

УДК 633.2(477)

ВИРОБНИЦТВО АМАРАНТУ В УКРАЇНІ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Янюк Т. І.¹ к.т.н., доцент<https://orcid.org/0000-0003-2589-5042>*Грюнвальд Н. В.², т.в.о. директора,*<https://orcid.org/0000-0003-2122-3644>¹Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна²Український інститут експертизи сортів рослин, м. Київ, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-18>

Мета. Своєчасним і актуальним є дослідження виробництва товарної продукції і насіння сортів амаранту (*Amaranthus L.*) з високою споживчою цінністю для використання в харчовій промисловості. Мета роботи передбачала обґрунтувати виробництво амаранту в Україні, оцінити стан та визначити перспективи подальшого використання товарної продукції і насіння в харчових технологіях. **Методи.** У роботі використовували загальнонаукові та спеціальні методи дослідження. Із загальнонаукових: гіпотезу, експеримент, спостереження, аналіз, синтез та джерелознавчу базу з елементами екстраполяції; серед спеціальних – загальноприйняті методи наукових досліджень: лабораторний – для вивчення якісних показників рослинного матеріалу та насіння амаранту, накопичення сухої біологічної маси рослин та вмісту поживних речовин. Економічно-розрахунковий, порівняльно-обчислювальний та статистичний. **Результати.** Аналіз літературних джерел та власних досліджень показав, що амарант відзначається високою споживчою та кормовою цінністю товарної продукції та насіння. Розкрито виробництво товарної продукції та насіння, переробку сировини різними способами залежно від мети одержання кінцевих продуктів. Сформовані методологічні засади формування врожайності та якості товарної продукції й насіння сортів амаранту високоолеїнової групи. Підтверджено, що сорти амаранту, як холодостійкі та посухостійкі, можуть вирощуватися практично в будь-якому регіоні України, що дозволить безперервне надходження рослинної сировини для виготовлення амарантової олії. Оптимізовано елементи технології вирощування товарної продукції та насіння амаранту в Україні та визначено стратегічні напрями його використання. **Висновки.** Визначені біохімічні показники рослинного та насінневого матеріалу дозволили розширити спектр використання його в харчовій промисловості.

Ключові слова: щириця, амарант, сорт, споживча цінність, екологічна пластичність, біомаса, сидерат, насіння, продукти переробки, урожайність

AMARANTH PRODUCTION IN UKRAINE: STATE AND PROSPECTS

Yaniuk Tetiana¹, PhD, technics, Associate Professor<https://orcid.org/0000-0003-2589-5042>*National University of Food Technologies Kyiv, Ukraine**Nataliia Hriunvald¹, Acting Director,*<https://orcid.org/0000-0003-2122-3644>¹Ukrainian Institute of Plant Variety Examination, Kyiv, Ukraine<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-18>

Goal. *Timely and relevant is the study of the production of marketable products and seeds of amaranth varieties (Amaranthus L.) with high consumer value for use in the food industry. The purpose of the work was to substantiate the production of amaranth in Ukraine, assess the state and determine the prospects for further use of marketable products and seeds in food technology. Methods.* General scientific and special research methods were used in the work. From general scientific: hypothesis, experiment, observation, analysis, synthesis and source base with elements of extrapolation; among the special ones are generally accepted methods of scientific research: laboratory - to study the quality of plant material and amaranth seeds, the accumulation of dry biological mass of plants and the content of nutrients. Economic-calculated, comparative-computational and statistical. **Results.** Analysis of literature sources and own research has shown that amaranth is characterized by high consumer and fodder value of marketable products and seeds. The production of marketable products and seeds, processing of raw materials in different ways depending on the purpose of obtaining final products is revealed. Methodological bases of formation of productivity and quality of marketable products and seeds of amaranth varieties of high oleic group are formed. It is confirmed that amaranth varieties, as cold-resistant and drought-resistant, can be grown in almost any region of Ukraine, which will allow uninterrupted supply of vegetable raw materials for the production of amaranth oil. The elements of the technology of growing commercial products and amaranth seeds in Ukraine are optimized and the strategic directions of its use are determined. Scope of results. **Conclusions.** Certain biochemical parameters of plant and seed material allowed to expand the range of its use in the food industry.

Keywords: pigweed amaranth, amaranth, variety, consumer value, ecological plasticity, biomass, siderate, seeds, processed products, yield

Щириця (Amaranthus L.) – однорічна рослина родини амарантових із широким діапазоном використання [1]. Селекційна практика показує, що сорти амаранту надзвичайно універсальні за напрямом використання: зерновий, кормовий, овочевий, кондитерський, фармацевтичний, медичний, парфумерний, декоративний. Декоративний амарант використовують переважно як елемент садового дизайну [2].

Споживча цінність амаранту досить висока. Амарант містить важливі амінокислоти. Всього в «зерно Бога» входить 18 амінокислот, серед яких є незамінні та ті, що синтезуються у тілі за певних фізіологічних умов. Біохімічний склад товарної продукції і насіння амаранту досить високий, що забезпечує широке використання в харчовій промисловості для освоєння і вдосконалення харчових технологій [3].

Використовують вегетативні та генеративні органи рослин. З листків молодих рослин готують цінний салат. Насіння амаранту за смаком нагадує горіх; за вмістом білка, амінокислот, вітамінів макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, олії воно переважає основні традиційні харчові культури [4]. За міжнародною шкалою якості білків найвищий ступінь біологічної цінності має білок насіння амаранту – 75 балів, пшениці – 56,9, соєвих бобів – 68 і коров'ячого молока – 72,2 бали. За вмістом у насінні білка (15-18%) амарант перевищує пшеницю (12-14%), рис (7-10%), кукурудзу (9-10%) та інші зернові культури. До того ж, амінокислотний склад у згаданих зернових незбалансований, бо в них мало лізину. У ліпопротеїновому комплексі амаранту кількість лізину становить 11,7 г на 100 г білка, що значно більше, ніж у пшеничному (2,0 г), рисовому (3,5 г), гороховому (3,8 г) і соєвому борошні (5,0 г), в ядрі соняшнику (3,1 г) і в коров'ячому молоці (7,8 г) [5].

У насінні амаранту дуже високий вміст крохмалю. Зосереджений він у центральній частині насінини. Його гранули надзвичайно малі (1-2 мкм) і можуть містити восковий або невосковий крохмаль. За властивостями амарантовий крохмаль близький до кукурудзяного [13].

Переробляють амарант різними способами залежно від мети одержання кінцевих продуктів. Насіння використовують цільним або як борошно. Зародок і висівки можуть бути відділені від ядра за допомогою подрібнювального обладнання [23]. Під час подрібнювання висівок фракція, багата на протеїн і олію, може бути відділена від фракції, багатой на крохмаль. І, навпаки, олія може бути екстрагована з грубо подрібненого насіння, а знежирене борошно, використане як джерело протеїну і крохмалю [16; 18; 19]. Насіння амаранту характеризується підвищеною зольністю і вмістом мінеральних речовин. Особливо багато в ньому кальцію, фосфору, магнію. Дослідження показали, що фосфор міститься переважно в зародку, а кальцій, магній та інші речовини – в оболонці насіння. Крім цих елементів, зародок насіння багатий на рибофлавін. Отже, насіння амаранту має високу енергетичну й поживну цінність, саме тому його можна використовувати для одержання олії чи харчових продуктів [6].

Основний за своєю цінністю продукт – амарантова олія, собівартість якої в Україні не перевищує \$40 за літр. Для порівняння: середня оптова ціна на амарантову олію в Європі та Америці протягом останніх років коливалась в межах \$150-200 за літр, в Африці та Азії – до \$80–100. Авторитетною американською маркетинговою компанією Markets and Markets світовий ринок амарантової олії в середньому за п'ять останніх років оцінюється у \$550 млн. зі щорічними темпами зростання на 12%. Частка України в світовому ринку амарантової олії – менше 1%. На даний момент вітчизняні фармацевтичні та косметичні компанії все активніше використовують амарантову олію у виробництві лікарських засобів, кремів для догляду за шкірою [7].

Наступний масовий продукт – крупа, яка за своїми поживними, дієтичними, лікувальними цінностями та смаковими якостями перевершує багато інших круп і може за ціною успішно конкурувати з гречаною [8]. Суміші для дитячого дієтичного та спортивного харчування обов'язково повинні містити в своєму складі амарант через те, що дітки та спортсмени, вживаючи амарант, покращують свій імунітет, збільшують м'язову масу, а красуні задовольняють потреби в енергії за рахунок білку, прискорюють обмінні процеси та залишаються стрункими та привабливими [11]. Борошно, отримане з цільного насіння, також повинно зайняти місце на полицях магазинів. З нього можна робити безліч виробів, а також вживати в сирому вигляді (додаючи в кисломолочні вироби) з лікувальною метою [9, 21, 22].

Чай з сушеного листа амаранту має потужні тонізуючі властивості, його рекомендовано вживати не тільки офісним працівникам, а й водіям. Також сприяє підвищенню імунітету організму людини.

Тобто продуктів з амаранту можна виготовити безліч. І вся вона корисна для людини, сільськогосподарських, домашніх, декоративних тварин та птахів [12].

Не менш важлива і кормова цінність амаранту. Рослини амаранту не втрачають кормової цінності від фази стеблуння до цвітіння; період їх згодовування можна подовжити за рахунок сівки в 2–3 строки з інтервалами в 10–15 діб. Установлено, що хімічний склад зеленої маси амаранту істотно змінюється за фазами вегетації. Від стеблуння до плодоношення вміст сирого протеїну в сухій речовині знижується з 18,5 до 12,3%, а органічних речовин і клітковини збільшується з 76 до 82% і з 27 до 35%, відповідно [1].

Від фази викидання волоті до утворення насіння згодовуваність амаранту зменшується – до 88-98%. Коефіцієнт перетравності поживних речовин зеленої маси амаранту набуває найбільших значень у фазі викидання волоті. Перетравність сухої речовини корму вівцями в цей період досягає 68%, органічних речовин – 67, протеїну – 74, сирого жиру – 59, сирій клітковини – 61, БЕР – 68%. У 100 кг зеленої маси амаранту (залежно від фази використання) міститься 9-12 к.о., у такій самій кількості сухої речовини – 57-69 к.о. Зелена маса амаранту має високу енергетичність. З одного кілограма вихід валової енергії – 2,3-2,5 і обмінної – 1,1-1,3 МДж. Порівняно з кукурудзою та суданською травою, зелена маса амаранту позитивно вирізняється за вмістом протеїну і

клітковини. В абсолютно сухій зеленій масі амаранту протеїну – 20,6%, тоді як у кукурудзі – 11,9, а в суданській траві – 13,8%. Клітковини найменше в амаранті – 13,2%, у кукурудзі і суданській траві – 25,2 і 27,8%, відповідно [1;10].

Протеїнова цінність амаранто-кукурудзяних сумішей найвища у фазі молочної стиглості культур: на 1 к.о. такої суміші припадає 94 г перетравного протеїну, кукурудзяно-соєвої – 82 г.

Цінний хімічний склад має силос амаранту. В ньому міститься 23,6% сухої речовини, 3,5 – протеїну, 9,6 – БЕР, 0,9 – жиру, 5,5 – клітковини і 4,2% – золи. Вміст кормових одиниць на 100 кг маси силосу досягає 16,2. На 1 к.о. припадає 149 г перетравного протеїну. Із зеленої маси амаранту, незважаючи на високий вміст білка і низький вміст вуглеводів, за умови виконання вимог технологічного процесу можна приготувати силос високої якості, що за поживністю не поступається кукурудзяному і перевищує соняшниковий [20, 24, 25].

Батьківщиною більшості видів цієї родини вважають тропічну частину обох Америк (Мексика, Аргентина, Венесуела, Перу). В Україні налічують 12 видів щирець, включаючи завезені із Західної півкулі та місцеві. Амарант стає стратегічною культурою, посівні площі якого щорічно зростають. За різними джерелами посівні площі під амарантом в Україні за останні роки зросли в 6-10 раз, рис. 1.

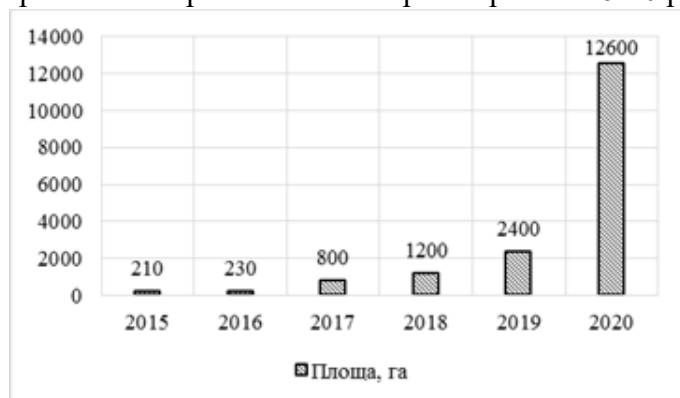


Рис. 1. Динаміка посівних площ під амарантом в Україні

Україна може стати найбільшим виробником амаранту у світі. Цьому сприятимуть родючі ґрунти, а достатня інсоляція дозволить отримати максимальну продуктивність культури. За багатьма якісними показниками насіння амаранту, вирощене в Україні, перевершує індійське, пакистанське та перуанське.

Метою роботи передбачено обґрунтувати виробництво амаранту в Україні, оцінити стан та визначити перспективи подальшого використання товарної продукції і насіння в харчових технологіях.

Матеріали та методи. У роботі використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень. Із загальнонаукових: гіпотезу, експеримент, спостереження, аналіз, синтез та джерелознавчу базу з елементами екстраполяції; серед спеціальних – загальноприйняті методи наукових досліджень: лабораторний – для вивчення якісних показників рослинного матеріалу та насіння амаранту, накопичення сухої біологічної маси рослин та вміст поживних речовин; Із спеціальних: економічно-розрахунковий, порівняльно-обчислювальний та статистичний. Матеріалом наших досліджень був рослинний і насінневий матеріал сортів амаранту різних напрямів використання. Об'єктом дослідження були процеси формування та визначення якості товарної продукції і насіння амаранту. Предметом досліджень були сорти амаранту. Найбільш поширені сорти амаранту у сільськогосподарському виробництві: Харківський-1, Лера, Ультра, Сем, Геліос, Студентський. Вони мають різний вегетаційний період та напрями застосування, тому враховували потреби виробника і особливості регіону вирощування.

Сорти амаранту як предмет дослідження:

«Харківський-1»: Цей сорт амаранту багато агрономів вважають універсальним, оскільки в ньому можна використовувати і зерно, і зелену масу. Сорт славиться своїми лікувальними властивостями і високими врожайми при невеликих затратах. Так, термін

його дозрівання становить 120 днів;

«Геліос»: Цей сорт можна назвати дуже популярним і при цьому ранньостиглим. Вегетаційний період становить 105 днів. Стебла цієї рослини досягають 1,7 м у висоту. Суцвіття мають помаранчевий відтінок і відрізняються високою стійкістю до осипання та вилягання. Зерна у «Геліоса» білі, округлої форми;

«Студентський»: ранньостиглий, кормовий і зерновий сорт. Вегетаційний період – 105 днів. Стебло і листя світло-зеленого кольору з помаранчевими прожилками. Стійкий до вилягання і висипання. Врожайність зерна – до 3 т/га, біомаси – до 150 т/га.;

«Лера»: середньостиглий, кормовий, зерновий, харчовий. Вегетаційний період – 105-110 днів. Стебло зелене, листя зелене з червоними прожилками. Суцвіття завдовжки до 54 см, червоного кольору, компактне. Насіння біле. Врожайність зерна – 2,2-3 т/га, біомаси – 150-200 т/га;

«Ультра»: Ультраранньостиглий сорт, який має світло-зелені суцвіття і високий вміст олії в насінні. Вегетаційний період – 80-95 днів. Рослини заввишки 1-1,5 м;

«Сем»: Сорт середньостиглий, кормовий, зерновий. Вегетаційний період – 110 днів. Рослини червоного кольору, насіння біле. Врожайність зерна – до 2,5 т/га, біомаси – до 200т/га.

Результати досліджень. Відомими і досить перспективними представниками родини амарантових для введення в культуру слід вважати: амарант волотистий (*A. paniculatus* L.), хвостатий (*A. caudatus* L.) та білонасінний (*A. leucospermus* S. Wats [26]). Селекція амаранту має низку особливостей, пов'язаних насамперед з біологією і генетикою рослин. Перспективним напрямом селекції амаранту є використання гетерозису із застосуванням методів генетичної трансформації амаранту. Науково-дослідні установи України теж створили низку високопродуктивних сортів амаранту. Головними центрами з його селекції та насінництва є Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, Київ (5 сортів); Інститут кормів УААН, Вінниця (6 сортів); Харківський державний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, Харків (6 сортів); Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону УААН, Львівська область (2 сорти); Інститут сільського господарства Полісся УААН, Житомир (1 сорт); Сумська державна сільськогосподарська дослідна станція (1 сорт). До Державного реєстру сортів рослин на 2003 рік занесено 20 сортів амаранту, які рекомендовано для вирощування в різних агрокліматичних зонах. Основні напрями використання створених в Україні сортів зазначеного ботанічного таксону такі: зерновий – Ацтек, Галицька, Жайвір, Котигорошок, Легінь, Орхідея, Поліщук, Ультра, Лера, Сем; кормовий – Атлант, Кармін, Кремовий ранній, Скіф, Стерх, Садівський; декоративний – Надія, Роганський, Вогняна кулька, Рушничок. У структурі Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні (далі – Реєстр сортів рослин України) амарант в групі кормових займає лише 3%, рис. 2.

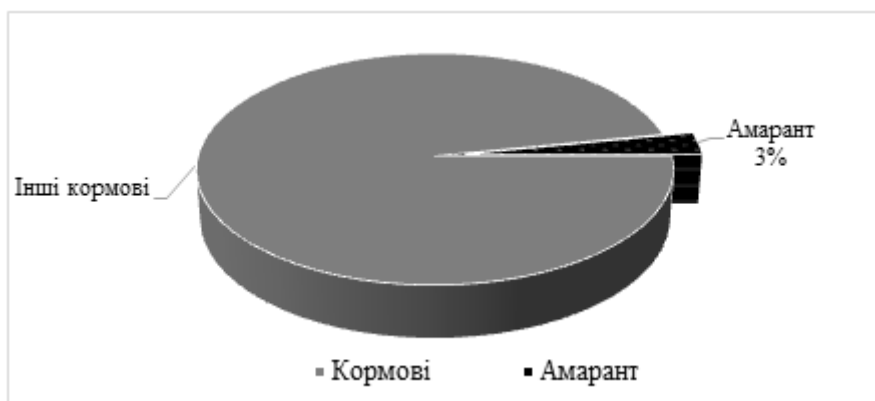


Рис. 2. Частка сортів амаранту в групі кормових, які включено до Реєстру сортів рослин України

Сьогодні Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні включає 17 сортів амаранту кормового напрямку використання, табл. 1.

Таблиця 1

Сорти амаранту кормового напрямку використання

Ацтек	1998	Інститут кормів Української академії аграрних наук
Галицька	2002	Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону Української академії аграрних наук
Жайвір	2000	Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України
Кармін	2000	Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України
Кремовий ранній	1998	Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України
Лера	2003	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Надія	2000	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Орхідея	1999	Інститут кормів Української академії аграрних наук
Пальміра	2010	Інститут кормів Української академії аграрних наук
Поліщук	1999	Інститут сільського господарства Полісся Української академії аграрних наук
Роганський	2001	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Сем	2003	Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
Скіф	1998	Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону Української академії аграрних наук
Стерх	1994	Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України
Студентський	2009	Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
Ультра	1998	Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
Харківський 1	2001	Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Обґрунтовано підібрані сорти амаранту та враховуючи біологічні особливості виду в поєднанні з повним технологічним пакетом, суб'єкти господарювання різних форм власності можуть управляти процесами росту та розвитку рослин для задоволення потреб споживачів.

На відміну від більшості сільськогосподарських культур у амаранту немає так званої полуденної депресії фотосинтезу, коли рослини протягом 3-4 годин, не синтезуючи

органічних речовин, активно витрачають їх на дихання. Високої фотосинтетичній активності амаранту сприяє його архітектоніка: розміщення листя на стеблі дає змогу найраціональніше використовувати ФАР, оптимальне значення якого близьке до 5 млрд ккал/га.

Для росту й розвитку амаранту оптимальною є температура повітря 35°C, але рослина добре витримує й перепади денних і нічних температур. За посухостійкістю амарант належить до групи рослин С4 – субтропічного і тропічного походження. З високоефективним С4-фотосинтезом пов'язана його висока біологічна продуктивність і низький транспіраційний коефіцієнт. Амарант вологолюбивий. Потреба амаранту у вологозабезпеченні на одиницю синтезованої органічної речовини в 2,0–2,5 рази менша, ніж у бобових та злакових культур.

Одна з важливих біологічних особливостей амаранту – екологічна пластичність і адаптивність, що виявляється в його пристосовуваності до різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Амарант добре культивується на різних типах ґрунтів, крім кислих. Але найвищий урожай надземної маси можна одержати на вилужених чорноземах: на 20–30% більше, ніж на звичайних чорноземах, і на 40–50% – ніж на сірих лісових ґрунтах з важким механічним складом.

Досить невибагливий амарант, який зустрічається місцями навіть в пісках, зростає на всіх видах чорнозему відмінно. Це обумовлює його поширення на території України практично у всіх кліматичних зонах. Але є деякі закономірності, що відображають більшу чи меншу пристосованість амаранту до земель в тому чи іншому регіоні України.

Погодні умови лісостепової зони України вельми нестабільні. Стосується це як кількості опадів, так і перепаду температур під час вегетаційного періоду більшості рослинних культур. Якщо розглядати гідротермічний коефіцієнт, особливою сухістю відрізнялися 1998, 2000, 2001, 2007, 2009, 2011, 2012 роки. Проте три роки пізніше – у 2013, 2014 і 2015 роках – опадів випадало стільки, що багато посівів просто згнивають. Проте в лісостепових зонах України, як, втім, і на всій території країни, за виключенням Карпат і Прикарпаття, спостерігається тенденція до зменшення кількості опадів. Посіви страждають переважно від посухи, а не від надмірної кількості вологи. Що стосується температур, то, незважаючи на загальну тенденцію до потепління, рослини мерзнуть. І мерзнуть вони не на початку вегетаційного періоду, а ближче до середини, коли після встановлення відносно теплої погоди температура різко падає іноді до від'ємних значень. Так, навесні 2017 року багато культур постраждали від снігу, який раптово випав наприкінці квітня. Схожі інциденти, правда без снігу, а тільки із заморозками, траплялися і в попередні роки.

До посухостійких були віднесені практично всі зернові і кормові сорти, що ростуть на території України, які:

- мали значний діаметр стебла (1,5-2 см);
- відрізнялися висотою (від 1,5 м);
- відрізнялися пишністю волоті.

Серед них Гігант і його різновиди: Помаранчевий гігант, Золотий гігант і Червоний гігант, а також Харківський-1, виведені у відповідних локаціях і, очевидно тому, що відрізняються стійкістю до місцевого клімату.

Як не дивно, Гігант і Харківський-1 були визнані дослідниками і як найбільш вологостійкі сорти. Крім них, хорошу стійкість перед великою кількістю опадів показав Ацтек і сорти амаранту багряного в цілому.

Холодостійкими називають сорти амаранту, в яких не спостерігаються процеси руйнування і які не припиняють зростання, даючи в результаті прогнозований урожай, при зниженні температури в діапазоні від 0 °С до + 10 °С.

Амарант не боїться посухи, бо, по-перше, стрижневий корінь проникає настільки глибоко (до 7-ми метрів), що отримує жадану вологу, а, по-друге, листочки амаранту ледь згортаються у спекотні дні й не віддають воду, яка з такими зусиллями дісталася.

Важливо відмітити, що така ефективність до забору води стосується лише дорослих рослин. На ранньому етапі зростання полив обов'язковий.

Амарант – це однорічна трав'яниста рослина. Залежно від виду висота прямостоячого стебла може варіюватися від 0,5 до 2,5 м. Має велике листя подовженої форми, розташоване в кілька рядів. Листя цієї рослини (цільне, ромбовидне, ланцетоподібне або яйцеподібне, з черешком) може мати зелений або червоний колір, а також бути різнокольоровим. Дрібні квітки розвиваються в пазухах листків і на верхівках та зібрані в колосовидні суцвіття. Насіння у амаранту дуже дрібне: маса 1000 насінин складає близько 0,8 г [17]. При цьому одна рослина здатна дати до 500 000 насіння, але до його повноцінного дозрівання проходить від 90 до 150 днів. Амарант теплолюбна рослина, добре росте в усіх зонах України (оптимальна температура ґрунту +14-18°C). Сходи бояться приморозків. Амарант відносно добре реагує на посуху, рясні дощі, сильний вітер.

Амарант розміщують у кормових і польових сівозмінах. Його попередниками можуть бути однорічні й багаторічні трави, зернові й зернобобові культури, картопля, кормовий буряк та інші просапні. Кращими є ті, що рано звільняють поле, після них вдається якісніше очистити площу від бур'янів, застосовуючи напівпаровий обробіток ґрунту.

Головне завдання обробітку ґрунту під амарант – боротьба з бур'янами, його вирівнювання, загортання добрив. Після стерньових попередників проводять перше лушення стерні в два сліди на глибину 6-8 см. На засмічених ділянках через 10-12 днів після першого проводять друге лушення на глибину 10-12 см. Навесні після закриття вологи способом боронування важкими боронами в два сліди треба максимально спровокувати проростання бур'янів і знищити їх за допомогою культивування з боронуванням і коткуванням. Як правило, цю операцію повторюють двічі-тричі. Це сприяє також збереженню вологи в ґрунті та його кращому прогріванню. Перед сівбою ґрунт ретельно вирівнюють, доводять до дрібногрудкуватого стану, коткують. Першу весняну культивування здійснюють на глибину 8-10 см, другу – 6-8, передпосівну – 3-5 см. Своєчасна і високоякісна підготовка ґрунту сприяє рівномірному загортанню насіння, забезпечує одержання дружних сходів. Амарант потребує внесення значних доз добрив. З урожаєм 10 т/га сухої речовини він виносить 150-175 кг N, 90-100 (P₂O₅), 450-550 (K₂O), 210-250 (CaO), 80-100 кг MgO. Тому за середнього і високого рівнів родючості вносять N₁₂₀₋₁₄₀P₆₀₋₈₀K₁₄₀₋₁₆₀, за низького – дозу добрив збільшують на 20-25%.

Рослини амаранту здатні формувати велику листову поверхню. Максимальних розмірів вона досягає у фазі цвітіння, або приблизно через 55-60 днів після сходів. На ділянках, удобрених азотом, площа листків у цей період становить 97-136 тис. м²/га, на фоні P₆₀K₉₀ 80 тис. м²/га. Після відмирання нижніх найбільших листків листову поверхню зменшується і на час збирання становить 73-111 тис. м²/га.

Найбільшу врожайність амаранту отримано за внесення добрив у дозі N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₉₀: в середньому 60-70 т/га зеленої маси, 10-12 сухої речовини, 7-8 т/га кормових одиниць. Водночас були великі коливання показників урожайності за роками, що пов'язано з різними погодними умовами. Аналіз структури врожаю амаранту засвідчив, що від ранніх до пізніших строків сівби частка листя збільшувалася з 27 до 34%. Це найцінніша частина рослин, оскільки в листках міститься вдвічі більше протеїну, ніж у стеблах. Його вміст у рослинах зростає в середньому з 16,03%, якщо посіяти 26 квітня, до 19,94% за сівби 24 травня. В сумі збір перетравного протеїну становить 0,6-0,7 т/га.

Норма висіву насіння амаранту диференціюється залежно від ширини міжрядь і коливається від 0,8 до 2,5-3,0 кг/га, глибина загортання – 1,5-3,0 см. При ширині міжрядь 60 см вона становить 0,8-1,0 кг/га, при 45 см – 1,2-1,4, при 15 см – 2,5-3,0 кг/га насіння. Для рівномірного розподілу насіння перед сівбою його змішують з будь-яким баластом (сипким матеріалом) у співвідношенні 1:10.

Від кількості висіяних насінин залежить їхня польова схожість і формування густоти

стояння рослин. Установлено, що в разі збільшення норми висіву амаранту з 0,5 до 2,5 млн/га польова схожість насіння при ширині міжрядь 60 см знизилася з 64 до 55%, при ширині міжрядь 45 см – з 66 до 56%. Від первинної густоти залежало і виживання рослин. Внаслідок біологічної конкуренції до збирання залишалося від 72 до 44% рослин за першого способу сівби і від 60 до 39% – за другого, що становить, відповідно, 21-63 і 20-53 шт./м².

Рекомендована норма висіву при ширині міжрядь 60 см – 1,5 млн/га схожих насінин. Сівба із шириною міжрядь 45 см менш ефективна, оскільки ускладнюється боротьба з бур'янами способом міжрядних обробок.

Коефіцієнт розмноження амаранту, завдяки дрібному насінню і низькій нормі висіву, високий (насіння амаранту не втрачає схожості протягом 4–5 років) [14, 15]. Урожай насіння на Поліссі становив 1,5, на Півдні – 4,0 т/га. Одна рослина амаранту може формувати 300–500 тис. насінин, що достатньо для засівання 0,2 гектара за середньої маси 1000 шт. 0,5 г. Насіння всіх видів амаранту дозріває нерівномірно, нерідко осипається. Тому пряме комбайнування не дає бажаного ефекту. Максимум врожаю можна одержати, підсушуючи суцвіття на високій стерні в сонячну погоду після скошування у фазі воскової – початку повної стиглості насіння з наступним обмолотом ретельно ущільненим комбайном. Амарант після обмолоту потребує додаткової роботи з ним на токах і підсушування до вологості 10-12%.

Основні строки сівби – весняний і післяукісний. Для одержання найбільш ранніх сходів і випередження вегетації бур'янів можлива сівба підзимова, перед замерзанням ґрунту. Багато дослідників рекомендують пізніші строки сівби амаранту. Наприклад, у Лісостепу – 20-30 травня, на Півдні, в степовій зоні – 1-15 травня, на Поліссі – 1-15 червня. Інші вважають за потрібне орієнтуватися на температуру ґрунту (12...15°C) або сіяти амарант після ранніх зернових. За сівби в III декаді квітня – I декаді травня через 65-70 днів одержують урожай на стадії початку кормової стиглості. Післяукісні посіви доцільно проводити наприкінці червня – на початку липня (не пізніше 20 липня). Так, за післяукісної (після озимих на зеленій корм) сівби вегетація другого строку до початку цвітіння тривала 75 днів, завершившись у першій декаді вересня.

Для кращого контакту насіння з ґрунтом поле після сівби коткують кільчасто-зубчастими котками. Опади можуть призвести до утворення на ґрунті кірки, що ускладнює появу сходів, затримує ріст і розвиток рослин, тому її треба розбивати легкими кільчастими котками.

Біологічною особливістю амаранту є те, що протягом 3-4 тижнів після сівби він росте повільно і сильно пригнічується бур'янами. Без захисту від бур'янів амарант часто не витримує конкуренції з сегетальною рослинністю, особливо це стосується зріджених посівів. Для боротьби з бур'янами застосовують боронування, міжрядні обробітки, хімічне прополювання. Щойно добре позначаються рядки сходів, слід провести перший обробіток міжрядь на глибину 3-4 см. Перший обробіток здійснюють плоскоріжучими бритвами (привареними сталевими пластинками) чи захисними дисками, щоб не присипати рослини амаранту ґрунтом.

Другий міжрядний обробіток здійснюють через 12-16 днів після першого, застосовуючи стрілочасті лапи-підгортальники. Глибина обробітку – 5-6 см. У рядках утвориться гребінь заввишки 6-7 см і завширшки 20-22 см, що присипає бур'яни. Амарант має дрібні слабо конкуруючі сходи, тому дуже страждає від бур'янів. Найбільшої шкоди вони завдають на початку розвитку амаранту – в перший місяць після появи сходів. У цей час, як правило, потрібно не менше двох ручних прополювань, що істотно збільшує затрати. Лише на чистих і слабо засмічених ґрунтах амарант удасться вирощувати без затрат ручної праці: бур'яни знищують завдяки механічним міжрядним розпушуванням посівів. На дуже засмічених ділянках потрібно застосовувати хімічний метод захисту.

Цікаво, що деякі види амарантових використовують в якості сидератів любителі-садівники. Переважно це дикі різновиди амаранту, але в деяких випадках

використовуються і найпростіші кормові. Дослідники Одеського державного аграрного університету виявили, що амарант позитивно впливає на ґрунт наступним чином:

1. Є прекрасним природним розпушувачем, який «оре» ґрунт, не руйнуючи шари, що відбувається при неправильному застосуванні техніки для орання. Причиною цього є його велике і розгалужене коріння. Так як стебла амаранту мають одночасно двохтипне коріння – стрижневе та поверхнєве мочкувате з тонкими волосками, то воно прекрасно розрихлює землю.

2. Підвищує рівень вологопроникності і перешкоджає вимиванню необхідних для вирощування більшості городніх культур мінералів, знову-таки завдяки розгалуженій кореневій системі, а також «притягненні» мінералів до коріння.

3. Захищає від бур'янів завдяки сильному корінню, яке витісняє інші, більш слабкі рослинні елементи.

4. Насичує ґрунт азотом, що сприятливо позначається на вирощуванні городніх культур, а також сприяє швидкому відновленню ґрунтів після вирощування високотоксичних культур (капусти та ін.).

Амарант як сидерат хороший ще й згаданою вище засухо- і холодостійкістю. Так, він може бути посаджений практично в будь-яких умовах в будь-яку погоду і при цьому виконає всі функції сидерата. Багато сортів амаранту, використовуваних як сидерати (дикі і близькі до диких), можуть висівати кілька разів за сезон, оскільки вони дуже швидко виростають, набирають зелену масу і виконують свої функції. Крім цього, амарант добре поєднується з іншими рослинами-сидератами, наприклад з бобовими. Зрізають використовуваний як сидерат амарант досить рано, не чекаючи його цвітіння.

На даний момент амарант є однією з найприбутковіших сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, переважним чином у Київській, Харківській, Миколаївській та Херсонській областях. Наразі ціна на товарне насіння коливається від 20 до 30 тис. грн./т. Але слід зазначити, що саме 20 тис. грн/т є тією ціною, яка влаштовує і сільгоспвиробника, і переробника, і конкурує з імпортною сировиною (наприклад, індійською). Якщо сільгоспвиробник вирощує органічний амарант, його вартість збільшується на 30-50%. Ринок збуту товарного насіння амаранту (до 7000 т по Україні) на 80% залежить від експортних угод виробників амарантової олії. Щороку цей ринок поступово збільшується, але перевиробництво може обвалити ціни на товарне насіння до рівня амарантової макухи (10 тис. грн/т), коли його будуть брати для виробництва комбікормів. Таку ситуацію не можна допускати, бо може повторитися сумний досвід державної програми виробництва амаранту в Україні, яка була реалізована в 2003 році – вирощено амарант на площі понад 30 тис. га, але майже весь був згодований сільськогосподарським тваринам та птиці. Цей гіркий досвід загальмував розвиток амаранту в Україні на 10 років. Технологічний процес передбачає проведення ручної видової прополки – видалення в рядку рослин щириці. Тому для великих господарств амарант поки що не є привабливою культурою, якщо кінцевою продукцією є товарне насіння, в якому вміст домішок (в т.ч. щириці) не повинен перевищувати 1%. Багато господарств не мають можливості якісно висіяти амарант, бо діаметр його насінини – 0,6–0,8 мм, глибина посіву – 1-2 см.

Селекцією та насінництвом амаранту займаються в Україні: Харківський державний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, Інститут кормів НААН України. Також в Україні є два насіннєві господарства, які забезпечують посівним матеріалом українських виробників амаранту.

Закуповувати насіння амаранту рекомендують тільки в спеціалізованих насіннєвих підприємствах, щоб бути впевненими в тому, що купуєте дійсно якісне та перевірене насіння, здатне забезпечити високий результат амаранту певного сорту з відповідним напрямом використання, групою стиглості та вмістом поживних речовин, що так важливо для харчової промисловості.

Для України амарант – нова культура, але в останні роки її видовий склад урізноманітнився внаслідок розширення торгових і економічних зв'язків з різними країнами світу. Унікальність рослини полягає ще й у тому, що на відміну від інших сільськогосподарських культур вона витрачає найменше води на утворення 1 г сухої речовини, що робить її перспективною для вирощування в зоні недостатнього та нестійкого зволоження. У зв'язку з цим використання амаранту у харчовій промисловості на території України є актуальним та своєчасним. Вивчення амаранту з метою його максимально ефективного використання на сьогодні не завершено. До теперішнього часу проводяться дослідження з оптимізації процесів переробки сировини амаранту для отримання амарантової олії та інших похідних для харчової промисловості.

Перспектива: амаранту в Україні бути для широкого спектру використання і задоволення потреб споживачів.

Висновки.

1. Ґрунтово-кліматичні екоградієнти України дозволяють вирощувати практично всі сорти амаранту за напрямом використання та групою стиглості, в тому числі високобілкові і високоолійні.

2. У всіх сферах харчової промисловості, а також медицині спостерігається потреба в сировині з високим вмістом білка, а також в ненасичених жирних кислотах, якими багата олія амаранту.

3. Обґрунтована виробнича необхідність розширити напрями використання сортів амаранту для цілей харчової промисловості шляхом створення сортів кондитерського та овочевого напрямку.

Бібліографія

1. Дейниченко Г. В., Рябушко В. І., Голуб М. О., Крамаренко Д. П., Своєволіна Г. В. Використання білкових гідролізолатів у технологіях функціональних хлібобулочних виробів. Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі. 2009. №1 (41). С. 217-223.

2. Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*. 2019. Vol. 3, Iss. 1. P. 9-15. URL: <https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf>

3. Гопцій Т. І., Воронков М. Ф., Бобро М. А. та ін. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія. Харків: ХНАУ, 2018. 362 с.

4. Mekonnen G., Woldeesenbet M., Teshale T. et. al. Amaranthus caudatus Production and Nutrition Contents for Food Security and Healthy Living in Menit Shasha, Menit Goldya and Maji Districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia. *Nutrition & Food Science International Journal*. 2018. Vol. 7, Iss. 3. <https://doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.07.555712>.

5. Soriano-García M., Arias-Olguín I. I., Carrillo-Montes J. P. et. al. Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*. 2018. Vol. 7, Iss. 5. P. 596-600. <https://doi.org/10.15406/japlr.2018.07.00288>.

6. Biel W., Jendrzyczak E., Jaroszewska A. et. al. Nutritional content and antioxidant properties of selected species of Amaranthus L. *Italian Journal of Food Science*. 2017. Vol. 29. P. 728-740.

7. Karamać M., Gai F., Longato E. et. al. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during Plant Growth. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, Iss. 6. <https://doi.org/10.3390/antiox8060173>.

8. Młakar S. G., Turinek M., Jakop M. et. al. Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*. 2009. Vol. 6, Iss. 2. P. 43-53. URL: <http://www.agricultura-online.com/.../>.

9. Sanz-Penella J. M., Laparra J. M., Sanz Y. et. al. Bread Supplemented with Amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of Phytates on In Vitro Iron Absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2012. Vol. 67 Iss. 1. P. 50-56. <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0269-6>.

10. Кучерук З. І., Постнова О. М., Галич А. О. Дослідження властивостей знежиреного термічно обробленого борошна амаранту. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. Харків, 2015. Вип. 1 (21). С. 275-283.

11. Гунина Л. М., Дмитриев А., Шустов Е. Б. Биологически активные вещества амаранта и перспективы применения пищевых добавок на его основе в практике подготовки спортсменов. Український журнал медицини, біології та спорту. 2018. Т. 3, № 7 (16). С. 267-277.

12. Emire Sh. A., Arega M. Value added product development and quality characterization of amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) grown in East Africa. *African Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 3, Iss. 6. P. 129-141. <https://www.researchgate.net/publication/278241863>.

13. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. Вісник Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2019. № 5 (1330). С. 145-151.

14. Guardianelli L. M., Salinas M. V., Puppo M. C. Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 97. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105242>.

15. Ружило Н. С. Использование семян амаранта в хлебобулочных изделиях. *Пищевая промышленность*. 2015. № 12. С. 56-58.

16. Шмалько Н. А., Смирнов С. О. Способ производства хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки. *Ползуновский вестник*. 2018. № 1. С. 27-31.

17. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Grain Amaranth (*Amaranthus* L. excluding ornamental varieties) (TG /247/1, UPOV) . Geneva. 2008-04-09. 35 P. URL: www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg247.pdf.

18. Singh M., Liu S. X. Evaluation of amaranth flour processing for noodle making. *Journal of food processing and preservation*. 2021. Vol. 45, Iss. 4. doi.org/10.1111/jfpp.15270.

19. Liu S., Chen D., Xu J. Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of food measurement and characterization*. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 1440-1450. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00060-4>.

20. Sindhu R., Khatkar B. S. Thermal, structural and textural properties of amaranth and buckwheat starches. *Journal of food science and technology*. 2018. Vol. 55, Iss. 12. P. 5153-5160. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3474-6>.

21. Guardianelli L. M., Salinas M. V., Puppo M. C. Quality of wheat breads enriched with flour from germinated amaranth seeds. *Food science and technology international*. 2021. <https://doi.org/10.1177/10820132211016577>.

22. Mykolenko S., Zhygunov D., Rudenko, T. Baking properties of different amaranth flours as wheat bread ingredients. *Journal of food science and technology Ukraine*. 2020. Vol. 14, Iss. 4. P. 62-71 <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1896>.

23. Смирнов С. О., Урубков С. А., Дронов А. С. Научно-практические основы комплексной переработки зерна амаранта. *Хранение и переработка зерна*. 2015. № 2 (191). С. 39-43.

24. Guardianelli L. M., Salinas M. V., Puppo M. C. Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019. Vol. 13. P. 1078-1088. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-00023-1>.

25. Iftikhar M., Khan M. Amaranth. *Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods*, 2019. P.217-232. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_13.

References

1. Deinychenko, H. V., Riabushko, V. I., Holub, M. O., Kramarenko, D. P., Svoievolina, H. V. (2009). Vykorystannia bilkovykh hidrolizativ u tekhnolohiiakh funktsionalnykh hlibobulochnykh vyrobiv [The use of protein hydrolysates in the technology of functional bakery products]. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky i torhivli imeni Mykhaila Tuhan-Baranovskoho – Bulletin of the Donetsk National University of Economics and Trade*, 1(41), 217-223 [in Ukrainian].
2. Topwal, M. (2019). Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*, 3(1), 9-15. URL: <https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf>.
3. Hoptsii, T. I., Voronkov, M. F., Bobro, M. A., Miroshnychenko, L. O., Lymanska, S. V. Du-da, Yu. V. (2018). Amaranth: selektsiia, henetyka ta perspektyvy vyroshchuvannia [Amaranth:breeding, genetics and cultivation prospects]. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian].
4. Mekonnen, G., Woldesenbet, M., Teshale, T., Biru, T. (2018). Amaranthus caudatus Production and Nutrition Contents for Food Security and Healthy Living in Menit Shasha, Menit Goldya and Maji Districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia. *Nutrition & Food Science International Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.07.555712>
5. Soriano-García, M., Arias-Olguín, I. I., Carrillo-Montes, J. P., Rosas-Ramírez, D. G., Mendoza-Figueroa, J. S., Flores-Valverde, E., Valladares-Rodríguez, M. R. (2018). Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 7(5), 596-600. <https://doi.org/10.15406/japlr.2018.07.00288>.
6. Biel, W., Jendrzyszczak, E., Jaroszewska, A., Witkowicz, R., Piątkowska, E., Telesiński, A. (2017). Nutritional content and antioxidant properties of selected species of Amaranthus L. *Italian Journal of Food Science*, 29, 728-740.
7. Karamać, M., Gai, F., Longato, E., Meineri, G., Janiak, M. A., Amarowicz, R., Peiretti, P. G. (2019). Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during Plant Growth. *Antioxidants*, 8(6).
8. Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F. (2009). Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*, 6, 43-53. doi: 10.3390/antiox8060173.
9. Sanz-Penella, J. M., Laparra, J. M., Sanz, Y., Haros, M. (2012). Bread Supplemented with Amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of Phytates on in Vitro Iron Absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67, 50-56. <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0269-6>.
10. Kucheruk, Z. I., Postnova, O. M., Halych, A. O. (2015). Doslidzhennia vlastyvostei znezhyre-noho termichno obroblenoho boroshna amarantu [Investigation of properties of defatted heat-treated flour of amaranth]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva ta torhivli – Progressive Machinery and Technologies for Food Production in the Restaurant Industry and Trade*, 1(21), pp. 275-283. Kharkiv: KhDUKhT [in Ukrainian].
11. Gunina, L. M., Dmitriev, A. V., Shustov, E. B., Kholodkov, A. V., Golovashchenko, R. V. (2018). Biologicheski aktivnye veshchestva amaranta i perspektyvy primeneniia pishchevykh dobavok na ego osnove v praktike podgotovki sportsmenov [Prospects of Application of Diet Supplements Based on Amaranth in the Practice of Training Athletes]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu – Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*, 3(7), 267-277 [in Russian].
12. Emire, Sh. A., Arega, M. (2012). Value added product development and quality characterization of amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) grown in East Africa. *African Journal of Food Science and Technology*, 3 (6), 129-141. URL: <https://www.researchgate.net/publication/278241863>.
13. Mykolenko, S. Yu., Tsaruk, L. Yu., Chursinov, Yu. O. (2019). Vplyv produktiv pererobky amarantu i chia na yakist khliba [Effect of amaranth products and chia on bread quality]. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskyi politekhnichnyi*

instytut». Serii: Novi rishennia u suchasnykh tekhnolohiiakh – Bulletin of the National Technical University «Kharkiv Poly-technic Institute». Series: New solutions in modern technology, 5 (1330), 145-151 [in Ukrainian].

14. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., Puppo, M. C. (2019). Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105242>.

15. Ruzhilo, N. S. (2015). Ispolzovanie semian amaranta v khlebobulochnykh izdeliakh [Use of seeds amaranth in bakery products]. *Pishchevaia promyshlennost – Food Industry*, 12, 56-58 [in Russian].

16. Shmalko, N. A., Smirnov, S. O. (2018). Sposob proizvodstva khleba pri dobavlenii amaran-tovoi krupianoj muki [Method for the production of bread by adding amaranth cereal flour]. *Polzunovskii vestnik – Polzunovsky vestnik*, 1, 27-31 [in Russian].

17. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Grain Amaranth (*Amaranthus L.* excluding ornamental varieties) (TG /247/1, UPOV) // Geneva. 2008-04-09. 35 P. URL: www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg247.pdf.

18. Singh, M., Liu, S. X. (2021). Evaluation of amaranth flour processing for noodle making. *Journal of food processing and preservation*, 45(4). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15270>.

19. Liu, S., Chen, D., Xu, J. (2019). Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of food measurement and characterization*, 13(2), 1440-1450 <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00060-4>.

20. Sindhu, R., Khatkar, B. S. (2018). Thermal, structural and textural properties of amaranth and buckwheat starches. *Journal of food science and technology*, 55(12), 5153-5160. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3474-6>.

21. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., Puppo M. C. (2021). Quality of wheat breads enriched with flour from germinated amaranth seeds. *Food science and technology international*. <https://doi.org/10.1177/10820132211016577>.

22. Mykolenko, S., Zhygunov, D., Rudenko, T. (2020). Baking properties of different amaranth flours as wheat bread ingredients. *Journal of food science and technology Ukraine*, 14(4), 62-71. <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1896>.

23. Smirnov, S. O., Urubkov, S. A., Dronov, A. S. (2015). Nauchno – prakticheskie osnovy kompleksnoy pererabotki zerna amaranta. *Khranenie i pererabotka zerna – Grain storage*, 2(191), 39-43. [in Russian].

24. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., Puppo, M. C. (2019). Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13. 1078-1088. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-00023-1>.

25. Iftikhar, M., Khan, M. (2019). Amaranth. Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods, 217-232. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_13.