

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПОЛЬОВИХ І ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР**

«Допущено до захисту»  
завідувач кафедри,

доктор с.-г. наук

\_\_\_\_\_Олександр РУДІК

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2024

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Агрономія»

За спеціальністю: 201 – Агрономія

**ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН АМАРАНТУ НА ЙОГО  
ПРОДУКТИВНІСТЬ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: доктор сільсько-  
господарських наук, професор

\_\_\_\_\_ **Євген ЮРКЕВИЧ**

Рецензент: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Виконав \_\_\_\_\_ здобувач \_\_\_\_\_ другого  
(магістерського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання

**Олексій КРАВЦОВ**

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота  
містить результати власних  
досліджень. Використання ідей і  
текстів інших авторів має посилання  
на відповідне джерело.*

\_\_\_\_\_ **Олексій КРАВЦОВ**

ОДЕСА – 2024

**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Агробіотехнологічний факультет**  
**Кафедра польових і овочевих культур**

Рівень вищої освіти: другий  
 (магістерський)  
 Спеціальність: 201 Агрономія  
 Освітня програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри польових і овочевих культур

Олександр РУДІК

(підпис) (ім'я і прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Олексій КРАВЦОВ

(ім'я, прізвище здобувача)

1. Тема роботи: **« Вплив густоти стояння рослин амаранту на його продуктивність в умовах Степу України.»**

науковий керівник : доктор сільськогосподарських наук, професор

Свген ЮРКЕВИЧ

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я та прізвище)

затверджені наказом ректора Одеського державного аграрного університету від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

3. Перелік завдань, які потрібно розробити: Визначити, запаси, забур'яненість посівів, повітряно суху масу бур'янів, ріст рослин, накопичення біомаси рослин амаранту, урожайність зерна та його якість, та економічну ефективність вирощування амаранту.

4. Орієнтовний перелік графічного та табличного матеріалу: навести у табличному та графічному вигляді облік забур'яненості, накопичення повітряно сухої маси бур'янів, облік урожаю та його структуру, економічну ефективність вирощування амаранту.

5. Вихідні дані до кваліфікаційної Дослідження проводяться на дослідній ділянці кафедри польових і овочевих культур Одеського державного аграрного університету. Місце проведення досліджень: ТОВ «Айсберг» Роздільнянського району Одеської області с. Гребіники

Схема досліду : дослід двохфакторний:

Фактор А – різні сорти амаранту:

a<sub>1</sub> – Харківський-1 (універсальний) – (контроль);

a<sub>2</sub> – Лера (зерновий).

Фактор В – густина стояння рослин амаранту:

b<sub>1</sub> – 90 тис. рослин на 1 га;

b<sub>2</sub> – 120 тис. рослин на 1 га (контроль);

b<sub>3</sub> – 150 тис. рослин на 1 га;

b<sub>4</sub> – 180 тис. рослин на 1 га.

Повторність досліду трьохкратна, розміщення варіантів систематичне в один ярус. Загальна площа під дослідом – 1,0га, посівна площа ділянки – 550м<sup>2</sup>, облікова площа ділянки – 300 м<sup>2</sup>. Вивчалися районовані сорти амаранту. Попередник – пшениця озима.

Додаткові матеріали: ґрунтовий нарис, агрохімічні картограми, метеорологічні спостереження, технологічні карти вирощування амаранту.

6. Дата видачі завдання: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи                        | Строк виконання етапів роботи |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.    | Визначення теми, об'єкта та предмета дослідження                           | 08.10.23                      |
| 2.    | Отримання завдання і складання змісту (плану) кваліфікаційної роботи       | 08.-15.10.23                  |
| 3.    | Складання календарного плану – графіку з підготовки кваліфікаційної роботи | 15.10-25.10.23                |
| 4.    | Написання першого (теоретико-методологічного) розділу роботи               | 01.11-01.02.24                |
| 5.    | Вивчення матеріалів базових підприємств                                    | 07.02-28.02.24                |
| 6.    | Написання другого (дослідницько-аналітичного) розділу роботи               | 01.04-01.09.24                |
| 7.    | Написання третього (проектно-рекомендаційного) розділу роботи              | 12.09-19.10.24                |
| 8.    | Написання висновків, списку літератури                                     | 20.09-27.09.24                |
| 9.    | Перевірка роботи науковим керівником                                       | 03.10-10.10.24                |
| 10.   | Доопрацювання роботи після зауважень наукового керівника                   | 11.10-15.10.24                |
| 11.   | Підготовка до захисту: доповідь, ілюстративний матеріал                    | 17.10-31.10.24                |
| 12.   | Подання кваліфікаційної роботи на кафедру                                  | 01.12.24                      |
| 13.   | Попередній захист на кафедрі                                               | 07.12.24                      |
| 14.   | Рецензування кваліфікаційної роботи                                        | 10.12.24                      |
| 15.   | Захист кваліфікаційної роботи магістра                                     | За графіком                   |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Олексій КРАВЦОВ  
(підпис) (ім'я і прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Євген ЮРКЕВИЧ  
(підпис) (ім'я і прізвище)

## АНОТАЦІЯ

### **Кравцов О.В. ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН АМАРАНТУ НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

Спеціальність 201 «Агрономія», другий (магістерський) рівень вищої освіти, Одеський державний аграрний університет, 2024.

У роботі досліджено вивчення можливостей отримання найбільшого урожаю високої якості зерна амаранту, як цінної стратегічної зернової культури та удосконалення технології його вирощування, а саме окремих елементів посівного комплексу, для раціонального використання енергії та коштів у господарській діяльності підприємства, адаптованої до зони ризикованого землеробства посушливого Південного Степу України. Показано, які зміни відбуваються у формуванні агрофітоценозу амаранта, його структурних елементів, формування листової поверхні рослин, продуктивності та якості зерна. Встановлено, що найвища урожайність зерна амаранту за роки досліджень була отримана у варіанті із щільністю посівів у 150 тис. рослин на 1 га, яка була для сорту Харківський-1 (універсальний) на рівні 1,77 т/га та для сорту Лера (зерновий) – 1,96 т/га. Впровадження результатів наукових досліджень дозволить додатково отримати від 0,10 до 0,29 т/га зерна амаранту і збільшити його виробництво на 6,0-17,4%.

**Ключові слова:** *амарант, щільність посіву, сорти, продуктивність.*

94 с., Табл. 22. Рис.10. Бібліограф.: 53 найм.

## ABSTRACT

### **Kravtsov O.V. THE INFLUENCE OF AMARANTH PLANT DENSITY ON ITS PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE**

Specialty 201 "Agronomy", second (master's) level of higher education, Odesa State Agrarian University, 2024.

The paper investigates the possibilities of obtaining the largest yield of high quality grain of amaranth as a valuable strategic grain crop and improving the technology of its cultivation, namely, individual elements of the sowing complex, for the rational use of energy and funds in the economic activity of the enterprise adapted to the risky farming zone of the arid Southern Steppe of Ukraine. It is shown what changes occur in the formation of amaranth agrophytocenosis, its structural elements, formation of the leaf surface of plants, productivity and grain quality. It was established that the highest grain yield of amaranth over the years of research was obtained in the variant with a sowing density of 150 thousand plants per 1 ha, which was 1.77 t/ha for Kharkivskiyi-1 (universal) and 1.96 t/ha for Lera (grain). The implementation of the results of scientific research will allow to obtain from 0.10 to 0.29 t/ha of amaranth grain and increase its production by 6.0-17.4%.

**Keywords:** *amaranth, sowing density, varieties, productivity.*

94 p., Table 22. Fig. 10. Bibliography: 53 references.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                                                                        | 6  |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ.....                                                                      | 12 |
| 1.1. Значення амаранту та його ботаніко-біологічні особливості.....                                                          | 12 |
| 1.1.1. Походження амаранту.....                                                                                              | 12 |
| 1.1.2. Господарське значення амаранту.....                                                                                   | 14 |
| 1.1.3. Ботанічний опис і біологічні властивості амаранту.....                                                                | 16 |
| 1.1.4. Хімічний склад зерна амаранту.....                                                                                    | 21 |
| 1.2. Стан вивчення питання, яке досліджується.....                                                                           | 23 |
| РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ<br>ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ<br>АМАРАНТУ У ДОСЛІДІ..... | 32 |
| 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....                                                                          | 32 |
| 2.1.1 Місце проведення досліджень.....                                                                                       | 32 |
| 2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони.....                                                                          | 32 |
| 2.1.3. Погодні умови за роки проведення досліджень.....                                                                      | 36 |
| 2.2. АГРОТЕХНІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ<br>ДОСЛІДІВ.....                                                              | 41 |
| 2.2.1. Програма досліджень.....                                                                                              | 41 |
| 2.2.2. Методика проведення досліджень.....                                                                                   | 41 |
| 2.2.3. Технологія вирощування амаранту в досліді.....                                                                        | 44 |
| 2.2.4. Характеристика об'єкту досліджень.....                                                                                | 45 |
| РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН АМАРАНТУ НА<br>ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ .....                                              | 49 |
| 3.1. Вологозабезпеченість амаранту.....                                                                                      | 49 |
| 3.2. Вплив щільності посіву амаранту на біометричні показники<br>рослин.....                                                 | 53 |
| 3.3. Площа листової поверхні.....                                                                                            | 56 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.4. Динаміка накопичення сухої речовини.....             | 61 |
| 3.5. Урожайність зерна амаранту.....                      | 62 |
| 3.6. Економічна ефективність результатів дослідження..... | 67 |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....           | 72 |
| ВИСНОВКИ.....                                             | 76 |
| ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....                               | 79 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                       | 80 |
| ДОДАТКИ.....                                              | 86 |

## ВСТУП

Однією з найважливіших складових здоров'я населення будь-якої країни є забезпечення повноцінного харчування. На сьогодні підприємства харчової промисловості виробляють величезний асортимент продуктів харчування, серед яких все більшим попитом користується продукти функціонального призначення, дитяче, геродієтичне, дієтичне, спортивне харчування та ін.

Залучення нетрадиційних видів сировини та впровадження інноваційних методів її обробки сприятиме розвитку харчової галузі, дозволить збагатити харчові продукти необхідними корисними елементами та сприятиме впровадженню збалансованого харчування населення. Особливу увагу провідних виробників і науковців як в нашій країні так і за її межами останнім часом привертає до себе така рослина як амарант.

Амарант – рослина відома ще з прадавніх часів. Як свідчать археологічні знахідки, Тихуанських печерах було знайдено останки насіння культурних сортів амаранту. Вважається, що вік цієї знахідки становить більше 5500 років. Також є підтвердження, що ця культура була відома вже за часів існування цивілізації ацтеків і виконувала роль справжнього годувальника, причому для харчування використовувались всі частини надземної маси рослини.

Зерно амаранту є цінною сировиною, яка застосовується у різноманітних напрямках народного господарства (продукти харчування, фармацевтичні препарати, корми для тварин) в багатьох країнах світу. Найціннішою особливістю амаранту є те, що хімічний склад його зерна багатий на значну кількість біологічно цінних речовин, які містяться в оптимальному співвідношенні і формують унікальні споживчі властивості продуктів переробки амаранту, особливої уваги серед яких заслуговує амарантова олія.

Незважаючи на привабливість амаранту як цінної сировини, широкого розповсюдження і масового вирощування ця культура в Україні поки ще не набула. Це пояснюється відсутністю напрацьованої технології вирощування та складнощами післязбиральної доробки зерна. Саме тому актуальним постає

питання систематизації знань стосовно напрямків використання та перспектив вирощування амаранту в Південному Степу України.

### **Загальна постановка проблеми та актуальність теми**

Назва амарант у перекладі означає «вічний». Відомо, що навіть у стародавніх греків зустрічаються згадки про амарант, який вважався справжнім символом безсмертя. Історичні дані також свідчать, що за часів правління імператора Ментесуме на випадок непередбаченої стихії, війни або голоду державні запаси зерна амаранту могли б забезпечити 5 років харчування населення. За часів середньовіччя амарант також мав символічне значення і в 1653р. королевою Швеції Христиною було засновано орден кавалерів Амаранту.

Останнім часом амарант знов привернув до себе увагу завдяки цілій сукупності корисних властивостей не тільки зерна, а й листостеблової маси. Відродження зацікавленості провідних виробників сільськогосподарської продукції і багатьох вчених амарантом в умовах сучасності обумовлено багатьма особливостями цієї рослини. В першу чергу це відбулося завдяки цілій сукупності корисних властивостей не тільки зерна, а й листостеблової маси амаранту, а саме – висока поживна цінність зеленої маси, збалансований за своїм амінокислотним складом білок зерна. По-друге – це виявлення таких важливих властивостей рослини, як досить висока, у порівнянні з традиційними зерновими культурами, стійкість до умов навколишнього середовища, можливість пристосування амаранту до вирощування в умовах малого зрошення, що є дуже актуальним під час кліматичних змін.

Однак, слід також зазначити, що попри велику кількість наукових робіт з дослідження біохімічного складу як насіння так і листостебельної маси амаранту, селекції нових сортів, а також використанню його в різних галузях народного господарства, є багато питань, що стосуються технології вирощування і формуванню насінневої продуктивності амаранту в умовах Степу України, які досі ще вивчено недостатньо, а висновки деяких фахівців з цих питань мають розбіжність і відрізняються наявністю суперечливих

моментів. Саме тому, особливо сьогодні в умовах військової агресії росії і значних кліматичних змін, дуже актуальним постає питання агробіологічного обґрунтування підвищення зернової продуктивності амаранту та особливості технології післязбиральної доробки і зберігання зерна в умовах Степу України

**Мета дослідження.** Провідною метою для проведених досліджень було визначено вивчення можливостей отримання найбільшого урожаю високої якості зерна амаранту, як цінної стратегічної зернової культури та удосконалення технології його вирощування, а саме окремих елементів посівного комплексу, для раціонального використання енергії та коштів у господарській діяльності підприємства, адаптованої до зони ризикованого землеробства зони посушливого Південного Степу України.

Тому головною метою наших наукових досліджень були саме обґрунтування оптимальної щільності посіву у технології вирощування амаранту в умовах господарства ТОВ «Айсберг». Отримані позитивні результати проведених наукових досліджень будуть сприяти отриманню найвищої продуктивності амаранту і забезпечать подальше зростання економічної ефективності виробництва за умов ТОВ «Айсберг» Роздільнянського району Одеської області і в цілому південного її регіону.

**Об'єкт і предмет дослідження.** За об'єкт дослідження було обрано процес формування щільності агроценозу з різним рівнем продуктивності та якості районованих сортів зернового амаранту в умовах Степу України та технологія післязбиральної обробки та зберігання зерна амаранту.

Предметом досліджень в досліді були – різні норми висіву насіння амаранту, щільність посіву його рослин, що є певними складовими частинами посівного комплексу в технології вирощування культури та деякі фізико-технологічні властивості зернової маси амаранту, які впливають на якість насіння при подальшому зберіганні.

**Методи дослідження.** Узгоджена і розроблена програма наукових досліджень з метою її виконання та визначення кращого варіанту і встановлення

достовірної різниці між варіантами передбачала класичний польовий метод наукових досліджень. При тому, для встановлення календарних строків сівби за кліматичними показниками зони і біологічними особливостями культури використовували метеорологічний метод; вимірювально-ваговий метод для визначення біометричних параметрів росту і розвитку рослини і формування врожаю, а також метод дисперсійного аналізу для визначення вірогідності одержаних результатів відмінності між досліджуваними показниками та ознаками та порівняльно-розрахунковий метод при визначенні економічної ефективності агрозаходів посівного комплексу.

**Рівень вивчення проблеми.** Нажаль в Україні накопичений дуже обмежений експериментальний матеріал з технології вирощування амаранту, особливо у вкрай посушливому регіоні Південного Степу. Свого часу окремими питаннями удосконалення технології вирощування амаранту займалися Когут С.М., Щербаков В.Я. Крім того, значної уваги було приділено біології, видовому різноманіттю, селекції та напрямкам використання амаранту у роботах Т.І. Гопцій. Так, вперше нею було проведено дослідження з впливу строків сівби і строків підкошування на врожайність зеленої маси амаранту в умовах Лівобережного Лісостепу України. У наукових працях MakusD.J. висвітлені питання впливу внесення азотних добрив на урожайність та якість насіння овочевого та зернового амаранту, а Fejer J. проводив дослідження з впливу способів посіву на урожайність зерна амаранту. У той же час, В.Т. Барильник, у своїх наукових працях стверджував, що амарант є цінною культурою для вирощування у поукісних посівах. Особливий внесок з вивчення впливу агрометеорологічних умов на розвиток і врожайність амаранту було зроблено В.В. Беллевою. Колом питань, які пов'язані з особливостями післязбиральної обробки та зберігання зерна амаранту займались Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, Г.Й. Євдокимова, а з недавнього часу продовжують дослідження в цьому напрямку Є.О. Юркевич та Н.О. Валентюк.

Проведений нами аналіз літературних джерел вільного доступу показав, що на сьогодні накопичено зовсім мало експериментальних наукових даних з

удосконалення окремих елементів технології і перспективності вирощування сучасних сортів амаранту, очистки та зберігання його насіння в умовах кліматичних змін Південного Степу України.

Через все це вище викладене, виникла ідея до пошуку новітніх шляхів з удосконалення окремих елементів технології вирощування амаранту, і саме тому нами було прийнято рішення в умовах посушливого Степу України про проведення наукового польового експерименту із визначення найбільш ефективної щільності посіву, адаптованої до конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства та її впровадження.

**Елементи наукової новизни та практичне значення одержаних результатів.** У кваліфікаційній роботі є певні елементи наукової новизни, а саме у перше в умовах Роздільнянського району Одеської області, у Степу України на чорноземах звичайних, малогумусних, важкосуглинкових на лесі встановлена оптимальна щільність посівів районованих сортів амаранту при вирощуванні у короткоротаційних сівозмінах.

Трирічні результати наукових досліджень, що отримані в досліді забезпечать можливість господарству впроваджувати новітню, адаптовану до конкретних умов господарювання технологію вирощування амаранту, для забезпечення підвищення його продуктивності, заощадження коштів і відбудови потужного економічного потенціалу господарства.

На нашу думку, безумовно отримані і представлені на розгляд наукові результати проведених досліджень мають також певний практичний інтерес і для решти господарств посушливого регіону Одещини і в цілому для Степу України з вирощування кращих сортів амаранту.

**Особистий внесок здобувача.** При закладені і виконанні наукових досліджень здобувач безпосередньо приймав участь у виборі теми досліджень, пропозиції та розробці програми, схеми досліду, а також проведенні спільно з керівником та допоміжним персоналом лабораторних аналізів. Подана до

розгляду і захисту кваліфікаційна робота виконана і оформлена автором самостійно.

**Апробація результатів дослідження.** Отримані результати науково-дослідної роботи автора були представлені та отримали позитивну оцінку у тезах Юркевич Є.О., Валентюк Н.О., Кравцов О.В. Вплив щільності посіву на формування надземної маси рослин амаранту в умовах Степу України. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції: «Аграрна наука: Стан та перспективи розвитку» 28-29 листопада 2024 р. ОДАУ, м. Одеса. (у друці) та засіданні кафедри.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг роботи становить 93 сторінок, з них основного тексту 73 сторінки. Робота містить 22 таблиці, 10 рисунків і 8 додатків. Список використаних джерел 53 найменування.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПИТАНЬ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ

#### 1.1. Значення амаранту та його ботаніко-біологічні особливості

##### 1.1.1. Походження амаранту



**Рис. 1.1. Рослина  
амарант**

Амарант – рослина відома ще з прадавніх часів.

Як свідчать археологічні знахідки, Тихуанських печерах було знайдено останки насіння культурних сортів амаранту. Вважається, що вік цієї знахідки становить більше 5500 років. Також є підтвердження, що ця культура була відома вже за часів існування цивілізації ацтеків і виконувала роль справжнього годувальника, причому для харчування використовувались всі частини надземної маси

рослини.

Як зазначається у працях ГопційТ.І., ХохлачоваВ.В., ЖелезноваА.В. назва амарант у перекладі означає «вічний». Автори зазначають, що у стародавніх греків також зустрічаються згадки про амарант, який вважався справжнім символом безсмертя. Історичні дані також свідчать, що за часів правління імператора Ментесуме на випадок непередбаченої стихії, війни або голоду державні запаси зерна амаранту могли б забезпечити 5 років харчування населення. За часів середньовіччя амарант також мав символічне значення і в 1653р. королевою Швеції Христиною було засновано орден кавалерів Амаранту [1-6].

Протягом доволі тривалого часу, майже до початку ХХст. амарант перебував у цілковитому забутті. І вже Вавилов М.І., проводячи роботу із збирання по всьому світі колекції насіння культурних рослин і систематизації знань про них звернув увагу на досить цікаву рослину і почав вивчення амаранту. Пізніше у 1931-1941рр. Вивченням амаранту займався ШликовГ.Н.

Під час своїх досліджень йому вдалося вивчити і описати 260 зразків 35 видів амаранту і довести, що деякі з усього різноманіття видів амаранту, зокрема це стосується насамперед *A. caudatus*, *A. paniculatus*, мають можливість забезпечувати високий рівень врожайності не тільки зеленої маси а ще й зерна, і запропонував внести ці види до складу культурної флори тодішнього СРСР [2,3,5,7].

Але не всі вчені в ті часи погодились з такою пропозицією, що призвело до того, що наприкінці 40-х років дослідження цієї культури було повністю припинено, саму рослину було оголошено чужорідною, що може призвести до знищення всіх посівів на колгоспних ланах [2,3].

Знов повернулись до вивчення амаранту лише у 1972 р. завдяки тому, що відомому австралійському фізіологу рослин Д. Даунтон досліджуючи цю рослину вдалося встановити, що амарант належить до групи рослин з високонтенсивним фотосинтезом С4-типу. Крім того значним внеском в підвищення зацікавленості в цій рослині стало відкриття, що в амарант утворюється значна кількість збалансованого за амінокислотним складом білка, багатого на лізин, метіонін і триптофан [2,3,6, 8].

У нашій країні у 1992 р. на замовлення Мінагропрому України (реєстрац. №019412993) було розпочато ґрунтовну науково-дослідну роботу яка передбачала не тільки детальне вивчення біохімічних властивостей цієї рослини, а ще й спрямована була на розробку агротехніки вирощування амаранту в умовах України. За результатами наукових досліджень у рамках виконання цієї програми д.б.н. Тимошенко І.Р., д.б.н. Гопцій Т.І., за активної підтримки науково-виробничого підприємства «Україна-ЕМ» вивести високопродуктивний сорт амаранту зернового призначення Ультра. Цей сорт у 1998 р. було занесено до Реєстру сортів України. Крім того саме цей сорт було визнано національним стандартом серед ранньостиглої групи зернових амарантів [2,3,9].

Останнім часом амарант знов привернув до себе увагу завдяки цілій сукупності корисних властивостей не тільки зерна, а й листостеблової маси.

Відродження зацікавленості провідних виробників сільськогосподарської продукції і багатьох вчених амарантом в умовах сучасності обумовлено багатьма особливостями цієї рослини. В першу чергу це відбулося завдяки цілій сукупності корисних властивостей не тільки зерна, а й листостеблової маси амаранту, а саме – висока поживна цінність зеленої маси, збалансований за своїм амінокислотним складом білок зерна. По-друге – це виявлення таких важливих властивостей рослини, як досить висока, у порівнянні з традиційними зерновими культурами, стійкість до умов навколишнього середовища, можливість пристосування амаранту до вирощування в умовах малого зрошення, що є дуже актуальним під час кліматичних змін [2,3,9,10].

Варто зазначити, що провідними експертами ООН з питань продовольства амарант було визнано «однією з найбільш перспективних зернових культур XXI ст.» На думку Лемана, який протягом вже досить тривалого часу є одним з найактивніших пропагандистів цієї дуже цікавої культури, «питання полягає вже не в тому, чи стане амарант провідною сільськогосподарською культурою світу, а в тому, коли він нею стане»[2,3,9].

### **1.1.2. Господарське значення амаранту**

Амарант є цінною сировиною для багатьох напрямків народного господарства. Всі без виключення надземні частини цієї рослини є їстівними і їх можна застосовувати і в харчуванні людини [5,6,8,11]. Продукти харчування, до складу яких входить з зерно, борошно, олія або фітоекстракт цієї рослини, здатні запобігати шкідливій мутації у дітей і мають профілактичний вплив до атеросклерозу у літніх людей.

Молоді паростки, мікрозелень і листя амаранту є надзвичайно багатими на незамінні амінокислоти, каротин, мікро- і макроелементи, вітаміни (А, С, рибофлавін і фолієву кислоту) і можуть використовуватись для виготовлення дуже поживних і лікувальних салатів та інших страв. Зелень амаранту, на думку деяких дослідників, має значну користь, завдяки тому, що здатна виводити з організму радіонукліди та важкі метали.

Деякі види амаранту, які мають гарне забарвлене листя і звисаюче суцвіття частовикористовують у декоративному садівництві [2,3,9,12].

Аналіз хімічного складу як зерна так і листостеблової маси амаранту показує широкий спектр можливостей цієї культури для використання в традиційній етичній медицині. Відомий досвід застосування препаратів на основі амаранту при простудах, інфекційних, легеневих, серцевих, кишкових захворюваннях, малокрів'ї, ревматизмі, опіках, поліартриті, ожирінні та ін. Тривалими дослідженнями підтверджено, що препарати на основі фітоекстрактів і олії амаранту здатні зменшити кількість холестерину в крові, і можуть сприяти захисту організму від наслідків радіоактивного опромінення, і навіть сприяють розкладу злоякісних пухлин [4,10,11].

За даними багатьох проведених досліджень амарантова олія визнана потужним засобом оздоровлення, профілактики та лікування. За висновками багатьох вітчизняних вчених дія її поширюється на весь організм, допомагає йому відроджувати захисні функції імунітету, сприяє нормалізації обміну речовин, здатна знижувати такий показник як рівень холестерину в організмі людини, сприяє нормалізації роботи печінки та серця, а також допомагає відновленню діяльності гормональної системи, виводить з організму шлаки, і підсилює лікувальну дію багатьох лікарських препаратів. Все це дозволяє успішно використовувати амарантову олію у фармацевтичній промисловості, традиційній медицині а також косметології [4,6,8,10,11,13]





**Рис. 1.2. Продукція переробки амаранту**

Варто також зазначити, що окрім зерна, всі без виключення надземні частини рослини придатні для використання в їжу людини і для годівлі тварин і не містять шкідливих або анти поживних речовин. Так, за ствердженням ГопційТ.І. та ін., зелена маса амаранту завдяки своїй високій поживній цінності і збалансованості за амінокислотним складом має доволі широкі перспективи для використання у тваринництві [2,3]

### **1.1.3. Ботанічний опис і біологічні особливості амаранту**

Амарант є однорічною, однодомною рослиною, яка належить до сімейства амарантових (*Amaranthaceae*).

Як свідчать дані досліджень ГопційТ.І. та ін. культурні види амаранту – є досить високорослими, розгалуженими рослинами. Даним видам притаманна добра облистяність. Стебло у рослин амаранту пряме, поперечний переріз якого – нерівно округлений жолобоодібний,. Якщо відбувається зрідження посівів стебло амаранту може набувати значного розгалуження [2,3,9].

Залежно від виду розгалуженість може бути в різних частинах стебла:

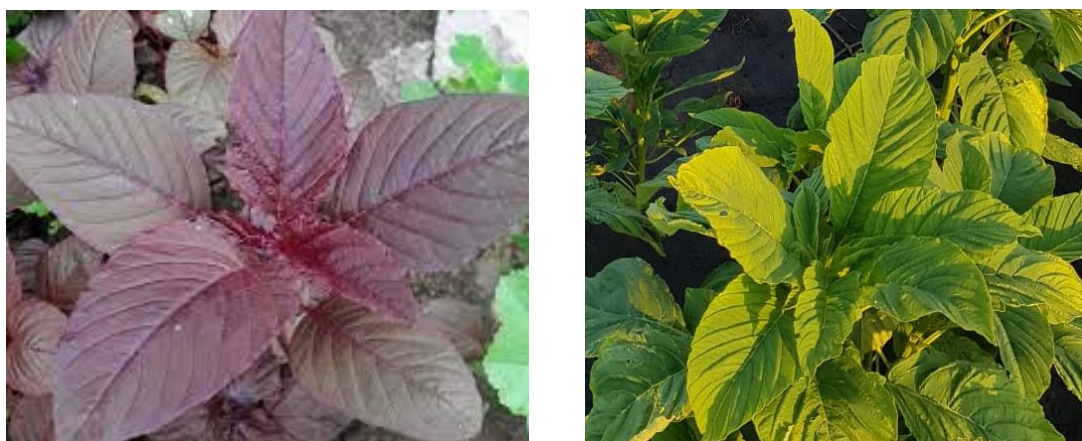
- у верхній частині стебла (*A. hypochondriacus*),
- знизу до верху (*A. hybridus*),
- нерозгалуженість стебла характерна для *A. mantegazzianus*.

В залежності від виду стебло може бути висотою в межах 100...300 см, і мати яскраво червоне або зелене забарвлення (рис. 1.3) [2,3].



**Рис. 1.3. Забарвлення рослин амаранту**

Листки амаранту черешкові, цільні, розміщуються на рослинах по чергово. Форма листків в залежності від виду буває досить різноманітною: овальна, ромбічна, яйцеподібна, ланцетна. У верхівкових листків є виїмка із невеликим загостренням (рис.1.4.) [2,3]



**Рис.1.4. Листки амаранту**

За описовими даними, квітки у амаранту мають доволі дрібні розміри, актиноморфні, складаються із п'яти листочків з п'ятьма тичинками. В залежності від виду квітки двостатеві або одностатеві, однодомні або дводомні, зібрані у суцвіття – складну волоть, що може бути із різною інтенсивністю забарвлення зеленого, золотистого, червоного кольору, довжиною може сягати 23...57 см. На повністю розкритому суцвітті може сягати майже до 105 одиноких квіток, зібраних у верхові суцвіття – клубочки. Довжина і кількість

гілочок і їх кут нахилу по відношенню до головної осі, що в сукупності визначає форму суцвіття, залежить від видових і сортових



**Рис. 1.5. Волоть амаранту (ГопційТ.І.):**

*а – сорт Лера, б – сорт Студентський, в – сорт Роганський*

*г – сорт Ультра, д – сорт Харківський 1, е – Сем,*

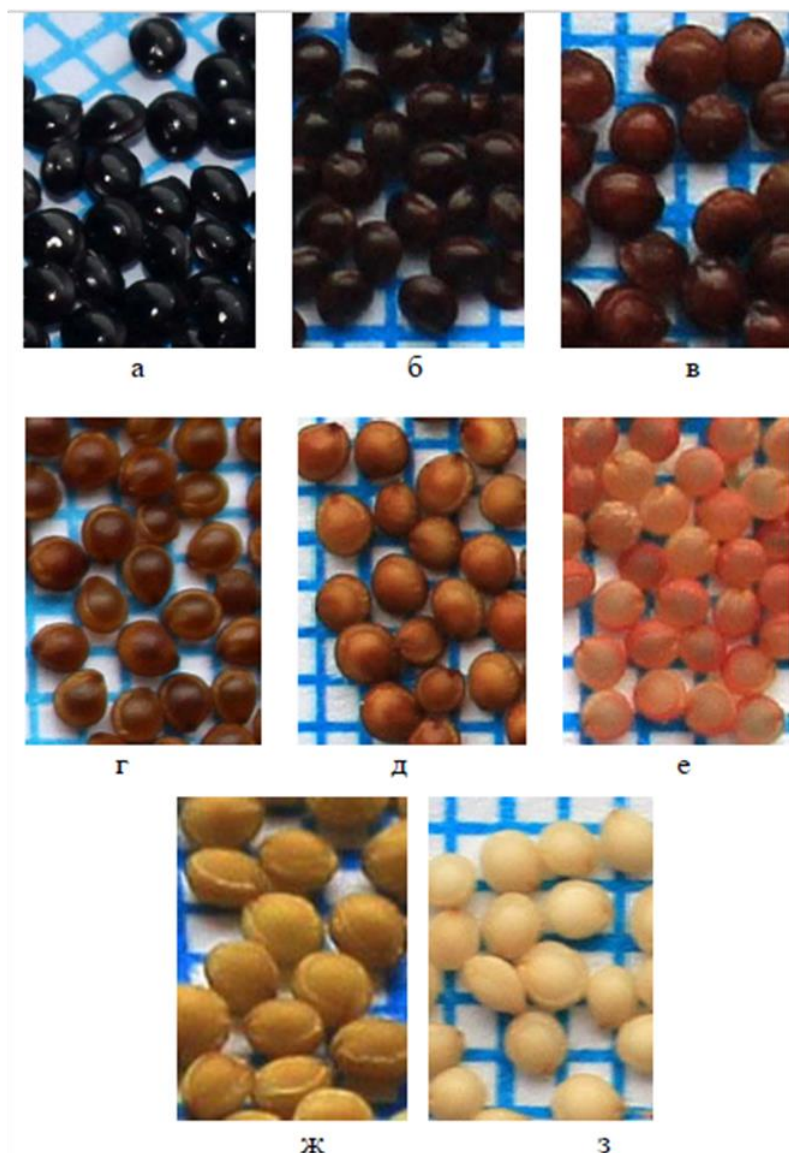
особливостей [2,3,9].

Проводячи опис ботаніко-біологічних особливостей амаранту, Т.І.Гопцій, М.М. Гриненко та ін., зазначають, що амарант має змішану систему запилення і може бути з різним рівнем само- і перехресного запилення [2,3].

Також вони наводять дані щодо будови кореневої системи амаранту. За їх дослідженнями, корінь у амаранту стрижневий, розгалужений в орному шарі,

має достатню міцність, у нього є біля кореневої шийки потовщення. Глибина проникнення кореневої системи амаранту в ґрунт складає зазвичай 25...38 см. також зазначається про інтенсивну працездатність кореневої системи амаранту, як постачальника води і мінеральних речовин [2,3,9].

Насіння у амаранту дуже дрібне – до 1 мм в діаметрі, в залежності від виду може мати різне забарвлення (рис. 1.6).



**Рис.1.6. Насіння амаранту (ГопційТ.І)**

Так сорт Багряний, *A. cruentus* (рис. 5 а) має чорне забарвлення, популяція 00039, *A. hybridus* (рис. 5 б) – темно-коричнє забарвлення, популяція 00110, *A. hybridus* (рис.5 в) – коричневе забарвлення, популяція 00087, *A. Caudatus* (рис. 5 г) – кавове забарвлення, зразок Кармен, *A.*

cruentus (рис. 5 д) – світло-коричневе забарвлення, популяція К-146, *A. caudatus* (рис. 5 е) – рожеве забарвлення, популяція 00050, *A. hypochondriacus* (рис. 5 ж) – жовте забарвлення, сорт Ультра, *A. hybridus* (рис. 5 з) – біле. Крім того насіння амаранту може мати різний стан поверхні: блискучу поверхню (рис. 5 а–г), матову поверхню (рис. 5 д–з). Зернівки можуть мати борошністий ендосперм (рис. 5 а–в, д, ж–з) або воскоподібний ендосперм (рис. 5 з; г, е) [2,3,9]

Амарант – рослина тропічного походження з С4 - типом фотосинтезу аспартатного типу, що робить її на думку багатьох дослідників досить перспективною культурою. Відомо, що амарант відрізняється високою вимогливістю до сонячного освітлення [2,3]

Амарант – виключно посухостійка рослина. За даними дослідників, стебло у амаранту займає 40-50% загальної біомаси рослини і є головним резервуаром у накопиченні вологи. Це дозволяє воді стебла відігравати роль буфера і тим самим підтримувати водний запас в асимілюючих органах рослини [2,3,5].

Багаторічними дослідженнями вітчизняних і іноземних вчених доведено, що амарант може рости і забезпечувати врожайність на різних типах ґрунтів в різних кліматичних зонах нашої країни: лісовій, лісостеповій і степовій [2,3,5,9,14].

Як свідчать дослідження іноземних і вітчизняних вчених роду *Amaranthus L.* притаманне велике видове різноманіття. Доведено, що цей рід нараховує більше 60 видів і 800 різновидностей, які формують його багатий генофонд. Це в свою чергу, на думку провідних вчених-селекціонерів, сприятиме створенню великої кількості сортів і гібридів для різних напрямів використання. Так використовуючи ці данні колективом Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва під керівництвом проф. Гопцій Т.І. було створено і зареєстровано в Реєстрі сортів рослин України цілий ряд сортів амаранту зернового, лікарського, кормового і декоративного призначення [2,3,5,7,9]. Варто зазначити, що найбільшою популярністю серед виробників амаранту завдяки своєму біохімічному складу користуються такі

сортів як Ультра, Харківський-1 (універсальний), Сем, Лера, Студентський, Ацтек.

#### 1.1.4. Хімічний склад зерна амаранту

Дослідженням хімічного складу різних анатомічних частин амаранту протягом останніх десятиріч приділяли увагу багато вітчизняних і іноземних науковців. Результати цих досліджень свідчать, що в залежності від виду амаранту хімічний склад насіння в значній мірі варіює (таблиця 2)[7, 8].

**Таблиця 1.1 Хімічний склад зерна амаранту (% на суху речовину)**

| Вид амаранту              | Азот | Протеїн | Жир | Клітковина | Зола |
|---------------------------|------|---------|-----|------------|------|
| <i>A. cruentus</i>        | 3,05 | 17,8    | 7,9 | 4,4        | 3,3  |
| <i>A. hypochondriacus</i> | 2,97 | 17,4    | 8,0 | 4,3        | 3,0  |
| <i>A. cdulis</i>          | 2,7  | 15,8    | 8,1 | 3,2        | 3,2  |
| <i>A. retroflexus</i>     | 2,26 | 13,2    | 6,4 | 6,4        | 3,1  |
| <i>A. flavus</i>          | 2,72 | 15,9    | 4,4 | 5,0        | 3,7  |
| <i>A. gangeticus</i>      | 2,58 | 15,1    | 5,1 | 5,4        | 3,5  |
| <i>A. cruentus</i>        | 2,66 | 15,5    | 4,9 | 5,0        | 4,1  |
| <i>A. caudatus</i>        | 2,54 | 14,9    | 6,9 | 4,2        | 3,2  |
| <i>A. viridis</i>         | 2,70 | 15,8    | 4,9 | 5,4        | 3,5  |
| <i>A. anclancalius</i>    | 2,86 | 16,8    | 5,4 | 5,3        | 3,4  |
| <i>A. hypochondriacus</i> | 2,67 | 15,6    | 6,1 | 5,0        | 3,3  |

Через значний вміст амінокислоти лізину, якого в білці амаранту в два рази більше, ніж у пшениці, і в три рази більше, ніж у кукурудзи і сорго, і навіть в порівнянні по кількості з соєю і коров'ячим молоком, якість білка амаранту вважається дуже високою.

Так R.M. Saunders, R. Becker детально досліджуючи амінокислотний склад білку амарантового зерна (табл. 3) визначили, що амінокислотне співвідношення білку зерна амаранту найоптимальніше збалансоване у порівнянні з білком інших культур, що наближає білок амаранту до складу ідеального білку. [8].

**Таблиця 1.2 Амінокислотне співвідношення (в г на 100 г основних амінокислот)**

(R.M. Saunders, R. Becker)

| Вид білка        | Треонін | Валін | Лейцин | Ізолейцин | Лізин | Метіонін | Фенілаланін | Триптофан | Сумарний білок |
|------------------|---------|-------|--------|-----------|-------|----------|-------------|-----------|----------------|
| Ідеальний білок  | 11,1    | 13,9  | 19,4   | 11,1      | 15,3  | 9,7      | 16,7        | 2,8       | 100            |
| Пшениця          | 8,9     | 13,5  | 20,4   | 10,0      | 8,7   | 12,3     | 22,9        | 3,3       | 56,9           |
| Соеві боби       | 9,8     | 12,2  | 19,8   | 11,6      | 16,2  | 6,6      | 20,6        | 3,3       | 68,0           |
| Коров'яче молоко | 9,4     | 12,3  | 20,2   | 10,0      | 16,5  | 7,0      | 21,5        | 3,0       | 72,2           |
| Зерно амаранту   | 11,4    | 10,6  | 14,8   | 10,25     | 16,6  | 11,2     | 23,1        | 2,1       | 75,0           |

Як свідчать багаторічні дані різних дослідників, зерно амаранту окрім вмісту високоцінного і оптимально збалансованого за своїм амінокислотним складом протеїну, містить клітковину, крохмаль, цукор і незамінні жирні кислоти. Варто також зазначити, що амарант входить до категорії суперфудів – продуктів харчування, які забезпечують вживання високоякісного протеїну без глютену, що важливо для людей, які мають непереносимість глютену або хворі целиакію [2,3,6,8,9].

Дослідження спрямовані на вивчення хімічного складу зерна амаранту, довели, що однією з особливостей цієї культури є низький вміст цукрів і високий білків. З макроелементів в амарантовому зерні відбувається накопичення переважно К (до 1,2%), Са (до 2,5%), Р (до 0,2%); з мікроелементів Si (до 0,8%) і Mg (до 1,1%). Також в хімічному складі амарантового зерна виявлено значущі концентрації бору, заліза, марганцю, титану, цинку, які вважаються цінними біогенними елементами [2,3,8].

Дуже значущим фактором, що також свідчить про цінність цієї культури для використання в медицині, є наявність в амарантовій олії такої речовини як сквален [2,3,5,10,11].

Сквален ( $C_{30}H_{50}$ ) – природний ациклічний тритерпен з шістьма подвійними зв'язками: 2,6,10,15,19,23-гексаметил – 2,6,10,14,18,22-тетракозагексаєн.

Дослідження впливу сквалену на різні фізіологічні процеси організму людини виявили, що він активно сприяє нормалізації мікроциркулярних процесів кровообігу, являючись джерелом кисневого забезпечення. Такі властивості амарантової олії доводять цінність її для медицини, і дозволяють вводити її до складу лікарських засобів спрямованих на лікування серцево-судинних захворювань, опіків. Також доведено що сквален амарантової олії володіє протипухлинними, ранозагоювальними властивостями, сприяє виведенню важких металів з організму. Варто зазначити, що до недавнього часу сквален можна було отримати тільки з органів деяких видів глибоководних акул. Відкриття сквалену рослинного походження в амарантовій олії дозволило значно здешевити процес отримання цієї речовини [3,10,11,14].

## **1.2. Стан вивчення питання, яке досліджується**

Як свідчать дані багаторічних досліджень, проведених науковцями Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва а також Одеського державного аграрного університету високий урожай амаранту можна забезпечити тільки за умов високої культури землеробства. При цьому обов'язковим є дотримання всіх агротехнічних вимог на всіх етапах технології вирощування, правильне розміщення культури в системі сівозмін, своєчасне і якісне проведення всіх операцій обробітку ґрунту, удобрення, підготовка насіння та дотримання оптимальних термінів сівби та збирання врожаю [2,3,9,15].

Амарант можна вирощувати у польових, кормових і прифермських сівозмінах, або поза ними, на вивідних полях. Амарант рекомендовано вирощувати на високо окультурених ґрунтах, що мають необхідну кількість

поживних речовин в рухомих і доступних для рослин формах. Поля мають бути чисті від бур'янів з вирівняним рельєфом. [2,3,7,9].

Важливою умовою для вирощування органічного амаранту є проведення агрохімічного контролю ґрунтів на наявність окислів тяжких металів, радіонуклідів та пестицидів, які не повинні перевищувати допустимі норми. Також доцільно визначати  $P_2O_5$  і  $K_2O$ , гумус, кислотність для забезпечення оптимальної координації всіх агротехнічних заходів. [2,7].

Кращими попередниками, на думку фахівців, є бобові, озимі та ярі зернові культури, багаторічні трави, однорічні кормові сумішки та парові землі. Не варто сіяти амарант після просапних культур, особливо це стосується цукрового буряку та капустяних.

Відомо, що на 100ц сухої речовини амарантом виноситься: азоту - 150...170кг, фосфору – 90...100кг, калію – 450...550 кг. Тож при середній родючості ґрунтів для забезпечення доброї врожайності амарант потребує: N – 50...60 кг/га д.р.,  $P_2O_5$  – 40...45кг/га д.р.,  $K_2O$  – 60...90 кг/га д.р. [2,7,16].

Як свідчать результати досліджень, проведених науковцями Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва амарант не призводить до ґрунтової ісприє розвитку корисної мікрофлори і здатен підвищувати родючість ґрунтів[2,3,9,11].

Сіють амарант як широкорядним так і суцільним способами, глибина загортання насіння при цьому має становити 1...3 см. Норма висіву насіння в середньому складає 1,0...1,2кг/га. Стосовно оптимальних термінів посіву амаранту існує деяка розбіжність в міркуваннях у різних науковців і виробників. Але більшість з них радять проводити сівбу, коли ґрунт на глибині 10см прогріється до температури 10...12°C [2,3,7].

Після того, як відбулося чітке виділення рядків рекомендується проводити механізоване міжрядне рихлення ґрунту. Після чого максимум через 2...3 дні обов'язково треба провести ручну прополку з формуванням густоти посіву амаранту. Рекомендована густота посіву амаранту складає 700-750 тис.шт. на 1 га. Після появи нової хвилі бур'янів необхідно провести

повторне механізоване міжрядне рихлення ґрунту і одночасно вносять мінеральні добрива. І також слідом проводять ручну прополку і формують густоту 500...550 тис.шт. на 1 га [2,7].

Коли рослини досягли висоти 25...30 см проводять підгортання рослин.

Третя ручна прополка призначена для формування густоти рослин у межах 500 тис.шт. на 1 га [7].

Найважливішим фактором, який дозволяє запобігти появі шкідників, хвороб та бур'янів у посівах амаранту є дотримання сівозмін, якісний і вчасний обробіток ґрунту [2,3,7,12].

На кормові цілі амарант рекомендується збирати у фазі початку цвітіння, при чому за багатоукісного використання висоту зрізу варто встановити на рівні 12...16см, а для одноукісного – 3...7 см. На зерно амарант збирають прямим комбайнуванням у фазу воскової – початку повної стиглості[7,12, 16].

Як свідчать висновки провідних вчених і виробників, що займаються вирощуванням амаранту в Україні – до особливостей цієї рослини відноситься досить висока стійкість до посухи і захворювань. Критичним періодом є перші 20 днів, в які амарант росте дуже повільно. Потім швидкість росту значно прискорюється і може сягати навіть до 10см на добу.

Досліджуючи строки сівби ГопційТ.І. [2,3] вказує на важливість враховування тривалості вегетаційного періоду сортів амаранту, яка коливається від 85 днів (ранньостиглі сорти) до 120 і навіть більше днів (пізньостиглі сорти).

Важливо зазначити, що рекомендації щодо календарних строків сівби носять доволі суперечливий характер. Так деякі вчені наводять дані щодо можливості сівби амаранту навіть під зиму. більшість Але все ж таки більшість дослідників і виробників схожі у думці, що висівати амарант варто через 15-20 днів після того як середньодобова температура перевищить 5° С. За пізнішого посіву можливе значне зниження врожайності як зеленої маси так і зерна амаранту, а більшранні строки зазвичай викликають зрідження сходів, яке відбувається внаслідок недостатнього прогрівання ґрунту [3,7,17,18].

С.М. Мішин, В.Я. Щербаков, Ю.М. Гобеляк, С.М. Когут та ін. проводячи дослідження строків сівби в умовах Степу України зазначають, що оптимальним для фотосинтетичної діяльності рослин амаранту були умови які склалися за сівби проведеної 11 травня, а найгіршими виявилися 27 квітня. За строків сівби 11 травня також було отримано найвищу урожайність як зеленої маси так і зерна маранту, що забезпечило і найвищий вихід кормових одиниць з одного гектара [7].

Крім строків сівби значний вплив на формування продуктивності рослин має густота стояння рослин. Так, вивчаючи питання щільності агроценозу на реалізацію продуктивності амаранту Т.І. Гопцій, М.Ф. Воронков, М.А. Бобро, Л.О. Мірошніченко, С.В. Лиманська, О.В. Гудим, Н.Б. Гудковська, Ю.В. Дуда зазначають, що при збільшенні ширини міжряддя з 45 см до 70 см індекс листової поверхні знижується майже вдвічі, що свідчить про неефективне використання рослинами амаранту сонячної енергії [3,19].

Варто зазначити, що стосовно норм висіву амаранту існують різні точки зору. Так досліджуючи вплив норми висіву на реалізацію продуктивності амаранту і проводячи дослідження в Центральному Степу в умовах зрошення В.К. Шелест, І.Ф.Підпалій, І.В. Бернадський дійшли висновків, що найбільший збір зеленої маси амаранту можна отримати за норми висіву 1,0 кг/га при забезпеченні ширини міжрядь 45 см [20].

С.М.Мішин, В.Я.Щербаков, С.М. Когут та ін. в своїх дослідженнях зазначають, що стосовно сорту Ультра при вирощуванні його в умовах Степу України найкращими отримано результати за широкорядного (45 см) способу сівби і норми висіву 0,9 кг/га. В даному випадку було отримано найвищу врожайність і найбільший вихід олії та білку з 1 га [7].

Визначаючи оптимальну норму висіву насіння амаранту Т.І. Гопцій та ін. дійшли висновку, що у варіанті із широкорядним способом сівби і нормою висіву 0,6 кг/га польова схожість була вищою ніж за рядкового способу сівби. Також ними було доведено, що за схеми розміщення рослин 15x20 см може становити 0,6кг/га (0,86 млн.шт. схожого насіння на 1га) і здатне забезпечити

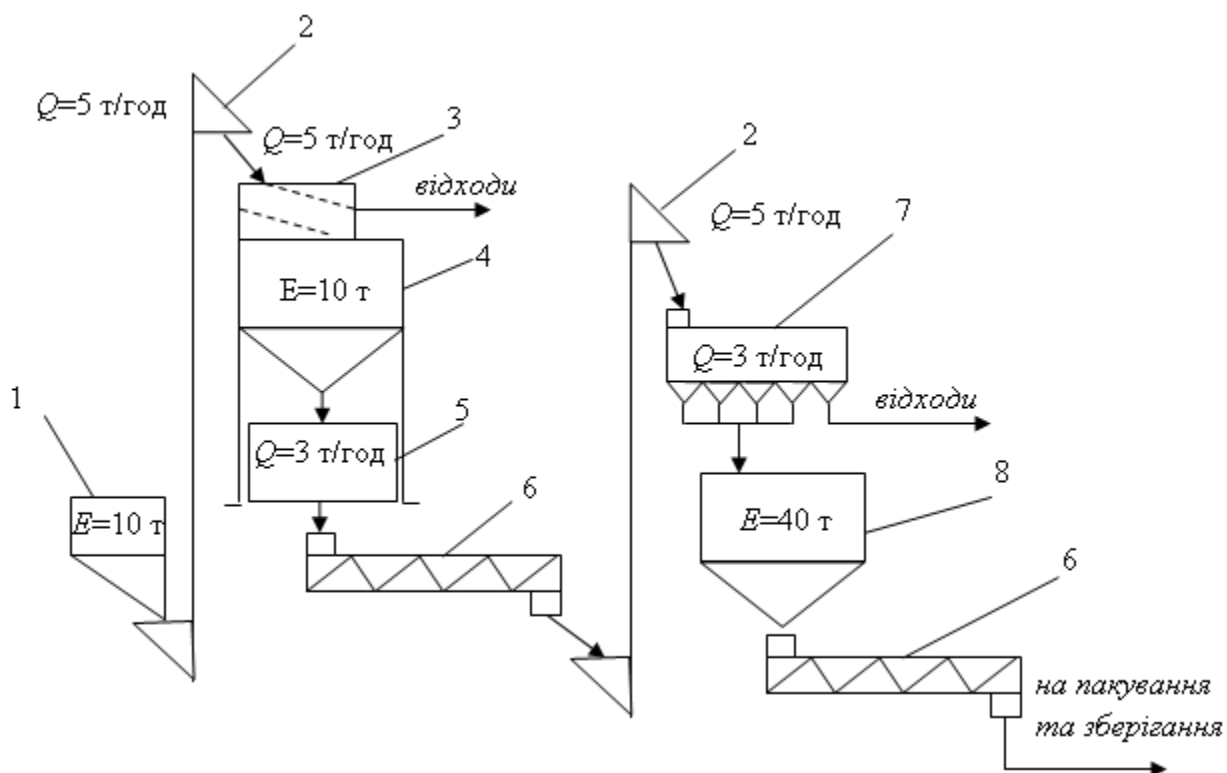
густоту стояння рослин у межах 330 тис/га. Результати проведених досліджень також підтверджують доцільність використання широкорядного способу сівби (ширина міжрядь 45 см) як для вирощування з метою отримання зеленої маси, так і з метою отримання зерна [3].

Зерно амаранту, як і будь-якої іншої культури перед закладанням на тривале зберігання або відправленням на переробку потребує проходження післязбиральної доробки і доведення його до кондиційних умов, що передбачає вологість не більше 9%, засміченість не більше 2% [21-24]

Для невеликих господарств можна передбачити окрему лінію з доробки амаранту, яка включає в себе приймання зерна з автотранспорту, очищення зерна в потоці, сушіння та направлення на пакування та зберігання (рис.6). [21-27]

Приймання зерна з автотранспорту: зерна за допомогою автомобілерозвантажувача потрапляє в приймальний бункер 1 місткістю 10 т, потім за допомогою приймальної норії 2, продуктивністю 5 т/год зерно спрямовується в сепаратор 3 марки БСХ-6. [21-24]

Після очищення зерно потрапляє в досушільний бункер 4 місткістю 10 т, а з нього - безпосередньо у карусельну сушарку 5 марки КС-2[21-24].

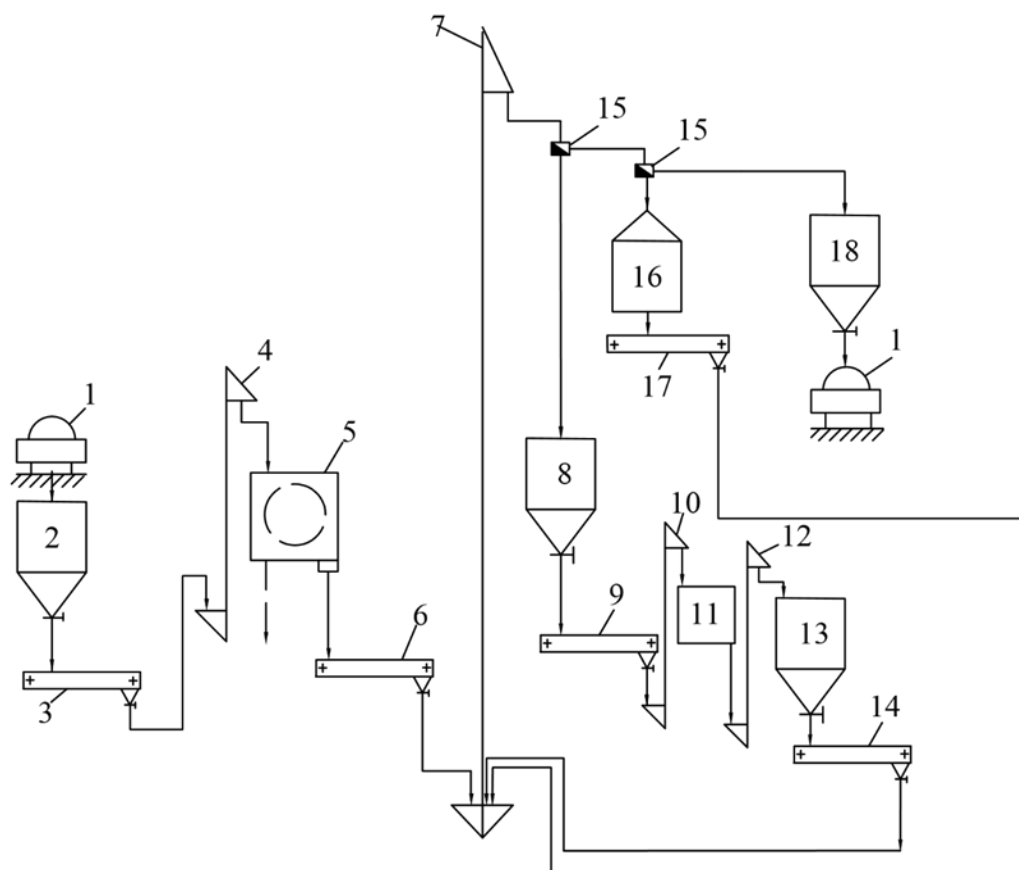


**Рис.1.7** Технологічна схема лінії післязбиральної доробки зерна амаранту:

1 – приймальний бункер з автотранспорту; 2 – норія; 3 – сепаратор БСХ-6; 4 – досушільний бункер; 5 – карусельна сушарка КС-2; 6 – конвеєр шнековий; 7 – аеродинамічний сепаратор ІСН-3; 8 – накопичувальний бункер

Після сушіння зерно за допомогою шнекового конвеєра і норії 2 продуктивністю 5 т/год подається на аеродинамічний сепаратор 7 марки ІСН-3, на якому воно очищається від домішок та розподіляється на фракції. Потім зерно поступає в накопичувальний бункер і спрямовується на пакування та зберігання.

Якщо підприємство спеціалізується на вирощуванні не тільки амаранту а й інших «нішевих» культур, то для забезпечення якісної післязбиральної доробки зерна в невеликих промислових об'ємах можна також запропонувати будівництво міні-елеватору місткістю 2000 т, принципова схема якого наведена на рис. 8 [21-24].



**Рис.1.8 Принципова схема міні-елеватора для післязбиральної обробки та зберігання амаранту та інших «нішевих» культур:**

1 – автомобіль; 2 – приймальний бункер; 3 – приймальний конвеєр;  
 4 – приймальна норія; 5 – сепаратор; 6 – конвеєр; 7 – основна норія;  
 8 – досушільний бункер; 9 – конвеєр; 10 – спеціалізована норія для подачі зерна у сушарку; 11 – зерносушарка; 12 – спеціалізована норія, яка забирає зерно з сушарки; 13 – після сушільний бункер; 14 – конвеєр відпускний;  
 16 – силоси для зберігання зерна; 17 – підсилосні конвеєри; 18 – відпускний накопичувальний бункер

На міні-елеваторі передбачається:

*Приймання, сушіння та зберігання:* зерно з автомобіля за допомогою автомобілерозвантажувача потрапляє до приймального бункеру 2, з нього – на конвеєр 3 і на норію 4. Далі зерно спрямовується на попереднє очищення на сепараторі 5. Після очищення зерно за допомогою конвеєра 6, та норії 7 розподіляється через перекидні клапани 15: сухе зерно відправляється на

зберігання у силоси 16, а вологе подається у до сушильний бункер 8, з якого за допомогою конвеєра 9 і спеціалізованої норії 10 воно подається у зерносушарку 11. Після сушіння зерно з сушарки забирається норією 12 та завантажується у післясушильний бункер. Після відлежування і остаточного охолодження зерно подається на конвеєр 14 і на норію 2.

*Відпуск:* зерно з силосів 16, вивантажується на під силосні конвеєри 17, які подають зерно на норію 2. З норії через перекидні клапани 15 зерно завантажується у відпускний накопичувальний бункер 18, а з нього у кузов автомобіля 1 [21-24].

Висновки до підрозділу 1.3. Незважаючи на наявну велику кількість наукових робіт стосовно дослідження способів, строків сівби різних сортів амаранту, варто зауважити, що більшість дослідів було проведено в умовах Лісостепу України а також в умовах інших країни. Питання ж впливу щільності посівів на формування біометричних показників і урожайності амаранту сортів Харківський-1 (універсальний) і Лера (зерновий) в умовах посушливого Степу України майже не досліджувалось. Саме це і визначило привабливість і актуальність даної роботи.

Висновки до розділу 1. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що амарант можна вважати однією з перспективних сільськогосподарських культур України, яка у найближчому майбутньому здатна зайняти свою нішу на ринку. Про це свідчить наявність в хімічному складі зерна амаранту досить значної кількості енергетично і біологічно цінних речовин, що формує унікальні особливості і високі споживчі властивості продуктів переробки амаранту.

Наявність значної кількості досліджень з питань біохімічного складу зерна і листостеблової маси, хімічних властивостей амарантової олії, впливу її на організм людини та тварин, селекції нових сортів та напрямків використання зерна амаранту у виробництві харчових продуктів функціонального призначення, фармацевтичній промисловості та традиційній медицині, косметології а також застосуванню зерна і побічних продуктів його

переробки та зеленої маси для годівлі сільськогосподарських тварин підтверджують економічну привабливість вирощування амаранту в умовах посушливого Степу України, що дозволяє стверджувати про відповідність поставленим завданням та програмі досліджень

## **РОЗДІЛ 2**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ, УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ У ДОСЛІДІ**

#### **2.1 Характеристика умов проведення досліджень**

##### **2.1.1. Місце проведення досліджень**

Матеріали для написання представленої кваліфікаційної роботи були отримані на підставі проведених наукових досліджень у ТОВ «Айсберг» Роздільнянського району Одеської області на чорноземах звичайних мало гумусових середньо потужних важкосуглинкових. Землекористування господарства розміщено в Ізмаїльсько-Одеському агрогрунтовому районі південно-степової агрокліматичної зони України, в селищі Гребеніки Роздільнянського (колишнього Великомихайлівського) району Одеської області на відстані 44 км від районного центру м. Роздільна та на відстані 114 км від обласного центру м. Одеса. Виробничий напрямок господарства – зерноолійний.

##### **2.1.2. Природно-кліматична характеристика зони**

###### **Клімат**

Розташування земель господарства пов'язане з територією колишнього Великомихайлівського району, який після адміністративної реформи увійшов до складу Роздільнянського району Одеської області. Колишній Великомихайлівський район розташовувався в центральній частині Одеської області та межував із Республікою Молдова, а також із колишніми Фрунзівським, Ширяєвським, Іванівським і Роздільнянським районами.

Більша частина території району знаходиться на відрогах Подільської височини, у межах Дністровсько-Дніпровської північностепової фізико-географічної провінції, з частковим поширенням на Дністровсько-Дніпровську лісостепову провінцію. Клімат цього району формується під впливом

переважно північно-східних і південно-східних повітряних мас, які приносять незначну кількість атмосферних опадів. Територія є рівнинною, що, через її відкритість, забезпечує вільний доступ північно-східних, північних і східних повітряних мас. Влітку це сприяє спекотній погоді, а взимку призводить до суттєвого похолодання.

Разом з тим, на клімат також впливають південно-західні, західні та північно-західні повітряні маси. Взимку вони викликають відлиги з мрякою, а влітку сприяють встановленню сухої та безхмарної погоди.

Середньорічна температура повітря становить  $+ 8.7^{\circ}$

В грудні, січні, лютому, в першій декаді березня спостерігаються від'ємні температури. Починаючи з середини жовтня наступають перші приморозки, самі пізні закінчуються в кінці квітня.

Сніговий покрив нестійкий де його висота у районі не перевищує 10 см, а за початок весняного періоду прийнято дату переходу середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}$ , яка припадає для району на 8-10 березня.

Перехід середньодобової температури через  $10^{\circ}$  відбувається в середині квітня. Стійке і повне розморожування ґрунту спостерігається через 5 діб після переходу добової температури повітря через  $0^{\circ}$  приблизно 13-15 березня.

За багаторічними даними спостережень зазвичай кінець весняного періоду в районі припадає на перші числа травня коли сума активних температур за добу більше  $10^{\circ}$  досягає  $35^{\circ}$ .

Загальна тривалість без морозного періоду становить 180 днів.

Літо в цьому районі характеризується високими температурами повітря, середня температура становить  $+26^{\circ}\text{C}$ , а річний максимум може досягати  $+38^{\circ}\text{C}$ . У другій половині літа спостерігається підвищена сухість повітря та безхмарність неба. Середня багаторічна кількість опадів становить від 420 до 430 мм на рік, а показник вологозабезпечення — 0,8-0,9.

Більшість опадів припадає на теплий сезон, зокрема на травень-серпень. Проте ці опади часто мають зливовий характер, що спричиняє площинну

ерозію. Середній добовий максимум опадів, який спостерігається щорічно, складає 44,3 мм.

Ще однією особливістю клімату є низька відносна вологість, особливо в травні та червні, коли вона опівдні не перевищує 52-54%. Це супроводжується підвищеним дефіцитом вологи, пік якого припадає на липень і становить у середньому 13 мм.

Велика сухість повітря негативно впливає як на ґрунти, так і на сільськогосподарські культури, збільшуючи непродуктивне випаровування ґрунтової вологи. Недостатнє зволоження та підвищена сухість повітря сприяють періодичним посухам, інтенсивність яких посилюється через вторгнення південно-східних сухих вітрів. Середня швидкість цих вітрів становить 5 м/с, але протягом 12 днів на рік їх сила досягає 15 м/с, що призводить до виникнення пилових бур.

Поєднання характеру випадіння опадів, випаровування вологи з ґрунту та рівня вологості повітря впливає на вміст продуктивної вологи у ґрунті, що має велике значення для сільського господарства.

Відзначається, що запаси продуктивної вологи в ґрунті у квітні ще досить значні, проте в травні вони швидко зменшуються і досягають мінімальних значень у липні. Недостатня кількість вологи є головним фактором, який обмежує врожайність сільськогосподарських культур. Тому особливого значення набувають заходи, спрямовані на накопичення вологи в ґрунті, що є ключовим для забезпечення стабільних врожаїв. [69].

**Рельєф.** Рельєф району має особливості, зумовлені підвищеною ерозійністю Балтської дельтової рівнини та Причорноморської низовини, на яких він розташований. Північний захід району знаходиться на висоті до 200 м над рівнем моря, що спричинило глибоке розчленування території долинно-балковою системою. Проте горизонтальне залягання порід надає місцевості риси рівнинного рельєфу.

Водна ерозія є одним з ключових факторів формування сучасного рельєфу району. Глибина врізу долин та балок сягає від 125 до 200 м. Загалом

поверхня району має рівнинний характер із незначним нахилом у бік Чорного моря.

Основними формами рельєфу, що впливають на розподіл ґрунтів на території району, є вододільні плато, їхні схили, долини річок Кучурган, Середній та Малий Куяльник, днища балок, суходоли та лощини.

**Ґрунти.** Ґрунтовий покрив Великомихайлівського району досить складний, що обумовлено різноманітністю рельєфу, складом ґрунтоутворюючих порід, умовами поверхневого та ґрунтового зволоження. Важливу роль у формуванні ґрунтів відіграють також особливості розвитку природної рослинності та складна взаємодія лісу та степу.

Сучасне географічне положення району на південному заході лісостепової зони визначає переважне поширення чорноземів, які є основним типом ґрунтів у цьому регіоні. На території господарства сформувалися чорноземи звичайні середньосуглинкові, що утворилися на лесах і лесовидних породах під впливом кліматичних умов, рельєфу, ґрунтоутворюючих порід і природної рослинності.

Гумусовий горизонт у звичайних чорноземах має потужність 80-90 см. У верхніх шарах вміст гумусу становить 4,53-4,90%, на глибині 20-30 см — 3,6%, 40-50 см — 2,75%, а на глибині 60-70 см — 1,86%. Ці чорноземи відзначаються добрими показниками структурного складу, проте у верхньому шарі гумусового горизонту спостерігається певна розпорошеність та збільшення щільності. Об'ємна маса ґрунту рівномірно зростає від 1,16 г/см<sup>3</sup> на глибині 10 см до 1,25 г/см<sup>3</sup> на глибині 20-30 см і до 1,38-1,40 г/см<sup>3</sup> на глибині до 100 см.

Вологість в'янення метрового шару чорноземів варіюється в межах 11,03-12,67%, тоді як капілярна вологоємність нижчих горизонтів знижується з 28,1% в орному шарі до 22,4% на глибині 90-120 см.

Сума поглинутих лугів у орному шарі становить 35 мг-екв. на 100 г ґрунту, а ступінь насиченості лугами є дуже високою — 96-97%. Основним катіоном у ґрунтовому поглинаючому комплексі є кальцій, частка якого складає 82-86%. Засолення ґрунтів немає, а реакція ґрунтового розчину є нейтральною (рН близько 7,3).

За вмістом рухомих форм поживних речовин чорноземи цієї зони відносяться до середньо-забезпечених, що вказує на необхідність внесення добрив і проведення науково обґрунтованих агротехнічних заходів для мобілізації їх родючості.[69].

### 2.1.3. Погодні умови за роки проведення досліджень

Аналіз погодних умов свідчить про дуже різні погодні умови за роки проведення досліджень (табл. 2.1 – 2.3).

У таблиці 2.1 наведені дані спостережень за погодними умовами, що сформувалися під час проведення наукових досліджень у 2021-2022 сільськогосподарському році.

**Таблиця 2.1 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень**

| Роки                          | Місяці |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      | За рік |
|-------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|--------|
|                               | IX     | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI    | VII   | VIII |        |
| 1                             | 2      | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    | 12    | 13   | 14     |
| Середні багаторічні опади, мм | 27     | 37   | 28   | 27   | 20   | 16   | 19   | 28   | 33   | 54    | 48    | 40   | 398    |
| температура, t <sup>0</sup> C | 16,5   | 10,7 | 4,3  | -0,6 | -3,2 | -2,5 | 1,8  | 8,2  | 15,1 | 20,3  | 21,9  | 21,3 | 9,4    |
| 2021-2022 с.г. рік опади, мм  | 31,4   | 7,6  | 32,3 | 34,4 | 45,5 | 51,6 | 36,4 | 42,4 | 55,5 | 113,7 | 113,2 | 19,0 | 583,0  |
| температура, t <sup>0</sup> C | 20,9   | 16,3 | 6,5  | 4,2  | -1,2 | 1,0  | 4,1  | 8,8  | 15,3 | 20,3  | 24,8  | 24,2 | 12,1   |

Згідно з даними таблиці 2.1, загалом 2021-2022 сільськогосподарський рік був сприятливим для росту і розвитку багатьох сільськогосподарських культур, зокрема амаранту. Протягом двох осінніх місяців випала майже середня багаторічна кількість опадів — 69,4 мм. На момент проведення основного обробітку ґрунту після збирання попередньої культури він залишався пересушеним, особливо в метровому шарі. Лише завдяки значним опадам у

листопаді (110,1 мм), які вчетверо перевищували середню багаторічну норму, вдалося поповнити глибинні запаси вологи в ґрунті.

У зимовий період 2021-2022 сільськогосподарського року кількість опадів була недостатньою для очікуваного накопичення вологи, що зазвичай відбувається за рахунок зимових опадів. Загалом випало лише 31,7 мм опадів, що становить 50,3% від середньої багаторічної норми.

Протягом більшої частини 2020-2021 сільськогосподарського року температура повітря дещо перевищувала середню багаторічну норму, проте це не мало негативного впливу на ріст, розвиток і формування врожаю амаранту, оскільки ця культура є теплолюбною. Згідно з даними метеостанції в м. Роздільна, з січня по лютий 2021 року кількість опадів перевищувала середні багаторічні показники. У червні-липні кількість опадів була майже втричі вищою за норму, що сприяло накопиченню доступної вологи в ґрунті й позитивно позначилося на формуванні врожайності зерна амаранту.

2021-2022 сільськогосподарський рік відзначився сприятливими температурними умовами та вологозабезпеченням, що без сумніву мало позитивний вплив на рівень урожайності амаранту і дозволило забезпечити досить високий рівень його продуктивності.

Погодні умови 2022-2023 сільськогосподарського року склалися не зовсім сприятливими для росту і розвитку рослин амаранту (табл. 2.2).

**Таблиця 2.2 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень**

| Роки                          | Місяці |      |       |      |      |      |      |      |      |      |       |      | За рік |
|-------------------------------|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|
|                               | IX     | X    | XI    | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII   | VIII |        |
| 1                             | 2      | 3    | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    | 13   | 14     |
| Середні багаторічні опади, мм | 27     | 37   | 28    | 27   | 20   | 16   | 19   | 28   | 33   | 54   | 48    | 40   | 398    |
| температура, t <sup>0</sup> C | 16,5   | 10,7 | 4,3   | -0,6 | -3,2 | -2,5 | 1,8  | 8,2  | 15,1 | 20,3 | 21,9  | 21,3 | 9,4    |
| 2022-2023 с.г. рік опади, мм  | 20,1   | 49,3 | 110,1 | 17,3 | 10,4 | 4,0  | 28,0 | 22,4 | 16,0 | 0,2  | 144,4 | 0,0  | 443,2  |
| температура, t <sup>0</sup> C | 19,6   | 16,1 | 9,8   | 6,3  | 1,2  | 3,7  | 7,6  | 11,2 | 18,4 | 25,1 | 28,1  | 27,6 | 14,8   |

У 2022-2023 сільськогосподарському році кількість опадів становила 443,2 мм, що відповідає 111,4% середньої багаторічної норми. Такий рівень вологості створив оптимальні умови для вирощування більшості культур, зокрема амаранту. Температурний режим цього періоду був аномальним: середньорічна температура повітря досягла 14,8 °C, що на 5,4 °C вище за багаторічну норму. Хоча підвищення температури могло скоротити тривалість вегетаційного періоду і вплинути на розвиток рослин, достатня кількість опадів забезпечила стабільність врожаїв.

Початок весни характеризувався теплом і сприятливими умовами для розвитку рослин. Протягом усього весняного періоду випало 66,4 мм опадів, що приблизно відповідає середньому багаторічному рівню зволоження регіону. Ці опади забезпечили певний запас доступної вологи по всьому профілю ґрунту. Завдяки весняним опадам у дослідженні було отримано повні та рівномірні сходи амаранту, ґрунт добре оброблявся, а під час сівби сформувалися сприятливі умови для досягнення оптимальних ґрунтових показників. На всіх ділянках досліді рослини амаранту інтенсивно розвивалися, формуючи оптимальний асиміляційний апарат та накопичуючи органічну речовину.

У 2022-2023 сільськогосподарському році літній період виявився надзвичайно сухим і спекотним, особливо у другій половині сезону. У червні майже не було опадів (всього 0,2 мм), проте в липні випала рекордна кількість — 144,4 мм, що становило 300,8% від місячної норми та 101,7% від середньої багаторічної норми для літа. Однак ці опади були інтенсивними та зливовими, тому суттєво не поповнили запаси ґрунтової вологи.

Особливу увагу привертає середньорічна температура повітря, яка сягала 14,8 °С, що на 5,4 °С вище за норму. У липні середня температура становила 28,1 °С за норми 21,9 °С, а в серпні — 27,7 °С за норми 21,3 °С. Наприкінці вегетації амаранту ґрунтова посуха посилювалася атмосферною, при цьому середня відносна вологість повітря знижувалася до 15-20%, що негативно впливало на стан посівів амаранту. У той же час, в цілому, можна сказати, що 2022-2023 сільськогосподарський рік за умовами зволоження та температурним режимом був відносно сприятливий для росту та розвитку амаранту.

Зовсім інакше склалися погодні умови у 2023-2024 році які були ще скрутнішими у порівнянні із попереднім роком (табл. 2.3).

**Таблиця 2.3 Характеристика погодних умов у роки проведення досліджень**

| Роки                          | Місяці |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | За рік |
|-------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                               | IX     | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |        |
| 1                             | 2      | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14     |
| Середні багаторічні опади, мм | 27     | 37   | 28   | 27   | 20   | 16   | 19   | 28   | 33   | 54   | 48   | 40   | 398    |
| температура, t <sup>0</sup> C | 16,5   | 10,7 | 4,3  | -0,6 | -3,2 | -2,5 | 1,8  | 8,2  | 15,1 | 20,3 | 21,9 | 21,3 | 9,4    |
| 2023-2024 с.г. рік опади, мм  | 0      | 4,4  | 88,0 | 15,0 | 18,0 | 3,5  | 94,0 | 65,0 | 40,5 | 32,6 | 44,3 | 0,0  | 454,4  |
| температура, t <sup>0</sup> C | 21,3   | 15,5 | 8,1  | 4,7  | 1,5  | 6,8  | 6,3  | 15,8 | 16,6 | 25,3 | 28,1 | 27,8 | 14,9   |

Цього року осінь характеризувалася дуже сухими та спекотними умовами. У вересні опадів не було зовсім, через що пересушений ґрунт важко піддавався обробітку, а температура повітря перевищувала середню багаторічну норму на 5,5 °С. Незначні дощі в жовтні (лише 13,8% від багаторічної норми) не сприяли накопиченню вологи в ґрунті. Лише завдяки листопадовим опадам, які склали 88,0 мм або 314,3% від багаторічної норми, відбулося певне поповнення запасів доступної вологи в ґрунті.

Крім того, слід відмітити про низький рівень вологозабезпечення регіону взимку, який також був неспроможним поповнити запаси вологи в ґрунті. Так, звісно, зимові опади не виправили положення, так як всього випало 36,5мм, що становило лише 58% від середньої багаторічної норми, однак, для регіону в цілому зима була м'яка і тепла. У той же час, весна, як і у минулому році почалася з інтенсивного зростання температури повітря і вже з березня місяця до травня вона збільшилася від +6,3 до +16,4°C, або майже у двічі перевищило багаторічну норму травня місяця. Крім того, обов'язково слід також зазначити, і той факт, що саме у цей період наростання температури повітря супроводжувалося суттєвим випадінням опадів, за весну випало 199,0 мм, або 248,7% від багаторічної норми, що і забезпечило отримання повних і дружніх сходів амаранту та його інтенсивний ріст і розвиток.

У 2023-2024 сільськогосподарському році літо виявилось дуже спекотним, з температурами від +25,3,0 до +28,1 °С. Опадів випало менше середньої багаторічної норми – 76,9 мм, проте серпень був особливо посушливим, не випало зовсім опадів. Загалом погодні умови влітку були вкрай несприятливі для росту та розвитку рослин амаранту і не відповідали середньобагаторічним показникам. Так, нестача опадів і недостатні запаси вологи в ґрунті на момент сівби, відсутність опадів протягом вегетації і особливо у фазу формування зерна, безумовно вплинули на рівень зернової продуктивності амаранту.

Однак, в цілому, можна сказати, що 2023-2024 сільськогосподарський рік за умовами зволоження та температурним режимом, характеризується

виключно як не типовий та не зовсім сприятливий для росту і розвитку рослин амаранту.

Висновки до підрозділу 2.1.3. Проведений моніторинг погодних умов за роки проведення досліджень свідчить про їх певну різноманітність та ефективність впливу на формування врожаю зерна амаранту в досліді. Безумовно можна стверджувати, що 2021-2022 та 2022-2023 сільськогосподарські роки були близькі до позначок середніх багаторічних показників і в цілому сприятливими для рослин амаранту, тоді як 2023-2024 сільськогосподарський рік був вкрай несприятливим для більшості сільськогосподарських культур і особливо для амаранту

Висновки до підрозділу 2.1. Розташування землекористування господарства знаходиться у сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах зони Степу України, що у поєднанні із термовологозабезпеченістю за роки досліджень сприяло успішному вирощуванню амаранту у даному регіоні.

## 2.2. Агротехнічні умови та методика проведення дослідів

### 2.2.1. Програма досліджень

Для проведення наукових досліджень з теми кваліфікаційної роботи була розроблена нами програма дослідів яка передбачала вивчення впливу різної щільності агроценозу окремих районованих сортів амаранту на урожайність зерна у конкретних ґрунтово-кліматичних та організаційно-господарських та економічних умовах Роздільнянського (колишнього Великомихайлівського) району Одеської області. Проведені і методично обґрунтовані наукові спостереження, аналізи та розрахунки дадуть можливість розробити і запропонувати господарству найбільш ефективну, раціональну та адаптовану щільність посівів амаранту і встановити її ефективність в залежності від кліматичних змін у регіоні.

### 2.2.2. Методика проведення досліджень

За визначеною метою і програмою наукових досліджень у 2022 році на дослідному полі кафедри польових і овочевих культур був закладений польовий дослід у межах землекористування ТОВ «Айсберг» Роздільнянського (колишнього Великомихайлівського) району Одеської області. Адміністративний центр знаходиться у с. Гребіники.

Схема дослідів: дослід двохфакторний:

Фактор А – різні сорти амаранту:

$a_1$  – Харківський (контроль);

$a_2$  – Лера.

Фактор А – густина стояння рослин амаранту:

$b_1$  – 80 тис. рослин на 1 га;

$b_2$  – 120 тис. рослин на 1 га (контроль);

$b_3$  – 150 тис. рослин на 1 га;

$b_4$  – 180 тис. рослин на 1 га.

У досліді варіанти дослідів розміщені у 3-х повтореннях методом розщеплених ділянок.

Загальна площа під дослідом 10000,0 м<sup>2</sup>, загальна площа ділянки – 555,0м<sup>2</sup>, облікова – 300,0м<sup>2</sup>.

В досліді була застосована загальноприйнята і рекомендована для зони проведення досліджень технологія вирощування амаранту.

При закладенні дослідів і проведенні наукових спостережень ми користувалися апробованими, загальноприйнятими методиками та ДСТУ [28,29,30]:

1. Спостереження за ростом і розвитком рослин амаранту за фенологічними фазами, а також облік польової схожості зерна амаранту здійснювали відповідно до методики державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Проходження фенологічних фаз (сходи, початок викидання волоті, повне викидання волоті і повна стиглість зерна) визначали за підрахунком у 100 рослин у двох несуміжних повтореннях. Початок фази відмічали при настанні її у 10% рослин, повної – у 75% рослин [31].

2. Щільність посіву (густоту стояння рослин) амаранту визначали через підрахунок кількості рослин на фіксованих рядах довжиною 10 м у двох місцях ділянки, двох несуміжних повторень через 10 днів після появи повних сходів, після формування запланованої густоти стояння та перед збиранням врожаю[28,29,30].

3. Протягом вегетації рослин амаранту визначали по кожному варіанту вологість ґрунту термостатно-ваговим методом – при сівбі, на початку викидання волоті, повного викидання волоті та у фазу повної стиглості зерна. З 3-х свердловин на ділянці відбирались проби ґрунту у шарах ґрунту: 0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 40–60; 60–80; 80–100 см, за допомогою бура АМ-16. Свердловини розміщували по діагоналі посівної площі ділянки. Отримані значення вологості ґрунту використовували у розрахунках запасів доступної вологи по кожному варіанту дослідів [28,29,30].

4. Біометричні показники рослин амаранту спостерігали у фазу початку викидання волоті, повного викидання волоті та перед збиранням амаранту. З

кожного варіанта на захисній зоні відбирали по 25 рослин, вимірювали їх висоту, а потім знаходили середній показник (висоти рослин, діаметру стебла, кількості листків на 1 рослині та бокових пагонів) [31].

5. Динаміку приросту надземної біомаси визначали у фазу початку викидання волоті, повного викидання волоті та перед збиранням амаранту. Для проведення обліків з кожного варіанта відбирали по 25 рослин у п'яти місцях ділянки захисної зони по кожному варіанту рослини амаранту та зважували їх за природної вологості. Потім відібрані рослини подрібнювали та із загальної маси відбирали три зразки по 500 г, які висушували у 2 етапи з температурним режимом у 50-60°C та 100–105°C. [32].

6. Динаміку формування площі листкової поверхні вимірювали у фазу початку викидання волоті та повного викидання волоті методом протічок [28,29,30].

7. При визначенні структури врожаю зерна амаранту користувалися загальноприйнятою методикою Держсорт випробування. Для цього перед збиранням культури у всіх варіантах у п'яти місцях ділянки відбирали 25 рослин за якими визначали масу зерна з однієї рослини, кількість зерен у волоті і масу 1000 зерен [31,33].

8. Результати економічної ефективності вирощування амаранту розраховували за вдосконаленою методикою, розробленою на основі сучасних методів розрахунку економічних показників з використанням технологічних карт та цін і тарифів у період виконання досліджень та Методичними вказівками з визначення економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями [34].

9. Для встановлення достовірності відмінностей між варіантами досліду за рівнем продуктивності зерна амаранту, був задіяний математично-статистичний обробіток результатів дослідження за методом дисперсійного аналізу [28].

### 2.2.3. Технологія вирощування амаранту в досліді

Слідом за збиранням попередника проводили дискування ґрунту на глибину 10-12см у два сліди важкою дисковою бороною в агрегаті із трактором NewHollandTD 5. У посушливий післязбиральний період попередник не спостерігалося відростання бур'янів та падалиці і додаткового обробітку ґрунту до проведення зяблевої оранки не було. У першій декаді жовтня була проведена полицева оранка напівпричепним плугом ERMOSPЕM в агрегаті із трактором NewHollandTD 5 на глибину 23-25см.

Навесні із набуттям фізичної стиглості ґрунту проведено боронування агрегатом NewHollandTD 5 + БШ-10,5. При відростанні ранніх ярих і багаторічних бур'янів була зроблена перша культивація з боронуванням на глибину 10-12см агрегатом NewHollandTD 5 + KuhnKrause. З новою хвилею бур'янів у фазу «білої ниточки» поле знову боронували агрегатом NewHollandTD 5 + БШ-10,5, а безпосередньо перед посівом була зроблена передпосівна культивація на глибину 4-5см NewNewHollandTD 5 + KuhnKrause із наступним прикочуванням котками ЗККШ-6.

Сіяли амарант у оптимальні строки у останню декаду травня агрегатом NewHollandTD 5 + ASTRANOVA 5,4 пристосованим під сівбу дрібнонасіневих культур на глибину 2-3см широкорядним способом (ширина міжрядь 60см) з нормою висіву 1 кг на га із наступним прикочуванням котками ЗККШ-6. До і після появи сходів проводили боронування штригель боровами «Акцент» з трактором NewHollandTD 5.

Технологія вирощування амаранту у досліді була орієнтована на отримання органічного амаранту тому застосування засобів захисту посівів від шкідливих організмів та внесення мінеральних добрив програмою досліджень не передбачено. Для формування розрахованої щільності посівів амаранту згідно за схемою досліді до початку гілкування амаранту проводили ручне прополювання. Якісне ручне прополювання із одночасним формуванням запланованої щільності посівів амаранту в досліді забезпечило одну міжрядну культивацію агрегатом NewHollandTD 5+ УСМК – 5,4.

У фазу повної стиглості зерна збирали амарант суцільним способом комбайном NewHolland.

#### 2.2.4. Характеристика об'єкту досліджень

Для проведення досліджень нами було використано 2 сорти амаранту: Харьковський-1 (універсальний), Лера (зерновий). Обидва сорти належать до виду *A. hypochondriacus*.

Коротку характеристику сортів наведено у таблицях 2.4 – 2.5

**Таблиця 2.4 Характеристика амаранту сорт Харківський-1 (універсальний)**

|                                  |                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Призначання                      | Універсальний, вирощується як кормовий, харчовий, зерновий і лікувальний. |
| Стиглість                        | Середньостиглий                                                           |
| Вегетаційний період              | 90-95 днів.                                                               |
| Колір стебла, листя              | Зелений                                                                   |
| Зерно                            | Світле, не дає падалицю                                                   |
| Висота рослин:                   | 160-300 см.                                                               |
| Урожайність зерна                | до 50 ц / га.                                                             |
| Врожайність біомаси              | до 280 ц / га.                                                            |
| Вміст амарантової олії в насінні | 6-11%.                                                                    |

Сорт Харьковський-1 (універсальний) занесено до Реєстру сортів рослин України в 2001 р, як лікарський. Використовується на зелений корм, силос, гранули, трав'яне борошно та у висушеному вигляді. Використовується також в

лікувальних цілях, для виготовлення хлібобулочних виробів, виготовлення амарантової олії. Оригінатор сорту ХНАУ ім. В.В. Докучаєва.

Рекомендований посів: міжряддя 45 або 70 см.

Витрата насіння на 1 га:

- міжряддя 45см – 1,5кг,
- міжряддя 70см – 1кг.

На 1 погонний метр в рядку рекомендовано лишати 8-10 продуктивних рослин [35].



**Рис. 2.1 Насіння амаранту, сорт Харківський-1 (універсальний)**

Сорт Лера, що був створений шляхом індивідуального добору із зразку *A. hypochondriacus* (К - 14), занесений до Реєстру сортів рослин України у 2002 р. Характеристика амаранту сорту Лера наведена у таблиці 2.5.

**Таблиця 2.5 Характеристика амаранту сорт Лера (зерновий)**

|                                  |                                                    |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|
| Призначання                      | кормовий, зерновий, харчовий                       |
| Стиглість                        | середньостиглий                                    |
| Вегетаційний період              | 105-110 днів.                                      |
| Колір стебла, листя              | Стебло зелене, листя зелене з червоними прожилками |
| Волоть                           | довжиною 54 см., червона, компактна                |
| Зерно                            | біле                                               |
| Висота рослин:                   | 170-220 см.                                        |
| Урожайність зерна                | 22-30 ц / Га.                                      |
| Врожайність біомаси              | 150-200 ц/Га.                                      |
| Вміст амарантової олії в насінні | 3-6,5%.                                            |
| Вміст білка в насінні            | 20,6%.                                             |
| Стійкість до вилягання           | 9 балів,                                           |
| Стійкість до осипання            | 8 балів.                                           |

Рекомендований посів: міжряддя 45 або 70 см.

На погонному метрі у рядку бажано залишати 6 - 7 продуктивних рослин.

Посів використовується для продовження зеленого конвеєра для тварин, заготівлі силосу. Зерно призначено для виготовлення борошна та олії [35]  
(Джерело: Амарант України. URL: <https://amarant-ukr.com.ua/>)



**Рис. 2.2 Насіння амаранту, сорт Лера (зерновий)**

Висновки до розділу 3:

Всі операції технології вирощування амаранту виконувались існуючою в господарстві технікою і агрегатами.

Сорти, що використовувались під час досліджень, є сортами вітчизняної селекції і районовані для вирощування в Україні.

Методи і методики досліджень є стандартними, апробованими і викладені в спеціалізованій літературі і застосовуються при проведенні досліджень в агрономії. Визначення програми, підбір комплексу необхідних методів і методик дослідження цілком відповідає поставленій меті виконання магістерської кваліфікаційної роботи і дозволяє отримати надійні результати.

### РОЗДІЛ 3

## ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН АМАРАНТУ НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ

### 3.1. Вологозабезпеченість посівів амаранту

Однією з ключових складових ефективної родючості ґрунту є наявність доступної для рослин вологи [36-41]. Оскільки у нашому регіоні кількість доступної вологи в ґрунті є обмежувальним фактором, нами було досліджено її динаміку на різних фазах розвитку рослин (таблиця 3.1 -3.4)

**Таблиця 3.1. Запаси доступної вологи метрового шару ґрунту за фазами розвитку амаранту, мм, 2022 р.**

| Варіант                             |                           | Сівба |      |       | Викидання волоті |      |       | Фаза повного утворення волоті |      |       |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|------|-------|------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
|                                     |                           | 0-10  | 0-30 | 0-100 | 0-10             | 0-30 | 0-100 | 0-10                          | 0-30 | 0-100 |
| 1. Харківський-1<br>(універсальний) | 90 тис./га                | 14,5  | 47,8 | 136,8 | 16,5             | 47,2 | 139,9 | 17,8                          | 47,3 | 143,8 |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 14,8  | 47,5 | 136,1 | 16,1             | 47,0 | 135,4 | 17,5                          | 46,4 | 142,6 |
|                                     | 150 тис./га               | 14,0  | 47,3 | 135,7 | 15,6             | 45,1 | 130,3 | 17,3                          | 43,6 | 140,3 |
|                                     | 180 тис./га               | 14,3  | 47,7 | 136,6 | 15,0             | 42,0 | 128,8 | 17,1                          | 41,7 | 138,1 |
| 2. Лера (зерновий)                  | 90 тис./га                | 15,2  | 53,3 | 136,6 | 23,0             | 61,1 | 146,4 | 17,0                          | 52,2 | 150,8 |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,0  | 53,0 | 136,0 | 22,7             | 60,6 | 145,7 | 16,8                          | 52,0 | 150,1 |
|                                     | 150 тис./га               | 15,8  | 53,7 | 136,8 | 22,2             | 58,4 | 144,4 | 16,4                          | 50,3 | 148,3 |
|                                     | 180 тис./га               | 15,7  | 53,1 | 136,1 | 22,1             | 56,1 | 141,5 | 16,2                          | 48,8 | 144,4 |

В залежності від умов зволоження регіону в роки проведення досліджень запаси вологи у ґрунті коливалися по роках і в залежності від варіанту

щільності агроценозу в досліді протягом вегетації. Так, за рівнем зволоження і вологозабезпечення 2021-2022 сільськогосподарський рік був найсприятливішим для росту і розвитку рослин амаранту. У цей рік навіть на час повного утворення волоті запаси доступної вологи у ґрунті становили по сорту Харківський-1 (універсальний) від 143,8 мм у варіанті із щільністю 90 тис.шт./га до 138,1мм у варіанті з щільністю посіву 150 тис.шт./га. А по сорту амаранту Лера (зерновий) вони становили ще більше і були відповідно у межах 150,8 – 144,4 мм. Враховуючи той факт, що на початку вегетації запаси доступної вологи були однакові, то можна припустити, що сорт Лера має більш заощадливий режим водоспоживання у порівнянні із сортом Харківський-1.

Зовсім іншим чином склався водний режим ґрунту у посівах амаранту в досліді у 2022-2023 сільськогосподарському році (табл. 3.2)

**Таблиця 3.2. Запаси доступної вологи метрового шару ґрунту за фазами розвитку амаранту, мм, 2023 р.**

| Варіант                             |                           | Сівба |      |       | Викидання волоті |      |       | Фаза повного утворення волоті |      |       |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|------|-------|------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
|                                     |                           | 0-10  | 0-30 | 0-100 | 0-10             | 0-30 | 0-100 | 0-10                          | 0-30 | 0-100 |
| 1. Харківський-1<br>(універсальний) | 90 тис./га                | 14,9  | 33,8 | 123,2 | 3,2              | 19,1 | 27,4  | 1,0                           | 6,5  | 16,9  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,5  | 33,9 | 123,0 | 2,5              | 18,9 | 23,6  | 0,8                           | 6,3  | 15,6  |
|                                     | 150 тис./га               | 15,0  | 33,1 | 122,8 | 2,1              | 17,7 | 25,7  | 0,4                           | 5,8  | 15,1  |
|                                     | 180 тис./га               | 15,3  | 33,7 | 122,7 | 2,0              | 17,1 | 25,1  | 0,0                           | 5,1  | 15,0  |
| 2. Лера (зерновий)                  | 90 тис./га                | 15,7  | 33,3 | 124,1 | 3,6              | 19,7 | 28,0  | 1,2                           | 6,2  | 15,4  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,2  | 32,5 | 123,4 | 3,0              | 19,0 | 27,3  | 1,1                           | 6,0  | 15,0  |
|                                     | 150 тис./га               | 14,8  | 33,4 | 123,5 | 2,4              | 18,1 | 26,0  | 0,0                           | 5,6  | 14,7  |
|                                     | 180 тис./га               | 15,6  | 32,1 | 123,8 | 2,2              | 17,6 | 25,3  | 0,0                           | 5,2  | 14,3  |

Так, в цьому році на час сівби запаси доступної вологи в ґрунті по всіх варіантах дослідів були в середньому меншими у порівнянні з попереднім роком на 10,6%. Протягом вегетації запаси доступної вологи значно зменшувалися і у фазу повного викидання волоті вони були лише у межах 15,0 – 16,9 мм по сорту Харківський-1 (універсальний) та 14,3 – 15,4 по сорту Лера (зерновий), або майже у 10 разів менше за попередній рік.

У 2023-2024 сільськогосподарському році, який характеризувався як вкрай несприятливий для росту і розвитку майже всіх сільськогосподарських культур, і втім числі для амаранту, запаси доступної вологи починаючи з сівби і протягом всієї вегетації були ще меншими у порівнянні із попередніми роками, що безумовно відбилося на рівні зернової продуктивності амаранту (табл. 3.3).

**Таблиця 3.3. Запаси доступної вологи метрового шару ґрунту за фазами розвитку амаранту, мм, 2024 р.**

| Варіант                             |                           | Сівба |      |       | Викидання волоті |      |       | Фаза повного утворення волоті |      |       |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|------|-------|------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
|                                     |                           | 0-10  | 0-30 | 0-100 | 0-10             | 0-30 | 0-100 | 0-10                          | 0-30 | 0-100 |
| 1. Харківський-1<br>(універсальний) | 90 тис./га                | 15,9  | 21,4 | 63,2  | 3,5              | 9,2  | 38,8  | 0,0                           | 2,0  | 10,1  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,5  | 20,6 | 63,0  | 3,0              | 8,9  | 33,9  | 0,0                           | 1,4  | 8,4   |
|                                     | 150 тис./га               | 16,0  | 20,7 | 62,8  | 2,1              | 8,1  | 30,1  | 0,0                           | 1,0  | 6,8   |
|                                     | 180 тис./га               | 15,8  | 21,3 | 63,7  | 1,2              | 7,3  | 28,4  | 0,0                           | 0,9  | 6,0   |
| 2. Лера (зерновий)                  | 90 тис./га                | 15,0  | 21,8 | 62,4  | 4,1              | 9,6  | 33,2  | 0,0                           | 2,2  | 10,8  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,7  | 21,0 | 63,3  | 3,8              | 9,0  | 33,8  | 0,0                           | 1,8  | 9,1   |
|                                     | 150 тис./га               | 15,1  | 21,4 | 63,0  | 2,4              | 8,3  | 32,6  | 0,0                           | 1,2  | 7,8   |
|                                     | 180 тис./га               | 16,6  | 21,3 | 62,8  | 2,0              | 8,0  | 30,7  | 0,0                           | 1,1  | 6,6   |

Так, дані таблиці 3.3 свідчать про те, що на час сівби амаранту в досліді запаси доступної вологи у метровому шарі ґрунту зменшилися майже у 2 рази у порівнянні з попереднім роком, що у зв'язку з відсутністю суттєвих опадів під час вегетаційного періоду суттєво вплинуло на процеси росту та розвитку рослин амаранту в цьому році. Протягом вегетації запаси доступної вологи в ґрунті за варіантами досліді поступово зменшувалися і досягли найменшого значення саме у фазу повного викидання волоті. де становили по сорту Харківський-1 (універсальний) у межах лише 6,0 – 10,1мм, а по сорту Лера (зерновий) відповідно 6,6 – 10,8мм.

В цілому за роки досліджень в досліді встановилася певна закономірність із впливом різної щільності агроценозу амаранту на формування водного режиму ґрунту та запасам доступної вологи під посівами амаранту (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4. Запаси доступної вологи метрового шару ґрунту за фазами розвитку амаранту, мм, середнє за 2022-24 рр.**

| Варіант                             |                           | Сівба |      |       | Викидання волоті |      |       | Фаза повного утворення волоті |      |       |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|------|-------|------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
|                                     |                           | 0-10  | 0-30 | 0-100 | 0-10             | 0-30 | 0-100 | 0-10                          | 0-30 | 0-100 |
| 1. Харківський-1<br>(універсальний) | 90 тис./га                | 15,1  | 34,3 | 107,7 | 7,7              | 25,2 | 68,7  | 6,3                           | 18,6 | 56,9  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,3  | 34,0 | 107,4 | 7,2              | 24,9 | 64,3  | 6,1                           | 18,0 | 55,5  |
|                                     | 150 тис./га               | 15,0  | 33,7 | 107,1 | 6,6              | 23,6 | 62,0  | 5,9                           | 16,8 | 54,1  |
|                                     | 180 тис./га               | 15,1  | 34,2 | 107,7 | 6,1              | 22,1 | 60,8  | 5,7                           | 15,9 | 53,0  |
| 2. Лера (зерновий)                  | 90 тис./га                | 15,3  | 36,1 | 107,7 | 10,2             | 30,1 | 69,2  | 6,1                           | 20,2 | 59,0  |
|                                     | 120 тис./га<br>(контроль) | 15,3  | 35,5 | 107,6 | 9,8              | 29,5 | 68,9  | 6,0                           | 19,9 | 58,1  |
|                                     | 150 тис./га               | 15,2  | 36,2 | 107,8 | 9,0              | 28,3 | 67,7  | 5,5                           | 19,0 | 56,9  |
|                                     | 180 тис./га               | 16,0  | 35,5 | 107,6 | 8,8              | 27,2 | 65,8  | 5,4                           | 18,4 | 55,1  |

Так за даними таблиці 3.4 найкращою була вологозабезпеченість рослин амаранту сорту Харківський-1 (універсальний) в метровому шарі ґрунту у фазу повного утворення волоті у варіанті з щільністю посіву 90 тис.шт./га де запаси доступної вологи склали 56,9 мм, що перевищувало запаси у контрольному варіанті на 1,4мм. або були майже однакові. Із загущенням посівів амаранту вологозабезпеченість рослин погіршувалася і у варіанті із щільністю посіву у 180 тис.шт./га запаси доступної вологи були найменші та становили лише – 53,0мм. або на 2,5 –3,9мм менше за контрольний варіант (120 тис.шт./га) та варіант із щільністю агроценозу у 90 тис.шт./га відповідно. Решта варіантів за щільністю агроценозу амаранту, займали проміжне положення по запасах доступної вологи в ґрунті. Аналогічна закономірність у змінах запасів доступної вологи в метровому шарі ґрунту в залежності від щільності посіву спостерігалася в досліді і по другому сорту Лера (зерновий) із незначною тенденцією, щодо поліпшення процесу водоспоживання рослинами амаранту цього сорту.

Висновки до підрозділу 3.1. Таким чином, отримані дані свідчать про те, що в середньому за роки досліджень запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту за щільності агроценозу амаранту від 120 тис. шт. рослин на 1 га і вище суттєво зменшуються, що призводить до підвищення конкуренції між рослинами амаранту у водоспоживанні та обумовлює гальмування процесів накопичення органічної речовини і створення урожаю зерна.

### **3.2. Вплив щільності посіву амаранту на біометричні показники рослин**

Дослідженнями було доведено, що в результаті змін у стадіях розвитку амаранту формуються нові морфологічні структури. Протягом онтогенезу відбуваються природні зміни рослин, як за розмірами, так і за зовнішніми морфологічними ознаками. Ці зміни викликані впливом факторів зовнішнього середовища, таких як температура, вологість і освітлення.

З літературних джерел відомо, що до основних морфологічних ознак амаранту належать висота рослин, діаметр стебла, облистяність, маса рослин, маса листя з однієї рослини, площа листя та індекс листяної поверхні. Ці показники відображають стан розвитку рослин, демонструючи взаємодію між генотипом та умовами вирощування [42,43].

У стеблостой амаранту під час його розвитку формуються певні умови, що визначаються повітряним, водним та світловим режимами, які впливають на продуктивність рослин.

Динаміка біометричних показників протягом вегетації рослин амаранту сортів Харківський-1 (універсальний) і Лера (зерновий) в середньому за роки досліджень в залежності від щільності посівів наведено у таблицях 3.5 – 3.6.

**Таблиця 3.5 Зміна висоти рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів, середнє за 2022-24рр.**

| Варіант досліджу              |                                         | Висота рослин амаранту, см |               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Фактор А – сорт               | Фактор В – щільність посіву тис. шт./га | Фаза утворення волоті      | Фаза цвітіння | Фаза повної стиглості зерна |
| Харківський-1 (універсальний) | 90                                      | 75                         | 142           | 145                         |
|                               | 120 (контроль)                          | 80                         | 147           | 152                         |
|                               | 150,0                                   | 83                         | 150           | 161                         |
|                               | 180                                     | 86                         | 152           | 164                         |
| Лера (зерновий)               | 90                                      | 77                         | 144           | 153                         |
|                               | 120                                     | 87                         | 150           | 158                         |
|                               | 150                                     | 90                         | 162           | 164                         |
|                               | 180                                     | 93                         | 166           | 170                         |

Протягом 3-х років досліджень спостереження за динамікою висоти рослин амаранту показали, що сорт амаранту Лера (зерновий) був помітно вищим, ніж сорт Харківський-1 (універсальний) (табл. 3.5). Варто зазначити,

що у фазі повної стиглості, при густоті 120 тис. шт./га, рослини амаранту в контрольному варіанті досягали висоти 152 см, тоді як рослини сорту Лера (зерновий) при тій самій густоті мали середню висоту 158 см, що на 6 см більше за контрольні показники. Так саме і за іншими варіантами щільності посівів амаранту в досліді спостерігається відмічена закономірність, а саме, рослини сорту Лера (зерновий) у варіанті 90 тис.шт./га були вищі на 8см, у варіанті 150 тис.шт./га – на 3см і у варіанті 180 тис.шт./га відповідно на 6см у порівнянні з сортом Харківський-1 (універсальний). Однак, варто також відзначити, що загущення посівів амаранту певною мірою впливає на висоту рослин. Найвищі показники висоти були зафіксовані при найбільшій щільності посіву — 180 тис. шт./га. Для сорту Харківський-1 (універсальний) висота рослин у фазі утворення волоті становила 86,0 см, у фазі цвітіння – 152,0 см, а в фазі повної стиглості зерна – 164,0 см. У контрольному варіанті з щільністю 120 тис. шт./га ці показники були нижчими: 80,0 см, 147,0 см та 152,0 см відповідно, що на 6,0, 5,0 та 12 см менше. Водночас найнижча висота рослин була зафіксована при найменшій густоті посіву – 90 тис. шт./га.

Спостереження за динамікою росту рослин амаранту сорту Лера (зерновий) виявили аналогічну закономірність. Це можна пояснити тим, що при загущеності посівів від 90 до 180 тис. рослин на 1 га відбувається конкуренція між рослинами, яка змушує їх витягуватися в пошуках кращого доступу до сонячного світла. У цьому випадку саме сонячна енергія виступає лімітуючим фактором росту рослин. Крім висоти рослин в процесі онтогенезу вимірювали також і діаметр стебла амаранту. Отримані результати спостереження у досліді динаміки змін діаметру стебла рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів наведено у таблиці 3.6

**Таблиця 3.6 Динаміка зміни діаметру стебла рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів, середнє за 2022-24рр.**

| Варіант досліджу              |                                         | Діаметр стебла рослин амаранту, см |               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Фактор А – сорт               | Фактор В – щільність посіву тис. шт./га | Фаза утворення волоті              | Фаза цвітіння | Фаза повної стиглості зерна |
| Харківський-1 (універсальний) | 90                                      | 2,5                                | 2,7           | 3,0                         |
|                               | 120 (контроль)                          | 2,4                                | 2,7           | 2,8                         |
|                               | 150                                     | 2,3                                | 2,5           | 2,5                         |
|                               | 180                                     | 2,0                                | 2,1           | 2,3                         |
| Лера (зерновий)               | 90                                      | 2,8                                | 3,0           | 3,2                         |
|                               | 120                                     | 2,5                                | 2,6           | 3,0                         |
|                               | 150                                     | 2,1                                | 2,5           | 2,8                         |
|                               | 180                                     | 2,1                                | 2,3           | 2,7                         |

Слід зазначити і той факт, що щільність посівів також впливає на товщину стебла рослин амаранту (табл. 3.6). Найбільший діаметр стебел спостерігався при щільності 90 тис. шт./га: у сорту Харківський-1 (універсальний) він варіював від 2,5 до 3,0 см по фазах розвитку, а по сорту Лера (зерновий) – від 2,8 до 3,2 см. Найменшу товщину стебел зафіксовано при щільності 180 тис. шт./га: для Харківського-1 (універсальний) вона складала від 2,0 до 2,3 см, а для Лери (зерновий) – від 2,1 до 2,7 см.

Інші варіанти щільності посівів сорту Харківський-1 (універсальний) займали проміжне положення за показником товщини стебел. Ця тенденція зберігалася для обох сортів. Це можна пояснити тим, що при загущеності посівів рослини витрачають значну кількість енергії на збільшення висоти, витягуються вгору і не здатні сформувати товсте та міцне стебло.

Висновки до підрозділу 3.2. Самі високі рослини були зафіксовані при найбільшій щільності посіву — 180 тис. шт./га. Для сорту Харківський-1 (універсальний) висота рослин у фазі утворення волоті становила 86,0 см, у

фазі цвітіння – 152,0 см, а в фазі повної стиглості зерна – 164,0 см. У контрольному варіанті з щільністю 120 тис. шт./га ці показники були нижчими: 80,0 см, 147,0 см та 152,0 см відповідно, що на 6,0, 5,0 та 12 см менше. Водночас найнижча висота рослин була зафіксована при найменшій густоті посіву – 90 тис. шт./га.

Крім того, найбільший діаметр стебел спостерігався при щільності 90 тис. шт./га: у сорту Харківський-1 (універсальний) він варіював від 2,5 до 3,0 см по фазах розвитку, а по сорту Лера (зерновий) – від 2,8 до 3,2 см. Найменшу товщину стебел зафіксовано при щільності 180 тис. шт./га: для Харківського-1 (універсальний)

### 3.3. Площі листової поверхні

З літературних джерел відомо за проведеними дослідженнями, що оптимальна площа листової поверхні сільськогосподарських культур, яка забезпечує максимальну продуктивність, становить близько 40 тис. м<sup>2</sup> на 1 га. Однак для сучасних інтенсивних сортів і гібридів ця площа може досягати 50-60 тис. м<sup>2</sup>/га.

Вивчення фотосинтезу сільськогосподарських рослин показало, що 90% біомаси врожаю формується за рахунок вуглецю і кисню, які рослина поглинає з повітря через листя у вигляді вуглекислого газу. Саме тому це живлення часто називають повітряним, вуглекислотним або листовим.

Саме листя рослин відіграє ключову роль у їхньому живленні, і багато дослідників зазначають, що інтенсивність накопичення органічної маси врожаю в посівах залежить переважно від розмірів фотосинтетичного апарату, його активності та тривалості функціонування. Експериментальні дослідження довели, що саме площа листя в основному визначає темпи та інтенсивність росту рослин, причому коефіцієнт кореляції між цими показниками є досить високим і становить  $0,89 \pm 0,04$  [44].

З літературних джерел відомо, що темпи листоутворення, загальна площа фотосинтетичної поверхні та її продуктивність мають значний вплив на

урожайність, оскільки 95% сухої речовини врожаю формується з органічних сполук.

За програмою наших наукових досліджень було передбачено визначення впливу щільності посіву на формування площі листяної поверхні та облистяності рослин амаранту. Результати спостережень наведено у таблицях 3.7 – 3.8.

**Таблиця 3.7 Зміна облистяності рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів, середнє за 2022-24 рр.**

| Варіант досліджу                  |                                               | Облистяність рослин амаранту, % |                  |                            |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------|
| Фактор А – сорт                   | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га | Фаза<br>утворення<br>волоті     | Фаза<br>цвітіння | Фаза<br>утворення<br>зерна |
| Харківський -1<br>(універсальний) | 90                                            | 15,5                            | 24,6             | 19,0                       |
|                                   | 120 (контроль)                                | 18,3                            | 23,9             | 19,0                       |
|                                   | 150                                           | 16,9                            | 25,3             | 19,7                       |
|                                   | 180                                           | 14,1                            | 23,2             | 18,3                       |
| Лера (зерновий)                   | 90                                            | 15,5                            | 27,4             | 22,5                       |
|                                   | 120                                           | 16,2                            | 26,7             | 23,2                       |
|                                   | 150                                           | 16,9                            | 28,1             | 23,2                       |
|                                   | 180                                           | 12,7                            | 26,7             | 21,8                       |

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.7, показує, що процес листоутворення у обох сортів амаранту відбувається до фази цвітіння, на яку припадає найбільша кількість листя на одну рослину для всіх варіантів щільності посіву в досліді. При цьому рослини сорту Лера (зерновий) відзначалися більшою облистяністю – у пік листоутворення цей показник складав 26,7-28,1% залежно від щільності посіву, тоді як у сорту Харківський-1 (універсальний) він становив лише 23,2-25,3%. Крім того, як показали проведені

дослідження із збільшенням щільності посіву амаранту від 90 до 150 тис. шт./га облистяність рослин протягом вегетації спочатку зростає, але при найбільшій щільності (180 тис. шт./га) починає зменшуватися. Це свідчить про те, що для досягнення максимальної облистяності оптимальною є щільність посіву 150 тис. шт./га, що стосується для обох сортів.

Особливого значення для визначення закономірності формування рівня продуктивності рослин амаранту в залежності від щільності його посівів, крім облистяності рослин ми проводили обліки із площі листа 1 рослини, площі листа на 1 га тарозрахунки індексу листяної поверхні (табл. 3.8).

**Таблиця 3.8 Динаміка площі листа рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів, 2022-24рр.**

| Варіант досліджу                       |                                               | Площа<br>листя 1<br>рослини,<br>м <sup>2</sup> | Площа<br>листя на 1<br>га,<br>тис. м <sup>2</sup> | Індекс<br>листяної<br>поверхні |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| Фактор А –<br>сорт                     | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га |                                                |                                                   |                                |
| Фаза утворення волоті                  |                                               |                                                |                                                   |                                |
| Харківський - 1<br>(універсальний<br>) | 90                                            | 0,480                                          | 39,96                                             | 3,99                           |
|                                        | 120 (контроль)                                | 0,374                                          | 43,66                                             | 4,36                           |
|                                        | 150                                           | 0,346                                          | 51,91                                             | 5,19                           |
|                                        | 180                                           | 0,289                                          | 52,99                                             | 5,30                           |
| Лера<br>(зерновий)                     | 90                                            | 0,380                                          | 31,64                                             | 3,16                           |
|                                        | 120                                           | 0,364                                          | 42,43                                             | 4,24                           |
|                                        | 150                                           | 0,327                                          | 49,06                                             | 4,90                           |
|                                        | 180                                           | 0,283                                          | 51,82                                             | 5,18                           |

Продовження таблиці 3.8

|                              |                |       |       |      |
|------------------------------|----------------|-------|-------|------|
| Харківський<br>універсальний | 90             | 0,536 | 44,64 | 4,46 |
|                              | 120 (контроль) | 0,518 | 60,49 | 6,05 |
|                              | 150            | 0,460 | 69,00 | 6,90 |
|                              | 180            | 0,413 | 75,67 | 7,57 |
| Лера<br>(зерновий)           | 90             | 0,592 | 49,27 | 4,92 |
|                              | 120            | 0,581 | 67,74 | 6,77 |
|                              | 150            | 0,510 | 76,49 | 7,65 |
|                              | 180            | 0,430 | 78,77 | 7,88 |
| Фаза утворення зерна         |                |       |       |      |
| Харківський<br>універсальний | 90             | 0,429 | 35,74 | 3,57 |
|                              | 120 (контроль) | 0,409 | 47,85 | 4,78 |
|                              | 150            | 0,354 | 53,07 | 5,30 |
|                              | 180            | 0,318 | 58,27 | 5,82 |
| Лера<br>(зерновий)           | 90             | 0,467 | 38,90 | 3,89 |
|                              | 120            | 0,456 | 55,65 | 5,56 |
|                              | 150            | 0,392 | 58,87 | 5,89 |
|                              | 180            | 0,331 | 60,65 | 6,06 |

Проведені спостереження за динамікою формування площі листової поверхні рослин амаранту впродовж вегетаційного періоду показали залежність її величини від щільності посіву. При мінімальній щільності посіву спостерігається максимальна площа асиміляційної поверхні. Зокрема, у фазі цвітіння амаранту, у контрольному варіанті (120 тис. рослин/га), площа листової поверхні однієї рослини сорту Харківський-1 (універсальний) становила 0,518м<sup>2</sup>. При збільшенні густоти посіву до 150-180 тис. рослин/га цей

показник знижувався до  $0,460 - 0,413 \text{ м}^2$ , що відповідає зменшенню на  $0,058 - 0,105 \text{ м}^2$ .

Водночас найбільшу площу листової поверхні формували рослини сорту Харківський-1 (універсальний) при щільності посіву 90 тис. рослин/га, де цей показник досягав  $0,536 \text{ м}^2$ , що перевищувало контрольний варіант на  $0,018 \text{ м}^2$ . Порівняно з варіантами густоти 150 та 180 тис. рослин/га, площа листової поверхні була більшою на  $0,076$  та  $0,123 \text{ м}^2$  відповідно.

Нами встановлено також і для сорту Лера в дослідженні спостерігається схожа закономірність. Проте рослини цього сорту, незалежно від густоти стояння, мали більшу асиміляційну поверхню порівняно з сортом Харківський-1 (універсальний) за тих самих умов вирощування. Це можна пояснити високим генетичним потенціалом сорту Лера.

У той же час, проведені обліки динаміки площі листя рослин амаранту протягом вегетації свідчать також і про те, що найбільший індекс листової поверхні незалежно від сорту відповідає найбільшій щільності посіву ( $180 \text{ тис. шт./га}$ ). Така тенденція зберігається для обох сортів по всіх фазах розвитку рослин амаранту.

Висновки до підрозділу 3.3. Проведені спостереження за динамікою формування асиміляційної поверхні рослин амаранту в досліді в залежності від щільності його посівів довели, що протягом вегетаційного періоду найбільша асиміляційна поверхня формується за найменшої щільності посіву. Так, у фазі цвітіння, у контрольному варіанті (120 тис. рослин/га), площа листової поверхні однієї рослини сорту Харківський-1 (універсальний) становила  $0,518 \text{ м}^2$ , тоді як при збільшенні щільності посіву до  $150-180$  тис. рослин/га цей показник зменшувався до  $0,460 - 0,413 \text{ м}^2$ , тобто на  $0,058 - 0,105 \text{ м}^2$  менше. А по сорту Лера (зерновий) ці показники відповідно також зменшувалися і становили  $0,510 - 0,430 \text{ м}^2$  у порівнянні з варіантом із щільністю посіву у 120 тис. шт./га, або на  $0,071 - 0,151 \text{ м}^2$  менше.

### 3.4. Динаміка накопичення сухої речовини

Певний науковий інтерес для оптимізації елементів посівного комплексу за технології вирощування амаранту в умовах Степу України мають особливості процесів формування надземної маси та накопичення сухої речовини рослинами амаранту в залежності від щільності посіву.

Так, вплив щільності посіву амаранту на зміну біометричних показників підтверджується у нашому досліді також результатами визначення надземної маси рослин протягом вегетації (табл.3.9).

**Таблиця 3.9 Динаміка надземної маси рослин амаранту протягом вегетації в залежності від щільності посівів, середнє за 2022-24рр.**

| Варіант досліду                    |                                         | Маса 1 рослини амаранту, г |               |                      |
|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------|
| Фактор А – сорт                    | Фактор В – щільність посіву тис. шт./га | Фаза утворення волоті      | Фаза цвітіння | Фаза утворення зерна |
| Харківський - 1<br>(універсальний) | 90                                      | 274,5                      | 524,7         | 490,2                |
|                                    | 120 (контроль)                          | 233,9                      | 498,0         | 467,9                |
|                                    | 150                                     | 223,3                      | 462,8         | 407,4                |
|                                    | 180                                     | 202,6                      | 360,3         | 324,7                |
| Лера<br>(зерновий)                 | 90                                      | 257,1                      | 551,4         | 538,5                |
|                                    | 120                                     | 246,6                      | 507,8         | 501,5                |
|                                    | 150                                     | 230,9                      | 469,1         | 439,6                |
|                                    | 180                                     | 207,1                      | 439,2         | 411,8                |

Так, у досліді зі збільшенням щільності посіву відбувається зменшення маси однієї рослини амаранту. У фазі утворення зерна для сорту Харківський-1 (універсальний) найбільша маса рослини (490,2 г) спостерігається за щільності

90 тис. рослин/га, тоді як найменша (324,7 г) – за щільності 180 тис. рослин/га. Подібні зміни відзначаються і для сорту Лера (зерновий).

Особливої уваги набуває аналіз результатів спостережень за динамікою умісту сухої речовини в рослинах амаранту, який свідчить про те, що при збільшенні щільності посіву до 180 тис. шт/га відбувається її зменшення (табл. 3.10)

**Таблиця 3.10 Динаміка умісту сухої речовини в рослинах амаранту протягом вегетації, в залежності від щільності посіву, середнє за 2022-24р.**

| Варіант досліджу                |                                         | Уміст сухої речовини, % |               |                      |
|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| Фактор А – сорт                 | Фактор В – щільність посіву тис. шт./га | Фаза утворення волоті   | Фаза цвітіння | Фаза утворення зерна |
| Харківський - 1 (універсальний) | 90                                      | 17,7                    | 19,6          | 22,2                 |
|                                 | 120 (контроль)                          | 17,2                    | 19,2          | 21,8                 |
|                                 | 150                                     | 14,8                    | 18,9          | 21,7                 |
|                                 | 180                                     | 14,3                    | 18,6          | 21,2                 |
| Лера (зерновий)                 | 90                                      | 17,1                    | 18,9          | 20,8                 |
|                                 | 120                                     | 15,8                    | 18,6          | 20,3                 |
|                                 | 150                                     | 14,5                    | 18,4          | 20,1                 |
|                                 | 180                                     | 14,3                    | 17,7          | 19,6                 |

Висновки до підрозділу 3.4. Доведено у досліді зі збільшенням щільності посіву відбувається зменшення маси однієї рослини амаранту. У фазі утворення зерна для сорту Харківський-1 (універсальний) найбільша маса рослини (490,2 г) спостерігається за щільності 90 тис. рослин/га, тоді як найменша (324,7 г) – за щільності 180 тис. рослин/га. Подібні зміни відзначаються і для сорту Лера (зерновий).

Особливої уваги набуває аналіз результатів спостережень за динамікою вмісту сухої речовини в рослинах амаранту, який свідчить про те, що при збільшенні щільності посіву до 180 тис.шт/га відбувається її зменшення.

### **3.5. Урожайність зерна амаранту**

З наукової літератури відомо, що основним показником ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур є урожай. Це комплексний інтегральний показник, який формується під впливом багатьох факторів навколишнього середовища, а також біологічних особливостей самої культури та сорту (гібриду). Для досягнення високої врожайності важливо виявити та вчасно створити оптимальні умови для росту й розвитку рослин.

Ріст рослинного організму безпосередньо пов'язаний зі споживанням значної кількості органічних речовин, які синтезуються самою рослиною. Ці процеси збігаються з активізацією росту, що сприяє розширенню асиміляційної поверхні та, відповідно, підвищенню фотосинтетичної активності. Відтак, загальна продуктивність і врожайність рослин тісно залежать від темпів їх росту та розвитку протягом вегетаційного періоду [45,46,47].

Багато досліджень підтверджують, що рівень продуктивності рослин і кінцева врожайність залежать від темпів їх росту та розвитку протягом вегетаційного періоду. На ці процеси суттєво впливають екологічні фактори й ґрунтові умови, які змінюються залежно від застосованих технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Під час проведення наукових досліджень саме зовнішні умови вирощування амаранту суттєво змінювались за роками за рівнем волого- та теплозабезпеченості рослин. Так, у самий сприятливий 2021-2022 сільськогосподарський рік в досліді було отримано самий високий урожай зерна амаранту, який по сорту Харківський-1 (універсальний) коливався в залежності від щільності агроценозу у межах від 1,89 до 2,6 т/га, а по сорту Лера (зерновий) відповідно – від 1,97 до 2,84 т/га (табл. 3.11).

**Таблиця 3.11 Урожай зерна амаранту в залежності від щільності посіву в досліді, 2022р.**

| Варіант досліді                       |                                               | Урожайність<br>зерна амаранту,<br>т/га | Відхилення від<br>контролю, +/- |      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------|
| Фактор А –<br>сорт                    | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га |                                        | т/га                            | %    |
| Харківський -<br>1<br>(універсальний) | 90                                            | 1,89                                   | -0,50                           | 20,9 |
|                                       | 120 (контроль)                                | 2,39                                   | -                               | -    |
|                                       | 150                                           | 2,60                                   | +0,21                           | 8,8  |
|                                       | 180                                           | 2,35                                   | -0,04                           | 1,7  |
| Лера<br>(зерновий)                    | 90                                            | 1,97                                   | -0,42                           | 17,6 |
|                                       | 120                                           | 2,55                                   | +0,16                           | 6,7  |
|                                       | 150                                           | 2,84                                   | +0,45                           | 18,8 |
|                                       | 180                                           | 2,36                                   | -0,03                           | 1,3  |
| НІР <sub>05</sub>                     | Для фактору А                                 | 0,13                                   |                                 |      |
|                                       | Для фактору В                                 | 0,21                                   |                                 |      |

2022-2023 сільськогосподарський рік був менш сприятливий для росту і розвитку рослин амаранту і характеризувався меншим рівнем вологозабезпечення та достатньо високими температурами повітря протягом вегетаційного періоду, у певній мірі вплинуло на рівень зернової продуктивності амаранту в досліді (табл. 3.12).

**Таблиця 3.12 Урожай зерна амаранту в залежності від щільності посіву в досліді, 2023р.**

| Варіант досліді                       |                                               | Урожайність<br>зерна амаранту,<br>т/га | Відхилення від<br>контролю, +/- |      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------|
| Фактор А –<br>сорт                    | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га |                                        | т/га                            | %    |
| Харківський -<br>1<br>(універсальний) | 90                                            | 1,45                                   | -0,26                           | 15,2 |
|                                       | 120 (контроль)                                | 1,71                                   | -                               | -    |
|                                       | 150                                           | 1,80                                   | +0,09                           | 5,3  |
|                                       | 180                                           | 1,65                                   | -0,06                           | 3,5  |
| Лера<br>(зерновий)                    | 90                                            | 1,52                                   | -0,19                           | 11,1 |
|                                       | 120                                           | 1,86                                   | +0,15                           | 3,2  |
|                                       | 150                                           | 2,10                                   | +0,39                           | 10,4 |
|                                       | 180                                           | 1,67                                   | -0,04                           | 2,3  |
| НІР <sub>05</sub>                     | Для фактору А                                 | 0,07                                   |                                 |      |
|                                       | Для фактору В                                 | 0,04                                   |                                 |      |

Так, за даними таблиці 3.12 видно, що урожайність зерна амаранту по сорту Харківський-1 (універсальний) була у межах від 1,45 до 1,80т/га. що було на 30,3 – 44,4% менше за попередній рік. А по сорту Лера (зерновий) продуктивність зерна коливалася у межах 1,52 – 2,10т/га, або на 29,6 – 35,2% менше.

Найбільше зменшення зернової продуктивності амаранту ми спостерігали у 2023-2024 сільськогосподарському році (табл. 3,13). Цей рік характеризувався як виключно екстремальним за показниками вологозабезпечення та температурним режимом повітря під час вегетаційного періоду амаранту.

Так, зернова продуктивність, достатньо посухостійкого амаранту, у цей рік суттєво зменшилася у порівнянні із сприятливим 2021-2022

сільськогосподарським роком і становила відповідно в залежності від щільності агроценозу в досліді по сорту Харківський-1 (універсальний) від 0,81 до 0,92т/га, або на 133,3 – 182,6% менша. Аналогічно і по сорту амаранту Лера (зерновий) відбулося зменшення зернової продуктивності яка була у межах відповідно 0,86 – 0,95т/га, або на 129,1 – 198,9% менше.

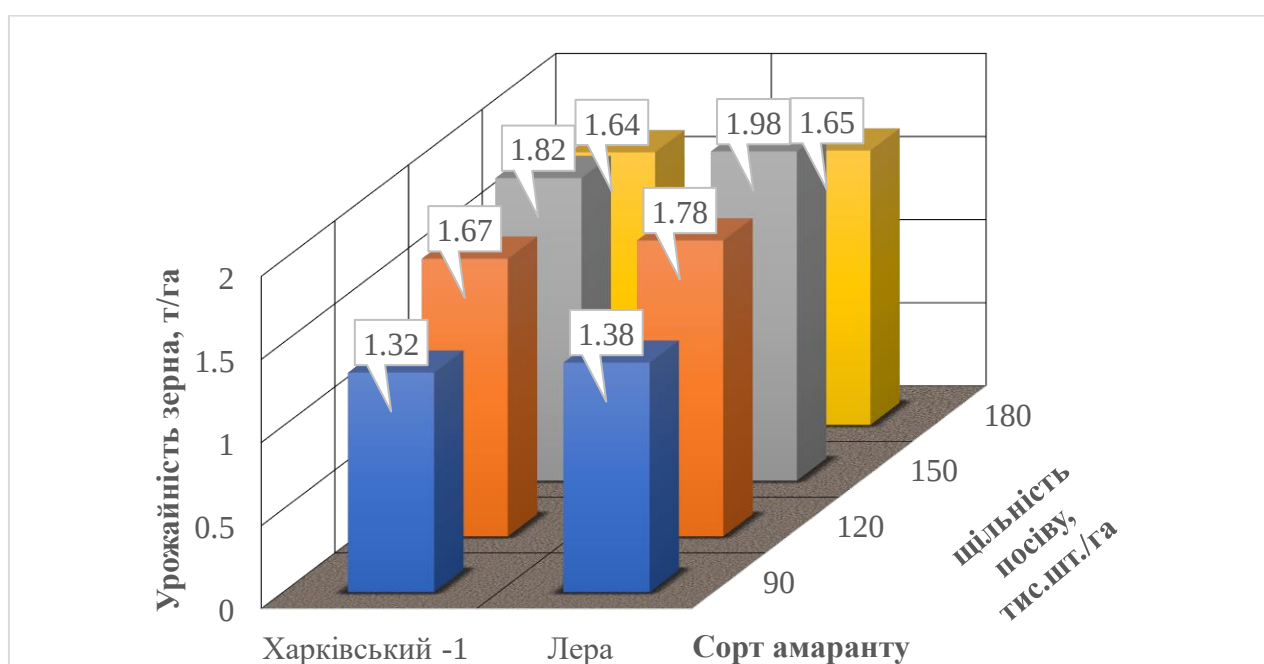
**Таблиця 3.13 Урожай зерна амаранту в залежності від щільності посіву в досліді, 2024р.**

| Варіант досліді                       |                                               | Урожайність<br>зерна амаранту,<br>т/га | Відхилення від<br>контролю, +/- |      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------|
| Фактор А –<br>сорт                    | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га |                                        | т/га                            | %    |
| Харківський -<br>1<br>(універсальний) | 90                                            | 0,81                                   | -0,09                           | 10,0 |
|                                       | 120 (контроль)                                | 0,90                                   |                                 |      |
|                                       | 150                                           | 0,92                                   | +0,02                           | 2,2  |
|                                       | 180                                           | 0,79                                   | -0,11                           | 12,2 |
| Лера<br>(зерновий)                    | 90                                            | 0,86                                   | -0,04                           | 4,4  |
|                                       | 120                                           | 0,92                                   | +0,02                           | 2,2  |
|                                       | 150                                           | 0,95                                   | +0,05                           | 5,3  |
|                                       | 180                                           | 0,85                                   | -0,06                           | 6,5  |
| НІР <sub>05</sub>                     | Для фактору А                                 | 0,01                                   |                                 |      |
|                                       | Для фактору В                                 | 0,05                                   |                                 |      |

Закономірності у зміні зернової продуктивності амаранту під впливом різної щільності його агроценозу, які відбувалися за роками дослідження збереглися і в середньому за 3 роки (табл. 3.14).

**Таблиця 3.14 Урожай зерна амаранту в залежності від щільності посіву в досліді, середнє за 2022-24рр.**

| Варіант досліду                       |                                               | Урожайність<br>зерна амаранту,<br>т/га | Відхилення від<br>контролю, +/- |      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------|
| Фактор А –<br>сорт                    | Фактор В –<br>щільність посіву<br>тис. шт./га |                                        | т/га                            | %    |
| Харківський -1<br>(універсальний<br>) | 90                                            | 1,38                                   | -0,29                           | 17,4 |
|                                       | 120 (контроль)                                | 1,67                                   | -                               | -    |
|                                       | 150                                           | 1,77                                   | +0,10                           | +6,0 |
|                                       | 180                                           | 1,60                                   | -0,07                           | 4,2  |
| Лера<br>(зерновий)                    | 90                                            | 1,45                                   | -0,22                           | 13,2 |
|                                       | 120                                           | 1,78                                   | +0,11                           | 6,6  |
|                                       | 150                                           | 1,96                                   | +0,29                           | 17,4 |
|                                       | 180                                           | 1,63                                   | -0,04                           | 2,4  |
| НІР <sub>05</sub>                     | Для фактору А                                 | 0,01-0,13                              |                                 |      |
|                                       | Для фактору В                                 | 0,04-0,21                              |                                 |      |



**Рис. 3.1 – Формування урожайності зерна амаранту  
в залежності від щільності посіву середнє за 2022-24рр.**

Так, в середньому за роки досліджень нами було встановлено певну закономірність з впливу щільності посіву на рівень продуктивності зерна рослин амаранту, яка була притаманна для обох сортів, які вивчалися у досліді (рис. 3.1.), а саме, найбільша урожайність зерна амаранту спостерігається за щільності посіву у 150 тис.шт/га.

За нашими даними найбільший урожай зерна амаранту по сорту Лера був отриманий у варіанті із 150 тис.шт./га – 1,96 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,29т/га, або на 17,4%, та математично доказуємо ( $HP_{05}$  для  $B=0,21$ т/га). Аналогічно для сорту амаранту Харківський – 1 (універсальний), де в середньому за роки досліджень найбільший урожай зерна був отриманий також у варіанті із щільністю посіву 150 тис.шт./га і склав – 1,77т/га, перевищуючи контрольний варіант лише на 0,10 т/га, або на 6,0%, що є істотною різницею. Подальше збільшення або зменшення щільності агроценоз забезпечило падіння рівня урожайності.

Висновок до підрозділу 3.5. Спостереження за особливостями формування умов вирощування різних сортів амаранту в залежності від щільності його агроценозу свідчать про те, що оптимальною для вирощування амаранту в умовах Степу України є щільність посіву 150 тис.шт/га. Саме в середньому за роки досліджень за таких умов формується найбільша урожайність зерна амаранту, яка була для сорту Харківський-1 (універсальний) на рівні 1,77т/га та для сорту Лера (зерновий) – 1,96т/га.

### **3.6 Економічна ефективність результатів дослідів**

Для проведення оцінки ефективності агротехнічних заходів, які досліджуються або впроваджуються у виробництво, використовуються

численні різноманітні показники, серед яких одним із найпоширеніших є економічна оцінка. Саме економічна оцінка новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур дає змогу визначити їх життєздатність та економічну привабливість в умовах жорсткої конкуренції на світовому та внутрішньому ринках. Такий підхід дозволяє оцінити доцільність впровадження нових технологій у виробництво, роблячи висновки про їх рентабельність і перспективність з економічної точки зору[48].

Економічну ефективність від впровадження інновацій у технології вирощування сільськогосподарських культур завжди оцінюють з урахуванням природно-економічної зони, в якій ці технології можуть мати високу ефективність, низьку результативність або навіть призводити до збитків. У сільському господарстві економічна оцінка розроблених агротехнічних заходів і їх впровадження є необхідною складовою сучасних наукових досліджень. Вона передбачає не лише підвищення врожайності культур, а й значне зниження витрат на виробництво товарної продукції, що є надзвичайно важливим в умовах сучасного агробізнесу.

На підставі проведеного польового експерименту і отриманих результатів досліджень в кваліфікаційній роботі нами було розглянуто вплив різної щільності агроценозів амаранту сортів Харківський-1 (універсальний) та Лера (зерновий) на урожайність зерна з метою визначення найефективнішого варіанту щільності посіву та його економічної доцільності за умов Степу України.

У схемі досліджуваної прийнято за контрольний варіант сорт Харківський-1(універсальний) із щільністю 120 тис. рослин амаранту на 1 га перед збиранням. Із цим варіантом порівнювали інші варіанти, які досліджували у досліді, за певними показниками економічної ефективності, такі як валовий дохід, виробничі витрати, валовий прибуток, виробнича собівартість та рівень рентабельності виробництва.

Вихідні дані для розрахунків економічної ефективності брали з технологічних карт вирощування органічного амаранту в господарстві за варіантами досліду і при цьому визначали саме за рахунок яких складових виробничих витрат змінювався їх рівень. Зміни рівня виробничих витрат при вирощуванні амаранту в досліді наведені у таблиці (3.15).

**Таблиця 3.15** Зміна рівня виробничих витрат за варіантами досліду, грн./га середнє за 2022-24рр.

| Варіанти                                         |                                                  | Зміна витрат відносно контролю<br>(збільшення +; зменшення -) |                                                                   |       | Всього  |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Фактор А –<br>сорт                               | Фактор В –<br>щільність<br>посіву тис.<br>шт./га | на насіння                                                    | на<br>збирально-<br>транспортні<br>роботи і<br>очистку<br>насіння | разом |         |
| Харківський - 1<br>(універсальний)<br>(контроль) | 90                                               | -10,0                                                         | -52,2                                                             | -62,2 | 14365,8 |
|                                                  | 120 (контроль)                                   | -                                                             | -                                                                 | -     | 14428,0 |
|                                                  | 150                                              | +10,0                                                         | +18,0                                                             | +28,0 | 14400,0 |
|                                                  | 180                                              | +20,0                                                         | -12,6                                                             | +7,4  | 14435,4 |
| Лера                                             | 90                                               | -6,0                                                          | -39,6                                                             | -45,6 | 14382,4 |
|                                                  | 120                                              | +4,5                                                          | +19,8                                                             | +24,3 | 14452,3 |
|                                                  | 150                                              | +15,0                                                         | +52,2                                                             | +67,2 | 14495,2 |
|                                                  | 180                                              | +25,5                                                         | -7,2                                                              | +18,3 | 14446,3 |

Результати розрахунків, які наведені у таблиці 3.15, показують, що витрати на 1 га посіву амаранту змінюються від 14365,8,0грн. у варіанті із

сортом Харківський-1 (універсальний) з щільністю 90 тис. шт./га до 14495,2 по сорту Лера (зерновий) з щільністю 150 тис. шт./га.

Інші варіанти дослідів мали проміжне значення з рівня виробничих витрат на вирощування амаранту у цих межах.

На підставі отриманих витрат на вирощування амаранту в досліді було проведено визначення розрахунків економічної ефективності результатів дослідів, які наведені у таблицях (3.16 – 3.17).

**Таблиця 3.16 Економічна ефективність вирощування амаранту сорту Харківський -1 (універсальний) в досліді, середнє за 2022-24рр.**

| Показники                                | Щільність посіву, тис. шт. /га |                     |         |         |
|------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------|---------|
|                                          | 90,0                           | 120,0<br>(контроль) | 150,0   | 180,0   |
| Урожайність, ц/га.                       | 13,8                           | 16,7                | 17,7    | 16,0    |
| Валовий дохід з 1га, грн.                | 34500,0                        | 41750,0             | 44250,0 | 40000,0 |
| Виробничі витрати на 1га, грн.           | 14365,8                        | 14428,0             | 14440,0 | 14435,4 |
| Виробнича собівартість 1 ц насіння, грн. | 1041,0                         | 863,9               | 815,8   | 902,2   |
| Валовий прибуток грн.. :                 |                                |                     |         |         |
| на 1 ц насіння                           | 1459,0                         | 1636,0              | 1684,2  | 1597,8  |
| на 1 га посіву                           | 20134,2                        | 27322,0             | 29810,0 | 25564,6 |
| Рівень рентабельності виробництва, %.    | 140,2                          | 189,4               | 206,4   | 177,1   |

Так, проведені розрахунки економічної ефективності показали, що в середньому за роки досліджень найбільший економічний ефект в досліді був отриманий по сорту Лера (зерновий) у варіанті з щільністю посіву у 150 тис. шт./га. В цьому варіанті виробнича собівартість 1 ц зерна амаранту була 739,5грн., що на 124,4грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень

рентабельності 238,1 %, що так саме, перевищує контрольний варіант на 48,1%. Отриманий економічний ефект за вирощування зерна органічного амаранту сорту Лера (зерновий) при щільності посіву у 150 тис. рослин на 1га дозволяє припустити нам, що саме такий варіант щільності є більш економічно доцільним і може бути рекомендовано у виробництво.

Крім того, слід відмітити, що безумовно заслуговує певної уваги і варіант із сортом Харківський-1 (універсальний), також із щільністю посіву 150 тис. рослин амаранту на 1 га, який перевищував контрольний варіант за рівнем рентабельності на 17,0%, хоча він і поступався кращому варіанту із сортом Лера (зерновий) на 31,7%.

**Таблиця 3.17 Економічна ефективність вирощування амаранту сорту Лера (зерновий) в досліді, середнє за 2022-24рр.**

| Показники                                | Щільність посіву, тис. шт. /га |         |         |         |
|------------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
|                                          | 90,0                           | 120,0   | 150,0   | 180,0   |
| Урожайність, ц/га.                       | 14,5                           | 17,8    | 19,6    | 16,3    |
| Валовий дохід з 1га , грн.               | 36250,0                        | 44500,0 | 49000,0 | 40750,0 |
| Виробничі витрати на 1га, грн.           | 14382,4                        | 14452,3 | 14495,2 | 14446,3 |
| Виробнича собівартість 1 ц насіння, грн. | 991,9                          | 811,9   | 739,5   | 886,3   |
| Валовий прибуток грн.. :                 |                                |         |         |         |
| на 1 ц насіння                           | 1508,1                         | 1688,1  | 1760,4  | 1613,7  |
| на 1 га посіву                           | 21867,6                        | 30047,7 | 34504,8 | 26303,7 |
| Рівень рентабельності виробництва, %.    | 152,0                          | 207,9   | 238,1   | 182,1   |

Висновки до підрозділу 3.6. Проведені розрахунки економічної ефективності вирощування органічного амаранту показали, що воно є дуже прибутковим напрямом у сфері агробізнесу і безумовно заслуговує певної уваги сільгоспвиробників та науковців. Так, у досліді за нашими розрахунками

найбільший економічний ефект за роки досліджень був отриманий по сорту Лера у варіанті із щільністю посіву у 150 тис. шт./га. Саме в цьому варіанті виробнича собівартість 1 ц зерна амаранту була 739,5грн., що на 124,4грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності 238,1 %, що так саме, перевищує контрольний варіант на 48,1%.

Висновки до розділу 3. За вище викладеними результатами наукових досліджень впливу щільності посіву амаранту на біометричні показники рослин амаранту, формування площі асиміляційної поверхні, рівня зернової продуктивності сортів Харківський – 1 (універсальний) і Лера свідчать про те, що оптимальною є щільність посіву 150 тис. шт./га. Цьому варіанту щільності агроценозу обох сортів відповідає і отриманий високий економічний ефект від вирощування досліджуваних сортів. Саме тому, можна із певністю вважати, що виробництво зерна органічного амаранту сортів Харківський – 1 (універсальний) і Лера при щільності посіву у 150 тис. рослин на 1га є більш економічно доцільним і може бути рекомендовано у виробництво.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Зростаючі потреби в продовольчому та фуражному зерні змусили Україну ще в період екстенсивного ведення сільського господарства довести рівень розорювання земель до одного з найвищих у світі – 80-90%. Це стало одним із головних факторів загальної екологічної кризи, включаючи катастрофічне посилення ерозії ґрунтів. Ерозійні процеси набули величезних масштабів: щорічні втрати ґрунту в Україні становлять майже 600 млн тонн, з яких понад 20 млн тон – це гумус [49,50].

Крім того, поживні речовини вимиваються з ґрунту у 2-3 рази швидше, ніж повертаються за допомогою органічних і мінеральних добрив. У результаті навіть родючі ґрунти втрачають свою агрономічно цінну структуру, особливо в староорних зонах. Це сприяє збільшенню вітрової та водної ерозії, пришвидшує мінералізацію органічної речовини та зменшує вміст гумусу. Через це ґрунти стрімко втрачають свою родючість [49,50].

На тлі загострення глобальної екологічної кризи було нещодавно визнано необхідність відмови від екстенсивного розвитку сільського господарства та надання пріоритету інтенсивним технологіям вирощування культур.

Однак, інтенсивні технології також мають значний вплив на навколишнє середовище, якщо не застосовувати відповідні заходи. Їхній недолік полягає в тому, що інтенсифікація досягається завдяки технічній енергоефективності та збільшенню використання мінеральних добрив. Ці технології менш орієнтовані на використання біологічних і природних факторів. У результаті, інтенсивні методи ведення сільського господарства характеризуються підвищеним екологічним навантаженням, що негативно впливає на основні складові навколишнього середовища, зокрема на ґрунт [49,50].

Ідеально, підвищені та високі норми мінеральних добрив в інтенсивних технологіях мають розраховуватися і вноситися строго на основі агрохімічного

аналізу ґрунту кожного поля та його окремих ділянок. Це повинно відповідати потребам рослин у поживних елементах для досягнення запрограмованого врожаю, з урахуванням чітко встановлених коефіцієнтів використання добрив на конкретному ґрунті. Також необхідно брати до уваги здатність ґрунту поглинати поживні речовини, його водний режим, рівень ґрунтових вод та інші фактори, які впливають на розподіл, переміщення та локалізацію поживних елементів у ґрунті після внесення добрив [49,50].

Так, оцінка стану навколишнього середовища здійснюється насамперед за допомогою критеріїв хімічного моніторингу. Важливим є використання стандартних методів відбору зразків і їх аналізу, що є необхідною умовою для порівняння результатів, отриманих на різних станціях спостереження. Зміни у забрудненні навколишнього середовища внаслідок хімічних обробок слід порівнювати з фоновим забрудненням, яке визначається на основі даних спостережень у біосферних заповідниках. Оцінка стану середовища базується на порівнянні фактично виявлених кількостей пестицидів із допустимими рівнями.

У подальшій інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та підвищенні врожайності культур широко застосовуються агрохімікати, мінеральні добрива та пестициди для боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками рослин. Однак, окрім переваг, ці засоби мають суттєві недоліки, головним з яких є забруднення навколишнього середовища. Таке забруднення може підвищити ризик шкоди для здоров'я населення, водних ресурсів, рослинності та тварин. Використання хімічних речовин у сільському господарстві регламентується Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про пестициди і агрохімікати» та іншими нормативними актами, ухваленими на їх основі.

На сьогодні в Україні відпрацьовано і повністю регламентовано порядок використання та охорони земель, інших природних об'єктів у сільському господарстві, який прописано у наступних нормативних документах, що встановлюють правову основу екологізації сільського господарства, а саме: Конституція України; Земельний Кодекс України; Водний Кодекс

України; Лісовий Кодекс України; Кодекс України про надра; Закон України «Про охорону земель»; Закон України «Про тваринний світ» та Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [51,52,53]

Так, Уряд нашої країни розробив та активно впроваджує програму заходів, спрямованих на збереження, відновлення і поліпшення ґрунтів. До цієї програми входить комплекс заходів, зокрема своєчасні дії для запобігання та боротьби з вітровою і водною ерозією ґрунту. Крім того, передбачені меліоративні заходи, рекультивація земель, боротьба із забрудненням ґрунту, а також встановлення відповідальності за безгосподарне використання земель.

На сьогодні у господарстві ТОВ «АЙСБЕРГ» розораність земель становить 89% від загальної площі сільськогосподарських угідь. Така інтенсивна експлуатація землі може призвести до порушення екологічної рівноваги, що виявляється у зміні природних умов існування, зменшенні ареалів проживання природних організмів і зниженні їхньої кількості, оскільки вони пристосовані до умов конкретної зони.

На підставі проведеного моніторингу стану навколишнього середовища і зробленого аналізу нами з метою захисту сільськогосподарських угідь від впливу вітрової і водної ерозії в господарстві запропоновано наступний комплекс заходів, а саме:

- розробка і впровадження контурно-меліоративної організації території;
- складання та впровадження ґрунтозахисних сівозмін;
- збільшення питомої ваги у структурі посівних площ багаторічних трав;
- впровадження раціональної системи ґрунтозахисного обробітку ґрунту, безполіцевого, мульчованого, проведення оранки один раз на 3 роки, а також, проведення всіх операцій по обробітку ґрунту впоперек схилу;
- відновлення та реконструкцію системи лісосмуг і доріг;
- всі землі, що розміщені на схилах більше 5<sup>0</sup> повинні бути відведені під культурні пасовища.
- збільшення обсягів застосування ЗЗР органічного походження з метою зменшення токсикологічного впливу на навколишнє середовище.

Варто зазначити, що останнім часом особливе значення у господарстві ТОВ «Айсберг» Роздільнянського району Одеської області мають заходи, що спрямовані на боротьбу із забрудненням та псуванням сільськогосподарських земель.

Висновки до розділу 4. За нашими рекомендаціями у господарстві ТОВ «Айсберг» передбачено систему заходів, що дозволяють зберегти родючість ґрунту, зменшити негативний вплив сільськогосподарського виробництва на стан навколишнього середовища, більш раціонально та ефективно використовувати природні ресурси. На майбутнє у господарстві будуть застосовуватися лише ті пестициди, використання яких дозволено в Україні. Перевага надається агротехнічним і біологічним засобам захисту рослин, внесенню органічних добрив. Крім того, для зменшення руйнівного впливу механічного обробітку ґрунту, в господарстві намагаються використовувати мінімальний обробіток та технології «прямої сівби».

## ВИСНОВКИ

Проведені трирічні наукові спостереження за умов з 2020-2021 по 2023-2024 сільськогосподарського року дозволяють зробити наступні попередні висновки:

1. В середньому за роки досліджень запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту за щільності агроценозу амаранту від 120 тис.шт. рослин на 1 га і вище, у сортів які досліджувалися в досліді суттєво зменшуються, що призводить до підвищення конкуренції між рослинами амаранту у водоспоживанні та обумовлює гальмування процесів накопичення органічної речовини і створення урожаю зерна.

2. Протягом 3-х років досліджень спостереження за динамікою висоти рослин амаранту показали, що сорт амаранту Лера (зерновий) був помітно вищим, ніж сорт Харківський-1 (універсальний) і у фазі повної стиглості, при густоті 120 тис. шт./га, рослини амаранту в контрольному варіанті досягали висоти 152 см, тоді як рослини сорту Лера (зерновий) при тій самій густоті мали середню висоту 158 см, що на 6 см більше за контрольні показники..

3. Найвищі показники висоти були зафіксовані при найбільшій щільності посіву — 180 тис. шт./га. Для сорту Харківський-1 (універсальний) висота рослин у фазі утворення волоті становила 86,0 см, у фазі цвітіння – 152,0 см, а в фазі повної стиглості зерна – 164,0 см. У контрольному варіанті з щільністю 120 тис. шт./га ці показники були нижчими: 80,0 см, 147,0 см та 152,0 см відповідно, що на 6,0, 5,0 та 12 см менше. Водночас найнижча висота рослин була зафіксована при найменшій густоті посіву – 90 тис. шт./га.

4. Найбільший діаметр стебел спостерігався при щільності 90 тис. шт./га: у сорту Харківський-1 (універсальний) він варіював від 2,5 до 3,0 см по фазах розвитку, а по сорту Лера (зерновий) – від 2,8 до 3,2см. Найменшу товщину стебел зафіксовано при щільності 180 тис. шт./га: для Харківського-1 (універсальний) вона складала від 2,0 до 2,3 см, а для Лери (зерновий) – від 2,1 до 2,7 см.

5. У фазі цвітіння, у контрольному варіанті (120 тис. рослин/га), площа листової поверхні однієї рослини сорту Харківський-1 (універсальний) становила  $0,518\text{ м}^2$ , тоді як при збільшенні щільності посіву до 150–180 тис. рослин/га цей показник зменшувався до  $0,460 - 0,413\text{ м}^2$ , тобто на  $0,058 - 0,105\text{ м}^2$  менше. А по сорту Лера (зерновий) ці показники відповідно також зменшувалися і становили  $0,510 - 0,430\text{ м}^2$  у порівнянні з варіантом із щільністю посіву у 120 тис.шт./га, або на  $0,071 - 0,151\text{ м}^2$  менше.

6. Встановлено, що самий високий індекс листової поверхні незалежно від сорту відповідає найбільшій щільності посіву (180 тис.шт/га). Така тенденція простежується на обох сортах по всіх відмічених фазах розвитку рослин амаранту.

7. Доведено у досліді зі збільшенням щільності посіву відбувається зменшення маси однієї рослини амаранту. У фазі утворення зерна для сорту Харківський-1 (універсальний) найбільша маса рослини (490,2 г) спостерігається за щільності 90 тис. рослин/га, тоді як найменша (324,7 г) – за щільності 180 тис. рослин/га. Подібні зміни відзначаються і для сорту Лера (зерновий). Особливої уваги набуває аналіз результатів спостережень за динамікою умісту сухої речовини в рослинах амаранту, який свідчить про те, що при збільшенні щільності посіву до 180 тис.шт/га відбувається її зменшення.

8. В середньому за роки досліджень нами було встановлено певну закономірність з впливу щільності посіву на рівень продуктивності зерна рослин амаранту, що була притаманна для обох сортів, які вивчалися у досліді, а саме, найбільша урожайність зерна амаранту спостерігається за щільності посіву у 150 тис.шт/га.

9. За нашими даними найбільший урожай зерна амаранту по сорту Лера був отриманий у варіанті із 150 тис.шт./га –  $1,96\text{ т/га}$ , що перевищує контрольний варіант на  $0,29\text{ т/га}$ , або на 17,4%, та математично доказуємо.

10. Аналогічно для сорту амаранту Харківський – 1 (універсальний), де в середньому за роки досліджень найбільший урожай зерна був отриманий також

у варіанті із щільністю посіву 150 тис.шт./га і склав – 1,77т/га, перевищуючи контрольний варіант лише на 0,10 т/га, або на 6,0%, що є істотною різницею. Подальше збільшення або зменшення щільності агроценоз забезпечило падіння рівня урожайності.

11. Дослідження підтвердили відомі ствердження, що вирощування амаранту є досить прибутковим напрямом у агровиробництві і заслуговує певної уваги сільгоспвиробників та науковців. Так, у досліді за нашими розрахунками найбільший економічний ефект за роки досліджень був отриманий по сорту Лера у варіанті із щільністю посіву у 150 тис. шт./га. Саме в цьому варіанті виробнича собівартість 1 ц зерна амаранту була 739,5грн., що на 124,4грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності 238,1 %, що так саме, перевищує контрольний варіант на 48,1%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Встановлено, що вирощування амаранту є дуже прибутковим напрямом у сфері агробізнесу і заслуговує певної уваги сільгоспвиробників та науковців. Проведений аналіз економічної ефективності за нашими розрахунками показав, що найбільший економічний ефект в досліді був отриманий по сорту Лера (зерновий) у варіанті з щільністю посіву у 150 тис. шт./га. В цьому варіанті виробнича собівартість 1 ц зерна амаранту була 739,5 грн., що на 124,4грн. менше у порівнянні з контролем, а рівень рентабельності 238,1 %, що у той же час, перевищує контроль на 48,7 %, саме цей варіант економічно доцільний і може бути рекомендований до впровадження у господарствах Степу України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Амарант України. AmaranthofUkraine. URL: <http://amaranth.narod.ru/index-7.html>
2. ГопційТ.І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція: монографія. Харків, 1999. 273 с.
3. ГопційТ.І., ВоронковМ.Ф., БоброМ.А. та ін.. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія. Харків: ХНАУ, 2018. 362 с.
4. ЖелезновА.В. амарант – хлеб, зрелище и лекарство. Химия и жизнь, 2005, №6. С. 56–61
5. ХохлачовВ.В. Хліб на день прийдешній: секрет амаранта. *Вісн. АН України*. 1992. № 2. С. 16–22
6. KauffmanC.S. andL.E. Weber. 1990. Grainamaranth. p. 127-139. In: J. JanickandJ.E. Simon (eds.), *Advancesinnewcrops*. TimberPress, Portland, OR.
7. МішинС.М., Щербаков В.Я., ГобелякЮ.М. та ін. Льон олійний, амарант і кунжут в Степу України. Одеса: «ВМВ», 2011. 216с.
8. SaundersR.M. Becker R. Amaranthus: A potentialfoodandfeedresource*Advancesincerealscienceandtechnology*. 1984. V. 6. P. 357–386
9. ГноєвийВ.І. та ін. Цінність насіння амаранта селекції Харківського аграрного національного університету при використанні на продовольчі та кормові цілі. *Наук.-техн. бюл. ін-ту тваринництва*. Харків, 2003. Вип. 83. С. 38-43.
10. Козярин И. П. Липкан Г. Н. Амарант хвостатый – ценноепищевое и лекарственноерастение. *Биологія та фармація*. Київ, 2009. № 3. С. 60 – 63.
11. Левчук І.В. та ін. амарантова олія – якість та безпечність щодо використання як біологічно активної добавки. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2015. №2. С.74-81
12. Дуда О. Амарант: Як вирощувати, чим збирати та скільки коштує технологія?URL: <https://superagronom.com/blog/874-amarant-yak-viroschuvati-chim-zbirati-ta-skilki-koshtuye-tehnologiya>

13. Гальцев В.П., Стоцький П.І., Сєнік В.Б. Огляд застосування амаранту та один способів отримання амарантової олії, як джерела сквалену. Аграрний вісник Причорномор'я. Вип.63. 2012. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/386/1/Galtsev.pdf>
14. He H. P. Cai Y., Sun M. Gorke H. Extraction and purification of squalene from amaranthus grain. J. Agric. Food Chem., 2002. V.50. P. 368 – 372.
15. Valentiuk N.O., Yurkevych Ye.O., Kohut I.M. Elements of amaranth cultivation technology and post-harvest processing of amaranth grain. *Таврійський науковий вісник*. 2021, № 122. С. 167-173. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.24>
16. Дудка М.І. Вплив способу сівби, норми висіву і рівня мінерального живлення на продуктивність амаранту волотистого. *Рослинництво та ґрунтознавство*, т.11, №1, 2020. С.23-32
17. Мойсеєнко В.І.  
, Виниченко Г.М., Ткаченко О.В. Вплив доз добрив та норм висіву насіння на урожайність амаранта волотистого при різних способах сівби в Лісостепу України. Матеріали першої всеукр.наук.-  
практ.конф.по проблемі вирощування, переробки і використання амаранта на кормові, харчові і інші цілі. Вінниця, 1995. С.59–60.
18. Рекомендації з технології вирощування амаранта в умовах Лісостепу України. /Т.І. Гопцій, М.Ф. Воронков, В.І. Гноєвий, Л.В. Подоба. Харків, 1995. 14с.
19. Рудишин В.К. Способи посіву амаранта волотистого. /Матеріали першої всеукр. наук.-практ. конф. По проблемі вирощування, переробки і використання амаранта на кормові, харчові і інші цілі. Вінниця, 1995. С.48.
20. Шелест В.К., Підпалій І.Ф., Бернадський І.В. Норма висіву насіння, ширина міжрядь та чутливість до зрошення амаранта волотистого в Центральному Лісостепу. Матеріали першої всеукр. конф. по проблемі вирощування, переробки і використання амаранта на кормові, харчові і інші цілі. – Вінниця, 1995. – С.40–41.

21. Валентюк Н. О., Станкевич Г. М. Особливості післязбиральної обробки зерна амаранту. *Наукові праці НУХТ* 2020. Том 26, № 6. С. 154-162
22. Валентюк Н.О. Ефективні способи та режими зберігання зерна амаранту / Н.О. Валентюк // Перспективні напрямки наукових досліджень, XLIX Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. м. Миколаїв, 15 липня 2020 року. Ч.2. С. 50-54.
23. Валентюк Н.О. Станкевич Г.М. Способи та режими післязбиральної обробки зерна амаранту. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 115. С.138-145. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.19>
24. Валентюк Н.О., Станкевич Г.М. Особливості післязбиральної обробки зерна амаранту. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції: Програма та тези матеріалів IX-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 10-11 листопада 2020 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2020 р. с.57-58
25. Stankevych G, Valentiuk N, Ovsianynkova L, Zhygunov D. Changes in quality of amaranth grain in the course of postharvest handling and storage. *Food science and technology*. 2021;15(1):80-90. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i1.1959>
26. Valentiuk N., Kohut I., Stankevich G.. Amaranth: from sowing to processing. IV. International Eurasian agriculture and natural sciences congress (30-31 october 2020) ONLINE – 2020 p. 163
27. Valentiuk N., Stankevych G. Peculiarities of the process of purification of amaranth grain from impurities. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2020; 20 (3, 79): 10-19. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v20i3.1844>
28. Підпригора В.С., Писаренко П.В. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії. Полтава, 2003. 138 с.
29. Будьонний Ю. В. та ін.. Практикум із загального і меліоративного землеробства/. за ред. Ю. В. Будьонного. Харків: ХНАУ, 2005. 286 с.

30. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень . К.: Вища школа. 1994. 334с.
31. Методика державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Офіц. бюл. К.: Мінагрополітики, 2003. Вип. 2. С.191 – 241.
32. Величко Л. Н., Меркушина А.С., Чорна Л.В. Практикум з фізіології рослин. Умань, 2006. 76 с.
33. ГОСТ 10842-89 Зерно зернових і бобових культур і насіння олійних культур. Метод визначення маси 1000 зерен або 1000 насінин (ИСО 520-77). Зі зміною № 1
34. Рибка В. С. Нормативи витрат та основні аспекти формування конкурентоспроможного рівня виробництва зернових культур в степовому регіоні України. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2005. № 23–24. С. 85–88.
35. Джерело: Амарант України. URL: <https://amarant-ukr.com.ua/> ((дата звернення: 10.08.2024).
36. Горобець А. Г., Цилюрик О. І. Вологозабезпеченість та урожайність польових культур за різних систем обробітку ґрунту в сівозміні. *Бюл. Інституту зернового господарства степової зони НААН України*. 2011. № 1. С. 20–25.
37. Прима І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. /За ред. І.Д. Примака. Біла Церква. 2002. 320с.
38. Гудзь В.П., Приймак І.Д., Рибак М.Ф. та ін. Адаптивні системи землеробства. К.: «Центр учбової літератури». 2007. 336с
39. Гудзь В.П., Приймак І.Д., Будьоний Ю.В. Землеробство. К.: «Урожай». 1996. 384 с.
40. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Бутило А.П., Опришко В.П. Загальне землеробство: / Термінол. словник. / За ред. В.О.Єщенка. УВІП. 2002. 176 с.
41. Гордієнко В.П., Геркіял О.М., Опришко В.П. Землеробство. К.: «Вища школа». 1991. 267 с.

42. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарська наука. 2014. Вип. 5(82). С. 37-47.
43. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 36-38.
44. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 21-23.
45. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України / І.Д. Примак, В.О. Єщенко, Ю.П. Манько та ін. Київ : «КВІЦ», 2007. 272 с.
46. Юркевич Є.О., Бойко П.І., Коваленко Н.П., Валентюк Н.О. Науково-технологічні та агробіологічні основи високопродуктивних агроєкосистем України: монографія; наук. ред. д-р історичних наук, с. н. с. Н. П. Коваленко. Одеса : Видавництво ТОВ «Іздателський центр», 2021. 654 с. 64.
47. Землеробство в умовах недостатнього зволоження (наукові та практичні висновки) / за ред. В. М. Крутя і О. Г. Тараріки. Київ. Аграрна наука, 2000. 78 с.
48. Коваленко Н. П., Юркевич Є.О. Підвищення економічної ефективності різноротаційних сівозмін Південного Степу України. *Вісник Черкаського інституту АПВ: міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Черкаси. 2010. вип. 10. С. 84–89.
49. Агроєкологія: Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. К.: Вища освіта, 2006. 671 с.
50. Мельник Л.Г., Шапочка М.К. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням. Суми: ВТО «Університетська книга», 2005. 759 с.
51. Конституція України. Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996р. Одеса, Маяк, Рівно, 1996, 64 с.

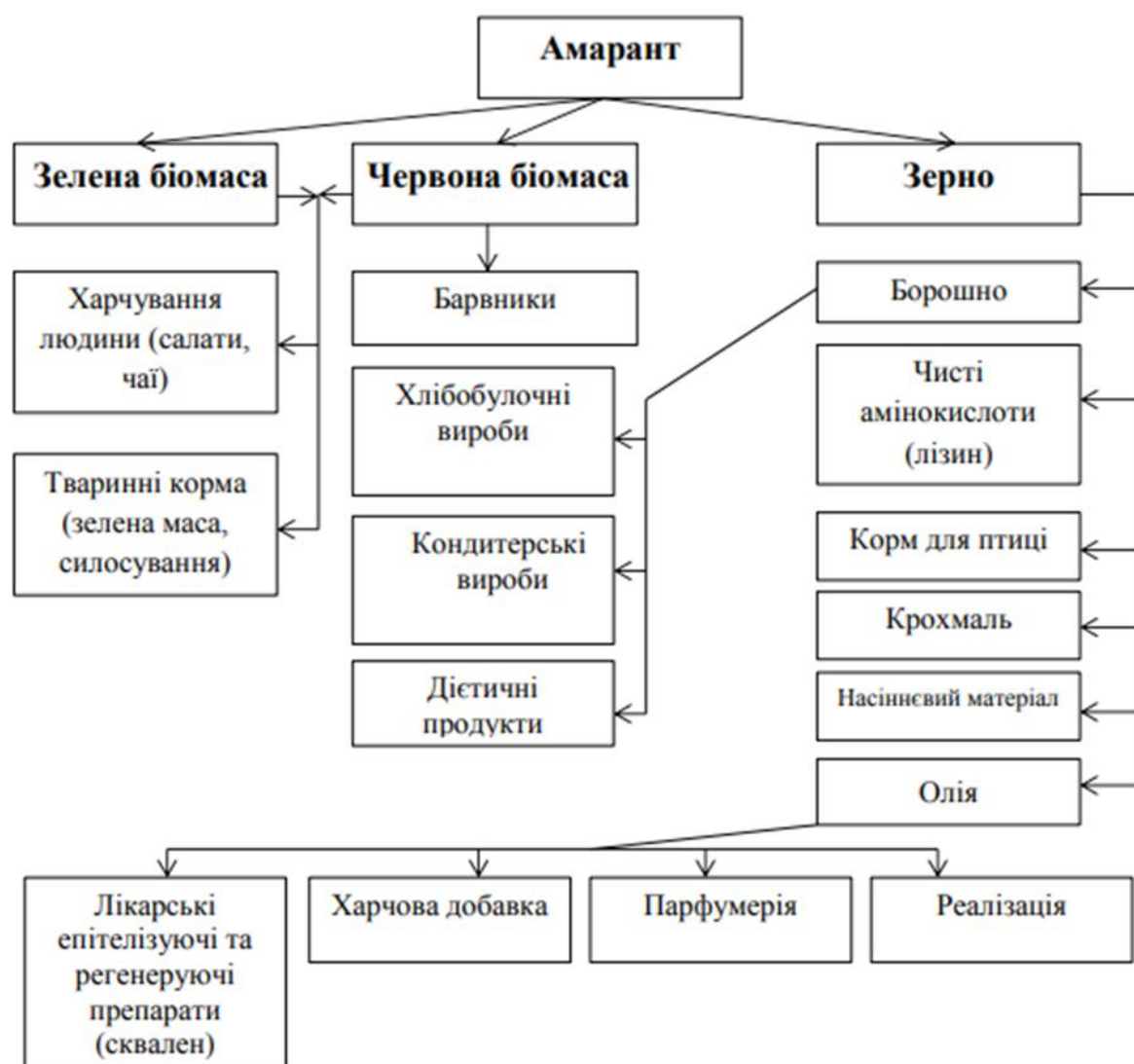
52. Закон України «Про охорону земель». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>. (Дата звернення 30.10.2024)
53. Закон України «Про охорону навколишнього середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (Дата звернення 30.10.2024)
- Земельний Кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (Дата звернення 30.10.2024)

## **ДОДАТКИ**

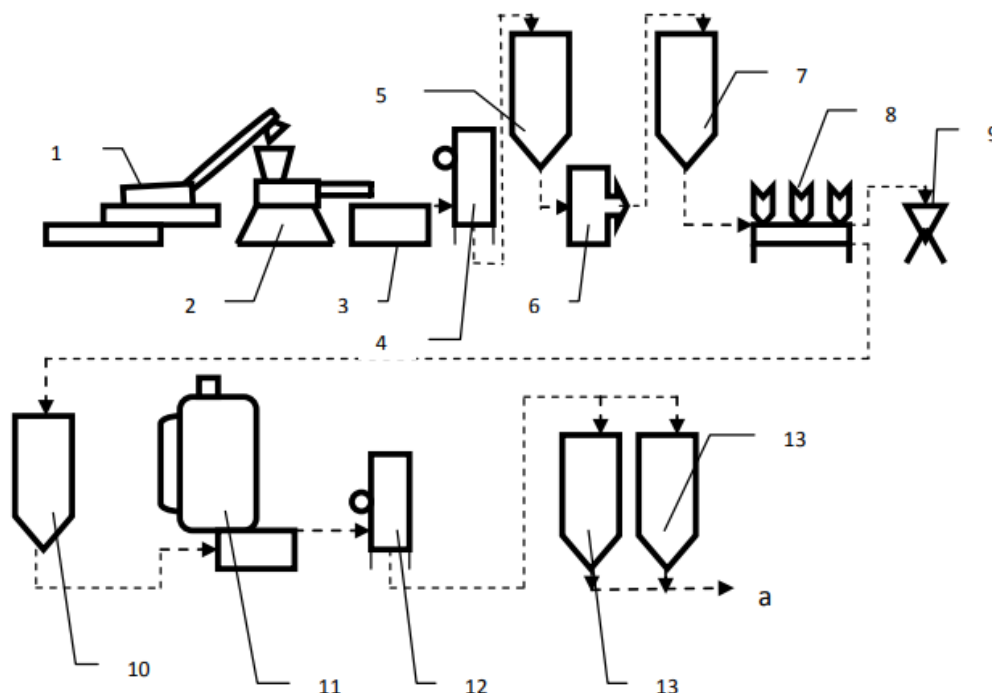
**Додаток А.****Посів амаранту****Сходи амаранту: сорт Харківський -1, сорт Лера**

**Додаток Б.****Відбір зразків ґрунту на посівах амаранту****Проведення біометричних замірів****Збирання зерна амаранту**

## Додаток В.



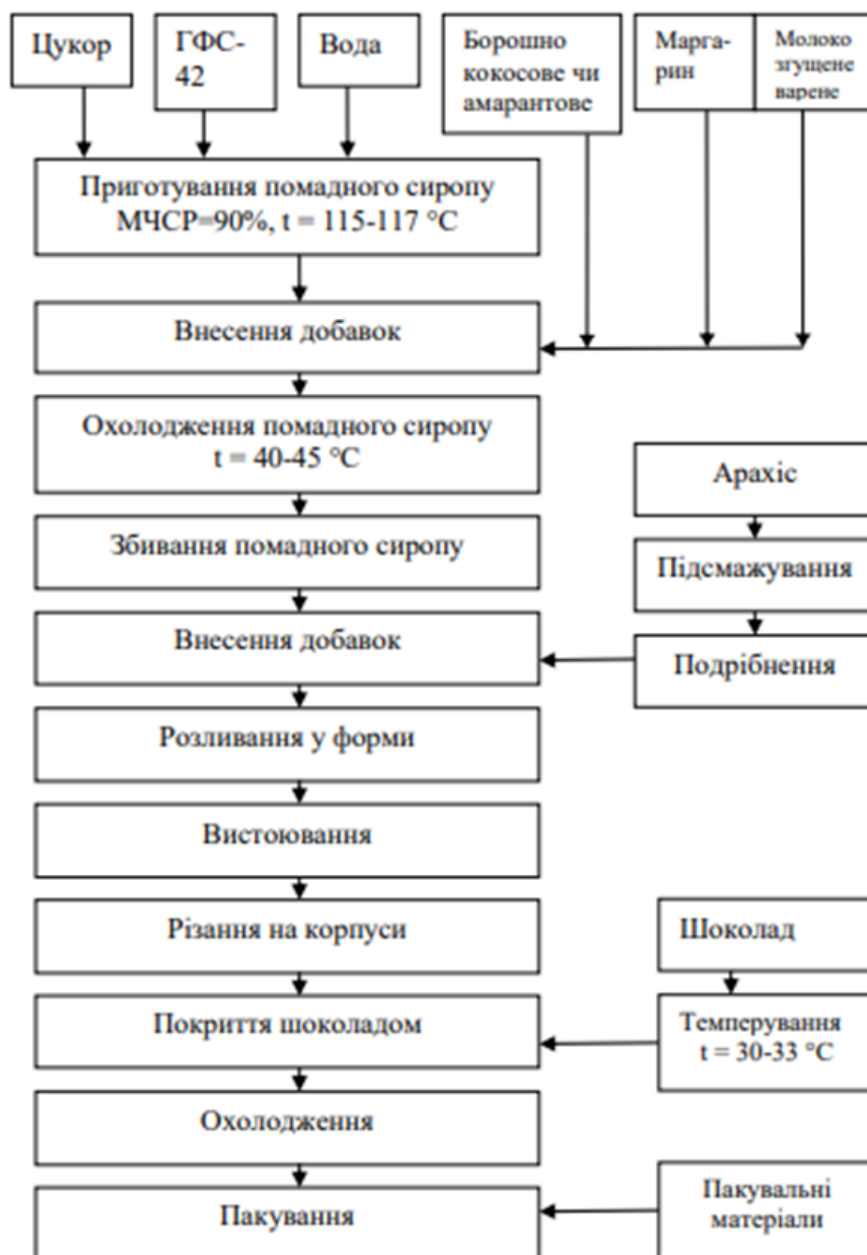
**Напрямки використання амаранту (ЛаницяІ.Ф.)**



### Технологічна схема виробництва гідратованої амарантової олії

в умовах міні – цехів(ГальцевВ.П., Стоцький П.І., СєнікВ.Б.):

1 – машина для очистки насіння; 2 – шнековий прес; 3 – проміжна місткість для олії; 4 – фільтр (для бельтинг – фільтрації); 5 – бак для олії; 6 – апарат для гідратації рослинної олії; 7 – бак для сирової гідратованої олії; 8 – блок очищення олії (центрифуга НОГШ – 325); 9 – місткість для фосфатидного концентрату; 10 – бак для сирової гідратованої олії, яка пройшла очищення у відцентровому полі; 11 – вакуум сушильний апарат; 12 – фільтр (для мікрофільтрації); 13 – бак для висушеної рослинної олії; а – вихід готової продукції.



**Технологічна схема приготування щербету з використанням амарантового чи кокосового борошна**

(Кирпиченкова О. М, Матияшук О. В., Божко О.С., НУХТ)

## Додаток Е.

Дослід: «.Вплив густоти стояння рослин амаранту на його продуктивність в умовах степу України», 2022р.

| <b>Результати дисперсійного аналізу</b> |                |                 |                  |       |        |       |
|-----------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|-------|--------|-------|
| Джерело варіації                        | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F     |        | t     |
|                                         |                |                 |                  | факт. | теор.  |       |
| Загальне                                | 2,29           | 23              | –                | –     | –      | –     |
| Повторень                               | 0,04           | 2               | –                | –     | –      | –     |
| Фактора А                               | 0,10           | 1               | 0,096            | 10,78 | 18,513 | –     |
| Похибки І                               | 0,02           | 2               | 0,009            | –     | –      | 4,303 |
| Фактора В                               | 1,91           | 3               | 0,638            | 44,21 | 3,490  | –     |
| Взаємодії АВ                            | 0,04           | 3               | 0,014            | 0,99  | 3,490  | –     |
| Похибка ІІ                              | 0,17           | 12              | 0,014            | –     | –      | 2,179 |

| Ефективності дії і взаємодії факторів            |                              |       |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-------|
| Фактори                                          | Висновок:                    |       |
| A                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| B                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| AB                                               | Взаємодія факторів несуттєва |       |
| Найменша істотна різниця,                        |                              |       |
| A. Оцінка істотності часткових відмінностей      |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,132 |
|                                                  | B =                          | 0,214 |
| B. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,166 |
|                                                  | B =                          | 0,151 |

| <b>Частка впливу факторів</b> |             |
|-------------------------------|-------------|
| Показник                      | %           |
| <b>Фактор А</b>               | <b>4,2</b>  |
| <b>Фактор В</b>               | <b>83,8</b> |
| <b>Взаємодія АВ</b>           | <b>1,9</b>  |
| <b>Залишкове</b>              | <b>10,2</b> |

## Додаток Ж.

Дослід: «Вплив густоти стояння рослин амаранту на його продуктивність в умовах Степу України», 2023р.

| <b>Результати дисперсійного аналізу</b> |                |                 |                  |        |        |       |
|-----------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|--------|--------|-------|
| Джерело варіації                        | Сума квадратів | Ступені свободи | Середній квадрат | F      |        | t     |
|                                         |                |                 |                  | факт.  | теор.  |       |
| Загальне                                | 0,90           | 23              | –                | –      | –      | –     |
| Повторень                               | 0,03           | 2               | –                | –      | –      | –     |
| Фактора А                               | 0,11           | 1               | 0,109            | 236,43 | 18,513 | –     |
| Похибки І                               | 0,00           | 2               | 0,000            | –      | –      | 4,303 |
| Фактора В                               | 0,70           | 3               | 0,232            | 540,35 | 3,490  | –     |
| Взаємодії АВ                            | 0,07           | 3               | 0,022            | 52,31  | 3,490  | –     |
| Похибка ІІ                              | 0,01           | 12              | 0,000            | –      | –      | 2,179 |

| Ефективності дії і взаємодії факторів            |                              |       |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-------|
| Фактори                                          | Висновок:                    |       |
| A                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| B                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| AB                                               | Взаємодія факторів несуттєва |       |
| Найменша істотна різниця,                        |                              |       |
| A. Оцінка істотності часткових відмінностей      |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,076 |
|                                                  | B =                          | 0,037 |
| B. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,038 |
|                                                  | B =                          | 0,026 |

| <b>Частка впливу факторів</b> |             |
|-------------------------------|-------------|
| Показник                      | %           |
| <b>Фактор А</b>               | <b>12,1</b> |
| <b>Фактор В</b>               | <b>77,0</b> |
| <b>Взаємодія АВ</b>           | <b>7,5</b>  |
| <b>Залишкове</b>              | <b>3,5</b>  |

Додаток 3.

Дослід: «Вплив густоти стояння рослин амаранту на його продуктивність в умовах Степу України», 2024р.

| Результати дисперсійного аналізу |                   |                    |                     |       |        |       |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------|--------|-------|
| Джерело<br>варіації              | Сума<br>квадратів | Ступені<br>свободи | Середній<br>квадрат | F     |        | t     |
|                                  |                   |                    |                     | факт. | теор.  |       |
| Загальне                         | 0,09              | 23                 | –                   | –     | –      | –     |
| Повторень                        | 0,01              | 2                  | –                   | –     | –      | –     |
| Фактора А                        | 0,01              | 1                  | 0,010               | 7,11  | 18,513 | –     |
| Похибки І                        | 0,00              | 2                  | 0,001               | –     | –      | 4,303 |
| Фактора В                        | 0,06              | 3                  | 0,019               | 18,90 | 3,490  | –     |
| Взаємодії АВ                     | 0,00              | 3                  | 0,001               | 0,50  | 3,490  | –     |
| Похибка ІІ                       | 0,01              | 12                 | 0,001               | –     | –      | 2,179 |

| Ефективності дії і взаємодії факторів            |                              |       |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-------|
| Фактори                                          | Висновок:                    |       |
| A                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| B                                                | Дія фактора має значущість   |       |
| AB                                               | Взаємодія факторів несуттєва |       |
| Найменша істотна різниця,                        |                              |       |
| A. Оцінка істотності часткових відмінностей      |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,012 |
|                                                  | B =                          | 0,056 |
| B. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів |                              |       |
| HIP <sub>05</sub>                                | A =                          | 0,065 |
|                                                  | B =                          | 0,040 |

| Частка впливу факторів |      |
|------------------------|------|
| Показник               | %    |
| Фактор А               | 10,6 |
| Фактор В               | 62,7 |
| Взаємодія АВ           | 1,7  |
| Залишкове              | 25,0 |