належить Полтавщина, урожайність в середньому становить 2,1 т/га, максимальна врожайність зафіксована на рівні 4,05 т/га.

Сорт Оплот належить до середньостиглих сортів зернового напряму використання. Це напівкарликовий сорт безлисточкового типу, висота

рослин досягає 50-70 см. Стебло звичайне, кількість міжвузлів до першого суцвіття становить від 14 до 16. Рослина гороху має по дві білі квітки на квітконіжках. Розрізняють 2 типи гороху: луцильний та цукровий. Сорт Оплот належить до луцильного типу. Боби середньо крупні, мають тупу верхівку, максимальна кількість насінин у бобі – 7. Насіння рожевого кольору, округле, з гладенькою поверхнею. Маса 1000 насінин 250-280 г з вмістом білка в насінні 20-22%.

В представлений роботі досліджено технологію вирощування гороху на зерно, а не як сидеральної культури, тому необхідно розглянути основні чинники, що впливають на формування врожаю.

На ріст, розвиток і продуктивність рослин ячменю вагомий вплив, в першу чергу, мають погодні умови. В роботі [35] автори на прикладі восьми сортів гороху виявили, що врожайність насіння сильно залежить від погодних факторів, а репродуктивна фаза обмежена стресом. Найважливішим фактором, який визначав урожайність насіння була сума опадів за вегетаційний період [36], що підтверджується наявністю помірного зв'язку ($r=0,486$) між урожайністю гороху та кількістю опадів [37]. Однак, в дослідженні [38] встановлено, що вплив температури повітря та атмосферних опадів на врожайність різних сортів неоднаковий і зумовлює мінливість урожаю насіння від 82 до 87 %. Таким чином, водний стрес можна вважати основною причиною зниження врожайності гороху в регіонах помірного клімату.

Щодо удобрення гороху існують різні думки. Доступно мало даних про потреби в поживних речовинах безлистих сортів гороху та їхню реакцію на підживлення NPK. Значення азоту для гороху, як і для всіх рослин, беззаперечно велике. Існують дослідження, в яких показано, що горох достатньо удобрювати тільки «стартовими» нормами азоту [39]. Однак автори інших досліджень [40] показали, що в ґрунті з високим вмістом нітратів і азоту внесення стартового азоту може негативно вплинути на проростання гороху, утворення бульбочок і врожайність насіння. В цілому,

ефективність добрив визначається метеорологічними умовами та вмістом поживних речовин у ґрунті, отже, рекомендовані дози NPK можуть сильно відрізнятися за регіонами вирощування. Слід відмітити, що саме калій стимулює транспортування азоту від бульбочок коренів до надземних частин рослини і впливає на синтез білка, тому його вміст у ґрунті має вирішальне значення. За відносно короткий вегетаційний період і завдяки здатності фіксувати атмосферний азот рослини гороху не лише забезпечують себе на 2/3 азоту, але й залишають 60–100 кг доступного азоту для подальшої культури.

В дослідженні [40] доведено, якщо перед посівом вміст NO_3^- у ґрунті достатньо низький, на рівні 10 кг/га, застосування стартових доз азоту позитивно впливає на врожай гороху, що призводить до зростання врожаю на 19%. В той же час, при вищому початковому вмісті NO_3^- у ґрунті (44 кг/га), застосування стартового азоту може зменшити врожай. За вирощування гороху за No-tillage технологією оптимальним встановлене підживлення в нормі $\text{N}_{25}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$ [41].

Наведені дані щодо застосування норм азоту $\text{N}_{15}\text{--}\text{N}_{45}$ на фоні $\text{P}_{40}\text{K}_{80}$. Показано, що такий варіант удобрення здатен підвищити врожай гороху на 11,1–18,3% порівняно з неудобреними ділянками. При збільшенні норми азоту до N_{60} урожайність майже не збільшується. Застосування найвищої норми $\text{N}_{60}\text{P}_{80}\text{K}_{160}$ сприяє збільшенню врожайності, але різниця несуттєва порівняно з N_{60} на фоні $\text{P}_{40}\text{K}_{80}$ [42].

Найбільші коливання врожайності все ж визначаються метеорологічними умовами періоду вирощування, особливо за раннього внесення азотних добрив, що може негативно вплинути на утворення корневих бульбочок та на подальшу фіксацію азоту [40]. Відомі дослідження, які свідчать, що у фазу сходів горох може витримувати лише норми азоту до 10 кг/га [39].

Таким чином, шляхом аналізу експериментальних даних стосовно існуючих технологій вирощування гороху посівного, встановлено основні

чинники, які, переважно, впливають на продуктивність культури і які, необхідно враховувати при плануванні дослідження.

2.3 Характеристика гідротермічних умов періоду проведення досліджень

Температурні умови періоду вегетації – це один з основних факторів життя рослин, які значною мірою визначають відносну вологість приземного шару повітря та температури ґрунту, від якої залежить діяльність ґрунтових мікроорганізмів. При підвищенні температури ґрунту і повітря і за умов достатнього зволоження поліпшується діяльність мікрофлори ґрунту, а звідси – мінералізація органічної речовини, поліпшується режим живлення рослин.

У житті рослинних культур є «критичні фази», під час яких вони особливо чутливі до несприятливих умов, зокрема, погодних. Знання часу настання цих фаз дозволяє заздалегідь вжити адекватних заходів і сприяє формуванню максимального врожаю. Горох – холодостійка культура. Насіння її проростає при температурі 2-3°C, сходи витримують зниження температури і до -7°C. Оптимальною температурою під час вегетації вважають 20°C. Температурний фактор значно впливає на прискорення або гальмування процесів росту й розвитку рослини. Так, при температурі 8°C насіння проростає через 25-30 діб, тоді як при 18-20°C – через 7-8 діб.

У Таблицях 2.1 і 2.2 наведені дані про гідротермічні умови, які формувались за роки проведення досліджень. Тривалість вегетаційного періоду гороху – з 10 березня (посів) по 9 липня (збирання врожаю).

Як видно з наведених даних, середнє значення температури повітря за період вегетації було сприятливим для культури гороху, практично не відрізнялось за роки досліджень і варіювалось від 20 до 21°C.

Однак розподіл опадів за періодами вегетації за роки досліджень був нерівномірним. Найбільш сприятливими для рослин були погодні умови періоду вегетації 2023 року, як за температурою повітря, так і за кількістю опадів.

Таблиця 2.1

**Мінімальна/максимальна температура повітря за період вегетації гороху
за роки досліджень (2022-2023 рр), °С**

Місяць	2022	2023
Березень	-4/+17 (5,5)	-5/+20(8,0)
Квітень	+2/+22(12)	-2/+20(9,0)
Травень	+8/+27(17,5)	+1/+25(13)
Червень	+10/+32(21)	+5/+32(18,5)
Липень	+9/+35(22)	+12/+36(24)
Середнє значення за період вегетації	19,7	20,5

Таблиця 2.2

**Середньомісячна кількість опадів за період вегетації гороху за роки
досліджень (2022-2023 рр), мм**

Місяць	2022	2023
Березень	14	21
Квітень	56	84
Травень	35	29
Червень	29	36
Липень	27	53
Середнє значення за період вегетації	32,2	44,6
Сумарна кількість опадів за період вегетації	161	223

Температура повітря в середньому за період вегетації культури становила 21°С, що на 3,8° С більше за середній багаторічний показник. Сума опадів протягом періоду вегетації дорівнювала 223 мм, що на 23,9% більше норми.

Період вегетації гороху у 2022 році характеризувався відносно невеликою кількістю і нерівномірним розподілом опадів. Так, під час посіву

культури (березень) кількість опадів була незначною, однак протягом двох наступних місяців, під час фази цвітіння і формування бобів, спостерігали сприятливий розподіл опадів, що сприяло посиленню зростання та розвитку рослин. В цілому, за весь період вегетації у 2022 році, кількість опадів становила 161 мм, що на 17,0% менше норми.

Найбільш вагомий внесок у формування врожайності культури гороху вносять погодні умови у фазу «початок формування бобів – повне дозрівання», тобто, червень–липень. Найбільш інтенсивно дана фаза вегетації проходила у 2023 році, під час якої встановилася спекотна (25-29 °С) з невеликою кількістю опадів погода, внаслідок чого листовий апарат засихав і боби формувалися швидше.

Таким чином, погодні умови 2023 року були найбільш сприятливими для отримання високого врожаю культури гороху польового сорту Оплот.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Симбіотична та фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу біостимуляторів

Горох, як представник бобових культур, може ефективно забезпечувати себе азотом завдяки процесу фіксації атмосферного азоту, який здійснюється симбіотичними бактеріями в рослинах. Симбіотичні відносини між ризобіями та бобовими є складним процесом, який включає серію молекулярних взаємодій між бактеріями та рослиною-господарем. Процес зараження рослин ризобіями включає кілька етапів, таких, як розпізнавання та прикріплення бактерій до корневих волосків рослини-господаря шляхом виробництва хімічних сигналів, так званих Nod-факторами, проникнення в клітини корневих волосків, утворення бульбочок і підтримання симбіотичних відносин. Протягом багатьох десятиліть *Rhizobium sp.* вважалися єдиними фіксаторами азоту, знайденими в бульбочках бобових. Після знищення бактерій органічний азот мінералізується і стає доступним для рослин. У свою чергу симбіотичні бактерії отримують від рослин вуглеводи і мінеральні солі. Завдяки біологічній азотфіксації рослини гороху задовольняють свої потреби в азоті на 70–75% з повітря за рахунок бульбочкових бактерій, які розвиваються на кореневій системі, створюючи симбіоз. Доведено, що для отримання оптимального врожаю на одній рослині необхідно мати не менше 25–50 бульбочок [43].

В представлений роботі досліджено дію біостимуляторів, що містять продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів та актиноміцету *Streptomyces avermytilis*, у порівнянні з препаратами на основі морських водоростей та амінокислот щодо їх здатності впливати на процес утворення бульбочок на кореневій системі рослин гороху. Результати досліджень представлені у Таблиці 3.1.

Динаміка утворення бульбочок на кореневій системі рослин гороху за фазами розвитку, шт./рослину

Фаза розвитку (ВВСН)	Контроль	Гуміфілд Форте Брікс	Аміностим	Регоплант
12-13 2-3 прилистки	15,1±1,9	21,3±1,5	21,6±1,4	22,7±1,8
15-16 5-6 прилистіків	20,6±1,7	30,8±2,9	29,7±2,2	36,1±1,4
51-61 бутонізація	25,6±1,5	33,5±1,4	30,1±1,9	39,0±1,1
65-71 цвітіння	30,0±1,8	41,1±3,0	39,6±2,9	48,4±3,1
71-79 утворення бобів	20,1±2,2	24,9±2,1	23,6±3,2	31,1±3,3

Як видно з наведених даних, кількість бульбочок за використання біостимуляторів зростала порівняно з контролем, починаючи з фази появи 2-3 прилистіків до фази бутонізації. Так, у фазу ВВСН 12-13 кількість бульбочок перевищувала контроль за використання у передпосівній обробці насіння гороху препарату Рігоплант у 1,5 рази, за використання Аміностиму та Гуміфілд Форте Брікс перевищення було майже однаковим – у 1,4 рази.

Обробка посівів гороху у фазу 5-6 прилистіків та у фазу бутонізації даними препаратами сприяла подальшому збільшенню кількості бульбочок в ризосфері кореневої системи рослин гороху. Цифри приросту майже зберігались: за дії Рігопланту збільшення спостерігалось також у 1,5 рази, ефективність Гуміфілд Форте Брікс зросла у 1,48 разів. Ефективність дії Аміностиму залишилась такою ж, як і в попередню фазу (в 1,4 рази).

Слід відмітити, що у фазу бутонізації кількість бульбочок на контролі зменшилась, а за використання біостимуляторів послідовно зростала і досягнула максимуму – 39,0 під впливом Регопланту, що майже у 2 рази

більше за контрольні рослини. Мінімальний ефект, але все ж зростання, спостерігали за дії Аміностиму (у 1,7 рази).

У фазу утворення бобів кількість бульбочок зменшилась за дії всіх біостимуляторів, але кількості їх залишалась більшою за контроль.

Таким чином, кількість бульбочок на кореневій системі рослин гороху інтенсивно зростає до фази цвітіння, потім вона знижується. Застосування біостимуляторів сприяє збільшенню їх кількості, яка досягає до 39,0 штук на рослині при обробці насіння та обприскуванні посівів препаратом Рігоплант в фазу бутонізації. Максимальну кількість зафіксовано у фазу цвітіння (48,4 шт./рослину) за дії даного біостимулятора, що перевищує контроль у 2,1 рази.

Зростання врожайності культури гороху безпосередньо пов'язано з фотосинтетичною діяльністю агрофітоценозу, яка визначається низкою показників: площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу. Параметри їх формування визначаються як потенціалом культури, так і зовнішніми чинниками, передусім, рівнем технології вирощування. Отже, збільшення кількості азотфіксуючих бульбочок на кореневій системі під впливом біостимуляторів повинно відобразитись на фотосинтетичній активності рослин гороху. Фотосинтез – основний процес живлення рослин, і тому розміри врожаїв найчастіше перебувають у тісній кореляції з розмірами фотосинтетичного апарату – площею листя в період максимального його розвитку.

Одним із провідних факторів у проблемі підвищення врожайності рослин є встановлення оптимальних розмірів площі листя в посівах, що формується відповідно до умов зовнішнього середовища та технології вирощування. Динаміка формування оптимальної площі листя у посівах мала свої особливості. У контрольних посівах рослин та оброблених біостимуляторами динаміка наростання площі листя виявилась різною.

Таблиця 3. 2

**Вплив біостимуляторів на формування площі листової поверхні
рослин гороху, см²/рослину**

Фаза розвитку (ВВСН)	Контроль	Гуміфілд Форте Брікс	Аміностим	Регоплант
12-13 2-3 прилистки	18,7	21,9	20,4	23,1
15-16 5-6 прилистіків	101,3	117,3	120,0	131,4
51-61 бутонізація	149,8	176,8	168,5	184,6
65-71 цвітіння	144,2	174,2	172,3	192,7
71-79 утворення бобів	130,4	164,1	163,7	187,4

Як видно з наведених у Таблиці 3.2 даних, наростання листової поверхні рослин гороху найбільш інтенсивно відбувається на перших етапах розвитку до фази цвітіння, потім площа листової поверхні гороху поступово знижується за рахунок усихання листя, що більш відчутно на контрольних рослинах, а на рослинах, оброблених біостимуляторами спостерігається несуттєве зростання. Так, найбільша площа листя у фазу цвітіння відзначена у варіанті з обробкою посівів розчином Регопланта – 192,7 см²/рослину, що на 33,6% більше за контроль. На фоні застосування Гуміфілд Форте Брікс перевищення контролю становило 20,8%, Амістиму – 19,5%.

Аналіз отриманих даних щодо площі листя рослин гороху показав, що обробка вегетуючих рослин усіма біостимуляторами сприяє максимальному наростанню листової поверхні, порівняно з контролем без обробки. Простежується достовірна кореляція між наростанням кількості бульбочок на кореневій системі рослин гороху і збільшенням площі листової поверхні рослини гороху.

Максимальне зростання листкової поверхні встановлено за використання біостимулятора Регоплант. Аналогічна закономірність, але з меншою інтенсивністю, відзначається і на фоні застосування всіх інших досліджуваних біостимуляторів.

Таким чином, можна стверджувати, що фотосинтетична діяльність посівів гороху значно інтенсифікується відповідно до дії біостимуляторів, які використовували як у передпосівній обробці насіння, так і під час вегетації.

3.2 Вплив біостимуляторів на формування структури врожаю та врожайності гороху посівного сорту Оплот

Аналіз структури врожаю – важливий етап оцінки розвитку сільськогосподарських культур та застосованих технологій вирощування. Він дозволяє встановити закономірності формування врожаю і простежити його залежність від різноманіття чинників довкілля, дії хімічних речовин чи екстремальних погодних умов.

Оцінюючи продуктивності посіву важливим показником є структура врожаю. Основними складовими структури врожаю, що характеризують рівень розвитку агрофітоценозу зернобобових культур, є густина рослин до збирання, кількість бобів на 1 рослині, кількість насіння в бобі та маса зерен з однієї рослини. Отримані за результатами дослідження дані представлені у Таблиці 3.3.

За результатами дослідження виявлено, що максимальну густоту стояння рослин перед збиранням 91,0 шт./м² мали посіви, де застосовували біостимулятор Регоплант, як у передпосівній обробці насіння, так і по вегетації. Даний показник на 19,6% перевищує показники контрольних посівів. За впливом на густоту рослин даний біостимулятор виявився ефективнішим за Гуміфілд Форте Брікс на 6,5% і на 10,3% – за Амістим.

Кількість бобів та кількість зерен з 1 рослини – це показники, які переважно, зумовлені біологічними особливостями культури, однак, під дією погодних умов та умов вирощування здатні варіювати в значних межах.

Таблиця 3.3

Структура врожаю гороху сорту Оплот залежно від впливу досліджуваних біостимуляторів

Варіант досліджу	Кількість рослин, шт./м ²	Кількість бобів на 1 рослину, шт.	Кількість зерен з 1 рослини, шт	Маса зерен з 1 рослини, г	Урожайність, т/га
Контроль	76,1	3,1	13,8	3,72	2,64
Гуміфілд Форте Брікс	85,4	4,0	16,7	4,43	3,17
Аміностим	82,5	3,8	15,9	4,15	3,09
Регоплант	91,0	4,4	18,6	4,81	3,38

Максимальна кількість бобів на 1 рослину виявилась у варіантах із застосуванням розчину Регопланта – 4,4 шт. З даних Таблиці 3.3 видно, що застосування і інших біостимуляторів також сприяло збільшенню кількості бобів на рослині гороху порівняно з контролем: на 29,0% при застосуванні Гуміфілд Форте Брікс та на 22,6% при застосуванні Амістиму. Таку закономірність можна пов'язати зі здатністю біостимуляторів збільшувати тривалість фази цвітіння завдяки чому кількість квіток не зменшувалась, що й сприяло збільшенню загальної кількості бобів.

Урожайність сільськогосподарських культур є кількісним показником взаємодії технологічних, агрохімічних прийомів з умовами навколишнього середовища (температурою та вологістю). Безперечно, що високі та стабільні врожаї можна отримувати при задоволенні потреб рослинних культур в елементах живлення, води, оптимальному температурному режимі в період вегетації. Погодно-кліматичні умови, що склалися під час проведення досліджень, надали істотний вплив на продуктивність гороху, однак, застосування біостимуляторів дозволило зменшити прояви температурного стресу та відсутність вологи.

За період спостережень (2022–2023 рр.) найсприятливішу дію щодо покращення умов вирощування спричинив розчин біостимулятора Регоплант, який був впроваджений у передпосівній обробці насіння гороху та у фазу 5-6 прилистків й у фазу бутонізації перед початком цвітіння шляхом обприскування посівів. Завдяки таким прийомам приріст урожайності на ділянках, де застосовували Регоплант, становив 28,0% у порівнянні з контролем. Збільшення врожайності відносно контролю спостерігали і на ділянках, де застосовували біостимулятори Гуміфілд Форте Брікс та Аміностим на 20,1% та 17,0, відповідно.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють дійти висновку, що біостимулятори позитивно вплинули на зростання врожайності гороху посівного сорту Оплот. Для отримання максимального врожаю до 3,38 т/га, доцільно обробляти насіння перед посівом з подальшою обробкою посівів у фазу 5-6 прилистків й у фазу бутонізації розчином біостимулятора Регоплант.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Ефективність сільськогосподарського виробництва – складна економічна категорія. У ній відображується одна з найважливіших сторін виробництва – результативність. Більш повну відповідь це питання дають показники економічної ефективності, коли порівнюються результати виробництва сільськогосподарської культури із витратами матеріально-грошовими витратами.

Аналіз економічної ефективності вирощування гороху із застосуванням біостимуляторів дозволив виявити, що вартість продукції, а також виробничі витрати на обробку насіння та посівів у стадії вегетації біостимуляторами зростають.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування біостимуляторів при вирощуванні гороху посівного сорту Оплот (2022–2023 рр.)

Варіант	Урожайність, т/га	Виробнича собівартість, грн/га	Повна собівартість, грн/т	Валова продукція, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Контроль (вода)	2,64	9790	12587	22440	12650	128,2
Гуміфілд Форте Брікс	3,17	11297	15648	26945	15648	138,5
Аміностим	3,09	11225	15147	26265	15040	134,1
Регоплант	3,38	11639	16735	28730	17091	147,0

Відносно висока вартість біостимуляторів суттєво вплинула на економічну ефективність вирощування гороху сорту Оплот, але їх використання економічно виправдано, оскільки забезпечило суттєве

зростання прибутку та рівня рентабельності виробництва від 128,2% на контролі до 134,1% за використання амінокислотного біостимулятора Аміностим та до 138,5% за використання біостимулятора на основі екстракту морських водоростей Гуміфілд Форте Брікс. Найвищий прибуток 17091 грн/га та максимальну рентабельність (147,0%) отримано за використання комплексного біостимулятора Регоплант.

Таким чином, використання ефективних та екологічно чистих біостимуляторів у передпосівній підготовці насіння та на стадії вегетації культури гороху, що підвищують урожайність та теоретичне обґрунтування даного сучасного технологічного прийому – один із найважливіших резервів зниження матеріальних витрат на виробництво гороху польового в умовах Лісостепу України.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

На теперішній час екологічна оцінка впливу діяльності будь-якого підприємства з виробництва продукції рослинництва на навколишнє природне середовище здійснюється на підставі Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» від 20.03.2018 № 2354-VIII. Стратегічна екологічна оцінка – процедура визначення, опису та оцінювання наслідків виконання документів державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення, розроблення заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків, яка включає визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки, складання звіту про стратегічну екологічну оцінку, проведення громадського обговорення, врахування у документі державного планування звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення.

До основних забруднювачів повітря, води і ґрунту, в першу чергу, належать мінеральні добрива. Як відомо, при вирощуванні рослинних культур як в Україні, так і в цілому у світі використовується близько 60% азотних добрив. Однак ефективність використання азоту з добрив сільськогосподарськими культурами є досить низькою, не перевищуючи 33% [44]. За сучасними уявленнями, газоподібні втрати азоту з азотних добрив складають від 10 до 50% від обсягів його внесення. Азот мінеральних добрив надходить в повітря або в вільному вигляді (в результаті денітрифікації), або у вигляді летючих сполук (наприклад, у формі N_2O). Для зменшення непродуктивних втрат азоту з добрив використовують гранулювання добрив інертними матеріалами, капсулювання полімерним покриттям (наприклад, аміноформальдегідною смолою), введення азоту до сполук із відносно низькою розчинністю або додавання до хелатів [45].

В ТОВ «Агроперемога» в останні часи альтернативою азотним добривам став безводний аміак, в якому вміст азоту складає 82,2%. Безводний аміак

вводиться в ґрунт перед посівом у вигляді газу під високим тиском на глибину 5-15 см від поверхні ґрунту, фактично на глибину розташування кореневої системи культури, що дає змогу підвищити ефективність використання азоту та знизити його нецільові втрати [46]. Фактично, в місцях внесення безводного аміаку відбувається тимчасова стерилізація ґрунту, а швидкість нітрифікації сповільнюється, а потім через 2 тижні спостерігається сильна активність і, що важливо, збільшується кількість рухомих форм фосфору, калію і мікроелементів у ґрунті і, таким чином, покращується режим живлення рослин [47].

Фосфорні добрива надають найбільш відчутний вплив на водні джерела. Винос добрив у водні джерела зводиться до мінімуму при їх правильному внесенні. Зокрема, неприпустимо розкидання добрив по сніговому покриву, розсіювання повітряним шляхом поблизу водойм, зберігання під відкритим небом і т. ін.

Але виключити взагалі застосування твердих мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарської рослинної продукції не можливо, тому слід дотримуватись заходів екологічної безпеки.

Збільшення врожайності сільського господарства, його збереження від шкідників безпосередньо залежить від ступеня ефективності застосовуваних пестицидів, під якими розуміють сукупність хімічних препаратів, які використовуються для боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських рослин. Зазвичай пестициди використовуються для ураження певного шкідника, але крім нього гине практично все живе, що знаходяться в безпосередній близькості. Ефективність застосування пестицидів з часом різко знижується, так як у шкідників виробляється несприйнятливості до їх дії. Повторне застосування пестицидів призводить до втрати біорізноманіття та підвищення стійкості шкідників. Встановлено, що 95% застосовуваних пестицидів потенційно можуть впливати на нецільові організми і широко розповсюджуватися в навколишньому середовищі [48]. Нові види пестицидів стають більш стійкими і небезпечними. Небезпеку

несуть не тільки діючі речовини препаратів, але і продукти їх метаболізму. Пестициди, що потрапили на поверхню ґрунту, можуть вимиватися в більш глибокі горизонти й ґрунтові води, надходити у водойми з поверхневим стоком, у друге з'являтися на поверхні ґрунту при капілярному піднятті ґрунтових вод або при оранці з оберненням пласту, переходити в атмосферне повітря в результаті випаровування або з пилом при вітровій ерозії ґрунту, через рослини мігрувати в організм тварин і людини. Деякі пестициди (наприклад, альдрин, хлордан, дильдрин, ендрін, гептахлор і гексахлорбензол) містять органічні забруднювачі, стійкі до розкладання і таким чином залишаються в навколишньому середовищі роками [49]. Більш того, такі сполуки мають здатність до біоаккумуляції і можуть бути біоконцентровані до 70000 раз щодо до вихідної концентрації [50]. Негативні наслідки застосування пестицидів для здоров'я людини просто очевидні, і спостерігаються тенденції до їх зростання. Вплив пестицидів на людину пов'язаний з різними захворюваннями, включаючи рак, порушення гормонального фону, астму, алергію та гіперчутливість [51].

Відповідно до представленого Закону в ТОВ «Агроперемога» розроблена і діє система природоохоронних заходів з метою поліпшення стану навколишнього природного середовища, серед яких:

- Внесення мінеральних добрив здійснюється в безвітряну погоду не раніше ніж за 2-3 дні до посіву культури з одночасним закладанням їх у ґрунт на глибину 10-12 см. Заправка тукових сівалок виконується тільки в чеках, а не на дорогах, які, як правило, межують з місцями скупчення відходів.
- Перевезення твердих мінеральних добрив здійснюється лише в критих транспортних засобах, щоб уникнути видування їх зустрічним повітряним потоком і вимивання природними опадами, тому що втрати можуть досягати більше 2% і служити джерелом забруднення навколишнього середовища;

- Для зберігання твердих мінеральних добрив використовуються лише складські приміщення, а не відкриті майданчики.
- Регулярно контролюються дози внесення мінеральних добрив та їх відповідність технічним умовам;
- З метою захисту компонентів агроєкосистем від негативного впливу пестицидів, під час їх використання дотримуються рекомендацій щодо їх застосування, запроваджуються інтегровані системи захисту рослин, біологічні методи захисту сільськогосподарських культур;
- Здійснюється систематичний контроль за діяльністю очисних споруд у господарстві;
- З метою запобігання надмірного хімічного навантаження на навколишнє середовище, розглянути ресурси щодо впровадження органічного сільського господарства - системи виробництва сільськогосподарської і харчової продукції, що забезпечує оптимальне, здорове і продуктивне існування взаємопов'язаних між собою елементів екосистеми - ґрунту, рослин, тварин і людини.

Таким чином, сільськогосподарське виробництво в даний час стало, поряд з промисловістю, потужним чинником впливу на навколишнє середовище, що зумовлює в ній великомасштабні і різноманітні зміни. Ці зміни стосуються стану ґрунту, гідрологічних особливостей рельєфу, якості атмосферного повітря і води, умов еволюції багатьох рослинних видів. В свою чергу вказані чинники впливають на все народне господарство, здоров'я і спадковість людей. Тому комплексна охорона природи в зоні сільського господарства і екологічна оцінка наслідків його діяльності стає необхідністю.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Актуальність проблеми охорони праці на сільгосппідприємстві

Охорона праці – це система законодавчих актів, технічних, соціально-економічних, лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку праці, збереження здоров'я, працездатності людини в процесі виробництва. Охорона праці в Україні є обов'язковим і найважливішим елементом організації праці в будь-яких галузях виробництва, у тому числі в сільському господарстві.

Основними законодавчими та нормативними документами з охорони праці в ТОВ «Агроперемога» є: законодавство про працю, державні стандарти про безпеку праці, норми і правила з охорони праці, серед яких:

- Закон України Про охорону праці від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. Закон чинний. Актуальність перевірено 19.07.2021 [52]
- Положення про службу охорони праці на підприємстві від 15.11.2004 № 255.
- Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240
- Наказ Державної служби України з питань праці від 25 червня 2021 року № 90 "Про стан виробничого травматизму, професійних захворювань та заходів, що вживаються територіальними органами Держпраці щодо зниження їх рівня"
- Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики та МНС України від 4 грудня 2006 р. № 730/770.

На підприємствах агропромислового комплексу діє система управління охороною праці, але умови праці в сільському господарстві, рівень його безпеки і механізації потребує вдосконалення.

6.2 Організація безпечного виконання робіт і технологічних процесів

В ТОВ «Агроперемога» робота служби з охорони праці базується на діючих правових документах. Так, щорічно при обговоренні колективного договору розробляється цілий ряд заходів щодо подальшого поліпшення техніки безпеки і виробничої санітарії, які включають згоду між дирекцією господарства та профспілковим колективом. Відповідальним за стан охорони праці є Директор ТОВ «Агроперемога». У господарстві створена служба з охорони праці, яку очолює інженер з охорони праці. Інженер з охорони праці стежить за проведенням заходів, щодо безпечних умов праці, проводить навчання всіх відповідальних за охорону праці на окремих ділянках сільськогосподарського виробництва по новим правовим документам і законодавчим актам. Відповідальні за охорону праці на ділянках зобов'язані проводити інструктажі з охорони праці на кожному робочому місці.

Для впровадження сучасних методів безпечного ведення робіт в сільськогосподарському підприємстві велике значення мають інструктажі з охорони праці. Законодавством України передбачено проведення інструктажів, які за характером і часу проведення ділять на кілька видів.

Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці господарства, куди надходять нові працівники. Інструктаж охоплює такі питання: відомості про господарство, основні положення Закону про охорону праці, питання з техніки безпеки і виробничої санітарії, відомості про засоби індивідуального захисту, правила пожежної безпеки та першої допомоги потерпілому.

Первинний інструктаж проводиться керівником підрозділу за видом робіт безпосередньо на робочому місці і охоплює питання безпечних прийомів роботи.

Періодичний інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників через певний проміжок часу, але не рідше ніж через 6 місяців.

Позаплановий інструктаж (в умовах аварійних ситуацій) проводиться при зміні або порушення правил з охорони праці, при надзвичайному стані, зміні технологічного процесу, при перервах в роботі більше місяця для робіт з підвищеною небезпекою і 60 днів для інших професій.

Цільовий інструктаж проводять при виконанні небезпечних і шкідливих робіт.

Після проведення кожного виду інструктажу, відмітка про його проведення та особу, яка це здійснила, обов'язково фіксується в журналі реєстрації інструктажів з техніки безпеки. Також, після співбесіди з працівником ставиться його власний підпис.

6.3 Заходи щодо виробничої санітарії

Впровадження нової сільськогосподарської техніки та високоефективних отрутохімікатів для боротьби з шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур, різноманітних мінеральних добрив, гербіцидів та ін.. вимагає особливої уважності і дотримання запобіжних заходів для працівників господарства.

Всеохоплююча електрифікація виробництва вимагає необхідність обов'язкового ознайомлення працюючих з питаннями електробезпеки. Для цього на підприємстві розроблено, затверджено і впроваджено Інструкції з електробезпеки. Питання електробезпеки включено до всіх видів Інструктажу. Хімізація рядів процесів при вирощуванні с.-г. культур викликає необхідність ретельного навчання безпечним прийомам роботи з отрутохімікатами і добривами, так як невміле використання їх, може призвести не тільки до отруєння, а й до вибуху і пожежі. Питання поводження з гербіцидами, мінеральними добривами, їх склад, дія на організм людини, правила їх зберігання та використання, перша допомога при отруєнні також розглядаються при проведенні всіх видів Інструктажу.

Відповідальність за забезпечення працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту при роботах зі шкідливими речовинами покладається на Директора ТОВ.

Протипожежний режим господарства встановлено порядком безпечної в пожежному відношенні експлуатації, складів, будівель і споруд, виробничих установок, машин, приладів і агрегатів.

Таким чином для запобігання травматизму та захворюваності на підприємствах, необхідні різносторонні знання з охорони праці. Такі як: вміння виявляти і усувати потенційні небезпеки і шкідливості, враховуючи впливу мінливих зовнішніх умов на безпеку праці, методами надання першої до лікарського втручання методами гасіння пожежі.

6.4 Заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму та професійних захворювань працівників ТОВ

1. Щоквартальна перевірка правильності заземлення всього електрообладнання та електроінструменту з відповідної відміткою у Журналі з обліку та перевірки справності електрообладнання.
2. Контроль за своєчасною видачею та заміною спецодягу та засобів індивідуального захисту працівникам, що працюють зі шкідливими речовинами (мінеральними добривами пестицидами тощо).
3. Перевірка наявності і справності усіх засобів пожежогасіння на всіх виробничих ділянках.
4. Періодична перевірка виконання санітарних правил щодо застосування, зберігання і транспортування отрутохімікатів в господарстві і навчання ними робочих, зайнятих на обприскуванні рослинних культур.
5. Забезпечення засобами особистої гігієни пересувних побутових кімнат для робітників, зайнятих на польових роботах.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених польових досліджень з встановлення ефективності дії біостимуляторів різної природи та складу та доцільності їх використання в технологіях вирощування гороху посівного доведено:

1. Обробка посівів гороху у фазу 5-6 прилистків та у фазу бутонізації досліджуємими біостимуляторами сприяла збільшенню кількості бульбочок в ризосфері кореневої системи рослин гороху. Максимальну кількість зафіксовано у фазу цвітіння (48,4 шт./рослину) за дії біостимулятора Рігоплант, що перевищувало контроль у 2,1 рази.
2. Збільшення кількості азотфіксуючих бульбочок на кореневій системі під впливом біостимуляторів відобразилось на фотосинтетичній активності рослин гороху. Найбільша площа листкової поверхні рослин гороху у фазу цвітіння відзначена у варіанті з обробкою посівів розчином Регопланта – 192,7 см²/рослину, що на 33,6% більше за контроль. На фоні застосування Гуміфілд Форте Брікс перевищення контролю становило 20,8%, Амістиму – 19,5%.
3. Встановлено, що максимальна густина стояння рослин гороху посівного перед збиранням 91,0 шт./м² спостерігалась на посівах, де застосовували біостимулятор Регаплант, як у передпосівній обробці насіння, так і по вегетації. Даний показник на 19,6% перевищував показники контрольних посівів. Ефективність дії даного біостимулятора на 6,5% перевищувала Гуміфілд Форте Брікс і на 10,3% дію біостимулятора Амістим.
4. Відзначено роль біостимуляторів у подоланні проявів температурного стресу та відсутності вологи за період проведення досліджень. Найсприятливішу дію щодо покращення умов вирощування спричинив розчин біостимулятора Регоплант, який був впроваджений у передпосівній обробці насіння гороху, у фазу 5-6 прилистків та у фазу бутонізації перед початком цвітіння шляхом обприскування посівів.

Приріст урожайності на ділянках, де застосовували біостимулятор Регоплант, становив 28,0% порівняно з контролем. Збільшення врожайності відносно контролю спостерігали і за застосування біостимуляторів Гуміфілд Форте Брікс та Аміностим на 20,1% та 17,0, відповідно.

5. Рівень рентабельності виробництва гороху посівного за використання комплексного біостимулятора Регоплант становив 147,0%, а за застосування амінокислотного біостимулятора Аміностим та біостимулятора на основі екстракту морських водоростей Гуміфілд Форте Брікс – 134,1 та 138,5 %, відповідно.

Для підвищення продуктивності гороху посівного й отримання врожаю на рівні 3,38 т/га ефективним є застосування комплексного біостимулятора Регоплант, що містить біологічно-активні сполуки (продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів, високомолекулярні карбонові кислоти від C_{14} до C_{28} , полісахариди, аверсектин С (продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*), 15 амінокислот, біогенні мікроелементи та калієву сіль альфа-нафтилоцтової кислоти. Використання даного біостимулятора слід впровадити для передпосівної обробки насіння з розрахунку 250 мл/т (робочого розчину – 10 л/т) з подальшим обприскуванням посівів у фазу 5-6 прилистків й у фазу бутонізації з витратою робочого розчину – 300 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Szpunar-Krok E. Physiological Response of Pea (*Pisum sativum* L.) Plants to Foliar Application of Biostimulants. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 3189.
2. Franzoni G., Cocetta G., Prinsi B. *et al.* Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8. P. 189.
3. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. P. 306.
4. Rouphael Y., Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11. P. 40.
5. Ben Mrid R., Benmrid B., Hafsa J., Boukcim H., Sobeh M., Yasri A. Secondary Metabolites as Biostimulant and Bioprotectant Agents: A Review. *Sci. Total Environ.* 2021. Vol. 777. P. 146204.
6. Zulfiqar F., Casadesús A., Brockman H., Munné-Bosch S. An Overview of Plant-Based Natural Biostimulants for Sustainable Horticulture with a Particular Focus on Moringa Leaf Extracts. *Plant Sci.* 2020. Vol. 295. P. 110194.
7. Michalak I., Chojnacka K. Algae as Production Systems of Bioactive Compounds. *Eng. Life Sci.* 2015. Vol. 15. P. 160–176.
8. du Jardin P. Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Sci. Hortic.* 2015. Vol. 196. P. 3–14.
9. Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B. Seaweed Extracts as Biostimulants in Horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. Vol. 196. P. 39–48.
10. Xu L., Geelen D. Developing Biostimulants From Agro-Food and Industrial By-Products. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. P. 1567.
11. Rouphael Y., Colla G. Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9. P. 1655.
12. Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A., Vernieri P., Ferrante A. Biostimulants and Crop Responses: A Review. *Biol. Agric. Hortic.* 2015. Vol. 31. P. 1–17.

13. Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 7. P. 2049.
14. Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S. *et al.* Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *J. Plant Growth Regul.* 2009. Vol. 28. P. 386–399.
15. Leliaert F., Smith D.R., Moreau H., *et al.* Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Crit. Rev. Plant Sci.* 2012. Vol. 31. P. 1–46.
16. Wszelaczynska E., Szczepanek M., Poberezny J., Kazula M.J. Effect of biostimulant application and long-term storage on the nutritional value of carrot. *Hortic. Bras.* 2019. Vol. 37. P. 451–457.
17. Ali O., Ramsubhag A., Jayaraman J. Biostimulant Properties of Seaweed Extracts in Plants: Implications towards Sustainable Crop Production. *Plants.* 2021. Vol. 10. P. 531.
18. Stirk W.A., Rengasamy K.R.R., Kulkarni M.G., van Staden J. Plant Biostimulants from Seaweed. In *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*; John Wiley & Sons, Ltd.: Hoboken, NJ, USA, 2020. P. 31–55.
19. Bulgari R., Morgutti S., Cocetta G., *et al.* Evaluation of Borage Extracts As Potential Biostimulant Using a Phenomic, Agronomic, Physiological, and Biochemical Approach. *Front. Plant Sci.* 2017. Vol. 8. P. 935.
20. Moreno-Hernández J.M., Benítez-García I., Mazorra-Manzano M.A., *et al.* Strategies for Production, Characterization and Application of Protein-Based Biostimulants in Agriculture: A Review. *Chil. J. Agric. Res.* 2020. Vol. 80. P. 274–289.
21. Nardi S., Schiavon M., Francioso O. Chemical Structure and Biological Activity of Humic Substances Define Their Role as Plant Growth Promoters. *Molecules.* 2021. Vol. 26. P. 2256.
22. García A.C., van Tol de Castro T.A., Santos L.A., *et al.* Structure-Property-Function Relationship of Humic Substances in Modulating the Root Growth of Plants: A Review. *J. Environ. Qual.* 2019. Vol. 48. P. 1622–1632.

23. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., *et al.* Humic and Fulvic Acids as Biostimulants in Horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. Vol. 196. P. 15–27.
24. Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., Nardi S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors. *Plant. Signal. Behav.* 2010. Vol. 5(6). P. 635-643.
25. Colla G., Nardi S., Cardarelli M., *et al.* Protein Hydrolysates as Biostimulants in Horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. Vol. 196. P. 28–38.
26. Kour D., Rana K.L., Yadav N., *et al.* Agriculturally and Industrially Important Fungi: Current Developments and Potential Biotechnological Applications. In *Recent Advancement in White Biotechnology through Fungi: Volume 2: Perspective for Value-Added Products and Environments; Fungal Biology.* Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2019. P. 1–64.
27. Castiglione A.M., Mannino G., Contartese V., *et al.* Microbial Biostimulants as Response to Modern Agriculture Needs: Composition, Role and Application of These Innovative Products. *Plants.* 2021. Vol. 10. P. 1533.
28. Azad M.O.K., Park B.S., Adnan M., *et al.* Silicon Biostimulant Enhances the Growth Characteristics and Fortifies the Bioactive Compounds in Common and Tartary Buckwheat Plant. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 2021. Vol. 24. P. 51–59.
29. Savvas D., Ntatsi G. Biostimulant Activity of Silicon in Horticulture. *Sci. Hortic.* 2015. Vol. 196. P. 66–81.
30. De Pascale S., Roupheal Y., Colla G. Plant biostimulants: Innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *Eur. J. Hortic. Sci.* 2017. Vol. 82. P. 277.
31. Maharjan P., Penny J., Partington D.L., Panozzo J.F. Genotype and environment effects on the chemical composition and rheological properties of field peas. *J. Sci. Food Agric.* 2019. Vol. 99. P. 5409–5416.
32. European Commission (EC). *From Farm to Fork: Our Food, Our Health, Our Planet, Our Future.* 2021. Available online:

- https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en#Strategy
(accessed on 21 March 2022)
33. Janauskaite D. Productivity of Three Pea (*Pisum sativum* L.) Varieties as Influenced by Nutrient Supply and Meteorological Conditions in Boreal Environmental Zone. *Plants*. 2023. Vol. 12. P. 1938.
 34. Stagnari F., Maggio A., Galieni A., Pisante M. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2017. Vol. 4. P. 2.
 35. Bueckert R.A., Wagenhoffer S., Hnatowich G., Warkentin T.D. Effect of heat and precipitation on pea yield and reproductive performance in the field. *Can. J. Plant Sci.* 2015. Vol. 95. P. 629–639.
 36. Prusiński J., Borowska M. Effect of planting density and row spacing on the yielding and morphological features of pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 715.
 37. Kuznetsov I., Davletov F., Anokhina N., Akhmadullina I., Safin F. Influence of weather condition on the field peas (*Pisum sativum* L. ssp. sativum) vegetation period and yield. *Agron. Res.* 2020. Vol. 18. P. 472–482.
 38. Grabowska K., Banaszkiwicz B. Effect of air temperature and atmospheric precipitation on yielding of sowing pea in central Poland. *Acta Agroph.* 2009. Vol. 13. P. 113–120.
 39. Dona W.H.G., Schoenau J.J., King T. Effect of starter fertilizer in seed-row on emergence, biomass and nutrient uptake by six pulse crops grown under controlled environment conditions. *J. Plant Nutr.* 2020. Vol. 43. P. 879–895.
 40. Huang J., Afshar R.K., Tao A., Chen C. Efficacy of starter N fertilizer and rhizobia inoculant in dry pea (*Pisum sativum* Linn.) production in a semi-arid temperate environment. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2017. Vol. 63. P. 248–253.
 41. Danilovič M., Šoltysova B. Nutrient management analysis in field pea (*Pisum sativum* L.) cultivated in the no-tillage technology. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*. 2010. Vol. 56. P. 18–24.

42. Hlisnikovský L., Menšík L., Cermák P., *et al.* Long-term effect of pig slurry and mineral fertilizer additions on soil nutrient content, field pea grain and straw yield under winter wheat–spring barley–field pea crop rotation on cambisol and luvisol. *Land*. 2022. Vol. 11. P. 187.
43. Fahde S., Boughribil S., Sijilmassi B., Amri A. Rhizobia: A Promising Source of Plant Growth-Promoting Molecules and Their Non-Legume Interactions: Examining Applications and Mechanisms. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 1279.
44. Швартау В.В., Моргун В.В., Михальська Л.М., Ходаніцький В.К. Оптимізація живлення рослин озимої пшениці шляхом осіннього внесення амонійного азоту. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44. №4. С.290–301.
45. Якушко С.І., Іванов М.П. Органічні та мінеральні добрива: переваги та технології виробництва. *Хімічна промисловість України*. 2008. Т. 3. № 86. С. 38–43.
46. Miroshnychenko M.M., Hladkikh Ye.Yu., Revtye A.V., *et al.* Use of anhydrous ammonia in improving the nitrogen utilization efficiency in winter wheat plantings. *Agricultural Science and Practice*. 2014. Vol. 1. No 3. P. 8–14.
47. Оборонова А.В., Короткова І.В. Ефективність застосування безводного аміаку при вирощуванні зернових культур: матеріали студ. наук. конф. Полтавської державної аграрної академії, м. Полтава, 13 травня 2021 р. Том II. Полтава: РВВ ПДАА, 2021. С. 24–26.
48. Simeonov L.I., Mасаev F.Z., Simeonova B.G. Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe. *Springer Netherlands: NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security Series*. 2013. 475 p.
49. Yadav I.C., Devi N.L., Syed J.H., *et al.* Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on

- neighboring countries: a comprehensive review of India. *Sci Total Environ.* 2015. Vol. 511. P. 123–137.
50. Hernández A.F., Parrón T., Tsatsakis A.M., *et al.* Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: their relevance to human health. *Toxicology.* 2013. Vol. 307. P. 136–145.
51. Kabir E., Jahan S.A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment.* 2017. Vol. 575. P. 525–535.
52. Закон України Про охорону праці від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. Закон чинний. Актуальність перевірено 19.07.2021. 30 с.

АНОТАЦІЯ

Назаренко Т.К. Вплив біостимуляторів на формування продуктивності гороху посівного.

Дипломна робота на здобуття СВО Магістр.

Кваліфікація: магістр з агрономії за освітньо-професійної програмою Еколого-економічне рослинництво.

Обсяг магістерської роботи: 57 с., 6 табл., додатки, 52 літературних джерела.

Об'єкт досліджень: формування продуктивності гороху посівного за використання біостимуляторів різної природи у передпосівній обробці насіння та під час вегетації.

Мета роботи: встановлення ефективного біостимулятора для забезпечення найвищого приросту врожайності гороху посівного.

Результати та їх новизна: представлено наукове обґрунтування використання комплексного біостимулятора на основі біологічно-активних сполук в технології вирощування гороху посівного.

Основні наукові та практичні результати: встановлено вплив досліджуваних елементів технології на закономірності росту й розвитку рослин гороху посівного та врожайність.

Галузь застосування: 20 Аграрні науки та продовольство.

Значення роботи та висновки: впровадження комплексного біостимулятора на основі біологічно-активних сполук для передпосівної обробки насіння та посівів гороху сприяє формуванню врожаю гороху посівного на рівні 3,38 т/га.

Перелік ключових слів: біостимулятори, ризосфера, горох посівний, рентабельність, врожайність.

ДОДАТКИ

Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 р.)

вирощувати декілька сортів або не менше 2–3 сортів з незначною різною реакцією рослин на умови вирощування [4].

У рамках постійного підвищення урожайності сільськогосподарських культур, а саме пшениці ярої твердої необхідним кроком сільгоспвиробників та наукових установ є встановлення оптимальних доз внесення кожного виду добрив та рамки можливих відхилень від них залежно від прогнозу урожайності пшениці на найближчі роки.

Зерно пшениці ярої твердої, яка має відповідність як вітчизняним і міжнародним стандартам якості, широко користується попитом у споживачів та дає можливість сільськогосподарському підприємству займати достатню частку як вітчизняного, так і світового ринку з якістю продукції, є відповідно запорукою гарного економічного розвитку сільськогосподарської галузі.

Список використаних джерел

1. Веприняк Я. Тверда яра пшениця. Повернення на українські лани. *Зерно і хліб*. 2006. № 4. С. 44.
2. ДСТУ 3768:2010. Національний стандарт України. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2019. 19 с.
3. Державна реєстрація прав на сорти рослин. URL: <https://minagro.gov.ua/napryamki/roslinnictvo/reyestr-sortiv-roslin-ukrayini>.
4. Бараболя О. В. Вплив агроекологічних факторів на урожайність та якість зерна пшениці твердої ярої в лівобережній лісостеповій зволоженій підзоні : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Харків, 2009. 198 с.

Бараболя Ольга Валеріївна

канд. с.-г. наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-4123-9547

Назаренко Тетяна Костянтинівна

ЗВО СВО Магістр за ОПП

Еколого-економічне рослинництво

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

БІОСТИМУЛЯТОРИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) вирощують у понад 100 країнах світу для отримання сухого або свіжого насіння та корму. Зерна гороху є багатим джерелом білка, вуглеводів і деяких мінеральних речовин, хоча поживний вміст

Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 р.)

змінюється в залежності від умов вирощування і генетичних факторів. Безумовно, найбільша частка поживних речовин міститься в сім'ядолях, а зародок і оболонка насіння становлять менше 10 % поживної цінності. Вміст білка зазвичай ~22 %, але може коливатися в широких межах залежно від генотипу та умов вирощування. Незважаючи на невеликий вміст сірковмісних амінокислот у зернах гороху, він вигідно відрізняється від інших бобових культур. Близько 60 % вуглеводів насіння складається з сахарози й олігосахаридів, крохмалю і сирі клітковини. Вміст жиру низький, а насіння є потужним джерелом вітамінів, таких як тіамін, рибофлавін і ніацин, хоча при обробці відбувається суттєва втрата вітамінів [1].

Зростаюча потреба в доступному високоякісному білку та роль посівного гороху в сівозміні для сталого сільського господарства викликають відновлення інтересу до цієї культури, тому удосконалення елементів технології вирощування даної культури є актуальним.

Приймаючи до уваги численні літературні відомості щодо ролі біостимуляторів в технологіях вирощування рослинних культур [2, 3], в даній роботі досліджено представників різних груп біостимуляторів, які відрізняються складом та джерелом походження при вирощуванні гороху посівного. Біостимулятори застосовували у передпосівній підготовці насіння та шляхом позакореневого підживлення для стимулювання перебігу фізіологічних процесів у рослині гороху та збільшення врожайності. Ефективність дії стимуляторів росту в передпосівній підготовці насіння при вирощуванні рослинних культур була доведена в дослідженнях [4, 5].

Серед різноманітних функцій біостимуляторів, перш за все, слід відмітити їх захисну дію, механізми якої різняться залежно від сполуки та/або культури і переважно стосуються стимуляції фізіологічних процесів і морфологічних особливостей рослин. Біостимулятори позитивно впливають на активність і експресію генів ферментів, що функціонують у первинному та вторинному метаболізмі рослин. У рослин, оброблених біостимуляторами, часто спостерігається значне збільшення довжини та густоти кореневих волосків, що сприяє підвищенню поглинання поживних речовин рослинами за рахунок збільшення поверхні поглинання, покращення проростання насіння та підвищення врожайності рослин, підвищення катіонного обміну, зменшення вимивання, детоксикація важких металів, стимуляція механізмів, залучених до продигової провідності та транспірації, а також стимуляція імунної системи рослин проти стресових факторів. Поява стресових факторів у вегетаційний період, як відомо, викликає фізіологічні зміни рослин. Щоб запобігти втраті води та затримати

Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування», присвячена 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (30 вересня 2023 р.)

фотосинтез, рослини закривають пори, що призводить до гальмування обмінних процесів, і лише біостимулятори здатні запобігти цьому [6].

Більшість властивостей біостимуляторів можна пояснити ауксиноподібним ефектом, а також покращеним поглинанням азоту, регуляцією співвідношення K/Na та накопиченням проліну, який, як осмопротектор, захищає рослини від засолення. Біостимулюючі сполуки також можуть позитивно впливати на біологію ґрунту та відновлення деградованих екосистем, їх використання рекомендується в системі органічного землеробства. Застосування біостимуляторів може стати ефективним і стійким доповненням потреби рослин у поживних речовинах.

У ситуації, коли аграрна галузь переживає безпрецедентне зростання цін на добрива, використання біостимуляторів може сприяти зменшенню споживання сільськогосподарських ресурсів і зниженню собівартості продукції.

Проте, все ще недостатньо досліджень, які б повністю пояснювали механізми дії біостимуляторів. Крім того, для отримання найкращих результатів в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, біостимулятори вимагають індивідуальних стратегій і застосування в певний час і в оптимальних дозах, залежно від культури та сорту рослини. В роботі [7] на прикладі сої, квасолі та гороху показано, що ріст рослин, їх біометричні особливості, а також урожай і якість насіння залежать не лише від виду біостимулятора, а й від його концентрації, кількості застосувань та погодних умов.

В представленій роботі порівняно ефективність амінокислотних біостимуляторів, біостимуляторів, отриманих з водоростей та гумінових речовин, при вирощуванні гороху посівного. Максимальний ефект щодо підвищення врожайності та збільшення рентабельності виробництва на рівні 147,0 % спостерігали за використання комплексних біостимуляторів, що містять біологічно-активні речовини, вуглеводи та фітогормони, які використовували у передпосівній обробці насіння та впродовж вегетації.

Список використаних джерел

1. Lake L., Guillioni L., Victor O. In book Sadras Crop Physiology Case Histories for Major Crops. Chapter 9 – Field pea. 2021. P. 320–341.
2. Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions / G. Franzoni et al. *Horticulturae*. 2022. Vol. 8. P. 189. doi: 10.3390/horticulturae8030189.
3. Roupheal Y., Colla G. Editorial: biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 40. doi: 10.3389/fpls.2020.00040.
4. Короткова І. В. Ефективність передпосівної обробки насіння в технологіях вирощування рослинних культур *Наукові засади підвищення ефективності*



Міністерство освіти і науки України

СЕРТИФІКАТ

СС00493014/000428-23

засвідчує, що

Назаренко Тетяна Костянтинівна

взяв (-ла) участь

у Міжнародній науково-практичній конференції
**«Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних
технологій вирощування»**, присвячена 90-річчю з дня народження
професора Г.П. Жемели, яка відбулася 30 вересня 2023 року. Обсяг - 4 години.

Ректор

30.09.2023 р.



М. Полтава

Олександр ГАЛИЧ