

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Пчолкін Костянтин Ігорович

УДК 633.88:631.816

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОЗТОРОПШИ ПЛЯМИСТОЇ В УМОВАХ
ПОЛІСЬКОГО РЕГІОНУ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело _____ К.І. Пчолкін

Керівник роботи

С. В. Журавель,
канд. с. г. наук, доцент

Житомир–2025

Зміст

Анотація	3
Вступ	5
Розділ 1. Літературний огляд	8
Розділ 2. Умови, об'єкти і методика проведення досліджень.	16
2.1. Місце та умови проведення досліджень .	16
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	18
Розділ 3. Результати досліджень	22
3.1. Технологічні аспекти вирощування розторопши плямистої за умов органічної технології	22
3.2. Особливості формування кошиків і насінневої маси розторопші плямистої залежно від удобрення	25
3.3. Реакція розторопші плямистої на позакореневе підживлення за показниками пагоноутворення	28
3.4. Еколого-економічна оцінка ефективності позакореневого підживлення при вирощуванні розторопши плямистої	30
Висновки	33
Рекомендації виробництву	34
Список використаних джерел	35

АНОТАЦІЯ

Пчолкін К.І. «Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на продуктивність розторопши плямистої в умовах Поліського регіону». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Робота викладена на 37 сторінках комп'ютерного набору, містить 1 таблицю, 8 рисунків, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 42 найменувань.

У сучасних умовах трансформації аграрного сектору та зростання інтересу до високомаржинальних культур посилюється увага до нетрадиційних для класичного землеробства видів, зокрема лікарських і технічних рослин. Однією з найбільш перспективних культур є розторопша плямиста (*Silybum marianum*), яка вирізняється високою фармакологічною цінністю, значною олійною продуктивністю та здатністю формувати стабільний урожай навіть за дії кліматичних і антропогенних стресів. Завдяки вмісту комплексу біологічно активних речовин, культура широко використовується у фармацевтичній галузі для виробництва гепатопротекторних препаратів, а продукти її переробки - олія та шрот - знаходять застосування у харчовій промисловості та тваринництві. Попри вагомі переваги, технологія вирощування розторопші залишається недостатньо розробленою, зокрема в частині системи удобрення та засобів захисту рослин, адже для культури фактично відсутні зареєстровані хімічні засоби захисту. Це стримує її широке впровадження у виробництво, особливо господарствами малих і середніх форм. Водночас потенціал розторопші як нішової або основної культури на збіднених і деградованих ґрунтах Поліського регіону залишається значною мірою нереалізованим. У зв'язку з цим у дослідженні здійснено спробу удосконалення технології вирощування розторопші плямистої шляхом вивчення ефективності позакореневого підживлення рідкими комплексними мікродобривами. В роботі розглянуто вплив різних варіантів позакореневого підживлення на інтенсивність ростових процесів, формування урожайності та якісні показники насіння в умовах Поліського регіону.

Ключові слова: розторопша плямиста, нішева культура, позакореневе підживлення, рідкі комплексні добрива, технологія вирощування, способи посіву.

SUMMARY

Pcholkin K.I. “Effect of Foliar Application of Micronutrient Fertilizers on the Productivity of Milk Thistle under the Conditions of the Polissia Region.” – Qualification thesis manuscript.

Qualification thesis submitted for the degree of Master in specialty 201 – Agronomy. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The thesis is presented on 37 pages of typed text, contains 1 table and 8 figures, and consists of an introduction, three chapters, conclusions, and recommendations for production. The list of references includes 42 sources.

Under the current conditions of transformation of the agricultural sector and growing interest in high-margin crops, increased attention is being paid to plant species that are non-traditional for conventional agriculture, in particular medicinal and industrial crops. One of the most promising among them is milk thistle (*Silybum marianum*), which is characterized by high pharmacological value, significant oil productivity, and the ability to form stable yields even under climatic and anthropogenic stresses. Due to the content of a complex of biologically active compounds, this crop is widely used in the pharmaceutical industry for the production of hepatoprotective medicines, while its processed products—oil and meal—are used in the food industry and animal husbandry.

Despite these advantages, the cultivation technology of milk thistle remains insufficiently developed, particularly with regard to fertilization systems and plant protection measures, as there are virtually no registered chemical plant protection products for this crop. This limits its widespread adoption in agricultural production, especially by small and medium-sized farms. At the same time, the potential of milk thistle as a niche or even a main crop on depleted and degraded soils of the Polissia region remains largely unrealized. In this context, the study attempts to improve the cultivation technology of milk thistle by assessing the effectiveness of foliar application of liquid complex micronutrient fertilizers. The research examines the influence of different foliar fertilization variants on the intensity of growth processes, yield formation, and seed quality indicators under the conditions of the Polissia region.

Keywords: milk thistle, niche crop, foliar fertilization, liquid complex fertilizers, cultivation technology, sowing methods.

Актуальність теми. У сучасних умовах переорієнтації аграрного виробництва на високомаржинальні, екологічно стійкі та економічно вигідні культури особливу увагу привертає розторопша плямиста (*Silybum marianum*). Зростання інтересу до цієї культури зумовлене її високою рентабельністю та конкурентоспроможністю відносно таких провідних товарних культур, як ріпак, соняшник, соя та кукурудза. На відміну від них, розторопша потребує значно менших витрат на мінеральне живлення та захист рослин, що робить її привабливою для господарств різних форм власності, особливо в умовах обмежених ресурсів.

Виняткова екологічна пластичність культури дає змогу вирощувати розторопшу в континентальних кліматичних умовах, на бідних і деградованих ґрунтах, де традиційні культури демонструють значно нижчу продуктивність. Природна стійкість рослин до більшості хвороб і шкідників мінімізує потребу у використанні пестицидів, що підвищує екологічну безпеку виробництва і робить її перспективним елементом органічних систем землеробства.

Після анексії Криму, де історично зосереджувалося основне виробництво розторопші в Україні, вирощування культури стало більш розпорошеним і нерівномірним, охоплюючи різні ґрунтово-кліматичні зони країни. Однак системні наукові дослідження щодо технології її вирощування, ефективності різних систем удобрення, застосування хімічних засобів у боротьбі з бур'яновою рослинністю, а також оптимального місця культури у сівозміні залишаються практично відсутніми. Невизначеність у цих питаннях стримує широке впровадження розторопші у виробництво, особливо на промисловому рівні.

У контексті адаптації землеробства до кліматичних змін, необхідності раціонального використання земельних ресурсів Полісся та попиту на лікарську і технічну сировину, постає потреба у науковому обґрунтуванні технологічних елементів вирощування *Silybum marianum*. Зокрема, актуальним є вивчення впливу позакореневого підживлення мікродобривами

на продуктивність культури, що може стати ключовим чинником підвищення врожайності та якості насіння в умовах Поліського регіону.

Мета наших досліджень полягає у науковому обґрунтуванні впливу різних видів позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами на формування продуктивності розторопші плямистої (*Silybum marianum* L.) сорту Медея в умовах Полісся України та визначити найбільш ефективні технологічні рішення для підвищення врожайності культури в адаптивно-ландшафтних системах землеробства.

Для досягнення поставленої мети нами були вирішені такі завдання:

- 1) дослідити вплив різних видів позакореневого підживлення рідкими комплексними добривами на ріст і розвиток рослин розторопші плямистої в умовах Полісся України;
- 2) встановити особливості формування основних структурних елементів урожаю (пагоноутворення, кількість кошиків, кількість насіння в кошику, маса насіння з рослини, маса 1000 насінин) залежно від варіантів позакореневого підживлення;
- 3) оцінити реакцію розторопші плямистої сорту Медея на різні системи позакореневого живлення за показниками насіннєвої продуктивності;
- 4) визначити найбільш ефективний варіант позакореневого підживлення з точки зору агрономічної та еколого-економічної доцільності;
- 5) обґрунтувати практичні рекомендації щодо використання позакореневого підживлення у технології вирощування розторопші плямистої в умовах Поліського регіону.

Об'єктом досліджень є процеси росту та розвитку рослин розторопші плямистої (*Silybum marianum* L.) сорту Медея в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України.

Предметом дослідження є вплив різних видів та норм позакореневого підживлення рідкими комплексними мікродобривами на біометричні

показники рослин, інтенсивність ростових процесів, формування структурних елементів урожаю та продуктивність розторопші плямистої.

Методи досліджень: Застосовували систематичні спостереження за фенологічними фазами, біометричними показниками та станом рослин розторопші плямистої за різних варіантів позакореневого підживлення. У польовому експерименті та шляхом вимірювань оцінювали вплив рідких комплексних мікродобрих на формування структурних елементів урожаю та продуктивність культури в умовах Полісся. Отримані дані узагальнювали з використанням моделювання, аналізу, статистичної обробки, а також прогнозування ефективності удосконалення технології вирощування.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

Zhuravel S., Zhuravel S., Polishchuk V., Kyianichenko, M. & Pcholkin K. Formation of structural elements of the yield of milk thistle (*Silybum marianum* l.) Cv. Medeia under different foliar fertilization options. Norwegian Journal of development of the International Science. №170/2025, 8-17.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 37 сторінках комп'ютерного набору, містить 1 таблицю, 8 рисунків, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 42 найменувань.

При написанні дипломної роботи, нами було використано Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вітчизняний досвід вирощування розторопші плямистої в Україні характеризується нерівномірністю та фрагментарністю впровадження культури у виробництво, що зумовлено як обмеженою кількістю науково обґрунтованих рекомендацій, так і різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов. Окремі публікації підкреслюють, що важливими технологічними чинниками формування продуктивності розторопші є спосіб сівби, густота стояння та ширина міжрядь, які визначають умови освітлення рослин, конкурентні взаємовідносини в агрофітоценозі та ефективність використання води й поживних речовин [3, 4]. За науковими працями П. В. Безвіконного та В. А. Тарасюка, зміна способу сівби і параметрів міжрядь суттєво впливає на біометричні показники рослин і структуру врожаю, насамперед через зміну архітекtonіки рослин, кількості кошиків та виповненості насіння [1].

Для умов Полісся України особливого значення набуває адаптація технології вирощування до ґрунтів зі зниженою природною родючістю та часто слабнокислою реакцією, а також до нестійкого режиму зволоження. Дослідження, проведені на базі Житомирського Полісся, доводять доцільність вирощування розторопші плямистої за органічної технології, оскільки культура демонструє достатню стійкість до основних хвороб і шкідників та може формувати продуктивність без інтенсивного застосування пестицидів [2]. Водночас автори підкреслюють, що навіть за органічної моделі господарювання необхідним є науково обґрунтований добір агротехнічних прийомів, які забезпечують конкурентоспроможність посіву та зменшують ризики забур'янення [2, 3, 4].

Окремий науковий інтерес становить вплив ширини міжрядь на ростові процеси й формування врожаю розторопші плямистої в умовах органічної технології. С. В. Журавель та співавтори встановили, що параметр міжрядь впливає на інтенсивність ростових процесів, формування листової поверхні, темпи проходження міжфазних періодів, а також на кількість продуктивних пагонів і загальну структуру врожаю [3, 4]. У продовження цих досліджень

показано, що на деградованих ґрунтах органічна технологія потребує особливої уваги до технологічних деталей, оскільки від ширини міжрядь залежить не лише продуктивність культури, а й стабільність формування генеративних органів упродовж вегетації [4, 5]. Узагальнення цих результатів підтверджує, що для умов Полісся важливо оптимізувати просторову організацію посівів розторопші з урахуванням регіональних обмежень (родючість, кислотність, волога), оскільки саме ці чинники визначають рівень реалізації продуктивного потенціалу культури [2, 3, 4].

Система мінерального живлення є одним із ключових чинників, що визначає ріст, розвиток і продуктивність розторопші плямистої. Літературні джерела свідчать, що рівень забезпеченості азотом, фосфором і калієм впливає на формування біомаси, інтенсивність фотосинтетичних процесів та накопичення продуктивних елементів, зокрема кількості й маси насіння [9, 11]. При цьому реакція культури на елементи живлення характеризується варіабельністю, оскільки залежить від погодних умов року, типу ґрунту, агротехніки та генотипу [9].

Окремі дослідження демонструють, що азотне живлення є одним із визначальних факторів формування врожаю та вмісту силімарину. У повідомленнях щодо впливу азотних добрив вказано на залежність між рівнем азотного забезпечення та показниками врожайності, а також потенційними змінами вмісту біологічно активних речовин у плодах розторопші [7]. Водночас такі результати потребують адаптації до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, оскільки ефективність азотного живлення суттєво обмежується нестачею вологи та кислотністю ґрунту, які є типовими для Полісся.

Поряд із макроелементами, у формуванні продуктивності розторопші важливу роль відіграють мікроелементи, що беруть участь у ферментативних і гормональних системах рослини, забезпечують регуляцію росту, процесів фотосинтезу, цвітіння та наливу насіння. На фоні ґрунтів зі слабокислою реакцією і низьким вмістом доступних поживних елементів у зоні Полісся

особливо актуальним є застосування позакоренових підживлень, які забезпечують швидке надходження елементів живлення у критичні фази розвитку, коли кореневе поглинання є недостатнім або обмеженим [9, 10, 11]. З позицій сучасної агрономії позакоренові підживлення доцільно розглядати як інструмент оперативної корекції живлення та підвищення стійкості рослин до абіотичного стресу (посуха, температурні коливання), що сприяє стабілізації ростових процесів і формування елементів структури врожаю [9]. У роботах R. A. Vozhehova та співавторів підкреслюється, що оптимізація елементів агротехнології, включно з живленням, здатна забезпечувати істотний приріст продуктивності розторопші, що підтверджує перспективність досліджень у напрямку удосконалення системи удобрення [11].

Оскільки розторопша плямиста є лікарсько-технічною культурою, до її продукції висуваються підвищені вимоги щодо якості та безпечності, зокрема щодо хімічного складу, вмісту олії, рівня біологічно активних речовин та допустимих концентрацій потенційно небезпечних елементів. Екологічні умови вирощування здатні суттєво впливати на формування якості сировини, що особливо важливо для регіонів із строкатим ґрунтовим покривом і різним рівнем антропогенного навантаження.

Дослідження О. Rudnyk-Ivashchenko та співавторів засвідчують специфіку накопичення важких металів у рослинах розторопші плямистої та зміну їх концентрацій залежно від умов середовища [8]. Це означає, що при вирощуванні культури як джерела фармакологічної сировини необхідно враховувати екологічний стан ґрунтів, можливу техногенну контамінацію та забезпечувати контроль показників безпечності, особливо при виробництві органічної продукції. З екологічної точки зору цінним є й те, що розторопша, як правило, характеризується відносно низькою потребою у хімічних засобах захисту, що знижує ризики пестицидного навантаження на агроєкосистеми та сприяє її використанню в органічних моделях господарювання.

Розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) належить до родини айстрових (Asteraceae) і характеризується високою екологічною пластичністю, що зумовлює можливість її вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах як лікарсько-технічної культури [5, 9, 23]. У природних популяціях вид часто проявляє дворічний тип розвитку: у перший сезон формує розетку листків і кореневу систему, а на другий - генеративні органи та насіннєву продуктивність [21]. Водночас *S. marianum* здебільшого вирощують як однорічну рослину, а тривалість її вегетаційного періоду істотно залежить від строків сівби, теплового режиму та вологозабезпечення [22, 23]. Вказані особливості є важливими для технологічного планування, оскільки фази формування кошиків і насіння можуть припадати на періоди підвищеного ризику абіотичних негативних чинників, що, в свою чергу, підвищує актуальність коригування живлення шляхом позакоренових підживлень [9, 11].

Фармакологічна та господарська цінність розторопші плямистої зумовлена насамперед накопиченням комплексу флаволігнанів - силімарину, який асоціюється з гепатопротекторною дією та широко застосовується у виробництві лікарських засобів і дієтичних добавок [32, 34, 35, 36, 37, 38, 42]. За результатами огляду літературних джерел підтверджено доцільність застосування силімарину при захворюваннях печінки та охарактеризовано основні напрями його біологічної дії [28, 32, 36, 37, 38]. Також у наукових дослідженнях наведено дані щодо потенційних протипухлинних ефектів окремих компонентів силімарину, зокрема силібініну, що розширює спектр наукового інтересу до культури та підвищує вимоги до стабільності й якості рослинної сировини [39, 40]. Важливо, що вміст біологічно активних речовин, як і загальна насіннєва продуктивність, є варіабельними ознаками, які залежать від генотипу, умов вирощування та рівня забезпеченості елементами живлення [6, 7, 9, 11].

У світовій практиці розторопша плямиста розглядається як перспективна культура для розширення структури агровиробництва та

розвитку сегмента лікарської рослинної сировини. Досвід вирощування показує, що *Silybum marianum* добре пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов і може забезпечувати стабільний урожай, поєднуючи компоненти лікарської та маловибагливої культури [5, 9, 41]. В окремих системах землеробства розторопша може проявляти риси бур'яну й ускладнювати сівозміни, що підкреслює необхідність технологічної регламентації вирощування та контролю її поширення [12, 30]. Тому, попри зростаючу зацікавленість культурою, технологічні рішення мають базуватися на науково обґрунтованих підходах до живлення, строків і способів сівби, густоти стояння, а також організації сівозміни [9, 11, 12, 31].

Для України актуальність досліджень із розторопшею підсилюється тим, що її вирощування нерідко здійснюється малими та середніми господарствами на ґрунтах зі зниженою родючістю, де підвищується ризик дефіциту доступних форм мікроелементів і знижується ефективність ґрунтового внесення добрив. Українські науковці вказують на важливість добору технологічних прийомів, які підвищують стабільність продуктивності та адаптивність культури в конкретних умовах регіону [1, 11, 33]. Зокрема, результати досліджень, проведених у зоні Житомирського Полісся, засвідчують можливість ефективного вирощування розторопші плямистої за органічної технології та підтверджують істотний вплив елементів агротехніки - способу сівби й ширини міжрядь - на ріст і розвиток рослин, формування асиміляційної поверхні та реалізацію їх продуктивного потенціалу. [2, 3, 4]. Установлено, що параметри структури врожаю (кількість кошиків, виповненість насіння, маса 1000 насінин тощо) істотно залежать від агротехнічних чинників, а отже потребують комплексного налаштування технології для реалізації потенціалу продуктивності [1, 3, 4].

Важливим блоком сучасних досліджень є вивчення системи удобрення розторопші та її впливу не лише на врожай, але й на якісні показники сировини. На основі практичних результатів досліджень можна виділити декілька узгоджених аспектів. По-перше, рівень мінерального живлення

істотно впливає на ріст і розвиток розторопші, оскільки формування генеративних органів і налив насіння супроводжуються інтенсивним перерозподілом продуктів фотосинтезу з листків до репродуктивних органів та зростанням потреби рослин в елементах живлення [5, 9]. По-друге, підвищення рівня азотного живлення в ряді досліджень забезпечувало позитивний ефект щодо біометричних показників і врожайності, однак характер і величина цієї реакції залежать від форми та дози азоту, генетичних особливостей рослин і погодних умов року [7]. По-третє, агротехнологічні елементи (включно з удобренням) здатні істотно змінювати насінневу та олійну продуктивність: у дослідженнях R. A. Vozhehova та співавторів показано суттєве зростання показників продуктивності за оптимізації системи живлення та окремих елементів технології [11]. Таким чином, керування живленням є одним із ключових важелів підвищення економічної ефективності культури, а його оптимізація повинна враховувати обмеження ґрунтового середовища та перебіг погодних умов [9, 11].

Окрему увагу ряд авторів приділяють питанням якості сировини та безпеки продукції, зокрема накопиченню важких металів і реакції рослин на техногенне навантаження. Дослідження щодо специфіки змін концентрацій важких металів у розторопші свідчать, що екологічні умови вирощування можуть впливати на безпечність рослинної сировини, а отже технології мають враховувати екологічний стан ґрунтів та можливі ризики забруднення [24, 25, 29]. Це особливо важливо для Полісся з його строкатим ґрунтовим покривом і локальними ділянками з підвищеним ризиком техногенного впливу. Відповідно, технологічні рішення, спрямовані на підвищення продуктивності (в тому числі позакореневі підживлення), повинні оцінюватися не лише за врожайністю, а й за якісними показниками та відповідністю вимогам до лікарської сировини [8, 11, 26, 27].

З урахуванням ґрунтово-кліматичної специфіки зони Полісся, важливою науково-практичною проблемою є забезпечення рослин елементами живлення в критичні фази органогенезу. У регіоні поширені

грунти з підвищеною кислотністю та відносно низькою забезпеченістю доступними формами ряду елементів живлення, що може обмежувати поглинання поживних речовин кореневою системою, особливо в умовах нестійкого зволоження. У такому контексті позакореневе підживлення мікродобривами набуває особливого значення як інструмент оперативної корекції мінерального живлення, підтримки фотосинтетичної активності та підвищення стійкості до стресів у періоди, коли кореневе живлення є недостатньо ефективним [9, 11, 19, 20]. Наукові роботи, присвячені агрономічній характеристиці культури та її реакції на умови вирощування, вказують на доцільність пошуку технологічних комбінацій, які одночасно підвищують насіннєву продуктивність та стабілізують показники якості (вміст олії, потенційний вихід силімарину) [16, 17, 18, 41].

Узагальнюючи літературні дані, можна стверджувати, що сучасні тенденції розвитку технологій вирощування *Silybum marianum* ґрунтуються на трьох взаємопов'язаних напрямках: (1) адаптація агротехніки до регіональних ґрунтово-кліматичних умов і включення культури в сівоzmіни з урахуванням ризиків бур'янової активності [9, 12]; (2) оптимізація системи живлення, зокрема через поєднання базового мінерального удобрення з коригувальними позакореневими підживленнями для забезпечення рослин поживними елементами в критичні фази формування врожаю [11]; (3) орієнтація на якість і безпечність продукції як лікарської сировини з урахуванням екологічних факторів, у тому числі можливого накопичення небажаних елементів [8]. Разом із тим актуальним залишається питання подальших наукових досліджень ефективності позакореневого підживлення мікродобривами в умовах Полісся, де низька родючість ґрунтів і недостатнє зволоження обмежують реалізацію продуктивного потенціалу культури. Публікації, виконані на базі Житомирського Полісся, підтверджують перспективність культури та демонструють залежність продуктивності від елементів технології, що створює методологічну основу для подальших

досліджень щодо мікроелементного живлення та підвищення продуктивності розторопші плямистої [2, 3, 4].

Водночас у науковій літературі підкреслюється, що розторопша плямиста в окремих агроценозах може проявляти бур'яноподібні властивості й створювати труднощі в сівозмінах. Зокрема, вказується на її здатність до активного самосіву, високу насіннєву продуктивність та конкурентну перевагу, що може бути небажаним у контексті стійких сівозмін [13, 14, 15]. Це потребує технологічної дисципліни: правильного добору попередників, строків і способів обробітку ґрунту, а також дотримання елементів контролю поширення культури за межі поля. Отже, екологічна та агрономічна оцінка вирощування розторопші має бути комплексною: поєднувати аналіз продуктивності, якості сировини, безпечності та потенційного впливу на агроєкосистему й структуру сівозміни [8, 12].

РОЗДІЛ II. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводили у 2025 році на базі науково-дослідного поля Поліського національного університету, що розташоване поблизу села Велика Горбаша Черняхівської селищної територіальної громади Житомирського району Житомирської області (50°26'17" N, 28°41'38" E). Територія належить до зони Полісся України, яка характеризується значною строкатістю ґрунтового покриву та відносно нестійким зволоженням протягом вегетаційного періоду.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений ясно-сірими лісовими ґрунтами, сформованими під лісовою рослинністю (рис. 1). Цей тип ґрунтів є малогумусним: вміст гумусу в орному шарі становив 1,1–1,2 %, що свідчить про низьку забезпеченість органічною речовиною та обмежену природну родючість. Запаси доступних форм азоту, фосфору та калію були невисокими, що є типовим для дерново-підзолистих ґрунтів з легкою гранулометричною структурою. Реакція ґрунтового розчину мала слабокислий характер (рН 5,7), що впливало на доступність окремих макро- та мікроелементів і обґрунтовувало актуальність застосування позакореневих мікродобрих для компенсації дефіциту елементів живлення.

Кліматичні умови за період досліджень відповідали характеристикам зони змішаних лісів: помірна температура, нестабільний розподіл опадів, можливі періоди ґрунтової та атмосферної посухи. Вказані особливості ґрунтово-кліматичних умов забезпечили сприятливі передумови для вивчення адаптивних властивостей та реакції культури розторопші плямистої на позакореневе підживлення в умовах стресового живлення, характерного для Полісся.

	Неорн. <u>0–22</u> 22	Гумусно-елювіальний горизонт, світло-сірий, супіщаний, пороховато-грудочкуватий, слабоущільнений, вологий, новоутворення відсутні, наявні корені рослин, перехід за глибиною обробіткучувалий.
	HE <u>22–38</u> 16	Світло-сірий, супіщаний, грудочкуватий, щільний, злитний, вологий, збагачений затьоками гумусового матеріалу по кореневих ходах і червоточинах, наявні корені рослин, перехід поступовий.
	I <u>38–59</u> 21	Темно-бурий з численними темно-сірими затьоками гумусового матеріалу по червоточинах і кореневих ходах, важкий суглинок, горіхувато-дрібногрудочкуватий, щільний, вологий, наявні корені рослин, перехід поступовий.
	Pi <u>59–86</u> 27	Жовтувато-бурий з темно-сірими затьоками гумусового матеріалу по червоточинах і кореневих ходах, легкий суглинок, грудочкуватий, ущільнений, вологий, рідко зустрічаються корені рослин, з середини іржаві плями, перехід поступовий.
	P1 <u>86–104</u> 18	Жовтувато-палевий, легкий суглинок, слабо виражена грудочкуватість, слабоущільнений, злитний, вологий, розмиті іржаві плями, перехід добре помітний.
	P2 <u>104–151</u> 47	Палево-жовтий з сизим відтінком та іржавими плямами, оглеєний, середній суглинок, грубогрудочкуватий, ущільнений, вологий, перехід помітний по кольору.
	P3 <u>151–170</u> 19	Темно-сірий з концентрованими великими іржавими плямами, важкий суглинок, призмовидно-горіхуватий, щільний, злитний, вологий, концентровані іржаві плями, включення відсутні.

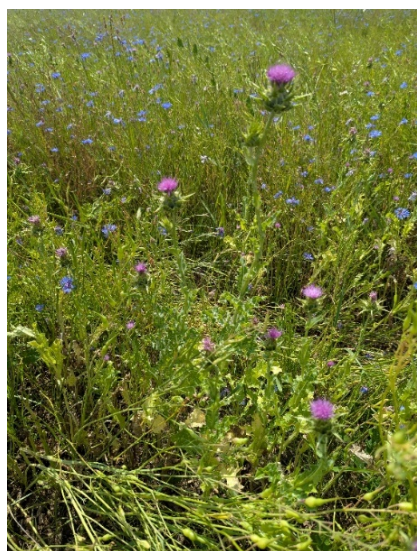
Рис. 2. Загальний вигляд ґрунтового розрізу дослідної ділянки Поліського національного університету с. Велика Горбаша Черняхівської ОТГ Житомирського району

Умови проведення досліджень у 2025 році загалом можна охарактеризувати як типові для Поліського регіону, проте з окремими кліматичними відхиленнями, що впливали на ріст і розвиток рослин. Початок вегетації відзначався достатнім зволоженням та помірними температурами, що сприяло дружним сходам розторопші. Упродовж середини вегетаційного періоду спостерігались коливання кількості опадів з короточасними періодами атмосферної посухи, що є характерним для регіону і могло посилювати стресові фактори для рослин. У другій половині вегетації переважали стабільніші температурні умови, що були сприятливими для формування генеративних органів та накопичення біомаси. Поєднання малородючого, слабокислого ґрунту та змінного водного режиму створило

природні умови для об'єктивного оцінювання ефективності позакореневого підживлення, оскільки такі стресові фактори чітко проявляють реакцію культури на додаткове мінеральне живлення.

2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень

Об'єктом дослідження була розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) сорту Медея — лікарсько-технічна культура, створена на базі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України (рис. 2). Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин України з рекомендованими зонами вирощування Степ, Лісостеп і Полісся, що свідчить про його високий адаптивний потенціал. Сорт Медея характеризується добре розвиненою стрижневою кореневою системою, прямостоячим розгалуженим стеблом висотою 110–150 см, великими листками з характерним мармуровим малюнком, а також високою насінневою продуктивністю.



**Рис. 2. Рослини розторопші плямистої сорту Медея
в умовах Полісся України**

Суцвіття представлені яйцеподібними або кулястими кошиками діаметром 3–5 см; рослина формує в середньому 4–6 продуктивних кошиків (рис. 3). Насіння темно-коричневе, видовжене, з масою 1000 насінин 28–32 г (рис. 4). Вміст олії сягає 25–32 %, а вміст флаволіданів силімаринового

комплексу робить сорт цінним джерелом фармакологічної сировини.



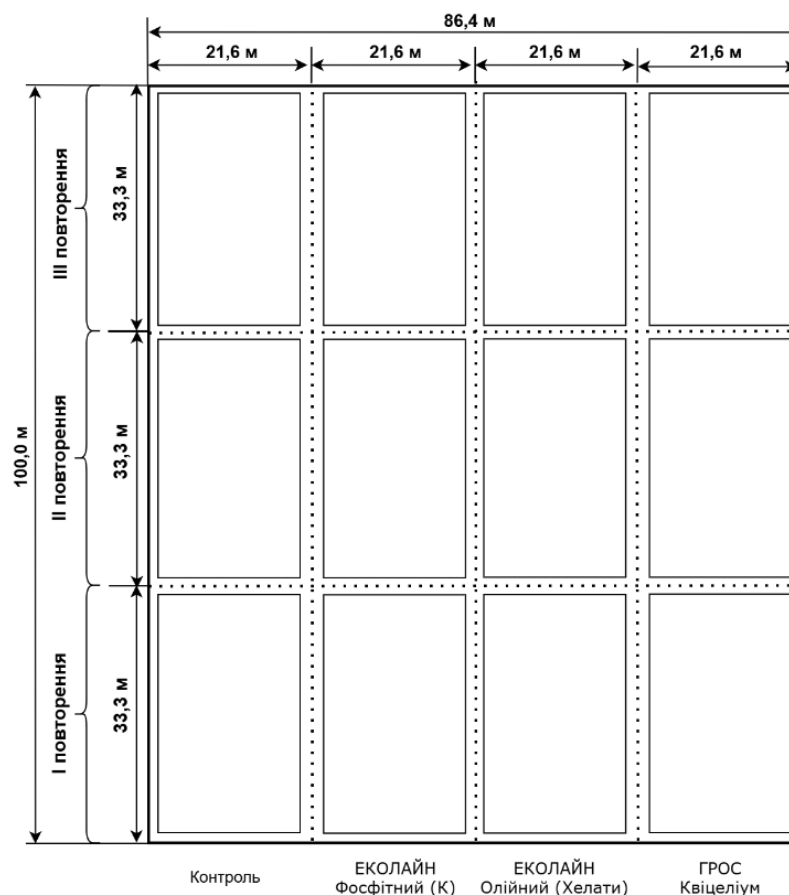
Рис. 3. Генеративні органи розторопші плямистої (*Silybum marianum*)

За даними попередніх досліджень, потенційна врожайність сорту у Лісостепу України досягає 1,6 т/га, що перевищує показники інших сортів вітчизняної селекції. Культура вирізняється природною стійкістю до основних хвороб і шкідників, що дозволяє інтегрувати її у системи органічного землеробства.



Рис. 4. Морфологічні особливості плодів розторопші плямистої

Дослід був закладений як стаціонарний та довготривалий (рис. 5) з метою визначення ефективності позакореневого підживлення рідкими комплексними мікродобривами. Сівбу проводили нормою 16 кг/га із шириною міжрядь 30 см, що забезпечувало оптимальну густоту стояння рослин та достовірність порівняння варіантів удобрення.



**Рис. 5 Схема вирощування розторопши плямистої
(*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) сорту Медея**

У досліді передбачено чотири варіанти живлення:

1. **Контроль (без внесення добрив)** — дозволяє визначити природний рівень продуктивності рослин у наявних ґрунтово-кліматичних умовах.
2. **Еколайн Фосфітний (К)** — препарат на основі фосфіту калію з бором; сприяє стимуляції імунної відповіді, підвищенню стійкості до грибних патогенів, активізації коренеутворення та потенційному зростанню врожайності.
3. **Еколайн Олійний (Хелати)** — комплекс азоту, калію, магнію, сірки та мікроелементів у хелатній формі, адаптований для олійних культур; забезпечує поліпшення фізіологічного стану рослин, підвищує адаптивність до стресових умов і якість урожаю.

4. **Грос Квіцеліум** — мікродобриво з амінокислотами та фітогормонами, що стимулює цвітіння, формування зав'язі та активізує ростові процеси у період формування генеративних органів.



Рис. 6. Препарати для позакореневого підживлення розторопші плямистої (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) сорту Медея: Еколайн Фосфітний (К), Еколайн Олійний (хелати), Грос Квіцеліум

Позакореневі підживлення вносили у фенологічно чутливі фази розвитку культури, відповідно до регламентів виробників, що дозволило комплексно оцінити специфічну дію кожного препарату. На всіх етапах вегетації проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання, що включали оцінку висоти рослин, кількості кошиків, маси 1000 насінин, густоти стояння та інших елементів структури врожаю. Урожайність визначали методом суцільного обмолоту облікових ділянок з подальшим перерахунком на гектар. Отримані дані опрацьовували методами варіаційної статистики з використанням дисперсійного аналізу, що забезпечило достовірність отриманих результатів щодо впливу різних видів позакореневого підживлення на формування продуктивності розторопші плямистої сорту Медея.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати досліджень впливу позакореневого підживлення на продуктивність розторопші плямистої

Проведений у 2025 році аналіз структурних показників продуктивності розторопші плямистої засвідчив чітку залежність формування насіннєвої продуктивності від варіантів позакореневого підживлення, що застосовувалися у досліді (рис. 7). Отримані результати підтверджують важливу роль системи мінерального живлення у регуляції процесів генеративного розвитку, формування структури врожаю та реалізації продуктивного потенціалу культури.

Найвищу масу насіння з однієї рослини 25,3 г зафіксовано у варіанті із застосуванням позакореневого підживлення препаратом Еколайн Фосфитний (К) у нормі 1 л/га, що на 82 % перевищувало контрольний варіант (13,9 г). Такий істотний приріст свідчить про сприятливий вплив даного варіанту живлення на процеси формування і наливу насіння, а також на ефективність використання асимілятів у період генеративного розвитку. Ймовірно, позитивний ефект зумовлений оптимізацією фосфорно-калійного живлення, що відіграє ключову роль у регуляції енергетичних процесів, транспорту продуктів фотосинтезу та акумуляції сухої речовини у насінні.

Застосування препаратів Еколайн Олійний (Хелати) та Грос Квіцеліум також забезпечило суттєве зростання маси насіння з однієї рослини - відповідно 21,2 г та 19,6 г, що значно перевищувало контрольні показники. Однак за абсолютними значеннями ці варіанти поступалися максимальному ефекту, отриманому у варіанті з Еколайн Фосфитний (К). Така закономірність вказує на диференційований вплив складу та функціональної спрямованості позакореневих добрив на перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема на інтенсивність фотосинтезу, переміщення поживних речовин і формування генеративних органів.

Аналогічна тенденція простежувалася і за другим ключовим показником структури врожаю - кількістю насіння в кошику. Максимальне значення цього показника було зафіксовано у варіанті з використанням препарату Еколайн Фосфітний (К) і становило 168,1 шт., що на 23,2 % перевищувало контроль. Збільшення кількості сформованих насінин у кошику свідчить про покращення умов запилення, запліднення та початкового розвитку сім'янок, а також про зниження рівня абортів генеративних структур у період формування врожаю.

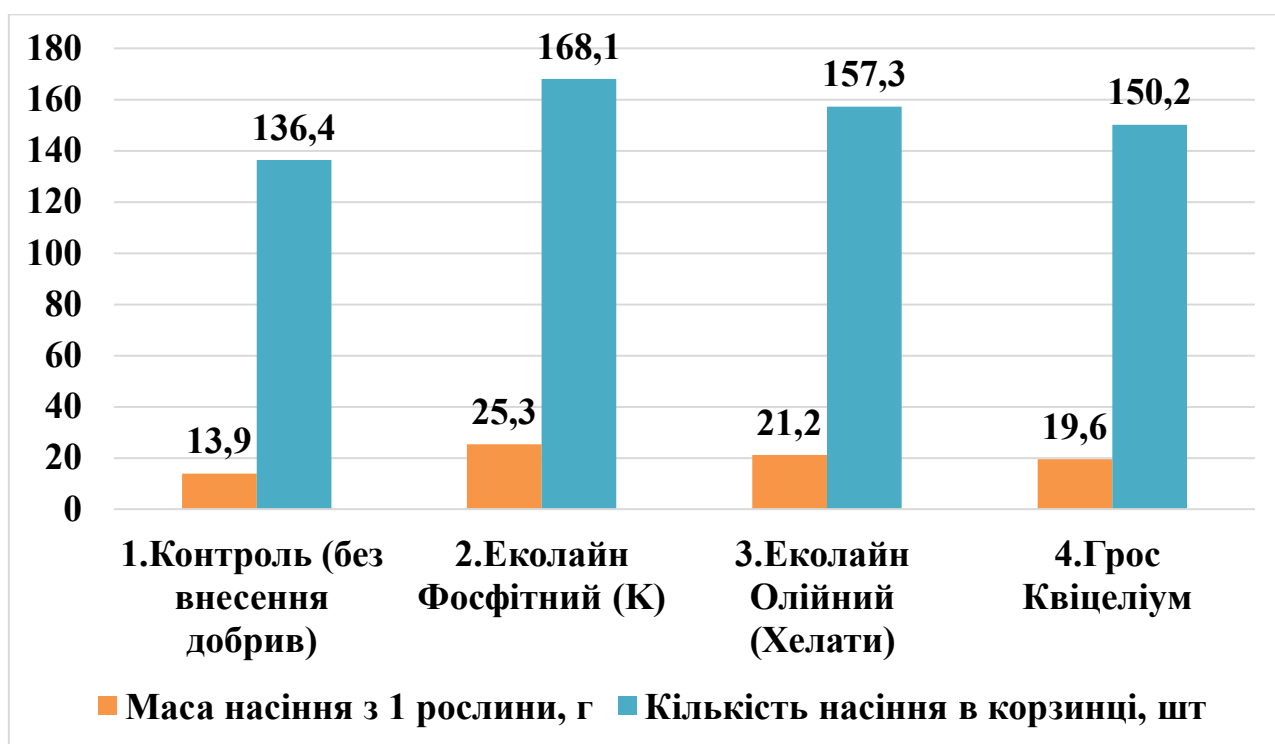


Рис. 7. Вплив позакореневого підживлення на формування структурних елементів урожаю розторопші плямистої (2025 р.)

У варіантах із застосуванням Еколайн Олійний (Хелати) та Грос Квіцеліум кількість насіння в кошику була дещо нижчою і становила відповідно 157,3 та 150,2 шт., однак у всіх випадках перевищувала контрольні значення. Це підтверджує загальний позитивний вплив позакореневого підживлення на генеративну продуктивність розторопші плямистої, водночас засвідчуючи різний ступінь ефективності залежно від складу та спрямованості дії препаратів.

Поєднання підвищених показників маси насіння з рослини та кількості насіння в кошику у варіанті з Еколайн Фосфітний (К) вказує на оптимізацію перебігу основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема на більш ефективне функціонування фотосинтетичного апарату, покращення транспорту асимілятів та збалансоване мінеральне забезпечення в критичні фази органогенезу. Це створювало сприятливі умови для формування повноцінних генеративних органів і забезпечувало інтенсивний налив насіння.

Таким чином, результати досліджень дають підстави стверджувати, що застосування препарату Еколайн Фосфітний (К) у системі позакореневого підживлення забезпечувало найбільш сприятливі умови для формування структурних елементів урожаю розторопші плямистої. Отримані дані свідчать про комплексну позитивну дію цього варіанту живлення на процеси репродуктивного розвитку, акумуляцію сухої речовини та реалізацію продуктивного потенціалу культури в умовах Поліського регіону. У сукупності це дозволяє розглядати даний препарат як найбільш ефективний серед досліджуваних варіантів позакореневого підживлення за показниками насіннєвої продуктивності.

3.2. Особливості формування кошиків і насіннєвої маси розторопші плямистої залежно від удобрення

У межах проведених досліджень у 2025 році було проаналізовано вплив різних варіантів позакореневого підживлення на формування генеративних органів розторопші плямистої, зокрема кількість кошиків на рослині та масу 1000 насінин, які є ключовими структурними показниками насіннєвої продуктивності та безпосередньо визначають рівень урожайності культури (рис. 8).

Результати досліджень засвідчили істотну диференціацію показників залежно від застосованих схем позакореневого живлення. Найбільшу

кількість кошиків на рослині - у середньому 6,1 шт. - сформували рослини розторопші плямистої у варіанті із застосуванням препарату Еколайн Фосфітний (К) (варіант 2), що на 41,8 % перевищувало показник контрольного варіанта. Така реакція свідчить про активізацію процесів генеративного гілкування та закладання суцвіть за умов оптимізованого фосфорно-калійного живлення у критичні фази онтогенезу.

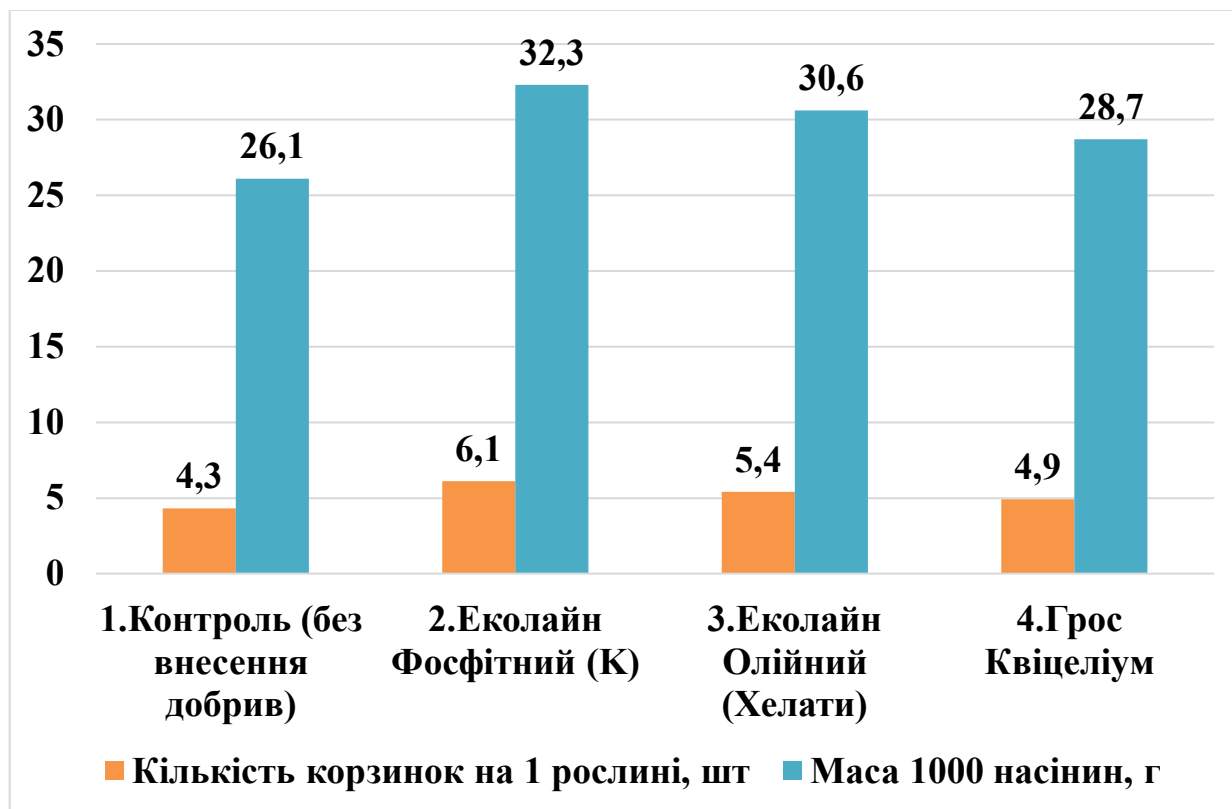


Рис. 8. Вплив позакореневого підживлення на кількість кошиків і масу 1000 насінин розторопші плямистої, 2025 р.

Застосування препарату Еколайн Олійний (Хелати) (варіант 3) забезпечило формування в середньому 5,4 кошика на рослині, що також підтверджує позитивний вплив позакореневого підживлення на генеративний розвиток культури, проте інтенсивність цього впливу була нижчою порівняно з варіантом 2. Найменша кількість кошиків серед удобрених варіантів була зафіксована при використанні препарату Грос Квіцеліум

(варіант 4) - 4,9 шт. на рослині, що на 1,2 шт. (19,7 %) менше порівняно з варіантом із Еколайн Фосфітний (К).

У контрольному варіанті рослини розторопші плямистої сформували в середньому лише 4,3 кошика, що може свідчити про обмеженість ґрунтового живлення та недостатнє забезпечення рослин елементами, необхідними для повноцінної реалізації генеративного потенціалу.

Важливим інтегральним показником насінневої продуктивності культури є маса 1000 насінин, яка відображає інтенсивність процесів наливу, акумуляції сухої речовини та ефективність використання асимілятів у період формування врожаю. Проведені дослідження показали, що позакореневе підживлення суттєво впливало на величину цього показника.

Найвищу масу 1000 насінин - 32,3 г - було зафіксовано у варіанті з використанням препарату Еколайн Фосфітний (К), що на 23,7 % перевищувало контрольний показник (26,1 г). Це свідчить про покращення фізіолого-біохімічних процесів наливу насіння, зумовлене оптимізацією мінерального живлення та підвищенням ефективності фотосинтетичної діяльності рослин.

У варіантах із застосуванням Еколайн Олійний (Хелати) та Грос Квіцеліум маса 1000 насінин становила відповідно 30,6 г та 28,7 г, що також перевищувало контроль, однак поступалося максимальним значенням, отриманим у варіанті 2. Нижчі показники у контрольному варіанті свідчать про обмеження процесів формування повноцінного насіння за умов незбалансованого мінерального живлення.

Узагальнюючи отримані результати, слід зазначити, що застосування препарату Еколайн Фосфітний (К) у системі позакореневого підживлення забезпечило найбільш сприятливі умови для формування генеративних органів і насінневої продуктивності розторопші плямистої сорту Медея. Поєднання максимальної кількості кошиків із високою масою 1000 насінин свідчить про комплексну позитивну дію даної системи живлення, яка сприяла інтенсивнішому гілкуванню, кращому забезпеченню рослин

елементами живлення та формуванню більш виповненого насіння. У сукупності це визначає даний варіант удобрення як найбільш ефективний щодо підвищення продуктивності культури в умовах Поліського регіону.

3.3. Реакція розторопші плямистої на позакореневе підживлення за показниками пагоноутворення

Формування пагонів у розторопші плямистої є одним із ключових морфологічних показників, що визначає потенціал гілкування рослин, кількість генеративних органів і, відповідно, рівень насіннєвої продуктивності. Аналіз даних, представлених на рисунку 9, засвідчив чітку залежність інтенсивності пагоноутворення від варіантів позакореневого підживлення, що свідчить про істотний вплив елементів живлення на перебіг ростових процесів.

Найвищу кількість пагонів у розрахунку на одну рослину (5,9 шт.) було зафіксовано у варіанті 2 із застосуванням препарату Еколайн Фосфітний (К), що на 37 % перевищувало відповідний показник контрольного варіанта (4,3 шт.). Отриманий результат свідчить про здатність даного препарату активізувати процеси галуження, що пов'язано з оптимізацією мінерального живлення, зокрема забезпеченням рослин доступними формами калію та фосфору, які відіграють важливу роль у регуляції росту та формуванні бічних пагонів.

Застосування препарату Еколайн Олійний (Хелати) (варіант 3) також забезпечило істотне зростання кількості пагонів - до 5,7 шт. на рослину, що лише незначно поступалося максимальному значенню. Це свідчить про позитивний вплив хелатних форм мікроелементів на фізіологічний стан рослин, зокрема на інтенсивність клітинного поділу та розвиток вегетативної маси. У варіанті 4 із застосуванням препарату Грос Квіцеліум кількість пагонів становила 4,9 шт. на рослину, що перевищувало контроль, однак

поступалося варіантам 2 і 3, вказуючи на менш виражену стимулюючу дію щодо процесів галуження.

Важливо зазначити, що саме на бічних пагонах у розторопші плямистої формується значна частина кошиків, тому збільшення кількості пагонів безпосередньо впливає на потенціал урожайності культури. Отримані результати підтверджують доцільність застосування позакореневого підживлення як ефективного елементу технології вирощування, спрямованого на підвищення структурної продуктивності рослин.

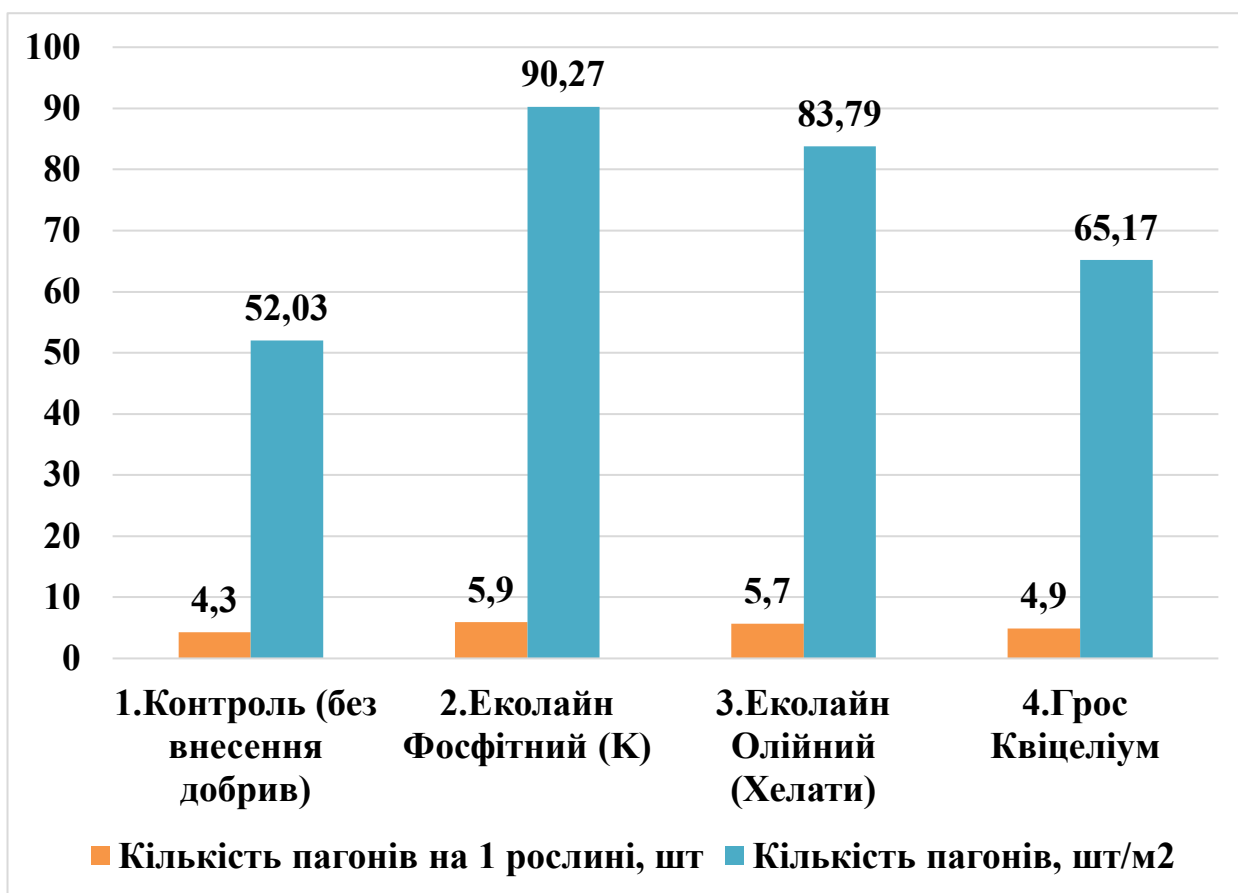


Рисунок 8. Формування пагонів розторопші плямистої залежно від варіантів позакореневого підживлення, 2025 р.

Аналіз кількості пагонів у перерахунку на одиницю площі (1 м²) додатково підтверджує виявлені закономірності. Максимальну щільність пагонів - 90,27 шт./м² - було відмічено у варіанті 2 (Еколайн Фосфітний (К)), що на 73,5 % перевищувало контрольний варіант (52,03 шт./м²). У варіанті 3 показник також був високим і становив 83,79 шт./м², що свідчить про

сприятливі умови для формування надземної маси. Найнижчий серед удобрених варіантів показник - 65,17 шт./м² - зафіксовано за використання препарату Грос Квіцеліум.

Отже, варіанти із застосуванням препаратів Еколайн Фосфітний (К) та Еколайн Олійний (Хелати) створили найбільш оптимальні умови для реалізації ростового потенціалу розторопші плямистої. Це, ймовірно, пов'язано з активізацією фотосинтетичної діяльності, покращенням забезпечення макро- та мікроелементами та ефективнішим перерозподілом асимілятів між вегетативними і генеративними органами. Загалом результати досліджень підтверджують високу ефективність позакореневого підживлення у технології вирощування розторопші плямистої, водночас вказуючи на диференційований характер дії досліджуваних препаратів.

3.4. Еколого-економічна оцінка ефективності позакореневого підживлення при вирощуванні розторопші плямистої

Оцінка еколого-економічної ефективності є обов'язковим етапом наукового обґрунтування доцільності впровадження нових або удосконалених агротехнологічних рішень у виробництво. Для нішевих і лікарсько-технічних культур, зокрема розторопші плямистої, важливим є не лише підвищення рівня урожайності, але й забезпечення економічної рентабельності за умов мінімального екологічного навантаження на агроecosистему. У цьому контексті позакореневе підживлення розглядається як ресурсозберігаючий елемент технології, який дає змогу оптимізувати живлення рослин без суттєвого зростання виробничих витрат. Тому аналіз економічних показників вирощування розторопші плямистої за різних систем позакореневого підживлення є важливим для комплексної оцінки ефективності застосованих агротехнічних прийомів.

Результати розрахунку економічної ефективності вирощування розторопші плямистої у 2025 році залежно від варіантів позакореневого підживлення наведено в таблиці 1. Аналіз даних засвідчив, що застосування

рідких комплексних добрив призводило до незначного збільшення загальних технологічних витрат на 1 га порівняно з контрольним варіантом. Так, у контролі сума витрат становила 10 844 грн/га, тоді як за використання препарату Еколайн Фосфитний (К) - 11 379 грн/га, Еколайн Олійний (Хелати) - 11 276 грн/га, а за застосування препарату Грос Квіцеліум - 11 826 грн/га. Зростання витрат було зумовлене переважно вартістю препаратів і виконанням операцій позакореневого підживлення.

Таблиця 1

Еколого-економічна ефективність вирощування розторопши плямистої за різних систем позакореневого підживлення, 2025 р.

Варіанти удобрення Економічні показники	1.Контроль (без внесення добрив)	2. Еколайн Фосфитний (К)	3. Еколайн Олійний (Хелати)	4. Грос Квіцеліум
Технологія затрати всього на 1 га	10844	11379	11276	11826
Урожайність (фактична після очистки з стандартною вологістю), т	0,92	1,35	1,18	1,03
Прибуток, грн/га	82800	121500	106200	92700
Чистий прибуток, грн	71956	110121	94924	80874
Чистий прибуток від застосування препарату для позакореневого підживлення, грн	-	38165	22968	8918

**Вартість насіння (18 кг/га – 350 грн./кг) – 6300 грн.*

**Вартість дизельного палива - 64 грн./л*

**Вартість товарного насіння 90 грн/кг- 90 000 грн тонна*

Водночас збільшення витрат компенсувалося істотним підвищенням урожайності насіння розторопші плямистої. Найвищу фактичну урожайність після очистки та приведення до стандартної вологості було отримано у варіанті 2 із застосуванням препарату Еколайн Фосфитний (К) - 1,35 т/га, що на 46,7 % перевищувало показник контрольного варіанта (0,92 т/га). За використання Еколайн Олійний (Хелати) урожайність становила 1,18 т/га, а

за застосування препарату Грос Квіцеліум - 1,03 т/га, що також перевищувало контрольні значення.

Зростання урожайності безпосередньо вплинуло на вартість валової продукції. Найвищу вартість отриманого врожаю зафіксовано у варіанті з препаратом Еколайн Фосфітний (К) - 121 500 грн/га, тоді як у контрольному варіанті цей показник становив 82 800 грн/га. Варіанти із застосуванням Еколайн Олійний (Хелати) та Грос Квіцеліум забезпечили вартість продукції на рівні відповідно 106 200 та 92 700 грн/га.

Аналіз чистого прибутку показав, що всі варіанти з позакореневим підживленням мали економічні переваги порівняно з контролем. Максимальний чистий прибуток отримано у варіанті 2 - 110 121 грн/га, що на 38 165 грн/га більше, ніж у контрольному варіанті (71 956 грн/га). Застосування препарату Еколайн Олійний (Хелати) забезпечило приріст чистого прибутку на рівні 22 968 грн/га, тоді як використання препарату Грос Квіцеліум - на 8 918 грн/га.

Таким чином, результати економічної оцінки свідчать, що, незважаючи на дещо вищі виробничі витрати, застосування позакореневого підживлення є економічно доцільним агротехнічним прийомом при вирощуванні розторопші плямистої. Найбільш ефективним за співвідношенням витрат і отриманого прибутку в умовах досліджень виявився препарат Еколайн Фосфітний (К), який забезпечив максимальну урожайність і найвищий рівень чистого прибутку. Це підтверджує доцільність його використання як елемента ресурсозберігаючої та екологічно орієнтованої технології вирощування культури.

ВИСНОВКИ

1. За результатами досліджень, проведених у 2025 році в умовах Поліського регіону, встановлено, що позакореневе підживлення істотно впливає на формування насінневої продуктивності розторопші плямистої, зумовлюючи зміни основних структурних елементів урожаю — маси насіння з рослини, кількості насіння в кошику, кількості кошиків та показників пагоноутворення.
2. Найвищу масу насіння з однієї рослини (25,3 г) отримано за застосування препарату Еколайн Фосфітний (К) у нормі 1 л/га, що на 82 % перевищувало контроль.
3. Позакореневе підживлення позитивно впливало на формування кількості насіння в кошику. Максимальний показник (168,1 шт.) зафіксовано у варіанті з Еколайн Фосфітний (К), що на 23,2 % перевищувало контроль, вказуючи на покращення умов генеративного розвитку, запилення та зменшення абортії насіннєвих зачатків.
4. Застосування препарату Еколайн Фосфітний (К) забезпечило формування найбільшої кількості кошиків на рослині (6,1 шт.) і найвищої маси 1000 насінин (32,3 г), що свідчить про комплексну позитивну дію даного варіанту живлення на інтенсивність генеративного гілкування та ефективність наливу насіння.
5. Аналіз показників пагоноутворення показав, що позакореневе підживлення активізує ростові процеси розторопші плямистої. Максимальну кількість пагонів на рослині (5,9 шт.) і на одиниці площі (90,27 шт./м²) сформовано у варіанті з Еколайн Фосфітний (К), що створювало передумови для збільшення кількості генеративних органів і підвищення потенційної врожайності.
6. Еколого-економічна оцінка засвідчила, що застосування позакореневого підживлення є економічно доцільним агротехнічним прийомом. Незначне зростання виробничих витрат (на 4,9-9,1 %) компенсувалося істотним підвищенням урожайності та вартості валової продукції.
7. Найвищий рівень чистого прибутку отримано у варіанті з використанням препарату Еколайн Фосфітний (К) - 110 121 грн/га, що на 38 165 грн/га перевищувало контроль, що підтверджує його перевагу та доцільність застосування в технології вирощування розторопші плямистої в умовах Полісся.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Результати проведених нами досліджень можуть бути безпосередньо використані у практиці фермерських господарств, що спеціалізуються або планують запровадження вирощування лікарсько-технічних і нішевих культур, зокрема розторопші плямистої, в умовах Поліського регіону України. Нами було підтверджено доцільність удосконалення системи живлення культури шляхом включення позакоренових підживлень як ефективного і ресурсозберігаючого елемента технології. Виробникам доцільно враховувати, що позакоренове підживлення сприяє стабілізації ростових і генеративних процесів розторопші плямистої в умовах ґрунтів із невисокою природною родючістю та недостатнього зволоження, що характерно для Полісся. Застосування рідких комплексних добрив дозволяє оперативно компенсувати дефіцит елементів живлення у критичні фази розвитку рослин, покращити перебіг фізіолого-біохімічних процесів і забезпечити більш повну реалізацію продуктивного потенціалу культури. Практичне значення має впровадження позакоренового підживлення як інструменту впливу на формування структури врожаю, зокрема на інтенсивність пагоноутворення, закладання кошиків і наливу насіння, що створює передумови для отримання більш виповненого, однорідного насіння з підвищеними товарними та технологічними показниками, що є особливо важливим для виробництва фармакологічної сировини та насіннєвого матеріалу. Для фермерських господарств, орієнтованих на органічне або екологічно орієнтоване виробництво, результати досліджень підтверджують можливість підвищення продуктивності розторопші плямистої без застосування хімічних засобів захисту рослин. Використання позакоренового підживлення дозволяє зменшити залежність від ґрунтового мінерального удобрення, знизити ризики екологічного навантаження та забезпечити відповідність вимогам до безпечності лікарської рослинної сировини. З економічної точки зору впровадження рекомендованих елементів живлення є доцільним для малих і середніх господарств, оскільки сприяє підвищенню рентабельності виробництва за рахунок зростання урожайності та якості продукції без суттєвого ускладнення технології. Загалом результати досліджень можуть слугувати науково обґрунтованою основою для адаптації технології вирощування розторопші плямистої до ґрунтово-кліматичних умов Поліського регіону, розширення площ її посівів у фермерських господарствах та інтеграції культури у сівоzmіни як економічно привабливого й екологічно безпечного компонента сучасного агровиробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безвіконний П. В., Тарасюк В. А. Біометричні показники структури урожаю розторопші плямистої залежно від способу сівби і ширини міжрядь. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: матеріали міжнар. наук. інтернет-конф.* Тернопіль, 2019. С. 34–36.
2. Вишнівський П. С., Журавель С. В. Вирощування розторопші плямистої (*Silybum marianum*) за умов органічної технології в умовах Житомирського Полісся. *Землеробство, рослинництво, овочівництво та багтанництво*. 2022. С. 47–52. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.128.6.
3. Журавель С. В. та ін. Особливості впливу ширини міжрядь посіву розторопши плямистої (*Silybum marianum*) на ростові процеси за умов органічної технології її вирощування. *Sciences of Europe*. 2022. № 105. Р. 13–17. DOI: 10.5281/zenodo.7347273.
4. Журавель С. В., Журавель С. С., Новак М. Ю., Струс М. С. Технологічні аспекти органічної технології вирощування рослин розторопши плямистої на деградованих ґрунтах, їх розвиток у міжфазні періоди та формування продуктивних пагонів залежно від ширини міжрядь. *Sciences of Europe*. 2023. № 130. Р. 14–19. DOI: 10.5281/zenodo.10352089.
5. Karkanis A., Bilalis D., Efthimiadou A. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops & Products*. 2011. 34(1): 825–830. DOI: 10.1016/j.indcrop.2011.03.027.
6. Alemardan A. Breeding objectives and selection criteria for milk thistle (*Silybum marianum*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*. 2013. 41: 340–347.
7. Liava V. Yield and silymarin content in milk thistle fruits affected by nitrogen fertilizers. *AGRIS FAO record*. 2021.

8. Rudnyk-Ivashchenko O., Mykhal'ska L., Schwartau V. Specificities of changes in the concentrations of heavy metals in milk thistle. *Agricultural Science and Practice*. 2015. 2(3): 55–60. DOI: 10.15407/agrisp2.03.055.
9. Marceddu R. et al. Milk thistle as a versatile crop adapted to different soil and environmental conditions. *Agronomy*. 2022. 12(3): 729.
10. Fanai S. et al. Physiological and biochemical characteristics of milk thistle under different environmental conditions. 2024. (PMC article).
11. Vozhehova R. A., Fedorchuk M. I., Lavrynenko Y. O. et al. Effect of agrotechnological elements on milk thistle productivity. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. 9(2): 156–160. DOI: 10.15421/021823.
12. Vereš T., Tyr Š. Milk thistle as a weed in sustainable crop rotation. *Research Journal of Agricultural Science*. 2012. 44: 118–122.
13. Воронцов В. Т., Опара Н. М., Опара М. М. Культурні рослини в раціональному харчуванні та оздоровленні. Полтава: РВВ ПДАА, 2007. С. 39–40.
14. Воронцов В. Т., Опара М. М. Досвід вирощування розторопші плямистої на невеликих ділянках та використання її з метою оздоровлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 41–45.
15. Галицька Л. Г. Розторопша плямиста та її вирощування. *Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та сучасні проблеми*: мат. міжнар. наук. конф. (18–23 червня 2007 р.). Кременець–Тернопіль, 2007. С. 44.
16. Глухов О. З., Жаворонкова Т. Ю. Біологічні особливості технічних культур при інтродукції на південному сході України. *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону*. Донецьк: ДонНУ, 2009. № 1(9). С. 24–29.
17. Колесник М. Б., Баньковська І. Б. Застосування розторопші плямистої порослям. *Тваринництво України*. 2008. № 2. С. 32–34.
18. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / за ред. А. М. Гродзінського. Київ: УРЕ, 1990. 544 с.

- 19.Мазур В. О., Абрамик М. І., Мельник І. П. Розторопша плямиста сорту Бойківчанка. *Аграрна наука – виробництву: наук.-інформ. бюл. завершених наук. розробок*. Київ, 2009. № 2. С. 15.
- 20.Марушко Л. П., Петрук І. В., Кадикало Е. М., Осип Ю. Л. Жирнокислотний склад олії з насіння розторопші плямистої, що культивується на Волині. *Науковий вісник ВНУ ім. Лесі Українки*. 2008. № 16. С. 65–68.
- 21.Pignatti S. *Flora d'Italia*. Bologna: Edagricole, 1982. Vol. 3. P. 163.
- 22.Young J. A., Evans R. A., Hawkes R. B. Milk thistle (*Silybum marianum*) seed germination. *Weed Science*. 1978. 26: 395–398.
- 23.Gresta F., Avola G., Guarnaccia P. Agronomic characterization of spontaneous genotypes of milk thistle in Mediterranean environment. *J. Herbs Spices Med. Plants*. 2007. 12: 51–60.
- 24.Abd-El-hady M. A. M., Arafa S. G. Morphological, chemical characteristics and antioxidant activity of Egypt grown wild milk thistle seeds... *Middle East J. Appl. Sci*. 2019. 9: 1198–1214.
- 25.Hamilton W. R., Stohs S. J. Hepatic effects of herbal remedies. In: *Herbal Medicinals. A Clinician's Guide*. 1998. P. 37–63.
- 26.Rainone F. Milk thistle. *Am. Fam. Physician*. 2005. 72: 1285–1288.
- 27.Polyak S. J. et al. Identification of hepatoprotective flavonolignans from silymarin. *PNAS*. 2010. 107: 5995–5999.
- 28.Saller R. et al. Updated systematic review with meta-analysis for clinical evidence of silymarin. *Complement. Med. Res*. 2008. 15: 9–20.
- 29.Gonceariuc M. Some breeding results of *Silybum marianum*. *Rom. Biol. Sci*. 2007. 5: 52–53.
- 30.Anthony K., Saleh M. A. Chemical profiling and antioxidant activity of commercial milk thistle supplements. *J. Chem. Pharm. Res*. 2012. 4: 4440–4450.
- 31.Engelberth A. S., Carrier D. J., Clausen E. C. Separation of silymarins... *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol*. 2008. 31: 3001–3011.

32. Flora K., Hahn M., Rosen H., Benner K. Milk thistle for the therapy of liver disease. *Am. J. Gastroenterol.* 1998. 93: 139–143.
33. Šeršeň F., Vencel T., Annus J. Silymarin components scavenge radicals. *Fitoterapia.* 2006. 77: 525–529.
34. Morazzoni P., Bombardelli E. *Silybum marianum* (Carduus marianus). *Fitoterapia.* 1995. 66: 3–42.
35. Schadewaldt H. The history of silymarin. *Die Med. Welt.* 1969. 20: 902–914.
36. Vargas-Mendoza N. et al. Hepatoprotective effect of silymarin. *World J. Hepatol.* 2014. 6: 144.
37. Karimi G. et al. “Silymarin”, a promising pharmacological agent... *Iran. J. Basic Med. Sci.* 2011. 14: 308.
38. Abenavoli L. et al. Milk thistle in liver diseases: Past, present, future. *Phytother. Res.* 2010. 24: 1423–1432.
39. Bhatia N. et al. Inhibition of carcinoma cell growth by silibinin... *Cancer Lett.* 1999. 147: 77–84.
40. Deep G., Agarwal R. Chemopreventive efficacy of silymarin... *Integr. Cancer Ther.* 2007. 6: 130–145.
41. Andrzejewska J., Martinelli T., Sadowska K. *Silybum marianum*: Non-medical exploitation of the species. *Ann. Appl. Biol.* 2015. 167: 285–297.
42. Bhattacharya S. Phytotherapeutic properties of milk thistle seeds: an overview. *J. Adv. Pharm. Educ. Res.* 2011. 1: 69–79.