МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.–г. наук, доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ НА РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 24 м-а
спеціальності 201 Агрономія
СТОРЧАК Богдан Васильович

Керівник: ВИШНЕВСЬКА Леся, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1. ПОШИРЕННЯ, БОТАНІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури) ……. 7

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика амаранту волотистого)..... 18

РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 20

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом 20

3.2. Кліматичні та погодні умови 21

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів..... 25

3.4. Агротехнологія вирощування амаранту в досліді 26

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення 27

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АИАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ …… 30

4.1. Вплив площі живлення та глибини загортання насіння на ріст і розвиток амаранту волотистого……... 30

4.2. Продуктивність амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву…….. 42

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО…… 48

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 53

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування амаранту волотистого…… 53

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при

вирощуванні амаранту волотистого 54
ВИСНОВКИ 57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 59
ДОДАТКИ 67

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема забезпечення населення України продовольством, зокрема, продуктами тваринного походження на сьогоднішній день має стратегічне значення і набуває все більшої актуальності. Головною умовою подальшого розвитку галузі тваринництва АПК країни є створення міцної кормової бази та підвищення повноцінності годівлі усіх видів сільськогосподарських тварин і птиці. Особливе значення в зв'язку з цим набувають питання випереджаючого забезпечення потреб тваринництва високоякісними, збалансованими за перетравним протеїном, дешевими кормами. Різко виражений дефіцит перетравного протеїну в тваринницьких раціонах призводить до необґрунтованої перевитрати кормів та зниження ефективності виробництва тваринницької продукції. Збалансованість кормових раціонів за протеїном може бути досягнена лише у випадку, якщо реформовані господарства АПК будуть мати достатню кількість високобілкових кормів та організують їх раціональне використання протягом усього року [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Вирішення цієї проблеми у зоні Лісостепу ускладнюється ґрунтово-кліматичними ресурсами, які поєднують високу родючість ґрунтів з нестійким і недостатнім зволоженням та частими посухами, що призводить до низької продуктивності більшості кормових культур та значного недобору протеїну в раціонах тварин [7, 8, 9, 10]. Традиційні види високобілкових культур, незважаючи на усі зусилля аграрної науки і виробництва, спрямовані на підвищення їхньої продуктивності, не повною мірою задовольняють потребу вітчизняного тваринництва у рослинному протеїні.

Як показує практика, в умовах глобальної зміни клімату продуктивність традиційних місцевих видів однорічних культур стає все більш нестабільною за роками, виникає потреба у створенні ефективних моделей агрофітоценозів із

залученням нових високоадаптивних видів. Важлива роль при цьому належить інтродукції рослин, як основному джерелу збагачення культурного видового різноманіття. У зв'язку з цим актуальним є пошук нових нетрадиційних високопродуктивних рослин, здатних не лише конкурувати з традиційними сільськогосподарськими культурами, але і значно їх переважати за адаптивністю, стабільністю та іншими господарсько-цінними показниками.

Останнім часом у сільському господарстві України важливого значення як інтродуценти набувають представники світової флори, зокрема, з родини амарантових. Уже сьогодні про амарант можна сказати, що це цінна високопродуктивна продовольча, кормова, лікарська та декоративна рослина. Зерно амаранту має високу поживну цінність, а завдяки вмісту сквалену, відрізняється бактерицидною дією та протипухлинним ефектом. Його вегетативну масу використовують у свіжому вигляді як зелений корм, в сумішках з тонконоговими культурами – для збагачення протеїном зеленої маси та силосу, а після термічної обробки – для приготування високопротеїнового трав'яного борошна або білково-вітамінного концентрату [11, 12, 13, 14, 15].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота є складовою частиною наукових досліджень Уманського НУС та кафедри рослинництва «Розробка технологій вирощування польових і кормових культур у системі органо-біологічного рослинництва».

Наукова новизна одержаних даних полягає у вирішенні актуальної наукової проблеми підвищення продуктивності однорічних культур і подолання дефіциту рослинного протеїну при виробництві зелених кормів на основі створення високопродуктивних складних агрофітоценозів за рахунок науково обґрунтованого добору видів і сортів нових, малопоширених і традиційних однорічних культур, технологічних заходів інтенсифікації, раціонального використання умов вегетаційного періоду та біокліматичного потенціалу ґрунтово-екологічної зони.

Практичне значення отриманих результатів. У результаті досліджень розроблено технологію вирощування амаранту волотистого на зелений корм та зерно, яка в умовах природного зволоження Лісостепу України забезпечує урожайність зеленої маси 28,02– 29,80 т/га, збір абсолютно сухої речовини – 5,13–5,16, кормових одиниць – 3,72–4,04, перетравного протеїну – 0,56–0,61 т/га та урожайність зерна –1,36– 1,77 т/га.

Апробація результатів досліджень. Основні результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській студентській науковій конференції.

РОЗДІЛ 1.
ПОШИРЕННЯ, БОТАНІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Родина Amaranthaceae (порядок Caryophyllales) налічує близько 60 родів і біля 800–850 видів дводольних однорічних і багаторічних трав'янистих рослин [16, 17]. Рід Amaranthus на сьогоднішній день містить близько 80 видів. Через відсутність одностайної думки у фахівців, внутрішньовидову класифікацію і ідентифікацію видів, ботаніки здійснюють, як правило, за формою, розміром і будовою жіночої квітки, а також за типом суцвіття та листя.

Вважається, що центром походження амарантових є Центральна і Південна Америка, видів, які вирощують на зелень – Південна і Східна Азія. Форми з білим зерном здавна культивуються як зернові в Індії, Непалі, Перу, Мексиці, США. Зерно амаранту в цих країнах використовують для отримання крохмалю та скваленової олії. Найбільш поширеними зерновими видами вважаються A. cruentus, A. caudatus, A. hypochondriacus [18, 19, 20]. До видів, що вирощують в овочівництві для отримання зелені, належать A. tricolor, A. dubius, A. lividus, A. palmeri. Молоді рослини цих видів мають ніжне стебло і м'ясисті листки, а дорослі – низьке стебло і дрібне суцвіття та характеризуються невисокою зерновою продуктивністю (0,2–0,5 т/га) [21, 22]. Молоді рослини амаранту зернового напрямку також можуть використовуватись у харчуванні людини як зелень при приготуванні основних страв і салатів [23-28].

У цієї рослини, як виявилося, надзвичайна історія. В Латинській Америці її широко культивували прадавні племена інків (XII–XVI століття) і ацтеків (XIV–XVI століття) та називали «Дар Богів», використовуючи зерно і листя рослини не лише в їжу, а й у культових обрядах. Після завоювання племен ацтеків іспанськими

колонізаторами під командуванням Кортеса, жертвоприношення та культову рослину індіанців – амарант, було заборонено конкістадорами під страхом смерті. Так культуру, яка поряд з маїсом (кукурудзою) і бобами була багато століть одним із джерел харчування індіанців, з часом було майже забуто.

На теренах Європи стародавні греки також надзвичайно вшановували цю рослину і вважали її символом безсмертя, до того ж в перекладі з грецької «амарантос» означає «той, що не псується». Про особливе ставлення до амаранту на європейському континенті свідчить і той факт, що в XVII столітті, в час коли амарант ще був підданий анафемі, королева Швеції Христина Августа заснувала «Орден Кавалерів Амаранту» (1653 р.), який як визначна нагорода проіснував лише три роки [29].

Про незаслужено забуту рослину людство згадало, лише на початку XX століття, коли вчені у світі занепокоїлися стрімким зростанням населення на планеті Земля, чисельність якого кожні сто років почала подвоюватись.

В Україні амарант – рослина відносно нова, проте в останні роки видовий її склад суттєво урізноманітнюється внаслідок пожвавлення та розширення торгівельних відносин з різними країнами світу. Динаміку розширення видового складу представників роду Amaranthus в Україні можна опосередковано простежити в південній частині країни на прикладі портового міста Одеса. За даними С. Г. Коваленка, С. П. Петрика і І. П. Ружицького [30], наприкінці XVIII століття в межах міста Одеса був відомий лише один дикий вид амаранту – A. retroflexus L., в другій половині XIX століття – були виявлені два нові види: A. albus L. та A. deflexus, а у XX столітті – було знайдено ще сім нових представників цього роду: A. lividus L., A. caudatus L., A. paniculatus L., A. blitoides S. Wats., A. graecizans L., A. hypochondriacus L. та A. palmeri S. Wats.

У рослин амаранту істотно розвинуті адаптивні властивості, які зумовлені анатомічною будовою його стебла. За даними дослідників [31], стебло амаранту

займає близько 40–50 % загальної біомаси рослини і є головним резервуаром для накопичення вологи. Вода, що міститься в стеблі, відіграє при цьому роль буфера в несприятливі за зволоженням періоди вегетації, за допомогою якого підтримується оптимальний водний баланс в асимілюючих органах рослини.

Результати експериментальних досліджень [32, 33], свідчать також про високу водоутримуючу здатність мезофілу листків і невисоку швидкість транспірації у рослин амаранту в найбільш спекотні полуденні години, що дозволило дослідникам висловити припущення щодо специфічності роботи продихового апарату, тобто він має можливість тримати продихи на листкових пластинках відкритими протягом дня і цим самим запобігає перегрівання рослинного організму. Висунута гіпотеза, що саме тип фотосинтезу характерний даній рослині, безпосередньо зумовлює функціональну активність продихів на її листкових пластинках.

Висока опірність мембран клітин листя водовіддачі, можливо також, дозволяє амаранту утримувати продихи відкритими протягом усього дня, що є одним із наслідків відсутності у цієї рослини полуденної депресії фотосинтезу та зумовлює забезпечення низьких значень транспіраційного коефіцієнту, який залежно від умов вирощування становить лише 250–300 [34, 35].

Доведено, що амарант формує високу урожайність зеленої маси і зерна як за природного зволоження, так і на зрошенні [36]. Ефективне забезпечення його рослинним організмом стабільності водного балансу, фотосинтетичної та ростової активності дозволяє амаранту успішно конкурувати з іншими сільськогосподарськими культурами у зоні недостатнього і нестійкого зволоження [37].

Надзвичайна цікавість науковців всього світу до амаранту зумовлюється цінними властивостями як зеленої маси, так і зерна, а інтродукція його в культуру дозволяє широко використовувати цю рослину як харчову, кормову, технічну,

лікарську та декоративну [38, 39]. При урожайності зеленої маси 100 т і більше, амарант виділяється підвищеними її якісними показниками. В зеленій масі цієї культури, залежно від виду, міститься від 13 до 24 % абсолютно сухої речовини [40].

За даними Л. П. Солоненка та інших [41] в стеблах рослини міститься до 18 % сухої речовини, а в листі і суцвіттях – до 20 %. За даними агрохімічного аналізу листостеблової маси, одержаними Л. С. Прокопенко [42], зазначено, що більш молоде листя амаранту верхніх ярусів, розміщене ближче до точки росту, має більший вміст протеїну, ніж листки нижніх ярусів, які були сформовані на 30–40 діб раніше.

Результати досліджень О. Ф. Соколовської, Н. Ф. Юрченка та Л. С. Прокопенка [43] також свідчать про істотне варіювання якісних показників зеленого корму амаранту залежно від фази його використання. Встановлено, що найвищу якість зелена маса амаранту має при її згодовуванні вівцям у фазі викидання волоті. Поживність 1 кг зеленої маси амаранту при 36 цьому становила 0,11 кормових одиниць та 16,4 г перетравного протеїну. За використання зеленого корму у фазі цвітіння було відмічено підвищення його енергетичної цінності (в 1 кг до 0,19 кормових одиниць) при зниженні вмісту перетравного протеїну (до 12,0 г). Рослини амаранту у фазах викидання волоті і утворення насіння поїдалися валухами на 88 і 96 % відповідно, при цьому перетравність зеленого корму була вища при збиранні рослин амаранту у фазі викидання волоті.

За амінокислотним складом білки зеленої маси амаранту, зібраної у фазі формування волоті, на відміну від білків тонконогових, мають більший вміст незамінних амінокислот. У поживному відношенні фракція проламінів поступається іншим білкам і має найнижчий амінокислотний індекс (0,94), в інших білкових фракціях цей індекс перевищує 1,0. До складу розчинних білків (альбуміни, глобуліни) входить велика кількість лізину (до 6,0 %), метіоніну (до 2,2

%), лейцину (до 8,1 %), треоніну (до 5,2 %), при цьому більшість зелених кормів, які використовують у кормовиробництві, мають істотний дефіцит цих незамінних амінокислот. Білок амаранту містить також аргінін (до 7,9 %), аланін (до 8,4 %), глютамінову (до 9,3 %) і аспарагінову (до 9,8 %) кислоти [44].

Вміст каротину в зеленій масі амаранту, залежно від виду та фази розвитку, значно змінюється. Зелена маса листя амаранту містить від 1,92 до 11,0 мг %, суха її речовина – від 10,61 до 66,52 мг % каротину. В листі рослини його міститься у п’ять-шість разів більше, ніж у суцвіттях. Вміст каротину в свіжих (зелених) стеблах амаранту є найменшим і становить від 0,21 до 1,92 мг %, у сухій речовині стебел – від 1,49 до 8,89 мг % [45].

Зелені пігменти в листі амаранту представлені хлорофілами a і b. Вміст хлорофілу a в листі амаранту залежно від виду, фази розвитку та ярусу відбору зразків може змінюватись в досить широких межах – від 32 до 256 мг/100 г їх зеленої маси, а кількість хлорофілу b – від 5 до 74 мг/100 г [45].

Зелена маса амаранту багата цукром, проте його кількість істотно змінюється в широких межах залежно як від виду, так і анатомічної частини 37 рослин. Кількість цукру при цьому в зеленому листі амаранту становить 0,49– 4,52 %, в стеблах – 0,37–7,48, а в суцвіттях – 0,34–3,34 %. У значній кількості в зеленій масі амаранту містяться також біологічно активні речовини, так звані вторинні метаболіти – флавоноїди, фітоаглютеніни, стероли, алкалоїди і ауксини [46, 47].

У червонолистих видів амаранту в листкових пластинках синтезується також фіолетово-червоний пігмент – амарантин, який відсутній у видів з зеленим листям. Значні перспективи використання амаранту і як зернової культури також можуть мати певний інтерес у нашій країні. При урожайності до 3,0 т/га зерна, амарант вирізняється серед зернових культур підвищеним вмістом у ньому білка, вміст якого залежно від виду і умов вирощування може варіювати від 12 до 18 %, а у деяких видів – навіть дорівнювати 23,3 % [48]. Більшість білка (до 65 % від

загальної кількості) при цьому міститься в зародку і насіннєвій оболонці, а решта (до 35 %) – у крохмалистому периспермі [49]. Вміст клітковини в зерні культурних видів амаранту дорівнює 4–5 %, а в зерні дикорослих – до 11 % [50].

Порівняно з білком зерна колосових тонконогових білок зерна амаранту відрізняється високою якістю, яка зумовлюється підвищеним вмістом у ньому лізину – однієї з найбільш цінних незамінних амінокислот. Вміст лізину в зерні амаранту становить 11,7 г на 100 г білка, що в шість разів більше, ніж його міститься в білку пшениці та в два рази більше, ніж у білку соєвого борошна. У його зерні міститься також багато триптофану, але в недостатній кількості ізолейцину та треоніну [51].

Білок зерна амаранту, крім того, має високу харчову цінність і оцінюється залежно від виду в 75–87 балів. Зазначимо, що харчова цінність білка коров'ячого молока при цьому оцінюється в 72 бали, білка пшениці і кукурудзи – в 57 і 44 бали відповідно, а білка сої – в 68 балів [52].

Найбільш поширеним вуглеводом у зерні амаранту є крохмаль, його вміст у видів культури з білим зерном становить 69 + 3 %. Виділений із зерна крохмаль має вигляд дрібних гранул з діаметром 1–3 мкм майже чистого амілопектину (до 95 %), при цьому діаметр гранул промислового рисового крохмалю змінюється в межах 3–8 мкм, а картопляного – 80–100 мкм [53]. Гранули амарантового крохмалю на 1 г мають велику площу поверхні та високу адсорбуючу здатність [54].

Загальний вміст олії в зерні амаранту залежно від виду змінюється в досить широких межах – від 5,1 до 17,0 %, при цьому є і певна різниця між олією з зерна, яке має зернові оболонки білого та чорного забарвлення. Так, кислотне число олії білозерного амаранту становить 0,8 мк КОН, тоді як чорнозерного – 4,3 [55].

Амарантова олія містить велику кількість лінолевої, олеїнової і пальмітинової кислот та лише сліди ліноленової. Вона містить майже 76 % ненасичених жирних кислот та нагадує олію з насіння бавовнику або з рисових висівок. Вміст основних

жирних кислот в олії амаранту залежно від виду становить: лінолева – 37–62 %, олеїнова – 19–35, пальмітинова – 12–25 і стеаринова – 2–25 %. Олія амаранту також містить в значній кількості сквален (до 7–8 %) [56].

Вітаміни в зерні амаранту містяться, в основному, в зародку [56]. У зерні, залежно від виду амаранту, є біологічно цінні токофероли (вітамін Е) – від 113 до 192 мг %, каротиноїди – від 0,45 до 1,12 мг %, вітамін В1 (тіамін) – до 0,21 мг %, вітамін РР (ніацин) – до 1,31 мг %, що більше на 20–50 % відносно їх вмісту у зерні традиційних зернових колосових культур [32].

Мінеральні речовини в зерні амаранту представлені макроелементами: калієм – до 420 мг %, фосфором – до 455, магнієм – до 288, кальцієм – до 187, натрієм – до 32 мг %. Кальцій і фосфор у зерні культури мають співвідношення 1 : 2, що є фізіологічно аналогічним організму людини. Вміст мікроелементів у зерні дорівнює: міді – до 0,9 мг %, заліза – до 10 і цинку – до 3,8 мг % [57].

Зважаючи на цінні властивості і високу якість зерна амаранту, доречно відзначити доцільність його використання як при приготуванні високоефективних комбікормів у тваринництві, так і застосування як добавок-поліпшувачів у харчовій промисловості та як джерела біологічно активних речовин – у фармацевтичній промисловості. Зазначимо, що цілою низкою досліджень виявлена висока ефективність використання зеленої маси амаранту в раціонах різних видів 39 сільськогосподарських тварин. У дослідах по відгодівлі відлучених поросят, в раціони яких додавали по 2,0 кг/голову зеленого корму амаранту, середньодобовий приріст їх живої маси за період від 2 до 4-місячного віку становив 431 г, при середньодобовому прирості поросят у контрольній групі лише 241 г. При цьому зазначено, що вартість витрачених кормів на одержання 1,0 кг приросту маси в дослідній групі була нижчою на 24,4 % [31]. За використання зеленого корму амаранту в раціонах овець встановлено, що амарант краще засвоюється і містить більше білка, ніж вівсяний фураж, ефективність згодовування його зеленої маси

була еквівалентна використанню зеленої маси люцерни вищого ґатунку [36].

Використання зеленої маси амаранту в раціонах телят, за даними W. O. Odwongo та J. S. Mugerwa [58], позитивно впливало на ріст і розвиток тварин дослідної групи. Зазначено, що частка використання зеленого корму цієї культури при годівлі телят може становити до 40 % раціону. Застосування зеленої маси амаранту в раціоні харчування корів дійного стада зумовлювало підвищення жирності молока на 0,8 % відносно контрольної групи тварин [59]. Використання амарантового вітамінно-трав'яного борошна (ВТБ) також ефективно впливає на продуктивність молодих курей-несучок, сприяє істотному подовженню (на 2–3 місяці) періоду яйценосності, зумовлює підвищення маси яєць та їх якості (в жовтках підвищується вміст каротину і вітаміну Е) [59].

У харчуванні людини зелена маса амаранту цінується як джерело легкозасвоюваного білка, ідеально збалансованого за амінокислотним складом, вітамінів груп В, Е, мікроелементів, а також здатністю виводити з організму радіонукліди і солі важких металів [28].

Рекомендації дослідників щодо строків сівби амаранту в літературних джерелах досить суперечливі. Так, в умовах південного Степу, для одержання ранніх сходів культури, за даними Ю. А. Утеуша [60], сівбу амаранту доцільно здійснювати в період з 15 до 30 квітня. На думку дослідника, для чорнозерних форм можлива навіть сівба культури під зиму – перед замерзанням ґрунту. Дослідженнями Д. П. Войташенка, проведеними в цьому ж регіоні, встановлено, що оптимальним строком сівби для амаранту є середина травня. За такого строку скорочувався період сівба – сходи (до 8–12 днів), найвищою була польова схожість насіння (62,4 %), при зниженні вмісту протеїну в зерні, 43 його загальний збір з одиниці площі підвищувався на 36,3 % за рахунок зростання врожайності зерна на 49,1 % [61].

За результатами експериментальних досліджень, проведених в умовах сухого

Степу в Кримському СГІ на зрошенні [25], встановлено, що найбільшу врожайність зеленої маси (до 82,0 т/га) амарант формує за сівби насіння у фізично зрілий ґрунт та його прогріванні на глибині 10 см до 5–10 °С. За сівби амаранту в пізніший строк (початок другої декади травня, температура ґрунту на глибині 10 см – 17 °С) було одержано дещо нижчу урожайність зеленої маси культури (77,4 т/га) при істотно нижчій забур'яненості посівів та зменшенні собівартості зеленого корму внаслідок відсутності витрат на боротьбу з бур'янами. Для забезпечення високої продуктивності амаранту, за даними М. В. Максименка [62], його сівбу в Степу України доцільно здійснювати в період 1–15 травня, в Лісостепу – 20–30 травня, а в Поліссі – в період 1–15 червня.

Дослідженнями, проведеними в умовах західного Лісостепу України В. К. Рудишиним, В. П. Дерев'янським та В. Г. Молдован [63], встановлено, що амарант волотистий в регіоні доцільно сіяти через 15–20 діб після переходу середньодобової температури повітря через позначку 5 °С, при цьому тривалість періоду сівба – сходи становила 19–20 діб. Перенесення строку сівби на 20–40 діб після першого, сприяло зменшенню тривалості періоду сівба – сходи до 8–10 діб та зумовлювало зниження урожайності зеленої маси культури на 9,1–27,1 %.

Оптимальним строком сівби амаранту в умовах лівобережного Лісостепу України, за результатами досліджень Т. І. Гопцій, можна вважати її проведення в першій-другій декаді травня, за сталого прогрівання ґрунту вище позначки 12 °С [64].

У лісостеповій зоні України, за результатами експериментальних досліджень Ю. С. Бехацького, С. Ф. Антоніва і Б. О. Рудницького [65], найбільш оптимальним способом сівби амаранту при вирощуванні на зерно є широкорядний з шириною міжрядь 45 см, який забезпечував кращі умови для росту, розвитку та формування зернової продуктивності його рослин. За цього способу сівби збільшення ширини міжрядь до 60, 75 і 90 см зумовлювало істотне зниження зернової продуктивності

посівів культури.

В умовах зрошення центрального Лісостепу, за даними В. К. Шелеста, І. Ф. Підпалого та І. В. Бернадського [66], найвища урожайність зеленої маси амаранту волотистого забезпечується за широкорядного способу сівби (ширина міжрядь 45 см) та норми висіву 1,0 кг/га.

В умовах лівобережного Лісостепу, за даними експериментальних досліджень Т. І. Гопцій [64], кращі умови проходження продукційного процесу у рослин амаранту при вирощуванні на зерно спостерігаються в агрофітоценозах з площею живлення рослин 15х5, 15х10 см та 45х5 і 45х10 см з поступовим зменшенням його ефективності у варіантах з розміщенням рослин за схемами 45х20 та 70х5, 70х10 і 70х20 см. Рівень реалізації зернової продуктивності трьох видів амаранту, на переконання дослідниці, є найвищим при розміщенні рослин культури за схемою 45х10 см, що на 10,7–26,0 % більше, ніж при розміщенні рослин за схемою 15х10 см.

В умовах зрошення південного Степу, за результатами досліджень Д. П. Войташенка [67], при вирощуванні амаранту на зерно кращим виявився широкорядний спосіб сівби з шириною міжрядь 60 см за норми висіву насіння 2,25 млн шт./га, при цьому було одержано найбільшу кількість сухої біомаси (908 г/м^2), площу листкової поверхні (53,0 тис. м^2 /га) і найвищі значення фотосинтетичного потенціалу (1055,3 тис. м^2 /га*днів), що забезпечило отримання найбільшої урожайності (1,85 т/га) зерна.

Дослідники відзначають також істотний вплив різної густоти стояння рослин амаранту на їх ріст і розвиток та формування продуктивності в посівах. Так, в агрофітоценозах амаранту з малою густотою стояння (2–7 шт./м^2), рослини мають стебло з гарно розвинутими бічними пагонами. При загущенні стеблостою відмічено зменшення довжини бічних гілок першого порядку, а при збільшенні густоти стояння рослин до 70–200 шт./м^2 розгалуження стебла у рослин амаранту

були зовсім відсутні. Встановлено, що залежно від густоти стояння рослин у посівах кількість бічних гілок на стеблі амаранту може змінюватися з 1,2 до 31,2 шт./рослину [68].

За даними J. Fejer [69], при вирощуванні американського сорту амаранту К-343 найбільшу урожайність зерна (6,90 т/га) було отримано за густоти стояння рослин 19 шт./м^2 , а при вирощуванні сорту К-432 – 8,89 т/га за густоти стояння рослин 22 шт./м^2 .

Аналіз літературних джерел свідчить, що амарант є цінною кормовою, зерновою, овочевою і лікарською рослиною, значна кількість видів його адаптовані до вирощування в умовах степової зони. Інтродукція цієї культури у виробництво та розширення площ її посіву може сприяти як поліпшенню в кормовиробництві асортименту високоякісних зелених і концентрованих кормів, так і зміцненню кормової бази.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика амаранту волотистого)

Амарант – дводольна однорічна трав'яниста рослина роду Amaranthus, високорослa, розгалужена, добре облиствлена. Стебло нерівно округлене, жолобоподібне, пряме, при розрідженому вирощуванні – розгалужене, зеленого або червоного кольору широкого спектру відтінків, висотою від 1,0 до 3,0 м. Листки розміщені почергово, цільні, в основі видовжені в черешок. За формою вони бувають овальні, ромбічні, яйцеподібні, ланцетні. Верхівкові листки з виїмкою та з невеликим загостренням. Індекс листкової поверхні може досягати 6–10 $м^2$ /$м^2$ [70]. Суцвіття – складна волоть від зеленого, золотистого до червоного кольору різної інтенсивності забарвлення, довжиною 23–57 см. Квітки у амаранту дрібні, актиноморфні, складені із п'яти пелюсток і п'яти тичинок, двостатеві або одностатеві, однодомні або дводомні, зібрані у волоть. Суцвіття може нести до 103 –104 шт. одиночних квіток, зібраних у верхівкові суцвіття – клубочки. Головна вісь суцвіття, як правило, розгалужена. Довжина й кількість її гілочок, їх кут нахилу відносно головної вісі, визначає форму суцвіття. Запилення у рослин амаранту – змішане з різним рівнем самостійного 33 і перехресного. Насіння – дрібне, округле, пласке, від біло-золотистого до чорного, маса 1000 насінин становить 0,4–0,8 г [70]. Корінь у амаранту стрижневий, потовщений біля кореневої шийки, розгалужений. Частка стрижневого кореня при цьому становить близько 50 % від загальної маси кореневої системи, корені І-го порядку – 18–20 %, ІІ-го порядку – 30–32 % [70]. Бокові корінці розходяться, як правило, в боки на 20–25 см, рідше – до 60 см. Основна частина кореневої системи розміщується в шарі ґрунту 25– 40 см. Частка кореневої системи у загальній біомасі рослин амаранту незначна і становить близько 10–15 % [70].

За даними дослідників, амарант – теплолюбна, посухостійка рослина з С4–

типом фотосинтезу аспартатного типу, що свідчить про білкову спрямованість вуглецевого метаболізму цих рослин. Оптимальна температура проходження процесу фотосинтезу у його рослин становить 33–35 °С, що на 10–15 °С вище, ніж у більшості зернових колосових культур. Сполучення високоефективного фотосинтезу з достатньо ефективними системами, які синтезують білок, робить амарант перспективною культурою для умов недостатнього і нестійкого зволоження Степу [71].

Амарант як рослина тропічна, відрізняється високою вимогливістю до сонячного освітлення. Його фотосинтез не досягає оптимуму при максимально можливому освітленні в умовах нашої ґрунтово-екологічної зони. Дослідники відзначають компенсаторні механізми у рослин більшості видів амаранту, що застосовуються для формування великої площі асиміляційної листкової поверхні, яка залежно від щільності посіву й площі живлення змінюється в межах від 4 до 6 $м^2$, а в окремих випадках – підвищується до 9,6 $м^2$ на 1 $м^2$ площі посіву [71].

Встановлено, що амарант може рости на різних типах ґрунтів у лісовій, лісостеповій і степовій зонах. Винятком при цьому є дуже кислі і солонцюваті ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод. Визначено, що амарант по відношенню до засолення ґрунту є рослиною середньостійкою, глікофітного типу [71].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Товщина гумусового шару ґрунту дослідної ділянки в середньому дорівнює 62–65 см. Гумусово-перехідний горизонт (від 38–46 до 60–65 см) бурувато-сірий, рихлий, має грудочкувато-горіхову структуру. Від 60–65 до 80–90 см залягає сірувато-бурий нерівномірно забарвлений перехідний горизонт. Материнська порода (глибше 80–90 см) – карбонатний, важкосуглинковий лес, з малим вмістом гумусу у верхній частині, яка доволі сильно розпушена ґрунториями. Скипання карбонатів від розчину 10 % соляної кислоти спостерігається на глибині 50–60 см.

Щільність твердої фази ґрунту та його об'ємна маса збільшуються по профілю з глибиною та змінюються в межах: питома маса від 2,65 (у шарі 0– 91 30 см) до 2,73 г/см3 (у шарі 100–150 см), об'ємна – відповідно від 1,22 до 1,37 г/см3 [72].

Вологоємність орного шару ґрунту достатньо висока та істотно варіює по горизонту: в шарі 0–10 см – 30,5–31,5 %, 10–20 см – 27,0–29,0 % і 20–30 см 25,0–27,0 % до маси абсолютно сухого ґрунту. Запас недосяжної рослинам вологи у метровому шарі ґрунту становить близько 150 мм, а запас вологи, що відповідає найменшій вологоємності у цьому шарі, сягає 330 мм. Ступінь вологості, при якій рослини переходять у стан стійкого в'янення, дорівнює 10,8–11,5 % до маси абсолютно сухого ґрунту. Вміст гумусу в орному шарі (0–30 см) коливається в межах від 4,0 до 4,5 % (за Тюріним). Зі збільшенням глибини по профілю його кількість помітно зменшується і на глибині 30–40 см складає 3,0–3,5 %, а на глибині 40–60 см – лише 1,9–2,4 %. Поглинені основи в орному шарі представлені кальцієм (27,9– 31,2 %) та магнієм (4,9–5,6 мг-екв./100 г абсолютно сухого ґрунту), тобто кальцій насичує поглинаючий комплекс на 80 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH водяної витяжки – 6,5–7,0). Запаси поживних речовин

в орному шарі становлять: загальний вміст азоту – 0,23–0,26 % (за К'єльдалем), тобто низький, що потребує для забезпечення високого рівня продуктивності сільськогосподарських культур обов'язкового внесення азотних 92 добрив. Вміст рухомого фосфору середній – 0,11–0,16 % (за Чириковим), обмінного калію високий – майже 2 % (за Чириковим), що є достатнім відповідно для задовільного та нормального живлення рослин.

3.2. Кліматичні та погодні умови

Кліматичні особливості в межах господарства являються характерними для Лісостепу України з помірно континентальним кліматом, що підтверджується коливаннями добової і річної амплітуд температури повітря, а також істотними відхиленнями від багаторічних показників річних ізотерм погодних умов.

Таблиця 1

Сума опадів за період досліджень

Роки	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Сума опадів
Середня багаторічна	29,3	25,3	25,4	33,8	43,4	63,3	52,9	43,8	34,2	35,6	33,9	33,7	454,6
2023	41,8	37,7	36,0	18,3	47,6	65,2	64,3	31,4	50,4	45,7	43,7	33,0	515,2
2024	37,9	24,0	31,6	26,6	50,4	57,4	61,1	49,5	39,1	53,8	11,6	37,2	480,3

Розподіл їх за місяцями і порами року вкрай нерівномірний. За місяцями упродовж року в регіоні спостерігається, характерне для зони, збільшення середньомісячної кількості опадів за десятиліттями від 25,3–25,4 мм у лютому і 93 березні до 63,3 мм – у червні, після чого вона поступово зменшується до 33,7 мм у грудні.

Особливістю вологозабезпеченості території є те, що основна кількість атмосферних опадів випадає влітку – 35,2 % від річної їх кількості, в інші пори року

їх кількість істотно зменшується і дорівнює весною – 22,6 %, восени – 22,8 % та взимку – 19,4 %. Так, у середньому за час досліджень влітку надходило атмосферних опадів у 1,6 раза більше, ніж весною, в 1,5 раза – ніж восени та в 1,8 раза більше, ніж взимку. При цьому основна кількість опадів (307 мм) припадає на теплий період року (квітень – жовтень).

Спостерігаються великі варіювання кількості опадів за десятиліттями як річної, так і сезонної, причому весною вона змінюється від 38 до 129 мм, влітку – від 128 до 187, восени – від 76 до 140, взимку – від 43 до 142 мм. Значно більшим було варіювання щорічної кількості опадів. За весь період спостережень варіювання щорічної кількості атмосферних опадів за сезонами року було в межах: весна – 33,0–217,1 мм, літо – 25,4–305,0, осінь – 5,5–269,8, зима – 7,8–245,6 мм, що свідчить про великий дефіцит вологи за сезонами в окремі роки та часто проявляється зливовий їх характер. Ефективність таких атмосферних опадів невисока і дорівнює близько 24–28 %, а решта води витрачається на стікання в низини, річки, озера, ставки та випаровування з поверхні ґрунту.

Середньорічна температура повітря станції складає 8,2 °С, при цьому значення середньомісячної багаторічної ізотерми повітря становлять: у січні – -5,0 °С, лютому – -4,5, березні – 0,6, квітні – 8,8, травні – 15,6, червні – 19,2, липні – 21,4, серпні – 20,3, вересні – 14,7, жовтні – 8,2, листопаді – 2,1, грудні – -2,5 °С (табл. 2.).

Мінімальна температура повітря спостерігається, як правило, у січні та лютому (-14,4 і -15,0 °С), максимальна – у липні і серпні (24,6 і 25,5 °С). В окремі роки у травні температура повітря на 13 годину дорівнює 21 °С, у серпні – 27 °С, а іноді досягає 40 °С.

Зазначимо, що внаслідок глобального потепління клімату у Лісостепу також спостерігаються істотні зміни температурного режиму за сезонами року. Так, в середньому за роки спостережень середня температура повітря, за даними метеостанції, становила: весною – 8,3 °С, 95 влітку – 20,3, восени – 8,3 та взимку –

Таблиця 2

Середньомісячна температура повітря за період досліджень

Роки	Січе	Люти	Берез	Кте	Трав	Черв	Липе	Серп	Верес	Жовте	Листо	Груд	Середнє за рік
Середня багаторічна	-5,0	-4,5	0,6	8,8	15,6	19,2	21,4	20,3	14,7	8,2	2,1	-2,5	8,2
2023	-3,3	-2,4	2,7	9,6	16,0	19,6	22,4	21,9	15,7	9,1	3,9	-2,0	9,4
2024	-3,5	-5,5	0,6	11,2	18,7	21,7	23,2	21,2	15,1	9,3	3,8	-0,8	9,6

-4,0 °С. За цей період в регіоні відмічено певне підвищення показників температури повітря: середня температура весняної пори року на початку XXI століття (2001–2010 рр.), порівняно з початком XX століття (1900–1910 рр.), або через 100 років, підвищилася від 7,9 до 9,4 °С (тобто на 1,5 °С), літа – від 20,1 до 21,3 (на 1,2 °С), осені – від 7,8 до 9,6 (на 1,8 °С), зими – від -4,2 до -2,6 (на 1,6 °С). Такі зміни гідротермічного режиму зумовлюють необхідність їх обов’язкового урахування як при доборі видового складу однорічних агрофітоценозів, так і при розробці та удосконаленні елементів зональних технологій їх вирощування на зелений корм, зерно і насіння.

Середня річна відносна вологість повітря за даними метеостанції, дорівнює 75 %, у тому числі за січень вона становить 87 %, лютий – 85, березень – 81, квітень – 65, травень – 63, червень – 66, липень – 65, серпень – 64, вересень – 68, жовтень – 77, листопад – 86, грудень – 89 % (табл. 3).

Характерною для регіону особливістю зміни величини відносної вологості повітря протягом року є її поступове зниження від січня до травня від 87 до 63 %, а в літні місяці – утримується на рівні 64–66 %, понижуючись в 96 період посухи до 30–20 %. Восени відносна вологість повітря поступово підвищується до 68–86

%, а взимку – до 85–89 %. При цьому у приземному шарі відносна вологість повітря завжди має добові і річні зміни, які є протилежними показникам ізотерми повітря – зниження температури повітря зумовлює підвищення його вологості і навпаки.

Таблиця 3

Середньомісячна відносна вологість повітря за період досліджень

Роки	Січе	Люти	Березе	Кте	Трав	Черв	Липе	Серп	Верес	Жовте	Листо	Груд	Середнє за рік
Середня багаторічна	87	85	81	68	63	66	65	64	68	77	86	89	75
2023	86	83	76	61	61	66	67	62	70	79	86	87	74
2024	89	81	75	62	63	64	65	66	72	81	82	87	74

Зазначимо, що протягом періоду вегетації сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу відносна вологість повітря знаходиться на межі нижнього оптимуму, а в окремі періоди (від декількох тижнів до декількох місяців) може знижуватись до критичної межі або нижче неї. Пониження відносної вологості повітря до 30 % і нижче погіршує умови життя рослин, в такі періоди посіви страждають від термічного стресу та дефіциту вологи, що зумовлює істотне зниження їх урожайності.

Сезонні особливості кліматичних умов є характерними для лісостепової зони України. Початком весняного сезону прийнято вважати дату переходу середньодобової температури повітря через позначку 0 °С, що в регіоні відбувається в першій половині березня. Повне розмерзання ґрунту зазвичай спостерігається наприкінці другої – початку третьої декад березня, а до 3–5 квітня поверхневий його шар прогрівається до 5 °С на глибині 10 см. Весняний період

відрізняється швидким наростанням температури повітря. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через позначку 5 °С відмічається у третій декаді березня, через позначку 10 °С – на початку другої декади квітня, через позначку 15 °С – у першій декаді травня.

Тривалість вегетаційного періоду становить від 200 до 230 днів при сумі активних температур (вище 5 °С) 3100–3300 °С, при цьому тривалість теплого періоду року (травень – вересень) при багаторічній сумі ефективних температур (вище 10 °С) близько 1220–1270 °С, дорівнює 165– 175 діб. Навесні, під час стійкого настання середньодобової температури повітря 5 °С, як верхній шар, так і ґрунтовий профіль зазвичай містять найбільші запаси продуктивної вологи, що є достатнім для росту озимих агрофітоценозів та одержання дружних сходів ранніх ярих однорічних кормових культур за ранньовесняних строків сівби.

Літній період починається переходом середньодобової температури повітря через позначку 15 °С і продовжується до вересня. На початку літа стоїть малохмарна, тепла погода, яка поступово переходить в суху і жарку з високими температурними показниками. У літній сезонний період встановлюються високі середньодобові температури повітря. У травні температура повітря досягає 19–21 °С, червні – 23–24 °С, у липні – 25–27 °С. Відносна вологість повітря в квітні змінюється від 50 до 75 %, з травня по вересень – від 40 до 70 % і тільки восени досягає 64–77, а взимку – 87–90 %. У посушливі роки в теплий період вона може знижуватися до 20–30 %, у вологі – підвищуватися до 60–70 %.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Для вирішення поставлених задач по дослідженню технологічних прийомів підвищення продуктивності амаранту волотистого та якості корму залежно від елементів інтенсифікації їх вирощування закладалися польові одно- і двофакторні досліди, проводилися лабораторні і супутні експериментальні дослідження з

обробкою одержаних результатів методами статистичного аналізу. В одно- і двофакторних польових дослідах ділянки розміщувалися систематично (послідовно) або методом рендомізації у два яруси. Посівна площа ділянок становила 80–152 м^2 , облікових – від 50–60 до 90–139 м^2 , повторність три-чотириразова.

Фактор А – спосіб сівби: суцільний рядковий (15 см) і широкорядний (45 і 70 см). Фактор В – норма висіву: 0,75; 1,0; 1,25 і 1,50 кг/га схожих насінин. Використовували американський сортозразок амаранту 107 волотистого R-158. Облікова площа суцільних рядкових і широкорядних ділянок дорівнювала відповідно 90 і 105 м^2 при триразовій повторності.

3.4. Агротехнологія вирощування амаранту в досліді

Попередником амаранту волотистого була пшениця озима на зерно. Одразу після збирання трикомпонентної сумішки і пшениці озимої, без розриву в часі, ґрунт обробляли дисковими лущильниками на глибину 6–8 см, після відростання бур'янів – проводили повторне лущення на глибину 10–12 см. Зяблеву оранку під ярі посіви, для зменшення непродуктивного випаровування вологи, проводили на глибину 20–22 см в кінці серпня при зниженні середньодобової температури повітря. Мінеральні добрива вносили під основний обробіток ґрунту згідно існуючих зональних рекомендацій. Весною в два сліди важкими зубовими боронами здійснювали ранньовесняне «закриття вологи» та вирівнювання поверхневого шару ґрунту при досягненні ним фізичної стиглості. Допосівну культивацію проводили культиватором зі стрілчастими робочими органами на глибину 5–7 см.

Сівбу здійснювали при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 12–14 °С. Спосіб сівби амаранту – широкорядний з міжряддями 45 см. Глибина загортання насіння амаранту – 1–2 см. З метою покращання умов для проростання насіння

проводили післяпосівне ущільнення ґрунту кільчасто-зубчатими котками. Для висіву амаранту, насіння культури змішували з баластним матеріалом (сухим просіяним піском) в пропорції 1:10, а дискові сошники сівалки СН-16 обладнували ребордами – обмежувачами глибини загортання насіння, які, як правило, застосовуються при сівбі дрібнонасінних багаторічних трав. Всі інші агротехнічні умови проведення дослідів, крім тих технологічних прийомів, які вивчали, були загальноприйняті у зоні для вирощування однорічних кормових культур.

Збирання врожаю зеленої маси амаранту волотистого проводили у фазі цвітіння волотей, а при вирощуванні на зерно – при повній його стиглості в нижній і середній частинах волоті основного суцвіття.

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення

Польові й лабораторні дослідження та виробничу перевірку результатів наукових розробок виконували відповідно з методикою польових дослідів [73]. Експериментальні роботи містили також різні супутні спостереження і дослідження, за допомогою яких ми намагались виявити механізм впливу тих чи інших елементів технологій на умови росту, розвитку і формування продуктивності амаранту волокнистого. В польових і лабораторно-польових дослідах проводили наступні спостереження і дослідження:

1. Фенологічні спостереження. Настання основних фаз розвитку здійснювали методом підрахунку на 10 закріплених типових рослинах по діагоналі ділянки на кожному варіанті двох несуміжних повторень. За початок фази приймали день, коли вона настає не менше ніж у 10 % рослин, а за повну фазу – у 75 %. У рослин амаранту відмічали такі фази розвитку: сходи, стеблування, викидання волоті, цвітіння, утворення і налив зерна, повну його стиглість.
2. Опис особливостей росту і розвитку рослин. Звертали увагу на загальний

стан рослин у посіві, відмічали ураження їх хворобами і ушкодження шкідниками, зважали на всі інші причини, що впливають на рослини в посівах протягом періоду вегетації.

3. Облік густоти рослин проводили по діагоналі кожної ділянки в двох несуміжних повтореннях на постійно закріплених площадках по 0,25 м^2 у чотириразовій повторності. На них рахували кількість рослин кожного виду і кількість бур'янів у період повних сходів та перед збиранням.
4. Приріст надземної маси проводили у період настання основних фаз росту і розвитку амаранту. У двох несуміжних повтореннях відбирали по 50 типових рослин, зважували їх у сирому вигляді, а потім із них відбирали середні зразки для визначення вмісту абсолютно сухої речовини термостатно-ваговим методом. Вміст абсолютно сухої речовини визначали в кожному варіанті досліду за компонентами, шляхом висушування двох зразків по 100 г до абсолютно сухого стану в сушильній шафі за температури 105 °С. Початок обліку розпочинали при накопиченні агрофітоценозами урожайності зеленої маси не менше 5,0–7,0 т/га при висоті рослин не нижче 30– 40 см, подальші визначення здійснювали з інтервалом 7–10 діб.
5. Аналітичні дослідження корму проводили за наступними методиками: сирий протеїн, загальний азот – за К'єльдалем з помноженням на коефіцієнт 6,25; сиру клітковину – по Геннібергу і Штомману; сирий жир – шляхом екстрагування в апараті Сокслета за Рушковським; сиру золу – методом сухого озолення; БЕР – розрахунковим методом; калій – на полуменевому фотометрі; фосфор – фотоколометричним методом. Розрахунок вмісту кормових одиниць в сухій речовині визначали на основі хімічних аналізів з урахуванням перетравності поживних речовин [74].
6. Вміст нітратів у ґрунті обчислювали спектрометричним методом на

приладі СФ-16 (іонометричний метод згідно ГОСТ 26951-86), рухомих форм фосфору – за Ф. В. Чириковим (ДСТУ 4115-2002) і обмінного калію – за А. Л. Масловою (ДСТУ 4115-2002) [75].

7. Обробка, узагальнення і аналіз результатів польових і модельних дослідів, а також різноманітних спостережень і досліджень проводилась за допомогою сучасних методів математичної статистики (кореляційного, регресійного і дисперсійного аналізів).
8. Економічну і біоенергетичну оцінки ефективності розроблених прийомів технологій вирощування амаранту волокнистого на зелену масу, зерно або насіння проводили згідно існуючих рекомендацій [76].

РОЗДІЛ 4.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АМАРАНТУ ВОЛОТИСТОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ

4.1. Вплив площі живлення та глибини загортання насіння на ріст і розвиток амаранту волотистого

Успішна інтродукція амаранту як культури в північній частині Степу України певною мірою залежить від ефективності розробки і адаптації елементів технології його вирощування стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Для досягнення високого рівня реалізації продуктивності культури необхідно за рахунок технологічних і агротехнічних заходів вирощування забезпечити посіви протягом вегетаційного періоду необхідною кількістю та оптимальним співвідношенням факторів навколишнього середовища (теплом, світлом, водою, поживними речовинами, повітрям), дефіцит кожного з них є обмежуючим чинником, який істотно впливає на інтенсивність ростових і продукційних процесів. У зв’язку з цим, важливого значення набуває також дослідження закономірностей формування врожаю, визначення критичних фаз під час вегетативного і репродуктивного розвитку рослин та вивчення факторів, які особливо впливають на процеси росту в умовах регіону. За період вегетації амаранту (травень – вересень) в цьому регіоні випадає близько 200–220 мм дощу. Однак, у багатьох випадках опадів буває значно менше. Іноді спостерігається їхня недостатність у період сівба – сходи, часто у фазі стеблування рослин та під час утворення і формування генеративних органів, а також нерівномірність їх розподілу найчастіше спостерігається у другій половині вегетації, коли відбувається запліднення квіток, утворення, налив та дозрівання зерна.

Одним із найважливіших критичних періодів для рослин, як правило, є період сівба – сходи, від якого залежить формування оптимальної густоти рослин та загальної продуктивності посіву. Для моделювання оптимальних параметрів

процесу проростання потрібно створити для насіння кожного виду рослин оптимальні умови, забезпечити в ґрунті найкраще співвідношення факторів навколишнього середовища – води, тепла і повітря. Основним обмежуючим чинником в регіоні під час сівби пізніх ярих зернових культур, до яких належить і амарант, за умови природного забезпечення факторами середовища, є вода. Сухе насіння містить лише зв'язану воду, яка практично не приймає участі в обміні речовин. Тому, перш ніж почнеться проростання насіння, залежно від видових і сортових особливостей, воно повинно поглинути певну кількість води, необхідну для активації ферментів в клітинах зародку і ендосперму та створення потрібних умов для проходження біохімічних реакцій з розщеплення складних органічних сполук. Більш прості продукти, одержані внаслідок розкладу запасних речовин ендосперму насіння, використовуються для утворення нових клітин пагону і корінців, а також як енергетичний матеріал для процесів дихання. Поглинання води, при набубнявінні насіння, залежить від властивості його оболонок та хімічного складу запасних поживних речовин. Відомо, що багате на білки насіння бобових культур поглинає від 75 (вика) до 145 % (конюшина червона) вологи відносно маси насіння, тонконогових – від 25 (просо) до 76 % (овес), капустяних – від 51 (ріпак) до 68 % (редька олійна). Найбільшими показниками поглинання води при набубнявінні відрізняється насіння льону (161 %) і цукрових буряків (168 %), що зумовлюється значним поглинанням води їх оболонками, багатими на слизоподібні поліцукриди [45].

Вибір строку сівби – одне із найважливіших питань вирощування любої сільськогосподарської культури. Тепло навесні під час сівби пізніх ярих культур не є обмежуючим фактором для проростання насіння. Потрібні температурні показники для конкретної культури обґрунтовано добирають виходячи з біологічних її особливостей та регулюють, як правило, строками сівби.

За даними А. В. Фісюнова, насіння дикорослих представників родини

Амарантових (Amaranthaceae), які найбільш поширені в степовому регіоні України – щириці звичайної (Amaranthus retroflexus L.), лободової (A. blitoides S. Wats.) і білої (A. albus L.) характеризуються широким температурним діапазоном проростання. Мінімальна температура початку проростання насіння 131 щириці звичайної і лободової, як правило, становить 6–8 °С, а щириці білої – 8– 10 °С. Максимальна температурна межа можливого проростання насіння цих видів щириці складає 50–52 °С, що на 16–20 °С більше ніж у насіння ярих ячменю і пшениці. Сходи дикорослих видів амаранту можуть з'являтися з глибини ґрунту від 3 (щириця звичайна) до 8 см (щириці лободова і біла) [26].

Культурні види амаранту належать до теплолюбних культур і мають високі вимоги до теплового режиму, особливо в період сівба – сходи. Недотримання строків сівби призводить до часткової, а в окремих випадках і до повної втрати врожаю. У разі ранніх строків сівби при достатній зволоженості ґрунту і ліміті тепла, насіння тривалий час не проростає, на процеси дихання витрачається частина запасних органічних речовин, крім того, при набубнявінні, поряд з проникненням води у насіння, водночас з нього в ґрунт виділяються вуглеводи, які залишаються навколо насіння, що створює можливість його ураження пліснявими грибами. Як наслідок, затримка з появою сходів може призвести до загибелі частини насіння. З іншого боку, одержання сходів при пізніх строках сівби, особливо дрібнонасінних культур, до яких належить і амарант, у регіоні досить проблематичне через надто швидке пересихання верхнього шару ґрунту.

В умовах західного Лісостепу України кращим для одержання повних сходів і найбільшої урожайності зеленої маси і зерна виявився строк за сівби амаранту через 10–20 діб після переходу середньодобової температуру повітря через позначку 5 °С [38].

За результатами досліджень Кримського СГІ, найбільша урожайність зеленої маси (82 т/га) амаранту на зрошенні формується за сівби при прогріванні ґрунту на

глибині 10 см до 10 °С. За сівби насіння при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 17 °С тривалість періоду сівба – сходи скорочувалась у два рази і становила 8–10 діб, урожайність зменшувалась на 9,4 %, а забур'яненість посіву – збільшувалась на 35 % [25].

Американські дослідники L. Weber та C. Kaufman пропонують сіяти амарант за умови прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 15–18 °С [53].

З метою визначення оптимальних параметрів глибини загортання насіння амаранту нами були проведені модельні дрібноділянкові польові досліди. Насіння амаранту сортозразка R-158 висівали на глибину 2, 4, 6, 8 і 10 см. Після вирівнювання і прикочування поверхневого шару ділянки зубчасто-кільчастим котком, на поверхні ґрунту спеціальним маркером позначали боріздки відповідної глибини (2, 4, 6, 8, 10 см) довжиною 2,0 м, на дні яких вручну рівномірно розміщували по 100 насінин амаранту. Ширина міжрядь дорівнювала 45 см. Насіння в боріздках присипали вологим шаром ґрунту до рівня поверхні. Після сівби половину засіяної площі ділянки впоперек сівби прикочували зубчасто-кільчастим котком. Облікова площа ділянки становила 4,5 м^2 при чотириразовій повторності. В досліді визначали польову схожість насіння, тривалість періоду сівба – сходи та здійснювали фенологічні спостереження і біометричні виміри рослин протягом вегетації від появи сходів до фази цвітіння.

Дослідженнями встановлено, що повні сходи амаранту волотистого з глибини 2 і 4 см на фоні застосування допосівного прикочування, в середньому за роки досліджень, відмічено відповідно на 7 і 10-у добу після сівби і потребувало для цього суми ефективних температур відповідно 70,9 і 92,3 °С. Збільшення глибини загортання до 6–10 см призводило до подовження тривалості періоду сівба – сходи на 2–10 діб та потребувало для появи сходів додаткової суми ефективних температур від 17,5 до 73,3 °С. Глибина загортання насіння істотно впливала і на польову схожість насіння амаранту. Найбільшу польову схожість (65,3 %) мало

насіння висіяне на глибину 2 см. Збільшення глибини загортання насіння від 4 до 8 см призводило до зниження цього показника на 5,0–48,0 %. З глибини 10 см сходи амаранту було одержано лише у 3,7–5,3 % насіння. При вирощуванні дрібнонасінних культур у традиційних технологіях обов'язковим агротехнічним прийомом є прикочування. Допосівне прикочування ґрунту кільчасто-зубчатими котками забезпечує оптимальне ущільнення насіннєвого ложе, що сприяє рівномірному розміщенню насіння та кращому притоку вологи по капілярах з нижніх шарів ґрунту в зону його розміщення.

Застосування в досліді такого агротехнічного заходу як післяпосівне прикочування певною мірою впливало на інтенсивність появи сходів, що зумовлювалось кращим контактом насіння з ущільненим посівним шаром ґрунту та призводило до більш інтенсивного набубнявіння і проростання. Так, наприклад, найбільш суттєве скорочення тривалості періоду сівба – сходи (на 2 доби) та збільшення польової схожості насіння амаранту волотистого (на 6,4– 8,0 %) відмічено при застосуванні післяпосівного прикочування ґрунту за загортання насіння на глибину 2–4 см. Проведення цього агрозаходу після сівби насіння амаранту волотистого на більшу глибину (6–10 см) мало менший вплив як на величину показника польової схожості, так і на тривалість періоду від сівби до появи сходів, що зумовлювалось, на наш погляд, меншим ступенем ущільнення глибшого шару ґрунту (таб. 4).

Таблиця 4

Біометричні показники рослин амаранту волотистого у фазі цвітіння залежно від глибини загортання насіння і прикочування

Глибина загортання насіння, см (А)	Прикочування ґрунту (В)	Тривалість періоду сходи – цвітіння, діб	Сума ефективних температур повітря, °С	Висота рослин, см	Довжина волоті, см	Маса, г		Листя на 1 рослину	
						рослини	волоті	кількість, шт.	площа, см^2
2	допосівне	52	463,7	83,5	21,3	45,0	12,3	33	754,0
	до- і післяпосівне	50	445,5	86,3	21,5	46,5	12,5	34	758,3
4	допосівне	54	480,6	76,0	18,0	41,3	11,0	31	685,3
	до- і післяпосівне	52	461,8	78,5	18,5	42,0	11,3	30	668,5
6	допосівне	57	509,2	67,3	14,5	36,3	9,5	27	564,0
	до- і післяпосівне	56	498,5	68,5	15,3	36,5	9,3	27	562,3
8	допосівне	62	553,4	56,0	10,5	28,0	7,3	22	462,5
	до- і післяпосівне	62	553,4	56,5	10,3	28,3	7,5	21	456,0
10	допосівне	67	663,2	42,5	6,5	19,5	4,8	16	309,3
	до- і післяпосівне	67	663,2	42,3	6,0	19,0	4,8	16	311,5
$НІР_{05}$	А	–	–	1,53–2,61	0,55–0,88	1,21–1,59	0,39–0,64	0,99–1,22	25,53–29,64
	В	–	–	0,97–1,65	0,35–0,56	0,76–1,00	0,25–0,40	0,63–0,77	16,15–18,75
	АВ	–	–	2,16–3,69	0,78–1,25	1,71–2,23	0,55–0,90	1,40–1,72	36,11–41,92

Оцінка польової схожості насіння амаранту у нашому досліді показала, що в умовах природного зволоження на посівах зі звичайним рядковим (15 см) способом сівби її показник був дещо нижчим, ніж на широкорядних (45 і 70 см) і в середньому по способу сівби становив близько 49,8 % (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив норми висіву і способу сівби на польову схожість насіння та густоту рослин амаранту волотистого в період сходів

Норма висіву (В)		Польова схожість насіння, %			Густота рослин в період сходів, тис. шт./га		
кг/га	млн шт./га	2023 р.	2024 р.	середнє	2023 р.	2024 р.	середнє
Суцільний рядковий, 15 см (А)							
0,75	1,25	37	42	43	463	525	542
1,0	1,67	40	46	47	668	758	785
1,25	2,08	45	51	52	936	1060	1081
1,50	2,50	50	56	57	1250	1400	1417
Широкорядний, 45 см							
0,75	1,25	41	47	47	513	588	592
1,0	1,67	47	50	52	785	835	868
1,25	2,08	52	56	57	1082	1165	1186
1,50	2,50	54	58	59	1350	1450	1483
Широкорядний, 70 см							
0,75	1,25	43	50	50	538	625	629
1,0	1,67	51	54	56	852	902	935
1,25	2,08	57	60	61	1186	1248	1276
1,50	2,50	59	62	63		1550	1583
$НІР_{05}$	А	1,39	1,42	1,39–1,53	–	–	–
	В	1,60	1,64	1,60–1,77	–	–	–
	АВ	2,78	2,83	2,78–3,07	–	–	–

Одержані результати підрахунків кількості сходів амаранту волотистого свідчать, що незалежно від способу сівби, зі збільшенням норми висіву його насіння спостерігається тенденція до підвищення його польової схожості. Так, збільшення норми висіву від 0,75 до 1,5 кг/га сприяло підвищенню його польової схожості на суцільних рядкових (15 см) посівах в середньому на 14 %, а на широкорядних з міжряддями 45 і 70 см – відповідно на 12 і 13 %, що дозволило збільшити густоту сходів амаранту в 2,5–2,6 раза. Зазначимо, що на польову схожість насіння також істотно впливав і спосіб його розміщення на площі. Так, наприклад, при однаковій найменшій нормі висіву (0,75 кг/га) польова схожість на суцільному рядковому (15 см) посіві в середньому за роки досліджень становила 43 %, а при більш густому розміщенні насінин у рядку в широкорядних (45 і 70 см) посівах відмічено збільшення показника польової схожості відповідно на 4 і 7 %. Аналогічна закономірність проявлялась на суцільних рядкових і широкорядних посівах також і при інших нормах висіву насіння.

Спостереження за розвитком амаранту протягом вегетації показали, що його рослини, незалежно від способу сівби і норми висіву насіння, в початкові фази свого розвитку після появи сходів відрізнялись уповільненим ростом. Спочатку на поверхні ґрунту з’явились сім’ядольні листочки ростків, які протягом трьох–чотирьох діб перетворились на листочки шириною 2–3 мм і довжиною 4–5 мм. Диференціація стебла у рослин на міжвузля й зачатки листків проходила після появи двох справжніх листків. На початку вегетативного розвитку суттєвих відмінностей у тривалості періодів та часі настання фенологічних фаз у рослин амаранту волотистого за різного розміру і форми площі живлення окомірно не спостерігалось. Проте, починаючи з фази появи волотей, неоднакові умови вирощування посівів, зумовлені різним розміщенням рослин та різною їх густотою стояння на площі, певною мірою впливали на тривалість міжфазних періодів та терміни настання фаз розвитку. Так, за сівби амаранту суцільним рядковим (15 см) способом з найменшою ваговою нормою (0,75 кг/га схожих насінин) відмічена

найменша тривалість міжфазних періодів (в межах норми висіву), а фази стеблування рослин, поява волоті, цвітіння, утворення насіння та воскова його стиглість, в середньому за роки досліджень, настали відповідно на 15, 36, 50, 74 і 110 добу після сходів і потребували для настання суми ефективних температур 123,1; 301,8; 460,5; 693,2 і 948,4 °С відповідно. Разом з тим, на широкорядних посівах, за такої ж норми висіву, тривалість міжфазних періодів під час стеблування – воскова стиглість зерна взагалі подовжувалась від трьох до п’яти діб, що потребувало додаткової акумуляції СЕТ від 27,4 до 45,2 °С. Збільшення норми висіву від 0,75 до 1,5 кг/га схожих насінин, незалежно від способу сівби, призводило до скорочення періоду вегетації від сходів до укісної стиглості рослин (фаза цвітіння) на 1–3, а до воскової стиглості зерна – на 2–4 доби.

Важливим господарсько-цінним показником, який характеризує кормові культури, є інтенсивність накопичення надземної маси. За даними ряду авторів, амаранту характерне швидке накопичення вегетативної маси [75, 300, 438].

Одержані нами результати досліджень показали, що амарант волотистий на початку вегетації має невелику листкову поверхню і в зв’язку з цим абсолютний приріст вегетативної маси його рослин є відносно незначним. Крім того, всі сформовані в процесі фотосинтезу органічні речовини у цей час, як правило, використовувалися для утворення кореневої системи і листкового апарату.

Відмічено, що швидкість утворення амарантом волотистим вегетативної маси певною мірою залежала від фази розвитку його рослин. Наприклад, середньодобовий приріст маси рослин амаранту волотистого на ділянках суцільного рядкового (15 см) способу сівби за мінімальної (0,75 кг/га) норми висіву в період сходи – гілкування (1–29 доба після сходів) становив лише 22,2 г/м^2, а в період гілкування – поява волотей (30–36 доба) інтенсивність приросту його маси була у 6,4 раза вища і досягала максимальної величини – 142,2 г/м^2 (табл. 6).

Під час утворення генеративних органів (міжфазний період поява волотей – цвітіння, 37–50 доба після сходів) у рослин амаранту волотистого спостерігалось зменшення темпів росту надземної маси, середньодобовий приріст

Таблиця 6

Накопичення надземної маси у рослин амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву насіння, г/м^2

Спосіб сівби	Норма висіву, кг/га	Фази розвитку				
		гілкування	поява волотей	цвітіння	утворення зерн	воскова стиглість зерна
Суцільний рядковий, 15 см	0,75	665	151	2431	2893	2945
	1,0	782	176	2794	3325	3386
	1,25	830	190	3068	3642	3698
	1,50	868	195	2781	3295	3354
Широкорядний 45 см	0,75	601	136	2191	2614	2658
	1,0	667	151	2537	3012	3063
	1,25	785	177	2802	3310	3345
	1,50	812	181	2494	2948	2987
Широкорядний 70 см	0,75	535	122	1942	2325	2365
	1,0	645	146	2299	2712	2772
	1,25	668	150	2175	2563	2609
	1,50	686	142	2032	2426	2470

їх маси на ділянках суцільного способу сівби за найменшої норми висіву насіння (0,75 кг/га) в цей час становив 65,2 г/м^2. Найменший середньодобовий приріст вегетативної маси (19,3 і 1,4 г/м^2) амаранту волотистого на ділянках цього варіанту спостерігався у рослин після фази цвітіння, відповідно в періоди цвітіння – утворення зерна (51–74 доба) і утворення зерна – воскова його стиглість (75–110 доба).

На накопичення вегетативної маси амаранту волотистого також істотно впливали як розмір площі живлення рослин, так і її форма. Причому, при однаковій нормі висіву кількість накопиченої зеленої маси значно залежала від способу розміщення рослин на площі і була більшою при рівномірному їх розміщенні. Так,

наприклад, якщо зелену масу амаранту з площі 1 м^2 у фазі цвітіння (укісна стиглість), в середньому за роки досліджень, на ділянках суцільного рядкового (15 см) способу сівби і норми висіву 0,75 кг/га прийняти за 100 %, то на широкорядних посівах з міжряддями 45 і 70 см за такої ж норми висіву надземна вегетативна маса з одиниці площі становила відповідно 90,1 і 79,9 %. В інші фази розвитку рослин (гілкування, поява волотей, утворення зерна і його дозрівання) відмічена аналогічна залежність.

Незалежно від способу сівби, збільшення норми висіву насіння і як наслідок – густоти стеблостою, призводило до зменшення індивідуальної маси рослин. Так, за суцільного рядкового (15 см) способу сівби і найменшої норми висіву (0,75 кг/га) маса 50 рослин амаранту у фазі цвітіння дорівнювала 2642 г. Збільшення норми висіву насіння від 0,75 до 1,5 кг/га призводило до зменшення маси 50 зелених рослин до 1617 г або на 33,5 %. Аналогічна залежність відмічена як в інші фази розвитку, так і в межах інших способів сівби.

Приріст вегетативної маси (637 і 611 г/м^2 відповідно) при досягненні травостоєм укісної стиглості в суцільних рядкових (15 см) і широкорядних (45 см) посівах спостерігався за збільшення норми висіву від 0,75 до 1,25 кг/га, що відбувалось за рахунок збільшення кількості рослин (на 65,2–54,2 %) на одиниці площі. У широкорядних посівах (70 см) приріст зеленої маси (на 357 г/м^2) у амаранту волотистого відмічено за збирання на зелений корм лише при збільшенні норми висіву від 0,75 до 1,0 кг/га, це зумовлювалось зменшенням інтенсивності процесів формування вегетативної маси при більшому загущенні рослин у рядку. Подальше загущення травостою за збільшення норми висіву при вказаних способах сівби призводило до зменшення накопичення зеленої маси.

Враховуючи різний вміст у зеленій масі рослин амаранту волотистого сухої речовини залежно від періоду вегетації, агротехнічних прийомів, умов зволоження тощо, більш точним показником, який характеризує інтенсивність формування

посівами біологічної маси протягом періоду вегетації, є динаміка накопичення його рослинами абсолютно сухої речовини.

Визначення вмісту абсолютно сухої речовини у вегетативній масі рослин свідчить, що амаранту волотистому характерний досить високий вміст води в листостеблових тканинах протягом вегетації від сходів до настання воскової стиглості зерна. У фазі гілкування його зелена маса залежно від способів сівби і норм висіву насіння містила від 15,2 до 15,9 % сухої речовини (рис. 1).

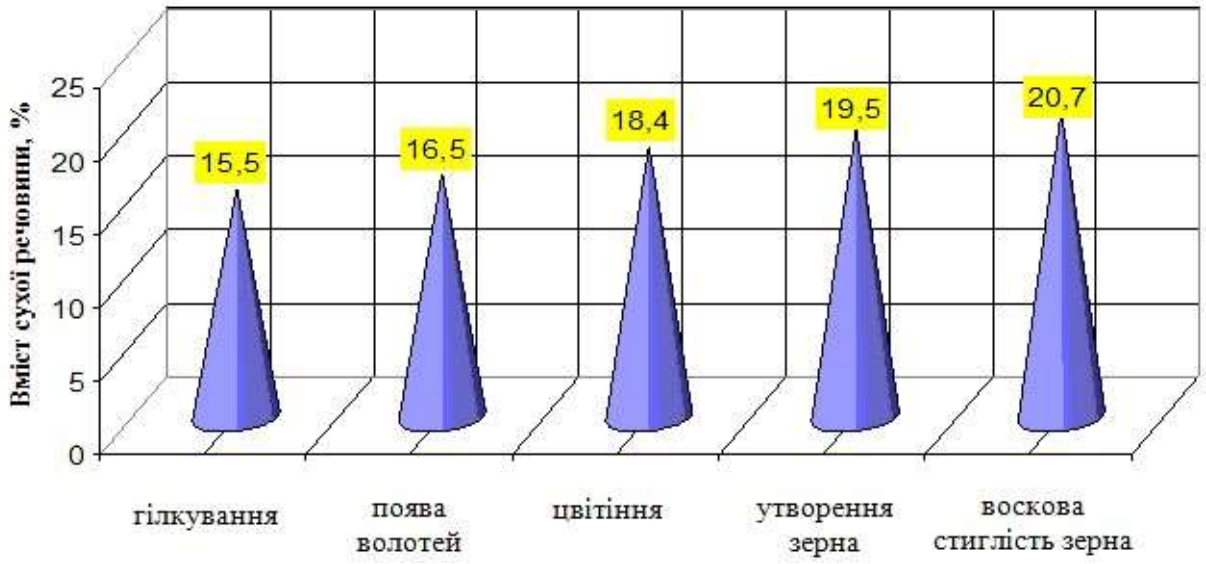


Рис. 1 Динаміка вмісту абсолютно сухої речовини в листостебловій масі рослин амаранту волотистого, %

По мірі росту і розвитку вміст сухої речовини в рослинах амаранту волотистого збільшився в середньому по досліду на 1,0–5,2 %. Так, середній вміст сухої речовини в надземній частині рослин у фази поява волотей, цвітіння і утворення зерна становив відповідно 16,5; 18,4 і 19,5 %. Найбільший середній вміст сухої речовини в рослинах амаранту був визначений у фазі воскової стиглості зерна і дорівнював 20,7 %.

4.2. Продуктивність амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву

Проведена в наших дослідах оцінка ефективності продукційного процесу агрофітоценозів амаранту волотистого при їх вирощуванні на зелений корм показала, що загальна питома щільність суцільних рядкових (15 см) посівів у

Таблиця 7

Продуктивність посівів амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву при вирощуванні на зелений корм

Спосіб сівби (А)	Норма висіву, кг/га (В)	Густота рослин, шт./м^2	Питома щільність посіву, кг/м^3	Збір з одного гектара, т			
				зеленої маси	сухої речовини	кормових одиниць	перетравного протеїну
Суцільний рядковий, 15 см	0,75	46	0,59	24,31	4,47	3,22	0,49
	1,0	61	0,65	27,94	5,14	3,70	0,56
	1,25	76	0,65	30,68	5,65	4,07	0,62
	1,50	86	0,63	27,81	5,12	3,69	0,56
Широкорядний, 45 см	0,75	45	0,48	21,91	4,03	2,90	0,44
	1,0	59	0,54	25,37	4,67	3,36	0,51
	1,25	74	0,60	28,02	5,16	3,72	0,56
	1,50	83	0,56	24,94	4,59	3,30	0,50
Широкорядний, 70 см	0,75	44	0,41	19,42	3,57	2,57	0,30
	1,0	58	0,47	22,99	4,23	3,05	0,46
	1,25	73	0,44	21,75	3,95	2,84	0,43
	1,50	81	0,44	20,82	3,74	2,69	0,41
НІР $_{05}$, т/га	А			0,45–0,55	0,07–0,13	0,05–0,10	0,01–0,02
	В			0,52–0,64	0,08–0,15	0,06–0,12	0,01–0,02
	АВ			0,90–1,10	0,13–0,26	0,10–0,20	0,02–0,04

варіантах норм висіву, які вивчали, перевищувала за величиною цей показник у широкорядних (45 і 70 см) агрофітоценозах відповідно на 12,8 і 30,2 % (табл. 7).

Найефективніше наповнення об'єму системи посіву абсолютно сухою масою (від 0,59 до 0,65 і від 0,48 до 0,60 кг/м^3) спостерігалось відповідно за суцільного рядкового (15 см) і широкорядного (45 см) розташування рослин на площі та при збільшенні норми висіву від 0,75 до 1,25 кг/га. Подальше збільшення ширини міжрядь до 70 см при широкорядному способі сівби призводило до істотного зменшення показника питомної щільності посіву незалежно від норми висіву насіння.

Відмінності в рості і розвитку, фотосинтетичній діяльності листкової поверхні, водному і світловому режимах, забур'яненості посівів та виживаності рослин амаранту волотистого протягом вегетації, зумовлені різними способами сівби і нормами висіву, також істотно впливали як на кормову, так і зернову продуктивність посівів.

Результатами наших досліджень встановлено, що на кормову урожайність посівів амаранту волотистого впливає не лише розмір площі живлення, але й її форма. Причому при однаковій нормі висіву рівень врожайності значно залежить від способу розташування рослин на площі та підвищується при більш рівномірному їх розміщенні. Так, наприклад, якщо величину урожайності зеленої маси амаранту на суцільних рядкових (15 см) посівах за найменшої норми висіву насіння (0,75 кг/га) прийняти за 100 %, то її рівень у широкорядних (45 і 70 см) посівах і такій же нормі висіву становив, у середньому за роки досліджень, відповідно 90,1 і 79,9 %.

Приріст урожайності зеленої маси амаранту із збільшенням норми висіву відбувався за рахунок густоти стояння рослин. Причому приріст врожайності зеленої маси (6,52 і 5,42 т/га відповідно) в суцільних рядкових (15 см) і широкорядних (45 см) посівах спостерігався при зростанні норми висіву від 0,75 до 1,25 кг/га схожих насінин, що відбувалось за рахунок збільшення кількості

рослин (на 65,2–54,2 %) на одиниці площі. В широкорядних (70 см) посівах приріст врожайності зеленої маси (3,57 т/га) відмічено лише при збільшенні норми висіву від 0,75 до 1,0 кг/га схожих насінин, що зумовлювалось зменшенням інтенсивності процесів формування вегетативної маси за більшого загущення рослин у рядку. Подальше загущення травостою за зазначених способів сівби зумовлювало зниження кормової продуктивності посівів амаранту волотистого.

У результаті проведеного аналізу впливу умов року, способу сівби, норми висіву та їх взаємодії на мінливість урожайності зеленої маси амаранту волотистого, зумовленого дією і взаємодією цих факторів, встановлено, що найбільш істотний вплив на формування урожайності вегетативної маси в умовах Лісостепу мають умови року (фактор А), частка їх впливу при цьому дорівнювала 64,4 % (рис. 2).

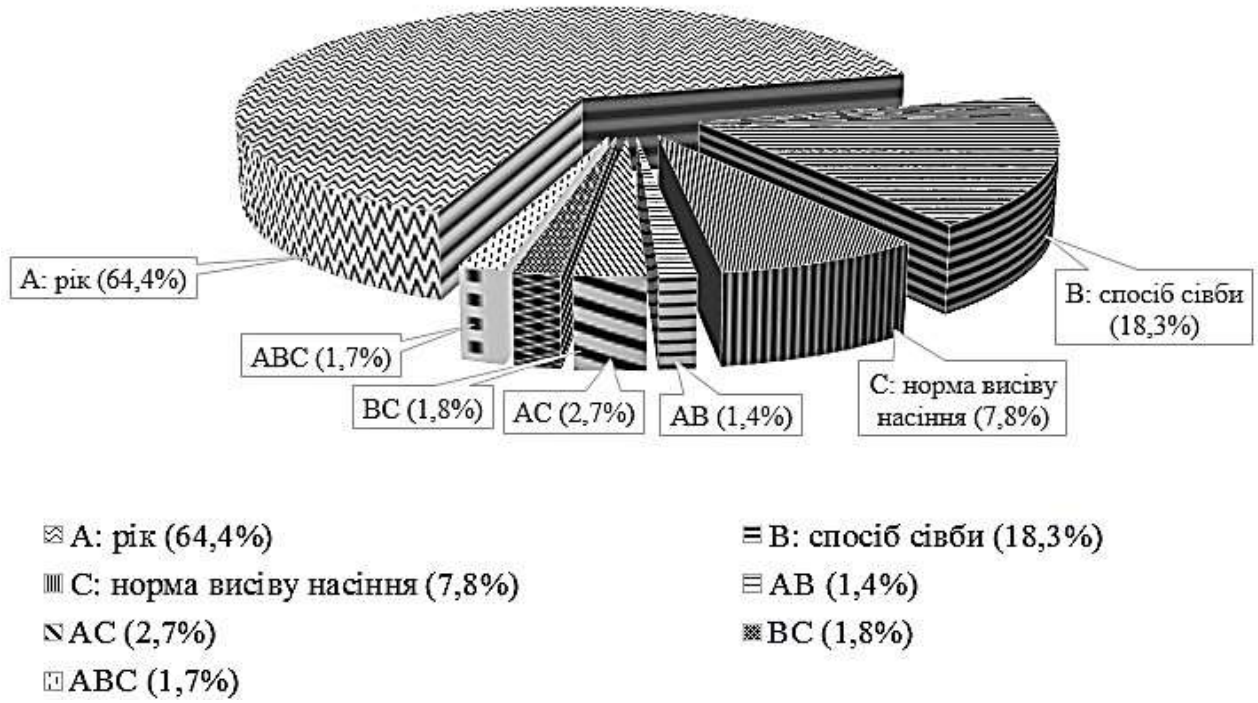


Рис. 2 Частка впливу умов року, способу сівби, норми висіву та їх взаємодії на урожайність зеленої маси амаранту волотистого

Суттєвими за величиною впливу на мінливість урожайності зеленої маси амаранту волотистого в наших дослідженнях були також частки факторів спосіб

сівби (фактор В, 18,3 %) та норма висіву (фактор С, 7,8 %). Частки впливу взаємодії факторів на урожайність зеленої маси культури в дослідах мали не дуже виражений характер і змінювались з 1,4 (фактори АВ) до 2,7 % (фактори АС).

У лісостеповій зоні України зернова продуктивність амаранту волотистого за роками надто нестабільна, що зумовлено, в основному, недостатньою кількістю опадів у цьому регіоні, недосконалістю технології його вирощування, де одними із основних прийомів є спосіб сівби і норма висіву насіння. У зазначеній зоні ці питання при вирощуванні посівів амаранту волотистого на зерно вивчені недостатньо.

Таблиця 8

Густота рослин, показники структури врожаю і урожайність амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву

Спосіб сівби (А)	Норма висіву, кг/га (В)	Густота рослин, шт./м^2	Довжина волоті, см	Маса зерна з рослини, г	Урожайність зерна, т/га		
					1*	2**	3***
Суцільний рядковий, 15 см	0,75	46,2	28,6	2,21	1,02	1,21	1,31
	1,0	61,1	26,4	1,98	1,21		1,52
	1,25	76,3	22,5	1,80	1,37		1,38
	1,50	86,4	19,8	1,42	1,23		1,24
Широкорядний, 45 см	0,75	45,1	34,5	3,44	1,55	1,56	–
	1,0	59,3	30,2	2,98	1,77		–
	1,25	74,4	24,6	2,06	1,53		–
	1,50	83,2	18,7	1,66	1,38		–
Широкорядний, 70 см	0,75	43,9	30,8	3,10	1,36	1,32	–
	1,0	53,8	24,3	2,92	1,57		–
	1,25	72,5	20,5	1,71	1,24		–
	1,50	81,4	17,0	1,38	1,12		–
$НІР_{05}$, т/га	А	–	–	–	0,01–0,02	–	–
	В	–	–	–	0,02–0,02	–	–
	АВ	–	–	–	0,03–0,04	–	–

Правильний вибір форми і площі живлення рослин амаранту при його вирощуванні сприяє одержанню високого врожаю зерна. За даними багатьох

дослідників [32, 41, 52], рівень урожайності зерна амаранту істотно залежить від кількості рослин на одиниці площі і їх індивідуальної продуктивності.

У наших дослідженнях густота стояння рослин амаранту волотистого перед збиранням залежала більшою мірою від кількості висіяного насіння і менше – від способу сівби (табл. 8).

Оптимальна передзбиральна густота стояння рослин амаранту волотистого при вирощуванні його на зерно, в середньому за роки досліджень, за суцільного рядкового (15 см) способу сівби становила 76,3 шт./м^2, що відповідало посівній нормі 1,25 кг/га схожих насінин. На широкорядних (45 і 70 см) посівах кращою густотою стояння при збиранні амаранту волотистого на зерно була 59,3 і 53,8 шт./м^2 відповідно, що відповідало нормі висіву 1,0 кг/га. Збільшення норми висіву вище зазначених вагових норм у варіантах способів сівби, що досліджували, призводило до загущення стеблостою і зниження зернової продуктивності як окремих його рослин, так і посіву.

Маса 1000 зернин амаранту волотистого фактично не залежала від розміру і форми площі живлення рослин і дорівнювала при збиранні 0,7 г. Разом з тим, відмічене значне варіювання коефіцієнта розмноження рослин, який за суцільного рядкового (15 см) посіву змінювався від 2033 до 3154, а на широкорядних (45 і 70 см) – від 1966 до 4909.

Відомо, що зернова продуктивність посівів є похідною від кількості рослин на одиниці площі та їх індивідуальної продуктивності. Так, найбільшу урожайність зерна (1,37 т/га), в середньому за роки досліджень, на суцільних рядкових (15 см) посівах одержано з ділянок при густоті стояння рослин 763 тис./га і середній індивідуальній продуктивності рослин 1,80 г. Збільшення або зменшення густоти агрофітоценозу за цього способу сівби призводило до зниження зернової продуктивності посівів від 10,2 до 25, 2 %.

Слід зазначити, що на рівень зернової урожайності посівів амаранту волотистого впливала не тільки густота рослин, а й спосіб їх розміщення на площі.

Так, наприклад, якщо найбільшу урожайність зерна одержану на суцільних рядкових (15 см) посівах при густоті стояння рослин 763 тис. шт./га прийняти за 100 %, то за зміни лише форми площі живлення при широкорядному (45 см) розміщенні рослин і однаковій нормі висіву насіння рівень зернової продуктивності посівів складав 111,7 %, а при подальшому збільшенні ширини міжрядь до 70 см – лише 90,5 %. Найбільш продуктивними виявились широкорядні (45 см) посіви амаранту за норми висіву насіння 1,0 кг/га, які й забезпечили, в середньому за три роки, урожайність зерна 1,77 т/га за фактичної густоти стояння рослин 593 тис./га.

Одержані експериментальні дані свідчать, що за високої культури землеробства кращим способом сівби амаранту волотистого при вирощуванні на зерно є широкорядний з міжряддями 45 см і нормою висіву 1,0 кг/га схожого насіння.

Такі агрофітоценози забезпечують найбільший рівень урожайності зерна цієї культури порівняно з суцільним рядковим (15 см) і широкорядним (70 см) посівами, а також дозволяють одержати на одиниці площі найбільший чистий дохід, високу рентабельність виробництва продукції при відносно низьких витратах праці і коштів.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ ВОЛОКНИСТОГО

Наші дослідження показали, що в умовах північного Степу України можливо одержати високий урожай зеленої маси амаранту волотистого як за суцільного рядкового (15 см) (30,68 т/га), так і за широкорядного (45 см) (28,02 т/га) способів сівби з нормою висіву насіння 1,25 кг/га. Зазначимо, що рослини амаранту волотистого в початкові фази органогенезу характеризуються повільними темпами росту та слабкою фітоценотичною і конкурентною спроможністю, суцільні посіви цієї культури потребують обов'язкового ручного видалення бур'янів. Тому більш технологічними, на наш погляд, доцільно вважати широкорядні (45 см) посіви культури, де можна застосовувати механізований догляд за рослинами. Переваги широкорядного (45 см) способу сівби при вирощуванні цієї культури відмічено і з економічної та біоенергетичної точок зору в ресурсо- і енергоощадженні.

Результати досліджень свідчать, що зміна ширини міжрядь з 15 см до 45 і 70 см за диференційованих норм висіву насіння в цілому призводила до зниження врожайності зеленої маси амаранту волотистого з 24,31–30,68 до 21,91–28,02 і 19,42–22,99 т/га відповідно. Аналогічним чином змінювалися показники збору абсолютно сухої речовини та виходу кормових одиниць з гектару посівної площі.

Аналіз показників собівартості продукції, прибутковості одиниці площі та рентабельності виробництва зеленої маси амаранту все ж свідчить на користь широкорядного способу сівби з шириною міжрядь 45 см. В таких посівах була найнижчою собівартість 1 т кормових одиниць (2927–3398 порівняно з 3308–3778 грн/т за ширини міжрядь 70 см), а також отримано найбільшу суму прибутку в розрахунку на 1 га (4646–7712 порівняно з 3336– 5160 грн/га за ширини міжрядь 70

Таблиця 9

Економіко-енергетична ефективність вирощування амаранту волотистого на зелений корм залежно від способу сівби і норми висіву насіння

Показники	Суцільний рядковий (15 см)				Широкорядний (45 см				Широкорядний (70 см)			
	норма висіву насіння, кг/га											
	0,75	1,00	1,25	1,50	0,75	1,00	1,25	1,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Збір з 1 га:												
зеленої маси, т	24,31	27,94	30,68	27,81	21,91	25,37	28,02	24,94	19,42	22,99	21,75	20,82
сухої речовини, т	4,47	5,14	5,65	5,12	4,03	4,67	5,16	4,59	3,57	4,23	3,95	3,74
кормових одиниць, т	3,22	3,70	4,07	3,69	2,90	3,36	3,72	3,30	2,57	3,05	2,84	2,69
Витрати на 1 га:												
коштів, грн	11766	12349	12830	12659	9854	10418	10888	10693	9514	10090	10109	10164
сукупної енергії, МДж	11951	12770	13393	12753	9936	10718	11318	10629	9360	10166	9830	9579
Собівартість кормових одиниць, грн/т	3654	3337	3152	3431	3398	3101	2927	3240	3702	3308	3559	3778
Енергоємність, МДж/т:												
сухої речовини	2674	2484	2371	2491	2466	2295	2193	2316	2622	2403	2489	2561
кормових одиниць	3711	3451	3290	3456	3426	3189	3042	3221	3642	3333	3461	3561
Умовний прибуток, грн/га	4334	6151	7520	5791	4646	6382	7712	5807	3336	5160	4091	3286
Рівень рентабельності, %	36,8	49,8	58,6	45,7	47,1	61,3	70,8	54,3	35,1	51,1	40,5	32,3
Енергетичний коефіцієнт	6,63	7,13	7,48	7,11	7,19	7,72	8,08	7,65	6,76	7,37	7,12	6,92

Таблиця 10

Вплив способу сівби і норми висіву насіння на економіко-енергетичну ефективність вирощування амаранту волотистого на зерно

Показники	Суцільний рядковий (15 см)				Широкорядний (45 см)				Широкорядний (70 см)			
	Норма висіву насіння, кг/га											
	0,75	1,00	1,25	1,50	0,75	1,00	1,25	1,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Збір з 1 га:												
зерна, т	1,02	1,21	1,37	1,23	1,55	1,77	1,53	1,38	1,36	1,57	1,24	1,12
валової енергії, МДж	16430	19490	22068	19813	24967	28511	24645	22229	21907	25289	19974	18041
Витрати на 1 га:												
коштів, грн	12449	13106	13685	13483	13024	13759	13297	13069	12359	13068	12371	12222
сукупної енергії, МДж	9017	9436	9790	9488	9179	9664	9143	8819	8705	9168	8451	8192
Собівартість зерна, грн/т	12205	10831	9989	10962	8402	7773	8691	9470	9087	8323	9977	10912
Енергоємність зерна, МДж/т:	8840	7798	7146	7714	5922	5460	5976	6391	6400	5840	6815	7314
Умовний прибуток, грн/га	18151	23194	27415	23417	33476	39341	32603	28331	28441	34032	24829	21378
Рівень рентабельності, %	145,8	177,0	200,3	173,7	257,0	285,9	245,2	216,8	230,1	260,4	200,7	174,9
Енергетичний коефіцієнт	1,89	2,07	2,25	2,09	2,72	2,95	2,70	2,52	2,52	2,76	2,36	2,20

см) за рівня рентабельності 47,1–70,8 %, що на 10,3–12,2 і 14,8–19,7 відсоткові пункти вище, ніж у варіантах з шириною міжрядь 15 і 70 см.

Диференціація показників енергоємності виробництва 1 т сухої речовини відбувалася в межах з 2193–2466 МДж (за ширини міжрядь 45 см) до 2371– 2674 МДж (за ширини міжрядь 15 см) та до 2403–2622 МДж (за ширини міжрядь 70 см). Аналогічним чином змінювалися і коефіцієнти енергетичної ефективності. При цьому найкращі їх показники також отримані у варіанті, де застосовували широкорядний (45 см) спосіб сівби – 7,19–8,08.

З точки зору отримання найбільшої урожайності зеленої маси, як у фізичній масі, так і в перерахунку на абсолютно суху речовину та кормові одиниці, за сівби з шириною міжрядь 15 і 45 см найефективнішою слід визнати норму висіву насіння 1,25 кг/га (де отримано відповідно 30,68 і 28,02 т/га зеленої маси), оскільки більш низькі її показники (за норм висіву 1,00 і 0,75 кг/га) зумовлювали формування недобору кормової продукції на рівні від 8,9–9,5 до 20,8–21,8 %. При цьому підвищення норми висіву до 1,5 кг/га через погіршення режиму живлення рослин та інших умов для їх розвитку призводило до зниження врожайності зеленої маси на 9,4–11,0 %.

За сівби амаранту волотистого з шириною міжрядь 70 см найвищі показники продуктивності, прибутковості, рентабельності і енергетичної ефективності формувалися за норми висіву насіння 1 кг/га (відповідно 22,99 т/га; 5160 грн/га; 51,1 %; 7,37).

Тенденція зміни вартісних та енергетичних показників ефективності виробництва зеленої маси амаранту волотистого в цілому була аналогічна зміні показників продуктивності. Так, за сівби з шириною міжрядь 45 і 15 см з нормою висіву 1,25 кг/га отримано найнижчі показники собівартості 1 т кормових одиниць і енергоємності 1 т сухої речовини (2927 і 3152 грн/т; 2193 і 2371 МДж/т) та найбільшу суму умовного прибутку з одиниці площі (7712 і 7520 грн/га) при рівні

рентабельності 70,8 і 58,6 % і коефіцієнті енергетичної ефективності 8,08 і 7,48 відповідно.

За результатами досліджень, найвища продуктивність зеленої маси амаранту волотистого формувалася при застосуванні суцільного рядкового способу сівби за норми висіву 1,25 кг/га (30,68 т/га). Тут отримано добрі показники собівартості та енергоємності виробництва продукції, прибутковості 1 га та окупності грошово-матеріальних і енергетичних витрат. Проте, незважаючи на нижчу врожайність (28,02 т/га), сівба амаранту з шириною міжрядь 45 см за норми висіву 1,25 кг/га, заміна ручного прополювання посівів на механізований догляд, забезпечує формування нижчих на 7,1 і 7,5 % показників собівартості кормових одиниць і енергоємності 1 т сухої речовини. Саме такі посіви забезпечили найвищі показники прибутку в розрахунку на одиницю посівної площі (7712 грн/га), рівня рентабельності виробництва корму (70,8 %) і енергетичного коефіцієнта (8,08).

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування амаранту волокнистого

Вимоги щодо запобігання травматизму під час польових механізованих робіт:

1. Залежно від виду сільськогосподарської культури потрібно заздалегідь підготувати ділянки полів для роботи на них машинно-тракторних агрегатів.

2. Межу полів з боку ярів необхідно позначити контрольною борозною на відстані не менше 10 м від краю.

3. Місця для відпочинку потрібно позначати добре видимими віхами.

4. У разі виявлення вибухонебезпечних предметів (снарядів, мін, гранат тощо) всі роботи на полі потрібно негайно призупинити, межі ділянки позначити попереджувальними знаками «Обережно! Небезпека вибуху».

5. Перед початком руху трактора до машини (знаряддя) тракторист повинен подати звуковий сигнал, впевнитися у відсутності людей між трактором і машиною, і тільки після цього почати рух.

6. Під'їжджати до машини (знаряддя) необхідно заднім ходом на нижчій передачі, плавно і без ривків. При цьому тракторист повинен спостерігати за допоміжними працівниками (причіплювачами).

7. Причіплювач під час руху трактора до причіпної машини не повинен перебувати на шляху його руху.

8. З'єднувати (роз'єднувати) причіпне знаряддя дозволено тільки після остаточного зупинення трактора за командою тракториста.

9. Під час причіплювання машини тракторист повинен установити важіль перемикання коробки зміни передач у нейтральне положення, а ногу тримати на гальмі.

10. Гальмівна система агрегатованих машин повинна бути під’єднана до трактора.

11. Причіпні сільськогосподарські машини, які обладнано постійними робочими місцями, повинні мати справну двохсторонню сигналізацію, з’єднану під час роботи з трактором.

12. Транспортні засоби потрібно додатково з’єднувати з трактором за допомогою страхувального ланцюга.

13. Механізатор (тракторист) повинен до початку роботи пройти медичний огляд та відповідний інструктаж з питань охорони праці.

14. У разі групової роботи агрегатів призначають старшим працівника:
на машинно-тракторному агрегаті - тракториста; у виробничих приміщеннях (на виробничих майданчиках) - механіка.

15. Захисні огородження, робочі органи, циліндри і шланги гідравлічної системи повинні бути справні і надійно закріплені на машині.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощування амаранту волокнистого

У системі раціонального використання природних ресурсів та охорони довкілля важливе місце займають екологічна стандартизація, екологічне та гігієнічне нормування, екологічна експертиза.

Екологічні стандарти – це нормативно-технічна документація, в якій визначені загальні екологічні вимоги до конкретних видів природокористування. Екологічне нормування – це наукова, правова, адміністративна діяльність, спрямована на обґрунтування і затвердження гранично допустимих екологічних нормативів, при дотриманні яких не відбудеться деградація екосистеми, гарантується збереження біологічного різноманіття довкілля та безпека життєдіяльності населення.

Гігієнічне нормування – це наукове обґрунтування і впровадження в законодавчому порядку безпечних для людини рівнів дії шкідливих факторів НС. Метою **екологічної експертизи** є запобігання негативному впливові антропогенної діяльності на стан НС та здоров'я людей, оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності й екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах. До об'єктів екологічної експертизи належать проекти законодавчих, нормативно-правових актів; документація щодо впровадження нових технологій, матеріалів, продукції, використання яких може призвести до порушення екологічних нормативів та створення загрози здоров'ю людей; діючі об'єкти та комплекси, що негативно впливають та стан НС; несприятливі екологічні ситуації в окремих регіонах країни.

До заходів охорони атмосферного повітря, води та ґрунту належать законодавчі, гігієнічні, технологічні, санітарно-технічні та планувальні.

Законодавчі заходи регулюють екологічну політику уряду, спрямовану на запобігання забруднення повітряного басейну, води та ґрунту шкідливими речовинами. Планування, забудова та розвиток населених місць повинні здійснюватись з використанням вимог щодо екологічної безпеки з обов'язковим проведенням еколого-гігієнічної експертизи.

Суттю **гігієнічних заходів** є встановлення нормативів екологічної безпеки: нормуються гранично допустимі рівні викидів у повітря речовин із стаціонарних джерел, вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах. У ґрунті допускається такий вміст екзогенних хімічних речовин (ЕХР), який при прямому контакті з людиною або в процесі міграції за екологічними ланцюгами не порушує процесів самоочищення ґрунту, не має шкідливого впливу на санітарні умови проживання та стан здоров'я населення.

Технологічні заходи мають на меті використання екологічно чистого виробництва: замкнутих технологічних циклів та безперервного виробництва

(виключається викид газів в атмосферу); принципову зміну технології (безвідходне або маловідходне виробництво; комплексна механізація, автоматизація та герметизація виробничих процесів; заміна шкідливих речовин виробництва на нешкідливі або менш шкідливі; заміна нагрівання у полум'ї на електричне, твердого та рідинного палива – на газоподібне; використання біопалива та безпаливної енергетики – сонячної, вітрової тощо). Технологічні заходи призначені також регулювати процеси утворення та знешкодження відходів, що можуть забруднювати ґрунт. До них належать: зменшення утворення відходів, токсичних та потенційно небезпечних для довкілля; скорочення кількості відходів, що підлягають утилізації; впровадження безпечних для НС технологій вторинного використання та утилізації відходів.

ВИСНОВКИ

1. Агрокліматичні умови північної частини степової зони України за природним потенціалом родючості ґрунту, зволоженням, температурними і світловими ресурсами є сприятливими для росту, розвитку і реалізації потенціалу продуктивності інтродуцента родини амарантових (Amaranthaceae) – амаранту волотистого (Amaranthus paniculatus L.). Встановлено, що амарант волотистий є високопродуктивною культурою як при вирощуванні на зерно, так і на зелений корм.

2. Визначено, що для проростання насіння амаранту волотистого найбільш сприятливі умови складалися за його загортання на глибину 2 см при сталому прогріванні ґрунту на глибині 5 см до 12 ^{o}C, що календарно співпадає з початком третьої декади квітня. Рослини культури при цьому мають найбільший лінійний (1,6–1,7 см/добу) і ваговий (0,87–0,93 г/добу) приріст.

3. Більша облиствленість рослин амаранту волотистого (40,5–47,6 %), залежно від способу сівби і норми висіву, визначена у фазі гілкування, а більша маса частки листя у зеленому кормі (6,34–11,29 т/га при облиствленості 31,2– 39,6 %) – у фазі цвітіння. Найбільшу площу асиміляційної листкової поверхні (26,6–47,4 тис. м^2/га) рослини амаранту формували у фазі цвітіння, а вищі показники чистої продуктивності фотосинтезу (5,15–5,90 г/м^2 за добу) – у міжфазний період гілкування – поява волотей.

4. Максимальну врожайність зеленої (30,68 і 28,02 т/га) і сухої (5,65 і 5,16 т/га) маси та збір кормових одиниць (4,07 і 3,72 т/га) і перетравного протеїну (0,62 і 0,56 т/га) одержано на посівах амаранту волотистого відповідно за суцільного рядкового (15 см), а також широкорядного (45 см) способів сівби та норми висіву 1,25 кг/га. Посіви амаранту волотистого більшу урожайність зерна (1,77 т/га) формували за широкорядного (45 см) способу сівби та норми висіву насіння 1,0 кг/га.

5. На зерно (або насіння) біоенергетична ефективність вирощування за показниками енергетичного коефіцієнта дорівнювала: амаранту волотистого – 1,67–2,95. Найбільший умовний прибуток забезпечувало вирощування амаранту волотистого – 25428–39341 грн/га, за рівня рентабельності виробництва відповідно – 187,4–285,9 %.

6. В умовах північного Степу України амарант волотистий висівати широкорядним способом (45 см) на глибину 2 см починаючи з третьої декади квітня. На зелену масу сіяти за норми висіву 1,25 кг/га, на зерно – 1,0 кг/га схожих насінин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архипенко Ф. М., Омельяненко І. П., Сухарський В. С. Кормовиробництво в умовах спеціалізації. Київ : Урожай, 1988. 56 с.

2. Бабич А. О. Кормове поле України. Агропром України. 1990. № 3. С. 48–50.

3. Бабич А. О. Наукова концепція розвитку кормовиробництва на Україні. Корми і кормовиробництво. 1991. № 32. С. 3–11.

4. Бабич А. О. Стратегія розвитку сільського господарства України. Вісник аграрної науки. 1992. № 12. С. 1–5.

5. Бошган П. В., Степанчук В. В., Корчинський Л. І. Ефективність інтенсифікації кормовиробництва. Київ : Урожай, 1989. 39 с.

6. Гусєв М. Г., Сніговий В. С., Коковіхін С. В., Севідов О. Ф. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях півдня України : монографія. Київ : Аграрна наука, 2007. 244 с.

7. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату : монографія. Вінниця : ТОВ Видавництводрукарня ДІЛО, 2014. 536 с.

8. Маткевич В. Т., Маткевич А. П., Смалиус В. М. та ін. Стан і перспективи розвитку кормовиробництва в північному Степу України. Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2003. Вип. 50. С. 10–15.

9. Иоргачова К. Г. Борошняні кондитерські вироби з продуктами переробки амаранту. Збірник наукових праць Державної академії харчових технологій. Одеса : ДАХТ, 1999. Вип. 19. С. 62–65.

10. Карнаушенко Л. И., Иоргачѐва Е. Г., Корчак А. В. Використання борошна амаранта в технології виробництва цукерок. Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : перша

Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 86–87.

11. Кончик З. М., Царик З. А. Перспективи використання зерна амаранту і ярого пивоварного ячменю на медичні цілі. Нетрадиційне рослинництво, екологія і здоров'я : матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. Сімферополь, 1997. С. 132.

12. Котляров А. І., Чумаченко С. П. Ефективність згодовування телятам пристартового комбікорму з включенням зерна амаранту. Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 77–78.

13. Martinez M. A. Percepcion botanica en dos grupos etnicos de la Sierra Norte Puebla. Amtrica Indigena. 1987. Vol. 47 (2). P. 226–240.

14. Saunders R. M., Becker R. Amaranthus: A potential food and feed resource. Advances in cereal science and technology. 1984. Vol. 6. P. 357–386.

15. Myers R. L. Regional amaranth variety test. Legacy. The Official Newsletter of the Amaranth Institute. 1994. Vol. 7, № 1.

16. Teutonico R. A. and Knor D. Amaranth: composition, properties and applications of a rediscovered food crop. Food Tech. 1985. Vol. 39 (4). P. 49–60.

17. Williams J. T. and Brenner D. Grain amaranth (Amaranthus species / In: J. T. Williams (ed.). Cereals and pseudocereals. Chapman and Hall. London. 1995. P. 129–186.

21. Sealy R. L., Williams E. L., Novak J. Vegetable amaranth: cultivar selection for summer production in the south. In: J. Janick and J. E. Simon (eds) Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR., 1990. P. 396–398.

22. Willis R. B. H., Wong A. W. K., Scriven F. M. Nutrient composition of Chinese vegetables. J. Arg. Food Chem. 1984. Vol. 32. P. 413–416.

23. Makus J. D. Evaluation of amaranth as a potential green crop in the midsouth. *Hort. Science*. 1984. Vol. 19. P. 881–883.

24. Martinez M. A. Percepcion botanica en dos grupos etnicos de la Sierra Norte Puebla. *Amtrica Indigena.* 1987. Vol. 47 (2). P. 226–240.

25. Martinez M. A., Evangelista V., Mendoza M. A. Catalogo de plantas utiles de la Sierra Norte de Puebla, Mexico. Cuardernos del snstituto de Biologia 25, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico D. F., 1995.

26. Pedersen B., Hallgren L., Hansen I. The nutritive value of amaranth green (Amaranthus caudatus). Plant Food. 1987. Vol. 40. P. 61–71.

27. Petibscaya V., Kalenov P., Guseva T. Confectionary production of flour of white seeds amaranth. The Second International Conference on Amaranth. Olomuc. Czech Republic. 1994. P. 21–22.

28. Pond W. G., Lehman J. W., Elmore R. Feeding value of raw or Heated grain amaranth gremplasm. J. Anim. Feed Sci. Technol. 1991. Vol. 33. P. 221–236.

29. Хохлачов В. В. Хліб на день прийдешній: секрет амаранта. *Вісник АН України.* 1992. № 2. С. 16–22.

30. Коваленко С. Г., Петрик С. П., Ружицька І. П. Вид антропофітів флори Одеси і чорноморських портів на прикладі родини Amarantaceae та Astraceae : Тези доповідей IX з'їзду Українського ботанічного товариства. 1992. С. 25.

31. Науково обгрунтована система кормовиробництва Дніпропетровскої області / від. ред. А. М. Ведькал і ін. Днепропетровськ : Промінь, 1987. 206 с.

34. Тимонін А. К. Анатомія вегетативного листя деяких видів роду Amaranthus L.-Київ, 1984. Т. 89. Вип. 2. С. 82–88.

35. Чубенко А. В., Головин В. П. Кормова культура амарант для посушливого півдня Україні. Вирощування і використання амаранту: зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ, 1991. С. 60–67.

36. Jondtham B., Tucker I. Amaranth: The once and future crop. Bioscience. 1986. Vol. 36. P. 9.

37. Столярчук П. З., Боярський Л. Г. Заготівля кормів і нормована годівля

сільськогосподарських тварин: Довідник. Львів : Каменяр, 1989. 173 с.

38. Прокопенко Л. С., Танцуров Г. В., Юрченко Х. Ф. Експрес-методи визначення якості кормів. Київ : Урожай, 1987. 160 с.

39. Соколовска О. Ф., Юрченко Н. Ф., Прокопенко Л. С. Поживність вегетативної маси амаранту метѐльчатого. Амарант: агроекологія, переробка, використання. Київ, 1991. С. 18–19.

40. Кадошніков С. І., Кадошнікова І. Г., Шамова І. Г. Аналіз вмісту пігментів в разних органах амаранту багряного. Нові і перспективні рослини і перспективи їх промислового використання: материали другого міжн. симпозіуму. Київ, 1997. С. 40–42.

41. Телятников М. Я., Михальчевський Б. М. Заготівля і використання кормів у господарствах Степу України. Дніпропетровськ : Промінь, 1985. 78 с.

42. Broekaert W. F., Marien W., Terras F. R. G. Antimicrobial peptides from amaranthus caudatus seeds with sequence homology to the cysteine glycine – rich domain of chitin binding proteins. Biochemistry. 1992. Vol. 31. N 17. P. 4308–4314.

43. Lohithaswa H. C., Nagaraj T. E., Savitramma D. I., Hemaerddy H. B. Genetic variability studies in grain amaranth. Mysore agric. Sci. 1996. Vol. 30. P. 117–120.

44. Correa A. Estuda da hroteina e de qutros contirudentes da semente de algumas espesies del amaranto. Brazill : Federal Univ., 1983. 78 p.

45. Konishi Y., Nakajnura R., Sugimoto Y. Tranmission electron microscopy of protein bodies in the Amaranthus cruentus seed embryo. Biochem. 1995. Vol. 59. № 11. P. 2140–2142.

46. Konishi Y., Nakajnura R., Sugimoto Y. Tranmission electron microscopy of protein bodies in the Amaranthus cruentus seed embryo. Biochem. 1995. Vol. 59. № 11. P. 2140–2142.

47. Petibscaya V., Kalenov P., Guseva T. Confectionary production of flour of

white seeds amaranth. The Second International Conference on Amaranth. Olomuc. Czech Republic. 1994. P. 21–22.

48. Hisdley K. Aztecs winning crop amaranth. Fanners Weekly. 1979. September (21). P. 109–111.

49. Weber L., Kaufman C. Plant breeding and seed production. University Minnesota. St. Paul. 1990. P. 34–40.

50. Saunders R. M., Becker R. Amaranthus: A potential food and feed resource. Advances in cereal science and technology. 1984. Vol. 6. P. 357–386.

51. Криворученко О. М., Гопцій Т. І., Воронов М. Ф. Вихідний матеріал для створення сортів лійного амаранту. Современные вопросы создания и использования сортов и гибридов масличных культур : сб. тезисов международной конференции. Запорожье, 2002. С. 23.

52. Дяченко М. Ф. Вплив способів посіву пожнивних культур на продуктивність кормосумішей в умовах Криму. Актуальні проблеми ефективного використання зрошуваних земель : Збірник наукових праць ІЗЗ УААН. Київ : Урожай, 1999. Вип. 2. С. 206–208.

53. Magomedov I. M. Amaranth as a source quality protein, vitamins and mineral tltments. Cereal for human health and preventive nutrition. Bruno, Prague. 1998. P. 157–158.

54. Odwongo W. O., Mugerva J. S. Performance of calves on diets containing amaranthus (Amaranthus hybridus) Leaf meal. Animal Feed. Science and Technology.1980. September. Vol. 5 (3). P. 193–204.

55. Chairatanayuth P. Inclusion of amaranth crop residue in diets for cattle. Ruminant feeding systems utilizing fibrous agriculture residues / In Dixon R. M. (ed) Proceedings of the Fifth Annual Workschop of the Australia – Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network held in Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor, 13–17 April,

1985. International Development Program of Australian Universities and Colleges Ltd. Australia, Canberra. 1986. P. 131–135.

56. Утеуш Ю. А. Нові перспективні кормові культури. Київ : Урожай, 1991. 145 с.

57. Войташенко Д. П. Оптимізація елементів технології вирощування амаранту зернового напрямку в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Херсонський держ. аграр. ун-т. Херсон, 2008. 16 с.

58. Максименко М. В. Зелений конвейєр. Київ : Урожай, 1988. 123 с.

59. Рудишин В. К., Дерев'янський В. П., Молдован В. Г. Ріст та розвиток рослин амаранту волотистого залежно від строку посіву Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 49–50.

60. Гопцій Т. І. Агроекологічні й агротехнічні основи введення амаранту в культуру в лівобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... д-ра. с.-г. наук: 06.01.09 / Інститут цукрових буряків УААН. Київ, 2004. 37 с.

61. Бехацький Ю. С., Антонів С. Ф., Рудницький Б. О. Ефективність вирощування амаранту волотистого на насіння залежно від удобрення та ширини міжрядь. Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 34.

62. Шелест В. К., Підпалий І. Ф., Бернадський І. В. Норма висіву насіння, ширина міжрядь та чутливість до зрошення амаранту волотистого в Ценральному Лісостепу. Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 40–41.

63. Войташенко Д. П. Оптимізація елементів технології вирощування амаранту зернового напрямку в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Херсонський держ. аграр. ун-т. Херсон, 2008. 16 с.

64. Філіп’єв І. Д., Міхєєв Є. К. Як програмувати урожай. Київ : Урожай, 1990. 96 с.

65. Fejer J. Vegetecn pozorovanie laskavca (Amaranthus L.) v roku 1995. Biologizacia rastlinnej vyroby V. a V 1. Nitra. 1996. S. 165–171.

66. Jamriska P. The influence of variety on amaranth yields. The Secjnd International Conference on Amaranth. Olomuc: Czech Republic, 1994. P. 11–12.

67. Tchernov I. A. The potential of Amaranthus L. and the problem of leaf protein. Green vegetation fractionation: Proceedings of the 5 Intern. Congress of Leaf Protein Research. Rostov-on-Don, 1966. Vol. 3. P. 44–50.

68. Гніненко Н. В., Кізяков Ю. Е. Характеристика грунтів Ерастівської дослідної станції. Бюлетень ВНІІ кукурудзи. Дніпропетровськ, 1985. Вип. 1(64). С. 22–23.

69. Дмитроченко А. П., Пшеничний Ф. Д. Годівля сільськогосподарських тварин. Київ : Урожай, 1975. С. 219–279.

70. Соколов А. В. Агрохімічні методи дослідження грунтів. Київ : Урожай, 1975. С. 63–219.

71. Кулик М. Ф. Енергетична цінність кормів різних технологій виробництва. Київ : Урожай, 1991. 204 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Урожайність зерна амаранту волотистого залежно від способу сівби і норми висіву

Спосіб сівби (А)	Норма висіву, кг/га (В)	Урожайність зерна 12 % вологості, т/га		
		2023 р.	2024 р.	Середнє
Суцільний рядковий, 15 см	0,75	0,80	1,03	1,02
	1,0	0,96	1,22	1,21
	1,25	1,12	1,38	1,37
	1,50	1,04	1,24	1,23
Широкорядний, 45 см	0,75	1,24	1,54	1,55
	1,0	1,40	1,88	1,77
	1,25	1,22	1,66	1,53
	1,50	1,10	1,45	1,38
Широкорядний, 70 см	0,75	1,02	1,37	1,36
	1,0	1,28	1,53	1,57
	1,25	0,96	1,19	1,24
	1,50	0,85	1,06	1,12
НІР $_{05}$, т/га	А	0,01	0,02	0,01–0,02
	В	0,02	0,02	0,02–0,02
	АВ	0,03	0,04	0,03–0,04