

**УДК 582.663:631.559:57.063.8**

**Формування продуктивності сортами амаранту залежно від норми висіву».** **Тирусь І.Д.**– Кваліфікаційна робота. Кафедра технологій у рослинництві. - Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024.

84 с. текст. част., 11 табл., 10 рис., 88 джерел.

У кваліфікаційній роботі представлені результати досліджень, які проводилися в умовах Лісостепу західного на кафедрі технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування впродовж 2023 – 2024 рр. з вивчення формування продуктивності сортами амаранту залежно від норми висіву.

Амарант відзначається багатим хімічним складом, оскільки його зерно і зелена маса містять до 20% білка, у тому числі незамінні амінокислоти, а також цінні олії, вітаміни й мікроелементи. Завдяки такому складу продукція амаранту є універсальною у використанні: вона придатна як для кормових потреб, так і для виробництва продуктів харчування, борошна, олії, а також біопалива та інших технічних потреб. Культура демонструє високу стійкість до несприятливих кліматичних умов, таких як посуха й підвищені температури, що є особливо важливим у контексті сучасних змін клімату. Це робить амарант перспективним для вирощування в різних регіонах як продовольчої, кормової або технічної культури.

За результатами проведених досліджень встановлено доцільність вирощування сортів амаранту за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га. Найвищі показники продуктивності продемонстрував сорт Лера: урожайність – 29,1 ц/га, вміст олії і білку в насінні – 7,9 і 19,4 %, вихід олії і білку - 2,10 і 5,65 ц/га. За цього варіанту рівень чистого прибутку становив 54600 грн, собівартість 1 ц насіння амаранту була найнижчою по досліді і становила 584 грн/ц, рівень рентабельності був найвищим - 172,0 %, коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим по досліді і становив 2,98

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	7
<b>РОЗДІЛ 1. ПОШИРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ</b>	9
1.1 Ботаніко –біологічні особливості амаранту	9
1.2 Господарське значення амаранту	12
1.3 Вплив норми висіву на формування продуктивності сортами амаранту	19
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	27
2.1. Ґрунтово - кліматичні умови проведення досліджень	27
2.2 Методичні умови проведення дослідження	30
2.3 Характеристика досліджуваних сортів	31
2.4 Агротехнічні умови дослідження	33
<b>РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТАМИ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ</b>	34
3.1 Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин амаранту залежно від норм висіву	34
3.2 Елементи структури врожаю сортів амаранту залежно від норм висіву	39
3.3 Урожайність сортів амаранту залежно від норм висіву	45
3.4 Формування якісних показників сортами амаранту залежно від норм висіву	48
3.5 Економічна та енергетична ефективність вирощування сортів амаранту залежно від норм висіву	51
<b>РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ</b>	55
<b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	58
<b>ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	60

<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК</b>	63
<b>ДОДАТКИ</b>	75
Додаток А	76
Додаток Б	79
Додаток В	80
Додаток Г	81

## ВСТУП

### Актуальність теми.

Амарант – це унікальна псевдозлакова культура, яка належить до родини амарантових і має високу цінність завдяки своїм поживним та лікувальним властивостям. Ця рослина вирізняється багатим вмістом білка, ненасичених жирних кислот, харчових волокон та мінералів. Особливо важливим компонентом амарантової олії є сквален – сполука, яка має антиоксидантні властивості та сприяє оздоровленню організму.

Амарант активно використовується в сучасному харчуванні, косметології та фармацевтиці. Він допомагає у профілактиці та лікуванні таких захворювань, як ішемічна хвороба серця, гіпертонія та цукровий діабет. Ще за часів цивілізацій інків, майя та ацтеків амарант мав особливе значення, але лише зараз ця культура поступово повертає свою популярність. У зв'язку з недостатнім рівнем її культивування виникає потреба у вивченні всіх аспектів технологій вирощування.

В Україні амарант вважається перспективною культурою, придатною навіть для кліматичних умов Прикарпаття. За словами дослідника В.В. Саратівського, ця рослина може стати важливим елементом у диверсифікації сільського господарства, де традиційно вирощують вузький перелік культур. Амарант має високу поживну цінність, не містить інгібіторів ферментів та алергенів, характерних для звичайних злаків.

Питаннями технологій вирощування амаранту в Україні займалися такі вчені: Гопцій Т., Щербаков В., Когут І, Мирошніченко Т., Жаркова Г. і ін.

**Мета дослідження** – вивчити в умовах достатнього зволоження закономірності формування продуктивності та якісних показників сортів амаранту залежно від норм висіву.

Передбачено такі завдання для досягнення мети:

- вивчити особливості росту та розвитку рослин амаранту в умовах західного Лісостепу;

- встановити особливості формування елементів структури урожаю залежно від норм висіву;
- дослідити вплив досліджуваних чинників на проходження фаз росту і розвитку рослин амаранту;
- встановити вплив досліджуваних варіантів норм висіву на формування врожайності й олійності амаранту;
- дати економічну та енергетичну оцінку заходів, які вивчалися.

**Об’єкт досліджень** - процеси розвитку, росту й продуктивність сортів амаранту залежно від норм висіву.

**Предмет досліджень** – норми висіву: 0,3 млн сх. нас./га; 0,7 млн сх. нас./га; 1,3 млн сх. нас./га; сорти амаранту Лера, Студентський, урожайність, олійність, економічна та енергетична ефективність.

**Методи дослідження:** польовий – вивчення продуктивності сортів амаранту зернового залежно від норм висіву; лабораторний – аналіз якості зерна; хімічний – визначення вмісту елементів живлення в ґрунті; оптичний – визначення олійності насіння; вимірально-ваговий – визначення біометричних показників рослин та врожайності сортів амаранту; розрахунково-порівняльний – оцінка економічної та енергетичної ефективності; статистичний – дисперсійний та графічне відображення даних за дослідями.

**Наукова новизна результатів досліджень** полягає встановленні впливу норм висіву на процеси росту і розвитку рослин амаранту зернового, формування урожаю зерна та якісних показників. Доведено економічну та енергетичну ефективність доцільності вирощування сортів Лера і Студентський за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га;.

**Практичне значення одержаних результатів.** За результатами проведених досліджень розроблено науково-обґрунтовані рекомендації з вдосконалення елементів технології вирощування амаранту, що забезпечить отримання в господарствах зони західного Лісостепу сталих та високих урожаїв зерна амаранту з високою олійністю.

## РОЗДІЛ 1.

### ПОШИРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТУ

#### 1.1 Ботаніко –біологічні особливості амаранту

Родина Амарантових (*Amaranthaceae*) є досить цікавою і багатогранною групою рослин, яка включає різноманітні трав'янисті види. Вчені нараховують близько 60 родів та приблизно 800-850 видів дводольних рослин, серед яких рід Амарант налічує близько 80 видів.

Визначення та класифікація видів амаранту є досить складним процесом через відсутність єдиної думки серед фахівців. Зазвичай ботаніки класифікують рослини, звертаючи увагу на особливості жіночої квітки, структуру суцвіття та листя [7, 18, 29].

Батьківщиною амарантових вважаються Центральна та Південна Америка, а батьківщиною зеленних видів є Південна та Східна Азія. Форми з білим зерном здавна культивуються як зернові культури в таких країнах, як Індія, Непал, Перу, Мексика та США. У цих регіонах амарант використовується для отримання крохмалю та скваленової олії.

Найпоширенішими зерновими видами науковці вважають *A. cruentus*, *A. caudatus* та *A. hypochondriacus*. До овочевих видів, що вирощуються для отримання зелені, належать *A. tricolor*, *A. dubius*, *A. lividus* та *A. palmeri*. Молоді рослини цих видів мають ніжне стебло та соковиті листки, а дорослі характеризуються низьким стеблом, дрібним суцвіттям та невисокою зерною продуктивністю [47, 52, 79].

Історія амаранту надзвичайно цікава та драматична. У Латинській Америці цю рослину здавна вирощували стародавні племена інків та ацтеків, які називали її "Даром Богів". Амарант використовувався не лише як їжа, але й у культових обрядах. Однак після іспанського завоювання культура була заборонена конкістадорами під страхом смерті, що призвело до майже повного забуття цієї рослини [10].

У Європі амарант також мав особливе значення. Стародавні греки вважали його символом безсмертя, а слово "амарантос" перекладається як "той, що не псується". Цікавим історичним фактом є заснування королевою Швеції Христиною Августою "Ордену Кавалерів Амаранту" у 1653 році.

Відродження інтересу до амаранту припало на початок ХХ століття, коли світова спільнота занепокоїлася стрімким зростанням населення. Видатний російський вчений М. І. Вавилов вважав, що ця культура у майбутньому може стати важливим джерелом харчування для всього людства [81].

У Радянському Союзі дослідження амаранту проводилися в 1930-х роках. Вчений Г. М. Шликов вивчав можливість інтродукції та акліматизації 35 видів амаранту. Найперспективнішими було визнано *A. caudatus* та *A. paniculatus*. Проте на початку 1940-х років дослідження було припинено, а рослину навіть оголосили шкідливою. Лише в середині 1980-х років вивчення культури амаранту було поновлено [77].

У контексті розвитку сільського господарства України амарант є відносно новою культурою, яка поступово набуває популярності. Особливо цікаво простежити динаміку розширення видового складу цієї рослини на прикладі міста Одеси, що є важливим портовим центром.

Історія появи та розповсюдження амаранту в Одесі демонструє поступове збагачення його видового різноманіття. Наприкінці вісімнадцятого століття в місті був відомий лише один дикий вид амаранту - *A. retroflexus* L. У другій половині дев'ятнадцятого століття з'явилися два нові види: *A. albus* L. та *A. deflexus*. А впродовж двадцятого століття науковці виявили ще сім представників роду: *A. lividus* L., *A. caudatus* L., *A. paniculatus* L., *A. blitoides* S. Wats., *A. graecizans* L., *A. hypochondriacus* L. та *A. palmeri* S. Wats [78, 80].

Ботанічні характеристики амаранту вражають своєю унікальністю. Це дводольна однорічна трав'яниста рослина з розгалуженим стеблом заввишки від одного до трьох метрів. Стебло може бути зеленого або червоного кольору різних відтінків, має нерівно округлену форму з характерними жолобками.

Листя амаранту розміщене почергово, має різноманітні форми - від овальної до ромбічної та ланцетної. Верхівкові листки мають легку виїмку з невеликим загостренням. Площа листової поверхні може досягати вражаючих 6-10 квадратних метрів на квадратний метр посіву [81].

Суцвіття амаранту являє собою складну волоть, яка може сягати довжини 23-57 сантиметрів і мати забарвлення від зеленого до золотистого та червоного кольорів. Квітки дрібні, актиноморфні, складаються з п'яти пелюсток і п'яти тичинок. Вони можуть бути двостатевими або одностатевими, формуючи до 10 000 одиночних квіток у суцвітті [17].

Коренева система амаранту глибока та розгалужена. Стрижневий корінь становить близько половини загальної маси кореневої системи, а бокові корінці можуть розходитися на відстань до 60 сантиметрів. Основна частина коренів розташована на глибині 25-40 сантиметрів.

Особливо цікавими є біологічні характеристики амаранту. Це теплолюбна та посухостійка рослина з унікальним C4-типом фотосинтезу, що вирізняє її серед інших сільськогосподарських культур. Оптимальна температура для фотосинтезу становить 33-35 градусів Цельсія, що на 10-15 градусів вище, ніж у більшості зернових культур [44, 65].

Поєднання вискоєфективного фотосинтезу з потужними системами білкового синтезу робить амарант надзвичайно перспективною культурою, особливо в умовах нестійкого зволоження степової зони України.

Насіння амаранту також має унікальні характеристики - дрібне, округле, пласке, з кольором від біло-золотистого до чорного. Маса тисячі насінин становить лише 0,4-0,8 грама [7, 18, 29].

Амарант, як тропічна рослина, демонструє унікальні адаптаційні механізми, які дозволяють їй успішно функціонувати в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Незважаючи на високу вимогливість до сонячного освітлення, рослина має надзвичайно ефективні компенсаторні стратегії.

Одним із найцікавіших пристосувальних механізмів є формування величезної асиміляційної листової поверхні. Залежно від щільності посіву та



площі живлення, площа листя може варіюватися від 4 до 6 квадратних метрів на один квадратний метр посіву, а в деяких випадках навіть досягати 9,6 квадратних метрів.

Особливої уваги заслуговує анатомічна будова стебла амаранту, яке становить близько 40-50% загальної біомаси рослини. Стебло виступає свого роду резервуаром вологи, який функціонує як унікальний буфер у періоди посухи, підтримуючи оптимальний водний баланс рослинного організму [65, 70].

Дослідники виявили надзвичайно цікаві особливості фізіологічних процесів у листках амаранту. Мезофіл листків характеризується високою водоутримуючою здатністю, а транспірація відбувається повільно, особливо в найспекотніші денні години. Продиховий апарат рослини має унікальну здатність утримувати продихи відкритими протягом усього дня, що запобігає перегріванню та забезпечує стабільну фотосинтетичну активність.

Ця унікальна властивість безпосередньо пов'язана з особливим типом фотосинтезу, характерним для амаранту. Транспіраційний коефіцієнт залежно від умов вирощування становить лише 250-300, що набагато нижче, ніж у багатьох інших сільськогосподарських культур [22].

Таким чином, амарант являє собою надзвичайно цікавий з наукової точки зору рослинний організм, який демонструє унікальні механізми виживання та пристосування до різноманітних екологічних умов.

## **1.2 Господарське значення амаранту**

Амарант демонструє здатність формувати високі врожаї зеленої маси та зерна як за природного зволоження, так і при штучному зрошенні. Його рослинний організм надзвичайно ефективно забезпечує стабільність водного балансу, фотосинтетичної та ростової активності.

Важливою перевагою культури є її адаптивність до різних ґрунтових умов. Амарант може успішно рости в лісовій, лісостеповій та степовій зонах

на різних типах ґрунтів. Єдиними обмеженнями є дуже кислі та солонцюваті ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод [33].

Щодо засолення ґрунту, амарант виявляє себе як рослина середньої стійкості глікофітного типу. Ця характеристика додатково підкреслює його адаптаційний потенціал та здатність пристосовуватися до складних ґрунтових умов.

Надзвичайний науковий інтерес до амаранту у світовому масштабі викликаний його унікальною універсальністю та багатофункціональністю. Ця рослина є справжнім феноменом природи, що може слугувати харчовим, кормовим, технічним, лікарським та декоративним ресурсом [1, 27, 67].

Продуктивність амаранту вражає - при врожайності зеленої маси понад 100 тонн культура демонструє винятково високі якісні характеристики. Вміст сухої речовини у рослині варіюється від 13 до 24 відсотків залежно від виду. Цікавою особливістю є диференційований вміст поживних речовин у різних частинах рослини: стебла містять до 18 відсотків сухої речовини, а листя та суцвіття - до 20 відсотків [10].

Науковці встановили надзвичайно важливу закономірність - молоде листя верхніх ярусів, розташоване ближче до точки росту, має вищий вміст протеїну порівняно з листям нижніх ярусів. Якість зеленої маси амаранту суттєво залежить від фази її використання [47].

Особливо цінним є амарант як кормова культура. Найвища якість зеленої маси спостерігається у фазі викидання волоті. При згодовуванні вівцям у цей період поживність одного кілограма маси становить 0,11 кормових одиниць та 16,4 грами перетравного протеїну. У фазі цвітіння енергетична цінність підвищується до 0,19 кормових одиниць [7, 18, 29].

Білковий склад амаранту є унікальним. На відміну від традиційних кормових культур, він містить значну кількість незамінних амінокислот. У розчинних білках наявні лізин (до 6,0%), метіонін (до 2,2%), лейцин (до 8,1%), треонін (до 5,2%). Крім того, білок включає аргінін, аланін, глютамінову та аспарагінову кислоти.

Вражаючою є насиченість амаранту каротином. Залежно від виду та фази розвитку, вміст каротину може варіюватися від 1,92 до 11,0 мг% у зеленій масі. Цікаво, що в листі його міститься у п'ять-шість разів більше, ніж у суцвіттях.

Зелені пігменти представлені хлорофілами а і b, вміст яких може змінюватися від 32 до 256 мг/100 г зеленої маси для хлорофілу а та від 5 до 74 мг/100 г для хлорофілу b.

Амарант багатий на цукор, його кількість коливається від 0,49 до 4,52% у листі, 0,37-7,48% у стеблах та 0,34-3,34% у суцвіттях. Крім того, рослина містить біологічно активні речовини - флавоноїди, фітоаглютеніни, стероли, алкалоїди та ауксини [23, 61].

Особливої уваги заслуговує унікальний пігмент амарантин, що синтезується у червонолистих видах амаранту і надає листям фіолетово-червоного забарвлення.

Амарант як зернова культура представляє значний інтерес для сільського господарства завдяки унікальним характеристикам свого зерна. Урожайність культури може сягати 3,0 т/га, а особливістю амаранту є надзвичайно високий вміст білка, який варіюється від 12 до 18 відсотків, а подекуди навіть досягає 23,3 відсотка. Цікаво, що більша частина білка (близько 65 відсотків) зосереджена безпосередньо в зародку та насінній оболонці [1, 27, 34].

Особливістю білка амаранту є його висока якість, що передусім пов'язана з підвищеним вмістом лізину – спеціалізованої незамінної амінокислоти. Для порівняння, у зерні амаранту міститься 11,7 г лізину на 100 г білка, що в шість разів перевищує показники пшениці та вдвічі перевищує показники соєвого борошна. Харчова цінність такого білка оцінюється в 75-87 балів, що значно вище, ніж у традиційних зернових культур [12].

Крохмаль амаранту також має унікальні властивості. У білозерних видів його вміст становить близько 69 відсотків, при цьому характеризується дрібними гранулами діаметром 1-3 мкм, майже повністю складаючись з амілопектину. Порівняно з промисловим рисовим або картопляним

крохмалем, амарантовий має набагато менший розмір гранул та значно вищу адсорбуючу здатність.

Олійність зерна амаранту коливається в межах 5,1-17,0 відсотків. Олія багата ненасиченими жирними кислотами (близько 76 відсотків) і містить значну кількість лінолевої, олеїнової та пальмітинової кислот. Унікальною особливістю є наявність сквалену – до 7-8 відсотків [29, 38].

Щодо вітамінного складу, амарант вирізняється підвищеним вмістом токоферолів, каротиноїдів, вітамінів групи В порівняно з традиційними зерновими культурами. Мінеральний склад також багатий: культура містить значну кількість калію, фосфору, магнію, кальцію та мікроелементів, причому співвідношення кальцію та фосфору максимально наближене до фізіологічних потреб людського організму [7, 12, 83].

Амарант вирізняється високою якістю зерна і численними корисними властивостями, що робить його цінним у різних галузях. Зокрема, його доцільно застосовувати для створення вискоєфективних комбікормів у тваринництві, використовувати як добавки-поліпшувачі в харчовій промисловості, а також як джерело біологічно активних речовин у фармацевтиці [14, 45].

Дослідження підтверджують ефективність використання зеленої маси амаранту в раціонах сільськогосподарських тварин. Наприклад, додавання 2 кг зеленої маси амаранту на голову в раціоні відлучених поросят сприяло зростанню середньодобового приросту їхньої живої маси до 431 г у порівнянні з 241 г у контрольній групі, при цьому витрати кормів на 1 кг приросту зменшилися на 24,4%. У раціонах овець амарант засвоюється краще за вівсяний фураж і є еквівалентним за ефективністю люцерні вищого гатунку. Згодовування зеленої маси амаранту телятам позитивно впливає на їхній ріст і розвиток, дозволяючи вводити до 40% цієї культури в раціон. У корів дійного стада використання амаранту підвищувало жирність молока на 0,8%, а введення амарантового вітамінно-трав'яного борошна до раціону курей-

несучок подовжувало період яйценосності на 2–3 місяці, підвищувало масу яєць та їхню якість, зокрема вміст каротину і вітаміну Е в жовтках.

Для людини зелена маса амаранту є джерелом легкозасвоюваного білка з ідеально збалансованим амінокислотним складом, вітамінів групи В, Е, мікроелементів, а також має здатність виводити радіонукліди і солі важких металів [15, 20].

Крім того, зерно амаранту є перспективним інгредієнтом комбікормів для різних видів тварин. Дослідження показали, що його використання в раціонах теличок сприяє покращенню загального стану тварин і збільшенню середньодобового приросту живої маси на 8,7% у порівнянні з контрольними групами. Згодовування телятам передстартового комбікорму з термічно обробленим зерном амаранту допомагає нормалізувати обмінні процеси та стимулювати ріст [7, 37].

Амарант є унікальною культурою, яка завдяки своїм високим поживним властивостям і багатофункціональному використанню займає важливе місце в сучасному сільському господарстві, харчовій промисловості та фармацевтиці. Його зерно має багатий склад білків, амінокислот, вітамінів, мінералів і біологічно активних речовин, що робить його корисним для багатьох напрямів виробництва. Зокрема, завдяки своїм властивостям, амарант доцільно використовувати для створення ефективних комбікормів, добавок-поліпшувачів до продуктів харчування, а також у фармацевтичній промисловості як джерело біологічно активних компонентів [44].

Дослідження свідчать про надзвичайну користь зеленої маси амаранту в раціонах сільськогосподарських тварин. У відгодівлі поросят, наприклад, додавання 2 кг зеленої маси амаранту на голову сприяло значному збільшенню середньодобового приросту живої маси. Зокрема, від 2 до 4-місячного віку цей приріст становив 431 г, що значно перевищує показник контрольної групи, де середньодобовий приріст був лише 241 г. При цьому витрати кормів на 1 кг приросту в дослідній групі були зменшені на 24,4%, що демонструє економічну ефективність використання цієї культури. Аналогічні позитивні

результати були отримані у раціонах овець: амарант краще засвоювався, ніж вівсяний фураж, а за ефективністю прирівнювався до люцерни вищого гатунку. У раціонах телят зелена маса амаранту стимулювала ріст і розвиток тварин, дозволяючи вводити до 40% цієї культури в структуру раціону. Важливо також, що використання амаранту в годівлі корів дійного стада сприяло підвищенню жирності молока на 0,8%, що має велике значення для молочної продуктивності [7, 18, 29].

Амарантове вітамінно-трав'яне борошно (ВТБ) також знайшло широке застосування в тваринництві, зокрема у відгодівлі курей-несучок. Введення цієї добавки сприяло продовженню періоду яйценосності на 2–3 місяці, збільшенню маси яєць та покращенню їхньої якості. Вміст корисних речовин, таких як каротин і вітамін Е, у жовтках істотно підвищувався, що робить цей продукт більш цінним для споживачів [50, 64].

У харчуванні людини зелена маса амаранту відіграє важливу роль завдяки своєму багатому складу. Вона є джерелом легкозасвоюваного білка, який має ідеально збалансований амінокислотний профіль. Крім того, зелена маса містить значну кількість вітамінів групи В, Е, мікроелементів і має унікальну властивість виводити з організму радіонукліди і солі важких металів, що є надзвичайно важливим в умовах сучасного екологічного стану [49].

Зерно амаранту також зарекомендувало себе як цінний компонент комбікормів. Наприклад, його використання в раціонах теличок сприяло покращенню їхнього загального стану, нормалізації обмінних процесів і забезпечувало середньодобовий приріст живої маси на рівні 560 г, що на 8,7% перевищувало показники контрольної групи. Згодовування передстартових комбікормів із додаванням термічно обробленого та подрібненого зерна амаранту молочним телятам дозволяло оптимізувати їхні обмінні процеси, покращуючи інтенсивність росту [53].

Додавання зерна амаранту до комбікормів для невідлучених поросят у період від 20-денного віку до відлучення демонструє високу ефективність, що проявляється у збільшенні середньодобового приросту їхньої маси. Зокрема, в

дослідних групах було зафіксовано приріст на 17 і 20 грамів більше, ніж у контрольній групі, що становить відповідно 5,5% і 6,5% переваги. Однак інші дослідження вказують на те, що використання зерна амаранту без ретельної термічної обробки може бути небезпечним і викликати отруєння поросят, підкреслюючи важливість належної підготовки цього продукту [31].

Американські вчені підтвердили, що для підвищення ефективності кормової цінності зерна амаранту в раціонах курчат-бройлерів його потрібно піддавати термічній обробці. Така обробка підвищує доступність незамінних амінокислот, вітамінів та мінералів, що значно покращує засвоюваність корму. У складі раціону до 40% від його загальної кількості може складати зерно амаранту або висівки після помолу. Це робить корм не лише поживним, але й економічно вигідним [35, 67].

Продукти переробки зерна амаранту також широко застосовуються в харчовій промисловості. Науковці Одеської державної академії харчових технологій розробили технології виготовлення харчових концентратів, напівфабрикатів, а також екструдованих продуктів на основі амарантового борошна. Поєднання зерна амаранту з іншими крупами дозволяє створювати страви з підвищеною харчовою цінністю, збагачені біологічно активними речовинами. Зокрема, додавання амарантового борошна до хлібобулочних виробів із пшеничного та житнього борошна сприяє підвищенню вмісту білка до 11%, не погіршуючи органолептичних властивостей продукту. В макаронних виробках заміна до 50% пшеничного борошна на амарантове підвищує їх харчову цінність і покращує смакові якості [55, 72].

Цікаві результати були отримані під час розробки солодоців із додаванням амарантового борошна. Використання цього інгредієнта в рецептурах помадки та мармеладу не лише сповільнює черствіння, але й надає продуктам горіховий присмак, покращуючи їх органолептичні властивості. Ці солодоці збагачені вітамінами, мінералами та незамінними амінокислотами, що робить їх кориснішими для споживачів [4].

Амарант знайшов застосування і в м'ясопереробній промисловості. У Львівській ветеринарній академії було розроблено рецептури, які передбачають використання шроту білозерної форми амаранту як білкового замітника м'яса в ковбасах і фаршевих виробках. Продукти, виготовлені з такою добавкою, не лише відповідали за хімічним складом традиційним м'ясним виробам, але й перевершували їх за органолептичними властивостями [82].

Зерно амаранту має перспективи й у косметології та фармацевтиці. Його крохмаль із мікрокристалічною структурою використовується як згущувач і наповнювач у харчовій промисловості, а також як компонент для пудри й стабілізатор антиалергічних аерозолів. Це ще раз підтверджує багатофункціональність і універсальність амаранту як сировини для різних галузей [73].

Таким чином, амарант є не лише економічно вигідною, але й екологічно безпечною культурою, що має широкий спектр використання. Його вирощування та використання можуть значно підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, покращити якість харчових продуктів і забезпечити виробництво екологічно чистих біологічно активних речовин. Амарант демонструє неабиякий потенціал як надзвичайно поживна та корисна зернова культура з унікальними біохімічними характеристиками.

### **1.3 Вплив норми висіву на формування продуктивності сортами амаранту**

На сьогодні у світі відомо близько 60-70 видів амаранту. Селекційна робота з виведення нових сортів триває, оскільки рослина має значний потенціал для підвищення врожайності та стійкості до несприятливих умов. Деякі види, наприклад *Amaranthus caudatus*, *A. cruentus* та *A. hypochondriacus*, вже активно використовуються як псевдозлакові культури. Вони характеризуються високим вмістом білка, олії та інших корисних речовин [77].



Зокрема, *A. cruentus* добре адаптується до умов спекотного клімату завдяки ефективному C4-фотосинтетичному механізму. Дослідження показали, що сорти *Mexicana* та *New Mexico* вирізняються високою продуктивністю (понад 2,7 т/га), а *\*A. hypochondriacus\** демонструє високий вміст олії, що перевищує 5,7% [3, 45].

Особливої уваги заслуговують дослідження амаранту в Україні. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України, Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН та інших установах було створено сорти, адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних умов, серед яких "Ультра", "Харківський-1" та "Студентський". Ці сорти демонструють високі показники врожайності, а також значний вміст білка, крохмалю та жирів.

Амарант також вирізняється антиоксидантними властивостями, що робить його перспективним продуктом для функціонального харчування. Сорти, такі як *Plenitude* та *Nori Red Dye*, характеризуються високим вмістом білка (до 37,25%) та поліфенолів, які сприяють зниженню оксидативного стресу [39].

Незважаючи на всі переваги, технології вирощування амаранту ще потребують доопрацювання. Зокрема, дослідники продовжують працювати над визначенням оптимальної густоти посіву та норм висіву. Експерименти показують, що густина рослин значно впливає на якість та кількість врожаю, але багато аспектів залишаються спірними через різноманітність результатів у різних умовах [7, 18, 29].

Амарант — унікальна рослина, яка вирізняється дивовижною різноманітністю видів. Серед усіх зернових культур у світі він входить до десятки лідерів за кількістю варіацій. За даними одного з найбільш авторитетних енциклопедичних джерел про світову флору, бази даних рослин Землі «*The Plant AmaranthList*», рід *Amaranthus* (або амарантові) включає 184 види цієї культури.

Не всі види амаранту придатні для споживання в їжу. Більш того, деякі з них у великих дозах є отруйними для ссавців. Проте жоден вид, включно з диким амарантом, відомим як щириця, не спричинить миттєвих і незворотних наслідків для організму. Людина, яка випадково з'їсть трохи неїстівного амаранту, не отруїться. Проте тривале вживання таких видів може стати небезпечним, оскільки токсини, що містяться в неїстівних сортах, накопичуватимуться в організмі. Це може призвести до ураження печінки та інших життєво важливих органів. Подібний вплив ці токсини мають і на тварин. Критики амаранту нерідко використовують цей факт, ігноруючи наявність великої кількості їстівних і корисних сортів [16].

У деяких видах амаранту рівень шкідливих речовин співвідноситься з кількістю корисних. Такі сорти могли б використовуватися у виробництві кормів або харчових продуктів за умови ретельного очищення від токсинів. Проте через наявність менш шкідливих варіантів, ці «напівкорисні» види займають лише 0,5–0,7% у світовій обробці амаранту для харчових або кормових цілей [66].

Амарант вирощується на всіх континентах, за винятком Антарктиди, і поділяється на кілька основних груп залежно від призначення: зернові, кормові, овочеві та декоративні сорти [1].

Декоративні сорти амаранту часто характеризуються високою токсичністю, тому вони абсолютно непридатні для споживання в їжу. Утім, існують види, які практично не містять токсичних речовин. Основне призначення цих сортів — використання у флористиці та озелененні, де вони слугують естетичним елементом. Проте навіть ті декоративні рослини, які не містять отруйних речовин, не рекомендуються для вживання, адже під час їхнього вирощування зазвичай застосовуються шкідливі хімікати [25].

Овочеві сорти амаранту вирощуються для використання виключно їхньої зеленої частини. Ці види не містять токсинів і відзначаються високим вмістом вітамінів, зокрема порівняно з іншими сортами амаранту. Зелень цих рослин має щільну, м'ясисту структуру, складається з ніжних волокон, приємна на

смак і може вживатися як у сирому, так і в сушеному вигляді. Однак зерно овочевих сортів не має значної харчової цінності і зазвичай не використовується, за винятком окремих регіонів, як-от Казахстан і Монголія, де його переробляють для годування тварин.

Кормові сорти амаранту призначені для годівлі тварин. Їх оцінюють за співвідношенням білка до токсичних речовин, що визначає придатність і ефективність конкретного виду для використання у тваринництві. Цінність таких сортів також залежить від вмісту вітамінів і мінералів у різних частинах рослини. На основі цих показників обираються найоптимальніші сорти для створення кормів [17].

Зернові сорти амаранту є найціннішими й найдорожчими. Їхнє зерно має високий вміст поживних речовин і низьку токсичність. Особливо важливим є багатий вміст олії, яка містить сквален та фосфоліпіди, необхідні для людського організму. Крім того, зерно цих сортів є джерелом токоферолів і токотрієнолів — активних форм вітаміну Е, які грають ключову роль у багатьох біологічних процесах. Завдяки цим властивостям зернові сорти стали основним об'єктом досліджень селекціонерів і генетиків [30].

Останнім часом, через простоту вирощування та розширення використання зернових сортів, фермери та виробники кормів дедалі частіше застосовують їх і для годівлі тварин. Це пов'язано з доступною собівартістю кормів на основі зернових сортів і зростаючим попитом на якісні корми з відомими поживними властивостями [57].

Зернові сорти амаранту значно різняться між собою за властивостями та придатністю для вирощування в різних умовах. Протягом багатьох століть люди використовували природні різновиди цієї рослини, які росли в їхньому середовищі. Проте розвиток селекції та агрогенетики дав змогу значно покращити якість і продуктивність найпопулярніших сортів. Однак важливо враховувати кліматичні умови, в яких росте той чи інший вид амаранту, а також його адаптаційні особливості [59].

Сьогодні неможливо однозначно визначити, який сорт є найкращим, адже для різних кліматичних зон і завдань існують свої оптимальні варіанти. У світі відомі три основні види амаранту, зерно яких відзначається високою харчовою цінністю завдяки вмісту олії, сквалену та інших корисних речовин. Це *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus* і *Amaranthus caudatus*. Вони використовуються для виробництва амарантової олії, борошна, круп, а також як сировина в косметології та фармацевтиці [77].

#### *Amaranthus cruentus*

Цей вид, відомий як багряний амарант, є однорічною рослиною, яка досягає висоти до двох метрів. Його квіткові суцвіття мають різноманітну палітру кольорів: рожево-бузковий, червоний, оранжевий, жовтий або зелений відтінки. Чим вища рослина, тим пишніша й більша свічка-соцвіття. Листя й стебла зазвичай зелені, хоча є сорти з фіолетовим забарвленням, які трохи нижчі за висотою (до 1,5 метра) і мають компактніші, але щільніші суцвіття.

*Amaranthus cruentus* походить із Північної та Центральної Америки, де відігравав важливу роль у культурі давніх цивілізацій. Зокрема, зерно фіолетового амаранту використовувалося для випікання ритуального хліба, а перетерті квітки застосовувалися жінками як рум'яна. Сьогодні цей вид культивують у Європі, Азії, Північній та Південній Африці. У північних регіонах вирощування багряного амаранту обмежене через кліматичні умови, і його вирощують переважно в теплицях. Найкраще він приживається в Африці, де цінується за стійкість до посух і простоту догляду.

#### *Amaranthus hypochondriacus*

Цей вид, відомий як амарант печальний, має темно-червоні свічки та варіюється за висотою залежно від регіону вирощування: від 1,3-1,4 метра в Росії до 1,5-1,6 метра в Україні, Китаї, Індії та Мексиці. Суцвіття складаються з дрібних зерен, зібраних у щільні клубки, довжина яких зазвичай становить 20-35 см. Стебла мають червонуватий відтінок, а листя може бути зеленим із червоними краплями або майже повністю червоним.

Цей вид вирощується переважно в теплих країнах, таких як Іспанія, Мексика та Україна. У північних регіонах, наприклад, у Білорусі, спроби вирощування амаранту печального виявилися економічно недоцільними через низьку продуктивність і високі витрати. Натомість у цих регіонах перевагу віддають багрянцю амаранту, який краще пристосований до місцевих умов [47].

Таким чином, кожен вид зернового амаранту має свої особливості, які впливають на його застосування, продуктивність і придатність до вирощування в різних кліматичних умовах.

Не всі сорти амаранту однаково цінні. Протягом століть люди вирощували ті види цієї культури, які були природно доступні. З розвитком агрогенетики та селекції стало можливим покращувати характеристики найпопулярніших сортів. Однак під час відбору доводиться враховувати кліматичні умови, адаптивність і низку інших чинників [7, 18, 29].

Амарант багрянцю є основним видом для північної півкулі, оскільки інші сорти менш адаптовані до холодного клімату. Сучасні зернові сорти цієї культури створено завдяки селекційній роботі в Європі та США. Основними критеріями оцінки зернових сортів є:

- Вміст олії та сквалену.
- Кількість білка й мінералів у зерні.
- Врожайність та стійкість до погодних умов.

Жоден сорт не демонструє найвищих результатів за всіма параметрами одночасно. Тому вибір залежить від пріоритетів: високоякісні олійні сорти більше підходять для теплих регіонів, тоді як стійкі види вигідніше вирощувати у суворих кліматичних умовах [26, 48].

У північній півкулі вирощують кілька сортів амаранту *Amaranthus cruentus*, які активно використовуються у виробництві продуктів харчування, зокрема олії та сквалену. Наприклад, сорт «Геліос» відомий своєю ранньостиглістю, високим вмістом жиру (до 10%) і сквалену (до 9%), а також стійкістю до несприятливих умов. Його висаджують у регіонах із помірним

кліматом, включно з Україною, Німеччиною та США. Він придатний для отримання амарантової олії холодного віджиму, а листя використовують як корм для худоби.

Сорт «Помаранчевий гігант» потребує тривалішого вегетаційного періоду (110–120 днів) і досягає висоти 2–2,5 м. Його зерно містить близько 8% жиру, а сквален в олії сягає 7%. Цей сорт популярний у виробництві круп, хлібобулочних виробів і кормів завдяки високим вітамінним показникам зеленої маси.

Сорт «Ацтек» вирізняється універсальністю і стабільною врожайністю. Його зерно багате на білок (до 20%) і жир (близько 9%). З нього виготовляють олію, крупи, борошно та корм. Рослина добре пристосовується до різних кліматичних умов, що робить її однією з найбільш розповсюджених у світі.

«Харківський-1» — універсальний сорт із високою врожайністю (до 50 ц/га) та вмістом жиру в зерні до 9%. Цей сорт використовують у харчовій, фармацевтичній і кормовій промисловості. Він підходить для виготовлення лікувальної амарантової олії та харчових продуктів завдяки високій концентрації білка й вітамінів у листі.

Ранньостиглий сорт «Ультра» характеризується високою врожайністю в теплих регіонах, вмістом жиру до 8% і чудовими харчовими властивостями. Його зерно використовують для виготовлення борошна, макаронів і хліба. Сорт рідше застосовують у кормових цілях через меншу кількість білка.

«Воронезький» — сорт із високою стійкістю до несприятливих умов. Він підходить для вирощування в північних регіонах і забезпечує врожайність зерна до 35 ц/га. Його зерно використовують для виготовлення круп, борошна, макаронів і олії [67].

Окрім цих сортів, популярністю користується також амарант хвостатий, наприклад Love Lies Bleeding та Green Tails. Вони вирощуються здебільшого в південній півкулі, де застосовуються для виробництва сквалену, олії та харчових продуктів. Ці сорти також мають високу посухостійкість, що робить їх ефективними в тропічних регіонах.

Таким чином, амарант має великий потенціал як у харчовій, так і в аграрній сферах. Його впровадження в агропромислове виробництво може стати важливим кроком для підвищення стійкості сільського господарства, розширення асортименту культур і забезпечення здорового харчування населення.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Ґрунтово - кліматичні умови проведення досліджень

Темно-сірі опідзолені ґрунти мають певну подібність до чорноземів, зокрема завдяки добре розвиненому гумусовому горизонту глибиною 30-32 см. Глибоке гумусове забарвлення, що сягає до 55 см, та наявність кротовин свідчать про їх високу родючість. Однак, на відміну від опідзолених чорноземів, ці ґрунти мають менш потужний гумусовий шар і більш виражений ілювіальний горизонт, що відображає їх специфічні особливості.

Дерново-слабопідзолисті ґрунти відрізняються меншою глибиною гумусового горизонту, який зазвичай становить 15-30 см і часто збігається з глибиною орного шару. Їх профіль характеризується пухкістю, що обмежує здатність утримувати вологу та поживні речовини. Порівняно з темно-сірими опідзоленими ґрунтами, ці ґрунти мають нижчий рівень забезпеченості поживними елементами. До того ж, кисла реакція ґрунтового розчину та низька вбирна здатність негативно впливають на їхню родючість.

Для обох типів ґрунтів характерна схильність до ґрунтових посух, які виникають через недостатню кількість опадів під час вегетаційного періоду. Це може спричинити пригнічення росту або втрату значної частини рослинного покриву.

Темно-сірі опідзолені ґрунти переважно зустрічаються у Поділлі (південний захід України), Поліссі (північний захід України) та в центральній частині країни, демонструючи специфічні характеристики, які відрізняють їх від дерново-слабопідзолистих ґрунтів як за рівнем родючості, так і за структурою та водним режимом.

Ґрунт дослідних ділянок - темно-сірий опідзолений характеризується наступними показниками (рис. 2.1).



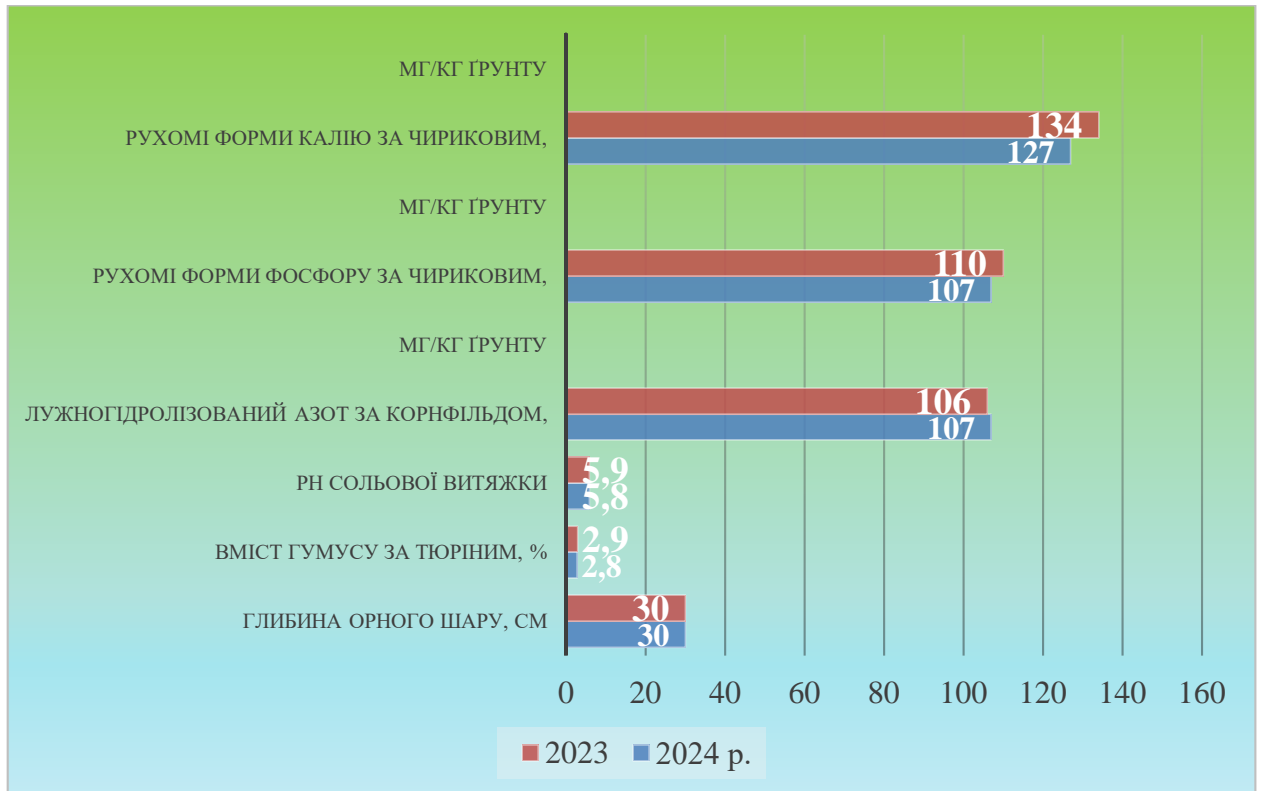


Рис. 2.1. Агрохімічна характеристика ґрунту.

Клімат західного Лісостепу України формується під впливом помірних повітряних мас з Атлантики та басейнів Чорного й Азовського морів, що забезпечує регіону м'яку зиму з періодичними відлигами та тривале тепле літо. Температурний режим характеризується порівняно високими середньорічними показниками, які становлять  $+7,0...+8,0^{\circ}\text{C}$ . Найхолодніший місяць, січень, має середню температуру  $-4,5^{\circ}\text{C}$ , з можливим зниженням до  $-30...-32^{\circ}\text{C}$  в окремі роки. У липні, найтеплішому місяці, середня температура досягає  $+19,0^{\circ}\text{C}$ , а максимальні показники можуть сягати  $+38...+40^{\circ}\text{C}$ .

Територія західного Лісостепу отримує достатню кількість вологи. Середньорічна норма опадів становить 500-650 мм, з яких близько 60% припадає на теплий період року. Взимку переважають снігові опади, влітку – дощі, із максимумом у липні. Сніговий покрив, як правило, невеликий і сягає в середньому 12-15 см. Середня відносна вологість повітря становить близько 75%.

Кліматичні умови регіону забезпечують тривалий безморозний період – у середньому 165-185 днів, а вегетаційний період триває 205-220 днів, що створює сприятливі умови для вирощування теплолюбних культур. За цей час сума активних температур досягає 2800-3000°C. Вітри переважно західних і південно-західних напрямків.

У 2023 та 2024 роках кліматичні умови, за даними метеопосту в м. Дубляни, дещо відрізнялися від багаторічних показників за температурою та кількістю опадів, однак залишалися сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема цукрового буряку. Температурний режим у ці роки дозволив висівати амарант у оптимальні строки: 21 травня 2023 року та 5 травня 2024 року.

Таблиця 2.1

## Річна і місячна сума опадів, мм

Місяць	Роки проведення дослідження	
	2023 р.	2024 р.
Січень	69	75
Лютий	41	50
Березень	79	79
Квітень	71	53
Травень	14	8
Червень	92	96
Липень	94	76
Серпень	95	74
Вересень	47	90
Жовтень	98	45
Листопад	69	2
Грудень	63	
За рік	832	648

Таблиця 2.2.

**Середньорічні і середньомісячні показники температури повітря, °С**

Місяць	2023 р.	2024 р.	Середньобагаторічний показник
Січень	+2,3	-1,2	-4,6
Лютий	+0,8	+5,6	-3,5
Березень	+4,9	+5,7	0,5
Квітень	+8,5	+11,2	7,2
Травень	+13,4	+15,7	13,7
Червень	+17,3	+19,4	16,8
Липень	+20,1	+21,4	18,4
Серпень	+21,0	+20,8	17,3
Вересень	+17,2	+17,2	13,2
Жовтень	+11,4	+9	7,6
Листопад	+3,6	+7	2,5
Грудень	+0,8	20	-2,1
За рік			7,2

**2.2 Методичні умови проведення дослідження**

Програмою дослідження передбачено вивчення впливу норм висіву на формування продуктивних і якісних показників сортів амаранту в умовах західного Лісостепу.

Дослід проводили у польовій сівозміні впродовж 2023 й 2024 рр. Попередником усі роки досліджень була озима пшениця. В дослідженнях застосовували такий рівень удобрення -  $N_{85}P_{45}K_{85}$  та сорти Лера і Студентський, рекомендовані для вирощування у зоні Лісостепу західному. Посів проводили широкорядним способом.

Фактор А Сорт	Фактор Б Норма висіву
Студентський	0,3 млн сх. нас./га;
	0,7 млн сх. нас./га;
	1,3 млн сх. нас./га
Лєра	0,3 млн сх. нас./га;
	0,7 млн сх. нас./га;
	1,3 млн сх. нас./га

Рис. 2.2 Схема досліду

Дослідні варіанти розміщувалися у трьох повтореннях. Загальна площа дослідної ділянки становила 81 м<sup>2</sup>, облікова 54 м<sup>2</sup>.

### 2.3 Характеристика досліджуваних сортів



Рис. 2.3. Амарант сорт Студентський.

Сорт Студентський створено шляхом індивідуального добору із зразка *A. hypochondriacus* (К- 1267). Занесено до Реєстру сортів рослин України у 2009 р. Вид *A. hypochondriacus*. Рослини висотою до 175 см. Стебло руде, листя зелене з рудими прожилками. Волоть довжиною до 50 см, руда, компактна. Насіння біле, маса 1000 насінин - 0,8 г. Стійкість до вилягання 9 балів, стійкість до обсіпання 9 балів. Сорт середньостиглий-125 днів. Вміст білка в насінні 18,6%. Урожайність насіння до 30 ц/га.



Рис. 2.4. Амарант сорт Лера.

Сорт створено шляхом індивідуального добору із зразку *A. hypochondriacus* (К - 14). Занесено до Реєстру сортів рослин України у 2002 р. Вид *A. hypochondriacus*. Рослини висотою до 165 см. Стебло зелене, листя зелене з червоними прожилками. Волоть довжиною до 54 см, червона, компактна. Насіння біле, маса 1000 насінин – 0,7 г. Стійкість до вилягання – 9

балів, стійкість до обсипання – 8 балів. Сорт середньостиглий – 105 днів. Вміст білка в насінні 20,6%, олії – 7,0%. Врожайність насіння до 32 ц/га.

## 2.4 Агротехнічні умови дослідження

Вирощування амаранту проводили за технологією для умов зони достатнього зволоження західного Лісостепу. Після збирання попередника проводили дискування стерні Кейс-210 + БДВП-4,2. Під основний обробіток ґрунту вносили фосфорно-калійні добрива у вигляді тукосуміші та хлористого калію. Азотні добрива застосовували у вигляді аміачної селітри на весні під передпосівну культивуацію. Оранку проводили на глибину 28 – 30 см трактором Кейс-210 в агрегаті з плугом ПНО-5-40. Рано навесні при першій можливості увійти в поле було проведено закриття вологи ХТА-150+12 БЗТ-1 та кілька поверхневих обробітків. Передпосівну культивуацію проводили на глибину загортання насіння Кейс - 210+ Європак. Для сівби використовували ручну сівалку, висівали згідно схеми досліду. Норма висіву становила 0,4 кг/га.

Питання боротьби в посівах амаранту із бур'янами є актуальним, адже немає зареєстрованих гербіцидів для використання у посівах амаранту. Оскільки, наявність бур'янів є одним з головних чинників, що стримує зростання продуктивності та не дає змоги розкрити потенціал амаранту [52]. Догляд за посівами складався із боротьби з бур'янами міжрядними обробітками, ручними прополюваннями. Застосовували гербіцид Фюзилад Форте 1 л/га. Для боротьби із шкідниками застосовували інсектицид Актара. Збирання врожаю проводили у фазу повної стиглості.

### РОЗДІЛ 3.

## ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТАМИ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ

### 1.1 Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин амаранту залежно від норм висіву

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком амаранту демонструють зміни у фазах його життєвого циклу, що залежать від багатьох факторів, включаючи спосіб сівби. Ці процеси охоплюють такі етапи, як проростання, утворення листків, цвітіння, формування плодів та насіння, які є результатом природних біологічних змін.

Після появи сходів увагу зосереджують на розвитку перших справжніх листків і формуванні листкової розетки, що є основою для подальшого росту. Цвітіння відіграє вирішальну роль у фенології, адже строки і характер його проходження визначають оптимальні умови для генеративного розвитку. Завершальним етапом є формування насіння, яке знаменує завершення вегетаційного циклу.

Детальний моніторинг фенологічних фаз дозволяє дослідникам удосконалювати технології вирощування амаранту, зокрема підбирати оптимальний час сівби, враховуючи кліматичні умови, тип ґрунту і сортові особливості рослини.

Основні етапи росту і розвитку амаранту включають:

Проростання насіння, що відбувається при температурі ґрунту +15...+20°C через 7-10 днів після сівби.

Появу сім'ядоль, які забезпечують початкове живлення через 10-14 днів після сівби.

Утворення справжніх листків, які формуються через 3-4 тижні після сходів.

Формування розетки, коли за перший місяць формується 8-12 листків, що активно накопичують вегетативну масу.

Початок стеблування, зазвичай через 40-60 днів після сходів, коли рослина утворює квітконосне стебло.

Цвітіння, яке триває 20-40 днів і починається через 60-80 днів після сходів.

Формування та дозрівання плодів, які утворюються через 2-3 тижні після цвітіння і дозрівають за 30-60 днів.

Завершення життєвого циклу, коли після дозрівання насіння рослини жовтіють і відмирають. Тривалість вегетаційного періоду амаранту варіюється від 110 до 180 днів залежно від сорту.

Детальний підхід до вивчення фаз розвитку забезпечує ефективне управління агротехнічними заходами для підвищення врожайності амаранту.

Проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин амаранту відбувалося відповідно до біологічних особливостей досліджуваних сортів та погодних умов років досліджень (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1

**Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин амаранту  
залежно від норм висіву у 2023 році**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Дата настання фенологічної фази рослин				Вегетаційний період, к-ть днів
		сходи	бутонізація	цвітіння	Дозрівання (збирання)	
Студентський	1,3	6.05	19.06	21.07	15.09	133
	0,7	6.05	19.06	23.07	20.09	138
	0,3	6.05	19.06	24.07	20.09	138
Лера	1,3	5.05	17.06	17.07	8.09	127
	0,7	5.05	17.06	19.07	15.09	134
	0,3	5.05	17.06	20.07	15.09	134



У 2024 році у зв'язку з тривалою посухою у травні, фаза сходів амаранту розтягнулася на довший період. Але це не вплинуло на урожайність, і вона була вищою відносно 2023 року. Оскільки, у 2023 році період сівба – цвітіння рослин амаранту був насичений опадами.

Амарант зазвичай демонструє високу адаптивність до різноманітних умов вирощування, проте надмірне зволоження ґрунту може негативно впливати на його ріст та розвиток. Реакція рослини залежить від сорту: одні сорти проявляють більшу стійкість до таких умов, тоді як інші можуть зазнавати значних пошкоджень.

Надлишок вологи, особливо у погано дренованих ґрунтах, може викликати проблеми з кореневою системою, зокрема гниття коріння. Забезпечення якісного дренажу допомагає запобігти накопиченню стоячої води і знижує ризик розвитку хвороб кореневої системи.

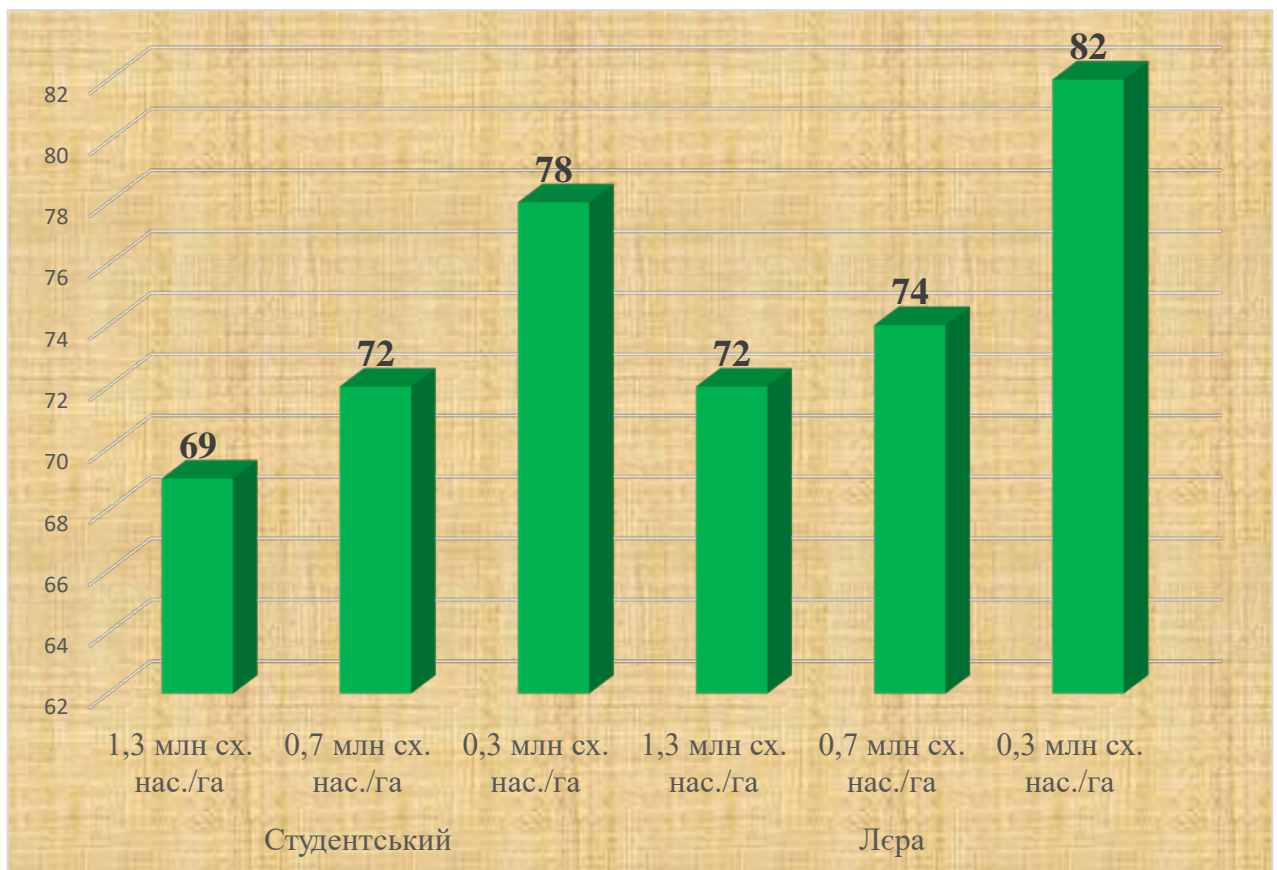
Таблиця 3.2

**Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин амаранту  
залежно від норм висіву у 2024 році**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Фенологічні фази				Вегетаційний період, к-ть днів
		сходи	бутонізація	цвітіння	Дозрівання (збирання)	
Студентський	1,3	16.05	28.06	31.07	25.09	133
	0,7	16.05	28.06	01.08	28.09	136
	0,3	16.05	28.06	01.08	28.09	136
Лера	1,3	16.05	23.06	27.07	19.09	127
	0,7	16.05	23.06	29.07	21.09	130
	0,3	16.05	23.06	29.07	21.09	130

Польова схожість сільськогосподарських культур — це відсоток насіння, яке дало сходи у польових умовах, від загальної кількості висіяного насіння. Цей показник характеризує здатність насіння проростати та формувати рослини в реальних умовах з урахуванням впливу факторів навколишнього середовища, таких як вологість ґрунту, температура, освітленість, структура ґрунту та агротехнічні заходи. Польова схожість зазвичай нижча, ніж лабораторна, оскільки вона залежить від природних умов і якості посівного матеріалу.

За результатами проведених досліджень відмічено, що для сорту Студентський при нормі висіву 1,3 млн схожих насінин на гектар схожість становила 69%, при 0,7 млн – 72%, а за найнижчої норми 0,3 млн сх. нас./га вона зростає до 78% (рис. 3.1).



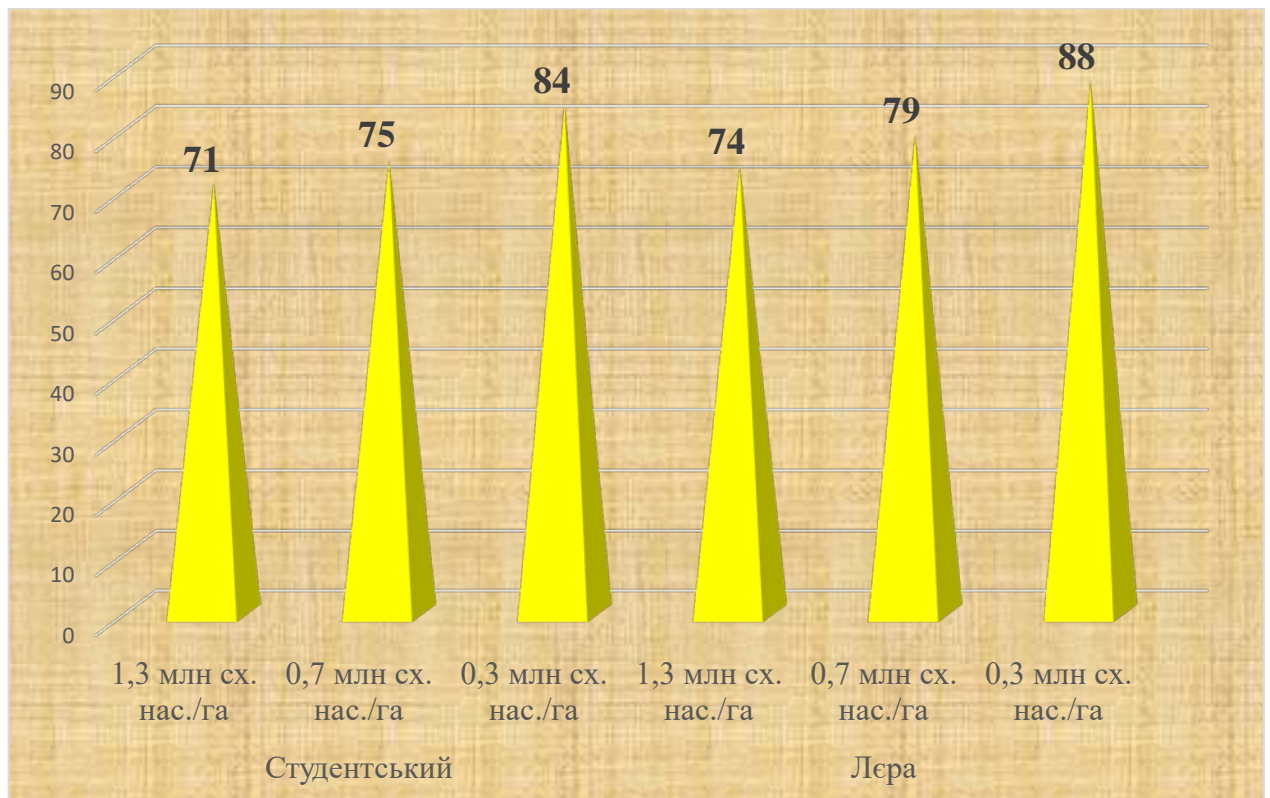
**Рис. 3.1. Польова схожість сортів амаранту залежно від норм висіву, % (середнє 2023 – 2024 рр.)**

Сорт Лера показав вищі результати польової схожості: при нормі 1,3 млн сх. нас./га вона дорівнює 72%, при 0,7 млн – 74%, а за норми 0,3 млн схожих

насінин на гектар досягає 82%. Загалом спостерігається закономірність: зі зменшенням норми висіву польова схожість насіння зростає.

Вживаність рослин у дослідженнях, що стосуються впливу норм висіву, визначається для оцінки адаптації рослин до різної густоти стояння та конкурентного середовища, створеного під час посіву. Цей показник дозволяє з'ясувати, яка кількість рослин зберігається до кінця вегетації після проростання насіння, і як густина посіву впливає на їх розвиток, виживання та продуктивність.

Визначення виживаності допомагає встановити оптимальну норму висіву, за якої забезпечується найбільша кількість життєздатних рослин, що можуть сформувати високий врожай. При надмірно високій нормі висіву рослини конкурують за світло, вологу та поживні речовини, що може призводити до їхнього ослаблення та загибелі. Натомість при занадто низькій нормі висіву знижується ефективність використання площі поля, що також негативно позначається на врожайності.



**Рис. 3.2. Вживаність рослин сортів амаранту залежно від норм висіву, % (середнє 2023 – 2024 рр.)**

На рисунку 3.2 продемонстровані результати дослідження виживаності двох сортів амаранту - Студентський та Лера - за різних норм висіву насіння. За результатами досліджень встановлено, як щільність посіву впливає на кількість рослин, що збереглися до кінця вегетаційного періоду. Для сорту Студентський простежується закономірність: при найвищій нормі висіву 1,3 мільйонів схожих насінин на гектар виживаність становить 71%, при зменшенні норми висіву до 0,7 мільйонів схожих насінин показник виживаності зростає до 75%, а при найменшій досліджуваній нормі 0,3 мільйонів схожих насінин на гектар виживаність досягає 84%. Подібна тенденція спостерігається і для сорту Лера: при нормі висіву 1,3 мільйонів схожих насінин на гектар виживаність складає 74%, при 0,7 мільйонів схожих насінин - зростає до 79%, а при 0,3 мільйонів схожих насінин - досягає 88%. Результати дослідження демонструють, що зменшення норми висіву насіння призводить до підвищення виживаності рослин для обох сортів амаранту. Це пов'язано з меншою конкуренцією між рослинами за поживні речовини, вологу та світло при зрідженому посіві. Найвища виживаність для обох сортів спостерігається при найменшій нормі висіву - 0,3 мільйонів схожих насінин на гектар, що становить 84% для сорту Студентський та 88% для сорту Лера.

### **3.2 Елементи структури врожаю сортів амаранту залежно від норм висіву**

Структура врожаю амаранту включає основні показники, які характеризують його продуктивність. Маса 1000 насінин визначає вагу тисячі насінин і може змінюватися залежно від способу сівби, оскільки густина рослин впливає на їх розвиток і формування насіння. Маса насіння однієї рослини відображає кількість насіння, що утворюється на окремій рослині, і також залежить від густоти посіву: оптимальна густина сприяє утворенню повноцінного насіння.

Висота рослини амаранту змінюється під впливом густоти стояння, адже надмірне загушення посівів викликає конкуренцію за світло, що може

вплинути на її ріст. Подібно до цього, довжина волоті є показником, який залежить від умов вирощування та схеми сівби.

Спосіб сівби визначає густоту розміщення рослин у полі, що впливає на їхній розвиток, доступ до ресурсів і загальну продуктивність. Оптимальне регулювання густоти дозволяє зменшити конкуренцію та забезпечити краще формування врожаю.

Під час збирання врожаю проводили облік вегетативної маси рослин, зокрема вимірювали середню висоту та масу рослини, довжину та масу волоті, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин амаранту.

За результатами обліку даних структури врожаю сортів амаранту залежно від норм висіву простежується чітка динаміка змін показників зі зменшенням норми висіву (табл. 3.3).

**Таблиця 3.3**

**Структура врожаю сортів амаранту залежно від норм висіву (середнє за 2023 – 2024 рр.)**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Студентський	1,3	166	51	12,7	0,64
	0,7	172	57	17,5	0,68
	0,3	187	63	17,8	0,71
Лєра	1,3	167	60	13,5	0,72
	0,7	173	68	18,6	0,75
	0,3	188	69	19,4	0,78

У сорту Студентський при найвищій нормі 1,3 млн сх. нас./га висота рослин становить 166 см, довжина волоті - 51 см, маса насіння з однієї рослини

- 12,7 г, маса 1000 насінин - 0,64 г. Зі зменшенням норми висіву до 0,7 мільйонів схожих насінин на гектар відбуваються позитивні зміни: висота рослин зростає до 172 см, довжина волоті збільшується до 57 см, маса насіння з рослини підвищується до 17,5 г, маса 1000 насінин досягає 0,68 г. При найменшій нормі висіву 0,3 мільйонів схожих насінин на гектар показники сорту Студентський досягають максимальних значень: висота рослин - 187 см, довжина волоті - 63 см, маса насіння з рослини - 17,8 г, маса 1000 насінин - 0,71 г.

Для сорту Лера спостерігається аналогічна тенденція. При нормі висіву 1,3 млн сх. нас./га висота рослин складає 167 см, довжина волоті - 60 см, маса насіння з рослини - 13,5 г, маса 1000 насінин - 0,72 г. Зі зменшенням норми висіву до 0,7 мільйонів схожих насінин на гектар показники покращуються: висота рослин зростає до 173 см, довжина волоті збільшується до 68 см, маса насіння з рослини підвищується до 18,6 г, маса 1000 насінин досягає 0,75 г.

При найменшій нормі висіву 0,3 мільйонів схожих насінин на гектар сорт Лера демонструє найкращі результати: висота рослин - 188 см, довжина волоті - 69 см, маса насіння з рослини - 19,4 г, маса 1000 насінин - 0,78 г.

Результати дослідження чітко показують, що зменшення норми висіву позитивно впливає на ріст, розвиток та насінневу продуктивність обох сортів амаранту. Найбільш сприятливою виявилася найменша норма висіву - 0,3 млн сх. нас./га, яка забезпечила найвищі показники структури врожайності для обох сортів: рослини сорту Студентський досягають максимальних значень: висота рослин - 187 см, довжина волоті - 63 см, маса насіння з рослини - 17,8 г, маса 1000 насінин - 0,71 г. Сорт Лера продемонстрував найкращі результати: висота рослин - 188 см, довжина волоті - 69 см, маса насіння з рослини - 19,4 г, маса 1000 насінин - 0,78 г.

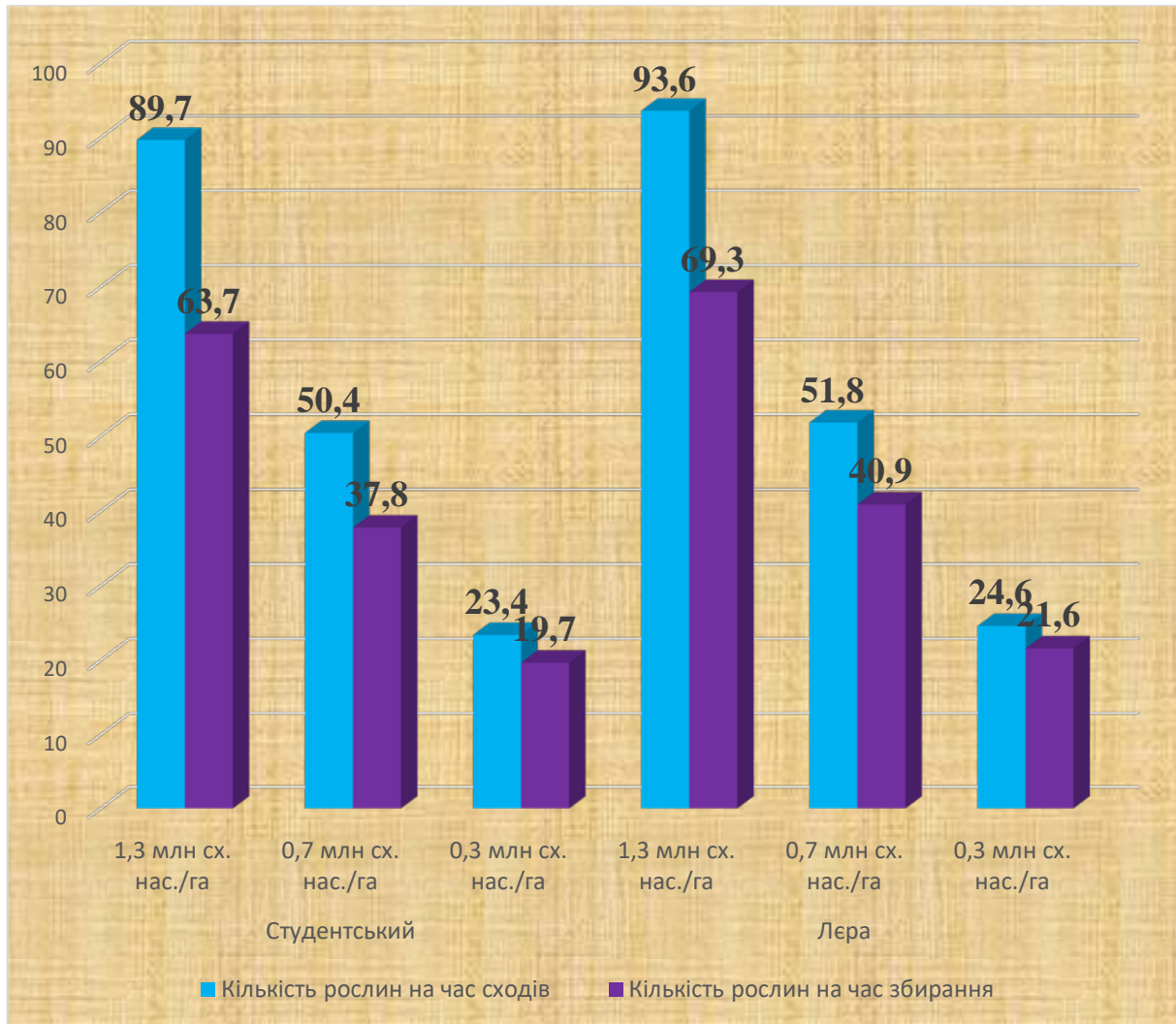


Рис. 3.3. Вплив норм висіву на кількість рослин сортів амаранту на час сходів і збирання, шт./м<sup>2</sup>, (середнє за 2023 – 2024 рр.).

За результатами досліджень, для обох досліджуваних сортів простежувалася чітка залежність між нормою висіву та кількістю рослин. При нормі висіву 1,3 млн сх. нас./га у сорту Студентський було 89,7 рослин на час сходів та 63,7 рослин на час збирання, а сорт Лера - 93,6 рослин на час сходів та 69,3 рослин на час збирання.

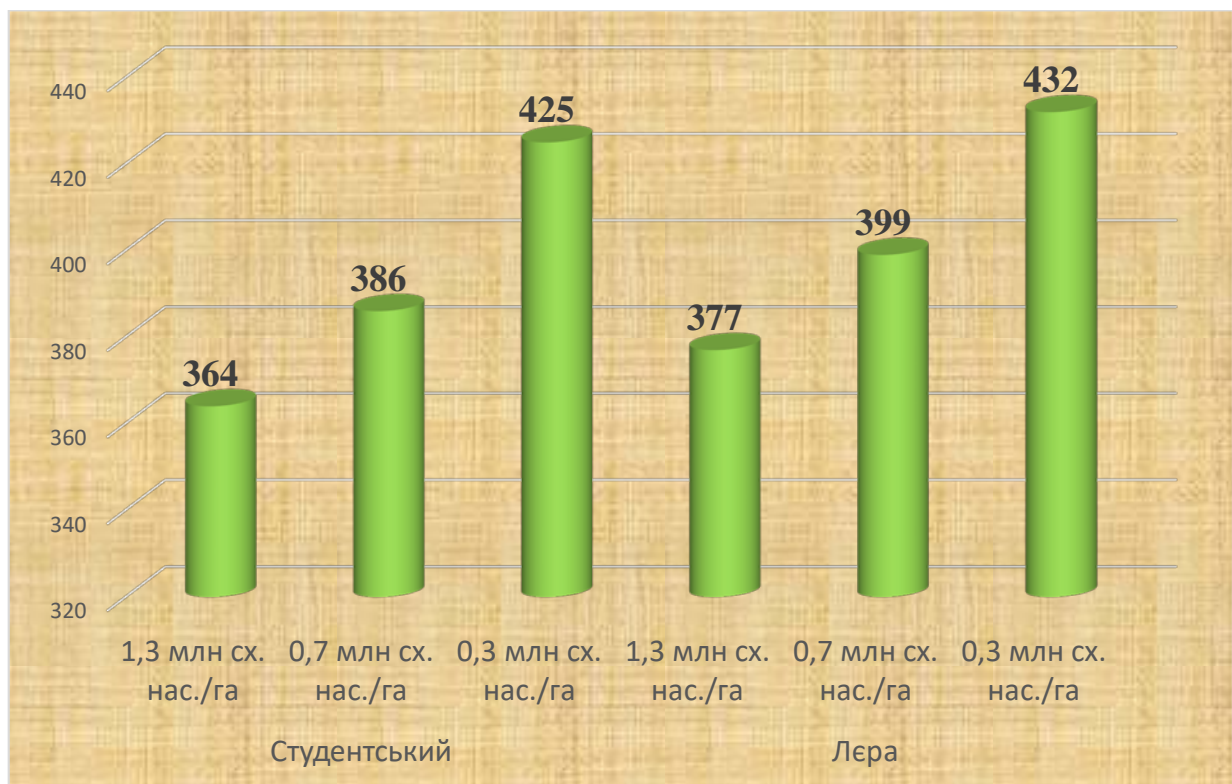
З пониженням норми висіву до 0,7 млн сх. нас./га кількість рослин зменшувалася пропорційно: для сорту Студентський - до 50,4 рослин на сході та 37,8 під час збирання, для сорту Лера - до 51,8 рослин на час сходів та 40,9 на час збирання.

При найменшій нормі висіву 0,3 млн сх. нас./га кількість рослин значно знизилася: для сорту Студентський до 23,4 рослин на час сходів та 19,7 на час

збирання, для сорту Лера - до 24,6 рослин на час сходів та 21,6 рослин на час збирання.

Спостерігалось природне зменшення кількості рослин від сходів до збирання у всіх варіантах через конкуренцію, захворювання та несприятливі умови. Сорт Лера демонструє дещо вищу стійкість та збереженість рослин порівняно з сортом Студентський при однакових нормах висіву. Збільшення норми висіву призводило до пропорційного зростання кількості рослин.

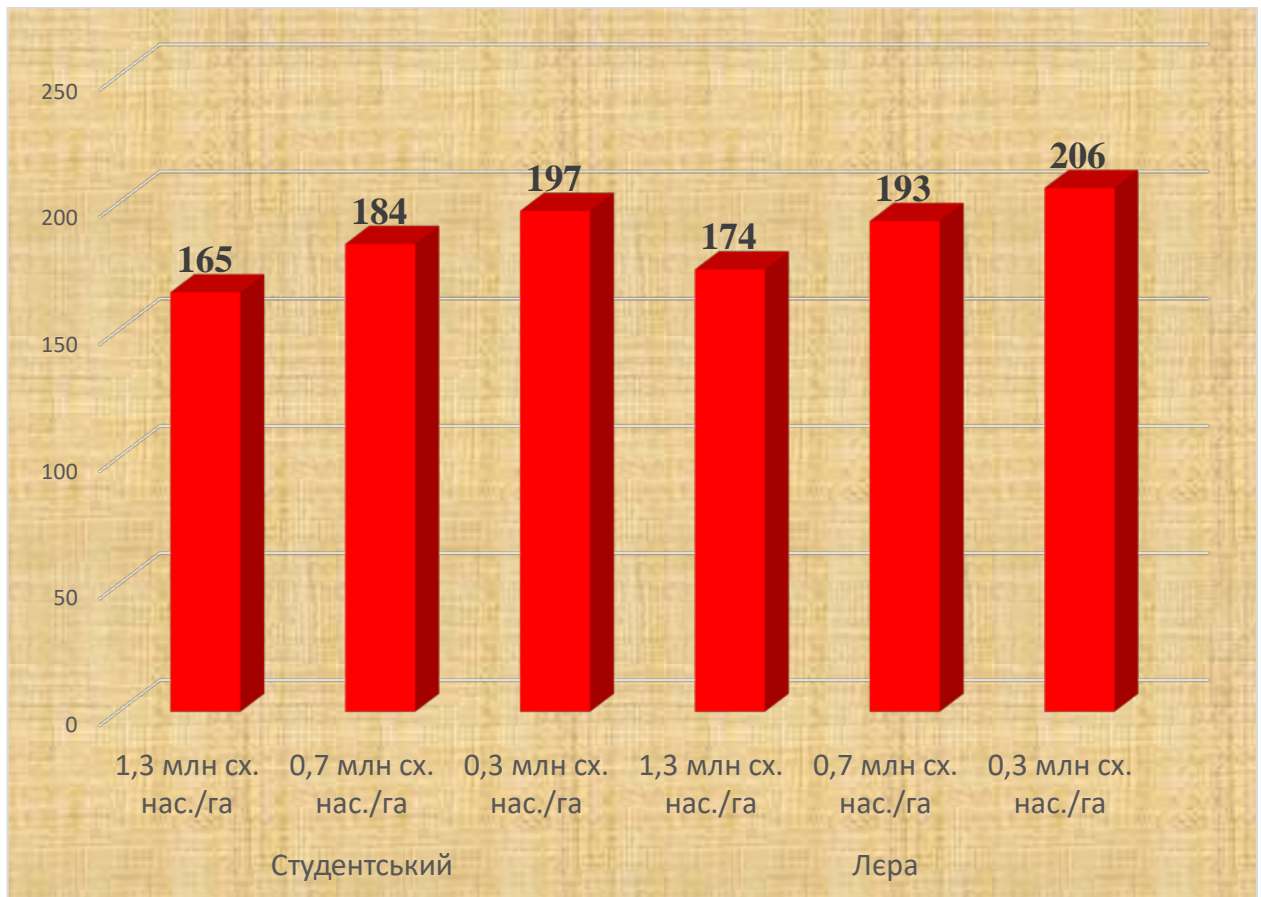
За результатами обліків встановлено, що на масу 1 рослини досліджуваних сортів амаранту мали вплив сортові особливості і норми висіву (рис. 3.4). Найменшу масу мали рослини за норми висіву 1,3 млн сх. нас./га: сорт Лера – 377 г, а сорт Студентський – 364 г. За норми висіву 0,7 млн сх. нас./га вага рослин збільшилася на 22 г. Найбільшу загальну масу рослини було отримано за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га – у сорту Лера 432 г, у сорту Студентський – 425 г.



**Рис. 3.4. Маса 1 рослини сортів амаранту залежно від норми висіву (середнє за 2023 – 2024 рр.), г.**



Проведення обліків елементів структури рослин сортів амаранту продемонструвало вплив сортових особливостей і норм висіву на масу і довжину волоті (рис.3.4, табл. 3.3).



**Рис. 3.5. Маса 1 волоті рослини сортів амаранту залежно від норм висіву (середнє за 2023 – 2024 рр.), г.**

Найбільшу масу волоті сформували рослини амаранту за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га – у сорту Лера 206 г, у сорту Студентський – 197 г.

Результати дослідження чітко показують, що зменшення норми висіву позитивно впливає на ріст, розвиток та насінневу продуктивність обох сортів амаранту. Найбільш сприятливою виявилася найменша норма висіву - 0,3 млн сх. нас./га, яка забезпечила найвищі показники структури врожайності для обох сортів: рослини сорту Студентський досягають максимальних значень: висота рослин - 187 см, довжина волоті - 63 см, маса насіння з рослини - 17,8 г, маса 1000 насінин - 0,71 г, маса волоті – 197 г. Сорт Лера продемонстрував

найкращі результати: висота рослин - 188 см, довжина волоті - 69 см, маса насіння з рослини - 19,4 г, маса 1000 насінин - 0,78 г, маса волоті -206 г.

### 3.3 Урожайність сортів амаранту залежно від норм висіву

У контексті сільськогосподарського виробництва важливим параметром, що характеризує потенціал та ефективність вирощування культури, є взаємозв'язок між нормами висіву та кількістю рослин протягом їхнього життєвого циклу.

Природні процеси конкуренції, впливу зовнішніх факторів та біологічних особливостей сортів призводять до поступового зменшення чисельності рослин від сходів до моменту збирання врожаю. Диференціація норм висіву дозволяє сільськогосподарським виробникам обирати оптимальну щільність посівів залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей сорту та наявних ресурсів. Зниження норми висіву призводить до пропорційного зменшення чисельності рослин, що може позначитися на потенційній врожайності та економічній ефективності вирощування.

Таблиця 3.4

#### Урожайність амаранту залежно від способу сівби, 2023 р.

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Урожайність, ц/га	Приріст	
			ц/га	%
Студентський	1,3	21,6	-	-
	0,7	23,7	2,1	9,7
	0,3	20,1	-1,5	-6,9
Лера	1,3	26,9	-	-
	0,7	28,7	1,8	8,9
	0,3	25,5	-1,4	-5,2

НІР<sub>05</sub>, ц/га: А – 0,23, В – 0,27, АВ – 0,35

Вибір норми висіву є критичним елементом технології вирощування сільськогосподарських культур, який безпосередньо впливає на формування продуктивності агроценозу, конкурентоздатність рослин та кінцеві показники врожайності.

За результатами обліку урожайності сортів амаранту встановлено вплив норм висіву. Рівень урожаю у 2024 році був вищим порівняно з 2023 роком, у зв'язку з погодними умовами у першій половині вегетації (табл. 3.5, 3.6). Надмірна кількість опадів та дещо нижчий температурний режим у першій половині вегетації спричинили складнощі з проведенням заходів боротьби з бур'янами. Також, перезволоження ґрунту призвело до погіршення аерації кореневої системи, що уповільнило ріст і розвиток рослин. Надмірна кількість вологи в ґрунті спричиняє вимивання поживних речовин з орного шару ґрунту, що спричиняє дефіцит мінерального живлення. Тому надмірне зволоження ґрунту може спричинити втрати урожаю до 40 %

Таблиця 3.5

### Урожайність амаранту залежно від способу сівби, 2024 р.

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Урожайність, ц/га	Приріст	
			ц/га	%
Студентський	1,3	20,3	-	-
	0,7	24,5	4,2	20,7
	0,3	19,6	-0,7	-3,4
Лера	1,3	24,3	-	-
	0,7	29,5	5,2	21,4
	0,3	21,8	-2,5	-10,3

НІР<sub>05</sub>, ц/га: А - 0,32, В - 0,41, АВ - 0,56

За результатами проведених досліджень найвищі показники урожайності забезпечила норма висіву 0,7 млн сх. нас./га – у сорту Лера 29,1 ц/га, у сорту

Студентський – 24,1 ц/га (табл. 3.6). Що є на 13,7 % і 15,1 % більше норми висіву 1,3 млн сх. нас./га. Рівень урожайності за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га був нижчим варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га на 7,6 % - у сорту Лера, і 5,3 % - сорту Студентський.

Таблиця 3.6

**Урожайність сортів амаранту залежно від способу сівби норм висіву,  
(середнє за 2023 - 2024 рр.)**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Урожайність, ц/га	Приріст	
			ц/га	%
Студентський	1,3	20,95	-	-
	0,7	24,10	3,15	15,1
	0,3	19,85	-1,10	-5,3
Лера	1,3	25,6	-	-
	0,7	29,1	3,5	13,7
	0,3	23,65	-1,95	-7,6

Отже, норма висіву впливала на рівень урожайності у досліджуваних сортів амаранту. Найвищі показники урожайності забезпечила норма висіву 0,7 млн сх. нас./га – у сорту Лера 29,1 ц/га, у сорту Студентський – 24,1 ц/га. Що є на 13,7 % і 15,1 % більше норми висіву 1,3 млн сх. нас./га. Рівень урожайності за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га був нижчим варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га на 7,6 % - у сорту Лера, і 5,3 % - сорту Студентський.

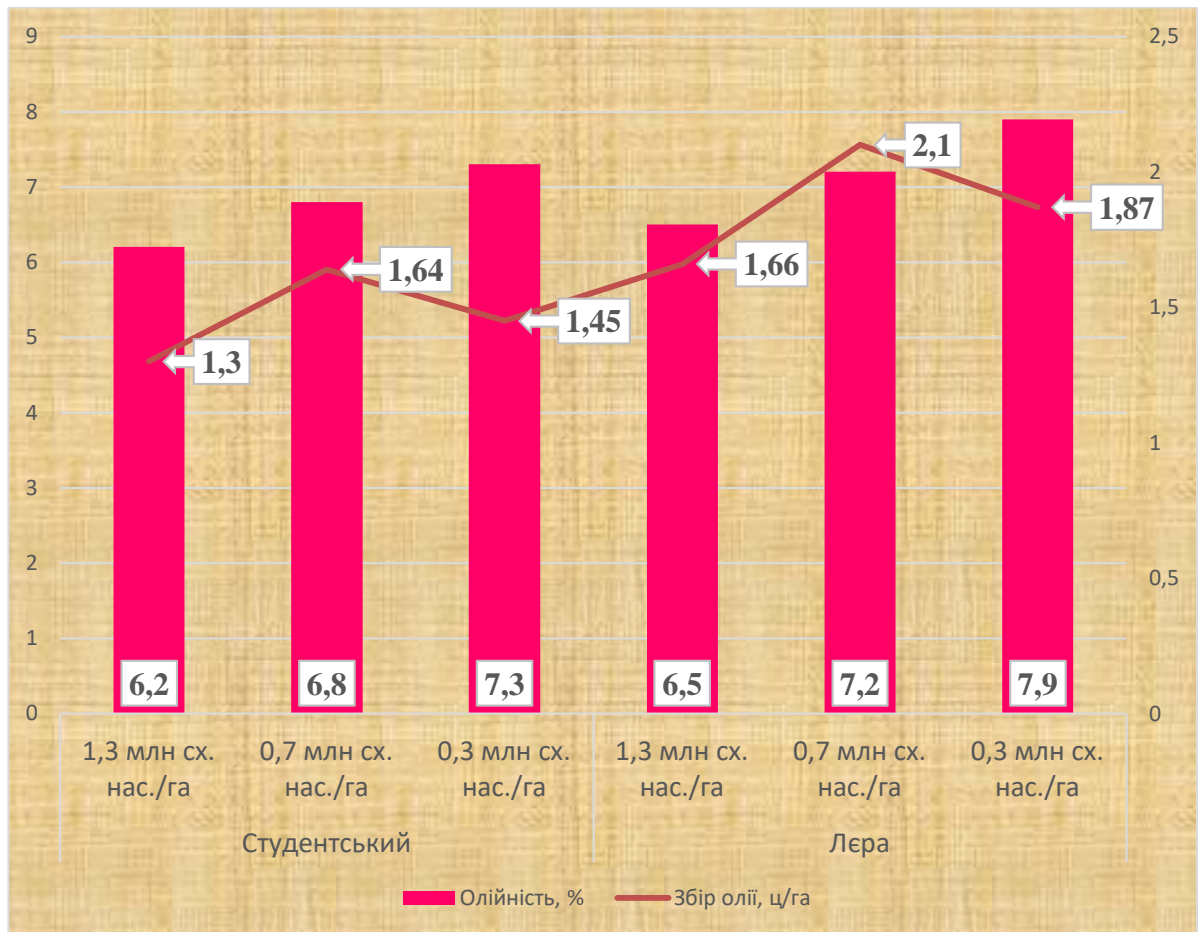
### **3.4. Формування якісних показників сортами амаранту залежно від норм висіву**

Вміст олії в насінні амаранту залежить від норми висіву, оскільки цей показник формується під впливом кількох факторів, таких як густина посіву, розміщення рослин у полі та конкуренція за ресурси. Олія є однією з найцінніших речовин у насінні амаранту, тому її кількість є важливим критерієм під час вирощування культури. У загущених посівах рослини інтенсивно конкурують за воду, поживні речовини та світло, що може зменшити об'єм і якість насіння, включаючи вміст олії.

Густина рослин у полі впливає на освітлення посівів: недостатній доступ світла може порушувати процеси синтезу олії у насінні. Також кліматичні умови та особливості ґрунтів, що залежать від регіону вирощування, мають значний вплив на цей показник.

Оптимізація густоти посіву за допомогою сучасних технологій, таких як сівалки точного висіву, дозволяє раціонально розмістити рослини, забезпечуючи їм оптимальні умови для росту та розвитку. Це сприяє підвищенню врожайності та вмісту олії в насінні. Крім того, різні сорти амаранту можуть по-різному реагувати на умови вирощування, тому вибір відповідного сорту є важливим для досягнення високої якості олії.

За результатами проведених досліджень, встановлено, що вміст олії в насінні досліджуваних сортів амаранту залежав від норми висіву. Найкращі результати було отримано за норм висіву 0,7 і 0,3 млн сх. нас./га. Сорт Лера за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га забезпечив олійність на рівні 7,9 %, що є на 1,4 % вище показника варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га. Сорт Студентський продемонстрував дещо нижчі показники вмісту олії в насінні амаранту: за норми 0,7 млн сх. нас./га – 6,8 %, що є на 1,1 % вище показника варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га.



**Рис. 3.6. Вплив норми висіву на вміст в насінні і збір олії сортів амаранту (середнє за 2023 – 2024 рр.)**

На розрахунок виходу олії вплинув рівень урожайності насіння досліджуваних сортів амаранту. Найвищий збір забезпечив сорт Лера за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га – 2,10 ц/га.

Вміст білка в насінні амаранту є одним із ключових показників його харчової та кормової цінності, що робить цю культуру надзвичайно важливою як для людей, так і для тваринництва. Білок амаранту характеризується високою біологічною цінністю, оскільки містить усі незамінні амінокислоти, зокрема лізин, який є рідкісним для рослинного білка і важливим для здоров'я людини. Завдяки цьому насіння амаранту прирівнюється до білків тваринного походження, а його включення в раціон сприяє збалансованому харчуванню.

Особливо актуальним є використання амаранту як функціонального продукту для людей, які дотримуються здорового харчування або страждають

на непереносимість глютену, оскільки білок амаранту є безглютеновим. Крім того, висока концентрація білка робить амарант перспективною культурою для вирішення проблеми дефіциту білка в країнах з обмеженими ресурсами продовольства.

У тваринництві насіння амаранту використовується як поживний корм, що позитивно впливає на приріст маси та загальний розвиток тварин. Завдяки унікальному амінокислотному складу та високій поживності, білок амаранту є цінною складовою як продовольчих, так і кормових систем, забезпечуючи значний внесок у продовольчу безпеку та здорове харчування населення.

Таблиця 3.7

**Вплив норми висіву на вміст в насінні і збір білку сортів амаранту  
(середнє за 2023 - 2024 рр.), %**

Сорт	Норма висіву	Вміст білку, %	Збір білку, ц/га
Студентський	1,3 млн сх. нас./га	17,2	3,60
	0,7 млн сх. нас./га	18,6	4,48
	0,3 млн сх. нас./га	18,9	3,75
Лера	1,3 млн сх. нас./га	18,3	4,68
	0,7 млн сх. нас./га	19,4	5,65
	0,3 млн сх. нас./га	20,5	4,85

Встановлено, що вміст білку в насінні амаранту зростає із зменшенням норми висіву (табл. 3.7). Найвищі показники вмісту білку забезпечила норма

висіву 0,3 млн сх. нас./га : сорт Лера – 20,5 %, сорт Студентський – 18,9 %. Біологічний збір білку залежав від урожайності, норми висіву і сорту: сорт Лера за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га продемонстрував найкращий результат – 5,65 ц/га, тоді як сорт Студентський – 4,48 ц/га.

Отже, вміст олії в насінні досліджуваних сортів амаранту залежав від норми висіву. Найкращі результати було отримано за норм висіву 0,7 і 0,3 млн сх. нас./га. Сорт Лера за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га забезпечив олійність на рівні 7,9 %, що є на 1,4 % вище показника варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га. Сорт Студентський продемонстрував дещо нижчі показники вмісту олії в насінні амаранту: за норми 0,7 млн сх. нас./га – 6,8 %, що є на 1,1 % вище показника варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га.

### **3.5 Економічна та енергетична ефективність вирощування сортів амаранту залежно від норм висіву**

Економічна та енергетична ефективність вирощування амаранту визначається шляхом аналізу витрат на виробництво та отриманого результату. Для цього необхідно враховувати всі етапи вирощування, починаючи з посіву і закінчуючи збором та обробкою врожаю. До основних витрат належать витрати на насіння, добрива, пестициди (за необхідності), підготовку та обробіток ґрунту, поливні заходи, оплату праці та інші операційні витрати. Зокрема, застосування добрив зазвичай є найбільш витратною складовою при вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури.

Ефективність вирощування також залежить від рівня врожайності, оскільки обсяг отриманої продукції безпосередньо впливає на кінцевий результат. Важливим фактором є ринкова ціна насіння, яка формує дохід від реалізації врожаю. Станом на грудень 2023 року вартість однієї тонни насіння амаранту становить близько 25 000 грн, а для органічного насіння – близько 40 000 грн.



Для повної оцінки ефективності необхідно зіставити всі витрати та прибутки, беручи до уваги ринкові умови та можливі ризики. Таким чином, детальний облік витрат і доходів дозволяє оцінити доцільність вирощування амаранту та його економічну вигоду в конкретних умовах виробництва.

За результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності встановлено, що найбільш доцільно вирощувати сорти Лера і Студентський за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га (табл. 3.8). Оскільки, за цього варіанту рівень чистого прибутку становив 46000 і 33500 грн, собівартість 1 ц насіння амаранту була найнижчою по досліді і становила 919 і 1110 грн/ц, рівень рентабельності був найвищим - 172,0 і 125,2 % відповідно.

Таблиця 3.8

**Економічна ефективність вирощування амаранту залежно від способів сівби (середнє за 2022 - 2023 рр.).**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Врожайність, ц/га	Вартість продукції з 1га, грн.	Виробничі затрати на 1 га, грн	Собівартість 1 ц продукції, грн	Чистий прибуток з 1га, грн	Рівень рентабельності, %
Студентський	1,3	20,95	52375	26950	1286	25425	94,3
	0,7	24,10	60250	26750	1110	33500	125,2
	0,3	19,85	49625	26650	1343	22975	86,2
Лера	1,3	25,6	64000	26950	1053	37050	137,5
	0,7	29,10	72750	26750	919	46000	172,0
	0,3	23,65	59125	26650	1127	32475	121,9

Аналіз енергетичної ефективності вирощування амаранту передбачає дослідження обсягу енергетичних витрат і енергоємності врожаю, щоб оцінити раціональність використання ресурсів у процесі виробництва. Використання сучасних технологій, таких як точний висів та механізований обробіток ґрунту, сприяє зниженню енергетичних витрат і підвищенню загальної ефективності. Під час обробітку ґрунту враховуються витрати енергії на роботу тракторів та іншої сільськогосподарської техніки. Окремо аналізується енергія, необхідна для виготовлення, транспортування та внесення добрив і засобів захисту рослин.

Енергетичні витрати на збір врожаю та його транспортування включають використання комбайнів, жниварок і транспортних засобів, а також трудові ресурси, задіяні в ручних або механізованих роботах. Деякі сорти амаранту, завдяки своїй стійкості до хвороб та шкідників, потребують менше енергії на обробку засобами захисту, що дозволяє додатково оптимізувати витрати.

Крім того, енергія витрачається на зберігання та переробку врожаю, зокрема на технологічні процеси обробки насіння. Наразі активно розглядається можливість застосування альтернативних і відновлюваних джерел енергії, що сприяють зниженню залежності від традиційних енергоносіїв. Впровадження екологічно чистих технологій дозволяє зменшити енерговитрати й мінімізувати вплив на довкілля.

Оцінка енергетичної ефективності вирощування амаранту потребує комплексного підходу, який враховує всі складові агровиробничого процесу. Оптимізація використання енергоресурсів і впровадження інноваційних технологій є ключем до досягнення сталого та ефективного вирощування цієї культури.

За результатами розрахунків енергетичної ефективності вирощування амаранту залежно від норм висіву встановлено, що енергетично доцільно вирощувати сорти амаранту Лера і Студентський за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим по досліді і становив 2,98 і 247 (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Енергетична ефективність вирощування амаранту залежно від способів сівби (середнє за 2022 - 2023 рр.).**

Сорт	Норма висіву, млн сх. нас./га	Врожайність, ц/га	Енергоємність урожаю з 1 га, млн ккал	Витрати енергії на 1 га, млн ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, К <sub>еє</sub>
Студентський	1,3	20,95	11,5	5,37	2,15
	0,7	24,10	13,3	5,37	2,47
	0,3	19,85	10,9	5,37	2,03
Лєра	1,3	25,6	14,1	5,37	2,62
	0,7	29,10	16,0	5,37	2,98
	0,3	23,65	13,0	5,37	2,42

За результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності встановлено, що найбільш доцільно вирощувати сорти Лєра і Студентський за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га. Оскільки, за цього варіанту рівень чистого прибутку становив відповідно 46000 і 33500 грн, собівартість 1 ц насіння амаранту була найнижчою по досліді і становила 919 і 1110 грн/ц, рівень рентабельності був найвищим - 172,0 і 125,2 %, коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим по досліді і становив 2,98 і 2,47.

## ВИСНОВКИ

1. Проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин амаранту відбувалося відповідно до біологічних особливостей досліджуваних сортів та погодних умов років досліджень. У 2024 році у зв'язку з тривалою посухою у травні, фаза сходів амаранту розтягнулася на довший період. встановлено, що норми висіву впливали на ріст і розвиток рослин сортів амаранту. Відмічено тенденцію до швидшого дозрівання рослин амаранту за норми 1,3 млн. сх. нас. У 2024 році вегетаційний період дещо скоротився на 2 дні у сорту Студентський і на 4 дні – у сорту Лера.

2. Спостерігалася закономірність: зі зменшенням норми висіву польова схожість насіння зростає. За результатами проведених досліджень відмічено, що для сорту Студентський при нормі висіву 1,3 млн схожих насінин на гектар схожість становила 69%, при 0,7 млн – 72%, а за найнижчої норми 0,3 млн сх. нас./га вона зростає до 78%. Сорт Лера показав вищі результати польової схожості: при нормі 1,3 млн сх. нас./га вона дорівнює 72%, при 0,7 млн – 74%, а за норми 0,3 млн схожих насінин на гектар досягає 82%.

3. Результати дослідження демонструють, що зменшення норми висіву насіння призводить до підвищення виживаності рослин для обох сортів амаранту. Це пов'язано з меншою конкуренцією між рослинами за поживні речовини, вологу та світло при зрідженому посіві. Найвища виживаність для обох сортів спостерігається при найменшій нормі висіву - 0,3 мільйонів схожих насінин на гектар, що становить 84% для сорту Студентський та 88% для сорту Лера. Сорт Лера демонструє дещо вищу стійкість та збереженість рослин порівняно з сортом Студентський при однакових нормах висіву. Збільшення норми висіву призводило до пропорційного зростання кількості рослин.

4. Результати дослідження чітко показують, що зменшення норми висіву позитивно впливає на ріст, розвиток та насінневу продуктивність обох сортів амаранту. Найбільш сприятливою виявилася найменша норма висіву -

0,3 млн сх. нас./га, яка забезпечила найвищі показники структури врожайності для обох сортів: рослини сорту Студентський досягають максимальних значень: висота рослин - 187 см, довжина волоті - 63 см, маса насіння з рослини - 17,8 г, маса 1000 насінин - 0,71 г, маса волоті - 197 г. Сорт Лера продемонстрував найкращі результати: висота рослин - 188 см, довжина волоті - 69 см, маса насіння з рослини - 19,4 г, маса 1000 насінин - 0,78 г, маса волоті - 206 г.

5. Норма висіву впливала на рівень урожайності у досліджуваних сортів амаранту. Найвищі показники урожайності забезпечила норма висіву 0,7 млн сх. нас./га – у сорту Лера 29,1 ц/га, у сорту Студентський – 24,1 ц/га. Що є на 13,7 % і 15,1 % більше норми висіву 1,3 млн сх. нас./га. Рівень урожайності за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га був нижчим варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га на 7,6 % - у сорту Лера, і 5,3 % - сорту Студентський.

6. За результатами проведених досліджень, встановлено, що вміст олії в насінні досліджуваних сортів амаранту залежав від норми висіву. Найкращі результати було отримано у сорту Лера за норми висіву 0,3 млн сх. нас./га, який забезпечив олійність на рівні 7,9 %, що є на 1,4 % вище показника варіанту з нормою висіву 1,3 млн сх. нас./га. На розрахунок виходу олії вплинув рівень урожайності насіння досліджуваних сортів амаранту. Найвищий збір забезпечив сорт Лера за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га – 2,10 ц/га.

7. Вміст білку в насінні амаранту зростав із зменшенням норми висіву. Найвищі показники вмісту білку забезпечила норма висіву 0,3 млн сх. нас./га : сорт Лера – 20,5 %, сорт Студентський – 18,9 %. Біологічний збір білку залежав від урожайності, норми висіву і сорту: сорт Лера за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га продемонстрував найкращий результат – 5,65 ц/га, тоді як сорт Студентський – 4,48 ц/га.

8. За результатами розрахунків економічної та енергетичної ефективності встановлено, що найбільш доцільно вирощувати сорти Лера і Студентський за норми висіву 0,7 млн сх. нас./га. Оскільки, за цього варіанту

рівень чистого прибутку становив відповідно 46000 і 33500 грн, собівартість 1 ц насіння амаранту була найнижчою по досліді і становила 919 і 1110 грн/ц, рівень рентабельності був найвищим - 172,0 і 125,2 %, коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим по досліді і становив 2,98 і 2,47.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

В умовах Західного Лісостепу на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах для отримання врожайності зерна амаранту на рівні 29,1 ц/га і більше, олійності 7,9 % і виходу білку 5,65 ц/га, доцільно висівати сорт Лера норми висіву 0,7 млн сх. нас./га.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Артеменко С. Ф., Дудка М. І. Організація зеленого конвеєра. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України*. Київ : Аграрна наука, 2004. С. 386–389.
2. Борона В. П., Карасевич В. В. Шкідливість бур'янів і боротьба з ними в посівах амаранту *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 63–64.
3. Бугайов В. Д., Юрчак А. Я., Прокопенко Л. С. Деякі особливості вирощування амаранту мітелчатого на кормові цілі. *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 43–45.
4. Варламова К. А., Приходько Е. А., Приходько Ю. А. Модель посівного кормопроизводства с привлечением нетрадиционных кормовых культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 6. С. 77– 80.
5. Варламова К. А., Приходько Ю. А., Приходько Е. А. Интенсивные кормовые культуры в системе полевого кормопроизводства. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. Вип. 47. С. 122–124.
6. Войташенко Д. П. Оптимізація елементів технології вирощування амаранту зернового напрямку в умовах південного Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Херсонський держ. аграр. ун-т. Херсон, 2008. 16 с.
7. Войташенко Д. П. Технология вирощування амаранту зернового напрямку в умовах півдня України. *Географічні інформаційні системи в аграрних університетах* : матеріали міжнар. наук.-метод. конференції. Херсон : Айлант, 2006. С. 17.

8. Войташенко Д. П., Лавренко С. О. Вплив строку сівби на ріст та розвиток рослин амаранту зернового напрямку в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлан, 2006. Вип. 44. С. 89–93.
9. Гопцій Т. І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція : монографія. Харків, 1999. 273 с.
10. Гораш О.В., Полянецька І.О., Базалій В.В. Продуктивність амаранту залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2015. Вип. 1. С. 40-47.
11. Горбенко І. Я., Шуль Д. І., Лук'яненко Л. І. Вплив мінеральних добрив та строків скошування на хімічний склад і поживність зеленої маси амаранту. *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 56–57.
12. Горбенко І. Я., Шуль Д. І., Оринян І. Р. Кукурудзо-амарантові сумішки. *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 56–57.
13. Гусев М. Г., Войташенко Д. П. Продуктивність амаранту зернового напрямку залежно від способу сівби та норми висіву. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Айлант, 2006. Вип. 46. С. 109–112.
14. Демідась Г. І. Проміжні культури – важливий резерв збільшення виробництва рослинного білка. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2002. Вип. 48. С. 43–46.
15. Дудка М. І. Вплив строків збирання амаранту на його насіннєву продуктивність в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 76–77.
16. Дудка М. І. Кормова продуктивність ранніх ярих агрофітоценозів залежно від видового складу при вирощуванні на зелений корм в північному



Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2014. № 7. С. 84–89.

17. Дудка М. І. Кукурудза + амарант на зелений корм. *Агроном*. 2014. № 4 (46). С. 190–193.

18. Дудка М. І. Порівняльна урожайність одновидових і сумісних пізніх ярих агрофітоценозів з амарантом при вирощуванні на зелений корм в північному Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2014. № 6. С. 57–60.

19. Дудка М. І., Черенкова Т. П. Вплив строків збирання і висоти скошування на кормову продуктивність і отавність амаранту. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №№ 21–22. С. 101–105.

20. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія. 2005. 288 с.

21. Жемойда В. П., Микулінець Л. М. Продуктивність амаранту залежно від удобрення та передпосівної обробки насіння в умовах північного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип

22. Ковбасюк П. Амарант в інтенсифікації кормовиробництва. *Пропозиція*. 2002. № 10 С. 38–39.

23. Ковбасюк П. Високопродуктивний зелений конвеєр – гарантія повноцінної годівлі тварин. *Пропозиція*. 2000. №7. С. 33–36.

24. Когут С. Г., Яковенко Т. М. Оптимізація площі живлення та її конфігурації для росту рослин амаранту у Південному Степу. *Аграрний вісник Причорномор'я : зб. наук. праць Одеського ДАУ*. Одеса, 2004. Вип. 26. Ч. 2. С. 41–44.

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

26. Лихочвор В.В., Тирус М.Л. Урожайність амаранту залежно від сорту. *Органічне агровиробництво: освіта і наука: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції 25 жовтня 2022 року Київ 2022*. С. 68 – 69.
27. Маткевич В. Т., Маткевич А. П., Смалиус В. М. та ін. Стан і перспективи розвитку кормовиробництва в північному Степу України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2003. Вип. 50. С. 10–15.*
28. Медведовський О. Н., Ярошенко С. І. Технологія сумісного вирощування кукурудзи та амаранту на силос. *Аграрна наука – виробництво. 2000. № 4. С. 16.*
29. Панюкова О. О., Войташенко Д. П. Удобрення амаранту. *Методичні рекомендації по ефективному використанню добрив. Херсон : Айлант, 2005. 18 с.*
30. Петриченко В. Ф. Наукові основи розвитку адаптивного кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки. 2004. № 1. С. 5–10.*
31. Підгорна Л. Г., Дудка М. І. Вплив способів сівби і норм висіву на кормову і насінневу продуктивність тифону. *Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 148–152.*
32. Підпалій І. Ф., Когут В. Ф., Клекот М. І. Післяжнивні посіви на зрошуваних землях Центрального Лісостепу УРСР. *Корми і кормовиробництво. 1991. Вип. 31. С. 38–41.*
33. Підпалій І. Ф., Шелест В. К., Когут В. Ф., Клекот М. І. Кормові культури на меліорованих землях Лісостепу. *Корми і кормовиробництво. 1999. Вип. 46. С. 154–161.*
34. Пістун І.П. Охорона праці в сільському господарстві (рослинництво): навчальний посібник / І.П. Пістун, А.П. Березовецький, С.А. Березовецький. -Суми: Університетська книга, 2009. - 368 с.
35. Побережна А. А., Радченко Л. Г., Мацютевич В. С. Трансформування посівів кормових культур і виробництва кормів та

кормового білку в період реформування АПК. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 206–209.

36. Полянецька І.О., Макуха О.М. Продуктивність амаранту залежно від удобрення в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С.132-138.

37. Рахметов Д., Рибалко Я. Амарант знову нагадує про себе. *Пропозиція*. 2005. № 2. С. 67–68.

38. Рудишин В. К. Способи посіву амаранту волотистого. *Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі* : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 48.

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

40. Слонов Л. Х., Шугушева Л. К. Эколого-физиологические особенности интродуцирования образцов амаранта. *Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье* : матеріали VII міжнарод. науч.-практ. конф. Симферополь, 1998. С. 238.

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

42. Тирусь М. Л. Вплив рівня удобрення на ріст і розвиток амаранту в умовах Лісостепу західного. *Results of modern scientific research and developmen*: матеріали III Міжнародної науково – практичної конференції 29 – 31 травня 2021 р. Іспанія, Мадрид 2021. С. 17 – 20.

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

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

45. Тирусъ М. Л., Лихочвор В. В. Продуктивність сортів амаранту в умовах Лісостепу західного. *Вчені ЛНУП виробництва*. Каталог інноваційних розробок. Вип. XXII. Львів, 2022. С. 23.

46. Тирусъ М. Л., Стефанюк С. В. Амарант (*Amaranthus L.*) – овочева культура. *Теоретичні та практичні аспекти розвитку садівництва, овочівництва та виноградарства: матеріали I Міжнародної науково – практичної конференції присвяченої 75 – річчю кафедри садівництва та овочівництва ім. проф. І. П. Гулька та 165 – річчю ЛНАУ 27 -28 травня 2021 р. м. Львів 2021*. С. 6-7.

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

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

49. Тирусъ М.Л. Врожайність сортів амаранту в умовах Лісостепу західного. «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу»: матеріали Міжнародної науково-практична конференції присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН 135-річчю від дня народження Єремеева Івана Максимовича 125-річчю від дня народження Фрідріха Антона Йосиповича

115-річчю від дня народження Ремесла Василя Миколайовича 16 листопада 2022 року, с. Центральне, 2022. С. 154 – 155.

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

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

52. Цандур М. О. Погляди на сучасне та майбутнє кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 6. С. 5–6.

53. Царик З. А. Перспективы использования зерна амаранта в производстве мясных изделий. *Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье* : материалы VII междунар. науч.-практ. конф. Симферополь, 1998. С. 667.

54. Черенков А. В., Красенков С. В., Дудка М. І. Продуктивність і отавність амаранту при різних строках збирання на зелений корм. *Бюлетень Інституту зернового. господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2002. №№ 18–19. С. 96–100.

55. Черенков А. В., Рибка В. С., Компанієць В. О., Кулик А. О., Ковтун О. В. Нормативно-методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України /за ред. Черенкова А. В., Рибки В. С. Дніпро : ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2017. 244 с.

56. Шелест В. К., Підпалый І. Ф., Бернадський І. В. Норма висіву насіння, ширина міжрядь та чутливість до зрошення амаранту волотистого в Центральному Лісостепу. *Проблеми вирощування, переробки і використання*

амаранту на кормові, харчові і інші цілі : перша Всеукраїнська наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 40–41.

57. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н. Зелёный конвейер может «работать» дольше. *Кормопроизводство*. 1984. № 6. С. 27–28.

58. Шлефрин В. И., Селиванова Т. И. Экономическая оценка эффективности производства и использования кормов. *Кормопроизводство*. 1992. № 4. С. 2–6.

59. Шмалько Н. А., Бочкова Л. К., Росляков Ю. Ф. Перспективы использования вторичных продуктов комплексной переработки семян амаранта в хлебопечении. *Хранение и переработка зерна*. 2004. № 1 (55). С. 47–48.

60. Щербаков В. Я., Яковенко Т. М., Когут С. Г. Вирощувати амарант – економічно вигідно. *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 34–35.

61. Якунін О. П., Дудка М. І., Черенкова Т. П. Вплив способів розміщення і співвідношення компонентів на продуктивність сумісних посівів кукурудзи з амарантом на зелений корм. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2005. №№ 26–27. С. 209–212.

62. Ярошевич М. И., Клещукевич Б. Б., Лобан С. Е. Амарант – перспективная кормовая культура. Минск : Бел. НИИНТИ, 1988. 4 с.

63. Abbot J. A., Campbell T. A. Sensory evaluation of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.). *Hort. Science*. 1982. Vol. 17. P. 409–410.

64. Acar W., Vohra P. Nutritional evaluation of grain amaranth for growing chickens. *Poultry Science*. 1988. Vol. 67 (8). P. 1166–1173.

65. Amaranth: origin, botany and varieties India. <https://www.biologydiscussion.com/vegetable-breeding/amaranth-origin-botany-and-varieties-india/68696>. Дата звернення 24.09.2021

66. Bachthaler G., Ullsperger A., Rees H. Biologische, aecologische und pflanzenbauliche Einflüsse auf Entwickelung und verbreitung des Ackerankrautes Rauhhaariger Amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.). *Naechrichtenbe. Deut Pflanzenschutzd.* 1988. Vol. 4. № 118. P. 161–170.

67. Baltensperger D. David and Frickel Glen. Nebraska proso, sanflower and amaranth variety tests. 1991. 13 p.
68. Becker R. Preparation, composition and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Foods World*. 1989. Vol. 34. P. 950–953.
69. Becker R., Wheeler E., Lorenz K. A composition study of amaranth grain. *J. Food Sci.* 1981. Vol. 46. P. 1175–1180.
70. Berenguer M.J., Faci J.M., Sola A. Stem biomass production and nitrogen content in amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) irrigated with saline water and nitrogen fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2009. Vol.7(1). P. 93-101.
71. Betschart A. A. *Amaranthus cruentus*: Milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality. *J. Food Sci.* 1981. Vol. 46. P. 1181–1187.
72. Bressani R. Development of 100 % amaranth food. *Rodale Press*. 1984. № 6. P. 8–19.
73. Broekaert W. F., Marien W., Terras F. R. G. Antimicrobial peptides from *amaranthus caudatus* seeds with sequence homology to the cysteine glycine – rich domain of chitin binding proteins. *Biochemistry*. 1992. Vol. 31. N 17. P. 4308–4314.
74. Bykov O., Koshkin V., Catsky J. Carbon dioxide compensation concentration of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants depends on temperature. *Photosynthetic*. 1981. Vol. 15. P. 113.
75. Chaboud A., Rougier M. Secretions mucilagineuses et role dans la rhizosphere. *Ann. Boil.* 1981. V. 20. N 4. P. 313–326.
76. Chairatanayuth P. Inclusion of amaranth crop residue in diets for cattle. *Ruminant feeding systems utilizing fibrous agriculture residues* / In Dixon R. M. (ed) Proceedings of the Fifth Annual Workshop of the Australia – Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network held in Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor, 13–17 April, 1985. International Development Program of Australian Universities and Colleges Ltd. Australia, Canberra. 1986. P. 131–135.

77. Connor J. K., Gartner R. G. W., Runge R. M. *Amaranthus edulis*: an ancient food source re-examined. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 1980. Vol. 20 (103). P. 156–161.
78. Correa A. Estuda da hroteina e de qutros contirudentes da semente de algumas especies del amaranto. Brazill : Federal Univ., 1983. 78 p.
79. Dasgupta, T., Henry, R.J., Murchie, E. Adaptability and productivity of amaranth (*Amaranthus* spp.) varieties in a low rainfall Mediterranean climate region of southern Australia. *Experimental Agriculture*. 2020. 56(6). P. 879-892.
80. Gimplinger D.M., Dobos G., Schonlechner R., Kaul H.P., Szakacs G., Lasztity R. Yield and quality of grain amaranth (*Amaranthus* sp.) in Eastern Austria. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2007. Vol. 62. P. 69–72.
81. Jankauskienė Z., Gruzdevienė E. Morphological and productive evaluation of amaranth (*Amaranthus* L.) as affected by nitrogen fertilization and protection. *Zemdirbyste Agriculture*. 2018. Vol. 105(3). P. 239–248.
82. Kaul S., Das A., Sekhar J.C., Kumar S., Mukherjee A., Bharadwaj C. Differential response of amaranth genotypes to major diseases under naturally infected Eastern Indian field conditions. *Journal of Phytopathology*. 2019. Vol. 167. P. 124-132.
83. Mlakar S. G., Turinek M., Jakop M., Bavec M., Bavec F. Grain Amaranth as an Alternative and Perspective Crop in Temperate Climate. *Journal of Elementology*. 2017. No1. P. 35-49.
84. Petrichenko V.F., Kravchenko Y.S., Pyvovarov V.P., Kostogryz P.V., Tsygankova V.A. Productivity and biochemical composition of the promising *Amaranthus cruentus* L. cultivar Kreinji. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2014. Vol. 5 (3). P. 304–311.



## ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
НОВАЦІЙНИЙ ЦЕНТР**



**ВЧЕНІ  
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ВИРОБНИЦТВУ**

**КАТАЛОГ ІННОВАЦІЙНИХ РОЗРОБОК**

***ВИПУСК XXIII***

**ЛЬВІВ 2023**

**УДК 631.15:631.53/54:636.03**

Вчені Львівського національного університету природокористування виробництву: каталог інноваційних розробок [Електронний ресурс] / за заг. ред. В. В. Снітинського, Б. І. Гулька. Вип. 23. Львів: Львів. нац. ун-т природокористування, 2023. 108 с.

The Scientists of Lviv National Environmental University to Production: Catalogue of innovation developments [Electronic resource] / editorship by V. V. Snitynskyu, B. I. Hulko. 23 issue. Lviv: Lviv National Environmental University, 2023. 108 p.

Висвітлено основні технічні розробки та їхні технічні характеристики за результатами досліджень науковців Львівського національного університету природокористування з напрямів: технології у рослинництві і тваринництві, біологічні технології; механіка та енергетика сільського господарства; будівництво та архітектура; організація виробництва та економіка сільсько-господарських підприємств; землепорядкування.

Рекомендовано власникам, керівникам і фахівцям підприємств агропромислового комплексу.

The results of research activity (innovation developments and technical descriptions) of the Lviv National Environmental University scientists are proposed in crop growing, animal breeding, biological technologies, fields of agrarian engineering and energetic, building and architecture, economic of enterprise and production organization, land surveying, ecology, design of architectural environment, etc.

The catalogue is recommended to rulers and owners of households, investors, agrarian specialists, scientists and students.

## ЗМІСТ

Передмова	3
Снітинський В. В., Разанов С. Ф., Хірівський П. Р., Разанова А. М. <b>ВИКОРИСТАННЯ ПОРУШЕНИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ПЕРІОД ЇХ РЕАБІЛІТАЦІЇ</b>	4
Онисковець М. Я., Зеліско О. В. <b>ВИКОРИСТАННЯ ІМУНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РИБ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ</b>	5
Панасюк Р. М. <b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА НІТРОАМОФΟΣКА–М ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ</b>	6
Шувар І. А., Корпіта Г. М. <b>ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО РІПАКУ ЗА УМОВ ГЕРБІЦИДНОГО ЗАХИСТУ</b>	7
Тригуба І. Л. <b>ФУНГЦИДНИЙ ЗАХИСТ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ</b>	8
Стефанюк С. В. <b>ГІБРИДИ ПОМІДОРА ДЛЯ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ</b>	9
Павкович С. Я., Вовк С. О., Бальковський В. В., Огородник Н. З., Дудар І. Ф., Вантух А. Є. <b>ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ МОЛОКА КОРІВ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ЗАХИЩЕНИХ ЖИРІВ</b>	10
Мороз В. В., Воробель М. І., Седіло Г. М., Каплінський В. В. <b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ</b>	11
Лихочвор В. В., Тирус М. Л., Тирус І. Д. <b>ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ</b>	12
Лихочвор В. В., Тирус М. Л., Гадзало О. Я. <b>ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТАМИ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ УДОБРЕННЯ</b>	13
Тирус М. Л., Лихочвор В. В., Стасів О. О. <b>ВПЛИВ СПОСОБУ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ</b>	14
Косилович Г. О., Голячук Ю. С. <b>ЗАСТОСУВАННЯ НОВОГО ПРОТРУЙНИКА НАСІННЯ ПРОТИ ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ ВАЙБРАНС ІНТЕГРАЛ НА ЯЧМЕНІ ЯРОМУ</b>	15
Завірюха П. Д., Коновалюк М. Г., Павлечко М. В. <b>ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НОВОСТВОРЕНОГО СОРТУ КАРТОПЛІ ШЛЯХЕТНА</b>	16
Дудар І. Ф., Литвин О. Ф., Огородник Н. З., Павкович С. Я., Дудар Я. <b>І. УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ</b>	17
Гулько Б. І. <b>WITOS – НОВИЙ ПЕРСПЕКТИВНИЙ СОРТ ЯБЛУНІ</b>	18
Голячук Ю. С., Косилович Г. О. <b>ПРОТРУЙНИКИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО</b>	19

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АМАРАНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ**

**Призначення.** Для підвищення урожайності амаранту на темно-сірих опідзолених ґрунтах Лісостепу Західного.

Амарант є цінною кормовою, харчовою та лікарською рослиною, зелена маса якої може використовуватися у тваринництві як у свіжому вигляді, так і для приготування силосу та білково-вітамінного концентрату. Насіння амаранту має високу харчову цінність і містить олію, яка має бактерицидну та протипухлинну дію. Порівняно з іншими сільськогосподарськими рослинами, амарант витрачає в два-три рази менше води на формування одиниці органічної речовини. В умовах Лісостепу Західного амарант має великі перспективи вирощування, які не реалізуються через відсутність досконалих технологій, адаптованих до ґрунтового-кліматичних умов зони. Тому на сьогодні є актуальним вивчення впливу агротехнологічних прийомів, зокрема норм висіву, на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу Західного.

Було досліджено норми висіву амаранту сорту Харківський 1 в умовах достатнього зволоження на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Встановлено, що під впливом норм висіву змінювалась польова схожість. За норми висіву 0,2 млн/га вона становила 70 %, а за висівання 1,2 млн/га знизилась до 60 %, або на 10 %. У варіантах з вищими нормами висіву густина рослин була більшою. У фазі сходів за висіву 0,2 млн/га було 14 рослин, а за висіву 1,2 млн/га кількість рослин зросла до 72 шт./м<sup>2</sup>. Вживання рослин за вегетаційний період різко зменшувалось при загущенні посівів: з 86 % за норми висіву 0,2 млн/га до 45 % за висіву 1,2 млн/га. Тому перед збиранням густина рослин вирівнялась, на 1 м<sup>2</sup> було 12–32 рослини. Оптимальним поєднанням основних елементів структури виявилось: 21 рослина/м<sup>2</sup> та 26 рослин/м<sup>2</sup> і маса зерна з однієї рослини 20,4 г та 16,1 г. Найвищу врожайність зерна амаранту сорту Харківський 1 одержано за норм висіву 0,4 млн/га та 0,6 млн/га – відповідно 4,28 т/га та 4,20 т/га.

**Сфера застосування.** Аграрні підприємства різних форм власності та наукові установи.

**Розробники:** Лихочвор В. В., д. с.-г. н., професор, Тирус М. Л., к. с.-г. н., доцент, Тирус І. Д., магістрант.

### **FEATURES OF AMARANTH PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE SOWING RATE**

Lykhochvor V. V., Tyrus M. L., Tyrus I. D.

The optimal combination of the main elements of the structure turned out to be: 21 plants/m<sup>2</sup> and 26 plants/m<sup>2</sup> and the weight of grain from one plant was 20.4 g and 16.1 g. The highest yield of amaranth grain of the Kharkivskyi 1 variety was obtained at the sowing rate of 0.4 million/ha and 0.6 million/ha – 4.28 t/ha and 4.20 t/ha, respectively.