

УДК 639.38:582.661.21:613.2-021.431

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2025.72>

ОГЛЯД НАУКОВОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АМАРАНТУ В ТЕХНОЛОГІЯХ РИБНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ГЕРОДІСТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ

Максим Анатолійович Власенко

здобувач

<https://orcid.org/0009-0008-2971-7909>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Іван Миколайович Баль

PhD доктор філософії

<https://orcid.org/0009-0007-1608-5263>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Руслан Володимирович Кононенко

канд. вет. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7818-2583>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Наталія Володимирівна Голембовська

канд. техн. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Сергій Олегович Лебський

PhD, майстер виробничого навчання

<https://orcid.org/0000-0002-0062-3473>

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

3041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Анотація. У статті розглянуто сучасні підходи до використання амаранту як перспективного компонента харчових продуктів, призначених для раціонів людей похилого віку. Проаналізовано наукові дані щодо хімічного складу амаранту та вмісту найбільш значущих біологічно активних речовин, що визначають його антиоксидантний потенціал і функціональну цінність. Огляд здійснено на основі систематизації та узагальнення джерел, відібраних із міжнародних наукометричних баз даних за останнє десятиріччя. Показано доцільність застосування амаранту в технологіях геродієтичного харчування завдяки його здатності підвищувати поживну цінність і антиоксидантний статус харчових продуктів. Отримані узагальнення підтверджують перспективність використання амаранту для створення інноваційних продуктів, спрямованих на підтримання здоров'я та покращення якості життя людей старшого віку.

Мета роботи полягала у проведенні аналізу літературних джерел щодо найбільш важливих біологічно активних речовин амаранту, його хімічного складу та ефективності використання у продуктах харчування.

Доведено унікальні властивості амаранту, які визначаються вмістом білку від 12,62 до 16,40 % з високим вмістом лізину і метіоніну; вуглеводів – 65-75 %, ліпідів – 7,00 % з вмістом ненасичених жирних кислот до 70% та домінуванням пальмітинової кислоти. Відмінною рисою ліпідів амаранту є вміст сквалену (55-90%) і фітостеролів, які проявляють високу

антиоксидантну здатність. Визначено висока кількість макро- та мікроелементів: Mg, Ca, P, Fe, Zn, Mn та вітамінів A, C, групи B.

Таким чином, опубліковані дані щодо біологічної активності амаранту дозволяють рекомендувати його використання у інноваційних технологіях геродієтичного харчування, що дасть змогу створювати продукти для поліпшення якості та подовження життя людей похилого віку.

Ключові слова: харчова цінність, антиоксиданти, сквален, фітостероли, ліпіди, макро-, мікроелементи, вітаміни.

UDC 639.38:582.661.21:613.2-021.431

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.4.2025.72>

SCIENTIFIC SUBSTITUTION OF THE USE OF AMARANTH IN FISH PRODUCT TECHNOLOGIES FOR HERODIETIC NUTRITION

Vlasenko Maksym

applicant

<https://orcid.org/0009-0008-2971-7909>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine*

Bal Ivan

PhD Doctor of Philosophy,

<https://orcid.org/0009-0007-1608-5263>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine*

Kononenko Ruslan

PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-7818-2583>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine*

Holembovska Nataliia

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8159-4020>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine*

Lebsky Serhiy

PhD, Master of Industrial Training,

<https://orcid.org/0000-0002-0062-3473>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
03041, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, Ukraine*

Abstract. The article considers modern approaches to the use of amaranth as a promising component of food products intended for the diets of the elderly. Scientific data on the chemical composition of amaranth and the content of the most significant biologically active substances that determine its antioxidant potential and functional value are analyzed. The review is based on the systematization and generalization of sources selected from international scientometric databases over the past decade. The feasibility of using amaranth in gerodietic nutrition technologies is shown due to its ability to increase the nutritional value and antioxidant status of food products. The obtained generalizations confirm the prospects of using amaranth for creating innovative products aimed at maintaining health and improving the quality of life of older people. The purpose of the work was to analyze literary sources on the most important biologically active substances of amaranth, its

chemical composition and the effectiveness of its use in food products. The unique properties of amaranth have been proven, which are determined by the protein content from 12.62 to 16.40% with a high content of lysine and methionine; carbohydrates - 65-75%, lipids - 7.00% with a content of unsaturated fatty acids up to 70% and the dominance of palmitic acid. A distinctive feature of amaranth lipids is the content of squalene (55-90%) and phytosterols, which exhibit high antioxidant capacity. A high amount of macro- and microelements has been determined: Mg, Ca, P, Fe, Zn, Mn and vitamins A, C, group B. Thus, the published data on the biological activity of amaranth allow us to recommend its use in innovative technologies of gerodietic nutrition, which will allow us to create products to improve the quality and prolong the life of the elderly.

Keywords: nutritional value, antioxidants, squalene, phytosterols, lipids, macro-, microelements, vitamins.

ВСТУП. Розроблення харчових продуктів, здатних забезпечувати збалансований раціон з урахуванням вікових особливостей організму людини, стає дедалі актуальнішим. Це пов'язано з природним уповільненням метаболічних процесів та зменшенням здатності організму протистояти різним захворюванням. Якість харчування є ключовим показником рівня життя, особливо для соціально вразливих груп, до яких належать люди похилого віку (Білоусько, 2023; Сімакова та ін., 2023).

Дослідження свідчать, що найгірший рівень харчування серед українців старшого віку спостерігався у 1990-х роках. У період 2012–2014 рр. ситуація дещо покращилася, проте подальші соціально-економічні труднощі після 2014 року, а також сучасні наслідки повномасштабної агресії РФ призвели до нового погіршення умов життя і, відповідно, харчування населення.

Останніми роками активного розвитку набувають інноваційні технології, що передбачають використання рослинної сировини (Abdusalomov & Shodiev, 2024; Bal-Prylypko et al., 2023; 2024; Душак та ін., 2023). Лікувальні та оздоровчі властивості рослин відомі з давніх часів, а продукти на їх основі широко застосовують у створенні дієтичних добавок, функціональних харчових продуктів і фармацевтичних засобів.

Особливу увагу привертають рослини родини амарантових (*Amaranthaceae*), що належать до найдавніших харчових культур світу (*Amarantus* - *Missouri Botanical Garden...*, 2020). Сьогодні інтерес до амаранту швидко зростає завдяки його унікальному фітохімічному складу, високій біологічній цінності та вираженим фармакологічним властивостям. Амарант належить до псевдозлакових культур і поєднує функції традиційного харчового продукту та інгредієнта, що позитивно впливає на здоров'я.

Численні наукові роботи, присвячені аналізу хімічного складу, безпечності, харчової цінності і вмісту біологічно активних сполук у різних частинах амаранту (Soriano-García & Aguirre-Díaz, 2019; Baraniak & Kania-Dobrowolska, 2022; Mătieș et al., 2024), а також дослідження технологій його використання у сфері оздоровчого та геродієтичного харчування (Malik et al., 2023; Shodiev, 2023; Lux et al., 2025), підтверджують доцільність систематизації цих даних. Такий аналіз необхідний для наукового обґрунтування інноваційних технологій виробництва напівфабрикатів геродієтичного призначення з використанням рибної сировини та амаранту.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Амарант належить до давніх високоживильних псевдозлакових культур із широким спектром використання у харчовій промисловості. Рослина вирізняється високим вмістом білка, добре збалансованим амінокислотним складом, значною кількістю харчових волокон, сквалену, мінералів та вітамінів, що робить її цінним інгредієнтом для створення продуктів підвищеної біологічної цінності (Soriano-García & Aguirre-Díaz, 2019).

Завдяки м'якому горіховому смаку та універсальності у технологічних процесах амарант застосовують у виробництві круп, борошна, екструдованих виробів, комбінованих

напівфабрикатів та білкових сумішей. За даними Baraniak & Kania-Dobrowolska (Baraniak & Kania-Dobrowolska, 2022), зерно амаранту містить білок з високим вмістом лізину – амінокислоти, дефіцитної у більшості злакових культур. Це робить амарант перспективним компонентом комбінованих продуктів, зокрема рибних, оскільки білковий комплекс риби також демонструє порівняно невисокий вміст лізину. Дослідники підкреслюють, що включення амаранту дозволяє оптимізувати амінокислотний профіль готових виробів.

Результати експериментальних робіт деяких авторів (Mătieșet et al., 2024) доводять, що амарантове борошно має високу водоутримувальну здатність, природні антиоксидантні властивості та не впливає негативно на сенсорні показники готової продукції. Саме тому його рекомендують як функціональний інгредієнт для технологій комбінованих рибних виробів, зокрема дієтичного та геродієтичного спрямування.

Значну увагу амаранту приділяють і в контексті харчування людей похилого віку. Продукти з амаранту здатні компенсувати дефіцит білка, поліненасичених жирних кислот, мікроелементів та харчових волокон (Овсієнко, 2022), який характерний для раціону геронтологічних груп населення. Автори також зазначають, що сквален, присутній в амарантовій олії, проявляє виражені антиоксидантні та кардіопротекторні властивості, що особливо важливо для профілактики вікових захворювань.

Aderibigbe (2022) підкреслює, що амарант має високу технологічну пластичність і добре поєднується з білковими інгредієнтами тваринного походження, зокрема рибною сировиною. Це дозволяє використовувати його у виробництві формованих рибних виробів, котлетних мас, паст, паштетів та інших напівфабрикатів з підвищеною харчовою цінністю. Автор вказує, що амарант може покращувати структуру продукту, стабілізувати консистенцію та підвищувати вихід готової продукції.

Lux та ін. (2025) відзначають, що поєднання амаранту з рибною сировиною у складі інноваційних напівфабрикатів дозволяє отримати продукти із покращеними реологічними властивостями, вищим вмістом мікронутрієнтів та антиоксидантним потенціалом. Такі вироби можуть розглядатися як ефективний елемент геродієтичного харчування, спрямованого на підтримання здоров'я людей літнього віку.

Отже, результати численних наукових досліджень свідчать про перспективність використання амаранту як функціонального інгредієнта у технологіях рибних продуктів. Завдяки високій біологічній цінності, антиоксидантним властивостям та позитивному впливу на структурно-механічні характеристики комбінованих виробів амарант є важливим компонентом створення інноваційних продуктів геродієтичного призначення.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Амарант – це дводольна псевдозлакова рослина, одна з найстаріших культур Нового Світу, що походить із Мезоамерики і колись була важливою харчовою культурою ацтеків, які називали її Уаутлі або Кстес (Joshi et al., 2019; Park et al., 2020). Сучасне повернення інтересу до вирощування та споживання насіння амаранту почалося в середині 1970-х років, коли його харчові властивості були повторно відкриті та популяризовані, особливо у порівнянні зі злаками.

Амарант, відомий також як бархатник або щириця, у перекладі з давньогрецької означає «нев'янучий». Це родина здебільшого однорічних трав'янистих рослин із дрібними квітками, зібраними у густі колосоподібні або хуртові суцвіття. Протягом близько 8 тисяч років амарант був важливою зерновою культурою Південної Америки та Мексики («пшениця ацтеків», «хліб інків»), нарівні з бобовими та кукурудзою. Після завоювання Америки іспанцями ця культура була майже забута. В Азії амарант і сьогодні вирощують гірські племена Індії, Пакистану, Непалу та Китаю як зернову та овочеву рослину. Символічно у творах деяких поетів амарант уособлює дар вічного життя, що відображає любов Бога до людини.

Завдяки високій життєстійкості та здатності давати значні врожаї насіння амарант став символом здоров'я, життя та безсмертя. Рослини належать до родини Амарантових

(*Amaranthaceae*), що включає близько 60 родів та приблизно 800 видів. Серед них шістдесят видів ростуть у різних частинах світу, часто поблизу місць діяльності людини, де вони вважаються бур'янами. Лише три види вважаються ефективними виробниками насіння: *Amaranthus hypochondriacus* (переважний сорт у Мексиці), *A. cruentus* і *A. caudatus*. У цих видах як листя, так і насіння містять білок високої біологічної цінності. Зерно використовується для борошна або приготування подібно до попкорну, а листя можна вживати сирим або вареним.

Амарант швидко зростає, має низьку собівартість і добре адаптований до різних ґрунтових і кліматичних умов. Рослина стійка до високих температур та посухи й не схильна до серйозних захворювань (Reyes et al., 2018). Відомо понад 800 видів амаранту, з яких понад 100 використовуються у сільському господарстві. Найдавніші зернові культури – *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus* і *Amaranthus hypochondriacus* – продовжують вирощуватися в деяких країнах. У Східній Азії *Amaranthus tricolor* застосовується як овочева культура (Reyes et al., 2018; Shodiev & Abduvalieva, 2023). Декоративне використання характерне для видів із яскравим листям та звисаючими суцвіттями, таких як *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypochondriacus* та *Amaranthus tricolor*.

Хімічний склад зерна амаранту варіює залежно від виду: білок – 12,62–16,64 %, ліпіди – 6,25–7,02 %, вуглеводи – 45,70–65,25 %, мінеральні речовини – 2,88 %, вологість – 11,29 %. Енергетична цінність зерна становить 307–371 кКал або 1554 кДж (Mekonnen et al., 2018; Martinez-Villaluenga et al., 2020; Sarker et al., 2022; Baraniak & Kania-Dobrowolska, 2022; Lux et al., 2025).

Білки та амінокислотний склад амаранту. Сучасні тенденції щодо заміни білкової сировини тваринного походження на рослинну підкреслюють важливість пошуку альтернативних джерел протеїну. У цьому контексті білкова компонента амаранту привертає значну увагу дослідників (Mota et al., 2016; Ayala-Nino et al., 2019a, 2019b; Morales et al., 2021).

Зерна амаранту містять такі білки, як альбуміни та глобуліни. Особливістю білків амаранту є відсутність глютену, що робить їх придатними для використання у виробництві спеціалізованих харчових продуктів (Lopez et al., 2018; Zhu, 2023).

Амінокислотний склад амаранту включає всі незамінні амінокислоти, що підкреслює його високу харчову цінність як джерела повноцінного білка (Mota et al., 2016; Zhu, 2023; Lux et al. 2025).

Відповідність амінокислотного складу білків амаранту до ідеального білку ФАО/ВООЗ та білку яєчного білку наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Відповідність амінокислотного складу білку амаранту до ідеального білку ФАО/ВООЗ, г/100 г білку

Назва амінокислоти	Амарант (Zhu, 2023)	Яєчний білок	Рекомендації ФАО/ВООЗ (Protein and amino acid, 2007)
Валін	2,40	6,90	3,90
Ізолейцин	2,50	8,00	3,00
Лейцин	4,30	9,20	5,90
Лізин	2,60	7,20	4,50
Метіонін+цистин	1,50	6,50	2,20
Треонін	2,30	4,90	2,30
Триптофан	2,00	1,50	0,60
Фенілаланін+тирозін	5,60	10,80	3,00
Гістидін	0,39	-	1,50
Сума	23,59	55,00	26,90

Джерело. Lux et al. 2025.

Аналіз даних, наведених у таблиці 1, показує, що білок амаранту включає всі незамінні амінокислоти. Проте як сумарний вміст, так і концентрація основних амінокислот у білку амаранту суттєво нижчі порівняно з ідеальним білком та яєчним білком. У білках амаранту визначено високий вміст триптофану, з показником скору 192%, а також фенілаланіну + тирозину – 216 %. Триптофан є необхідним для синтезу серотоніну (гормону щастя), мелатоніну (гормону сну) та вітаміну В₃, який відіграє важливу роль у метаболізмі нервової системи. Фенілаланін разом із тирозином виконують ключові функції у загальному білковому обміні та слугують попередниками важливих нейромедіаторів (дофаміну та норадреналіну) і гормонів щитовидної залози (Korytko, 2019).

Ліпіди амаранту. За даними досліджень D. Shodiev (2023), F. Zhu (2023) та T. Lux (2025), вміст ліпідів у зерні амаранту коливається від 6,81 до 7,02 %, що порівняно з іншими псевдозерновими культурами, такими як кіноа ($6,36 \pm 1,65$ %), знаходиться на схожому рівні, але перевищує вміст ліпідів у гречихі ($3,68 \pm 0,13$ %) (De Bock et al., 2021).

У складі амарантового жиру виявлені основні жирні кислоти: пальмітинова (C16:0) – 18,90 %, олеїнова (C18:1) – $23,1 \pm 1,0$ %, лінолева (C18:2, ω -6) – $46,3 \pm 1,0$ % (De Bock et al., 2021; Shodiev, 2023). Особливою рисою ліпідів амаранту є високий вміст сквалену – 7,60 г/100 г жиру, тоді як у гречихі його визначено лише 2,1 г/100 г жиру (Paško et al., 2024). Сквален належить до тритерпенових вуглеводнів і проявляє сильну антиоксидантну активність (Valachovič & Napala, 2017; Ibrahim et al., 2020).

Антиоксидантні властивості жиру з амаранту підсилюються також завдяки наявності поліфенолів, таких як кверцетин, рутин, нікотифлорин, а також вітаміну Е (α -, β -, δ -токоферолі – відповідно 1,19; 0,96; 0,69 мг) (Tang et al., 2016; Tang & Tsao, 2017; Lux et al., 2025).

Фітинова кислота у зерні амаранту міститься у концентрації 133,49–360,21 мг/100 г (Mekonnen et al., 2018). Ці сполуки можуть мати як позитивний, так і негативний вплив: з одного боку, вони зменшують біодоступність мінералів і засвоюваність білків, крохмалю та ліпідів; з іншого – запобігають утворенню вільних радикалів, мають протидіабетичний ефект і знижують ризик ішемічної хвороби серця та ниркової недостатності.

Крім того, у зерні визначено таніни у кількості 20,54–58,36 мг/100 г. Ці сполуки володіють антиоксидантними властивостями, сприяють регуляції ліпідного обміну та можуть уповільнювати процеси старіння. Вміст фітатів і танінів залежить від умов вирощування (сезон, ґрунтовий профіль, методи збору врожаю), стадії дозрівання, виду та генотипу рослини. Термічна обробка зерна амаранту сприяє зменшенню концентрації цих сполук.

Мінеральні речовини. Зерна амаранту містять такі мінеральні компоненти: кальцій – 139,90–159 мг/100 г, магній – 248–293,48 мг/100 г, фосфор – 322,38–557 мг/100 г, калій – 508 мг/100 г, залізо – 7,61–35,00 мг/100 г, цинк – 2,53–3,09 мг/100 г, мідь – 0,16–0,30 мг/100 г, селен – 18,7 мкг/100 г (Mekonnen et al., 2018).

Вуглеводи. Серед вуглеводів основну частку займає крохмаль (65–75 %) та харчові волокна (4–5 %). Головним цукром є сахароза, тоді як інші цукри, такі як рафіноза, інозит, стахіоза та мальтоза, присутні у невеликій кількості. Крохмаль у зерні щільно упакований у зернисту структуру та складається здебільшого з амілопектину (97,9 %) (Lux et al., 2025).

Зовнішній вигляд та фізичні властивості зерна. Зерна амаранту мають кремовий, золотисто-коричневий або бежево-жовтий колір і за формою нагадують чечевицю. Розмір зерна менший, ніж у основних зернових культур; приблизно 1500 зерен важать 0,4–1 г (Malik et al., 2020). Зерна мають солодкий або пряний смак та запах, що нагадує жом цукрового буряка.

Для виду *A. cruentus* середні розміри зерен становили: довжина – 1,4 мм, ширина – 1,3 мм, товщина – 0,87 мм, діаметр – 1,1–1,2 мм; сферичність – 0,82, об'єм пікнометра – 0,65 мм³, площа поверхні – 4 мм². Вага тисячі зерен, питомий об'єм та пористість прямо пропорційні вологості, тоді як справжня та об'ємна щільність і кут природного укусу обернено пропорційні

вмісту вологи. Індекс гідратації, об'ємна щільність та індекс набухання зерна амаранту становили 0,80, 0,66 г/мл та 0,63 відповідно.

Технології використання амаранту у харчових продуктах.

Зерно амаранту може оброблятися та готуватися різними способами: повітряним обсмажуванням, подрібненням, приготуванням каші, пресуванням у пластівці або помелом на борошно (De Bock et al., 2021). Для виготовлення борошна зерна подрібнюють, фрезерують або мелють, причому таке борошно добре поєднується з борошном інших зернових культур (Malik et al., 2023). Повітряно оброблене зерно найчастіше використовують у мюслях або батончиках, а цілі зерна додають до випічки. Традиційним способом приготування цільних зерен є вологе варіння та споживання у вигляді каші. Через невеликий розмір зерна амарант важко лущиться, що дозволяє зберегти мікроелементи та харчові волокна, сконцентровані у висівках. Це робить амарант цінним доповненням до зернових та бобових культур, допомагаючи покращити їхню харчову цінність та компенсувати дефіцит поживних речовин у готових продуктах.

Проростання є недорогим та ефективним методом підвищення нутрицевтичної цінності псевдозернових культур, бобових та інших зерен. Дослідження показали, що цей метод ефективний і для амаранту, сприяючи отриманню функціональної їжі. Так, занурення зерен протягом 8 годин при 30 °C з наступним проростанням 24 години при 23 °C та сушінням протягом 4 годин при 42 °C підвищувало вміст таких амінокислот, як лізин, лейцин, аспарагінова кислота, валін, аланін, треонін та серин.

Довше проростання – 48 годин при 26 °C – підвищувало доступність білка на 8 %, енергетичну цінність – на 11 %, вміст лінолевої кислоти – на 10 % та зменшувало вміст стійкого крохмалю на 70 %, покращуючи тим самим його засвоюваність. Крім того, замочування та проростання підвищують рівень антиоксидантів і загальних фенольних сполук. В цілому, параметри замочування, проростання та пропарювання, включно з часом і температурою, суттєво впливають на поживні властивості амаранту. Дослідження впливу цих методів на лікувальні та функціональні властивості культури є важливим напрямом для оптимізації її харчової цінності.

Ферментація, як традиційний метод обробки злаків, застосовується протягом багатьох століть. Дослідження показали, що ферментація амаранту покращує засвоюваність білка на 5–7 %, водночас зменшуючи вміст лізину, цистеїну та метіоніну на 20 %, 16 % та 20 % відповідно.

Обсмажування є поширеним промисловим методом теплової обробки, що забезпечує рівномірне приготування продукту, покращує засвоюваність, смакові та сенсорні властивості та викликає бажані структурні зміни в матриці продукту. Зерна амаранту обсмажували в духовці Gallenkamp при 200 °C протягом 8 хвилин, після чого охолоджували та подрібнювали.

Аналіз ефекту попередньої обробки зерен амаранту показує, що можна регулювати їх фізичні властивості та харчову цінність. Це обґрунтовує використання попередньо оброблених амарантових продуктів для отримання продуктів підвищеної якості, покращеного хімічного складу та кращої прийнятності для споживачів.

Екструзія є перспективним методом обробки амаранту для виробництва борошна, хоча підвищення температури та вологисті сировини можуть спричиняти зменшення вмісту поліфенолів, фітинової кислоти та заліза. Проте умови екструзії можуть ефективно замінити інші види попередньої обробки, особливо при застосуванні ферментів пепсину або панкреатину, оскільки процес руйнує білки і підвищує їхню доступність для ферментативного розщеплення. Дослідження показали, що екструдований амарант при вологості 24 % демонструє найвищий коефіцієнт ефективності білка. Екструдоване борошно відзначається якісним білком, кращою здатністю поглинати та утримувати воду, пошкодженим крохмалем та меншою в'язкістю порівняно із сирим борошном. Оптимальним режимом екструзії для отримання борошна, придатного для виробництва напоїв на основі амаранту з підвищеним

вмістом антиоксидантів і кращою органолептичною прийнятністю, виявили температуру 130 °C та швидкість гвинта 124 об/хв.

Олія амаранту є цінним продуктом завдяки високому вмісту біологічно активних жирних кислот, флавоноїдів, сквалену та жиророзчинних вітамінів. Для її отримання застосовують надкритичну CO₂-екстракцію, а також гексан та інші органічні розчинники. Найвищий вихід і максимальна біологічна цінність олії досягаються при використанні надкритичної екстракції.

Амарантовий крохмаль потенційно може використовуватися не лише в харчовій промисловості, а й у виробництві упаковки, косметики та інших галузях. Традиційний метод виділення крохмалю включає замочування зерен амаранту у розчині NaOH при 5 °C протягом 24 годин, подальше центрифугування при 1500 об/хв протягом 20 хвилин, нейтралізацію та сушіння на повітрі. Сухе-мокре подрібнення зерен забезпечує приблизно на 5 % вищу ефективність виділення крохмалю та скорочує час процесу порівняно з традиційним мокрим подрібненням.

Отриманий крохмаль зазвичай має низьку в'язкість та ентальпію, але характеризується більш пошкодженою структурою і прозорішою пастою. Після відділення крохмалю та білка, водорозчинні полісахариди виділяють із клітинних залишків шляхом мокрого просіювання у слабкому лужному середовищі; ці компоненти утворюють волокнисті структури амаранту.

Малий розмір гранул, здатність втрачати кристалічну та зернисту структуру при нагріванні, а також наявність менше 1 % резистентного крохмалю роблять амарант продуктом з високим глікемічним індексом. Форма гранул крохмалю кутова, багатокутна або злегка округла, часто з додекаедричною структурою та високою водопоглинальною здатністю.

Амарантовий крохмаль характеризується високою здатністю зв'язувати воду, перевищуючи показники пшеничного та кукурудзяного крохмалю, що робить його добре розчинним у воді. Він має ряд унікальних властивостей, таких як висока стабільність при циклі заморожування-відтавання, стійкість до ретроградації, оптимальна в'язкість, температура желатинізації, здатність до набухання, індекс поглинання води та піддатливість до ферментативної дії. Однак деякі з цих характеристик можуть негативно впливати на якість випічки, що обмежує використання амарантового крохмалю у певних продуктах.

Стабільність крохмалю амаранту робить його придатним для застосування в заморожених продуктах, забезпечуючи збереження текстури після розморожування. Виявлено, що його водопоглинаюча здатність і потужність набухання перевищують показники кукурудзяного крохмалю, хоча розчинність трохи нижча. Показники потужності набухання та індексу набряку (0,72–0,76) значно перевищують аналогічні у гречки (0,13–0,18) і залишаються відносно стабільними при температурах вище 75 °C. Широкий температурний діапазон желатинізації, добра здатність до набухання та водопоглинальна здатність дозволяють використовувати амарантовий крохмаль у продуктах, що піддаються високотемпературній обробці.

Модифікований амарантовий крохмаль демонструє більшу стабільність порівняно з місцевими крохмалю під час приготування рідких продуктів, запобігаючи фазовому розділенню, що робить його особливо корисним для розробки рідких харчових продуктів.

Борошно амаранту у співвідношенні 5–30 % у складі суміші з пшеничним покращує підйом тіста, знижує вміст глютену, підвищує рівень Fe, Zn, Ca та водопоглинальну здатність. Його широко застосовують для виробництва різних продуктів харчування, таких як макарони, хліб, печиво, крекери та інші, у багатьох країнах (Joshi, et al., 2018).

Лікувальний та профілактичний ефект використання амаранту.

Хімічний склад та біохімічні властивості зерна амаранту, зокрема вміст біологічно активних білків, ліпідів, пігментів, вітамінів, макро- та мікроелементів, свідчать про його високий потенціал для використання у лікуванні та профілактиці різних захворювань (Tang & Tsao, 2017).

У сучасній практиці амарантові продукти розглядаються як альтернативне джерело безглютенових продуктів завдяки низькому вмісту проламінів. Дослідження Bavykina та співавт. (2018) показали, що введення амарантових продуктів у раціон дітей, що дотримуються безглютенової дієти, сприяло покращенню харчової цінності та психоемоційного стану за рахунок можливості урізноманітнити раціон новими безглютеновими продуктами.

Високу ефективність продемонстрували також гідролізати білків амаранту. Так, Ayala-Nino та співавт. (2019a, b) проаналізували пептидний профіль ізоляту білка *A. hypochondriacus*, отриманого шляхом послідовного гідролізу алкалазою та флаворизмом. Результати показали утворення гідролізатів з високою антиоксидантною, антитромботичною та антигіпертензивною активністю. Послідовні фрагменти пептидів довжиною 4–8 амінокислот були ідентифіковані як високоактивні антиоксиданти.

Orsango та співавт. (2020) досліджували вплив зерна амаранту на анемію та залізодефіцитну анемію у дітей віком від 2 до 5 років у південній Ефіопії. Було встановлено, що вживання хліба з амарантом підвищувало рівень гемоглобіну та знижувало поширеність анемії: у групі, яка отримувала амарантовий хліб, анемія спостерігалась у 32% дітей, тоді як у групі з кукурудзяним хлібом – у 56%. Таким чином, продукти з амаранту сприятливо впливають на концентрацію гемоглобіну та можуть бути ефективними для зменшення поширеності анемії.

Результати клінічних досліджень, присвячених частковій заміні білків тваринного походження на білки амаранту за різним співвідношенням у добовому раціоні (тваринний:рослинний – 70:30, 50:50, 30:70), показали підвищення засвоюваності харчової клітковини, покращення якості ліпідної компоненти та профілю ліпопротеїнів у крові (Shodiev, 2023; Lux et al., 2025).

Амарантова олія знайшла широке застосування у медицині (Chmelik et al., 2019; Caeiro et al., 2022). Доведено її позитивний вплив на біосинтез холестерину, участь в детоксикації організму шляхом виведення радіонуклідів та солей важких металів, а також протидію при різних захворюваннях: інфекційних, герпесі, псоріазі, нейродерміті, екземі, дерматиті, виразкових ураженнях шлунково-кишкового тракту, діабеті, захворюваннях печінки, інфекціях сечостатевої системи, атеросклерозі, анемії, авітамінозі, стенокардії, гіпертонії, онкологічних та серцево-судинних патологіях. Крім того, амарантова олія значно підвищує імунітет і є ефективним засобом у профілактиці та лікуванні анемії (Abdusalomov & Shodiev, 2024; Caeiro et al., 2022; Chmelík et al., 2019; Ibrahim et al., 2020; Tang & Tsao, 2017).

ВИСНОВКИ. Результати аналізу наукових джерел підтверджують, що хімічний склад амаранту та високий вміст його біологічно активних компонентів створюють значний потенціал для застосування цієї сировини у технологіях рибних напівфабрикатів, орієнтованих на потреби людей похилого віку. Функціональні властивості амаранту – наявність повноцінного білка, антиоксидантів (сквалену, поліфенолів, токоферолів), макро- та мікроелементів – дозволяють цілеспрямовано підвищувати харчову та біологічну цінність готових виробів, зокрема шляхом поліпшення амінокислотного складу, антиоксидантного статусу та мінерального профілю.

Прикладна значущість проведеного аналізу полягає у можливості науково обґрунтованого впровадження амаранту як інгредієнта у рецептурах рибних напівфабрикатів геродієтичного призначення. Його використання може сприяти підвищенню засвоюваності поживних речовин, зниженню оксидативного стресу та покращенню загального стану здоров'я людей похилого віку, що відповідає сучасним концепціям здорового харчування та активного довголіття.

Перспективними є дослідження, спрямовані на оптимізацію технологій переробки амаранту та визначення його впливу на структурно-механічні, органолептичні й мікробіологічні показники рибних напівфабрикатів. Подальше вивчення взаємозв'язку між

технологічними параметрами, формами введення амаранту (борошно, екстракт, білкові концентрати, олія) та якістю готової продукції дозволить сформувані науково обґрунтовані рекомендації для промислових технологій. Універсальність та біологічний потенціал амаранту визначають доцільність його широкого застосування у харчовій промисловості та відкривають можливості для створення інноваційних продуктів геродієтичного спрямування.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Abdusalomov S., Shodiev D. (2024). Obtaining Beneficial Food Additives From The Seeds Of The Amaranth Plant. *Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences*, Vol. 34, <https://doi.org/10.62480/tjabs.2024.vol34.pp26-28>
- Aderibi <https://doi.org/gbe>, O. R., Ezekiel, O. O., Owolade, S. O., Korese, J. K., Sturm, B., & Hensel, O. (2022). Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(3), 656-669.
- Amarantus* - Missouri Botanical Garden (2020). Global Compositae Checklist.
- Ayala-Niño, A., Rodríguez-Serrano, G. M., González-Olivares, L. G., Contreras-López, E., Regal-López, P., Cepeda-Saez, A. (2019a). Sequence identification of bioactive peptides from amaranth seed proteins (*Amaranthus hypochondriacus* spp.). *Molecules*, 24, 1–14. <https://doi.org/10.3390/molecules24173033>
- Ayala-Niño, A., Rodríguez-Serrano, G. M., Jiménez-Alvarado, R., Bautista-Avila, M., Sánchez-Franco, J. A., González-Olivares, L. G. (2019b). Bioactivity of Peptides Released during Lactic Fermentation of Amaranth Proteins with Potential Cardiovascular Protective Effect: An in Vitro Study. *J. Med. Food*, 22, 976–981. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0039>
- Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Volkhova, T., HOLEMBOVSKA, N., Tyshchenko, L., Ivaniuta, A., Israelian, V., Menchynska, A., Shynkaruk, O., & Melnik, V. (2023). The study of functional and technological properties of vegetarian ice cream. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 110–121. <https://doi.org/10.5219/1798>
- Baraniak J., Kania-Dobrowolska M. (2022). The dual nature of amaranth – Functional food and potential medicine. *Foods*, 11. № 4. P. 618. <https://doi.org/10.3390/foods11040618>
- Baraniak, J., & Kania-Dobrowolska, M. (2022). The dual nature of amaranth–functional food and potential medicine. *Foods*, 11(4), 618.
- Bilousko T.Iu. (2023). Prodoovolcha bezpeka Ukrainy: stan ta tendentsii. Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Stalyi lantsiuh kharchuvannia ta bezpeka kriz nauku, znannia ta biznes», Kharkiv, 18.05.2023. S.188-190.
- Caeiro C., Pragosa C., Cruz M.C., Pereira C.D., Pereira S.G. (2022). The role of pseudocereals in celiac disease: reducing nutritional deficiencies to improve well-being and health. *J. Nutr. Metab*, Vol. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8502169>
- Chmelík Z., Šnejdrová M., Vrablík M. (2019). Amaranth as a potential dietary adjunct of lifestyle modification to improve cardiovascular risk profile. *Nutr. Res.*, Vol.72: 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.09.006>
- De Bock P., Daelemans L., Selis L., Raes K., Vermeir P., Eeckhout M., Bockstaele F.V. (2021). Comparison of the chemical and technological characteristics of wholemeal flours obtained from amaranth (*Amaranthus* sp.), quinoa (*Chenopodium quinoa*) and buckwheat (*Fagopyrum* sp.) seeds. *Foods*, Vol.10, N 3. P. 651. <https://doi.org/10.3390/foods10030651>
- Dushchak O.V., Levkivska T.M., Burlak N.I. (2023). Stvorennia novykh funktsionalnykh snekovykh produktiv iz roslynnoi syrovyny. Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Stalyi lantsiuh kharchuvannia ta bezpeka kriz nauku, znannia ta biznes. Kharkiv, 18.05.2023. S.192-194.

- Ibrahim N., Fairus S., Zulfarina M.S., Naina M.I. (2020). The Efficacy of Squalene in Cardiovascular Disease Risk – A. Systematic Review. *Nutrients*, Vol.12(2): 414, DOI: 10.3390/nu12020414. PMID: 32033387; PMCID: PMC7071298.
- Joshi D.C., Chaudhari G.V., Sood S., Kant L., Pattanayak A., Zhang K. (2019). Revisiting the versatile buckwheat: reinvigorating genetic gains through integrated breeding and genomics approach. *Planta*, Vol. 250, N 3. P. 783-801. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-018-03080-4>
- Korytko, O.O. (2019). To the question of amino acids and whey consumption. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, Vol.21(91), 116–122, <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9121>
- López, D. N., Galante, M., Robson, M., Boeris, V., Spelzini, D. (2018). Amaranth, quinoa and chia protein isolates: Physicochemical and structural properties. *Int. J. Biol. Macromol.*, Vol.109, 152–159, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.080>
- Lux T., Krapf J., Reimold F., Lochny A., Erdös A., Flöter E. (2025). Amaranth-alginate hydrogels: rheological, textural, and sensory properties for gluten-free noodles. *Future Foods*, Vol.11:100676, <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100676>
- Lux, T., Spillmann, F., Reimold, F., Erdös, A., Lochny, A., & Flöter, E. (2023). Physical quality of gluten-free doughs and fresh pasta made of amaranth. *Food Science & Nutrition*, 11(6), 3213-3223.
- Malik M., Sindhu R., Dhull S., Bou M., Christelle S., Yudhbir P., Shreya K. (2023). Nutritional Composition, Functionality, and Processing Technologies for Amaranth. *Journal of Food Processing and Preservation*, <https://doi.org/10.1155/2023/1753029>
- Martínez-Villaluenga C., Peñas E., Hernández-Ledesma B. (2020). Pseudocereal grains: nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food Chem. Toxicol.*, Vol. 137. Article ID 111178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
- Mătieș A., Negrușier C., Roșca M.O., Mintăș O.S., Zanc S. G., Odagiu A.C., Andronie L., Păcurar I. (2024). Characterization of Nutritional Potential of Amaranthus sp. *Grain Production. Agronomy*, Vol.14, 630, <https://doi.org/0.3390/agronomy14030630>
- Mătieș, A., Negrușier, C., Roșca Mare, O., Mintăș, O. S., Zanc Săvan, G., Odagiu, A. C. M., ... & Păcurar, I. (2024). Characterization of nutritional potential of Amaranthus sp. grain production. *Agronomy*, 14(3), 630.
- 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. *Nutri. Food Sci. Int. J.*, Vol. 7(3), <https://doi.org/10.19080/NFSIJ/2018.07.555712>
- Morales D., Miguel M., Garcés-Rimón (2021). Pseudocereals: a novel source of biologically active peptides. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol. 61, N 9. P. 1537-1544. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1761774>
- Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A.S., Torres D., Castanheira I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry*, Vol. 193:55–61, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043>
- Orsango A.Z., Loha E., Lindtjørn B., Engebretsen I.M.S. (2020). Efficacy of processed amaranth-containing bread compared to maize bread on hemoglobin, anemia and iron deficiency anemia prevalence among two-to-five-year-old anemic children in Southern Ethiopia: a cluster randomized controlled trial. *PLoS One.*, Vol. 15, N 9. Article ID e0239192. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239192>
- Ovsienko, S. M. (2022). Amarant ta produkty yoho pererobky v khlibopechenni. *Prodovolchi resursy*. 2022. T. 10.№ 18. S. 109-120.
- Park S.J., Sharma A., Lee H.J. (2020). A Review of recent studies on the antioxidant activities of a third-millennium food: Amaranthus spp. *Antioxidants (Basel)*, Vol. 9, N 12. P. 1236. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9121236>

- Reyes F.M, Chávez-Servín JL, González-Coria C, Mercado-Luna A., Carbot K.T., Aguilera-Barreyro A., Ferriz-Martínez R., Serrano-Arellano J., García-Gasca T. (2018). Comparative account of phenolics, antioxidant capacity, α -tocopherol and anti-nutritional factors of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) grown in the greenhouse and open field. *International Journal of Agriculture and Biology*, 20(11):2428-2436. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0786>
- Sarker U., Oba S., Alsanie W.F., Ahmed Gaber A. (2022). Characterization of phytochemicals, nutrients, and antiradical potential in slim amaranth. *Antioxidants*, Vol.11, № 6. P. 1089, <https://doi.org/10.3390/antiox11061089>
- Shodiev D. & Abduvalieva M. (2023). The Value Of Amaranth Food Additives In The Food Industry. *Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 23, 67-71.
- Simakova O.O., Orel A.S., Laboiko V.O. (2023). Rekomendatsii shchodo zdorovoho kharchuvannia ta povnotsinnoho sposobu zdorovoho zhyttia. Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Stalyi lantsiuh kharchuvannia ta bezpeka kriz nauku, znannia ta biznes». Kharkiv, 18.05.2023. P.186-188.
- Soriano-García M., Aguirre-Díaz I.S. (2019). Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. *Nutritional value of amaranth*. Intech Open. Nutritional Functional Value and Therapeutic Utilization of Amaranth. Book Edited by Viduranga Y. Waisundara, <https://doi.org/10.5772/intechopen.86897>
- Soriano-García, M., & Aguirre-Díaz, I. S. (2019). Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. In *Nutritional value of amaranth*. IntechOpen. P. 163.
- Tang Y., Li X., Chen P.X., Zhang B., Liu R., Hernandez M., Draves J., Marcone M.F., Rong Tsao R. (2016). Assessing the fatty acid, carotenoid, and tocopherol compositions of amaranth and quinoa seeds grown in Ontario and their overall contribution to nutritional quality. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 64, N 5. P. 1103-1110. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05414>
- Tang Y., Tsao R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Mol. Nutr. Food Res.*, Vol. 61, N 7. Article ID 1600767. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600767>
- Valachovič M., Hapala I. (2017). Biosynthetic Approaches to Squalene Production: The Case of Yeast. *Methods Mol. Biol.*, 1494: 95–106. DOI: 10.1007/978-1-4939-6445-1_7. PMID: 27718188.
- Zhu F.(2023) Amaranth proteins and peptides: biological properties and food uses. *Food Res. Int.*, Vol. 164. Article ID 112405. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112405>

Отримано 21.08.2025 р., прийнято до друку 11.10.2025 р.