

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

ТИРУСЬ МАРІЯ ЛЬВІВНА



УДК 582.661.21:[631.53.01:631.51:631](292.485)(1-15)

**АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
АМАРАНТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО**

06.01.09 – рослинництво

РЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Оброшине 2025

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького Міністерства освіти і науки України.

Офіційні опоненти:

доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік НААН України, заслужений діяч науки і
техніки України

Петриченко Василь Флорович,

Інститут кормів та сільського господарства Поділля
НААН України, радник дирекції з наукової роботи;

доктор сільськогосподарських наук, професор

Карпук Леся Михайлівна,

Білоцерківський національний аграрний
університет, декан агробіотехнологічного
факультету;

доктор сільськогосподарських наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

Гораш Олександр Савич,

Подільський державний університет,
професор кафедри рослинництва, селекції, та
насінництва.

Захист відбудеться 22 грудня 2025 р. о 10⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 36.381.01 Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за адресою: вул. М. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського району Львівської області, 81115.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України за адресою: вул. М. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського району Львівської області, 81115.

Реферат розіслано 21 листопада 2025 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
доктор сільськогосподарських наук



Галина ПАНАХИД

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вирощування амаранту на сьогоднішній день набуває особливої актуальності в умовах Лісостепу західного України через його унікальну фізіологічну адаптацію до кліматичних змін. Зміна клімату в Україні змушує шукати альтернативи традиційному веденню сільського господарства, включаючи пошук посухостійких культур. Амарант належить до рослин з типом фотосинтезу С₄, який забезпечує надзвичайно високу ефективність використання води рослинами – потреба у воді зменшується в 2-2,5 рази, відносно бобових і злакових культур, а після повної зупинки росту в період посухи рослина здатна відновлювати вегетацію. В умовах прогнозованого підвищення температури та посилення посушливих явищ, амарант може стати стратегічно важливою культурою для підтримання продовольчої безпеки регіону. Амарант вирощують як зернову, кормову, овочеву, лікарську, декоративну культуру. Урожайність амаранту може сягати понад 3,0 т/га, з вмістом білку до 19,0 % та 8,0 % олії. Білок амаранту має високу харчову цінність і оцінюється в 75-80 балів, у той час як білок коров'ячого молока – 72, пшениці – 57, кукурудзи – 44, сої – 68 балів. Цінність амарантової олії полягає в тому, що вона містить сквален (до 8 %), який має велику цінність у медицині та косметології. Амарантова олія за якістю не поступається обліпиховій і широко використовується для лікування променевої хвороби, опіків та ін. Продукти харчування з амаранту запобігають різним захворюванням. Вартість 1 т зерна амаранту станом на 2025 рік – 25000 грн, вирощеного за органічною технологією – 50000 грн. Вагомий внесок у розвиток науки з питань технології вирощування амаранту зробили вчені: Гопцій Т.І., Дудка М.І., Дуда О.М., Войташенко Д.П., Гудковська Н.Б., Когут С.Г. і ін.

Проте, для розширення посівів амаранту в ґрунтово-кліматичні умови зони Лісостепу західного України необхідно вивчати та уточнювати більшість елементів технології вирощування.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалися впродовж 2019 – 2025 рр. і були складовою частиною комплексної теми наукових досліджень факультету агротехнологій та екології за 2016 – 2020 рр. «Розробити інноваційні системи підвищення продуктивності агрофітоценозів на основі екологостабілізуючих заходів збереження та покращення стану навколишнього природного середовища в умовах динамічних змін клімату Західного регіону України» (номер державної реєстрації 0116U003176) та у 2021 – 2025 рр. «Розробити системи управління формуванням продуктивності агроценозів, адаптованих до змін клімату на основі оцінки стану природних та штучних екосистем західного регіону України» номер державної реєстрації 0121U109748).

Метою дослідження є експериментальне встановлення та теоретичне обґрунтування основних елементів технології вирощування амаранту в агрокліматичних умовах Лісостепу західного.

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі **завдання**:

- встановити найперспективніший сорт амаранту в ґрунтово-кліматичній зоні Лісостепу західного;

- визначити залежності формування та реалізації біологічного потенціалу продуктивності сортів амаранту залежно від досліджуваних елементів технології вирощування в умовах достатнього зволоження;

- встановити закономірності проходження фенологічних фаз росту і розвитку агроценозу амаранту в умовах достатнього зволоження;

- встановити вплив досліджуваних елементів технології на продукційні процеси амаранту та визначити ефективність різних рівнів удобрення, норм висіву, способів і строків сівби, глибини загортання насіння з метою забезпечення максимального рівня урожайності амаранту;

- провести аналіз впливу технологічних прийомів на якісні показники зерна амаранту;

- встановити закономірності формування високопродуктивних агроценозів амаранту та обґрунтувати доцільність їх вирощування на сидеральне добриво;

- встановити ефективні засоби захисту агроценозу амаранту від бур'янів і шкідливих організмів і дослідити їх вплив на формування продуктивності амаранту;

- розробити математичні моделі формування високої продуктивності амаранту залежно від зміни температурного режиму й рівня зволоження;

- дати економічну й енергетичну оцінку досліджуваних елементів технології;

- науково обґрунтувати та впровадити у виробництво розроблені й удосконалені елементи технологій вирощування амаранту, які забезпечують високу економічну та енергетичну ефективність.

Об'єкт дослідження – процес формування урожайності та якості зерна амаранту залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу західного; доцільність використання вегетативної маси амаранту в якості сидерального добрива.

Предмет дослідження – амарант, сорти, елементи системи удобрення, спосіб сівби, глибина загортання насіння, норма висіву, строки сівби, засоби захисту рослин, структура врожаю, урожайність зерна і зеленої маси, якість, економічна та енергетична ефективність.

Методи дослідження. Дослідження проведено на відповідному методичному рівні із застосуванням загальнонаукових методів: гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, метод синтезу для формування висновків; та спеціальних методів: польовий – для спостереження за фазами розвитку рослин, визначення їх біометричних показників, продуктивності та проведення обліку врожаю; лабораторний – аналіз рослинних та ґрунтових зразків для визначення вмісту основних елементів живлення, визначення якості зерна та структури врожаю; математично-статистичний – для проведення дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів оцінки результатів досліджень та встановлення взаємозв'язків між біометричними показниками; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної й енергетичної ефективності елементів технології вирощування амаранту.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці науково-теоретичних основ адаптивної технології вирощування амаранту в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу західного шляхом встановлення біологічних закономірностей формування продуктивності культури під впливом комплексу

технологічних чинників; математичного моделювання взаємозв'язків між досліджуваними факторами та показниками якості врожаю, а також обґрунтування оптимальних параметрів вирощування для максимальної реалізації біологічного потенціалу культури в регіональних умовах.

- *Уперше:*

- ідентифіковано найперспективніші в ґрунтово-кліматичних умовах зони Лісостепу західного сорти амаранту за комплексом господарсько-цінних ознак та стабільністю прояву продуктивності;

- встановлено закономірності морфогенезу рослин та формування продуктивності амаранту залежно від рівнів мінерального живлення та елементів сівби;

- виявлено кореляційні зв'язки між кліматичними умовами, елементами технології та формуванням врожайності і біохімічного складу зерна амаранту в умовах Лісостепу західного;

- встановлено вплив технологічних прийомів вирощування на якісні показники зерна амаранту;

- розроблено і науково обґрунтовано систему захисту посівів амаранту від комплексу шкідливих організмів з урахуванням біологічних особливостей культури;

- встановлено агроекологічну доцільність використання вегетативної маси амаранту як органічного добрива для підвищення родючості темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту Лісостепу західного.

- науково обґрунтовано ефективність використання амаранту як фіторемедіанта для відновлення деградованих внаслідок воєнних дій та радіологічно пошкоджених ґрунтів України;

- проведено економічний та біоенергетичний аналіз ефективності вирощування амаранту зернового залежно від досліджуваних факторів.

Набули подальшого розвитку теоретичні положення щодо адаптивних реакцій амаранту на варіабельність гідротермічних умов та оптимізації системи живлення залежно від сортових особливостей і потенціалу продуктивності;

концептуальні основи формування архітекτονіки посіву амаранту через встановлення математичних залежностей між параметрами сівби, морфометричними показниками рослин і структурними елементами врожаю.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні, обґрунтуванні та впровадженні у виробництво елементів технології вирощування амаранту, що забезпечує високий рівень врожайності цієї культури в умовах достатнього зволоження Лісостепу західного. Визначено оптимальний рівень удобрення та параметри сівби (норма висіву, спосіб і строк сівби, глибину загортання насіння), запропоновано ефективні засоби захисту рослин, які сприяють формуванню врожаю зерна амаранту на рівні 5 т/га із вмістом білку 19,5 % та олійності 8,2 %. Встановлено найурожайніший сорт амаранту в умовах достатнього зволоження Лісостепу західного.

Теоретичні положення, які сформульовані в дисертаційній роботі впроваджено в Сарненській дослідній станції Інституту водних проблем і меліорації НААН Сарненського району Рівненської області у 2024 р. на площі 2 га і 3 га, та у

фермерському господарстві «Бік Агро» Шептицького району Львівської області на площі 1,25 га.

За результатами впровадження у Сарненській дослідній станції Інституту водних проблем і меліорації НААН у 2024 році на площі 3 га встановлено підвищення урожайності зерна амаранту сорту Лера за строку сівби 30 квітня на 0,33 т/га порівняно до строку сівби 15 травня, та на 0,75 т/га відносно строку сівби 16 квітня. Умовно чистий прибуток становив за строку сівби 29 квітня – 21500 грн/га. Застосування на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті рівня мінерального удобрення $N_{200}P_{80}K_{160}$ забезпечило приріст урожайності зерна амаранту сорту Харківський 1 2,68 т/га відносно варіанту без внесення мінеральних добрив; та на 0,63 т/га – відносно варіанту з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{160}P_{60}K_{120}$. Умовно чистий прибуток становив за рівня мінерального удобрення у нормі $N_{200}P_{80}K_{160}$ – 62 300 грн/га.

За результатами впровадження проведеного впродовж 2024 року у ФГ «Бік Агро» встановлено ефективність застосування засобів захисту: інсектициду Енжіо 24,7 % к. с. в нормі 0,2 л/га; фунгіциду Амістар Екстра, 28% к.с в нормі 0,5 л/га; молюскоциду Slimax 04GB в нормі 4,0 кг/га. Рівень урожайності за використання даних засобів захисту був на 0,37 т/га вищим відносно варіанту без використання препаратів. Це забезпечило зростання економічної ефективності: умовно чистий прибуток був вищим на 9250 грн/га.

Матеріали нових дисертаційних результатів залучені у програми таких дисциплін «Системи удобрення польових культур», «Рослинництво», «Лікарські, технічні та енергетичні культури», «Технології вирощування енергетичних культур», «Вирощування біоенергетичних культур» на профільних кафедрах Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (довідка про впровадження).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом 6-річної дослідницької роботи здобувачки; наукові положення, винесені на захист, дисертантка одержала особисто. Авторка провела аналіз літературних джерел, визначила напрями досліджень за темою дисертації; розробила програми досліджень відповідно до сучасних методик; організувала та взяла безпосередню участь у їх виконанні, узагальненні, аналізі та обробці результатів досліджень; визначила економічну ефективність; сформулювала наукові положення, висновки і рекомендації виробництву, провела їх впровадження, підготувала та опублікувала результати наукових досліджень. Частка авторства в опублікованих зі співавторами працях становить 70 – 90 %.

Апробація результатів досліджень. Основні матеріали дисертаційної роботи були оприлюднені та отримали позитивну оцінку на I Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 75-річчю кафедри садівництва та овочівництва ім. проф. І. П. Гулька та 165-річчю ЛНАУ (Львів, 2021); X Міжнародній науково-практичній конференції «The world of science and innovation» (Великобританія, Лондон, 2021); III Міжнародній науково-практичній конференції «Results of modern scientific research and developmen» (Іспанія, Мадрид, 2021); XX Міжнародній інтернет-конференції «COVID-19 – CHALLENGES IN MODERN SCIENCE» (Польща, Варшава, 2021); науковій Інтернет-конференції «Наукові читання до

85-річчя від дня народження В.Г. Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур» (Вінниця, 2021); III Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 100-річчю від дня заснування агрономічного факультету «Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення» (Житомир, 2022); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН, 135-річчю від дня народження Єремеева І.М., 125-річчю від дня народження Фрідріха А.Й., 115-річчю від дня народження Ремесла В.М. «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» (с. Центральне, 2022); XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції» (Вінниця, 2022); V Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. виклики для аграрної науки та освіти» (Київ, 2022); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (Київ, 2022); XXIII Міжнародний науково-практичний форум «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (Львів, 2022); XIII науково-практичній конференції «Гербологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві» (Київ, 2023); Міжнародній науковій конференції присвяченій 120-річчю від дня народження Г. Андрущенко «Ґрунти, сталий розвиток та українське ґрунтознавство» (Дубляни – Львів, 2023); International Scientific and Practical Conference Proceeding «Digital transformation and technologies for sustainable development all branches of modern education, science and practice» (Lomza, Poland, 2023); XV Міжнародній науковій конференції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН «Корми і кормовий білок» (Вінниця, 2023); Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (Дніпро, 2023); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (Київ, 2023); XXIV Міжнародному науково-практичному форумі «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (Львів, 2023); II Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 90-річчю від дня народження видатної селекціонери часнику, к.с.-г. н., доцента Ліщак Л.П. «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції» (Львів, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Ф.Т. МОРГУНА, 90-річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин «Наукові основи адаптивного землеробства» (Дніпро, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 25-річчю кафедри екології Львівського НУП «Сучасні ековиклики. Стратегії екологічної безпеки довкілля» (Львів-Дубляни: ЛНУП, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН «Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом»

(Оброшине, 2024); XVI Міжнародній науковій конференції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН «Корми і кормовий білок» (Вінниця, 2024); Всеукраїнська науково-практичній конференції «Перлини степового краю» (Миколаїв, 2024); 30-й міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в індустрії 5.0» (Суми: СНАУ, 2024); XXV Міжнародному науково-практичному форумі «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» (Львів: ЛНУП, 2024); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції присвяченій 115-й річниці з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, член-кореспондента НАН України, Заслуженого діяча науки України Кияка Г.С. «Інноваційні технології у рослинництві» (Львів: ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2025); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах» Інституту овочівництва і баштанництва НААН (Вінниця, 2025).

Публікації. Основні наукові результати дисертаційної роботи висвітлені в 52 наукових працях, з них 21 стаття (16 – у фахових виданнях, 5 – у виданнях, що індексується в міжнародних наукометричних базах Skopus і Web of Science (3 статті у виданні Q3; 1 стаття у виданні Q2), 31 тези науково-практичних конференцій і форумів.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, дев'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури та додатків і викладена на 502 сторінках. Включає 101 таблицю, 99 рисунки та 61 додаток. Список літератури налічує 600 джерел, з них 366 латиницею. Обсяг, що займають анотація, список використаних джерел літератури і додатки – 130 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ

(огляд літературних джерел)

Огляд літератури присвячений комплексному аналізу сучасного стану досліджень щодо технології вирощування амаранту як перспективної сільськогосподарської культури. На підставі аналізу публікацій вітчизняних та іноземних вчених розглянуто потенціал амаранту як альтернативної культури для диверсифікації сільськогосподарського виробництва, його адаптивні властивості та переваги порівняно з традиційними культурами в умовах змін клімату та зростаючих вимог до продовольчої безпеки. Проаналізовано наукові праці щодо впливу різних систем удобрення на формування урожайності амаранту, включаючи органічні, мінеральні та змішані системи живлення рослин, їх ефективність та економічну доцільність. Висвітлено вплив параметрів сівби – строків, способів, норм висіву та глибини загортання насіння – на продуктивність амаранту для максимальної реалізації генетичного потенціалу культури. Окрему увагу приділено системі захисту посівів амаранту від шкідників, хвороб і бур'янів та впливу

технологічних елементів вирощування на якісні характеристики зерна амаранту, зокрема вміст білку, олійність та інші біохімічні показники, що визначають цінність продукції. Розглянуто можливості використання фітомаси амаранту як сидерального добрива, її вплив на родючість ґрунту. На основі аналітичного огляду наукової літератури обґрунтовано мету й завдання досліджень та перспективи їх проведення за тематикою дисертації.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2019–2024 рр. на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького. Ґрунт дослідної ділянки – темно – сірий опідзолений легкосуглинковий, з такими агрохімічними характеристиками: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 2,08 – 2,20 %, рН – 6,05 – 6,08, легкогідралізований азот – 105 – 111 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за методом Чирикова) – 125 – 132 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію (за Чириковим) – 108 – 114 мг/кг ґрунту, вміст міді – 1,19 – 1,27 мг/кг та цинку – 1,06 – 1,09 мг/кг, марганцю (за методом Пейве-Рінккіса) – 15,0 – 19,0 мг/кг, бору (за методом Рінккіса) – 0,90 – 0,94 мг/кг, заліза – 129,0 – 134,0 мг/кг.

Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень були близькими до середніх багаторічних даних і типовими для зони (рис. 1; 2).

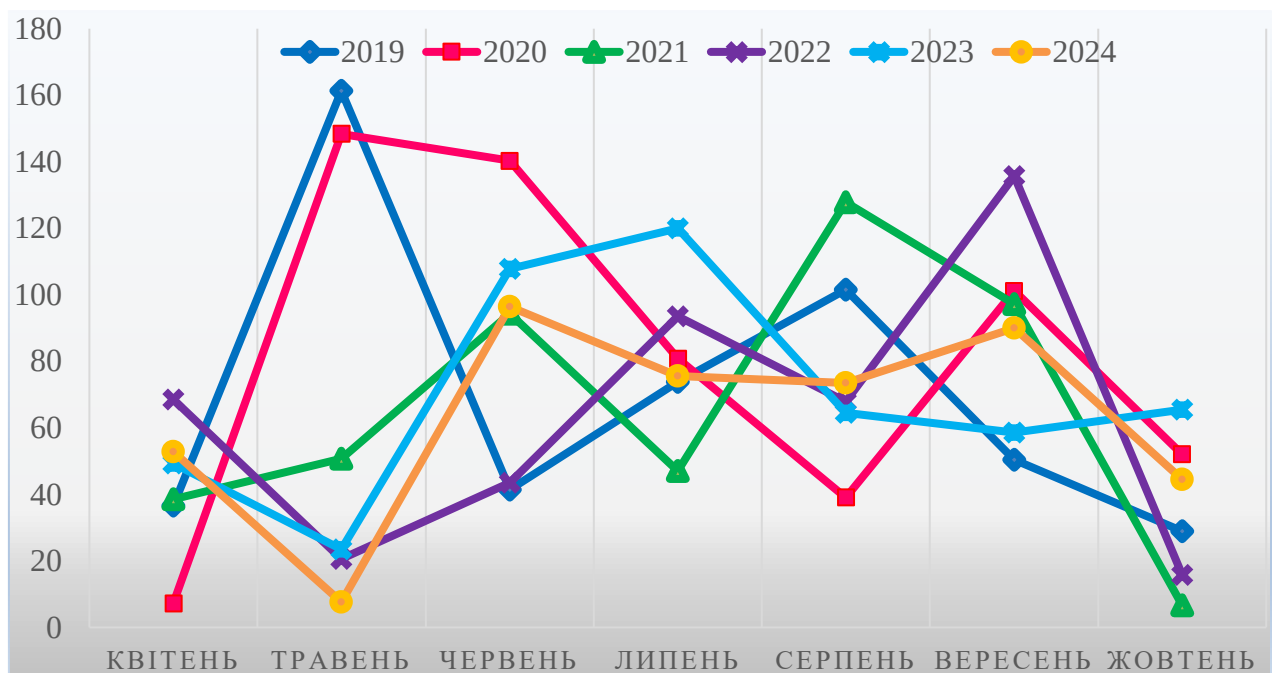


Рис. 1. Місячна сума опадів впродовж вегетаційного періоду в роки досліджень, мм.

Найменш сприятливим для вирощування амаранту виявилися кліматичні умови 2020 року: температурний режим був на 1,7°C вище норми та значний надлишок опадів (180,8 мм). А найбільш сприятливим для амаранту виявився 2022

рік з середньомісячною температурою повітря на $1,15^{\circ}\text{C}$ вище середньобагаторічної норми та дефіцитом опадів ($-58,3$ мм).

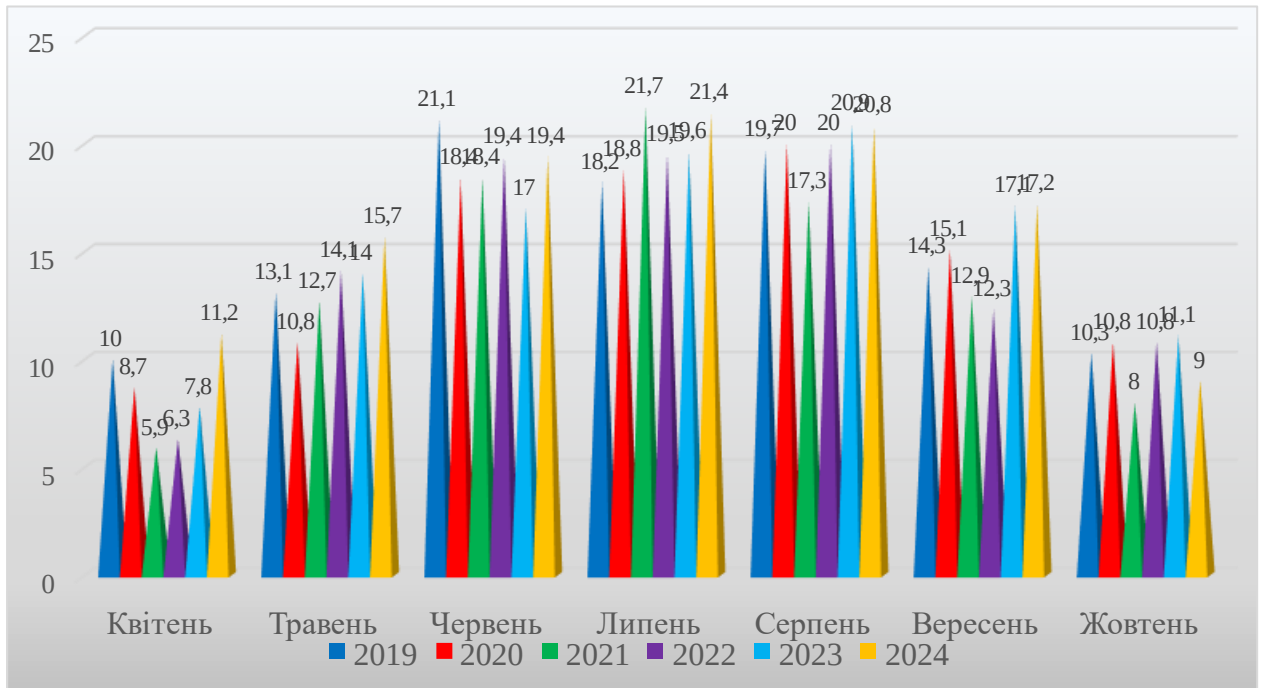


Рис. 2. Середньомісячна температура повітря впродовж вегетаційного періоду в роки досліджень, $^{\circ}\text{C}$.

На основі аналізу кліматичних умов встановлено, що амарант найкраще проявляв свої продуктивні властивості в роки з помірними або посушливими умовами та стабільно теплою погодою (2022 та 2024 роки). Надмірне зволоження у 2019 та 2020 рр., на початкових фазах росту і розвитку рослин амаранту створювали несприятливі умови та ускладнення проведення агротехнічних операцій.

Для вивчення агробіологічних основ формування врожаю амаранту в умовах Лісостепу західного України на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького було закладено низку польових дослідів:

Дослід 1 (2019 – 2021 рр.) – *«Урожайність зерна амаранту залежно від сорту»*. Вивчали придатність для вирощування в умовах достатнього зволоження семи найбільш поширених в Україні сортів амаранту: Харківський 1, Лера, Сем, Студентський, Поліщук, Ацтек, Ультра за рівня удобрення $\text{N}_{120}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$. Загальна площа ділянки становила 30 м^2 , облікова – 20 м^2 . Сіяли широкорядним способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см. Строк сівби третя декада квітня, норма висіву $0,8\text{ кг/га}$. У досліді встановлювали врожайність зерна, елементи структури врожаю, показники якості та економічної ефективності.

Дослід 2 (2019 – 2021 рр.) – *«Урожайність фітомаси амаранту залежно від сорту і придатність її до використання на зелене добриво»*. Вивчали шість сортів амаранту: Харківський 1, Лера, Сем, Ацтек, Студентський, Ультра. Вносили мінеральні добрива у нормі $\text{N}_{200}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$. Сіяли широкорядним способом з

міжряддями 45 см на глибину 1 см. Строк сівби – третя декада травня, норма висіву насіння – 1,2 кг/га. Приорювали біомасу за досягнення укісної стиглості у фазі цвітіння. У досліді встановлювали елементи структури врожаю, урожайність зеленої маси, урожайність сухої речовини, вміст елементів живлення в сухій масі, обсяг надходження елементів живлення в ґрунт.

Дослід 3 (2019 – 2020 рр.) – *«Вплив рівнів удобрення на продуктивність амаранту сорту Ультра в умовах Лісостепу західного»*. Вивчали 6 норм добрив: контроль без мінерального удобрення; $N_{40}P_{20}K_{40}$; $N_{80}P_{40}K_{80}$; $N_{120}P_{40}K_{80}$; $N_{160}P_{80}K_{120}$; $N_{200}P_{80}K_{120}$. Загальна площа дослідної ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Норма висіву становила 0,8 кг/га. Строк сівби – третя декада квітня. У досліді встановлювали елементи структури врожаю та урожайність зерна.

Дослід 4 (2019 – 2021 рр.) – *«Урожайність зерна амаранту залежно від норми добрив»*. Вивчали для сорту Харківський 1 сім норм внесення мінеральних добрив: контроль без мінерального удобрення, $N_{40}P_{20}K_{40}$, $N_{80}P_{40}K_{80}$, $N_{120}P_{40}K_{80}$, $N_{160}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{160}$. Загальна площа дослідної ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Норма висіву становила 0,8 кг/га. Висівали сорт Харківський 1 широкорядним способом з міжряддями 45 см, у третій декаді квітня. У досліді встановлювали елементи структури врожаю, урожайність зерна, показники якості (вміст білку, олії, вуглеводів).

Дослід 5 (2020 – 2022 рр.) – *«Урожайність зерна амаранту сорту Харківський 1 залежно від норми висіву»*. Досліджували шість норм висіву: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 млн схожих насінин на 1 га за рівня удобрення $N_{160}P_{60}K_{120}$. Облікова площа – 30 м², повторність дослідів – чотириразова. Розміщення ділянок – систематичне. Сіяли рядковим способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см у третій декаді квітня у всі три роки досліджень. У досліді встановлювали такі елементи структури: польову схожість, виживання рослин, висоту рослин, довжину волоті, масу насіння з рослини, масу 1000 насінин, кількість рослин на час збирання та урожайність зерна.

Дослід 6 (2020 – 2022 рр.) – *«Урожайність амаранту залежно від сорту та норми висіву в умовах достатнього зволоження»*. Досліджували шість норм висіву: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 млн схожих насінин на 1 га для шести сортів Харківський 1, Ацтек, Лера, Сем, Студентський, Ультра за рівня удобрення $N_{160}P_{60}K_{120}$. Облікова площа – 30 м². Повторність дослідів – триразова. Розміщення ділянок – систематичне. Сіяли рядковим способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см у третій декаді квітня у всі роки досліджень. У досліді вивчали густоту рослин, масу насіння з рослини, густоту рослин, масу 1000 насінин, урожайність зерна.

Дослід 7 (2021 – 2023 рр.) – *«Урожайність амаранту сорту Лера залежно від способу сівби»*. Вивчалися способи сівби амаранту сорту Лера. Насіння висівали з міжряддями 15 см, 30 см, 45 см та 60 см. Норма висіву була однаковою – 0,4 млн/га (40 насінин/м²). Рівень мінерального живлення – $N_{160}P_{60}K_{120}$. Сівбу проводили в третій декаді квітня – на початку травня. Облікова площа ділянок – 30 м², повторність триразова, розміщення систематичне. У досліді встановлювали елементи структури врожаю та урожайність зерна.

Дослід 8 (2021 – 2023 рр.) – *«Урожайність зерна амаранту залежно від строків сівби»*. Вивчалися такі строки сівби амаранту сорту Лера: 15 квітня,

30 квітня, 15 травня, 30 травня, 15 червня, 30 червня, 15 липня, 30 липня. Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводились у трьох повтореннях. Норма висіву насіння становила 0,4 млн/га за норми мінеральних добрив N₁₆₀P₆₀K₁₂₀. У досліді встановлювали вплив строків сівби на елементи структури та врожайність.

Дослід 9 (2021 – 2023 рр.) – *«Урожайність зеленої маси амаранту залежно від сорту та рівня удобрення»*. Вивчали чотири сорти амаранту: Студентський, Харківський 1, Лера, Поліщук за двох рівнів удобрення: контроль без застосування мінеральних добрив і за норми удобрення N₂₀₀P₈₀K₁₂₀. Загальна площа ділянки становила 30 м², облікова – 20 м². Дослідження проводились у трьох повтореннях. Строк сівби – третя декада квітня. У досліді встановлювали елементи структури врожаю, урожайність зеленої маси, урожайність сухої речовини, вміст елементів живлення в сухій масі, обсяг надходження елементів живлення в ґрунт.

Дослід 10 (2021-2023 рр.) – *«Встановлення ефективних хімічних засобів регулювання чисельності бур'янів в посівах амаранту сорту Харківський 1»*. Для вивчення у польовому досліді було взято препарати встановлені експериментальним шляхом, як найтолерантніші до амаранту серед 36 варіантів, і які забезпечили позитивні результати. Вивчали сім варіантів захисту від бур'янів: контроль (2 міжрядні обробітки, ручне прополювання), Бетанал Макс Про (фенмедіфам (60 г/га) + десмедіфам (47 г/га) + етофумезат (75 г/га) + ленацил (27 г/га) післясходовий, Штефам (фенмедіфам (320 г/га) післясходовий, Гезагард (прометрин (500 г/га) досходовий, Команд (кломазон (480 г/га) досходовий, Карібу (трифлусульфурон (500 г/га) післясходовий, Лонтрел Гранд клопіралід (750 г/га). Облікова площа 10 м², повторність досліді чотириразова. Строк сівби – третя декада квітня. Розміщення ділянок систематичне. Встановлювали рівень забур'янення, елементи структури та урожайність зерна.

Дослід 11 (2022 – 2024 рр.) – *«Урожайність зерна амаранту залежно від глибини сівби»*. Вивчали глибини загортання насіння на 1, 2, 3, 4 та 5 см. Після вирівнювання і прикочування на поверхні ґрунту маркером робили борозенки відповідної глибини завдовжки 2,22 м, в яких вручну рівномірно розміщували по 90 насінин амаранту. Ширина міжрядь становила 45 см. З розрахунку на 1 га висівали 0,4 млн/га насіння сорту Харківський 1. Насіння в борозенках присипали вологим шаром ґрунту до рівня поверхні. Облікова площа ділянки становила 4,5 м² за чотириразової повторності. Розміщення ділянок систематизоване. Строк сівби – третя декада квітня. Досліджували елементи структури врожаю та урожайність зерна.

Дослід 12 (2022 – 2024 рр.) – *«Ефективність захисту посівів амаранту від хвороб»*. Вивчали наступні фунгіциди: Абакус, 12,5 % с.е., Аканто Плюс, 28 % к.с., Амістар Екстра, 28 % к.с., Квадріс Топ, 32,5 % к.с., Медісон, 26,3 % к.с. Встановлювали ефективність препаратів та рівень урожайності амаранту. Облікова площа дослідної ділянки становила 30 м². Повторність досліді — триразова. Розміщення ділянок — систематичне. Строк сівби – третя декада квітня. Сорт – Харківський 1. Обприскування проводили ранцевим оприскувачем з розрахунку витрати 200 л/га робочої рідини на 1 га. Обліки ураження рослин збудниками хвороб проводили фазі бутонізації рослин амаранту, за перших проявів: перед

обприскуванням, на 3-й, 7-й і 15-й день після обприскування фунгіцидами, використовуючи 5-бальну шкалу. Рівень удобрення – $N_{160}P_{60}K_{120}$. Сіяли широкорядковим способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см у другій декаді квітня у всі роки досліджень.

Дослід 13 (2022 – 2024 рр.) – *«Захист посівів амаранту сорту Харківський 1 від шкідників»*. Вивчали наступні інсектициди: Енжіо 24,7 % к. с., Актара 2,5 % в. г., Бі 58-новий 40 % к. е., Децис-флюкс 25 % к. е., Ф'юрі 10 % в. е. Облікова площа дослідної ділянки становила 30 м². Повторність досліду — триразова. Розміщення ділянок — систематичне. Строк сівби – третя декада квітня. Проти хрестоцвітих блішок обробляли інсектицидами у фазі сходів на початку заселення шкідниками. Обприскування інсектицидами проти попелиць проводили у фазі 6-8 листків, за перших ознак заселення шкідниками. Встановлювали ефективність інсектицидів та їх вплив на формування рівня урожайності зерна амаранту.

Дослід 14 (2022 – 2024 рр.) – *«Захист посівів амаранту сорту Харківський 1 від рудого іспанського слимака (Arion lusitanicus)»*. Вивчали наступні молюскоциди: Slimax 04GB і Mesuroл Alimax 02RB. Встановлювалась ефективність молюскоцидів для захисту рослин амаранту сорту Харківський 1 від пошкодження рудим іспанським слимаком (*Arion lusitanicus*). Облікова площа дослідної ділянки становила 30 м². Повторність досліду — триразова. Розміщення ділянок — систематичне. Строк сівби – третя декада квітня. Вносили препарати за першої появи слимаків, їх сріблястих слідів та наявності пошкоджень рослин.

Попередником амаранту була озима пшениця. Після збирання попередника поле дискували і в жовтні проводили зяблеву оранку. Навесні обробіток ґрунту полягав у закритті вологи, 2 культивацій та передпосівного обробітку ґрунту за допомогою комбінованого знаряддя Компактор. Вносили мінеральні добрива згідно схеми досліду. Фосфорні та калійні добрива вносили восени під оранку, азотні – навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Сіяли широкорядним способом з міжряддями 45 см на глибину 1 см. Використовували Сівалку Хорш Пронто 4 ДС. Для боротьби з бур'янами використовували міжрядні обробітки та гербіцид Фюзилад Форте 150 ЕС к. е. (1,0 л/га). Скошування амаранту проводили у фазі повної стиглості насіння в нижній і середній частинах волоті, після підсихання амарант обмолочували.

Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу України, впродовж 2019 – 2024 років, відповідно до загальноприйнятих методик. Лабораторні дослідження амаранту проводили відповідно ДСТУ 7213:2011 (Зерно амаранту. Технічні умови) в якому вказано методи контролювання якості зерна призначеного для використання на продовольчі та непродовольчі потреби.

Перед закладанням польових дослідів відбирались зразки ґрунту і визначався вміст у шарі 0-20 см: легкогідролізованого азоту за Тюріним-Коновою, рухомих форм фосфору і калію за Чириковим, вміст гумусу за Тюріним, рН – потенціометричним методом. Лабораторні дослідження ґрунтових проб на вміст важких металів проводилися за допомогою буферної амонійно-ацетатної витяжки з рН 4,8, використовуючи метод атомно-абсорбційної спектроскопії відповідно до чинних нормативних документів: цинк – ДСТУ 4770.2:2007; кадмій – ДСТУ 4770.3:2007; мідь – ДСТУ 4770.6:2007.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводились з встановленням фази сходів (ВВСН 10), бутонізації (ВВСН 59), цвітіння (ВВСН 65), дозрівання (ВВСН 85), за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (Київ, 2000). Польову схожість, густоту рослин перед збиранням визначали на закріплених ділянках площею 1 м². Відбір рослинних зразків амаранту проводили у фазі викидання волоті під час обліку врожаю з подальшим визначенням вмісту вологи та сухої речовини термогравіметричним методом (ДСТУ ISO 6496:2005).

Відбір снопового матеріалу проводили за один-два дні до початку збирання врожаю з площі 0,25 м² у чотирьох місцях ділянки. Структурний аналіз урожаю проводився за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Проби зерна амаранту відбирали для лабораторних аналізів згідно ДСТУ ISO 13690:2003. Натуру зерна визначали за допомогою літрової пурки (ДСТУ 4233:2003). Для визначення маси 1000 зерен дві проби по 500 зерен зважували згідно з методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні (Київ, 2001).

Облік урожаю зерна проводили методом поділянкового обмолоту амаранту комбайном Сампо 500 з наступною очисткою зерна і перерахунком на 100 % чистоту та 14 % вологисть.

Вміст загального азоту, фосфору і калію в зерні амаранту визначали в одній наважці після мокрого озолення за Гінзбургом з наступним визначанням: азоту – за К'ельдалем (ДСТУ ISO 5983:2003), фосфору – спектрометричним методом (ДСТУ ISO 6491:2004), калію – на полум'яному фотометрі (ДСТУ ISO 7485:2003).

Вміст жирних кислот визначали методом рідинної хроматографії на аналізаторі Хромос-301; вміст білку – методом К'ельдаля (ДСТУ ISO 5983:2003), вміст крохмалю – поляриметричним методом (за Еверсом), вміст амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339, вуглеводів – за допомогою цукроміра.

Аналіз складу сухої речовини зерна за такими показниками: вміст сирого протеїну за методом К'ельдаля або збір білку з одиниці площі.

Загальний вміст олії в зерні амаранту визначали за масою сухого знежиреного залишку з використанням стандартизованого еталонного методу в апараті Сокслета шляхом екстракції на водяній бані протягом 8-10 год. Як органічний розчинник застосовували петролейний ефір з температурою кипіння 40–65°C (ДСТУ 7577:2014). Кількісну оцінку спектра жирних кислот проводили методом нормування площин піків етилованих похідних та визначали їхній склад у відсотках (ГОСТ 30418-96). Вміст сквалену визначали газохроматографічним методом (ДСТУ ISO 6799-2002).

Підготовка рослинних зразків амаранту для аналізу на вміст важких металів проводилася за методом сухої мінералізації відповідно до стандартів ДСТУ 7670:2014 та ДСТУ 8123:2015. Масову концентрацію важких металів у продукції амаранту визначали за допомогою атомно-абсорбційного методу на спектрофотометрі С115-1М відповідно до ГОСТ 30178-96. Визначення вмісту радіонуклідів за ДСТУ ISO 18589-3:2009.

Облік забур'яненості проводили в третій декаді липня в період формування найбільшої маси бур'янів. Характер забур'янення посіву визначали співвідношення між головними біологічними групами бур'янів, а ступінь забур'янення – кількість бур'янів (шт/м²) і їх маса (г/м²). Посіви амаранту обстежували на заселеність шкідниками в умовах дослідного поля за загальноприйнятими методиками. Проти хрестоцвітих блішок обробляли посіви інсектицидами у фазі сходів на початку заселення шкідниками. Обприскування інсектицидами проти попелиць проводили у фазі 6-8 листків, на початку заселення. Застосування препаратів проти слимаків проводили у вечірні години, шляхом розсівання. Обліки та ефективність дії препарату визначали методом аналізу поверхневого шару ґрунту (0-5 см) у радіусі 20 см навколо рослин, які вони пошкоджують, та підрахунком чисельності та ступеня пошкодження рослин за 100-бальною системою. Для обліку заселення попелиці використовували 6-бальну шкалу.

Обліки ураження рослин збудниками хвороб проводили у фазі бутонізації рослин амаранту: за перших проявів, перед обприскуванням, на 3-й, 7-й і 15-й день після обприскування фунгіцидами, використовуючи 5-бальну шкалу.

Економічну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування амаранту оцінювали за загальноприйнятою методикою – за витратами на 1 га, прибутком, собівартістю 1 ц зерна і рівнем рентабельності.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Excel і «Statistica 13.0». Статистична обробка даних проводили дисперсійним аналізом (ANOVA) за допомогою програми «Statistica 13.0». Якісну оцінку коефіцієнтів кореляції проводили за шкалою Чеддока. В залежності від значень коефіцієнта кореляції зв'язок може мати такі оцінки: 0,1-0,3 – слабкий; 0,3-0,5 – помітний; 0,5-0,7 – помірний; 0,7-0,9 – високий; 0,9-1,0 – вельми високий.

ВПЛИВ ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН АМАРАНТУ

Вплив гідротермічних умов на проходження фаз вегетації сортів амаранту залежно від норм добрив. Тривалість вегетаційного періоду визначалася сортовими особливостями досліджуваних сортів амаранту. На тривалість періоду сівба-сходи сильно впливали погодні умови в роки досліджень. Тривалість наступних фаз вегетації амаранту змінювалось залежно від норм внесення мінеральних добрив і сортових особливостей досліджуваних сортів. Вищі норми добрив, особливо азотні, подовжували вегетацію. Тривалість вегетації збільшувалась залежно від норми добрив на 2 – 20 днів, у сорту Лера, і на 2 – 15 днів у сорту Ультра. Тривалість вегетації у 2023 році сорту Ультра була подовжена відносно 2022 року, на що вплинули надмірні опади у липні (120 мм), а підвищена температура серпня (20,9°C) і вересня (17,1°C) пришвидшили дозрівання сорту Лера на 2-4 дні відносно 2022 року. Встановлено, що у сорту Лера ростові процеси не припинялися після дозрівання насіння, тоді як у сорту Ультра вегетативна маса досягала фізіологічної стиглості одночасно з зерном.

Визначення оптимальних параметрів елементів технології вирощування для польової схожості насіння амаранту. Використання удобрення мінеральними

добривами негативно впливало на польову схожість насіння амаранту ($r = -0,99$). Із збільшенням норми добрив польова схожість насіння амаранту пропорційно знижувалася. За найвищої норми добрив $N_{200}P_{80}K_{160}$ показник польової схожості знизився відносно контрольного варіанту на 7 % і становив 45 %.

Збільшення норми висіву призводило до зниження польової схожості амаранту. Найменша норма висіву – 0,2 млн/га, забезпечила найвищий показник польової схожості по досліді – 70 %. За висівання насіння амаранту у нормі 1,2 млн/га польова схожість була найменшою і становила 60 %, або знизилась на 10 %.

Найкращі кліматичні умови для швидких та дружніх сходів насіння амаранту були у літні місяці, оскільки тепловий режим і кількість вологи були оптимальними. Встановлено, що показник польової схожості зростав із підвищенням температури повітря ($r = 0,95$). Показник польової схожості у червні – липні був у межах 73-76 %, і найменшим – 58 та 60 % у квітневій строці сівби.

Оптимальні умови для одержання високої польової схожості на рівні 74 % та 79 % створюються за сівби на 1 см та 2 см. У випадку пересихання верхнього шару ґрунту доцільною є сівба амаранту на глибину 3 см. Сівба глибше 3 см в умовах достатнього зволоження Західного Лісостепу України призводила до різкого зниження польової схожості насіння.

Виживаність рослин амаранту залежно від досліджуваних факторів. Найсприятливіші умови росту і розвитку для рослин амаранту сорту Харківський 1 склалися за норми мінеральних добрив $N_{120}P_{40}K_{80}$, за якої виживаність становила 57 % та густота рослин на час збирання – 20 шт/м². Подальше збільшення рівня удобрення призводило до зниження густоти рослин і нижчої виживаності.

Виживання рослин за вегетаційний період більше змінювалось під впливом норм висіву, ніж польова схожість. Густота рослин амаранту на 1 м² зростала із збільшенням норми висіву. Найщільніший посів було сформовано за найбільшої норми висіву 1,2 млн/га схожих насінин. Проте, внутривидова конкуренція рослин в більш загущених посівах призвела до загибелі значної частини рослин. Встановлено стійке зниження виживаності рослин із збільшенням норми висіву насіння амаранту ($r = -0,97$). Найкращу виживаність 86 % одержали за норми висіву 0,2 млн/га схожих насінин. Густота рослин перед збиранням за норми висіву 0,2 млн/га становила 14 рослин/м², а за висіву 1,2 млн/га збільшилась лише до 32 рослин/м², або на 18 рослин/м².

Строки сівби впливали на виживаність рослин амаранту впродовж періоду вегетації. Найбільшу виживаність було отримано за сівби у червні і липні, показник виживання зріс до 88–90 %, що є на 13 – 15 % вище відносно строку 15 квітня.

Встановлено, що збільшення глибини сівби насіння негативно впливало на формування густоти рослин амаранту на час збирання врожаю. Найоптимальнішим параметром глибини сівби насіння амаранту є 2 см, за якого отримано найщільніший посів – 28 рослин/м².

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

Формування елементів структури врожаю амаранту залежно від сортових особливостей та погодних умов. Аналіз елементів структури врожаю досліджуваних сортів амаранту показує, що достатня кількість опадів забезпечила добрий вегетативний ріст. Найбільша висота рослин була в сорту Сем (207,4 см). Добрим ростом відзначалися і найурожайніші сорти: у Харківського 1 висота рослин становила 193,6 см, у сорту Лера – 195,3 см. Довжина волоті була найбільша у сорту Ультра, проте цей сорт був найменш урожайним, тоді як у сорту Харківський 1 довжина волоті була однією з найкоротших, а урожайність найвищою по досліді, що є зумовлено ботаніко-морфологічними особливостями та потенціалом урожайності сортів (табл. 1).

Таблиця 1.

Елементи структури врожаю сортів амаранту, середнє 2019 – 2021 рр.

№ п/п	Сорт	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин	Кількість рослин на м ² на час збирання
1	Студентський	192,0	49,2	12,4	0,76	20
2	Харківський 1	193,6	54,5	19,2	0,88	21
3	Лера	195,3	61,0	16,4	0,76	20
4	Ультра	131,5	69,4	11,0	0,78	18
5	Ацтек	171,2	55,2	11,5	0,74	19
6	Сем	207,4	60,3	15,2	0,75	18
7	Поліщук	170,0	64,7	11,6	0,85	19

Маса 1000 насінин коливалась у межах 0,74 – 0,88 г. Найкрупніше зерно було в сорту Харківський 1, що й забезпечило цьому сорту найвищу врожайність. Кількість рослин на м² на час збирання врожаю змінювалась у вузькому діапазоні, від 18 рослин до 21 рослини. Збільшення маси насіння з однієї рослини від 10 до 19 г призводило до значного зростання врожайності. Цей фактор має більший вплив на врожайність порівняно з густотою рослин.

Вивчення елементів структури врожаю показало, що висота рослини мала позитивний вплив ($r = 0,63$) на рівень урожайності зерна амаранту, тоді як між довжиною волоті та урожайністю спостерігався зворотній зв'язок середньої сили ($r = -0,36$). Маса 1000 насінин у сортів амаранту коливалась в межах 0,74 – 0,88 г. Найбільший вплив на врожайність мала маса насіння з рослини ($r = 0,99$). Найвища врожайність амаранту у сорту Харківський 1 формувалась за такого співвідношення основних елементів структури врожаю: кількість рослин – 21 р/м² та маса насіння з рослини – 19,2 г.

Кліматичні умови в роки проведення досліджень впливали на формування біометричних елементів структури врожаю сортів амаранту. Зокрема, встановлено прямий вплив кількості опадів на формування висоти стебла рослин ($r = 0,70... r = 0,84$), на довжину волоті ($r = 0,54... r = 0,77$); і сильний зворотний вплив на

формування маси насіння однієї рослини ($r = -0,83 \dots r = -0,92$). Встановлена пряма залежність різної сили впливу між температурним режимом та висотою рослин ($r = 0,17 \dots r = 0,39$); формуванням довжини волоті ($r = 0,30 \dots r = 0,57$); і масою зерна з 1 рослини ($r = 0,72 \dots r = 0,84$).

Формування елементів структури врожаю амаранту залежно від сортових особливостей та норм висіву. Важливим показником структури врожаю є маса насіння з однієї рослини. Вона змінювалась у значному діапазоні як під впливом норми висіву, так і сорту. Індивідуальна продуктивність однієї рослини амаранту була найвищою за меншої щільності рослин на одиниці площі, де залежно від сорту становила 17,6 – 34,0 г. Високим цей показник залишався також за норми висіву 0,4 млн/га – 11,0 – 23,1 г. За збільшення норми висіву маса насіння з рослини зменшувалась і найнижчою була на варіанті з висівом 1,2 млн/га – 7,7 – 12,5 г. Маса насіння з рослини має прямий кореляційний зв'язок з урожайністю, $r = 0,99$. Спільний вплив сорту і норми висіву виявився досить сильним, множинний коефіцієнт кореляції становив $R = 0,84$.

Найвищий рівень урожайності зерна сортів амаранту формувалася за різних показників структури врожаю. У сорту Харківський 1 оптимальним їх поєднанням було 20 рослин/м² та маса насіння з рослини 23,1 г (табл. 2).

Таблиця 2.

Оптимальні елементи структури для формування найвищої врожайності сортів амаранту, середнє за 2020-2022 рр.

Сорт	Найвища врожайність, т/га	Норма висіву, насінин/м ²	Кількість рослин на м ² перед збиранням, шт	Маса насіння з рослини, г
Ультра (контроль)	2,78	100	34	8,2
Харківський 1	4,63	40	20	23,1
Ацтек	3,00	80	29	10,3
Лера	3,95	40	20	19,7
Сем	3,61	60	26	13,9
Студентський	3,18	60	27	11,8

За такої ж густоти рослин і дещо меншої маси насіння з рослин (19,7 г) одержано найбільшу врожайність у сорту Лера. Інші сорти найвищу врожайність формували за вищої густоти рослин і меншої їх індивідуальної продуктивності. Так, у сортів Ацтек та Ультра оптимальне поєднання густоти рослин і маси зерна з рослини було на рівні 29 рослин/м² та 10,3 г і 34 рослин/м² та 8,2 г відповідно. Необхідно відмітити, що за такої структури врожаю, з більшою густотою рослин, формувалась нижча урожайність зерна. Маса 1000 насінин амаранту більше змінювалась під впливом сорту (0,14 г), ніж під впливом норми висіву (0,04 г). Найвищою вона була у найурожайнішого сорту Харківський 1, де залежно від норми висіву коливалась у межах 0,86 – 0,92 г. В середньому по досліді, збільшення норми висіву до 1,2 млн/га призводило до зменшення маси 1000 насінин до 0,79г, тоді як за норми висіву 0,2 млн/га вона становила 0,83 г.

Елементи структури врожаю амаранту залежно від глибини сівби. Найвищу біологічну врожайність (3,88 т/га) амаранту сорту Харківський 1

забезпечила глибина сівби 2 см. Таку урожайність одержано за густоти рослин 28 шт/м², довжини волоті 65 см, маси насіння з рослини 14,4 г, маси 1000 насінин 0,84 г. Подальше збільшення глибини загортання насіння амаранту до 4-5 см негативно вплинуло на показники елементів структури врожаю та призвело до зниження врожайності. Це можна пояснити тривалішим проростанням, запізненням зі появою сходів порівняно з мілкою сівбою на 7-10 днів і більше. Рослини, які зійшли пізніше, відставали в рості впродовж вегетації.

Вплив строків сівби на формування елементів структури врожаю амаранту. Висота рослин за ранніх строків сівби у квітні-травні коливалась в межах 190–198 см. Найбільша довжина волоті відзначалася у високорослих рослин і за сівби 30 квітня вона становила 65 см. За сівби в липні волоть формувалась значно менша. Маса насіння з рослини знижувалась із пізнішими строками сівби ($r = -0,96$). За сівби 30 квітня рослини мали найкращі умови для формування високоврожайних посівів. Так, маса насіння з рослини на цьому варіанті була найвища і становила 21 г. Високою вона залишається також за сівби 15 квітня та 15 травня. Пізні строки сівби амаранту у червні та липні не забезпечували формування належного рівня врожайності: маса насіння з рослини була дуже низька – 3–6 г.

Маса 1000 насінин теж була більша на варіантах з тривалішою вегетацією ($r = -0,89$). За сівби у період 15 квітня – 15 травня маса 1000 насінин найвища і становила 0,82–0,89 г. За літніх строків сівби формується щупле, дуже дрібне зерно. Пізніші строки сівби негативно впливали на формування елементів структури врожаю амаранту сорту Лера. А за сівби 15 та 30 липня в умовах Лісостепу західного зерно не формувалось жодного року.

Елементи структури врожаю амаранту залежно від способів сівби. Найвищі показники густоти рослин (23-24 р/м²), довжини волоті (68 см), маси 1000 зерен (0,90-0,92 г) та біологічна урожайність (4,06-4,09 т/га) зерна амаранту сорту Лера формувались за сівби з шириною міжрядь 15 см і 30 см. Густота рослин перед збиранням була в межах 22-24 рослини/м² і мало залежала від способу сівби. За сівби з вузькими міжряддями рослини розміщувались більш рівномірно на площі та в рядках. Найбільша маса насіння з однієї рослини (17,8 г) спостерігалась при сівбі з міжряддями 45 см.

Вплив рівнів удобрення на параметри показників структури врожаю амаранту. На всіх варіантах формувались високі рослини, що пояснюється достатнім забезпеченням вологою в роки проведення досліджень. На варіантах з більшими нормами добрив рослини мали більшу висоту, за внесення N₂₀₀P₈₀K₁₆₀ за висотою рослини переважали контроль на 61,1 см. Добрива вплинули не лише на ростові процеси, а й зумовили позитивні зміни між морфологічними органами рослин. Довжина волоті збільшилась на 9,4 – 39,2 см залежно від норми добрив. На масу насіння з рослини амаранту норми добрив мали визначальний вплив ($r = 0,99$), яка змінювалась у широкому діапазоні. Так, на варіанті без добрив вона становила 12,9 г, а за внесення максимальної норми добрив (N₂₀₀P₈₀K₁₆₀) зросла більше ніж у два рази – до 27,8 г, або більше на 14,9 г. Маса 1000 насінин теж зростала на вищих фонах добрив до 0,91 г, на контролі вона була найменшою (0,86 г) (табл. 3.).

Таблиця 3.

Елементи структури урожаю амаранту сорту Харківський 1 залежно від рівня удобрення, середнє за 2019-2021рр.

Норми добрив	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Кількість рослин на м ² на час збирання
Контроль	147,1	32,2	12,9	0,86	18
N ₄₀ P ₂₀ K ₄₀	175,3	41,6	15,8	0,87	19
N ₈₀ P ₄₀ K ₈₀	188,2	49,1	17,8	0,88	20
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₈₀	193,1	54,1	19,9	0,88	20
N ₁₆₀ P ₈₀ K ₁₂₀	199,4	59,3	23,8	0,89	19
N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀	208,0	71,7	27,0	0,90	18
N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₆₀	208,2	71,4	27,8	0,91	18

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено дуже сильний прямий зв'язок між рівнями удобрення та показниками структури урожаю (табл. 4.).

Таблиця 4.

Кореляційно-регресійна залежність між елементами структури врожайності амаранту сорту Харківський 1 (Y) і рівнем удобрення (X)

Показник (Y)	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації, %
Довжина волоті, см	$Y = -866,4 + 8,8071X$	0,99	0,71
Висота рослини, см	$Y = -786,2 + 9,2821X$	0,93	0,86
Маса насіння 1 рослини, г	$Y = -253,4 + 2,6107X$	0,99	0,98
Маса 1000 насінин	$Y = 0,05929 + 0,00786X$	0,99	0,98

УРОЖАЙНІСТЬ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вплив сортових особливостей амаранту на врожайність зерна в умовах Лісостепу західного. Урожайність зерна амаранту змінювалась залежно від гідротермічних умов року (табл. 5.).

Таблиця 5.

Урожайність зерна амаранту залежно від сорту, т/га*

Сорти	Роки			Середнє	Приріст урожаю	
	2019	2020	2021		т/га	%
Ультра (контроль)	2,08	1,37	2,46	1,97	-	-
Студентський	2,51	2,22	2,62	2,45	0,48	24,4
Харківський 1	4,11	3,67	4,35	4,03	2,06	104,6
Лера	3,32	3,08	3,44	3,28	1,31	66,5
Ацтек	2,33	1,68	2,56	2,19	0,22	11,2
Сем	2,93	2,31	2,98	2,74	0,77	39,1
Поліщук	2,39	1,71	2,53	2,21	0,24	12,2
НІР ₀₅	0,15	0,16	0,19			

* за рівня мінерального удобрення N₁₂₀P₈₀K₁₂₀

У 2019 році урожайність було нижчою порівняно з 2021 роком і коливалась залежно від сорту в межах 2,08 – 4,11 т/га. Зменшення урожайності амаранту у 2019 році пояснюється специфічними гідротермічними умовами. Найнижчою урожайність зерна у всіх досліджуваних сортів була у 2020 році і коливалась в межах 1,37 – 3,67 т/га. Причиною зниження врожайності у 2020 році, як і в 2019 році, було надмірна кількість опадів. Найбільш сприятливими для формування врожайності зерна амаранту були гідротермічні умови 2021 року. Урожайність залежно від сорту змінювалась у межах 2,46–4,35 т/га. Кореляційно – регресійний аналіз показав, що кількість опадів за період вегетації впливала на урожайність зерна всіх досліджуваних сортів амаранту. Було виявлено помітний зворотній зв'язок: для сортів Харківський 1, Ультра і Лера коефіцієнт кореляції становив $r = -0,48$, $r = -0,49$, $r = -0,50$, і помірний для сортів Студентський, Ацтек, Поліщук і Сем відповідно $r = -0,52$, $r = -0,53$, $r = -0,55$, $r = -0,57$. Зворотний зв'язок між температурним режимом і урожайністю сортів амаранту був слабким – $r = -0,02$... $-0,19$.

У середньому за три роки серед сортів амаранту найменшу врожайність зерна одержали у сорту Ультра – 1,97 т/га. Низька врожайність була також у сорту Ацтек – 2,19 т/га, що вище ніж у сорту Ультра на 0,22 т/га (11,2 %). Майже на такому ж рівні сформувалась урожайність зерна у сорту Поліщук – 2,21 т/га, або більше від сорту Ультра на 0,24 т/га (12,2 %). У сорту Студентський урожайність становила 2,45 т/га, тобто вище від сорту Ультра на 0,48 т/га (24,4 %). Сорт Сем за врожайності 2,74 т/га перевищив сорт Ультра на 0,77 т/га (39,1 %). У результаті досліджень встановлено, що найвищу врожайність у середньому за три роки формували сорти Харківський 1 та Лера. У сорту Лера врожайність становила 3,28 т/га, що більше порівняно з сортом Ультра на 1,31 т/га (66,5 %). Найвищу врожайність одержано у сорту Харківський 1, яка становила 4,03 т/га, або вище ніж у сорту Ультра на 2,06 т/га (104,6 %). Порівняно з сортом Лера приріст урожайності у сорту Харківський 1 становить 0,75 т/га або 22,9 %.

Мінеральне удобрення як основа формування високоврожайних посівів амаранту. Встановлено, що застосування мінеральних добрив забезпечувало значний приріст урожайності. (табл. 6.).

Таблиця 6.

Урожайність зерна амаранту сорту Харківський 1 залежно від норм добрив, т/га

Норма добрив	Роки			Середнє за роки	Приріст до контролю	Приріст до попереднього варіанту
	2019	2020	2021			
Контроль	2,40	2,01	2,52	2,31	-	-
N ₄₀ P ₂₀ K ₄₀	3,11	2,60	3,23	2,98	0,67	0,67
N ₈₀ P ₄₀ K ₈₀	3,56	3,21	3,85	3,54	1,23	0,56
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₈₀	3,93	3,67	4,25	3,95	1,64	0,41
N ₁₆₀ P ₈₀ K ₁₂₀	4,60	4,20	4,70	4,50	2,19	0,55
N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₂₀	4,87	4,62	5,03	4,84	2,53	0,34
N ₂₀₀ P ₈₀ K ₁₆₀	4,88	4,71	5,05	4,88	2,57	0,04
НІР ₀₅	0,15	0,08	0,07			

На контролі рівень врожайності становив 2,31 т/га, а за найвищої норми добрив зріс на 2,57 т/га до рівня 4,88 т/га, тобто більш ніж у два рази. Найефективнішими мінеральні добрива були на варіантах із нормами $N_{40}P_{20}K_{40}$ і $N_{80}P_{40}K_{80}$, про що свідчить найвищий приріст урожайності (0,67 і 0,56 т/га), відносно попереднього варіанту, зафіксований при пропорційному підвищенні норми добрив.

Найбільший вплив на урожайність мали азотні добрива. Внесення додатково N_{40} на варіантах з нормою добрив $N_{120}P_{40}K_{80}$ та $N_{200}P_{80}K_{120}$ призвело до подальшого зростання рівня врожайності на 0,41 т/га та 0,34 т/га порівняно з попередніми варіантами. Тоді як підвищення норми калійних добрив на K_{40} на останньому варіанті не забезпечувало істотного (0,04 т/га) приросту урожайності.

Площина регресії (рис. 3) демонструє синергетичний ефект обох факторів – для досягнення максимальної врожайності амаранту важливо забезпечити як оптимальну температуру, так і відповідний рівень удобрення. Проектується зростання врожайності зерна амаранту із підвищенням рівня удобрення та середньорічного показника температурного режиму.

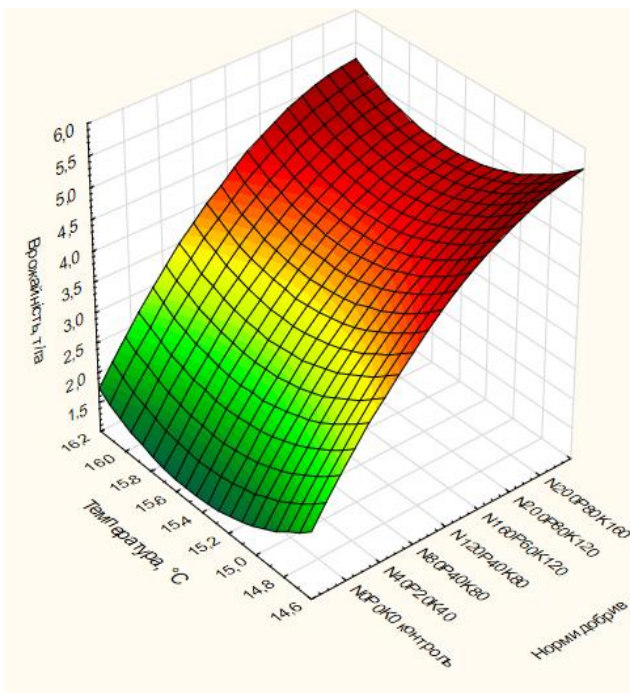


Рис. 3. Просторова 3Д модель регресії впливу температурного режиму (°C) і норм добрив на рівень урожайності (т/га) амаранту сорту Харківський 1 за отриманими експериментальними даними.

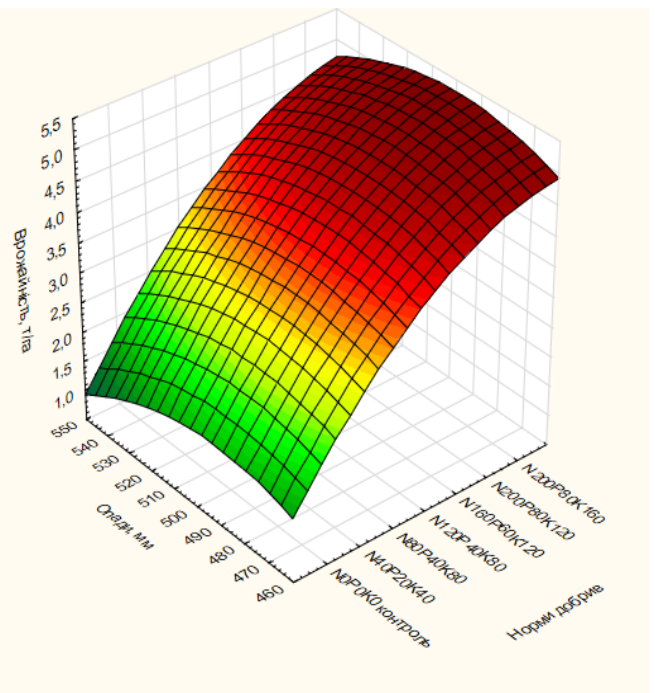


Рис. 4. Просторова 3Д модель регресії впливу кількості опадів (мм) і норм добрив на рівень урожайності (т/га) амаранту сорту Харківський 1 за отриманими експериментальними даними.

Залежність рівня врожайності від температурного режиму та норми добрив можна описати рівнянням регресії: $Y = -40,7943 + 0,4425 X_1 - 0,0889 X_2$; де Y – врожайність сорту Харківський 1, т/га; X_1 – норми добрив; X_2 – середньорічний показник температурного режиму за період вегетації, °C; коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,91$.

Врожайність амаранту суттєво зростала зі збільшенням кількості опадів та норми удобрення, що демонструє підйом поверхні площини (рис. 4). Дану залежність можна описати рівнянням регресії: $Y = -39,4611 + 0,4425 X_1 - 0,0054 X_2$; де Y – врожайність сорту Харківський 1, т/га; X_1 – норми добрив; X_2 – кількість опадів за період вегетації, мм; коефіцієнт детермінації: $R^2 = 0,94$. Графік чітко демонструє, що для досягнення високої врожайності зерна амаранту необхідно достатню кількість вологи (опадів) у поєднанні з відповідним рівнем мінерального живлення. Ці два фактори працюють у синергії, забезпечуючи найкращі результати при їх оптимальному поєднанні.

Вплив норми висіву насіння на врожайність сортів амаранту. Сортіві особливості амаранту мали значний вплив на врожайність зерна. Так, найвищу врожайність забезпечив сорт Харківський 1, і залежно від норми висіву вона становила 4,63 – 4,14 т/га (табл. 7).

Таблиця 7.

Урожайність амаранту залежно від сорту і норми висіву, т/га, середнє за 2020-2022 рр.

Сорт	Норма висіву, млн/га схожих насінин						Середнє за сортами
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2 (контроль)	
Ультра (контроль)	2,46	2,54	2,63	2,73	2,78	2,70	2,64
Харківський 1	4,42	4,63	4,55	4,42	4,26	4,14	4,40
Ацтек	2,66	2,78	2,92	3,00	2,91	2,83	2,85
Лера	3,72	3,95	3,90	3,78	3,70	3,58	3,77
Сем	3,31	3,48	3,61	3,60	3,47	3,28	3,46
Студентський	3,03	3,12	3,18	3,08	3,01	2,90	3,05
Середнє за нормами висіву	3,27	3,42	3,46	3,43	3,35	3,24	

НІР₀₅ 2020 р. – А – 0,07
В – 0,07
АВ – 0,18

2021 р. – А – 0,08
В – 0,08
АВ – 0,20

2022 р. А – 0,10
В – 0,10
АВ – 0,24

Високою залишалась урожайність зерна також у сорту Лера, в середньому за нормами висіву вона становила 3,77 т/га. У сорту Сем урожайність становила 3,46 т/га, а в сорту Студентський – 3,05 т/га. Урожайність у сортів Ацтек і Ультра була менше 3,0 т/га і становила відповідно 2,85 т/га і 2,64 т/га. Така закономірність формування урожаю у сортів була за всіх досліджуваних норм висіву.

Високорослі сорти Харківський 1 та Лера найвищий рівень урожайності формували за норми висіву 0,4 млн/га, відповідно 4,63 т/га та 3,95 т/га. Високою вона залишалась також за висіву 0,6 млн/га – 4,55 т/га та 3,90 т/га. Збільшення чи зменшення норми висіву призводило у цих двох сортів до зниження урожайності. У сорту Студентський спостерігалась подібна закономірність, лише норма висіву 0,6 млн/га забезпечувала дещо вищу продуктивність (3,18 т/га) порівняно з нормою 0,4 млн/га (3,12 т/га). Сорт Сем найвищу врожайність формував за більших норм висіву; за висіву 0,6 млн/га урожайність становила 3,61 т/га, а за норми висіву 0,8 млн/га – 3,60 т/га. Сорти з найменшою врожайністю вищу продуктивність

забезпечували за ще більших норм висіву і в ширшому їх діапазоні. Так, у сорту Ацтек урожайність була вищою за норм висіву 0,6; 0,8; 1,0 млн/га, а в сорту Ультра – за норм висіву 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 млн/га. Сорт Ультра найбільш позитивно реагував на збільшення норми висіву.

Найменша врожайність в середньому за три роки в середньому за нормами висіву була в амаранту сорту Ультра. Сорти Ацтек та Студентський забезпечили приріст урожайності порівняно з Ультра, відповідно на 0,21 т/га (8,0 %) та 0,41 т/га (15,5 %). У сорту Сем приріст урожайності становив 0,82 т/га (31,1 %). Сорти Харківський 1 та Лера переважали сорт Ультра відповідно на 1,76 т/га (66,7 %) та 1,13 т/га (42,8 %).

Оптимізація способу сівби амаранту. На врожайність зерна амаранту сорту Лера способи сівби за однієї і тієї ж норми висіву впливали мало, що пояснюється елементами структури врожаю, які незначно відрізнялися між собою на варіантах з різними способами сівби. Найменшою врожайність у середньому за три роки була за сівби з міжряддями 60 см, де вона становила лише 3,70 т/га. Найвищу врожайність одержано на варіанті з міжряддям 30 см – 3,97 т/га, що на 0,27 т/га більше порівняно з варіантом з міжряддями 60 см. Необхідно зазначити, що істотна різниця в урожайності була лише з варіантом 60 см. Порівняння способів сівби на 15 см, 30 см та 45 см показує що різниця в урожайності між ними була в межах помилки досліджень. За сівби з міжряддями 60 см і відстанню між рослинами в рядку 8 см (площа живлення 60х8 см – витягнутий прямокутник) склалися несприятливі умови через надто щільне розміщення рослин в рядку. Така густота посіву призвела до істотного зниження врожайності амаранту сорту Лера порівняно з іншими варіантами. За сівби з міжряддями 15, 30 та 45 см, де площі живлення рослин і густота їх розміщення в рядках були більш оптимальними, врожайність амаранту була майже однаковою – в діапазоні 3,92-3,97 т/га. Максимальної врожайності 3,97 т/га було досягнуто за міжряддя 30 см, після чого відбувається поступове зниження врожайності, з особливо помітним спадом при міжрядді 60 см.

Вплив строків сівби на формування урожайності амаранту. Строки сівби та гідротермічні умови року впливали на рівень урожайності зерна амаранту (табл. 8.).

Таблиця 8.

Урожайність зерна амаранту сорту Лера залежно від строків сівби, т/га.

Строки сівби	Роки			Середнє за 2021-2023 рр.
	2021	2022	2023	
15 квітня	2,94	2,98	2,75	2,89
30 квітня	3,66	3,80	3,40	3,62
15 травня	3,20	3,24	3,01	3,15
30 травня	2,55	2,57	2,32	2,48
15 червня	1,57	1,60	1,33	1,50
30 червня	0,72	0,81	0,60	0,71
15 липня	-	-	-	-
30 липня	-	-	-	-
НІР _{0,5} т/га	0,15	0,18	0,20	

Результати кореляційно – регресійного аналізу показали вельми високий зворотний вплив строків сівби на формування урожайності амаранту сорту Лера ($r = -0,94$).

Найвищу господарську врожайність зерна амаранту сорту Лера у середньому за три роки одержано за сівби 30 квітня – 3,62 т/га. Високою була також урожайність за сівби 15 травня та 15 квітня. За сівби 30 травня урожайність зерна зменшилась до 2,48 т/га, а у літні місяці формувалась дуже низька врожайність. Амарант, висіяний 15 та 30 липня жодного року не формував насіння. Оптимальні строки сівби амаранту сорту Лера в умовах Лісостепу західного припадають на 30 квітня. Допустимі строки знаходяться в діапазоні від 15 квітня до 15 травня.

Урожайність амаранту залежно від глибини сівби. У проведених дослідженнях найвища врожайність (3,88 т/га) зерна амаранту була за сівби на глибину 2 см (табл. 9).

Таблиця 9.

Урожайність амаранту сорту Харківський 1 залежно від глибини сівби, т/га

Глибина сівби, см	Роки			Середнє	Зміна врожайності	
	2022	2023	2024		т/га	%
1	3,75	3,60	3,66	3,67	-0,21	-5,4
2	3,90	3,83	3,89	3,88	-	-
3	3,47	3,42	3,52	3,47	-0,41	-10,6
4	2,40	2,30	2,41	2,37	-1,51	-38,9
5	1,67	1,55	1,63	1,62	-2,26	-58,2
НР ₀₅ , т/га	0,15	0,17	0,18			

За глибини сівби на 1 см урожайність зменшилась на 0,21 т/га. Збільшення глибини загортання насіння до 3 см призвело до зменшення урожайності зерна до 3,47 т/га, що менше від другого варіанту на 0,41 т/га. Різке падіння рівня врожайності відбулось за сівби на глибину 4 см. Порівняно з оптимальною глибиною сівби, урожайність знизилась до 2,37 т/га, або на 1,51 т/га. За сівби на 5 см формувалось лише 1,62 т/га, що менше порівняно з глибиною 2 см на 2,26 т/га. Це пояснюється різким зниженням польової схожості, пізнішою появою сходів і відставанням у рості впродовж вегетації.

Результати кореляційно – регресійного аналізу показали вельми високий зворотний вплив глибини сівби на формування урожайності амаранту сорту Харківський 1 ($r = -0,92$).

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Ефективність хімічних засобів регулювання чисельності бур'янів в посівах амаранту. В умовах достатнього зволоження Лісостепу західного щорічно виникає проблема забур'янення посівів. У проведених дослідженнях порівнювалась ефективність різних гербіцидів шляхом визначення залишкової забур'яненості. Облік проводили в третій декаді липня в період формування найбільшої маси

бур'янів. Кількість бур'янів у посівах амаранту була невелика. Найменше їх було на варіанті з використанням гербіцидів Гезагард 1,6 шт/м² і Карібу – 1,7 шт/м².

Аналіз елементів структури врожаю показує пригнічувальну дію гербіцидів на рослини амаранту. На контролі без хімічного контролю бур'янів висота рослин значно більша (220 см), порівняно з іншими варіантами. Різниця між контролем та варіантом з внесенням гербіциду Бетанал Макс Про становить 52 см. За використання відносно толерантного до амаранту гербіциду Гезагард висота рослин була теж менша на 32 см. Довжина волоті теж була найбільша на контролі (64 см), і зменшилася до 49-56 см на варіантах із застосуванням гербіцидів. Маса зерна з рослини змінюється в значному діапазоні і має сильний зв'язок з урожайністю ($r = 0,87$). Якщо на варіанті без внесення гербіцидів маса зерна становила 18 г з рослини, то при застосуванні препарату Бетанал Макс Про цей показник зменшився до 10 г внаслідок сильного гербіцидного стресу для рослин амаранту. Гербіциди негативно впливали також на масу 1000 насінин. На контролі вона становила 0,84 г, а на варіантах з проведенням хімічного способу боротьби з бур'янами знизилась до 0,68 – 0,80 г. Зменшення всіх елементів структури урожаю призвело до закономірного зниження урожайності зерна амаранту, незважаючи на те, що рівень забур'янення за внесення гербіцидів був нижчим. Це підтверджується результатами статистичного аналізу: виявлено сильний зв'язок між висотою рослин, довжиною волоті, масою 1000 насінин та урожайністю, де коефіцієнт кореляції становив $r = 0,84$, $r = 0,81$, $r = 0,76$ відповідно. За результатами проведених досліджень, найбільш толерантним до рослин амаранту виявився гербіцид Гезагард. Урожайність за його внесення становила 2,81 т/га. Найвищу врожайність (3,21 т/га) одержано на контролі без використання гербіцидів: біологічний метод боротьби з бур'янами майже не поступався за ефективністю хімічному методу, а рослини амаранту не зазнавали гербіцидного стресу.

Ефективність фунгіцидного контролю найпоширеніших хвороб рослин амаранту. Основними захворюваннями амаранту, виявленими на рослинах амаранту в проведених дослідженнях, були антракноз, альтернаріоз та фомопсидоз. Розвитку хвороб сприяли затяжні дощі та тепла погода літніх місяців у роки проведення досліджень. На час обприскування амаранту досліджуваними препаратами в фазі викидання волоті ступінь ураження рослин основними хворобами був слабким і становив: антракноз – 2,5 %, фомопсидоз – 3,0 %, альтернаріоз – 2,0 %. Застосування фунгіцидів ефективно обмежувало подальший розвиток збудників, ураження рослин на варіантах з фунгіцидними препаратами було мінімальним порівняно до контролю. Встановлено ефективність застосування фунгіцидних препаратів на початку фази бутонізації, що містять у своєму складі дві діючі речовини з групи триазолів та стробілуринів. За роки досліджень найвищу ефективність продемонстрували фунгіциди Амістар Екстра 28 % к.с. з урожайністю 3,87 т/га та приростом відносно контрольного варіанту 9,94 %, та Аканто Плюс 28 % к.с., з урожайністю 3,83 т/га з приростом 8,81 %.

Ефективність інсектицидного контролю шкідників амаранту. Встановлено, що найпоширенішими шкідниками в посівах амаранту в умовах Лісостепу західного є попелиці бобові, слимаки та хрестоцвіті блішки. Застосування інсектицидів не мало негативного впливу на розвиток рослин амаранту сорту Харківський 1. Усі

досліджувані препарати мали високу ефективність щодо захисту від попелиць та хрестоцвітих блішок. Особливо сприяли підвищенню продуктивності рослин амаранту препарати на основі тіаметоксаму, за яких спостерігалася найвища технічна ефективність на варіантах з внесенням інсектициду Енжіо 24,7 % к. с., відповідно 85,8 % та 87,6 %. Застосування препарату Актара 2,5 % в. г. забезпечило технічну ефективність на рівні 84,5 % та 86,2 %. Інсектицид Бі 58-новий 40 % к. е. знищував у посівах амаранту 83,4 % попелиць та 85,5 % хрестоцвітих блішок. Препарати Децис-фЛюкс 25 % к. е. та Ф'юрі 10 % в. е. мали дещо нижчу ефективність. Встановлено, що для знищення слимаків в агроценозах амаранту ефективним є використання моллюскоцидів з діючими речовинами метальдегід та метіокарб (меркаптодіметур) в нормі 4-5 кг/га.

Встановлено, що всі застосовані препарати забезпечили позитивний ефект у боротьбі проти попелиць та хрестоцвітих блішок на посівах амаранту сорту Харківський 1, порівняно з контрольним варіантом, де урожайність склала 3,45 т/га. Найвищі показники урожайності в роки досліджень продемонстрували препарати Енжіо 24,7 % к.с., який забезпечив 3,90 т/га та Актара 2,5 % в.г. – 3,86 т/га.

ЯКІСНИЙ СКЛАД ЗЕРНА АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

Вплив сортових особливостей амаранту на формування якісного складу зерна. За результатами наших досліджень встановлено, що найвищий вміст білку був у сортів Харківський 1 та Ацтек – відповідно 19,2 % та 19,0 % (рис. 5.).

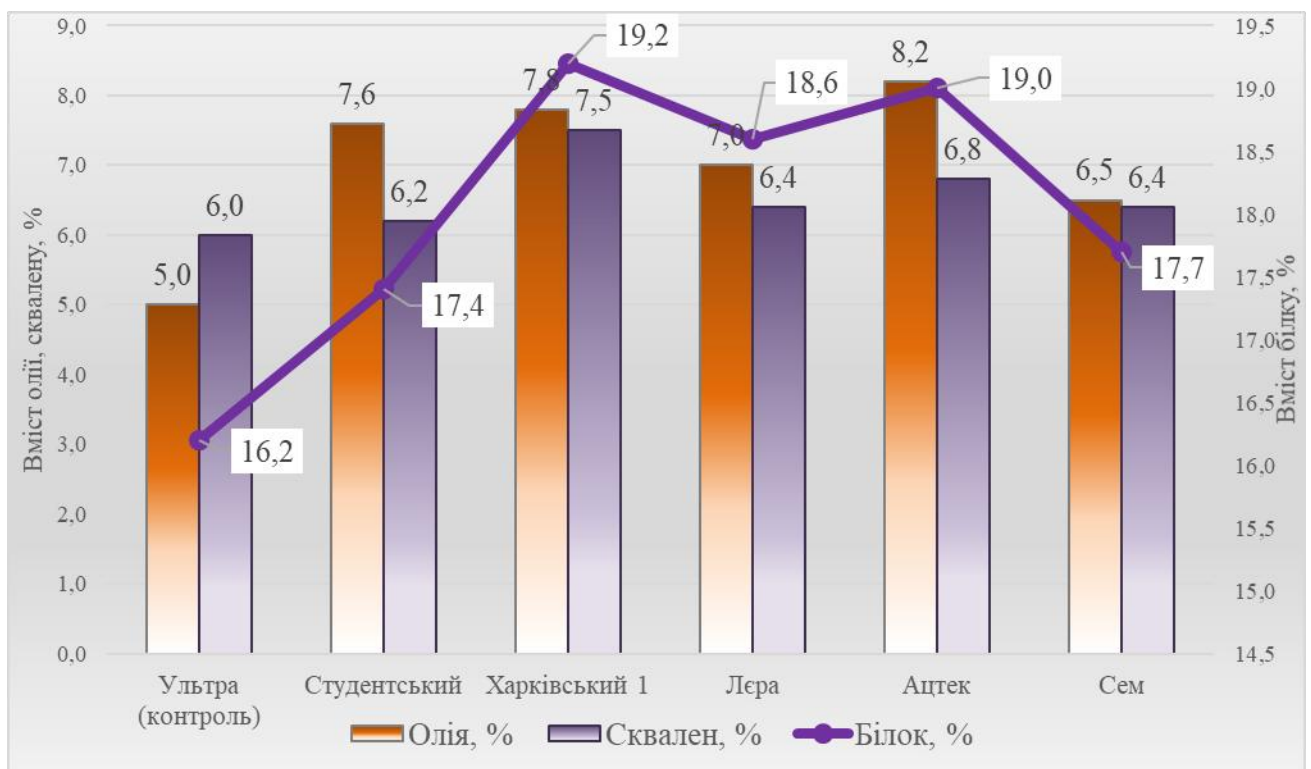


Рис. 5. Вміст білку, олії і сквалену в зерні сортів амаранту, середнє 2019 – 2021 рр.

Високий вміст білку мав також сорт Лера – 18,6 %. Найменшим вмістом білку відрізнявся сорт Ультра (16,2 % – на 3,0 % менше порівняно з сортом Харківський 1). Відносно низький вміст білку – 17,4 % та 17,7 % дослідили у сортів Студентський та Сем.

Найвищий вміст олії був у сорту Ацтек – 8,2 %. Високим він був в зерні сортів Студентський та Харківський 1, де цей показник становив, відповідно 7,6 % та 7,8 %. Найнижчий вміст олії був у сорту Ультра, лише 5,0 %, що менше на 3,2 % порівняно з сортом Ацтек.

У сорту Харківський 1 був найвищий вихід олії з 1 га завдяки високій врожайності зерна, незважаючи на те, що за вмістом олії цей сорт поступався сорту Ацтек. Найнижчим вихід олії з 1 га був у сорту Ультра – 0,10 т/га. Отже, сорт Харківський 1 є придатний для отримання найбагатшого білком та олією зерна і, одночасно, саме він був найбільш урожайним в умовах Лісостепу західного.

Вміст сквалену серед досліджуваних сортів коливався в межах 6,0-7,5 %. Найвищим вмістом 7,5 % відзначився сорт Харківський 1, а найменшим сорти Студентський та Ультра (6,2 – 6,0 %). За результатами кореляційно – регресійного аналізу встановлено, що максимальний вміст сквалену досягається при високих значеннях урожайності, вмісту білку та олійності.

Серед досліджуваних сортів, найвищий вміст вуглеводів 71,4 %, за роки досліджень, зафіксовано у сорту Ультра, який виступає як контроль у дослідженні. Найнижчий вміст вуглеводів має сорт Ацтек – 64,8 %, різниця між показником сорту Ультра та сорту Ацтек становить 6,6 %.

Вплив рівнів удобрення амаранту на формування якісного складу зерна. Під впливом мінеральних добрив вміст білку у зерні амаранту сорту Харківський 1 зростав. Якщо на варіанті без добрив він становив 16,2 %, то на фонах $N_{200}P_{80}K_{120}$ та $N_{200}P_{80}K_{160}$ істотно підвищився до 18,9 %, що на 2,7 % більше від контролю. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що підвищення норми мінеральних добрив має сильний позитивний вплив на вміст білку.

Уміст олії менше залежав від норми добрив і змінювався в інтервалі від 7,5 до 8,0 %. За збільшення норми добрив до $N_{200}P_{80}K_{160}$ її вміст істотно підвищився до 8,0 %, або на 0,5 % порівняно з варіантом без добрив.

Встановлено чітку обернену залежність між урожайністю амаранту і натурою зерна. Натура зерна, або маса зерна об'ємом 1 літр, була найвищою (790 г/л) на варіанті без добрив, де насіння було дрібніше з масою 1000 насінин 0,86 г. Найнижчою вона була за внесення $N_{200}P_{80}K_{120}$ та $N_{200}P_{80}K_{160}$, де становила 755 г/л та 750 г/л з масою 1000 насінин 0,90 та 0,91 г відповідно.

Застосування мінерального удобрення негативно впливало на вміст крохмалю. Найвищий був вміст крохмалю на варіанті без добрив (67,4 %). За внесення $N_{200}P_{80}K_{120}$ та $N_{200}P_{80}K_{160}$ частка крохмалю в зерні зменшувалася до 64,8 %.

Вміст жирних кислот в олії сортів амаранту. Всі сорти амаранту мали найвищий вміст лінолевої кислоти (40,2-51,8 %), олеїнової (25,6-37,1 %) та пальмітинової (17,6-19,2 %). Аналіз вмісту жирних кислот в олії амаранту показав, що сорт має значний вплив на цей показник. Серед сортів вищий вміст лінолевої кислоти був у сортів Ацтек (51,8 %), Ультра (49,6 %) та Лера (47,1 %), що більше порівняно з іншими сортами на 7-11 % (табл. 10).

Таблиця 10.

Вміст жирних кислот в олії залежно від сорту, середнє за 2019-2021 рр., %

Сорт	Лінолева (Омега 6)	Олеїнова (Омега-9)	Пальмітинова	Ліноленова (Омега-3)
Ультра	49,6	26,8	18,7	1,0
Студентський	40,8	36,7	18,2	1,3
Харківський 1	40,9	37,1	17,6	1,3
Лера	47,1	29,3	19,2	1,1
Ацтек	51,8	25,6	18,5	0,4
Сем	41,2	35,8	17,8	1,2

Найбільшим вмістом олеїнової кислоти характеризувались сорти Харківський 1 (37,1 %), Студентський (36,7 %) та Сем (35,8 %), переважаючи інші сорти на 9-11 %. Вміст пальмітинової кислоти був значно нижчий, ніж лінолевої та олеїнової, і кількість цієї кислоти мало залежала від сорту, коливаючись у невеликому діапазоні (17,6-19,2 %). Вміст ліноленової кислоти був низьким, у межах 0,4 % у сорту Ацтек до 1,3 % у сортів Харківський 1 та Студентський. Також виявлено невелику кількість арахідонової та ейкозенової кислот.

Фіторе mediaція ґрунту амарантом. За результатами досліджень встановлено, що амарант характеризується високим виношенням з ґрунту радіонуклідів та важких металів з урожаєм зерна. Найвищий коефіцієнт накопичення, у зерні амаранту, спостерігався по Th_{232} , який складав 1,33. Серед важких металів найвищим коефіцієнтом накопичення у зерні – Cu (4,9). Сумарна активність природних радіонуклідів у зерні ($\text{K}_{40} + \text{Ra}_{226} + \text{Th}_{232}$) становить близько 195 Бк/кг, що значно нижче за межу 370 Бк/кг, прийняту ВООЗ як граничну для харчових продуктів. Показники питомої активності для K_{40} , Ra_{226} і Th_{232} перебувають у межах природного фону, не перевищують нормативів і не створюють радіаційного ризику для здоров'я споживачів. Його радіоактивність відповідає природному фоновому рівню, типовому для зернових культур України і не потребує спеціальної переробки або обмежень при реалізації, може бути використане для виробництва харчових продуктів і кормів. Зерно амаранту є безпечним для споживання людиною. Концентрації важких металів не перевищують допустимі рівні, за винятком незначного перевищення кадмію, яке не створює суттєвої загрози.

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ АМАРАНТУ НА СИДЕРАТ

Формування продуктивності зеленої маси залежно від сортових особливостей амаранту. Елементи структури продуктивності амаранту впливали на формування врожайності зеленої маси досліджуваних сортів амаранту. Найвищі показники висоти і маси рослин були у сорту Харківський 1, що забезпечило найбільшу врожайність серед досліджуваних сортів – 25-82 т/га, залежно від варіанту удобрення.

На вміст елементів живлення в зеленій масі мали вплив сортові особливості амаранту. Найбільшим вмістом елементів живлення (азоту, фосфору, калію)

характеризувався сорт Студентський за природної родючості ґрунту – 8,44 % і 8,31 % – за норми мінеральних добрив $N_{200}P_{80}K_{120}$

Вплив рівнів удобрення на урожайність вегетативної маси сортів амаранту. За природної родючості ґрунту врожайність вегетативної маси досліджуваних сортів знаходилася в межах 18 – 25 т/га. Використання зеленої маси високорослих сортів амаранту (Студентський, Лера, Харківський 1), вирощених без застосування мінеральних добрив, в якості сидератів дозволяє підвищувати рівень родючості ґрунту, внаслідок повернення значної кількості NPK (355 – 432 кг/га).

Використання зеленої маси амаранту в якості сидерату, вирощеного за норми мінеральних добрив $N_{200}P_{80}K_{120}$, дозволяє підвищувати родючість внаслідок повернення в ґрунт від 145,2 до 421,0 кг азоту, 59,7-162,2 кг фосфору та 450,4-939,1 кг калію залежно від досліджуваного сорту. Найбільша кількість NPK надходила в ґрунт з вегетативною масою сорту амаранту Харківський 1.

Фіторе mediaція ґрунту амарантом. За результатами досліджень встановлено, що амарант характеризується високим виношенням з ґрунту радіонуклідів та важких металів з урожаєм. Найвищий коефіцієнт накопичення у вегетативній масі амаранту, спостерігався по Th_{232} , який складав 4,3. Серед важких металів найвищим коефіцієнтом накопичення у вегетативній масі виявлено по Zn (3,3). Вегетативна маса амаранту за наведеними показниками є екологічно безпечною як сидерат, для вирощування сільськогосподарських культур, і кормовою сировиною, придатною для споживання тваринами без ризику для здоров'я.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

Економічна ефективність вирощування сортів амаранту. Станом на січень 2025 рік закупівельна ціна зерна амаранту становила 25-30 тис грн. (табл. 11).

Таблиця. 11.

Показники економічної ефективності вирощування сортів амаранту*

Сорт	Урожайність, т/га	Вартість продукції 1 га, грн	Виробничі затрати на 1 га*, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Чистий прибуток, грн	Рівень рентабель ності, %
Ультра	1,97	49250	44445	22561	4805	11
Студентський	2,45	61259	44445	18141	16814	39
Харківський 1	4,03	100750	44445	11028	56305	127
Лера	3,28	82000	44445	13550	37555	85
Ацтек	2,19	54750	44445	20295	10305	23
Сем	2,74	68500	44445	16221	24055	54
Поліщук	2,21	55250	44445	20111	10805	24

*на фоні удобрення $N_{120}P_{80}K_{120}$

За ціни 25000 грн вартість продукції у проведених дослідженнях для сорту Ультра становила 49250 грн, а в найурожайнішого сорту Харківський 1 зросла до 100750 грн. Виробничі затрати на 1 га становили 44445 грн. Всі сорти забезпечили одержання прибутку. Собівартість 1 т зерна виявилась найвищою у сорту Ультра – 22561 грн і найменшою у сорту Харківський 1 – 11028 грн. Економічна ефективність вирощування сорту Харківський 1 також виявилася найвищою, забезпечивши чистий прибуток у розмірі 56305 гривень.

Економічна ефективність вирощування амаранту залежно від рівнів мінерального удобрення. У структурі затрат на технологію вирощування найбільший відсоток займають мінеральні добрива. Собівартість 1 т зерна амаранту знаходилась у досить вузькому діапазоні і коливались у межах 10087-10682 грн. Це пояснюється високою ефективністю мінеральних добрив, які забезпечили зростання врожайності з 2,31 т/га до 4,88 т/га.

Збільшення норми внесення добрив, а отже і суми витрат, повністю компенсовувалось вартістю одержаного додаткового врожаю. Навіть на контролі без добрив чистий прибуток був досить високим і становив 33067 грн/га. За внесення норми добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ чистий прибуток зріс на 10606 грн. Подвоєння норми добрив на варіанті з внесенням $N_{80}P_{40}K_{80}$ забезпечило зростання чистого прибутку на 18462 грн. На варіанті з нормою добрив $N_{120}P_{40}K_{80}$ чистий прибуток підвищився на 25841 грн, а за внесення $N_{160}P_{80}K_{120}$ збільшився на 33447 грн. Найбільшим цей показник був на варіанті з внесенням $N_{200}P_{80}K_{120}$, де становив 70813 грн. Збільшення норми калійних добрив на K_{40} на останньому варіанті виявилось економічно неефективним і призвело до зниження чистого прибутку на 943 грн. Незважаючи на великі витрати на технологію вирощування амаранту, завдяки високому прибутку, рівень рентабельності становив 134-149 %.

Економічна ефективність вирощування амаранту залежно від засобів боротьби з бур'янами. Аналіз економічної ефективності різних систем контролю бур'янів за вирощування амаранту показує істотну варіабельність показників залежно від обраного методу боротьби. Найвищу врожайність зерна забезпечує контрольний варіант із застосуванням двох механічних міжрядних обробітків та ручного прополювання – 3,21 т/га, що дозволяє отримати вартість продукції на рівні 80250 грн/га. Серед хімічних методів контролю бур'янів виділяється препарат Гезагارد, який демонструє оптимальне співвідношення між ефективністю контролю бур'янів та збереженням продуктивності культури. При застосуванні цього гербіциду врожайність амаранту становить 2,81 т/га, що складає 87,5 % від контрольного варіанту. Така помірна фітотоксичність компенсується істотним зниженням витрат на захист від бур'янів до 3080 грн/га, що в 2,3 рази менше порівняно з контролем. Це забезпечує формування чистого прибутку на рівні 22290 грн/га при рентабельності 31,7 %. Подібну ефективність демонструє препарат Карібу, який забезпечує врожайність 2,68 т/га при ще нижчих витратах на захист від бур'янів – 2680 грн/га. Застосування гербіциду Бетанал Макс Про виявилось єдиним збитковим варіантом з негативною рентабельністю -5,3 %.

Для органічного виробництва прийнятним варіантом залишаються механічні міжрядні обробітки з ручним прополюванням, які забезпечують максимальну врожайність та прибутковість. Для інтенсивних технологій оптимальним є

використання гербіцидів Гезагард або Карібу, які забезпечують найкращий баланс між збереженням продуктивності культури та економічною ефективністю вирощування амаранту.

Біоенергетична оцінка технології вирощування амаранту. За показниками продуктивності (урожайність, приріст енергії) в технології вирощування амаранту оптимальними є застосування високих норм добрив: $N_{160}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{120}$, $N_{200}P_{80}K_{160}$. За результатами встановлення енергетичної ефективності (енергоємність, енергетичний коефіцієнт) більш доцільно застосовувати помірні норми мінеральних добрив $N_{80}P_{40}K_{80}$ і $N_{120}P_{40}K_{80}$. Максимальну продуктивність забезпечила норма мінерального удобрення $N_{200}P_{80}K_{160}$: урожайність становила 4,88 т/га за енергетичного коефіцієнту 2,78.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі досліджено, теоретично узагальнено та вирішено наукове завдання, що виявляється у встановленні закономірностей формування продуктивності та удосконаленню елементів технології вирощування амаранту зернового в умовах Лісостепу західного на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Встановлено залежності умов росту, розвитку та продуктивності культури у підвищенні врожайності і якості зерна амаранту, визначено найбільш оптимальні параметри сівби і рівні мінерального удобрення. Науково обґрунтовано доцільність використання вегетативної маси амаранту як сидерального добрива та фіторемедіанта.

1. Тривалість вегетаційного періоду визначається сортовими особливостями досліджуваних сортів амаранту. На тривалість періоду сівба-сходи сильно впливають погодні умови в роки досліджень. Тривалість наступних фаз вегетації амаранту змінюється залежно від норм внесення мінеральних добрив і сортових особливостей. Вищі норми добрив, особливо азотних, подовжують вегетацію. Тривалість вегетації збільшується залежно від норми добрив на 2 – 20 днів у сорту Лера, і на 2 – 15 днів у сорту Ультра.

2. Встановлено тісний взаємозв'язок між агротехнічними чинниками та польовою схожістю, виживаністю і густотою рослин. Виявлено, що підвищення норм мінерального удобрення суттєво знижує польову схожість ($r = -0,99$), особливо за високих рівнів удобрення ($N_{200}P_{80}K_{160}$). Аналогічна негативна тенденція спостерігається зі збільшенням норм висіву ($r = -0,97$). Максимальну виживаність рослин (86–90 %) забезпечує норма висіву 0,2 млн схожих насінин/га та сівба в пізні строки (червень–липень).

3. Установлено, що елементи структури врожаю мають ключовий вплив на врожайність. Основним показником, що визначає рівень врожайності, є маса насіння з однієї рослини ($r = 0,99$). Висота рослин також має позитивну кореляцію ($r = 0,63$), тоді як довжина волоті — слабо негативну ($r = -0,36$). Оптимальні елементи структури врожаю (20 рослин/м² і маса насіння з рослини 19,7 – 23,1 г) для реалізації потенціалу продуктивності найурожайніших сортів Лера і Харківський 1, формуються за норми висіву 0,4 млн/га насінин.

4. Виявлено сортову реакцію амаранту на умови вирощування та рівень удобрення. Сорт Харківський 1 за норми мінерального удобрення $N_{200}P_{80}K_{160}$ в умовах Лісостепу західного забезпечує найвищу врожайність зерна (до 4,88 т/га) з вмістом білку 18,9 %, олії 8,0 %, сквалену – до 7,5 %. Урожайність зростає пропорційно до норм добрив, найбільш суттєво — за збільшення норми азотних добрив до N_{200} . Встановлено, що ефективність калійних добрив є нижчою порівняно з азотними.

5. Установлено, що урожайність досліджуваних сортів амаранту зменшується у роки з надмірним зволоженням у першій половині вегетації. Так, у 2019–2020 роках урожайність знижувалась до 1,37 – 3,67 т/га, тоді як у 2021 році за помірного вологозабезпечення вона досягала 2,46 – 4,35 т/га.

6. Урожайність зерна амаранту змінюється під впливом норм висіву. В умовах достатнього зволоження амарант негативно реагує на вищі норми висіву і, відповідно, загущення посівів. Найвищу врожайність одержано в амаранту сорту Харківський 1 з нормою висіву 0,4 млн/га – 4,63 т/га. Оптимальні норми висіву для сортів амаранту є такі: Харківський 1, Лера і Студентський – 0,4-0,6 млн/га; сорт Сем – 0,6-0,8 млн/га; сорт Ацтек – 0,6 – 1,0 млн/га; сорт Ультра – 0,8 – 1,2 млн/га. Збільшення чи зменшення норми висіву для конкретного сорту призводить до падіння рівня врожайності.

7. Сівба з вузькими міжряддями забезпечує рівномірніше розміщення рослин амаранту сорту Лера. Незважаючи на різні відстані між рядками (15, 30 чи 45 см), урожайність насіння амаранту є майже однаковою – в діапазоні 3,92-3,97 т/га. Максимальна врожайність досягається за міжряддя 30 см, після чого відбувається поступове зниження врожайності, з особливо помітним спадом при міжрядді 60 см.

8. Проведені польові дослідження дозволили встановити ефективне поєднання оптимальних основних елементів технології: – сорти Харківський 1 і Лера; – норма мінеральних добрив – $N_{200}P_{80}K_{120}$; – строки сівби — 30 квітня (допустимі строки знаходяться в діапазоні від 15 квітня до 15 травня); – глибина загортання насіння — 2 см (за пересихання ґрунту допустимо 3 см); – ширина міжрядь — 30 см; – густина стояння рослин — 20–26 шт/м². Ці параметри забезпечують найкращі умови формування структури врожаю та сприяють реалізації потенціалу продуктивності сортів.

9. Науково обґрунтовано ефективність використання вегетативної маси амаранту як сидерального добрива. Сорт Харківський 1 забезпечив найбільшу врожайність вегетативної маси серед досліджуваних сортів – 25-82 т/га, залежно від варіанту удобрення. На вміст елементів живлення в зеленій масі впливають сортові особливості амаранту. Найбільшим вмістом елементів живлення (азоту, фосфору, калію) характеризується сорт Студентський: за природної родючості ґрунту – 8,44 % і 8,31 % на абсолютно суху речовину – за норми мінеральних добрив $N_{200}P_{80}K_{120}$. Використання вегетативної маси сортів Харківський 1, Лера та Студентський як сидератів за природної родючості ґрунту сприяє поверненню до ґрунту в межах 353 – 423 кг/га діючих речовин (азот, фосфор, калій), а за рівня удобрення $N_{200}P_{80}K_{120}$ – до 1505,6 кг/га.

10. Визначено вплив основних елементів технології на якісні показники зерна амаранту. Залежно від сорту, врожайності та умов живлення, вміст білку у зерні коливається від 16,2 % до 19,2 %, олії — від 5,0 % до 8,2 %, сквалену — від 6,0 % до 7,5 %. Найкращі показники поєднання високого білкового та олійного вмісту з високою врожайністю забезпечує сорт Харківський 1. Мінеральне удобрення сприяє підвищенню вмісту білку на 2,7 %, натомість вміст вуглеводів та натура зерна знижується зі збільшенням норми добрив.

11. Встановлено, що за вмістом жирних кислот у олії досліджувані сорти амаранту мають найбільшу кількість лінолевої кислоти (40,2-51,8 %), олеїнової (25,6-37,1 %) та пальмітинової (17,6-19,2 %). Серед сортів найвищий вміст лінолевої кислоти є у сортів Ацтек (51,8 %), Ультра (49,6 %) та Лера (47,1 %), що більше порівняно з іншими сортами на 7-11 %. Найбільшим вмістом олеїнової кислоти характеризуються сорти Харківський 1 (37,1 %), Студентський (36,7 %) та Сем (35,8 %), переважаючи інші сорти на 9-11 %. Вміст пальмітинової кислоти є нижчий, ніж лінолевої та олеїнової і відсоток цієї кислоти мало залежить від сорту, коливаючись у невеликому діапазоні (17,6-19,2 %). Вміст ліноленової кислоти є низьким, у межах 0,4-1,3 %. Виявлено невелику кількість арахідонової та ейкозенової кислот.

12. Обґрунтовано можливість застосування гербіцидів із мінімальним фітотоксичним ефектом. Всі досліджувані гербіциди Бетанал Макс Про (phenmedipham, 60 + desmedipham, 47 + etofumesate, 75 + lenacil, 27) (післясходово); Штефам (phenmedipham, 320) (післясходово); Гезагард (prometrin, 500) (досходово); Команд (clomazone, 480) (досходово); Карібу (triflurosulfuron-methyl, 500) (післясходово); Лонтрел Гранд (clorpyralid, 750) (післясходово) є ефективні щодо контролю бур'янів, але внаслідок стресового впливу на рослини амаранту спричинили зниження його врожайності на 0,40-1,37 т/га. Найбільш безпечним і ефективним є препарат Гезагард (prometrin 500), тоді як решта досліджуваних засобів знижує урожайність. Застосування біологічного методу контролю бур'янів забезпечує найвищу врожайність — 3,21 т/га.

13. Ефективність інсектицидів проти попелиць та хрестоцвітих блішок залежить від діючої речовини та строку застосування. Найвищу технічну ефективність (>85 %) проти основних шкідників (попелиці, хрестоцвіті блішки) забезпечують інсектициди Енжіо 24,7 % к. с. та Актара 2,5 % в. г. Для знищення слимаків в посівах амаранту ефективним є використання молюскоцидів з діючими речовинами метальдегід та метіокарб (меркаптодіметур).

14. Встановлено ефективність застосування фунгіцидних препаратів на початку фази бутонізації, що містять у своєму складі діючі речовини з групи триазолів та стробілуринів. Найвищу ефективність забезпечують фунгіциди Амістар Екстра 28 % к.с. та Аканто Плюс 28 % к.с., з рівнем урожайності 3,87 т/га 3,83 т/га відповідно.

15. Найвищу економічну ефективність забезпечує норма мінерального удобрення $N_{200}P_{80}K_{120}$ (урожайність — 4,84 т/га, чистий прибуток — 70 813 грн/га, рентабельність — 141 %). Енергетична ефективність є оптимальною за внесення помірних норм добрив ($N_{120}P_{40}K_{80}$), де енергетичний коефіцієнт становив 3,00.

16. За результатами досліджень встановлено, що амарант характеризується високим виношенням з ґрунту радіонуклідів та важких металів з урожаєм. Найвищий коефіцієнт накопичення, як у вегетативній масі так і зерні амаранту, спостерігався по Th_{232} , який складав 4,3 та 1,33 відповідно. Серед важких металів найвищим коефіцієнтом накопичення у вегетативній масі виявлено по Zn (3,3), а у зерні – Cu (4,9). З кожного гектару посівної площі з урожаєм амаранту (вегетативна маса і зерно) виноситься з ґрунту 2268400 Бк – K_{40} , 1084870 Бк – Ra_{226} , 2134110 Бк – Th_{232} , 8968 мг – Cd , 238130 мг – Zn та 77281 мг – Cu . Найвищий рівень виношення з ґрунту з урожаєм амаранту спостерігається по K_{40} та Zn .

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведення комплексних науково-теоретичних, польових і лабораторних досліджень, аналізу та виробничої перевірки, а також на основі економічної оцінки та енергетичної в умовах Лісостепу західного на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті для отримання врожайності зерна амаранту в процесі вирощування на рівні 5 т/га, вмісту білку 19,5 % та олійності 8,2 % рекомендується:

- вирощувати сорти Харківський 1 та Лера;
- застосовувати мінеральні добрива в нормі $\text{N}_{200}\text{P}_{80}\text{K}_{160}$;
- дотримуватися норми висіву 0,4 млн/га схожих насінин;
- спосіб сівби за ширини міжрядь 15, 30, 45 см;
- глибина загортання насіння 2 см;
- строк сівби – третя декада квітня;
- використовувати досходово гербіциди групи тріазинів (прометрин 500 г/л к.с. в нормі 2 л/га), як альтернативу агротехнічним заходам боротьби з бур'янами при вирощуванні амаранту за інтенсивною технологією;
- застосовувати засоби захисту рослин амаранту: фунгіциди групи стробілуринів і триазолів (пікоксистробін, азоксистробін, ципроконазол 28 % к.с. в нормі 0,5 л/га); інсектициди групи піретроїдів і неонікотиніоїдів (лямбда-цигалотрин, тіаметоксам 24,7 % к.с. в нормі 0,2 л/га); молюскоциди з діючими речовинами метальдегід та метіокарб в нормі 4-5 кг/га.
- використовувати вегетативну масу амаранту сорту Харківський 1 в якості сидерату шляхом приорювання біомаси при досягненні укісної стиглості при настанні фази цвітіння.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Skopus і Web of Science:

1. Tyrus, M., & Lykhochvor, V. (2021). Yield of Amaranth (*Amaranthus*) depending on the cultivar in the conditions of Ukrainian Western Forest-Steppe. *Scientific Horizons*, 24 (10), 43-51. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(10\).2021.43-51](https://doi.org/10.48077/scihor.24(10).2021.43-51)

(Scopus, WoS (Q3)) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

2. **Tyrus M.**, Lykhochvor V. & Hnativ P. (2023): Amaranth: a multi-purpose crop for war-torn land, *International Journal of Environmental Studies*, Volume 80, Issue 2, 497-506. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2178207> (Scopus, WoS (Q2)) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

3. **Tyrus, M.**, Lykhochvor, V., Dudar, I., Stefaniuk, S., Andrushko, O. Amaranth yield depending on the sowing rate. *Scientific Horizons*, 2023. Vol. 26, No. 8. P. 33-42. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.33> (Scopus, WoS (Q3)) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

4. **Tyrus M.**, Lykhochvor V. Yielding capacity of amaranth grain (*Amaranthus hypochondriacus*) depending on fertilizers. *Journal of Central European Agriculture* 2022, 23 (4) p. 800-806. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/23.4.3528> (Scopus (Q3)) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

5. **Tyrus, M.**, Lykhochvor, V., Hnativ, P., Szulc, W., Rutkowska, B., Andrushko, O., Rozko, I., Lytvyn, O., Dudar, I. and Pavkovych, S. (2024) ‘The effect of mineral fertilizer rates on amaranth grain quality in the wet climate of Western Ukraine’, *Journal of Elementology*, 29(3), 635-646. <https://doi.org/10.5601/jelem.2024.29.2.3359> (Scopus, WoS (Q4)) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

Статті у фахових виданнях:

6. **Тирус М. Л.** Вплив рівнів удобрення на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу західного. *Вісник ЛНАУ*. Серія: агрономія. Львів: Львівський нац. аграр. ун-т., 2021. Вип. № 25. С. 63-65. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.063>

7. **Тирус М. Л.** Продуктивність амаранту зернового залежно від сорту та рівнів удобрення. *Вісник ЛНУП*. Серія: агрономія. Львів: Львівський національний університет природокористування,. 2022. Вип. № 26. С. 77 – 80. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.077>

8. **Тирус М. Л.**, Лихочвор В. В. Урожайність амаранту залежно від сорту та норми висіву в умовах достатнього зволоження. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 73 (1). С. 88-105. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(73\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(73)-1-6) (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку*).

9. **Тирус М. Л.** Вплив норми висіву на урожайність амаранту. *Вісник ЛНУП*. Серія: агрономія. Львів: Львівський національний університет природокористування,. 2023. Вип. № 27. С. 81-85. <https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.081>

10. **Тирус М. Л.** Формування врожайності зерна амаранту залежно від строків сівби в умовах Західного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 71–76. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.13>

11. **Тирус М. Л.**, Лихочвор В. В., Оліфір Ю. М. Зелена маса амаранту як альтернатива мінеральних добрив. *Передгірне та гірське землеробство і*

тваринництво. 2024. Вип. 75 (1). С. 120 – 131. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-11) (Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку).

12. **Тирусь М. Л.** (2024). Урожайність амаранту залежно від способу сівби в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агрономія*, (28), 2024. С. 84–88. <https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.084>

13. **Тирусь М. Л.,** Лихочвор В. В., Оліфір Ю. М. Вміст жирних кислот в олії сортів амаранту за вирощування в умовах західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 76 (2). С. 91 – 101. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-2-9) (Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, підготовка до друку).

14. **Тирусь М. Л.** Урожайність зерна амаранту залежно від глибини сівби. *Корми та кормовиробництво*. 2025. № 99. С. 77-85. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202599-07>

15. **Тирусь М. Л.** Економічна ефективність різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування амаранту. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (1). С. 20 – 24. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.04>.

16. **Тирусь М. Л.** Елементи структури врожаю амаранту залежно від способу і глибини сівби. *Сільське та лісове господарство*. 2025. № 2 (37). С. 67 – 78. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2025-2-7> <http://forestry.vsau.org/>

17. **Тирусь М. Л.** Економічна ефективність вирощування сортів амаранту в умовах Лісостепу Західного України. *Агробіологія*, 2025, №1. С. 181 – 187. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-181-187>

18. **Тирусь М. Л.** Урожайність зерна амаранту (*Amarantus Hypochondriacus* L.) залежно від способу і глибини сівби, норми висіву та строків сівби в умовах Лісостепу західного України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77 (1). С. 122 – 135. [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-11)

19. **Тирусь М. Л.** Сидеральна цінність зеленої маси сортів амаранту. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2025. Серія «Агрономія і біологія», випуск 1 (59). С. 128 – 133. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.1.16>

20. **Тирусь М. Л.** Урожайність зерна амаранту (*Amarantus Hypochondriacus*) залежно від способу та глибини сівби в умовах Західного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141 (2). С. 103 – 108. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.14>

21. **Тирусь М. Л.** Вплив гідротермічних умов на проходження фаз вегетації сортів амаранту залежно від норм добрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 2 (47). С. 141 – 146. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.19>

Тези доповідей і матеріали конференцій

1. **Тирусь М. Л.** Вирощування амаранту в умовах Лісостепу західного. *The world of science and innovation: матеріали X Міжнародної науково – практичної конференції 5 – 7 травня 2021 р. Великобританія, Лондон 2021*. С. 740 – 744.

2. **Тирусь М. Л.** Вплив рівня удобрення на ріст і розвиток амаранту в умовах Лісостепу західного. *Results of modern scientific research and developmen:*

матеріали III Міжнародної науково – практичної конференції 29 – 31 травня 2021 р. Іспанія, Мадрид 2021. С. 17 – 20.

3. **Тирус М. Л.** Influence of fertilizer levels on the structure and yield of amaranth in the conditions of the western Forest-Steppe. *COVID-19 — CHALLENGES IN MODERN SCIENCE*: матеріали XX Міжнародної інтернет – конференції 2 – 3 червня 2021 р. Польща, Варшава 2021. С. 142 – 145.

4. **Тирус М. Л.** Продуктивність амаранту залежно від рівнів удобрення в умовах Лісостепу західного. *Наукові читання до 85 річчя від дня народження В'ячеслава Григоровича Михайлова – видатного вченого у галузі селекції та насінництва сільськогосподарських культур*: Матеріали тез Наукової Інтернет-конференції 5 жовтня 2021 року. Вінниця 2021. С. 180 – 183.

5. **Тирус М. Л.** Формування елементів структури урожаю сортів амаранту зернового в умовах Лісостепу західного. *«Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення»*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю від дня заснування агрономічного факультету 2–3 червня 2022 року, Житомир 2022. С. 166 – 167.

6. **Тирус М. Л.** Врожайність сортів амаранту в умовах Лісостепу західного. *«Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу»*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН 135-річчю від дня народження Єремеева Івана Максимовича 125-річчю від дня народження Фрідріха Антона Йосиповича 115-річчю від дня народження Ремесла Василя Миколайовича 16 листопада 2022 року, с. Центральне, 2022. С. 154 – 155.

7. **Тирус М. Л., Лихочвор В. В.** Продуктивність сортів амаранту в умовах Лісостепу західного. *Вчені ЛНУП виробництва. Каталог інноваційних розробок. Вип. XXII. Львів, 2022. С. 23. (Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку).*

8. **Тирус М. Л.** Урожайність сортів амаранту зернового в умовах Лісостепу західного. *«Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції»*: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції, 23 червня 2022 року. Вінниця 2022. С. 186 – 189.

9. **Тирус М. Л.** Урожайність амаранту (*Amaranthus*) в умовах Лісостепу західного. *Кліматичні зміни та сільське господарство. виклики для аграрної науки та освіти*: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції 15 листопада 2022 року, Київ 2022. С. 164 – 165.

10. Лихочвор В.В., **Тирус М. Л.** Урожайність амаранту залежно від сорту. *Органічне агровиробництво: освіта і наука*: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції 25 жовтня 2022 року Київ 2022 С. 68 – 69. *(Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку).*

11. **Тирус М. Л.** Вплив рівнів удобрення на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу західного. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXIII міжнародного науково-практичного форуму 4 – 6 жовтня 2022 року. Львів 2022. С. 273 – 275.

12. **Тирус М. Л.** Урожайність сортів амаранту залежно від норми висіву в умовах достатнього зволоження. *Гербологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві*: матеріали XIII науково-практичної конференції 15 березня 2023, Київ 2023. С. 70 – 71.

13. Лихочвор В.В., **Тирус М. Л.**, Тирус І.Д. Особливості формування продуктивності амаранту залежно від норми висіву. *Вчені ЛНУП виробництва*. Каталог інноваційних розробок. Вип. XXIII. Львів, 2023. С. 12. (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку*).

14. Лихочвор В.В., **Тирус М. Л.**, Гадзало О.Я. Формування продуктивності сортами амаранту залежно від рівнів удобрення. *Вчені ЛНУП виробництва*. Каталог інноваційних розробок. Вип. XXIII. Львів, 2023. С. 13. (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку*).

15. **Тирус М. Л.**, Лихочвор В. В., Стасів О. О. Вплив способу сівби на продуктивність амаранту. *Вчені ЛНУП виробництва*. Каталог інноваційних розробок. Вип. XXIII. Львів, 2023. С. 14. (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку*).

16. **Тирус М. Л.** Зелені добрива, як основа збереження родючості ґрунту. *Ґрунти, сталий розвиток та українське ґрунтознавство*: матеріали Міжнародної наукової конференції присвяченої 120-річчю від дня народження ГРИГОРІЯ АНДРУЩЕНКА 24-26 квітня 2023, Дубляни – Львів 2023. С. 166 – 170.

17. **Tyrus M.** Yield of amarant depending on the variety. *Digital transformation and technologies for sustainable development all branches of modern education, science and practice* [Electronic resource]: International Scientific and Practical Conference Proceeding, January 26, 2023. Lomza, Poland, 2023. Part 3. P. 209 – 214.

18. **Тирус М. Л.** Урожайність амаранту залежно від норми висіву. *Корми і кормовий білок*: матеріали XV Міжнародної наукової конференції (19-20 вересня 2023 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2023. С.63.

19. **Тирус М. Л.** Вміст білку в зерні амаранту залежно від сорту. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 21-22 листопада 2023 року. Дніпро 2023. С. 167 – 169.

20. **Тирус М. Л.** Урожайність амаранту залежно від способу сівби. *Органічне агровиробництво: освіта і наука*: збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної конференції 21 листопада 2023 року. Київ 2023 С. 118 – 120.

21. **Тирус М. Л.**, Лихочвор В.В., Мазурак І.В. Формування урожайності амаранту залежно від сорту та норми висіву в умовах достатнього зволоження. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXIV Міжнародного науково-практичного форуму 4-6 жовтня 2023 р. Львів 2023. С. 298 – 299. https://www.lnup.edu.ua/attachments/article/5890/Forum_LNUP_2023.pdf (*Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку*).

22. Лихочвор В.В., **Тирусь М. Л.** Вирішення агроекологічних проблем у рослинництві шляхом вирощування амаранту (*Amaranthus*). *Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції*. II Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю від дня народження видатної селекціонери часнику, к.с.-г. н., доцента Лішак Лідії Петрівни, 28-29 березня 2024 року. Львів. ЛНУП. 2024. С. 50-51. *(Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку)*.

23. **Тирусь М. Л.** Урожайність амаранту залежно від строків сівби в умовах Лісостепу західного. *«Наукові основи адаптивного землеробства»*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка ФЕДОРА ТРОХИМОВИЧА МОРГУНА, 90-річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (16-17 травня 2024 року, м. Дніпро). Дніпро: ДДАЕУ, 2024. С. 226.

24. **Тирусь М. Л.** Амарант – як альтернативне джерело живлення рослин. *Сучасні ековиклики. Стратегії екологічної безпеки довкілля*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 25-річчю кафедри екології Львівського НУП (22-23 травня 2024 р.) Львів-Дубляни : ЛНУП, 2024. С. 361-364.

25. **Тирусь М. Л.** Сидеральна цінність вегетативної маси амаранту. *Пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва продукції тваринництва у карпатському регіоні для подолання викликів, пов'язаних з воєнним станом*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, 25 червня 2024 р. Оброшине, 2024. С. 140 – 141.

26. Лихочвор В. В., **Тирусь М. Л.** Урожайність амаранту сорту Харківський 1 залежно від строків сівби. *Корми і кормовий білок*: матеріали XVI Міжнародної наукової конференції (19 – 20 вересня 2024 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2024. С. 42 – 46. *(Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку)*.

27. **Тирусь М. Л.**, Тирусь І. Д. Вплив способу сівби на урожайність амаранту зернового в умовах Лісостепу західного. *Перлини степового краю*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 21-22 листопада 2024 року. Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв – 2024. С. 28-30. *(Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку)*.

28. **Тирусь М. Л.** Оптимальна глибина сівби амаранту. *Інноваційні технології в індустрії 5.0*: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції (21-23 жовтня 2024 р.). Ч.1. – Суми: СНАУ, 2024 – С. 93 – 95.

29. **Тирусь М. Л.**, Лихочвор В. В. Вплив сорту на врожайність амаранту. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXV Міжнародного науково-практичного форуму, 02–04 жовтня 2024 р. Львів: ЛНУП, 2024. С. 281 – 283. *(Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку)*.

30. **Тирус М. Л.** Вплив строків сівби на польову схожість і виживаність амаранту в умовах Західного Лісостепу. *Інноваційні технології у рослинництві: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції до 115-ої річниці з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, член-кореспондента НАН України, Заслуженого діяча науки України Кияка Григорія Степановича, 30 квітня 2025 р. Львів: ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2025. С. 42–44.* <https://repository.lnup.edu.ua/jspui/handle/123456789/2477>

31. **Тирус М. Л., Стефанюк С. В.** Амарант (*AMARANTHUS L.*) – овочева культура. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції (21 травня 2025 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2025. С. 142–145. (Ідея роботи, планування і проведення досліджень, узагальнення результатів, участь у підготовці до друку).*

АНОТАЦІЯ

Тирус М. Л. Агробіологічні особливості формування продуктивності амаранту в умовах Лісостепу західного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю: 06.01.09 – рослинництво. – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, Оброшине, 2025.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми, що стосується встановлення комплексу оптимальних агротехнологічних заходів вирощування амаранту, спрямованих на забезпечення максимальної продуктивності та високих якісних показників зерна, в умовах Лісостепу західного за достатнього вологозабезпечення на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті.

Вивчено вплив ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу західного на формування продуктивності амаранту

Встановлено найурожайніші сорти амаранту з високими якісними показниками в умовах Лісостепу західного. Найвищим вмістом сквалену 7,5 % відзначився сорт Харківський 1. Доведено, що під впливом мінеральних добрив вміст білку у зерні амаранту сорту Харківський 1 зростає.

Експериментально доведено, що застосування мінеральних добрив в умовах достатнього зволоження Лісостепу західного забезпечувало значний приріст урожайності амаранту.

Встановлено оптимальні параметри сівби амаранту в умовах достатнього зволоження: норму висіву, спосіб, строк і глибину сівби.

Досліджено найбільш ефективні засоби боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Науково обґрунтовано використання вегетативної маси амаранту, в якості сидератів дозволяє підвищувати рівень родючості ґрунту, внаслідок повернення значної кількості NPK.

Встановлено, що амарант характеризується високим винесенням з ґрунту радіонуклідів та важких металів з урожаєм зерна і вегетативної маси.

Ключові слова: амарант, польова схожість, виживаність рослин, елементи структури врожаю, параметри сівби, сортові особливості, густота рослин, мінеральне удобрення, система захисту рослин, продуктивність, врожайність, якісні показники зерна, сидеральне добриво, вегетативна маса, економічна ефективність, енергетична ефективність.

ANNOTATION

Tyrus M. L. Agrobiological features of amaranth productivity formation in the the Western Forest-Steppe. – Qualification scientific work (manuscript).

Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the speciality: 06.01.09 – Crop Production. – Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Obroshyne, 2025.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to the scientific problem of establishing a set of optimal agrotechnological measures for amaranth cultivation, aimed at ensuring maximum productivity and high grain quality indicators in western forest-steppe conditions with sufficient moisture supply on dark grey, podzolized, light loamy soil.

The influence of soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe on the productivity of amaranth has been studied.

The most productive varieties of amaranth, characterized by high-quality indicators, have been identified in the Western Forest-Steppe. The Kharkivskiy 1 variety had the highest squalene content of 7.5%. It was proven that under the influence of mineral fertilisers, the protein content in the grain of the Kharkivskiy 1 amaranth variety increased.

It was experimentally proven that the use of mineral fertilizers, due to sufficient moisture in the Western Forest-Steppe, resulted in a significant increase in amaranth yield.

The optimal parameters for sowing amaranth, provided sufficient moisture is available, have been established: sowing rate, method, timing, and depth of sowing.

The most effective means of controlling weeds, pests, and diseases have been studied.

The use of amaranth vegetative mass as green manure has been scientifically proven to increase soil fertility due to the return of a significant amount of NPK.

With the grain and vegetative mass harvest, amaranth has been shown to have a high capacity for clearing heavy metals and radionuclides from the soil.

Keywords: amaranth, field germination, plant survival, harvest structural elements, sowing parameters, varietal characteristics, plant density, mineral fertilisation, plant protection system, productivity, yield, grain quality indicators, green manure, vegetative mass, economic effectiveness, energy efficiency.