

Ефективність застосування біопрепаратів та мінеральних добрив на посівах часнику озимого в умовах Правобережного Лісостепу України

Анотація. У статті представлено результати трирічних досліджень ефективності впливу біопрепарату Фітохелп, мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME та біоприлипач Липосам на структуру врожаю часнику озимого сорту Любаша в умовах краплинного зрошення. Актуальність досліджень обумовлена пошуком нових підходів до розробки технологічних прийомів вирощування часнику озимого із урахуванням конкретних умов нестійкого зволоження Лісостепу. Метою написання статті є встановлення оптимальних доз та співвідношення між ними для досягнення підвищення якості та врожайності часнику озимого. Дослідження було проведено на дослідному полі кафедри овочівництва національного визначеного внеску України Уманського національного університету садівництва на чорноземі опідзоленому важко суглинковому у 2017-2019 рр. В результаті було доведено, що в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому за краплинного зрошення більшу урожайність отримано на ділянках за сумісного застосування біопрепарату Фітохелп нормою 1-2 л/га, мінеральне добриво Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME та біоприлипач Липосам у нормі 1 л/га. Це дозволило отримати приріст до контрольного варіанту 9,0-10,6 т/га відповідно. Використовуючи біопрепарат Фітохелп та біоприлипач Липосам у нормі 2/1 та 1/1 л/га, одержано врожай 16,6-17,1 т/га, де надбавка до контролю становила 7,7-8,2 т/га. Встановлено вплив позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME (4 г/2 л води або 0,5 ц/га) на врожайність часнику озимого. Приріст до контролю становив 1,6 %. Результати проведеного дослідження можуть бути корисними для сільськогосподарських підприємств та фермерів, які займаються вирощуванням часнику та інших культур

Ключові слова: сорт; ріст; розвиток; цибулина; урожайність

Вступ

Процес вирощування часнику озимого в умовах нестійкого зволоження Лісостепу стикається з численними викликами, оскільки нестабільні умови зволоження можуть негативно впливати на врожайність та якість даної культури. Розробка технологічних прийомів, що враховують конкретні умови нестійкого зволоження, може забезпечити більш стабільний і високий врожай часнику, а дослідження в цій області можуть допомогти виробникам часнику впроваджувати оптимальні методи зволоження і підвищити ефективність вирощування. Крім того, розробка нових технологічних прийомів може позитивно позначитися на стійкості та продуктивності основних культурних рослин у Правобережному Лісостепу України. Розробка та впровадження у виробництво сучасних конкурентоспроможних технологій вирощування культур, які сприяють максимальній реалізації їх та продуктивного потенціалу, має важливе значення для ефективного використання біокліматичного потенціалу природно-кліматичних умов, а оптимальна ефективність може бути досягнута шляхом поєднання застосування біопрепаратів та мінеральних добрив із урахуванням конкретних умов вирощування та рекомендацій фахівців.

Вчені F. Yang *et al.* (2019) вважають, що внесення добрив є глобальною стратегією управління для покращення якості ґрунту, а застосування хімічних добрив є важливим чинником високого сільськогосподарського виробництва для підвищенні врожайності. Y. Geng *et al.* (2019) зазначили, що зростання світової врожайності значною мірою залежать від великих інвестицій у хімічні добрива. Вчені J. Zhu *et al.* (2019) і G. Brunetti *et al.* (2019) зауважили, що для того, щоб підтримувати продуктивність ґрунту, фермери вносили добрива у великій кількості та часто перевищували норму, яку потребують сільськогосподарські культури. За даними F. Lv *et al.* (2020) надлишок хімічних добрив у ґрунті може спричинити

погіршення його якості, зменшення вмісту органічної речовини і різке зменшення біорізноманіття ґрунту, включаючи підкислення. Це, в свою чергу, може спричинити широкий спектр екологічних проблем у прісноводних, наземних та морських екосистемах. Y. Lin *et al.* (2019) відзначили, що органічні речовини, які містяться у ґрунті, відіграють важливу роль у регулюванні концентрації CO₂ в атмосфері та підтримці родючості та продуктивності ґрунту. Науковці Н. Cheng *et al.* (2020) стверджують, що застосування органічних добрив також можуть позитивно вплинути на характеристики ґрунту. Органічні добрива допомагають покращити структуру ґрунту, збільшити його родючість та вміст органічного розкладеного матеріалу. Внаслідок цього, процеси мінералізації та фіксації азоту в ґрунті можуть бути регульовані та покращені. Застосування органічних добрив може вплинути на процеси реакції нітрифікації та денітрифікації у ґрунті. Із досліджень М. Qaswar *et al.* (2020) було виявлено, що застосування поєднання органічних і мінеральних добрив веде до часткової заміни хімічних добрив та стабілізації врожайності кукурудзи та пшениці, забезпечуючи рослини всіма необхідними поживними речовинами.

Під впливом різних факторів харчова цінність часнику зазнає значних змін. Один із методів нівелювання зовнішніх стресів протягом вегетації культури є система та технології внесення біологічних препаратів та мінеральних добрив. Станом на 2024 рік вплив комбінованого удобрення на урожайність та якість сільськогосподарських культур не достатньо вивчена. Саме тому метою проведених досліджень було вивчення впливу біопрепарату Фітохелп, мінерального добрива Drip Fert NPK та біоприлипача Липосам на ріст і розвиток, врожайність та якість цибулин на чорноземі опідзоленому за умов краплинного зрошення.

Матеріали та методи

Проведене дослідження відповідає етичним нормам і дотримується Convention on Biological Diversity (Secretariat of the..., 2011). Дослідження проводилося упродовж 2017-2019 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва національного визначеного внеску України Уманського національного університету садівництва на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. Площа дослідної ділянки – 12 м², облікової – 10 м². Розміщення ділянок – систематизоване. Повторення досліду – чотириразове. Попередник – ранні овочі. Зубки часнику озимого сорту Любаша було висаджено у ґрунт на початку другої декади жовтня за схемою 45х6 см.

У дослідах використано біопрепарати Фітохелп для локального підживлення та мінеральне добриво Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME для позакореневого внесення (обприскування по листу). Дослід включає такі варіанти: без підживлення (контроль); біопрепарат Фітохелп – 1 л/га; біопрепарат Фітохелп – 2 л/га; біопрепарат Фітохелп – 1 л/га + Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2л води; біопрепарат Фітохелп – 2 л/га + Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води; мінеральне добриво Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води (0,5 ц/га).

Біопрепарат Фітохелп вносився одночасно з поливом перший раз – у фазі трьох-чотирьох справжніх листків, другий – на початку утворення цибулини з появою суцвіть. Мінеральне добриво Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – вносилося позакоренево двічі (у період інтенсивного росту цибулини у першій половині червня з інтервалом 10 діб). Згідно рекомендацій виробників досліджуваних препаратів, до їх робочих розчинів було додано біоприлипач Липосам – 1 л/га. У контрольному варіанті – часник поливався лише водою. З метою підвищення врожайності підземних цибулин, квітконосну стрілку було видалено вручну. Прополювання за вегетаційний період було здійснено тричі (вручну), знищуючи таким чином бур'яни у посівах часнику озимого.

Результати

За результатами трирічних досліджень, застосовані фактори (підживлення біологічним препаратом Фітохелп, мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME та біоприлипачем Липосам) істотно впливали на біометричні показники та формування елементів

продуктивності часнику озимого сорту Любаша. Так, після проведення біометричних вимірювань, було встановлено, що через 30 діб після сходів, висота рослин перевищувала контроль на 4,1-4,8 %. У фазі інтенсивного росту та розвитку кращі показники було зафіксовано за сумісного застосування біопрепарату Фітохелп нормою 2 л/га, мінерального добрива N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га. Висота рослин становила 64,2 см, що на 29,3 % вище у порівнянні із контрольним варіантом. Зменшивши норму біопрепарату Фітохелп до 1 л/га, мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипача Липосам 1 л/га, спостерігалася менша висота, проте рослини перевищували контроль на 25,9 %. У варіантах, де застосовувався Фітохелп нормою 1 л/га та 2 л/га, висота рослин була 53,6-54,7 см, що на 24,5-25,0 % більше контролю. При застосуванні позакореневого підживлення мінеральним добривом N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам, даний показник був більший на 23,8 % відносно контролю. Через місяць після сходів ефективнішим було застосування біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га у поєднанні з позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам нормою 1 л/га. Висота рослин становила 58,6 та 65,0 см. Використання лише біопрепарату Фітохелп (1 л/га – 2 л/га) сприяло збільшенню на 11,1 та 11,3 см відповідно. Мінеральне добриво Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипач Липосам 1 л/га забезпечили більшу висоту на 26,8 % (Рис. 1).

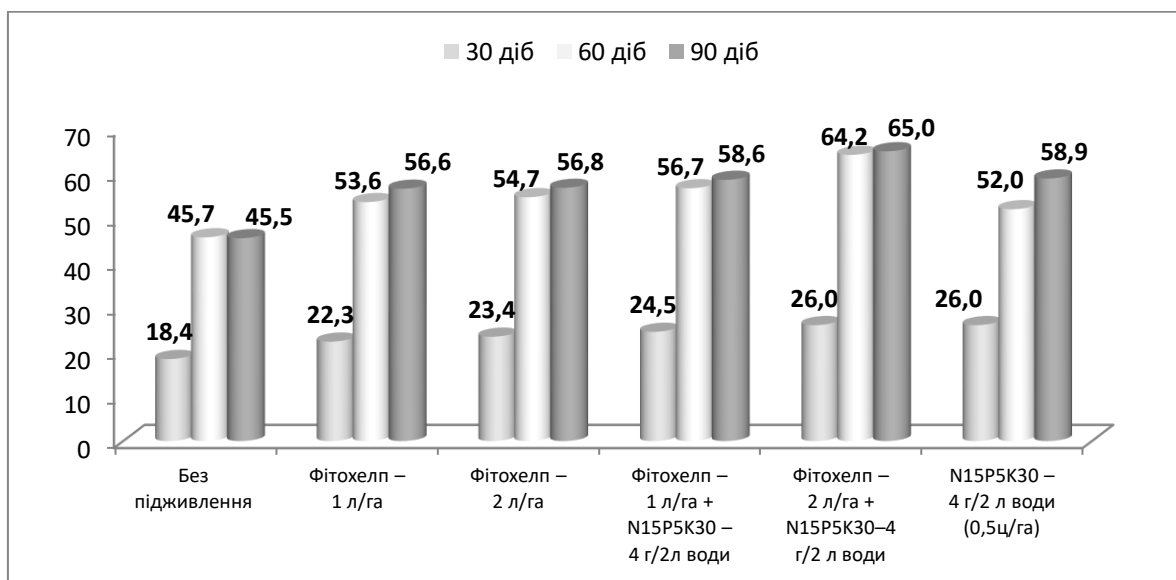


Рисунок 1. Висота рослин залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом через 30, 60, 90 діб після весняного відростання

Джерело: авторська розробка

Від застосування біопрепаратів та позакореневого підживлення мінеральним добривом, було відмічено позитивну динаміку. Так, середня кількість листків через 30 діб після сходів варіювала в межах 4,2-5,1 шт./рослину. У фазі інтенсивного росту та розвитку, на контрольному варіанті була на 2,2 шт./роsl. нижча за досліджуваний варіант, де було використано біопрепарат Фітохелп у нормі 2 л/га та позакореневе підживлення мінеральним добривом N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води (біоприлипач Липосам у нормі 1 л/га). На варіантах, де застосовувався біопрепарат Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, кількість листків була більша на 1,0-1,6 шт./роsl., у порівнянні з контролем. Використання позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипача Липосам 1 л/га, кількість листків на 1 рослині – 7,3 штук, що на 1,5 штук більше контролю. Внаслідок часткового висихання верхівок листків, висота рослин часнику перед збиранням врожаю була в межах 4,6-5,3 шт./рослину (Рис. 2).

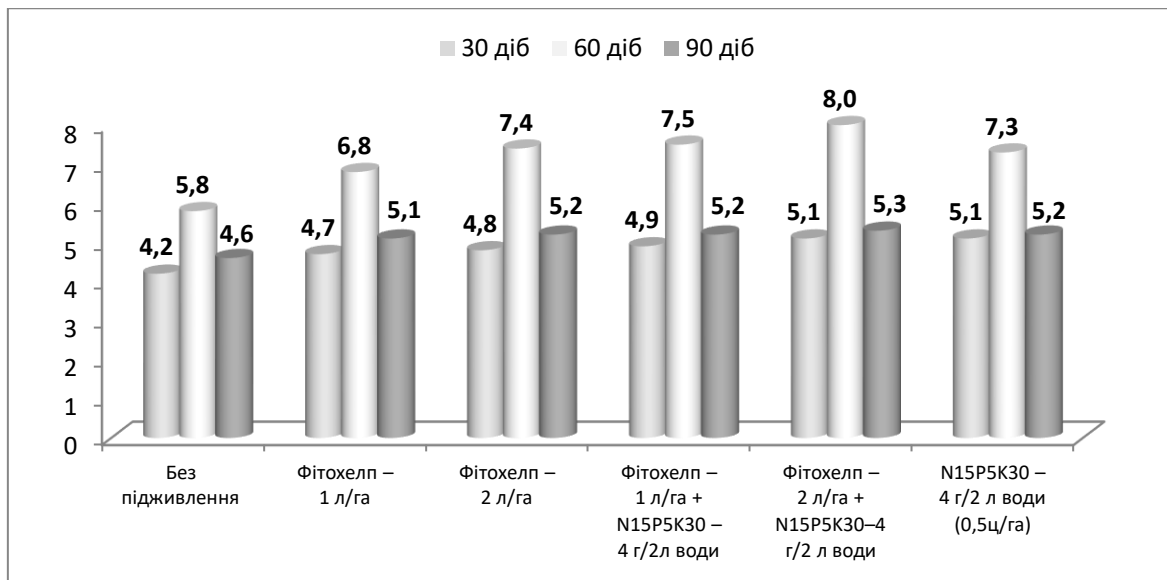


Рисунок 2. Кількість листків залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом через 30, 60, 90 діб після весняного відростання
Джерело: авторська розробка

Досліджувані рослини часнику озимого залежно від підживлень різнилися за комплексом біометричних параметрів. Найвищими із максимальною площею поверхні були переважно у фазі інтенсивного росту та розвитку за сумісного застосування біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га та мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га, біоприлипач Липосам у нормі 1 л/га становив 349,2 та 404,8 см²/рослину. Через місяць після сходів, даний показник був менший, проте перевищував інший дослідний варіант, де застосувалися біопрепарат Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га і біоприлипач Липосам у нормі 1 л/га відповідно на 41,7 та 63,5 см²/рослину. Застосування позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води та біоприлипача Липосам нормою 1 л/га (площа листків на 1 рослині) забезпечили асиміляційну поверхню 361,7 см²/рослину, а через місяць ці дані зменшилися до 180,0 см²/рослину, але перевищували контрольний варіант на 112,4 см²/рослину (Рис. 3).

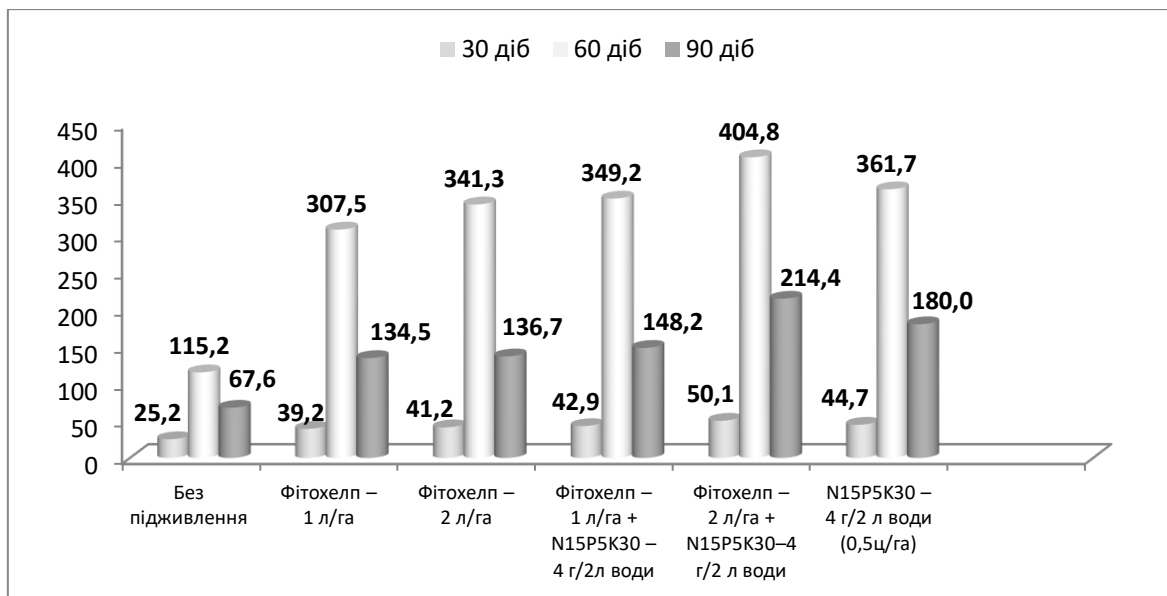


Рисунок 3. Площа листкової пластинки залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом. см²/рослину через 30, 60, 90 діб після весняного відростання
Джерело: авторська розробка

Індекс листової поверхні – це комплексний показник, який відображає площу листків рослини на одиниці площі ґрунту. Так, за сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га, біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га, приріст до контрольного варіанту становив 0,86-1,07 м². При підживленні біологічними препаратами Фітохелп нормою 1-2 л/га і Липосам у нормі 1 л/га, приріст листового індексу становив 0,7-0,84 м². Даний показник перевищував контроль на 0,9 м² у варіанті, де застосовувалося позакореневе підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га та біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га (Рис. 4).

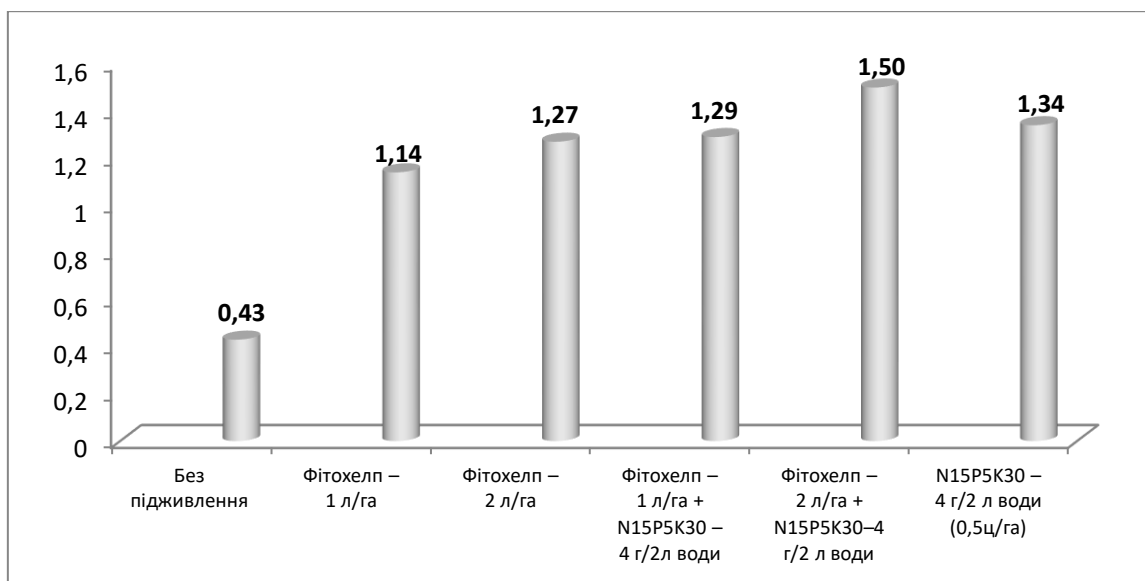


Рисунок 4. Індекс листової поверхні часнику озимого сорту Любаша через 60 діб після сходів залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом (2017-2019 рр.), м²

Джерело: авторська розробка

Аналізуючи результати досліджень щодо структури врожаю часнику озимого сорту Любаша, можна відмітити, що збільшення маси цибулини прямо залежить від норми підживлення біологічними препаратами та мінеральним добривом. Так, в 2017 році середня маса цибулини у контрольному варіанті була 20,0 г, а у варіанті із застосуванням біологічного препарату Фітохелп нормою 1-2 л/га та біоприлипача Липосам нормою 1 л/га – 54,5-55,4 г відповідно. Кращі результати було отримано за сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га та біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га – 5,5 г в обох варіантах. При використанні позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га, даний показник перевищував контроль на 35,4 г. У 2018 році погодні умови для вирощування часнику озимого були менш сприятливими, проте переважали контроль на 9,2-9,5 % у варіанті із використанням біологічного препарату Фітохелп нормою 1-2 л/га та біоприлипача Липосам нормою 1 л/га. За сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води, даний показник перевищував контрольний варіант на 10,4-11,6 %, а у варіанті, де було позакореневе підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га – на 9,2 %. У 2019 році було відмічено позитивну динаміку впливу біопрепаратів та мінерального добрива на масу цибулини часнику озимого сорту Любаша. На ділянках, де використовувалося сумісне підживлення біопрепаратом Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га разом із позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip

Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води, маса цибулини була 55,4-56,4 г відповідно. На посівах часнику озимого, де було застосовано біопрепарат Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га із позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води, відмічено меншу масу цибулин, проте вони переважали контроль на 25,9 г та 28,4 г. У варіанті із використанням позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га, маса цибулини становила 56,4 г, що перевищувало варіант без внесення добрив на 14,2 % (Рис. 5).

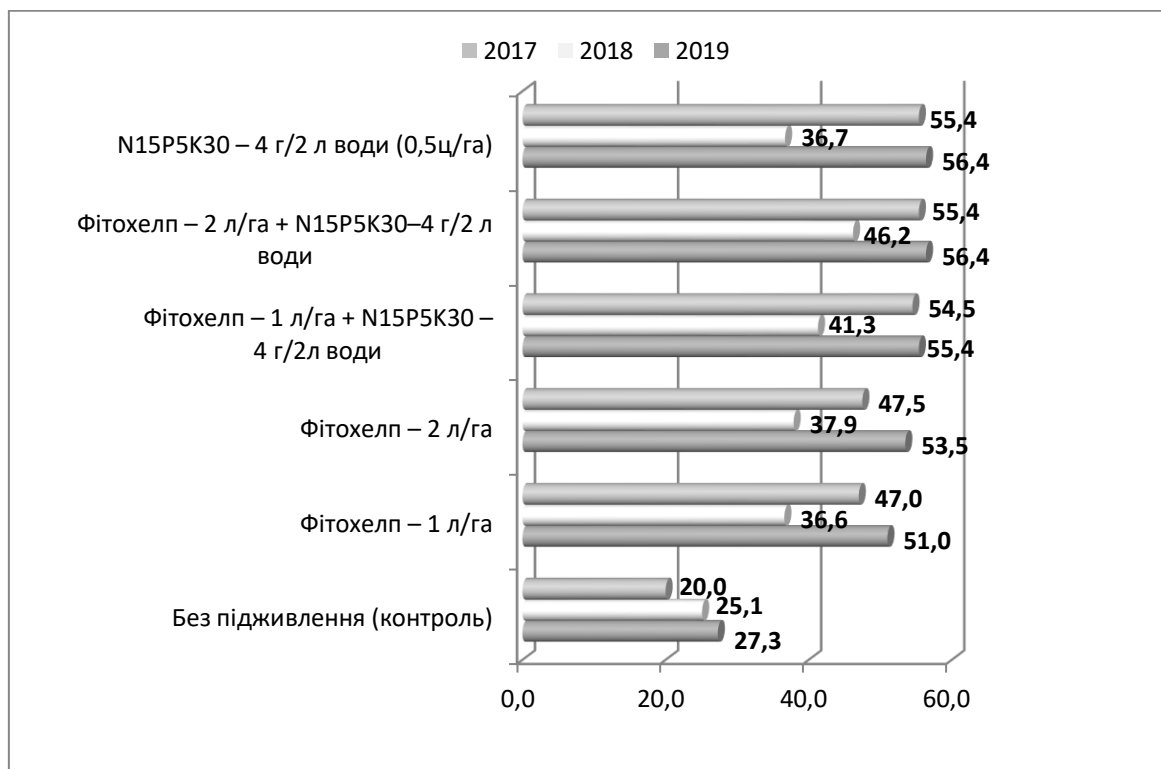


Рисунок 5. Маса цибулини часнику озимого сорту Любаша залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом (2017-2019 рр.), г
Джерело: авторська розробка

У середньому за роки досліджень найвищу врожайність часнику озимого сорту Любаша отримано за сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га – 17,9 та 19,5 т/га, приріст до контролю становив 9-10,6 т/га. Біологічні препарати Фітохелп у нормі 1-2 л/га і Липосам нормою 1 л/га сприяли отриманню приросту 7,7-8,2 т/га часнику озимого. Застосування позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га та біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га зумовило зростання врожайності до 18,1 т/га, а приріст до контрольних ділянок становив 9,1 т/га.

У 2017 році у першій декаді липня було зібрано товарні цибулини часнику озимого сорту Любаша, врожайність перевищувала контроль у 2,4 та 2,8 рази. У 2018 році вищі показники продуктивності одержано у варіанті за сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га та мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води або 0,5 ц/га, біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га – 15,3 та 17,1 т/га. В інших дослідних варіантах врожайність була більша, ніж на неодобрених ділянках, на 4,3-4,7 т/га. У 2019 році погодні умови були більш сприятливі для формування структурних елементів. Дані показники були вищими і надбавка до контролю становила від 8,8 до 10,8 т/га (Табл. 1).

Таблиця 1. Урожайність часнику озимого сорту Любаша залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом т/га

Підживлення	Рік			Середнє	+ - контролю
	2017 р.	2018 р.	2019 р.		
Без підживлення (контроль)	7,4	9,3	10,1	8,9	-
Фітохелп – 1 л/га	17,4	13,6	18,9	16,6	7,7
Фітохелп – 2 л/га	17,6	14,0	19,8	17,1	8,2
Фітохелп – 1 л/га + N ₁₅ P ₅ K ₃₀ – 4 г/2л води	20,2	15,3	20,5	17,9	9,0
Фітохелп – 2 л/га + N ₁₅ P ₅ K ₃₀ –4 г/2 л води	20,5	17,1	20,9	19,5	10,6
N ₁₅ P ₅ K ₃₀ – 4 г/2 л води (0,5 ц/га)	17,4	13,6	18,9	18,1	9,1
<i>НІР₀₅</i>	0,808	0,614	0,881	0,788	

Джерело: авторська розробка

У тканинах цибулини часнику озимого відбуваються різноманітні біохімічні процеси та випаровування вологи, що призводить до зменшення їх маси. За результатами дослідження встановлено, що найбільші втрати своєї маси спостерігалися у перші тижні після збирання врожаю – до 24,8 %. Це відбувається за рахунок втрати об'єму вологи, який був накопичений протягом вегетації. Так, за сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га, втрата маси цибулин через 2 неділі після збирання врожаю складала 19,9 та 24,8 %. У варіанті, де застосувалися біопрепарат Фітохелп у нормі 1-2 л/га та біоприлипач Липосам нормою 1 л/га, даний показник складав 15,8-16,7 %. При застосуванні позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води, маса цибулини зменшилася у своїй масі на 15,8 %. Зібраний врожай із неудобрених ділянок також зафіксували втрату у вазі на 7,3 % (Рис. 6).

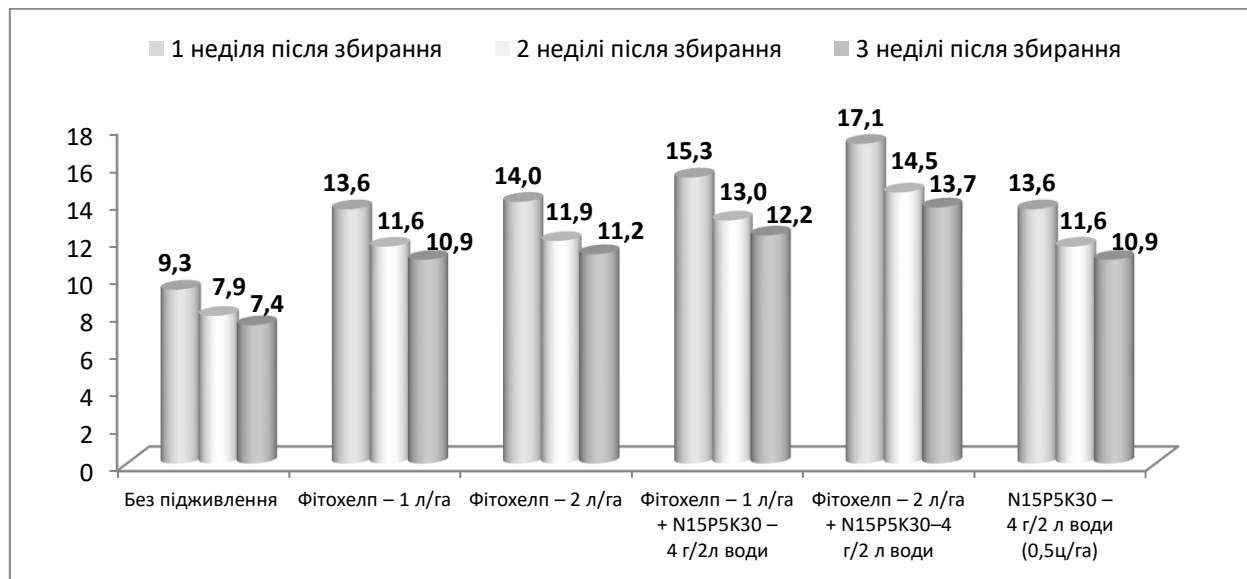


Рисунок 6. Продуктивність часнику озимого сорту Любаша залежно від способу підживлення біопрепаратом та комплексним мінеральним добривом через 1, 2, 3 неділі після збирання врожаю, т/га

Джерело: авторська розробка

Через три тижні після збирання врожаю було зафіксовано подальше зменшення маси цибулин часнику озимого сорту Любаша. За сумісного внесення біопрепарату Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам у нормі 1 л/га, цибулини зменшилися на 15,9-19,9 %. За використання біопрепарату Фітохелп у нормі 1-2 л/га та біоприлипача Липосам нормою 1 л/га, втрати складали 12,6-13,3 %. У варіанті, де було застосовано позакоренево

підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води, маса часнику знижувалася до 12,6 %, а у контрольному варіанті – на 5,8 %.

Обговорення

Результати даного дослідження надають наукову підтримку вченим для створення екологічно чистої технології вирощування культур за допомогою внесення органічних добрив. Ці технології передбачають ефективне використання ресурсів та сприяють сталому розвитку сільського господарства та промислового виробництва. Застосування органічних добрив допомагає уникнути негативного впливу на навколишнє середовище та підтримує біологічну різноманітність. Але врожайність сільськогосподарських культур залежить не лише від кліматичних умов, а й від родючості ґрунтів. Y. Ma *et al.* (2023) стверджують, що органічні добрива, такі як компости, перегній або зелень, є природним джерелом поживних речовин, які сприяють збагаченню ґрунту. Вони допомагають підтримувати здорові мікроорганізми в ґрунті, такі як бактерії та гриби, які сприяють збереженню поживних речовин та покращенню якості ґрунту, а також збільшується вміст органічного вуглецю. Це узгоджується з проведеним дослідженням, де вплив добрив на вегетативний ріст параметрів часнику є позитивним.

Вчені A. Degwale *et al.* (2016) вияснили, що в умовах Північно-Західної Ефіопії перед садінням часнику локальне внесення біогумусу у рядки нормою 2,5-5 т/га дало змогу отримати надбавку до врожаю від 3 до 10 %. У цьому ж регіоні, за даними вчених F.T. Kenea & F. Gedamu (2018), після внесення біогумусу нормою 2,5-7,5 т/га, було отримано більшу площу асиміляційної поверхні часнику (17,6-35,4 %), при цьому збільшилася як маса цибулин (від 2,8 до 5,9 %), так і врожайність (15,9-38,7 %). Аналогічна ситуацію можна спостерігати в даному дослідженні, коли при підживленні біопрепаратом Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам нормою 1 л/га через 60 діб після весняного відростання, було відмічено більшу площу листової пластинки 349,2-404,8 см²/рослину та надбавку до врожаю (середнє за три роки) 9,0 та 10,6 т/га. За даними фенологічних спостережень було встановлено пряму залежність від норми внесення біологічних препаратів. Середня кількість листків через 30 діб після весняного відростання варіювала в межах 4,2-5,1 шт./рослину, забезпечуючи асиміляційну поверхню 25,2-50,1 см²/рослину.

За даним N. Hu *et al.* (2023) врожайність часнику мала позитивну кореляцію з ТОС (Total Organic Carbon), ДОС (Dissolved Organic Carbon) і РОС (Particulate Organic Carbon). Збільшенню виробництва часнику сприяло збільшення вмісту ТОС, РОС і ДОС, а обробка 1/3OF + 2/3NF органічними добривами підвищив урожай часнику на 37,2% і 15,3% відповідно, у порівнянні із N0 і NF. Із дослідження видно, що режими внесення добрив можуть безпосередньо впливати на загальний органічний вуглець у ґрунті та лабільні компоненти органічного вуглецю, тим самим впливаючи на органічний вуглець, який пов'язаний із агрегатами. Агрегати з розміром частинок 0,5-2 мм відіграли важливу роль та позитивно впливали на врожай часнику. Аналізуючи результати, можна сказати, що внесення органічних добрив має потенціал для підвищення вмісту органічного вуглецю в ґрунті, а також на врожайність часнику. Ці висновки співпадають зі словами H. Zhao *et al.* (2018), які показали, що комбіноване застосування органічних та хімічних добрив може покращити структуру ґрунту та сприяти агрегації більшої кількості частинок ґрунту.

X. Zhang *et al.* (2019) встановили, що найкращим вибором для збільшення поглинання вуглецю в ґрунті та врожайності кукурудзи на основі довгострокових експериментів – це органічні добрива, які повністю замінюють хімічні. Проте, азот в органічних добривах існує в основному у формі органічного азоту. Потреби рослинництва не задовольняються у повному обсязі, тому що вивільнення органічного азоту та забезпечення рослин ефективним азотом є повільними. L. Zhang *et al.* (2023) встановили, що при застосуванні азотних добрив врожайність кукурудзи підвищується на 50,64 %, викиди N₂O на 64,39 %, випаровування NH₃ на 69,25 % відповідно. Підживлення ж часнику озимого сорту Любаша поживними

речовинами біопрепарату Фітохелп та мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME сприяли збільшенню вегетаційної маси рослини та маси цибулини, і мали вплив на врожайність. Дещо подібне було відмічено і у праці V. Palamarchuk *et al.* (2024).

Проаналізувавши показники продуктивності часнику озимого, було відмічено, що сприятливі погодні умови у 2019 році сприяли найвищому врожаю у всіх варіантах, окрім контролю 10,1 т/га. Найбільший врожай було зібрано із ділянок, де було застосовано сумісне підживлення біопрепаратом Фітохелп у нормі 1 та 2 л/га, позакореневим підживленням мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME у нормі – 4 г/2 л води та біоприлипачем Липосам нормою 1 л/га. O. Ulianych & V. Yatsenko (2018). Автори виявили, що для часнику сорту Софіївський (багатозубкова форма) необхідна максимальна норма біогумусу – 5 т/га, що дало змогу підвищити врожайність на 3,6 т/га. Для сорту Прометей (дрібнозубкові форми) за рахунок збільшення маси зубка та збільшення їх кількості, збільшується і маса цибулини. Для того, щоб отримати високий врожай, оптимальна норма вважається 3-5 т/га. G. Yarovyi & V. Kuzmenko (2013) у своїй праці відмітили, що найвищу технічну ефективність проти збудників хвороб томату, а саме 43,6-59,5 %, автори одержали у варіанті, де застосували суміш біологічних препаратів з регуляторами росту рослин: Вермістим+Азотофіт та Біоглобін+Азотофіт.

Отже, більшість досліджень демонструє значний потенціал органічних добрив у покращенні родючості ґрунту, збереженні біологічної різноманітності та підвищенні врожайності сільськогосподарських культур. Використання біологічних препаратів та органічних добрив є ефективною стратегією, спрямованою на стале зростання продуктивності та збереження екологічної стійкості у сільському господарстві.

Висновки

Вивчено вплив біопрепарату Фітохелп та його сумісного застосування з мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME на ріст, розвиток, формування та якість врожаю часнику озимого сорту Любаша за умов краплинного зрошення. За даними фенологічних спостережень було встановлено, що найвищі показники були у варіантах за сумісного застосування біопрепарату Фітохелп нормою 1-2 л/га, Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME – 4 г/2 л води і біоприлипача Липосам у нормі 1 л/га. Висота рослин у фазі інтенсивного росту та розвитку становила 56,7-64,2 см, що на 11,0-18,5 см вище порівняно з контролем. Також спостерігалася більша кількість листків на рослині (7,5-8,0 штук), що дало можливість отримати більшу площу листової поверхні – 349,2 та 404,8 см²/рослину. У варіанті, де застосовано біопрепарат Фітохелп та біоприлипач Липосам у нормі 2/1 та 1/1 л/га, висота рослин перевищувала контроль на 24,5-25,0 %, кількість листків – 6,8-7,4 штук, площа асиміляційної поверхні – 307,5-341,3 см²/рослину. Застосування позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME нормою 4 г/2 л води сприяло збільшенню висоти на 23,8 %. Кількість листків була 7,3 шт./рослину, а площа листової поверхні становила 361,7 см²/рослину. Застосування позакореневого підживлення мінеральним добривом Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME сприяло отриманню часнику озимого (18,1 т/га) та надбавці до врожаю (9,1 т/га). Внесення біопрепарату Фітохелп із прилипачем Липосам у дозі 2/1 та 1/1 було малоефективним, проте приріст врожаю складав 8,2 та 7,7 т/га. Урожайність була максимальною при сумісному застосуванні біопрепарату Фітохелп у дозі 2 л/га та мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME (4 г/2 л води або 0,5 ц/га) із прилипачем Липосам (1 л/га) – 19,5 т/га, що на 1,7 % більше від контролю. При підживленні біопрепаратом Фітохелп у дозі 2 л/га та мінерального добрива Drip Fert N₁₅P₅K₃₀+ME (4 г/2 л води або 0,5 ц/га) із прилипачем Липосам (1 л/га), приріст до врожаю був 9,0 т/га, що на 1,6 % більше у порівнянні із контрольним варіантом. Отже, використання біопрепаратів і мінерального добрива є ефективними методами для підживлення часнику озимого. Мають позитивний вплив на висоту, кількість листків на рослині та площі асиміляційної поверхні, що сприяє збільшенню врожайності та поліпшують якісні показники рослини. Проте багато механізмів взаємодії рослин та біологічних препаратів у різних ґрунтово-кліматичних умовах не виявлено. Також, більш детально не вивчено вплив

біопрепаратів різної концентрації на рослини та навколишнє середовище, що може стати перспективами для подальших досліджень.

Подяки

Немає.

Конфлікт інтересів

Немає.

References

- [1] Brunetti, G., Traversa, A., De Mastro, F., & Coccozza, C. (2019). Short term effects of synergistic inorganic and organic fertilization on soil properties and yield and quality of plum tomato. *Scientia Horticulturae*, 252, 342-347. [doi: 10.1016/j.scienta.2019.04.002](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.002).
- [2] Cheng, H., et al. (2020). Organic fertilizer improves soil fertility and restores the bacterial community after 1,3-dichloropropene fumigation. *Science of The Total Environment*, 738, article number 140345. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140345](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140345).
- [3] Degwale, A., Dechassa, N., & Gedamu, F. (2016). [Effects of vermicompost and inorganic NP fertilizers on growth, yield and quality of garlic \(*Allium sativum* L.\) in Enebse Sar Midir District, Northwestern Ethiopia](#). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(3), 57-75.
- [4] Geng, Y., Cao, G., Wang, L., & Wang, S. (2019). Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution. *PLoS One*, 14(7), article number e0219512. [doi: 10.1371/journal.pone.0219512](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219512).
- [5] Hu, N., Liu, C., Chen, Q., Fan, J., Wang, Y., & Sun, H. (2023). Substitution of chemical fertilizer with organic fertilizer can affect soil labile organic carbon fractions and garlic yield by mediating soil aggregate-associated organic carbon. *Agronomy*, 13(12), article number 3062. [doi: 10.3390/agronomy13123062](https://doi.org/10.3390/agronomy13123062).
- [6] Kenea, F.T., & Gedamu, F. (2018). Response of garlic (*Allium sativum* L.) to vermicompost and mineral N fertilizer application at Haramaya, Eastern Ethiopia. *African Journal of Agricultural*, 13(2), 27-35. [doi: 10.5897/AJAR2017.12708](https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12708).
- [7] Lin, Y., Ye, G., Kuzyakov, Y., Liu, D., Fan, J., & Ding, W. (2019). Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. *Soil Biology and Biochemistry*, 134, 187-196. [doi: 10.1016/j.soilbio.2019.03.030](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.03.030).
- [8] Lv, F., Song, J., Giltrap, D., Feng, Y., Yang, X., & Zhang, S. (2020). Crop yield and N₂O emission affected by long-term organic manure substitution fertilizer under winter wheat-summer maize cropping system. *Science of the Total Environment*, 732, article number 139321. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139321](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139321).
- [9] Ma, Y., Shen, S., Wan, C., Wang, S., Yang, F., Zhang, K., & Gao, W. (2023). Organic fertilizer substitution over six years improves the productivity of garlic, bacterial diversity, and microbial communities network complexity. *Applied Soil Ecology*, 182, article number 104718. [doi: 10.1016/j.apsoil.2022.104718](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104718).
- [10] Palamarchuk, V., Krychkovskiy, V., & Skakun, M. (2024). Study of the efficiency of growing maize for silage for processing into biogas and digestate. *Scientific Horizons*, 27(1), 54-61. [doi: 10.48077/scihor1.2024.54](https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.54).
- [11] Qaswar, M., et al. (2020). Yield sustainability, soil organic carbon sequestration and nutrients balance under long-term combined application of manure and inorganic fertilizers in acidic paddy soil. *Soil and Tillage Research*, 198, article number 104569. [doi: 10.1016/j.still.2019.104569](https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104569).
- [12] Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2011). [Convention on Biological Diversity](#). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- [13] Ulianych, O., & Yatsenko, V. (2018). Effects of biohumus on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.) in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*, 64, 50-59. [doi: 10.32717/0131-0062-2018-64-50-59](https://doi.org/10.32717/0131-0062-2018-64-50-59).

- [14] Yang, F., *et al.* (2019). Functional soil organic matter fractions, microbial community, and enzyme activities in a mollisol under 35 years manure and mineral fertilization. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19, 430-439. doi: [10.1007/s42729-019-00047-6](https://doi.org/10.1007/s42729-019-00047-6).
- [15] Yarovy, G., & Kuzmenko, V. (2013). [The effectiveness of the use of biological preparations and plant growth regulators against tomato diseases](#). *Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University. Series "Phytopathology and Entomology"*, 10, 187-191.
- [16] Zhang, L., Zhang, X., Gao, Q., & Yan, L. (2023). Nitrogen application effect on maize yield, NH₃, and N₂O emissions in Northeast China by meta-analysis. *Agronomy*, 13(6), article number 1479. doi: [10.3390/agronomy13061479](https://doi.org/10.3390/agronomy13061479).
- [17] Zhang, X., Meng, F., Li, H., Wang, L., Wu, S., Xiao, G., & Wu, W. (2019). Optimized fertigation maintains high yield and mitigates N₂O and NO emissions in an intensified wheat-maize cropping system. *Agricultural Water Management*, 211, 26-36. doi: [10.1016/j.agwat.2018.09.045](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.045).
- [18] Zhao, H., Shar, A.G., Li, S., Chen, Y., Shi, J., Zhang, X., & Tian, X. (2018). Effect of straw return mode on soil aggregation and aggregate carbon content in an annual maize-wheat double cropping system. *Soil and Tillage Research*, 175, 178-186. doi: [10.1016/j.still.2017.09.012](https://doi.org/10.1016/j.still.2017.09.012).
- [19] Zhu, J., Peng, H., Ji, X., Li, C., & Li, S. (2019). Effects of reduced inorganic fertilization and rice straw recovery on soil enzyme activities and bacterial community in double-rice paddy soils. *European Journal of Soil Biology*, 94, article number 103116. doi: [10.1016/j.ejsobi.2019.103116](https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2019.103116).