МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту
„_____” _____ 2025 р.
Зав. кафедри д. с.–г. н., професор
_____Людмила РЯБОВОЛ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 21-м-а
Освітньої програми Агрономія
Спеціальності 201 Агрономія
Анастасія Ігорівна ЧЕРНЕНКО

Керівник: **ДІОРДІЄВА Ірина** доктор с.-г.н.
доцент

Умань – 2025

Зміст

Завдання на кваліфікаційну роботу 3

Вступ 5

РОЗДІЛ 1. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АМАРАНТУ (огляд літератури) 7

1.1. Ботанічні і біологічні властивості рослин роду *Amaranthus* L. Основні види і ареал поширення. 7

1.2. Хімічний склад насіння амаранту. 11

1.3. Амарант як декоративна, лікувальна, харчова і кормова культура. Перспективи використання амаранту 12

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ АМАРАНТУ 18

РОЗДІЛ 3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 19

3.1. Характеристика ґрунту дослідної ділянки 19

3.2. Погодні умови 19

3.3. Схема досліду 21

3.4. Технологічні елементи вирощування амаранту в досліді. 21

3.5. Методика проведених досліджень 22

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 25

4.1. Проходження фенологічних фаз росту і розвитку амаранту залежно від сорту і строку посіву. 25

4.2. Біометричні показники рослин амаранту залежно від сорту і строку посіву. 27

4.3. Урожайність та вміст окремих компонентів біохімічного складу насіння амаранту залежно від сорту і строку посіву 31

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ПОСІВУ 36

РОЗДІЛ 6 АНАЛІЗ УМОВ І ЗАХОДІ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР 38

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 41

ВИСНОВКИ 44

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 45

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 46

ДОДАТКИ 53

ВСТУП

Актуальність теми. Україна характеризується вигідним географічним положенням, значними запасами різноманітних природних ресурсів, сприятливими кліматичними умовами та унікальним ландшафтом. У зв'язку з цим сільське господарство виступає однією з ключових галузей національної економіки, частка якої у валовому продукті перевищує 55 %, причому провідне місце в агропромисловому комплексі належить рослинництву. Водночас істотною перепоною для інтенсивного розвитку галузі залишається недостатня кормова база, яка стримує тваринництво. Одним із пріоритетних напрямів розвитку АПК є пошук та інтродукція нових високовітамінних і високопродуктивних кормових культур. До таких перспективних культур належить амарант.

Варто підкреслити, що хоча традиційними кормовими культурами в Україні є сорго, люцерна та, передусім, кукурудза — культура, яка, з одного боку, характеризується низькими витратами на вирощування, а з іншого — має добре збалансований енергетичний, протеїновий, мінеральний і вітамінний склад, — доведено, що при закладанні силосу зі суміші кукурудзи й амаранту у фазі бутонізації (у співвідношенні 1:1) протеїнова поживність однієї кормової одиниці підвищується на 50 % порівняно з силосом, виготовленим лише з кукурудзи. Такий силос позитивно впливає на молочну продуктивність корів і сприяє зниженню собівартості виробництва молока.

Отже, інтродукція амаранту в лісостепову зону України має значний науковий і практичний інтерес. На підставі викладеного можна стверджувати, що впровадження амаранту в умовах Лісостепу, а також добір сортів із комплексом високих господарсько-біологічних властивостей для використання у кормовиробництві є безумовно актуальним напрямом досліджень.

Метою досліджень є інтродукція перспективних сортів амаранту в Лісостеп України, аналіз їхнього біохімічного складу та визначення

господарської цінності з метою оцінки поживних і кормових характеристик.

Наукова новизна та практичне значення результатів. Уперше для умов Лісостепу України досліджено можливості інтродукції сортів амаранту Харківський-1, Геліос і Сем. Встановлено особливості їх росту, розвитку та формування врожайності, проведено оцінку морфобіометричних показників і біохімічного складу.

Особистий внесок здобувача полягає у виконанні експериментальних досліджень, аналітичній обробці отриманих даних, застосуванні статистичних методів, проведенні економічних розрахунків і вивченні наукових джерел.

Апробація результатів. Основні положення кваліфікаційної роботи були представлені та обговорені на засіданнях наукового гуртка кафедри рослинництва, а також на студентських наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 60 сторінок комп’ютерного тексту. Робота містить усі необхідні структурні елементи, включає 2 додатки, 2 таблиці та 17 рисунків. Список використаної літератури охоплює 53 джерела**..**

РОЗДІЛ 1.
АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АМАРАНТУ
(огляд літератури)

1.4. Ботанічні і біологічні властивості рослин роду *Amaranthus* L. Основні види і ареал поширення.

Ботанічна назва амарант (αμάρανθος) походить від грецьких слів α- — «не», μαραίνω — «в'янути» та ανθος — «квітка», що дослівно перекладається як «квітка, що не в'яне». Трава амарант, яку також називають щирицею, котячим хвостом, бархатником або півнячими гребінцями, належить до роду Amaranthus L. і входить до родини Амарантових (Amaranthaceae), порядку Гвоздикові (Caryophyllales), підкласу Каріофілліди (Caryophyllidae), класу Дводольні (Magnoliopsida), що є частиною відділу покритонасінних (Magnoliophyta) [1]. Цей рід включає понад 100 описаних видів, серед яких присутні як культурні, так і дикорослі форми. Найбільш поширеними вважають близько 55 видів.

Рід амаранту об'єднує три підроди [2]:

• Підрід Amaranthus — містить понад 20 видів однорічних рослин, які вирізняються однодомністю та формуванням як чоловічих, так і жіночих квіток. Окрім одного виду європейського походження, усі інші представлені субтропічними та тропічними формами, що походять із Північної, Центральної та Південної Америки.

• Підрід Acnida — включає 9 дводомних видів, природним ареалом яких є Північна Америка [3].

• Підрід Albersia — налічує 35 видів, детально описаних у спеціалізованих джерелах.

Батьківщиною амаранту вважають Південну Америку, де зосереджено найбільше різноманіття видів, форм і різновидів даної культури. З цього регіону амарант поширився до Північної Америки, Індії та інших територій.

Вторинними центрами формоутворення стали Китай і Північна Індія, де й нині зустрічається значна кількість його видів [4].

Іспанські колонізатори завезли амарант до Європи, де спершу його культивували виключно як декоративну рослину. Лише з XVIII століття амарант почали використовувати як круп'яну та кормову культуру, однак через часті перехресні запилення різні види втрачали свої цінні властивості та спричиняли засмічення родючих земель [5]. В Україні амарант з'явився у другій половині XIX століття і відразу був зарахований до злісних бур'янів. (Відомості про рід Amaranthus у базі Index Nominum Genericorum Міжнародної асоціації з таксономії рослин (IAPT)).

Морфологічні ознаки амаранту істотно змінюються залежно від умов вирощування, сортової належності та видової специфіки. Більшість представників роду Amaranthus L. — це трав'янисті рослини жовто-зеленого або пурпурового забарвлення. Їх висота варіює від 40 см до 4 м і більше. Стебла прямостоячі, борозенчасті, добре облистнені, іноді можуть бути лежачими; їх діаметр досягає 10 см. Виділяють слабко-, середньо- та сильно гіллясті морфотипи [6,7].

Листки розміщені почергово або супротивно, не мають прилистків і відзначаються великою різноманітністю форм: яйцеподібною, ромбічною, овальною, еліптичною, списоподібною чи верховою. Край листкової пластинки може бути цілим, зубчастим або хвилястим. Жилкування сітчасте. Верхні листки характеризуються коротшими черешками порівняно з нижніми, що забезпечує рівномірне освітлення рослини. Кількість листків на одній рослині варіює від кількох десятків до понад 150, а загальна маса рослини може становити від 0,1 до 3,5 кг. У поодиноких випадках зустрічаються екземпляри масою до 5 кг [8].

Суцвіття амаранту являє собою різноманітну за формою, щільністю та забарвленням волоть. Бічні гілки суцвіття мають колосоподібну форму, а верхній колос за розмірами може бути меншим або рівним бічним. Квітки

дрібні, актиноморфні, здебільшого одностатеві, рідше двостатеві, та розміщені в пазухах листків на гілочках суцвіття [9].

Форма суцвіття коливається від відкритої або невизначеної до щільної та прямої. Вона залежить від числа й довжини гілочок та кута їх нахилу щодо головної осі [10]. Повністю сформоване суцвіття може містити сотні й навіть тисячі квіток, згрупованих у клубочки — так звані верхоквіткові суцвіття. Типово в центрі клубочка міститься одна чоловіча квітка, навколо якої розташовано кілька жіночих. Андроцей складається з п’яти тичинок із чотиригніздим пиляком; гіноцей утворений трьома, інколи чотирма зрослими плодолистками. Зав’язь верхня, одногнізда. Оцвітина плівчаста, проста, утворена 3–5 листочками з характерною зеленою жилкою, що формує вістря на верхівці [11].

Плід амаранту — коробочка яйцеподібної форми. У ній формується насіння, кількість якого на одній рослині може досягати 500 тисяч. Зрілі насінини добре зберігають схожість і можуть залишатися життєздатними до 40 років. Процес дозрівання відбувається послідовно від нижніх частин суцвіття до верхівки [12].

Насіння амаранту дрібне, має діаметр близько 1 мм. Маса 1000 насінин у середньому становить приблизно 1 г. Форма їх округла, лінзоподібна, поверхня гладенька, з блискучою оболонкою та характерною облямівкою по краю. Забарвлення насіння різниться залежно від сорту: зустрічаються білі, жовті, світло-помаранчеві, фіолетові, коричневі та чорні форми [13].

Зародок у насінині має кільцеподібну форму та охоплює ендосперм. Важливо, що свіжозібране насіння не проростає одразу, оскільки потребує післязбирального дозрівання, яке триває близько трьох місяців. Насіння амаранту вважають дрібнозернистим. Його маса, розміри, ступінь і строки дозрівання, вологість та інші показники суттєво залежать від виду, сорту та умов вирощування. Через невеликий запас поживних речовин початковий ріст рослини є уповільненим [14, 15].

Коренева система амаранту має стрижнево-мичкуватий тип: центральний стрижневий корінь добре розвинений і доповнений численними бічними відгалуженнями. Маса кореня становить від 10 до 15–17 % маси надземної частини. Зазвичай коріння локалізується в орному та підорному шарах ґрунту. Стрижневий корінь має конічну форму та може досягати 30–35 см завдовжки. Бічні корінці формують густу мичкувату систему з радіусом розгалуження до 40 см і більше. У прикореневій частині стебла можливе утворення додаткових коренів [16, 17].

Амарант — культура перехресного запилення, яка потребує достатньої кількості світла, тепла та вологи. Ріст і розвиток рослини мають специфічні біологічні закономірності й відрізняються нерівномірною інтенсивністю на різних фазах. Для проростання оптимальною є температура 16–35 °С, а для подальшого росту — 26–30 °С. Умови значного охолодження негативно впливають на молоді ростки. Проте окремі сорти здатні витримувати короткочасне зниження температури [18].

Види амаранту розрізняють за господарським призначенням: виділяють овочеві, зернові, кормові, лікувальні та декоративні форми. На думку багатьох науковців, необхідно детальніше досліджувати взаємозв’язки між культурними зерновими формами та їхніми дикорослими родичами [19, 20, 21].

Амарант відзначається високою адаптивністю до різноманітних ґрунтово-кліматичних і екологічних умов. Завдяки значному адаптаційному потенціалу його можна вирощувати в широкому діапазоні природних умов, підвищуючи стійкість рослин до зовнішніх чинників та забезпечуючи успішну акліматизацію культури. Значною мірою це пов’язано з тим, що амарант належить до рослин із С4-типом фотосинтезу [22], подібно до кукурудзи, цукрової тростини та інших теплолюбних видів, та здатний ефективно фотосинтезувати за низьких концентрацій CO_2.

Через функціонування темнової фази фотосинтезу за С4-механізмом і наявність антиоксидантного комплексу амарант має підвищену стійкість, що

забезпечує йому успішну акліматизацію навіть у середніх широтах, а тим більше — у тепліших регіонах.

Насіння амаранту проростає за температури ґрунту від 8 °С і вище. Сходи формуються через 6 діб або довше. За умов достатнього прогрівання та вологості насіння проростає швидше. Оптимальна температура для росту рослин перевищує 20 °С, найсприятливіший діапазон — 25–30 °С. Амарант характеризується певною стійкістю до знижених температур і може витримувати легкі заморозки до –5 °С. Тривалість безморозного періоду становить 90–130 діб.

Представники роду Amaranthus є світлолюбними рослинами, типово геліофітними. Нестача світла негативно впливає на ріст і розвиток, починаючи від фази сходів. За достатнього освітлення амарант активно синтезує біологічно важливі сполуки, такі як амарантин, антиоксиданти та інші цінні біохімічні речовини [23].

У початковий період вирощування ріст амаранту є повільним, що зумовлено малими запасами поживних речовин у насінні, невеликою площею листкової поверхні та тим, що основний потік пластичних речовин спрямований на розвиток кореневої системи. У подальшому інтенсивність росту істотно зростає і за оптимальних умов рослина може збільшувати висоту до 6 см на добу. Одночасно швидко наростає листкова поверхня, що посилює інтенсивність фотосинтезу [24].

1.2. Хімічний склад насіння амаранту

Зерно амаранту містить білок (приблизно 16 %), жирні кислоти, крохмаль, пектинові речовини та широкий спектр мінеральних компонентів. Відомо, що білок амаранту за вмістом лізину вдвічі перевищує пшеничний. Продукти, виготовлені з амарантового зерна, мають смак і аромат, подібний до горіхів. У стеблах і листках рослини виявлено стероли, вітаміни групи В, а також С та Е, флавоноїди, білки й мінеральні сполуки. Суцвіття відзначаються високим рівнем органічного кремнію [25].

Хімічний склад насіння включає в середньому 15–17 % білка, 5–8 % жирів, 3,7–5,7 % клітковини, вітаміни B_1, B_2, E, D, мінеральні елементи (фосфор, кальцій), рутин, фосфоліпіди, жовчні кислоти та значну кількість амінокислот, особливо лізину. Уміст лізину в амарантовому білку удвічі вищий, ніж у білку пшениці, і приблизно втричі — ніж у сорго чи кукурудзи. Лізин є незамінною амінокислотою, оскільки не синтезується в організмі й надходить лише з їжею.

У насінні амаранту також містяться поліненасичені жирні кислоти: пальмітинова, ліноленова, стеаринова, лінолева та арахідонова. У проростаючому насінні сумарний вміст антиоксидантів збільшується у 20 разів і вже на п’яту добу досягає близько 200 мг на 100 г [26].

1.2. Амарант як декоративна, лікувальна, харчова і кормова культура. Перспективи використання амаранту

Різноманіття видів амаранту зумовлює його широке багатоцільове застосування. За господарсько-практичною цінністю амарант поділяють на харчові (зернові та овочеві), кормові, медичні (лікарські), технічні та декоративні види [27, 28].

У багатьох країнах світу амарант вирощують як однорічну овочеву культуру, що формує ніжну та рясну зелену масу. Крім того, ця рослина забезпечує високі врожаї насіння, яке містить повноцінний білок, що за амінокислотним складом перевершує білок коров’ячого молока. Встановлено, що до 50 % рослинного білка, споживаного населенням Індії, країн Азії та Африки, припадає саме на білок амаранту. Листя овочевих форм амаранту є цінним джерелом водорозчинного білка, β-каротинів та поліненасиченої лінолевої кислоти. Виділення цього комплексу корисних речовин у вигляді білкового концентрату та подальше дослідження його властивостей показало високу якість отриманого продукту за складом незамінних амінокислот та рівнем засвоюваності. Поживність білкового концентрату значною мірою

визначається видовими особливостями амаранту й залежить від наявності вторинних метаболітів [29]. Як овочево-зернова культура амарант здатний компенсувати дефіцит білка, вітамінів і мікроелементів у харчовому раціоні людини. Білок, що міститься в листі, є добре збалансованим за амінокислотним складом, відзначається високою розчинністю та легко екстрагується. Листя амаранту також містить крохмаль, вітаміни С, Е, А, пігменти, пектинові речовини та мікроелементи, необхідні організму людини. За рівнем поживних речовин овочеві форми амаранту подібні до шпинату, однак значно перевершують його за вмістом білка.

Високі харчові властивості амарантового борошна в порівнянні з іншими зерновими культурами роблять його природним інгредієнтом для дитячого харчування та сумішей для годування дітей. Особливо ефективним є поєднання цільного амарантового борошна або його фракцій із пшеничним чи вівсяним борошном [30]. Однією з ключових переваг різних видів амаранту порівняно з кукурудзою та зернобобовими культурами є високий вміст легкозасвоюваного білка в листі та насінні з оптимальним амінокислотним профілем. Важливим показником харчової цінності білка є вміст лізину. Так, у 100 г протеїну лізину в амаранті міститься 8,0 г, тоді як у рисі — 3,8 г, кукурудзі — 2,9 г, пшениці — 2,2 г, квасолі — 5,0 г. Вміст метіоніну в амаранті більш ніж удвічі перевищує аналогічний показник у традиційних зернових культурах.

Ще однією важливою перевагою амаранту є підвищений уміст легкозасвоюваних харчових волокон (клітковини та пектину). За їх кількістю амарант перевершує пшеницю у 3 рази, а рис, кукурудзу та овес — у 1,5 раза. Включення білка насіння амаранту до раціону підвищує біологічну повноцінність харчування та забезпечує збалансований амінокислотний склад. Розроблено біологічно активну добавку на основі листя амаранту для компенсації дефіциту кальцію в організмі людини [31]. Для корекції імунних порушень і підвищення резистентності організму створено харчову добавку «Бодрін», до складу якої входять пектини, зокрема з листя амаранту, та

бурштинова кислота. Клінічна оцінка ефективності цієї добавки показала позитивні зміни клітинних та гуморальних факторів імунітету, що засвідчує доцільність її застосування особами, які працюють у шкідливих умовах [32].

Лікувальні властивості амаранту. Широке використання амаранту в народній медицині для лікування різноманітних хвороб свідчить про наявність у його органах значної кількості біологічно активних речовин із різним спектром дії та хімічною природою. Для давніх цивілізацій Латинської Америки амарант був не лише важливою харчовою культурою, а й засобом лікування багатьох захворювань. Ацтеки вважали, що регулярне вживання амаранту зміцнює фізичний стан і духовні сили людини [33].

Сьогодні амарант привертає увагу як перспективне джерело для створення нових лікарських препаратів. У надземній частині рослини та в насінні міститься широкий спектр природних антиоксидантів і вторинних метаболітів — флавоноїдів, терпеноїдів, алкалоїдів, бетаціанінів, яким останніми роками приділяють значну увагу завдяки їхнім різноманітним фармакологічним властивостям, зокрема цитопротекторним та хіміопрофілактичним ефектам при боротьбі з онкологічними захворюваннями. Важлива роль бетаціаніну в листі амаранту пов’язана з його здатністю підтримувати функції печінки та сприяти лікуванню гепатитів і гепатозів шляхом підвищення вмісту цитохрому Р-450 і активності ферментів амінопірин-N-діметілази та анілідігідроксилази, які забезпечують метаболізацію вірусу гепатиту [34].

Серед численних лікарських рослин, що мають потенційні протипухлинні властивості, амарант займає одне з провідних місць. Дослідження останніх років підтвердили наявність у екстрактах листя флавоноїдів, сапонінів та танінів. Поліфенольні сполуки та алкалоїди амаранту впливають на тонус судин, знижуючи спазми при мігрені, гіпертонії, вегето-судинній дистонії, а також полегшують біль у суглобах і кістках, пов’язаний із остеохондрозом, артрозами та артритами [35]. Препарати, біологічно активні добавки та продукти на основі листя амаранту застосовують для профілактики і лікування

гіпомікроелементозів кальцію, корекції порушень імунітету, у дієтотерапії хворих на ішемічну хворобу серця, цукровий діабет II типу та інші захворювання [36].

Велику цінність має амарантова олія. Насіння амаранту містить до 8 % олії, у якій виявлено до 10 % сквалену. Сквален є важливим компонентом косметичних засобів і застосовується у промисловості. Природним джерелом сквалену традиційно є жир акул і китів, проте амарант дає можливість отримувати його з альтернативної та екологічної сировини. Сквален не викликає алергічних реакцій та забезпечує захист чутливої шкіри і волосся від сонячного випромінювання. Амарантова олія також багата на токотрієноли, які ефективно знижують рівень холестерину в крові [37]. За лікувальними властивостями олія амаранту близька до обліпихової та має виражений протиопіковий ефект.

Застосування амарантової олії в дієтотерапії серцево-судинних хвороб сприяє зменшенню вираженості симптомів, підвищенню толерантності до фізичного навантаження, зниженню частоти серцевих скорочень, задишки та проявів коронарної недостатності [38]. Використання олії в раціоні або в складі лікувальних препаратів сприяє загоєнню ран, нормалізації біохімічних та клінічних показників крові, покращує загальний стан пацієнтів. На тлі антиатерогенної дієти амарантова олія чинить потужну антиоксидантну дію та має дозозалежний імуностимулюючий і протизапальний ефект у хворих на ішемічну хворобу серця [39].

Поряд із численними господарсько цінними властивостями представників роду *Amaranthus*, багато видів цієї рослини мають значний декоративний потенціал. Особливо популярні декоративні форми амаранту в Європі, проте невибагливість рослин до умов вирощування та висока екологічна стійкість сприяли їхньому поширенню в усьому світі. До таких видів належить амарант хвостатий (*Amaranthus caudatus*). Рослина має міцне прямостояче стебло заввишки до 1,5 м, велике пурпурове або зелене подовжено-яйцеподібне листя і характерні мітельчасті суцвіття. Дрібні квітки

зібрані в довгі звисаючі суцвіття червоного, блідо-зеленого або білуватого кольору. Наприклад, сорт Ротшванц формує потужний прямостоячий кущ із розлогою зеленню та рясним цвітінням малиновими і жовто-зеленими квітками з червня до жовтня. Суцвіття сорту Грюншварц забарвлені в зелений колір, рослина досягає 75 см та формує розкидистий кулястий кущ [40].

Амарант триколірний (Amaranthus tricolor) являє собою чагарник пірамідальної форми з прямими пагонами висотою 70–150 см. Свою назву він отримав завдяки листкам, пофарбованим одразу у три кольори — червоний, зелений і жовтий. Цвіте амарант триколірний від початку літа й аж до перших осінніх заморозків.

Амарант темний або сумний (Amaranthus hypochondriacus) — це кущ висотою до 1,5 м із пурпурово-зеленим або чисто зеленим довгасто-ланцетним листям. Вертикальні волоті мають переважно темно-червоне забарвлення. Серед сортів виділяють Грін Тамбо, що формує щільні суцвіття смарагдового кольору, та Пігмі Торч — компактний чагарник заввишки близько 60 см із яскравими різнокольоровими листками та суцвіттями, які спочатку мають насичено-пурпурове забарвлення, а з часом набувають каштанового відтінку [41].

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що господарський потенціал амаранту досі недостатньо оцінений, що пов’язано з низкою чинників, зокрема з недостатньою вивченістю культури в умовах Лісостепу та відсутністю зареєстрованих сортів. Водночас амарант є надзвичайно перспективною культурою як для сільськогосподарського виробництва, так і для переробної промисловості [42].

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ СОРТІВ АМАРАНТУ



Харківський-1. Даний сорт амаранту вважається багатьма фахівцями універсальним завдяки можливості комплексного використання як на зерно, так і на зелений корм. Сорт характеризується високим біологічним потенціалом продуктивності за умов відносно низьких енергетичних та матеріальних витрат на вирощування. Відомий підвищеним вмістом біологічно активних речовин, що зумовлює його лікувально-профілактичні властивості. Тривалість вегетаційного періоду становить у середньому 120 діб [43];



Геліос. Сорт належить до групи ранньостиглих і є одним із найбільш поширених завдяки поєднанню скоростиглості та високої адаптивності. Повна тривалість вегетації становить близько 105 діб. Рослини формують добре розвинене прямостояче стебло, яке досягає висоти 1,7 м. Суцвіття мають інтенсивне помаранчеве забарвлення, вирізняються підвищеною стійкістю до осипання та вилягання, що є важливою ознакою для механізованого збирання. Насіння біле, округлої форми, відзначається високою вирівняністю та добрими показниками натури [43].



Сем. Сорт належить до середньостиглих, придатний як для зернового, так і для кормового використання. Вегетаційний період становить близько 110 днів. Рослини характеризуються типовим червоним забарвленням стебла та суцвіть, насіння — біле. Сорт демонструє високий рівень продуктивності: урожайність зерна сягає 2,5 т/га, а вихід зеленої біомаси може досягати 200 т/га, що робить його перспективним для силосного та зеленого конвеєра [44].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводилися у 2023 – 2025 рр. в НВВ Уманського національного університету садівництва.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з гумусовим горизонтом (гумусу біля 1,5 %) товщиною 40–45см; pH (сольове) – 6,65; гідролітична кислотність – 2,6 мг.екв на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 90–95%, сума ввібраних основ – 24,6 мг.екв на 100г ґрунту. В орному шарі міститься 108,7 мг/кг грунту легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом); 59 мг/кг – рухомого фосфору (за Чиріковим); 120,5 мг/кг – обмінного калію (за Чиріковим). Об'ємна маса грунту складає 1,26–1,34 г/см^3, найменша польова вологоємкість 16,2% в орному і 14,6% в підорному шарах [45].

Отже, даний тип ґрунту родючий за своїми фізико-хімічними властивостями та відповідає вимогам культури.

3.2. Погодні умови

Погодні умови 2024 та 2025 років істотно відрізнялися як між собою, так і від середніх багаторічних показників, що зумовило різний рівень теплового та водного забезпечення рослин упродовж вегетаційних періодів. Міжрічні коливання кількості опадів, температурного режиму та відносної вологості повітря були значними, що закономірно впливало на інтенсивність ростових процесів і формування продуктивності культур (рис. 2.1–2.3).

У 2024 році сумарна кількість опадів характеризувалася високою просторово-часовою нерівномірністю. Упродовж січня–квітня їх надходження було на 10–30 % нижчим порівняно з багаторічною нормою, що створювало

дефіцит ґрунтової вологи для стартових етапів органогенезу. Особливо критичною виявилася ситуація у травні, коли випало лише 4,8 мм опадів за норми 52 мм, що свідчить про формування гострої весняної посухи саме в період диференціації генеративних органів. Протягом червня–серпня спостерігалося подальше зменшення кількості опадів: у червні — 56,5 мм (за норми 81 мм), у липні — 17,9 мм та серпні — 17,7 мм, що в 2–3 рази нижче середніх багаторічних значень. Вересень був аномально сухим (12,1 мм проти 61 мм за нормою), тоді як у жовтні кількість опадів перевищила норму більш ніж удвічі (99,4 мм за норми 43 мм), частково компенсуючи дефіцит вологи в ґрунтовому профілі. Сукупність цих показників вказує на те, що 2024 рік відзначався різко вираженим весняно-літнім дефіцитом води, що є ключовим стресовим чинником для теплолюбних культур.

Тепловий режим 2024 року перевищував багаторічні норми протягом майже всіх місяців. Середня температура січня становила –1,6 °C, що на 1,8 °C вище норми. У лютому–квітні зафіксовано перевищення середніх температур на 2–3 °C. Вегетаційний період (травень–вересень) характеризувався стабільно підвищеним температурним фоном на 1,5–3 °C, що прискорювало темпи фізіологічних процесів, сприяло інтенсивнішому транспіраційному навантаженню та формувало ризики термічного стресу. Найвищі середньомісячні температури фіксувалися в липні (24,3 °C) та серпні (23,1 °C), що значно перевищує багаторічні показники.

Відносна вологість повітря у 2024 році була нижчою за норму, особливо в березні–серпні, коли її зниження становило 10–15 %. Такий комплекс низької вологості та високих температур значно посилював дефіцит вологи в агроценозах, що є критичним фактором для культур із активною фотосинтетичною діяльністю та високим транспіраційним коефіцієнтом. Лише в осінньо-зимовий період вологість повітря повернулася до нормативних значень. Таким чином, погодні умови 2024 року створювали стійке гідротермічне навантаження на рослини, істотно обмежуючи їх потенціал продуктивності.

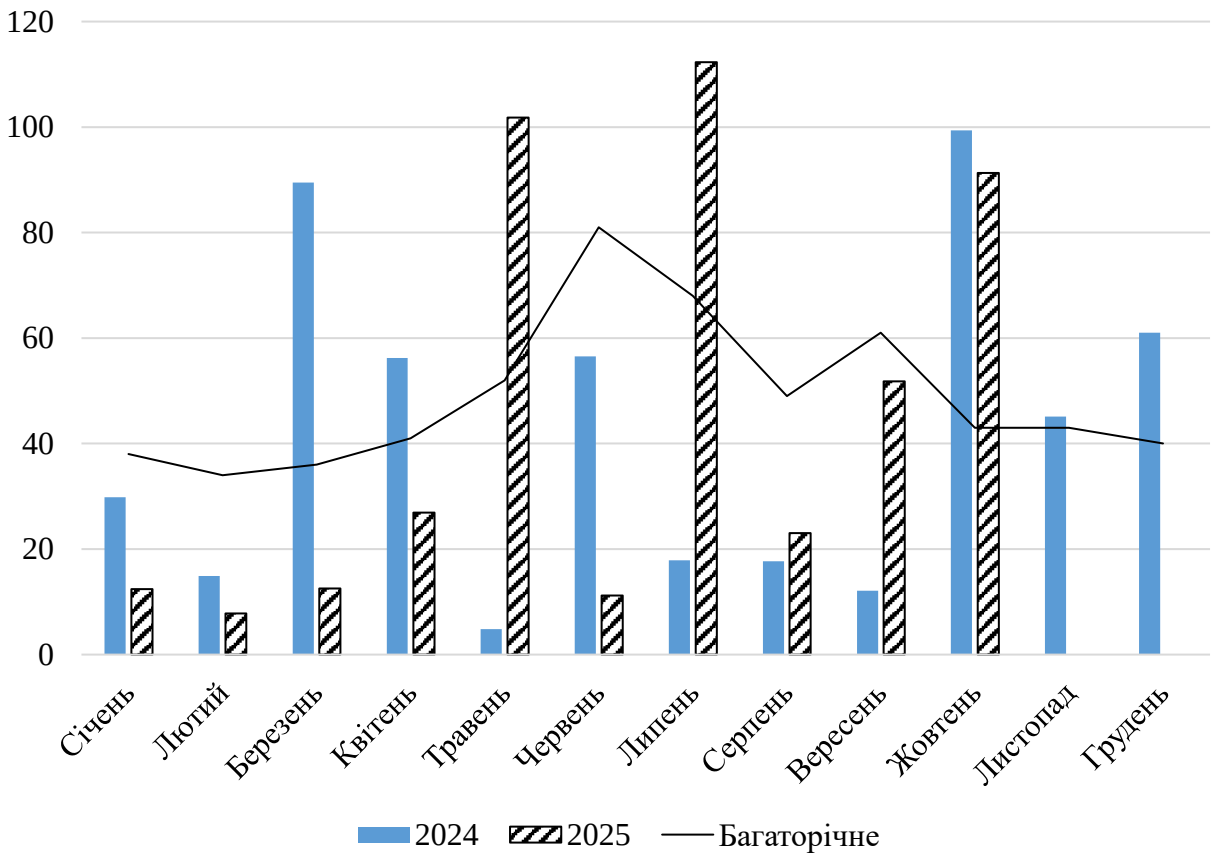


Рис. 2.1. Сума опадів, мм(2024-2025 рр.)

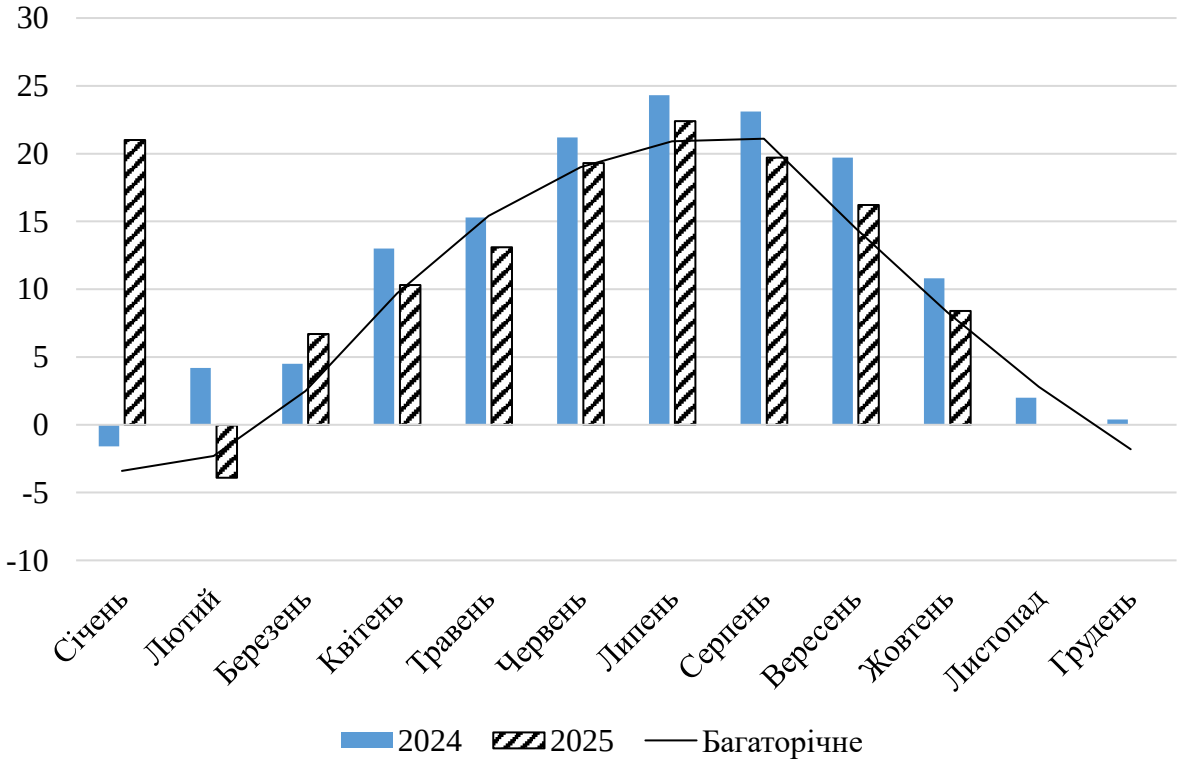


Рис. 2.2. Середня температура повітря, ºС (2024-2025 рр.)

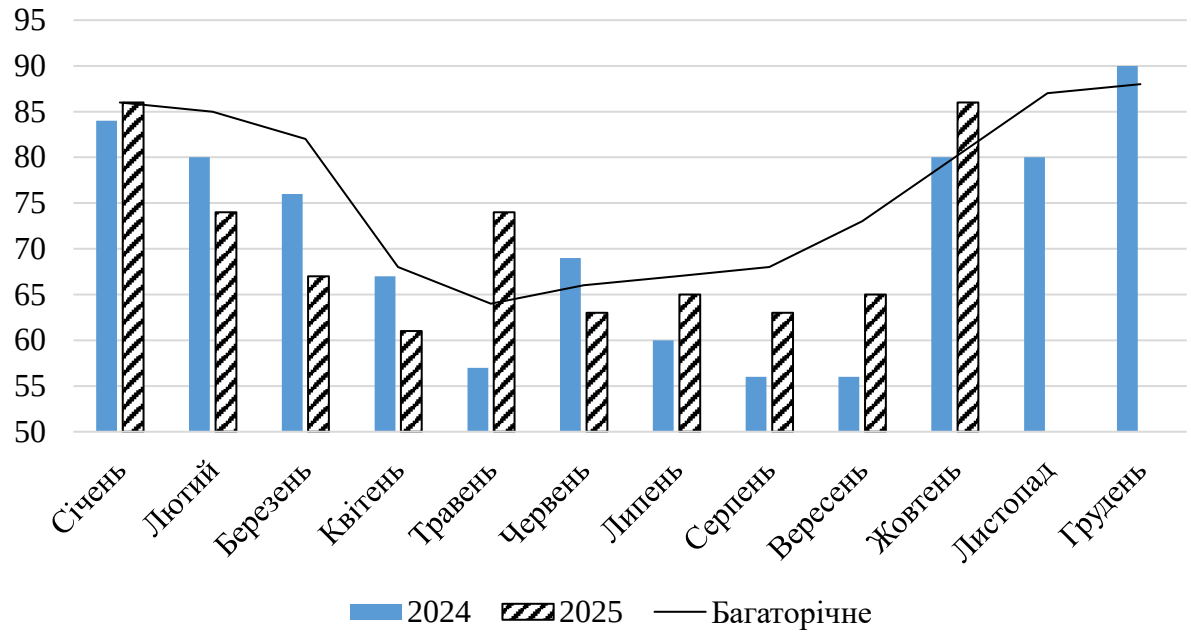


Рис. 2.3. Відносна вологість повітря, % (2024-2025 рр.)

На відміну від цього, 2025 рік характеризувався принципово іншим перебігом гідротермічних показників. Хоча січень–квітень залишалися дещо посушливими, їхня посушливість була меншою порівняно з аналогічним періодом 2024 року. У травні кількість опадів сягнула 101,8 мм, що вдвічі перевищувало середні багаторічні значення. Липень також відзначався істотним перезволоженням (112,3 мм проти 68 мм за нормою). У вересні випало 51,8 мм опадів, що, хоча й нижче норми, суттєво перевищувало показники попереднього року. Жовтень характеризувався надлишком вологи — 91,3 мм, що вдвічі перевищувало норму. Такий режим зволоження забезпечував стабільний водний баланс рослин і знижував ризики розвитку водного стресу.

Температурний фон 2025 року був близьким до багаторічних значень або дещо нижчим. Холодніший лютий (–3,9 °C) контрастував із помірно теплими весняними місяцями. Літо було відносно прохолодним: середня температура червня становила 19,3 °C (при нормі 19,0 °C), липня — 22,4 °C (на 2 °C нижче порівняно з 2024 роком), серпня — 19,7 °C (на 1,4 °C нижче норми). Таке помірне теплове забезпечення супроводжувалося зниженням випаровуваності та сприяло стабільнішому водоспоживанню рослин.

Відносна вологість повітря у 2025 році була вищою порівняно з попереднім роком і переважно відповідала середнім багаторічним значенням. Протягом весняно-літнього періоду вона становила 65–74 %, що за умов надлишкового зволоження створювало передумови до розвитку фітопатогенних інфекцій, але водночас формувало оптимальний водний баланс рослин. Восени вологість повітря залишалась високою, сягаючи 86 % у жовтні.

Отже, агрометеорологічний аналіз свідчить про те, що 2024 рік можна охарактеризувати як аномально теплий і посушливий із формуванням виражених стресових ситуацій у фазах бутонізації та цвітіння, тоді як 2025 рік відзначався підвищеним рівнем зволоження, помірно теплим температурним режимом та високою вологістю повітря, що було сприятливим для росту, розвитку та формування врожайності культур. Таким чином, контрастність погодних сценаріїв двох років демонструє різні моделі вегетації: 2024 рік — «гідротермічно стресовий», 2025 рік — «вологий і термічно збалансований», що має істотне значення для оцінки адаптивного потенціалу досліджуваних культур.

3.3. Схема досліду

Дослідження з агробіологічної оцінки генетичних ресурсів амаранту в умовах Правобережного Лісостепу України було проведено впродовж 2023–2025 рр. на базі навчально-виробничого відділу Уманського НУС відповідно до експериментальної схеми, що включала шість варіантів. Методологія передбачала закладання досліду за принципом рендомізації варіантів із чотириразовою повторністю. Площа кожної ділянки становила 100 м², що забезпечувало достатню репрезентативність для статистичної оцінки варіабельності ознак. Сівбу проводили у другій декаді квітня (контрольний строк) та у першій декаді травня з нормою висіву 1 млн насінин/га, після чого

густоту стояння проріджували до 150 тис. рослин/га для оптимізації генеративної продуктивності.

Двофакторний експеримент передбачав оцінювання трьох сортів амаранту — Харківський-1 (контроль), Геліос та Сем — які вирощували за стандартною технологією з дотриманням агротехнічних вимог до культури. Така схема дозволила визначити сортові особливості реакції рослин на строки сівби й умови середовища, а також отримати дані для формування достовірних агробіологічних висновків.

3.4. Технологічні елементи вирощування амаранту в досліді

Для сівби амаранту необхідним є добре структурований, розпушений, рівномірно зволожений та прогрітий орний шар. Оптимальна температура ґрунту на глибині 5 см під час сівби становить 10–13 °С, що забезпечує дружні сходи та сприятливі умови для початкового росту рослин. У виробничих умовах рекомендовано проводити сівбу здебільшого у другій декаді травня, коли ризик холодових стресів мінімальний.

Добриво та живлення.

Для формування високої продуктивності рослини амаранту потребують оптимізованої системи мінерального живлення. Рекомендовані норми:

азот — 90–100 кг/га (внесення поділяється на передпосівне та підживлення у фазу інтенсивного росту),

фосфор — 60–70 кг/га,

калій — 60–70 кг/га.

Збалансоване живлення сприяє активному фотосинтезу, розвитку генеративної сфери та підвищенню насіннєвої продуктивності.

Сівба.

Посів здійснювали вручну або за допомогою рядової сівалки типу SPZ-1,5. З огляду на дрібність насіння, його змішували з інертним матеріалом (пісок, манна крупа) для забезпечення рівномірності висіву. Оптимальна

глибина загортання становила 1 см, ширина міжрядь — 50 см, що забезпечувало рівномірний розподіл рослин у посівах.

Догляд за посівами.

Протягом вегетаційного періоду застосовували механічні міжрядні обробітки з метою регуляції густоти стояння та зниження рівня конкуренції з боку бур'янів. Важливим технологічним чинником є забезпечення належного повітряно-теплового режиму ґрунту та запобігання загущенню, яке може сприяти виляганню та розвитку хвороб.

Збирання врожаю.

Збирання проводили після настання перших осінніх заморозків (жовтень), коли рослини природно підсихають за температур нижче –5 °C. Для збирання використовували стандартні зернозбиральні комбайни, що забезпечує високу продуктивність і мінімальні втрати насіння.

Фітосанітарна характеристика

У технології вирощування амаранту суттєвих шкідників наразі не виявлено, що знижує потребу у пестицидах і підвищує екологічність культури. Найбільш поширені хвороби включають:

плямистості листя (переважно спричинені Phoma longissima),

кореневі гнилі, що формуються на надмірно зволожених і ущільнених ґрунтах,

біла іржа (Albugo bliti), яка проявляється за підвищеної вологості та температурних перепадів.

Фітопатологічний контроль є важливою складовою забезпечення стабільної продуктивності, особливо у роки з високим рівнем зволоження.

3.5. Методика проведених досліджень

Польові та лабораторні дослідження щодо оцінювання продуктивності та біохімічного складу амаранту залежно від сортових особливостей та строків сівби проводили на кафедрі рослинництва Уманського НУ протягом 2023–

2025 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України. Експериментальна програма передбачала комплекс спостережень, вимірювань та лабораторних аналізів, виконаних відповідно до загальноприйнятих методик.

У ході вегетації здійснювали систематичну реєстрацію основних фаз розвитку, зокрема появи сходів, початку цвітіння та формування плодів. Початком настання відповідної фенофази вважали дату, коли до неї одночасно переходило не менше 15 % рослин, що відповідає методичним вимогам фенологічних досліджень.

Біометричну характеристику рослин проводили у фазі масового цвітіння на вибірці з 10 типових рослин у двох несуміжних повтореннях.

Визначення сирої та сухої маси рослин, а також маси окремих органів, здійснювали ваговим методом. Для цього відбирали 100 репрезентативних рослин та проводили детальний морфологічний розбір із відокремленням суцвіть, стебел, листків і кореневої системи. Подібний підхід дозволяв отримати точні показники біомаси та оцінити структуру продуктивності.

Збирання плодів розпочинали після досягнення 80 % фізіологічної стиглості насіння. Процес збору здійснювали зернозбиральним комбайном, що забезпечувало мінімізацію втрат та рівномірність відбору проб.

Розрахунок економічної ефективності технології вирощування проводили згідно з методичними рекомендаціями кафедри підприємництва, торгівлі та біржової діяльності, що включало визначення виробничих витрат, собівартості продукції, рівня рентабельності та економічного ефекту.

Загальний вміст білків у насінні визначали фотометричним методом. У пробірку вносили 0,2 г усередненої наважки подрібненого насіння, додавали 3 мл концентрованої сірчаної кислоти (H_2SO_4) та невелику кількість каталізатора (суміш $CuSO_4$, K_2SO_4 та металевого селену). Суміш піддавали нагріванню до повного знебарвлення, після чого переносили у мірну колбу та доводили об’єм дистильованою водою до 50 мл.

З отриманого розчину відбирали 10 мл аліквоти, яку змішували в чашці Конвея з 2 мл 2%-го розчину борної кислоти та трьома краплями індикатора. До суміші додавали 10 мл дистильованого розчину натрієвого лугу. Після перемішування зразок витримували протягом 24 годин за кімнатної температури до стабілізації забарвлення (від фіолетового до синьо-зеленого). Подальше титрування проводили 0,02n розчином H_2SO_4 до зміни кольору індикатора на червоно-фіолетовий, після чого проби фотометрували для кількісного визначення білків.

Для аналізу загального хімічного складу насіння застосовували інфрачервоний спектрометричний аналізатор FOSS D2500 IKA (Данія), який забезпечує точне визначення основних макрокомпонентів.

Вміст загальних вуглеводів визначали відповідно до вимог ГОСТ 26176-91 «Методи визначення розчинних і легкогідролізованих вуглеводів», що гарантує стандартизовану точність та зіставність результатів.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Проходження фенологічних фаз росту і розвитку амаранту залежно від сорту і строку посіву.

Фенологічну реакцію сортів амаранту на різні строки посіву та особливості водно-теплового режиму в умовах Правобережного Лісостепу України вивчали протягом 2023–2025 рр. на основі комплексних польових спостережень.

Метою дослідження було визначення оптимального терміну висіву насіння шляхом оцінювання динаміки настання фенологічних фаз у трьох сортів амаранту за умов першої декади травня — періоду, що відповідає стабільному переходу середньодобової температури повітря через +15 °С.

Особливості проходження фенологічних фаз залежно від строків посіву

Результати аналізу засвідчили, що більш ефективним для росту рослин та повноцінного формування репродуктивних органів є літній строк посіву після встановлення середньодобових температур вище +15 °С. Встановлено, що саме другий строк сівби забезпечував найсприятливіші умови формування фенологічних фаз для всіх досліджених сортів.

Це узгоджується з особливостями термічного режиму регіону: у липні–серпні середньодобові температури за роки досліджень становили 24–27,5 °С, що наближається до оптимуму теплолюбних культур фотосинтетичного типу С4, до яких належить амарант.

Крім того, встановлено, що амплітуда добових коливань температури у травні становила 14–20 °С, тоді як у червні–серпні дисперсія добових температур зменшувалася до 8–12 відн. од. Зниження амплітуди температур сприяло більш рівномірним темпам росту, скороченню тривалості фенофаз та забезпечувало повноцінне визрівання насіння (табл. 4.1).

Вплив сортових особливостей і строків посіву на тривалість фенофаз

Дисперсійний аналіз тривалості фенофаз дозволив ідентифікувати значущість впливу окремих факторів на ріст і розвиток рослин. Було визначено, що у сорту Сем строк посіву мав найбільш вагомий вплив на тривалість фази «дозрівання насіння», що вказує на його чутливість до умов теплового забезпечення; сорту Геліос та Харківський-1 притаманна більша реакція у фазі «бутонізація», що свідчить про сортоспецифічні особливості регуляції темпів формування генеративних органів.

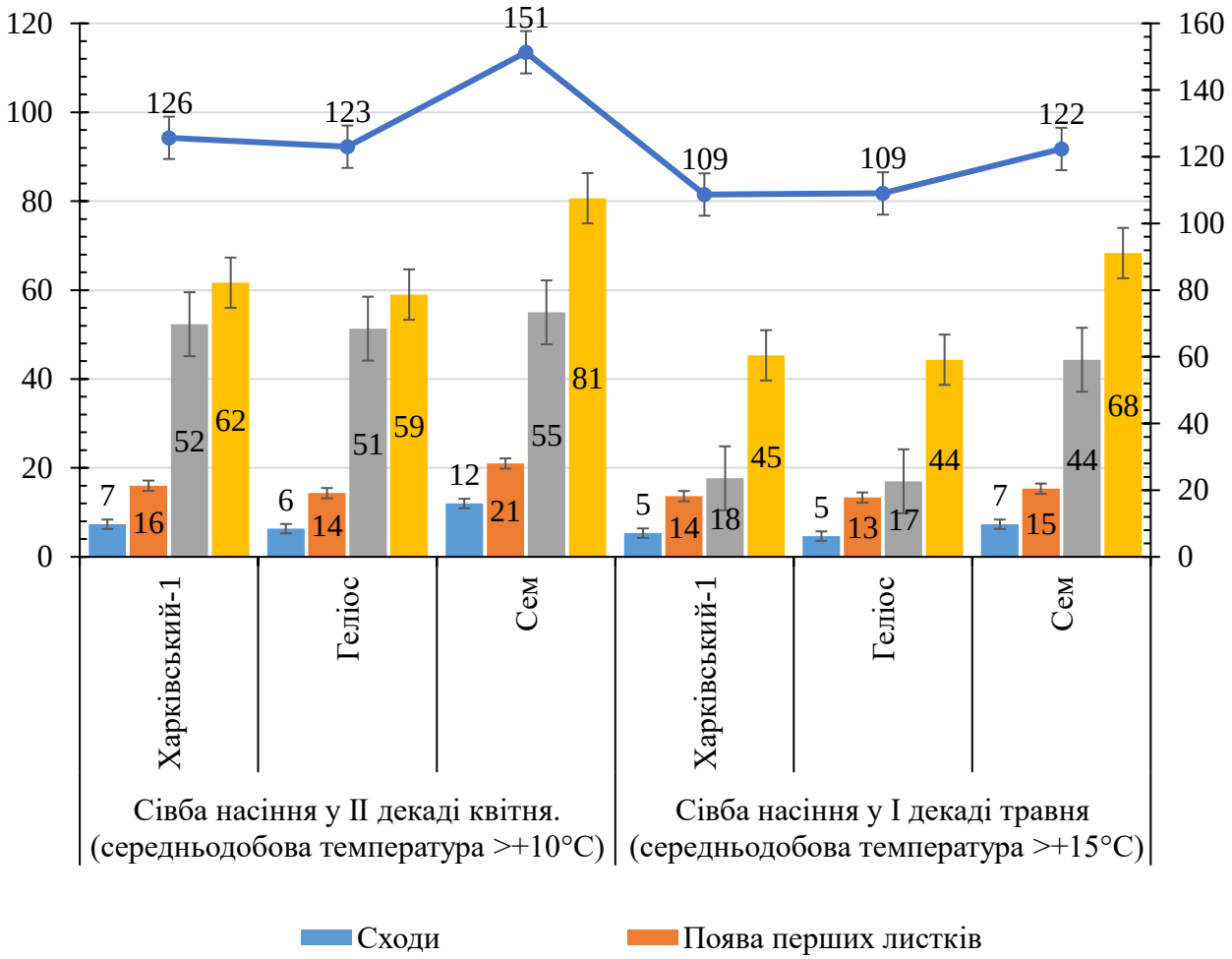


Рис. 4.1. Термін настання окремих фенологічних фаз росту і розвитку амаранту залежно від сорту і строку посіву (2023 – 2025)

Оскільки амарант характеризується відносною посухостійкістю у фазах цвітіння та дозрівання, найбільш критичним є початковий етап вегетації. Оптимальною вологістю ґрунту для фаз «сходи», «поява першої пари листків» і «бутонізація» є не нижче 70 % НВ. Тому у досліді застосовували щотижневе

краплинне зрошення на ранніх етапах розвитку; надалі інтервал між поливами збільшували до 1 разу на 2–4 тижні.

Тривалість вегетаційного періоду та морфометричні показники сортів

За умов висіву при температурі не нижче +15 °С: сорт Геліос і Харківський-1 формували повний цикл органогенезу протягом 3–3,5 місяців. довжина суцвіття: 68 см (Харківський-1) та 72 см (Геліос); висота рослин: 220–240 см. сорт Сем характеризувався довшим вегетаційним періодом — у середньому 4 місяці, що охоплювало першу–другу декади вересня.

Сприятливі температури цього періоду (18–20 °С) забезпечували повне визрівання насіння, висота рослин: 250–260 см; довжина суцвіття: до 75 см.

Комплексна фенологічна оцінка підтвердила, що ґрунтово-кліматичні умови Черкаської області є сприятливими для вирощування досліджуваних сортів амаранту. Встановлено, що своєчасний вибір строку сівби, з урахуванням температурного та водного режимів, є ключовим фактором оптимізації темпів росту, тривалості фенофаз та рівномірного визрівання насіння інтродукованих сортів.

4.2. Біометричні показники рослин амаранту залежно від сорту і строку посіву.

У 2023–2025 рр. було проведено комплексне морфологічне вивчення сортів амаранту Геліос, Харківський-1 та Сем в умовах Черкаської області. Оцінювання здійснювали за основними морфометричними характеристиками — висотою рослин, масою й розмірами надземних органів та кореневої системи у фазі цвітіння (на 82-гу добу після появи сходів). Рослини вирощували з насіння двох термінів висіву: у другій декаді квітня (при переході середньодобової температури повітря через +10 °С) та у першій декаді травня (після переходу температур через +15 °С).

Аналіз фітомаси свідчить, що формування листкової маси визначається переважно генетично зумовленими сортовими особливостями, що узгоджується з відомими літературними даними про високий поліморфізм амаранту щодо продуктивності вегетативної частини. Так, сорт Геліос характеризувався найнижчими показниками: 73,4 та 82,5 г листкової маси на рослину залежно від терміну посіву, що на 13,5–14,8 % менше від контрольного сорту. Водночас сорт Сем проявив істотно вищий потенціал формування листкової продуктивності — 191,9 та 218,9 г, тобто перевищення сорту Харківський-1 становило 122,9 і 130,2 %.

Встановлено статистично підтверджену тенденцію до переваги посіву у першій декаді травня. За цього терміну сходи з'являлися швидше, а рослини демонстрували інтенсивніший ріст, що пов'язано з тепловим режимом ґрунту та зменшенням амплітуди добових температур, які критично впливають на ранні етапи органогенезу. (рис. 4.2 і 4.3).

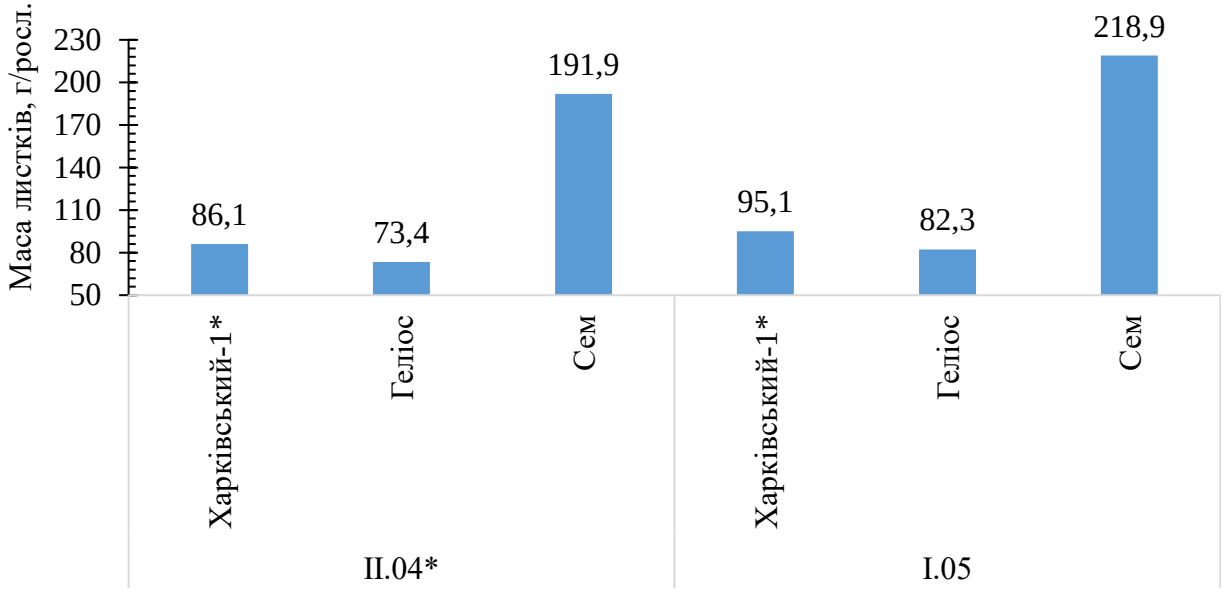


Рис. 4.2 Листкова маса однієї рослини у фазу цвітіння амаранту залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), г

(*$НІР_{05}$ = A-5,81; B-4,74; AB-8,21*)

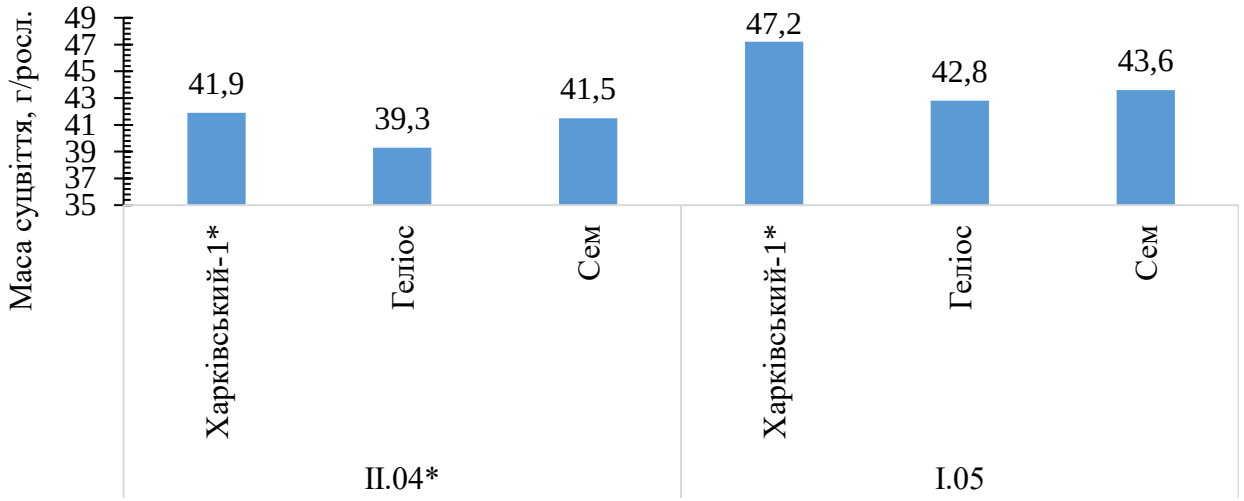


Рис. 4.3 Маса суцвіття однієї рослини у фазу цвітіння амаранту залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), г
(*$НІР_{05}$ = А-2,52; В-2,06; АВ-3,57*)

Дослідження параметрів кореневої системи показало, що більш пізній посів сприяв активнішому коренеутворенню. Порівняно з раннім терміном висіву загальна маса коренів зростала на 23,4 % у сорту Харківський-1, на 12,3 % у Геліоса та на 24,6 % у сорту Сем. Аналогічна тенденція відмічена й за довжиною коренів: максимальні значення зафіксовано у сорту Геліос — 22,1 і 27,4 см, що перевищувало контроль на 10,0 і 17,1 %. Такі відмінності свідчать про кращу адаптивну реакцію сортів до оптимального теплового режиму ґрунту у травні, коли інтенсивність дихання коренів і швидкість клітинного поділу є максимально стабільними. (рис. 4.4, 4.5).

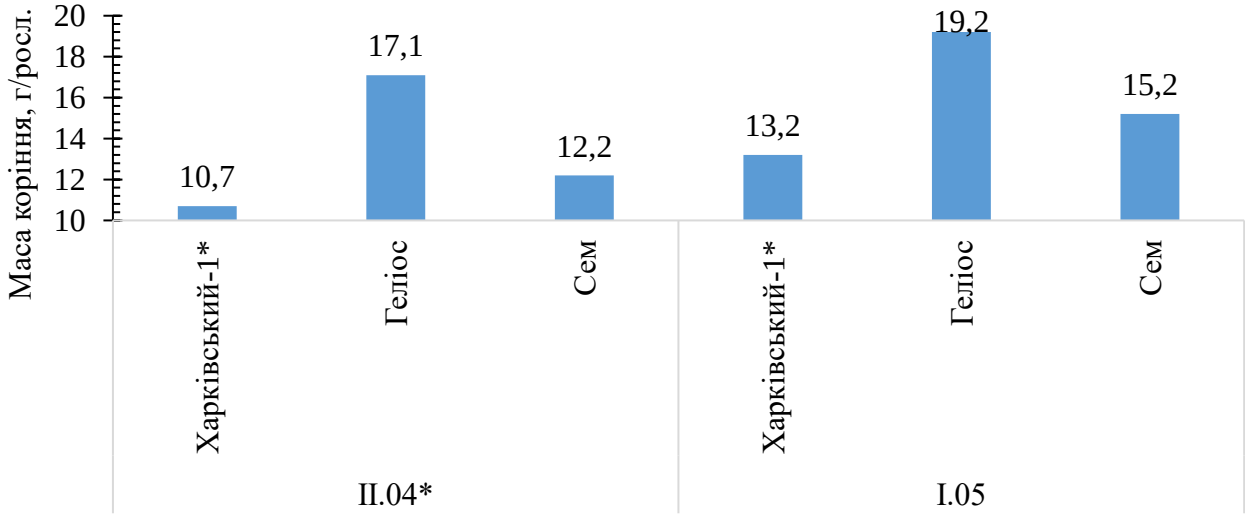


Рис. 4.4 Маса коріння однієї рослини у фазу цвітіння амаранту залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), г
(*$НІР_{05}$ = А-0,92; В-0,75; АВ-1,30*)

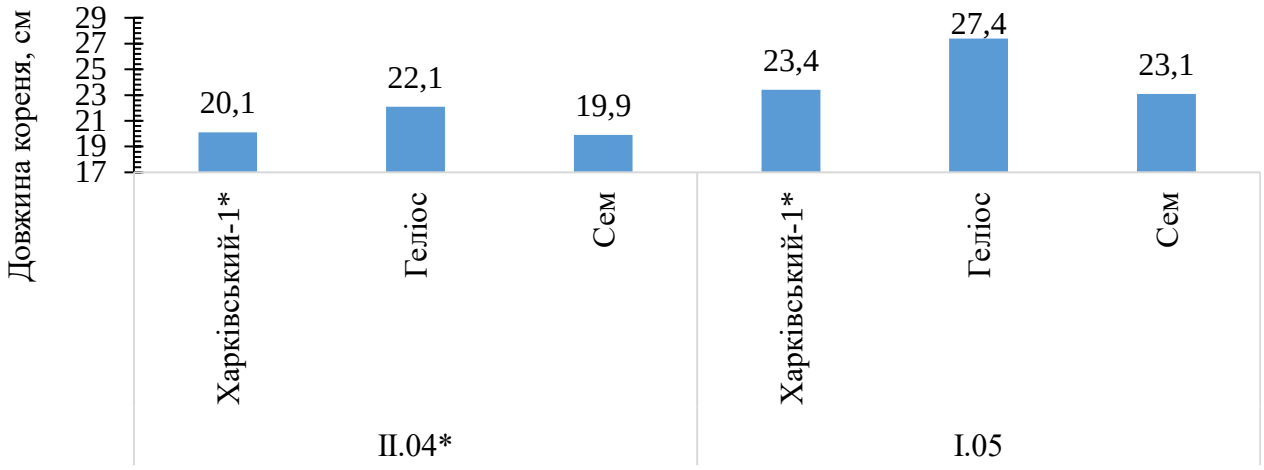


Рис. 4.5 Довжина кореня рослин амаранту у фазу цвітіння залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), см
(*$НІР_{05}$ = A-0,78; B-0,63; AB-1,08*)

За загальною масою рослин сорти також виявили істотну диференціацію. Найвищі показники отримано у сорту Сем — 245,2 і 277,7 г/рослину, що перевищувало масу сорту Харківський-1 на 77,7 і 78,6 %. Пізніший термін посіву забезпечував збільшення маси рослин на 11,2–13,3 %, що пов'язано з кращою синхронізацією між фотосинтетичною активністю листків та надходженням теплових ресурсів у травні–червні (рис. 4.6).

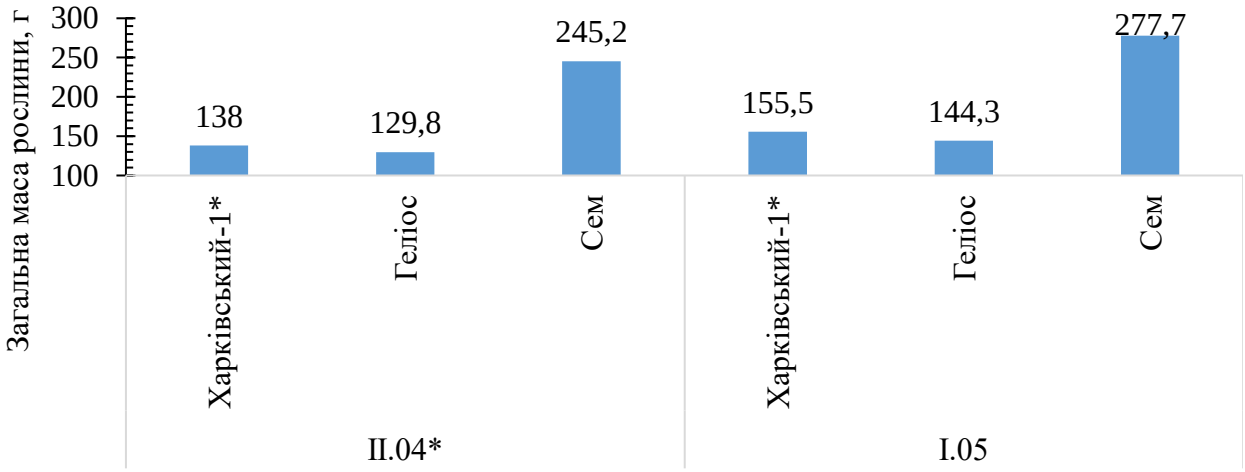


Рис. 4.6 Загальна маса рослини у фазу цвітіння амаранту залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), г
(*$НІР_{05}$ = A-9,59; B-7,83; AB-13,56*)

Структурний аналіз вегетативних і генеративних органів показав, що сорт Сем формує найбільшу частку листкової маси (до 79 % від загальної маси рослини), що дозволяє віднести його до кормового типу, орієнтованого на

максимальне накопичення зеленої біомаси. Натомість сорти Геліос та Харківський-1 характеризуються меншим листковим індексом, але формують значну масу суцвіття — близько 30 % загальної маси рослини, що дає підстави класифікувати їх як зернові (овочеві) типи, придатні для насінницького вирощування.

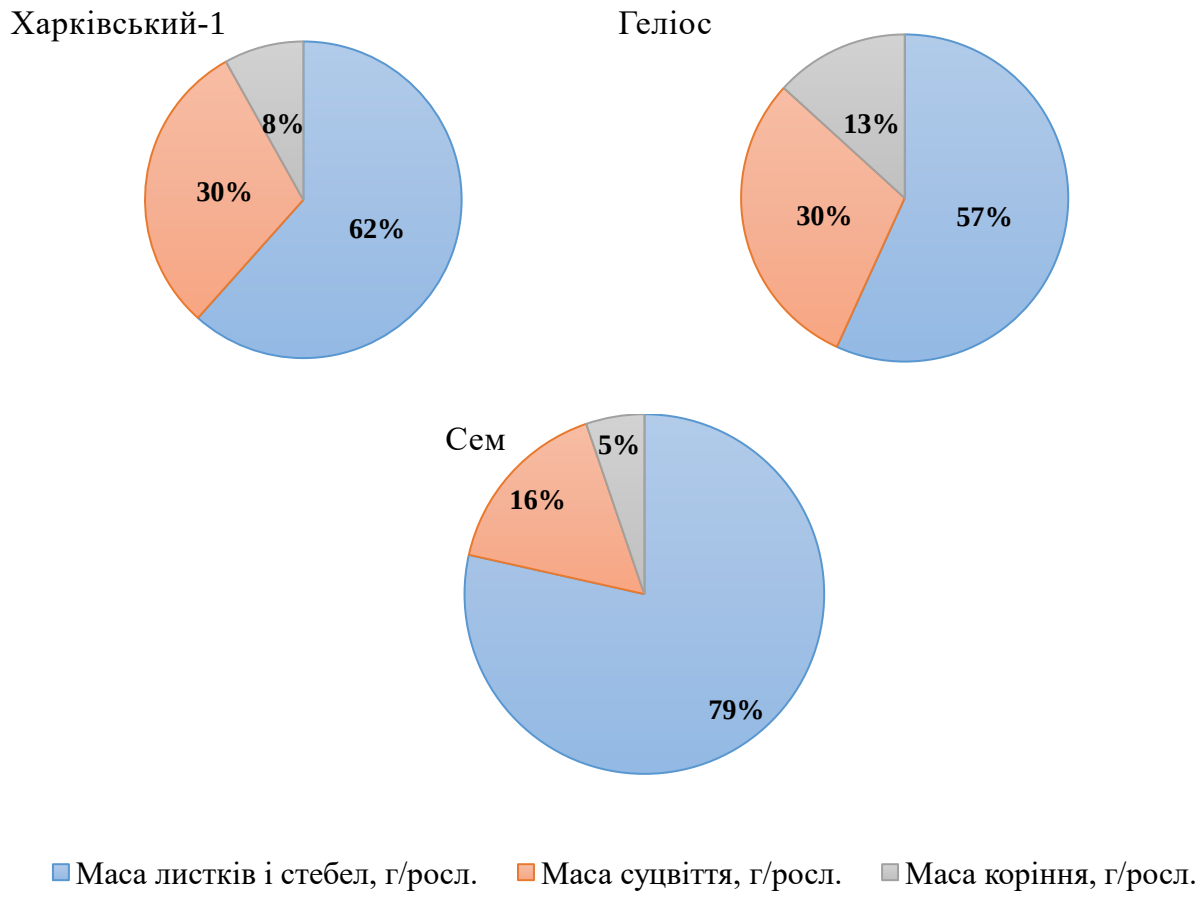


Рис.4.7 Співвідношення морфологічних показників у структурі загальної маси рослини амаранту залежно від сорту

Отже, отримані морфологічні дані свідчать про різну адаптивну реакцію сортів амаранту на терміни посіву та водно-температурний режим вегетаційного періоду. З наукової точки зору це підтверджує взаємозв’язок між фізіолого-біохімічними механізмами росту, сортовою специфічністю та температурною динамікою регіону, що є ключовими факторами формування продуктивності в умовах Лісостепу Правобережного.

4.3. Урожайність та вміст окремих компонентів біохімічного складу насіння амаранту залежно від сорту і строку посіву

За показником продуктивності насіння серед досліджуваних сортів амаранту виявлено сорт Сем як високопродуктивний: врожайність становила 2080 та 2460 кг/га відповідно до терміну посіву, що перевищувало контрольний сорт на 6,7–8,4 %. Найнижчі показники врожайності були зафіксовані у сорту Геліос — 1880 та 2180 кг/га. Аналіз впливу термінів посіву показав, що посів у першій декаді травня забезпечував статистично значуще збільшення виходу насіння на 16,0–18,3 % залежно від сорту, що пояснюється більш сприятливими температурно-гігрометричними умовами ґрунту та повітря для проростання насіння, розвитку генеративних органів і завершального етапу формування насіннєвої продуктивності (рис. 4.8).

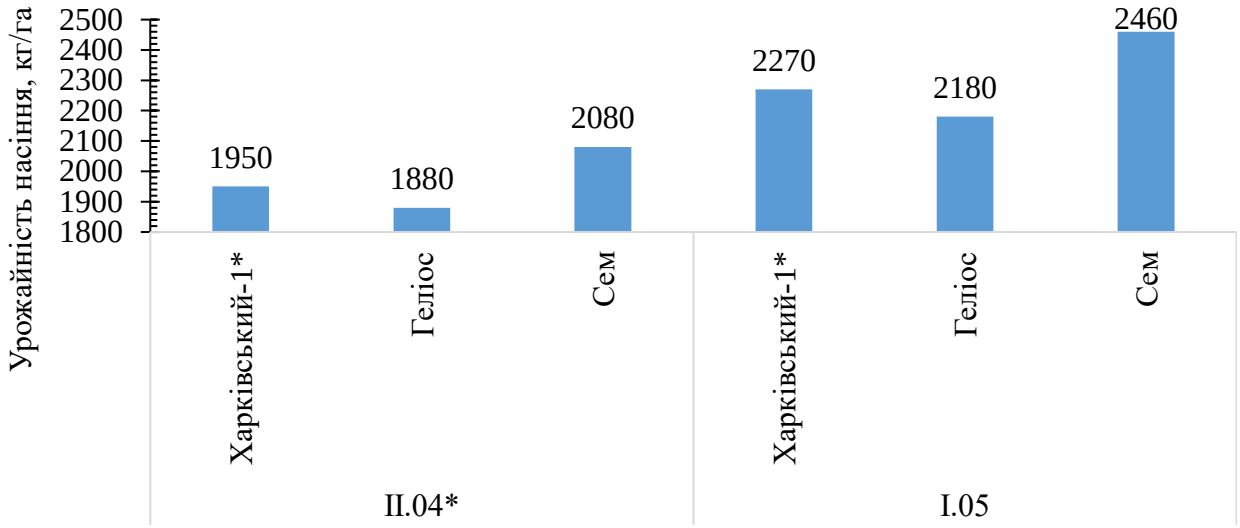


Рис. 4.8 Урожайність насіння амаранту залежно від сорту і строків посіву (2023 – 2025), кг/га
(*$НІР_{05}$ = A-78,8; B-64,3; AB-111,5*)

За показником врожайності зеленої маси сорт Сем, незалежно від терміну сівби, статистично значуще перевищував інші досліджувані сорти. Вихід зеленої маси цього сорту у фазу цвітіння становив 34,3 та 40,0 т/га, що підтверджує його віднесення до кормового типу. Сорт Геліос формував зелену масу на рівні 33,0 та 37,8 т/га, що незначно поступалося сорту Харківський-1. Проведений аналіз впливу термінів посіву показав, що посів у першій декаді

травня сприяв підвищенню виходу зеленої маси на 14,0–16,8 %, що зумовлено більш сприятливими температурними умовами ґрунту і повітря, що стимулюють інтенсивний ріст вегетативної маси та кращу продуктивність фотосинтетичного апарату рослин (рис. 4.9).

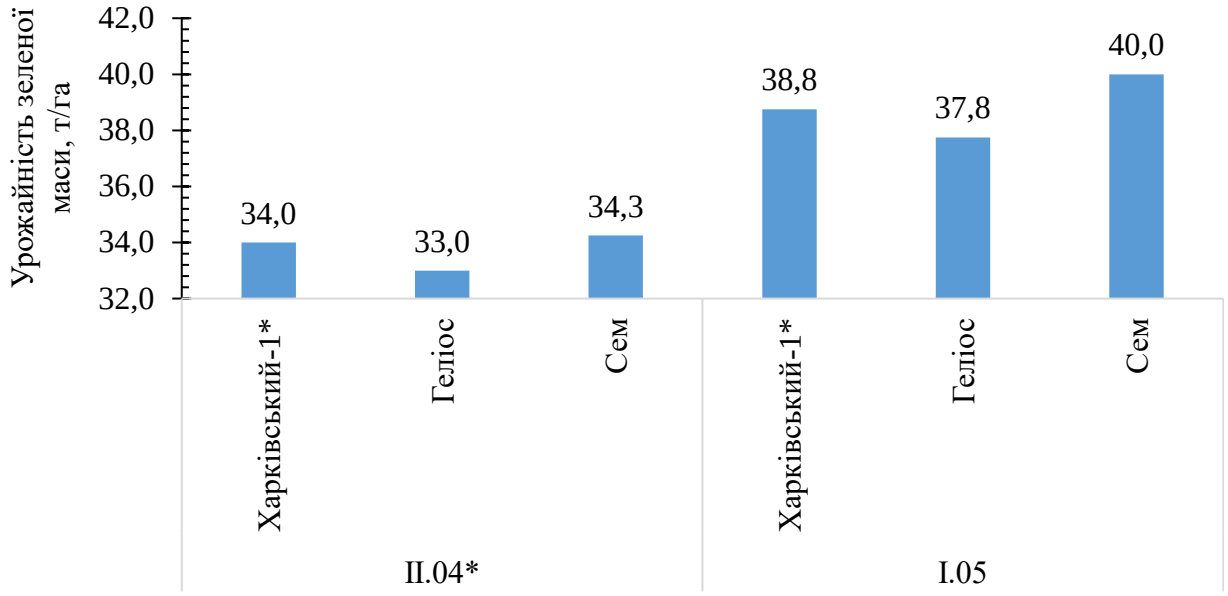


Рис. 4.9 Урожайність зеленої маси рослин амаранту у фазу цвітіння залежно від сорту і строків посіву, т/га
(*$НІР_{05}$ = A-1,52; B-1,26; AB-2,!5*)

Амарант є однією з найдавніших зернових культур, що вирощувалася ацтеками задля отримання цінного насіння. Урожайність насіння амаранту значно варіює залежно від виду та умов вирощування: у Каліфорнії (США) вона коливалася від 90 до 1670 кг/га із вмістом протеїну 10–275 кг/га; у Пуерто-Ріко продуктивність становила 470–1930 кг насіння/га та 80–130 кг протеїну/га; у Швеції – 1170–1920 кг насіння/га та 190–330 кг протеїну/га.

Хімічний склад насіння зернових сортів амаранту характеризується 13,1–21,0 % сирого протеїну, 5,6–10,9 % сирого жиру, 48–69 % крохмалю, 3,1–5,0 % харчових волокон і 2,5–4,4 % золи. Протеїновий компонент насіння амаранту відзначається високою біологічною цінністю, а амінокислотний склад близький до рекомендацій ФАО/ВООЗ. Насіння містить вітамін А,

калій, кальцій, залізо, магній, харчові волокна, рутин, каротиноїди та амарантин, що забезпечує широкий спектр його використання: нормалізацію гормонального фону, лікування гінекологічних захворювань, аденоми, гепатиту, усунення токсичних сполук і шлаків, стимуляцію травлення, зміцнення імунної та серцево-судинної системи.

У сільському господарстві насіння амаранту використовується як кормова складова, що сприяє інтенсивному наростанню м'язової маси тварин, підвищенню їх імунітету та покращенню якості м'яса. Додавання насіння амаранту до корму птахів стимулює ріст молодняку і забезпечує високу поживність продукції.

Найбільш значущим напрямком застосування насіння є виробництво амарантового масла. Ліпідний склад насіння характеризується високою часткою ненасичених жирних кислот (лінолева – 25–62 %, олеїнова – 19–35 %, пальмітинова – 12–25 %, стеаринова – 2–8,6 %, ліноленова – 0,3–2,2 %), що визначає його антиоксидантну активність. Використання амарантового масла у дієтотерапії сприяє загоєнню ран, нормалізації біохімічних та клінічних показників крові, покращенню самопочуття пацієнтів, а при включенні до антиатерогенної дієти у хворих на ішемічну хворобу серця – реалізує дозозалежний імуностимулюючий та протизапальний ефект.

У 2023–2025 рр. проведено дослідження біохімічного складу насіння сортів амаранту Харківський-1, Геліос та Сем залежно від строків посіву. Результати показали, що насіння усіх трьох сортів характеризується високим вмістом білка, який є цінним компонентом харчування людини та кормовою базою для сільськогосподарських тварин і птахів. Найвищий вміст протеїну відзначено у сорту Харківський-1, де концентрація білка досягала майже 20 %. Зміна строку посіву сприяла значному підвищенню вмісту білка у сорту Геліос на 11,1 %, тоді як у сорту Сем відзначалося неістотне зниження цього показника на 3,9 %. Ці результати свідчать про значний вплив агрокліматичних умов і строків посіву на формування білкового потенціалу насіння амаранту (рис. 4.10).

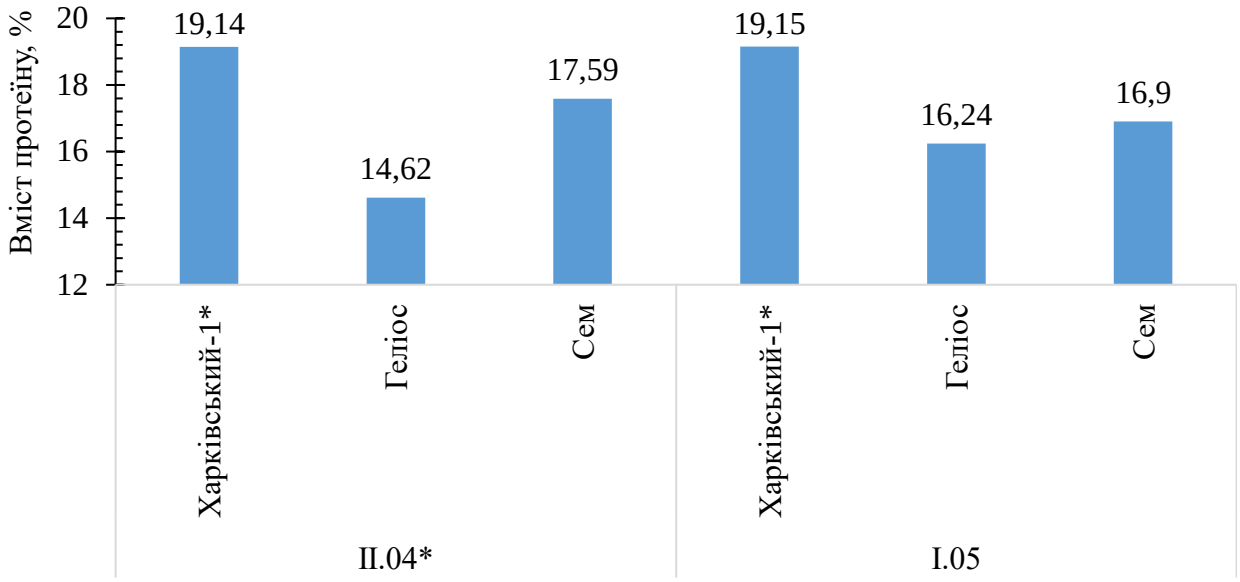


Рис. 4.10 Вміст протеїну в насінні амаранту залежно від сорту і строків посіву, г

(*HIP_{05} = A-0,63; B-0,51; AB-0,89*)

Насіння сорту Геліос характеризується максимальним вмістом ліпідів, який у середньому становить 8,4–9,1 %, що свідчить про його підвищену олійність порівняно з іншими генотипами. У сортів Харківський-1 та Сем цей показник є істотно нижчим і наближається до 5 %, що вказує на їх генетично детерміновану особливість формування меншого рівня жирового комплексу.

Зміна строків сівби істотно впливає на ліпідоутворення. Зокрема, висів у першій декаді травня спричиняє достовірне зростання вмісту жирів у сортів Харківський-1 та Геліос, відповідно до 24,2 % і 7,9 %, що можна пояснити оптимальнішими умовами термівегетації, зокрема температурним та світловим режимом, які стимулюють синтез та акумуляцію резервних речовин. Натомість у сорту Сем за таких умов відмічено зниження вмісту ліпідів на 6,7 %, що, ймовірно, пов’язано з особливостями його реакції на фототермічні умови та перерозподілом асимілянтів на інші фракції насіння.

Таким чином, вплив строків сівби на олійність амаранту має сортоспецифічний характер, зумовлений генетичною природою сортів та їх адаптивними реакціями на фактори середовища. (рис. 4.11).

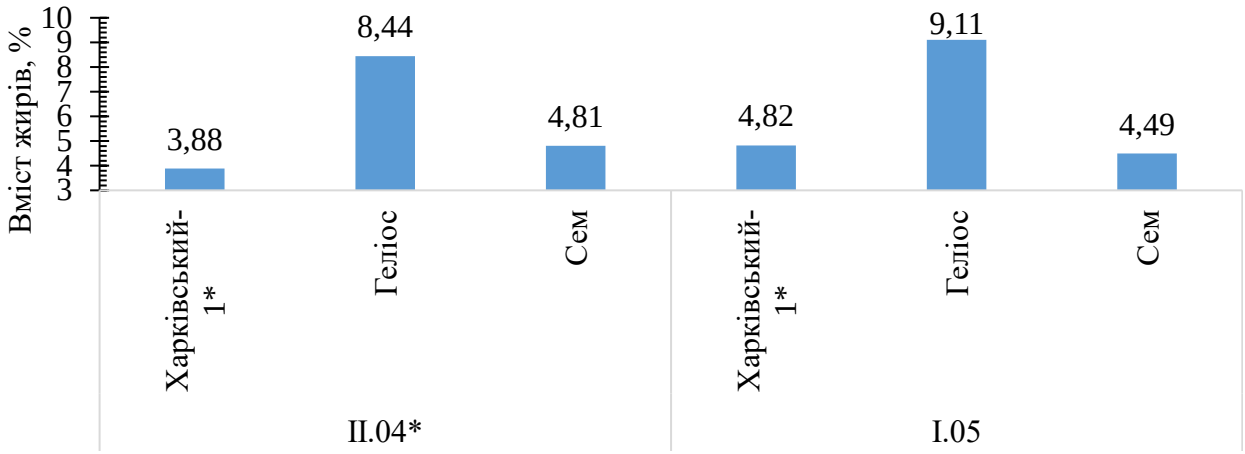


Рис. 4.11 Вміст жирів у насіні амаранту залежно від сорту і строків посіву (*$НІР_{05}$ = A-0,29; B-0,24; AB-0,41*)

Вміст крохмалю у досліджуваних сортів амаранту демонстрував суттєву варіабельність, що свідчить про виражену генетичну диференціацію щодо інтенсивності накопичення вуглеводів у насінні. Сорт Геліос відзначився максимальною часткою крохмалю — 46,3–52,72 %, що вказує на його підвищену здатність до синтезу та депонування запасних вуглеводів. Натомість сорт Сем характеризувався мінімальними значеннями цього показника, що, ймовірно, зумовлено особливостями його генотипу та менш інтенсивними процесами асиміляції та перетворення продуктів фотосинтезу.

Зміна строків сівби також виявила істотний вплив на вуглеводний профіль насіння. Пізніший посів амаранту призводив до зниження рівня крохмалю, що можна пояснити скороченням періоду активного накопичення асимілянтів і менш сприятливими умовами для фотосинтетичної діяльності рослин на завершальних етапах формування зерна. У таких умовах частина метаболітів може перерозподілятися на підтримку вегетативного росту або на інші фракції насіння.

Отже, формування крохмального комплексу в амаранту є сортозалежним і чутливим до агрокліматичних умов вирощування, що підкреслює важливість оптимізації строків сівби для реалізації потенціалу продуктивності окремих генотипів. (-3,7 – 12,2 %).

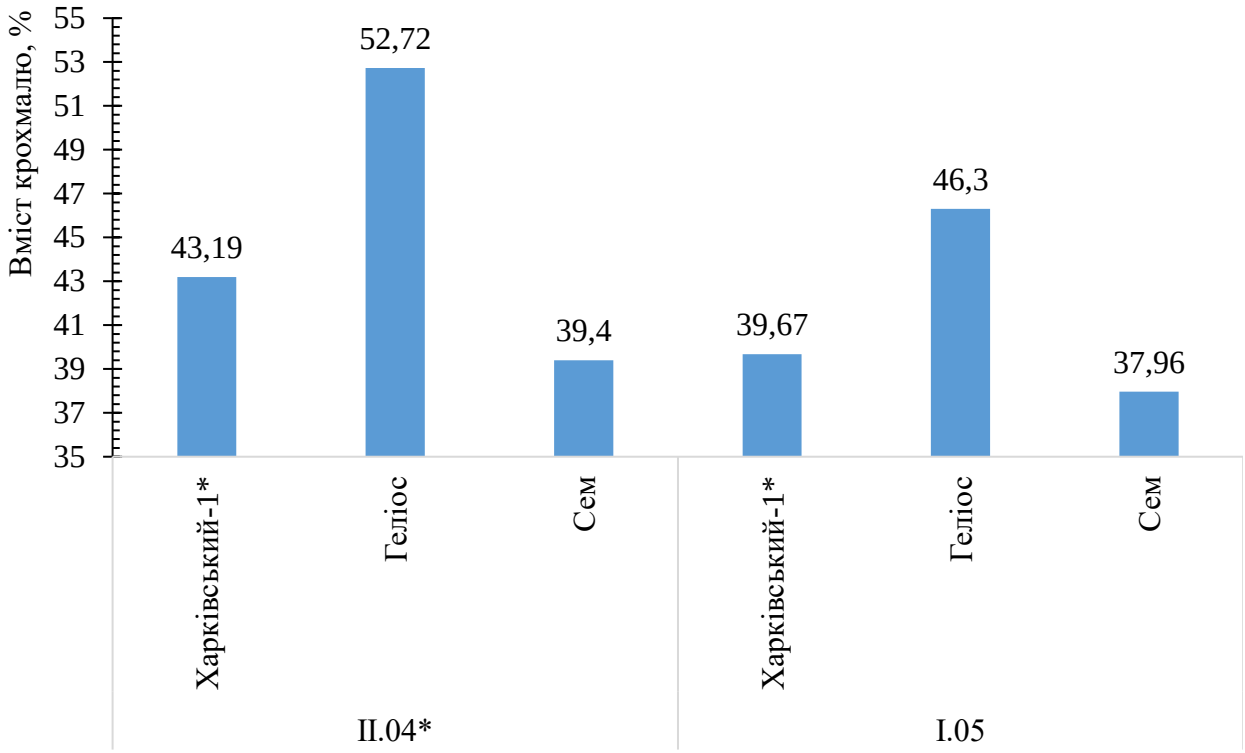


Рис. 4.12 Вміст крохмалю в насінні амаранту залежно від сорту і строків посіву, г (*HIP_{05} = A-2,29; B-2,24; AB-0,41*)

Таким чином, проведена інтродукція сортів амаранту в агрокліматичні умови Лісостепу України дала змогу всебічно дослідити особливості формування основних продуктивних ознак культури. Отримані результати засвідчили наявність генотипів, які демонструють високий адаптивний потенціал та стабільність розвитку в регіоні, що дозволяє рекомендувати їх для вирощування як зернового напряму, так і для отримання високоякісної зеленої маси. Це науково обґрунтовує доцільність використання окремих сортів у технологічних схемах виробництва, спрямованих на підвищення ефективності кормової та зернової спеціалізації амаранту в умовах Лісостепу.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ПОСІВУ

Економічна оцінка вирощування амаранту на зернові (круп'яні) цілі, проведена на основі технологічної карти та актуальних ринкових показників, засвідчила високу господарську доцільність цієї культури. Розрахунки виконано за усередненими даними щодо сортів Харківський-1, Геліос і Сем, із застосуванням закупівельної ціни зерна амаранту у 2025 році — 18 тис. грн/т. Сукупні витрати на виробництво, збирання та логістику зерна становили в межах 12,5–12,9 тис. грн/га, коливаючись переважно за рахунок вартості насіння, тоді як інші статті витрат залишалися відносно стабільними (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сортів амаранту залежно від строків посіву (2023 – 2025)

Строк сівби	Сорт	Урожайність, т/га		Ціна реалізації 1 т, тис грн	Вартість продукції, тис грн/га		Витрати на валове виробництво,тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Умовна сума чистого прибутку, грн./га	Рівень рентабельності, %
		валова	додаткова		валової	додаткової				
II.04*	Харківський-1*	1950	0	18	35,1	0	12,5	0,64	22,6	181
	Геліос	1880	0		33,8	0	12,8	0,68	21,0	164
	Сем	2080	0		37,4	0	12,9	0,62	24,5	190
I.05	Харківський-1*	2270	320,0		40,9	5,8	12,5	0,55	28,4	227
	Геліос	2180	300,0		39,2	5,4	12,8	0,59	26,4	207
	Сем	2460	380,0		44,3	6,8	12,9	0,52	31,4	243

Висів амаранту у першій декаді травня сприяв підвищенню економічної віддачі: додатковий прибуток у порівнянні з іншими строками сівби збільшувався на 5,4–6,8 тис. грн/га, залежно від сорту. Серед досліджуваних генотипів найвищу продуктивність і відповідно максимальний економічний ефект забезпечував сорт Сем, що підтверджує його високу адаптивність та здатність до ефективного використання ресурсів середовища.

Собівартість продукції залишалася низькою у всіх варіантах — 0,52–0,68 тис. грн/т, а за пізнішого строку сівби знижувалася до 0,52–0,59 тис. грн/т. Це пояснюється оптимізацією витрат при збереженні достатнього рівня урожайності, що підвищувало економічну стійкість виробництва.

Показники умовно чистого прибутку демонстрували значну варіативність — 21,0–31,4 тис. грн/га, при цьому максимальні значення знову ж таки були притаманні сорту Сем (24,5 та 31,4 тис. грн/га відповідно до варіанта). Більш пізній посів посилював прибутковість, що свідчить про позитивний вплив додаткового теплового ресурсу й подовження вегетаційного періоду на акумуляцію сухої речовини.

Рівень рентабельності вирощування амаранту загалом був дуже високим — 181–243 %, що вказує на потужний економічний потенціал культури. Найвищу рентабельність забезпечував сорт Сем, де її рівень досягав 190–243 % залежно від варіанту, тоді як у сорту Геліос вона була нижчою — 164–207 %. Варто підкреслити, що більш пізній строк сівби у всіх сортів забезпечував істотне підвищення рентабельності — на 42–53 %, що підтверджує адаптивну перевагу амаранту у тепліших умовах початку літа.

Загалом використання амаранту у круп’яних цілях є перспективним напрямом, оскільки дозволяє підвищити харчову цінність продуктів за рахунок повноцінного амінокислотного складу його зерна. Враховуючи стратегічні завдання щодо збільшення обсягів сільськогосподарської продукції, інтенсифікація вирощування амаранту та розширення сортових досліджень є актуальними та економічно обґрунтованими. Поряд із цим важливо враховувати високу комерційну цінність амарантової олії, що зумовлює необхідність подальших досліджень і в цьому напрямку, зокрема щодо оптимізації технологій її отримання та підвищення виходу олії у різних сортів

РОЗДІЛ 6
АНАЛІЗ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

6.1 **Аналіз умов і заходів з охорони праці.**

Аналіз стану здоров’я та виробничої безпеки працездатного населення показав, що ключовою проблемою залишається недостатня економічна зацікавленість учасників соціально-трудових відносин у впровадженні заходів із покращення умов праці, охорони здоров’я та соціального захисту. Це зумовлює високий рівень виробничого травматизму й професійної захворюваності. На сільськогосподарських підприємствах майже кожен четвертий працівник працює в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам.

Наявна система управління охороною праці орієнтована переважно на реагування на страхові випадки постфактум, а не на їх попередження, тому потребує модернізації. Основним напрямом реформування має стати впровадження системи оцінювання професійних ризиків та управління їх мінімізацією.

Провідною причиною травматизму залишається людський фактор. Особливо вразливою групою є молоді працівники, які, попри задовільний стан здоров’я, мають недостатній досвід і низьку компетентність у сфері охорони праці. Тому вирішальне значення має формування організаційної культури безпеки, що передбачає розвиток психологічної готовності до дотримання правил, професійної компетентності, дисципліни, відповідальності керівництва та забезпечення сприятливого виробничого середовища.

Відповідно до ст. 13 Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов’язаний створити безпечні умови праці, забезпечити проведення навчань,

інструктажів і перевірку знань працівників. Особи, зайняті на роботах підвищеної небезпеки, мають проходити спеціальне навчання та перевірку знань. Працівники, які не пройшли навчання, не допускаються до роботи.

Також роботодавець повинен організовувати попередні та періодичні медичні огляди працівників, забезпечувати правильну експлуатацію сільськогосподарської техніки та забороняти використання несправного обладнання. Усі роботи, пов’язані з підвищеним ризиком — зокрема, внесення мінеральних добрив, робота з пестицидами, обслуговування машинно-тракторних агрегатів — мають проводитися із суворим дотриманням правил безпеки, механізацією процесів та використанням засобів індивідуального захисту.

Незважаючи на наявність регламентів, значна частина працівників схильна ігнорувати правила безпеки через сформовані поведінкові установки. Тому підвищення культури безпеки має розпочинатися із раннього віку, формуючи свідоме ставлення до ризиків і відповідальність за власну безпеку.

6.2. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Один із ключових висновків Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку полягає в тому, що традиційна модель соціально-економічного розвитку аграрного сектору, характерна для промислово розвинених країн, вичерпала свій потенціал. Орієнтація на інтенсивне землеробство, надмірне застосування пестицидів, мінеральних добрив та енергомісткої техніки забезпечувала високі врожаї, але водночас спричинила значне антропогенне навантаження й деградацію земельних ресурсів. Недооцінювання агроекологічного стану ґрунтів та пріоритет техногенного підходу призвели до погіршення їх родючості.

Сучасна ситуація ускладнюється тим, що скорочення внесення добрив, фізичне зношення технічних засобів і різке зниження їх оновлення, а також диспаритет цін у аграрному секторі позбавляють господарства економічних

можливостей підтримувати належну агротехнологічну культуру. Наслідки інтенсифікації 1980-х років, а також глибокі трансформаційні процеси 1990–1993 рр. зумовили стійке погіршення екологічної ситуації в агропромисловому комплексі. Зростання площ еродованих земель, зменшення біорізноманіття, спрощення агроландшафтів, накопичення пестицидів, нітратів та важких металів свідчать про істотний екологічний дисбаланс, безпосередньо пов'язаний із сільськогосподарською діяльністю. Парадокс полягає в тому, що галузь, що використовує відновлювану енергію сонця, стала однією з найбільш ресурсоємних і екологічно ризикованих.

Наростання негативних екологічних тенденцій позначається і на стані здоров'я населення. Оскільки, згідно з визначенням ВООЗ, здоров'я охоплює фізичне, психічне та соціальне благополуччя, то проблеми забруднення довкілля, якості продовольства й водопостачання, промислової політики та просторового планування вимагають комплексного, міжсекторального підходу. Центром таких рішень має стати розвиток екологічно адаптованих і біологізованих систем господарювання.

Підвищення екологічної якості сільськогосподарської продукції та поліпшення умов життя населення набувають дедалі більшого значення, оскільки аграрний сектор досі перебуває у стані нестабільності, а локальні заходи не забезпечують належного ефекту через відсутність системного підходу. Без науково обґрунтованого планування землекористування подальше безсистемне освоєння земель сприяє розвитку ерозії, дефляції, заболочення, засолення та опустелювання, що погіршує агровиробничі властивості ґрунтів і спричиняє втрату сільськогосподарських угідь.

У цих умовах навіть у ринковій економіці держава повинна відігравати ключову роль у регулюванні землекористування та охороні земель. Проте фактичні земельні перетворення часто ігнорують наукові концепції та зональні особливості територій. Структура посівів також зазнала негативних змін: скорочення площ зернових і багаторічних трав та збільшення частки

просапних культур, зокрема соняшнику, сприяли порушенню сівозмін, деградації ґрунтів та зниженню якості продукції.

В умовах зростання вимог ринкової економіки необхідним є впровадження системи заходів, спрямованих на формування раціонального та екологічно безпечного землекористування: захист ґрунтів від ерозії, регулювання стоку, підвищення родючості деградованих земель і виведення з обороту територій, що втратили агровиробничі властивості. Лише науково обґрунтована екологізація аграрного сектору може забезпечити його стабільний розвиток та зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

ВИСНОВКИ

У межах Черкаської області було проведено комплексне вивчення продуктивності перспективних сортів амаранту (Харківський-1, Геліос та Сем), що належать до різних груп стиглості. Ґрунтово-кліматичні умови регіону характеризуються сприятливими показниками теплового та водного режимів, що забезпечило повноцінний ріст і розвиток зазначених сортів та дало змогу реалізувати їхній генетичний потенціал.

Установлено, що найбільш варіабельними та чутливими до погодних чинників періоду вегетації у всіх досліджуваних сортів є фази «цвітіння» та «дозрівання насіння». Це свідчить про значну залежність репродуктивних процесів амаранту від термічного забезпечення та вологості повітря й ґрунту, що потребує оптимізації строків посіву для мінімізації погодних ризиків.

На основі багаторічних спостережень визначено, що в зоні Лісостепу, зокрема для Черкаської області, оптимальним строком висіву амаранту є період стійкого переходу середньодобової температури повітря через +15 °C. За таких умов тривалість вегетаційного періоду від посіву до повного достигання насіння становить у середньостиглих сортів Харківський-1 і Геліос близько 3 місяців, тоді як у пізньостиглого сорту Сем — близько 4 місяців.

Дослідження показали стабільно високі показники продуктивності. Урожайність зеленої маси за всіма сортами становила в середньому 33,0–40,0 т/га, що підтверджує перспективність амаранту як технічної та кормової культури. Урожайність насіння варіювала в межах 1880–2460 кг/га залежно від сорту та строків висіву, що свідчить про високу репродуктивну здатність культури.

Хімічний склад насіння також проявив сортову диференціацію. Найвищий вміст сирого протеїну зафіксовано у сорту Харківський-1 (у середньому 19,14 %), що зумовлює його цінність для харчової та кормової переробки. Водночас найнижчий рівень протеїну визначено у сорту Геліос (14,6–16,2 %), але саме цей сорт характеризувався максимальним умістом

жиру (8,4–9,1 %), що підвищує його придатність для використання в олійній переробці.

Таким чином, результати досліджень свідчать про високий адаптивний потенціал і продуктивність інтродукованих сортів амаранту в умовах Лісостепу України, а також про доцільність їх диференційованого використання залежно від цільового призначення та біохімічних характеристик.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Інтродуковані сорти амаранту Харківський-1, Геліос та Сем продемонстрували високий рівень адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України, що дає підстави рекомендувати їх для широкого впровадження у виробництво. Завдяки поєднанню стабільної продуктивності, пластичності та стійкості до основних абіотичних чинників зазначені сорти є доцільними як для великих агропідприємств, так і для індивідуальних селянських господарств.

Науково обґрунтованим строком посіву амаранту в регіоні є перша декада травня, коли відбувається стійкий перехід середньодобової температури повітря через +15 °C. Саме за цих теплових умов забезпечується оптимальна динаміка проростання, формування репродуктивних органів та накопичення сухої речовини.

За дотримання оптимальних строків сівби встановлено формування високої насіннєвої продуктивності:

Геліос — близько 2180 кг/га,

Харківський-1 — приблизно 2270 кг/га,

Сем — до 2460 кг/га, що відповідає його пізньостиглому типу та тривалішому періоду формування врожаю.

Отримані результати підтверджують перспективність цих сортів для комерційного вирощування та свідчать про раціональність їх використання у структурі посівів Лісостепової зони України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барановський В. А. Амарант: біологія, вирощування, використання. Київ: Урожай, 2012. 232 с.

2. Бурдига В. І. Амарант: високопродуктивна культура майбутнього. Харків: Майдан, 2018. 184 с.

3. Грицаєнко З. М., Панцирева Г. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність амаранту. Вісн. аграр. науки. 2017. № 4. С. 43–49.

4. Гуменюк О. І. Біохімічні особливості насіння амаранту залежно від сорту та умов вирощування. Агрохімія і ґрунтознавство. 2020. № 89. С. 21–27.

5. Дерев'янко С. В. Амарант у системах органічного землеробства. Київ: Аграрна наука, 2019. 156 с.

6. Дубровіна Л. О. Хімічний склад та харчова цінність амаранту. Харчова промисловість. 2016. № 2. С. 34–41.

7. Єгоров Б. В. Амарант: технології переробки та використання. Дніпро: Арт-Прес, 2017. 144 с.

8. Жуков В. Ф., Коломієць Т. М. Урожайність амаранту залежно від строків сівби. Зрошуване землеробство. 2018. № 70. С. 56–62.

9. Зінченко О. І. Агробіологічні особливості амаранту в північному Степу. Посібник українського хлібороба. 2015. № 2. С. 17–20.

10. Іваненко П. С. Формування врожайності амаранту в умовах Полісся. Наукові праці Ін-ту землеробства НААН. 2021. Т. 3. С. 84–89.

11. Карнаухов О. І., Оніщенко Т. П. Перспективи використання амарантової олії. Харчові технології. 2019. № 4. С. 53–58.

12. Клименко І. В. Системи удобрення амаранту при вирощуванні на насіння. Землеробство та ґрунтознавство. 2020. № 54. С. 47–52.

13. Косташ В. М. Амарант – джерело білка й біоактивних речовин. Продовольчі ресурси. 2018. № 10. С. 29–36.

14. Кравченко Ю. С., Мельник А. П. Вплив густоти стояння рослин на урожайність амаранту. Вісник Полтавської ДАА. 2017. № 1. С. 72–77.

15. Кучер А. В. Оптимізація технології вирощування амаранту в умовах Степу. Одеса: Астропринт, 2016. 164 с.

16. Литвиненко Т. В. Особливості росту та розвитку амаранту різних сортів. Сортовивчення та сортознавство. 2015. № 3. С. 31–36.

17. Марченко М. М. Амарант у кормовиробництві. Київ: Аграрна освіта, 2020. 200 с.

18. Мельник О. В. Фотосинтетичний потенціал посівів амаранту. Вісн. аграр. науки. 2019. № 6. С. 23–28.

19. Михайленко Ю. О. Амарант як біоенергетична культура. Біоенергетика. 2018. № 2. С. 45–50.

20. Назаренко А. П. Економічна ефективність вирощування амаранту. Економіка АПК. 2017. № 9. С. 61–66.

21. Нікітін І. М. Технологія переробки амарантового насіння. Львів: Новий Світ, 2019. 134 с.

22. Новак С. І. Властивості крохмалю амаранту. Харчова наука і технологія. 2020. № 1. С. 52–59.

23. Орлова В. Г. Біологічна активність амарантової зелені. Біологія рослин. 2018. № 3. С. 17–24.

24. Павленко Л. М. Урожайність амаранту залежно від мінерального живлення. Агрохімія. 2016. № 4. С. 38–43.

25. Панченко В. О. Селекція амаранту в Україні. Агробіологія. 2018. № 2. С. 9–16.

26. Пилипчук С. М. Застосування амарантової муки у хлібопеченні. Харчова промисловість. 2021. № 3. С. 41–48.

27. Поліщук Ю. І. Вплив водного режиму на продуктивність амаранту. Зрошуване землеробство. 2019. № 76. С. 59–64.

28. Присяжнюк Л. М. Амарант як функціональна харчова сировина. Київ: Наукова думка, 2015. 124 с.

29. Раєнко О. Г. Морфологічна мінливість сортів амаранту. Сортознавство. 2017. № 1. С. 12–19.

30. Рибалко С. І. Амарант у структурі кормових сівозмін. Вісник аграрної науки. 2018. № 7. С. 35–39.

31. Савчук П. І. Хімічний склад білків амаранту. Український біохімічний журнал. 2019. № 3. С. 28–34.

32. Старинський О. М. Продуктивність амаранту в умовах Південного Степу. Агробіологія. 2016. № 4. С. 44–49.

33. Сова Н. О. Амарант як джерело сквалену. Біотехнологія. 2017. № 2. С. 16–21.

34. Степанюк А. О. Фізіологічні процеси у рослин амаранту під дією стресів. Фізіологія рослин. 2020. № 1. С. 47–55.

35. Тимошенко І. І. Урожайність амаранту залежно від строків збирання. Землеробство. 2019. № 2. С. 19–25.

36. Ткачук О. М. Агроекологічні аспекти вирощування амаранту. Екологія і довкілля. 2017. № 1. С. 56–63.

37. Трощенко П. В. Роль амаранту у забезпеченні білкового балансу. Продовольчі ресурси. 2016. № 8. С. 14–18.

38. Федоренко Н. В. Масляні властивості амарантової олії. Масложирова промисловість. 2018. № 3. С. 23–29.

39. Філіпов С. О. Технологія вирощування амаранту на зелений корм. Київ: Аграрна наука, 2015. 150 с.

40. Хайлюк В. М. Аналіз сортів амаранту в умовах Західного регіону. Аграрний вісник. 2019. № 5. С. 11–18.

41. Хоменко Ю. О. Амарант у харчових технологіях. Харчова індустрія. 2021. № 2. С. 34–40.

42. Чайка Т. О. Перспективи селекції амаранту в Україні. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 4. С. 26–32.

43. Черненко Д. В. Протекторні властивості амарантової олії. Біологія та медицина. 2018. № 1. С. 48–54.

44. Шевченко О. П. Мінеральний склад насіння амаранту. Харчова промисловість. 2020. № 4. С. 21–27.

45. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України Київ. Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.