

УДК 664.641.2; 664.694

doi:10.20998/2413-4295.2022.03.09

МАКАРОННІ ВИРОБИ З АМАРАНТОВОГО БОРОШНА

В. С. КАЛИНА*, О. А. РОДИГІН

кафедра зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, УКРАЇНА

*e-mail: viktoriya-kalina@ukr.net

АНОТАЦІЯ Запропоновано виробництво макаронних виробів без глютену. Розроблено новий харчовий продукт спеціального призначення – макаронні вироби з цільнозернового борошна амаранту, що зможе забезпечити добову норму споживання клітковини. Проведено аналіз останніх досліджень і публікацій та виявлено, що українські та закордонні вчені досліджують застосування нової сировини з амаранту в технологіях функціональних харчових продуктів. На основі проаналізованих джерел обґрунтовано комплекс досліджень з розробки рецептури макарон та визначення їх якості. За результатами досліджень розроблено технологію одержання безглютенових макаронних виробів. Вживання макарон з амаранту дозволить знизити ознаки старіння та хвороби серця, зменшити вплив запалення, яке виникає при алергії через вироблення імуноглобуліну E та вміст холестерину в крові людини. Завдяки цьому нові макаронні вироби можуть стати дієтичним продуктом, який буде забезпечувати організм людини необхідними поживними речовинами. Встановлено, що локушина з амаранту має недостатню міцність для виробництва, через це виробники комбінували амарант з іншими видами сировини. Визначено, що додавання альбуміну, ксантану, гуарану значно покращує властивості макаронних виробів. Експериментально встановлено співвідношення рецептурних інгредієнтів, що забезпечили отримання якісних виробів: 15% альбуміну, 0,7% ксантану, та 0,5% гуарану до борошна з амаранту. Визначено органолептичні та варильні показники якості розроблених виробів. Встановлено втрати при варінні макаронних виробів, їх залежність від виду додаткової сировини. Підтверджено дію альбуміну, ксантану, гуарану як речовин, що забезпечують твердість та консистенцію виробів, знижують втрати при варінні. Визначено вологість готових макаронних виробів. Оцінено їх міцність, твердість, форму та консистенцію. Акцентовано увагу на занижену міцність макаронних виробів з борошна амаранту та необхідність пакування їх у коробки з твердого картону. Розглянуто можливість запровадження виробництва макаронних виробів на потоково-механізованих лініях.

Ключові слова: амарантове борошно; макаронні вироби; альбумін; ксантан; гуаран

PASTA PRODUCTS FROM AMARANTH FLOUR

V. KALYNA, O. RODYHIN

Department of Agricultural Products Processing and Storage Technologies, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE

ABSTRACT Production of gluten-free pasta is offered. A new food product for a special purpose has been developed - pasta made from whole-grain amaranth flour, which will be able to provide the daily rate of fiber consumption. An analysis of the latest research and publications was conducted and it was found that Ukrainian and foreign scientists are investigating the use of new raw materials from amaranth in the technologies of functional food products. On the basis of the analyzed sources, a complex of studies on the development of macaroni recipes and determining their quality is substantiated. Based on the research results, a technology for making gluten-free pasta products has been developed. Eating amaranth macaroni will reduce the signs of aging and heart disease, reduce the effect of inflammation that occurs during allergies due to the production of immunoglobulin E and the cholesterol content in human blood. The rich content of proteins, vitamins, trace elements, fiber and essential amino acids, in particular lysine, makes pasta not only tasty, but also useful and functional food. Thanks to this, the new pasta can become a dietary product that will provide the human body with all the necessary nutrients. It was established that amaranth noodles have insufficient strength for production, because of this, manufacturers combined amaranth with other types of raw materials. It was determined that the addition of albumin, xanthan, guarana significantly improves the properties of pasta products. The ratio of recipe ingredients that ensured the production of quality products: 15% albumin, 0.7% xanthan, and 0.5% guarana to amaranth flour, were experimentally determined. The organoleptic and digestive parameters of the developed products were determined. Losses during cooking of pasta, their dependence on the type of additional raw materials, were established. The effect of albumin, xanthan, guaran as substances that ensure the hardness and consistency of products and reduce losses during cooking has been confirmed. The moisture content of finished pasta was determined. Their strength, hardness, shape and consistency were evaluated. Attention is focused on the low strength of amaranth flour pasta products and the need to pack them in hard cardboard boxes. The possibility of introducing the production of pasta products on flow-mechanized lines was considered. The rich mineral composition of amaranth, increased protein content, this allows gluten-free pasta products to have a health-giving character and become an indispensable product for healthy, balanced human nutrition.

Keywords: amaranth flour; pasta; albumin; xanthan; guarana

Вступ

Макаронні вироби – харчовий продукт, який виробляється шляхом змішування борошна твердих сортів пшениці та води.

Звичайні макаронні вироби, виготовлені з пшениці, проявляють набагато кращі параметри якості, ніж безглютенові (низькі втрати при варінні, тверда структура, знижена клейкість тощо). При

обробці макаронних виробів клейковина відповідає за реологічні властивості тіста.

Глютен – найважливіший фактор, пов'язаний з якістю приготування макаронних виробів. Проте деякі люди зі специфічною генетичною природою хворіють на целиацію при споживанні їжі, що містить глютен [1]. Причиною цього захворювання є вживання глютену, який може вплинути на засвоєння важливих поживних речовин, таких як залізо, фолієва кислота, кальцій і жиророзчинні вітаміни.

На теперішній час кількість людей хворих целиацією зростає, окрім цього відмова від глютенної продукції стала новим трендом сучасності. Все це збільшило попит на поширення асортименту безглютенової продукції серед споживачів. Підприємства розширюють його за допомогою введення виробів виготовлених з амарантового борошна.

Амарантове борошно має високу поживну цінність, вищу якість білка, з вмістом лізину в 2-3 рази більше, ніж в злакових чи бобових. Кальцій, залізо, калій, фосфор, вітаміни і харчові волокна також містяться в зернах амаранту [2]. Склад амаранту робить його однією з найперспективніших культур для виробництва макаронних безглютенових виробів.

При спробах введення амарантових макаронних виробів у виробництво виявлена проблема утворення виробів належної якості. Складністю є те, що виробництво безглютенових виробів складне через відсутність зв'язуючих білків, а технології, що використовують при виробництві макарон з іншої безглютенової сировини, не дають позитивних результатів.

Мета роботи

Метою роботи є розширення асортименту безглютенових продуктів, впровадження методів використання нової сировини та розробка рецептури, що дозволить запустити потокове виробництво макаронних виробів з амаранту.

Виклад основного матеріалу

Для вирішення завдання розглянемо механіку отримання безглютенового тіста. Оскільки в такому виді тіста відсутній структуроутворюючий білок, його місце займає крохмаль, лише він може ефективно реорганізувати макромолекулярну структуру, надаючи текстуру, подібну до тієї, що міститься в продуктах з глютенвмісної сировини.

У будь-якому випадку крохмаль має виконувати структурну роль, яка пов'язана з тенденцією його макромолекул до повторного зв'язування та взаємодії після желатинізації, що призводить до новоорганізованих структур, які уповільнюють подальше набухання та розчинення крохмалю під час приготування. Середня молекулярна маса амілози та амілопектину, а також їх молекулярна організація всередині гранули впливають на функціональність крохмалю, а, отже, й на продуктивність приготування. Ідеальний крохмаль для макаронних виробів повинен

мати помітну тенденцію до ретроградності: ця властивість, як правило, спостерігається у злакових та бобових з високим вмістом амілози, забезпечує хорошу кулінарну поведінку з точки зору текстури та низьких втрат при готуванні. Здатність до набухання крохмалю та співвідношення амілоза-амілопектин є двома основними факторами, що впливають на якість локшини. Сорти з високим вмістом амілози, низькою температурою желатинізації та твердою консистенцією гелю найкраще підходять для виготовлення виробів безглютенового спектру [3].

Велику ефективність показали методи теплової обробки крохмалю. Їх поділяють на 2 типи:

- зосереджується на використанні термічно обробленого борошна, в якому крохмаль вже в основному клейстеризований. Попередньо оброблене борошно може бути сформовано в макарони за допомогою преса, який зазвичай використовують при виготовленні макаронних виробів з твердих сортів пшениці;

- здійснюють процес екструзії-варіння: борошно оброблюють паром і пресують за високих температур (більше 100°C) для сприяння клейстеризації крохмалю безпосередньо всередині екструдера. Виготовлені з попередньо желатинізованого борошна демонстрували більш високу твердість у порівнянні з макаронними виробами, отриманими шляхом екструзії [4].

Технологія безглютенової локшини в основному заснована на операціях нагрівання та охолодження тіста, в яких використовують два явища: спочатку клейстеризація крохмалю, а потім його ретроградація. Чим більша ступінь клейстеризації крохмалю, тим краща якість виробів. З цієї причини традиційний процес виготовлення локшини передбачає термічну обробку за високих температур (90-95°C) під час екструзії, яка може повторюватися кілька разів. Під час охолодження відбувається нова спонтанна кристалізація крохмалю, в результаті чого, утворюється напівпрозорий, склоподібний і однорідний продукт. Ці модифікації сприяють втраті зернистої структури крохмалю під час желатинізації та розгалуженої ретикулярної та фібрилярної мережі після охолодження [5].

Крохмаль є основним компонентом зерен амаранту, має дуже малий розмір гранул, низьку температуру склеювання та пікову в'язкість. Крохмаль амаранту має низький, але різноманітний вміст амілози від 4,7% до 12,5%. Вміст амілози суттєво корелює з функціональними властивостями, включаючи клейстеризацію, термічні та текстурні властивості [6].

Щоб компенсувати відсутність глютену, додають до тіста білкові ізоляти, з них використовують ячний білок, ізолят соєвого білка та казеїн. З білків найбільший вплив показав саме ячний білок, інші види були не такі ефективні [7].

Використання псевдокруп (амарант, кіноа, гречка і т.п.) мають більш перспективне майбутнє з

точки зору їх функціональності (клітковини, вітамінів, мінералів та біологічно активних компонентів [8].

Гречані крохмальні гелі були твердішими, з більш високими жувальними і пружними властивостями, ніж гель амаранту. Крохмаль зі звичайної гречки виробляв твердий гель, а амарантовий крохмаль демонстрував м'який гель [9].

У порівнянні з глютенівмісними макаронами, вироби, приготовані тільки з безглютенового борошна, зазвичай вважаються низькоякісними: вони не переносять переварювання, липкі і перш за все, характеризуються втратами при готуванні.

Як альтернативу розглянуто вплив гідроколоїдів з морських водоростей. Гідроколоїди або камеді покращують пружність, надають безглютеновим макаронним виробам більшої твердості та задовільної консистенції.

Висока температура сушіння та попереднє сушіння (при нижчій температурі) вплинули на властивості текстури, зокрема зменшилися втрати при варінні та розчинність білка, що вказує на чудову структурну цілісність макаронних виробів без глютену на основі амаранту/кіноа/гречаної круп [8].

З літературних даних встановлено, що безглютенові макаронні вироби з амаранту не достатньо вивчені. При цьому амарант має гарні смакові та оздоровчі властивості, особливо в профілактиці зниження гіпертонії [10]. Основним джерелом структуроутворення безглютенових макаронних виробів є крохмаль, а саме відношення в ньому амілози та амілопектину. Виготовлення макарон з амаранту на виробничих лініях не налагоджене, але ручне приготування локшини використовують досить часто.

Крохмаль амаранту відрізняється від інших малим вмістом амілози 4,7-12,5%. Для порівняння середній вміст амілози в рисі складає 9-20% [11]. У гречці кількість амілози знаходиться в межах 16-18% [12], при цьому гранули гречки показують більшу здатність до набухання у порівнянні з кукурудзою, але найбільше набухання продемонстрував рис через вміст амілопектину [13].

Порівняння біологічної цінності амаранту та рису наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння біологічної цінності амаранту та рису

Показник	Амарант	Рис
Білок, г	3,8	2,69
Жир,г	1,58	0,28
Вугливоди, г	18,69	28,17
Клітковина, мг	2,1	0,4
Лізін, мг	102	0,097
Магній, мг	65	12
Кальцій, мг	47	10
Калій, мг	135	35
Фосфор, мг	148	43
Цинк, мг	0,86	0,49
Залізо, мг	2,1	1,2

З табл. 1 видно, що амарант має значну перевагу у порівнянні з рисом.

Амарант є хорошим варіантом споживання в раціоні для людей з целиакією, станом, при якому реакція імунної системи на пшеничний глютен може пошкодити тонкий кишківник. Він є однією з найкращих рослинних форм доступного білка. Білок легко засвоюється організмом і містить всі амінокислоти. Дослідження показали, що рослинні білки амаранту є одними з найбільш схожих з білками тваринного походження [14].

Ранні дослідження показують, що амарант може уповільнити вироблення організмом імуноглобуліну Е, зменшуючи запалення.

Гуарова камедь (смола, гуара) – це харчова добавка – стабілізатор, загусник і текстуратор. Камедь є відмінним джерелом харчових волокон. Завдяки низькій засвоюваності забезпечується відчуття насичення і сповільнюється засвоєння їжі. Таким чином знижується глікемічний індекс. Організм практично не засвоює гуарову камедь, при цьому він сприяє зниженню апетиту, значно знижує відсоток холестерину і насичених жирів в організмі людини [15].

Ксантанова камедь – це харчова добавка – загусник, стабілізатор, желуючий агент і інкапсуляційний агент (калоризатор). Ксантан для людини є хімічно нейтральним, тобто не вступає в реакції при попаданні в шлунково-кишковий тракт і через деякий час виводиться з організму природним шляхом без будь-яких змін [16].

Альбумін (білок яйця) – одна з головних складових людського організму. М'язи, кістки і внутрішні органи людини отримують білок з їжі, якого достатньо для нормальної життєдіяльності організму. Але людям, які ведуть активний спосіб життя і займаються силовими видами спорту потрібно споживати більшу кількість білкових елементів. Ячний альбумін містить відмінний баланс замінних амінокислот, вітамінів, мікроелементів, підвищує рівень гемоглобіну і тестостерону. Альбумін повністю засвоюється людським організмом, виступає основним матеріалом для росту мускулатури, вгамовує почуття голоду, збільшує силові можливості атлета. Крім цього, ячний альбумін регулює рівень холестерину в крові [17].

Обговорення результатів

Пріоритетними напрямками розробки рецептури безглютенових макаронних виробів обрано ячний альбумін та гідроколоїди. Це повинно забезпечити необхідну твердість виробів, знизити їх витрати при виробництві.

Нами у Дніпровському аграрно-економічному університеті експериментально визначено раціональні співвідношення рецептурних інгредієнтів для створення макаронних виробів із задовільними показниками якості. Результати досліджень представлено у табл. 2.

Таблиця 2 – Рецептури для макаронних виробів

№ з/п	Рецептурні компоненти, % до борошна амаранту				Висновки
	Амарант	Альбумін	Ксантан	Гуаран	
1	100	10	—	—	Структура не щільна, недостатня твердість, великі втрати при варінні
2		—	—	—	Оптимальна твердість, не достатня міцність виробів
3		20	—	—	Збільшення втрат при варінні, зменшення твердості
4		—	1,0	—	Втрати при варінні зменшені, міцність не достатня, більш задовільна консистенція
5		—	1,5	—	Втрати при варінні зменшені, міцність не достатня, більш задовільна консистенція
6		—	—	1,0	Втрати при варінні зменшені, консистенція не задовільна
7		—	—	1,5	Втрати при варінні зменшені, консистенція не задовільна
8		15	0,7	0,5	Відмінні структурно-механічні властивості, велика твердість

Дані таблиці свідчать, що зразок амарантових макарон за рецептурою №8 є оптимальним для всіх показників якості, дозволяє одержати задовільні структурно-механічні показники тіста та органолептичні показники готового виробу, рецептури №№1-7 – не відповідають контрольному зразку.

Використання методу бальної оцінки дозволило визначити органолептичні показники якості експериментальних зразків, дані яких представлено на рис. 1.

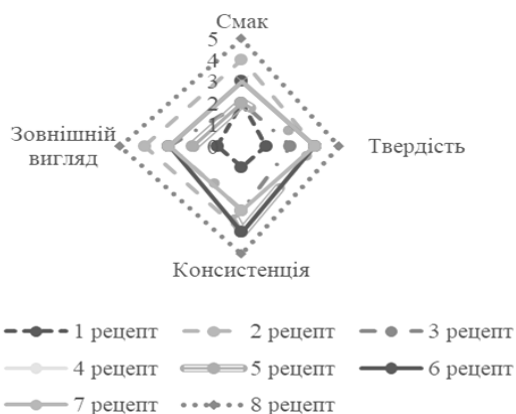


Рис. 1 – Профілограми органолептичної оцінки макарон з амаранту

Досліджувані вироби, виготовлені за рецептурою №8, мали найвищу оцінку за всіма показниками якості.

Зразки макаронних виробів дослідили на кількість втрат під час варіння (рис. 2) та вологість (рис. 3).

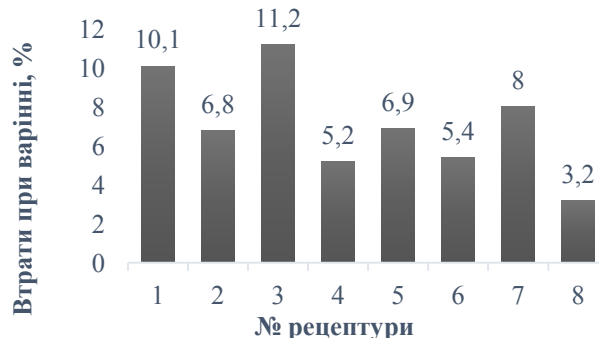


Рис. 2 – Втрати при варінні

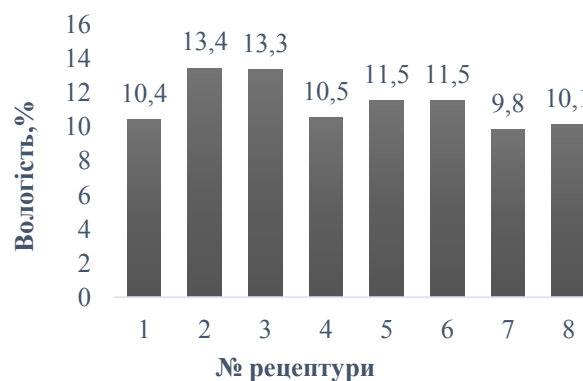


Рис. 3 – Вологість виробів

З рис. 2, 3 видно, що зразок, який містить в своєму складі альбумін, ксантанову та гуарову камеді (рецептура №8) має найкращі фізичні показники якості. Втрати при варінні стають не значними, а вологість виробів в межах норми.

Рецептура №8 демонструє найкращі органолептичні та фізичні показники якості. На рис. 4 представлено фото рецептур № 2, 4, 6, 8.

З рис. 4 видно, що зразки А та Г схожі за консистенцією та ступенем розварюваності. Зразки Б та В мають гіршу консистенцію, проте зменшують втрати при варінні макаронних виробів. Рис. 4 добре ілюструє, що саме зразок Г має найбільш відмінний вигляд серед усіх зразків.

Висновки

Експериментальні зразки макаронних виробів з амаранту показали, що внесення альбуміну 15%, ксантанової 0,7% та гуарової 0,5% камеді забезпечує найкращі органолептичні і варильні властивості. Розроблена рецептура насичена поживними речовинами та вітамінами, має функціональні властивості для людей. Завдяки цьому макаронні вироби можуть стати дієтичним продуктом, який рекомендовано вживати людям хворим на діабет чи целіакію та розширить ринок безглютенової продукції України.



A



B



B



Г

Рис. 4 – Варені макаронні вироби: А – рецептура 2;
Б – рецептура 4; В – рецептура 6; Г – рецептура 8

Розроблену нову рецептуру можна застосовувати для виробництва макаронних виробів на потоково-механізованих лініях. Треба зауважити, що вироби мають знижену міцність у порівнянні з конкурентами, тому для збереження форми та зменшення виходу крихт та лому, виготовлені вироби необхідно пакувати у коробки з твердого картону.

Список літератури

1. Atteno Mariangela, et al. The enthesopathy of celiac patients: effects of gluten-free diet. *Clinical Rheumatology*. 2014. Vol. 33. № 4. P. 537–41. doi: 10.1007/s10067-014-2534-1.
2. Fradinho P., Sousa I., Raymundo A. Functional and thermorheological properties of rice flour gels for gluten-free pasta applications. *International Journal of Food Science & Technology*. 2018. Vol. 54. № 4. P. 1109–1120. doi: 10.1111/ijfs.14001.
3. Marti A., Pagani M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta?. *Trends in Food Science & Technology*. 2013. Vol. 31. № 1. P. 63–71. doi: 10.1016/j.tifs.2013.03.001.
4. Gimenez M. A., Gonzalez R. J., Wagner J., Torres R., Lobo M. O., Samman N. C. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of cornbread beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry*. 2013. № 136. P. 538-545.
5. Marti Alessandra, et al. Cooking behavior of rice pasta: Effect of thermal treatments and extrusion conditions. *LWT-Food Science and Technology*. 2013. Vol. 54. № 1. P. 229-235.
6. Martinez Cristina S., et al. Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta. *Food Science and Technology International*. 2014. Vol. 20. № 2. P. 127-135.
7. Kahlon T. S., Chiu M.-C. M. Teff, Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Ancient Whole Grain Gluten-Free Egg-Free Pasta. *Food and Nutrition Sciences*. 2015. Vol. 06. № 15. P. 1460–1467. doi: 10.4236/fns.2015.615150.
8. Sindhu R., Khatkar B. S. Thermal, structural and textural properties of amaranth and buckwheat starches. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 55. № 12. P. 5153–5160. doi: 10.1007/s13197-018-3474-6.
9. Padalino L., Conte A., Del Nobile M. Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. *Foods*. 2016. Vol. 5. № 4. P. 87. doi: 10.3390/foods5040087.
10. Nardo A. E. et al. Amaranth as a Source of Antihypertensive Peptides. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. doi: 10.3389/fpls.2020.578631.
11. Caselato Sousa, Valéria Maria, and Jaime Amaya Farfán. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*. 2012. Vol. 77. № 4. P. 93-104.
12. Lu L., Baik B.-K. Starch Characteristics Influencing Resistant Starch Content of Cooked Buckwheat Groats. *Cereal Chemistry Journal*. 2015. Vol. 92. № 1. P. 65–72. doi: 10.1094/cchem-04-14-0062-r.
13. Zhu Fan. Buckwheat starch: Structures, properties, and applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. № 49. P. 121-135.
14. Tang Yao, and Rong Tsao. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory,

- and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2017. Vol. 61. № 7. P. 160-167.
15. Waterschoot J. et al. Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches. *Starch - Stärke*. 2014. Vol. 67. № 1-2. P. 14–29. doi: 10.1002/star.201300238.
 16. Torres Elizabeth AFS, et al. Effects of the consumption of guarana on human health: A narrative review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2022. 21. № 1. P. 272-295.
 17. Puglisi M. J., Fernandez M. L. The Health Benefits of Egg Protein. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. № 14. P. 2904. doi: 10.3390/nu14142904.

References (transliterated)

1. Atteno Mariangela, et al. The enthesopathy of celiac patients: effects of gluten-free diet. *Clinical Rheumatology*, 2014, Vol. 33, 4, pp. 537–41, doi: 10.1007/s10067-014-2534-1.
2. Fradinho P., Sousa I., Raymundo A. Functional and thermorheological properties of rice flour gels for gluten-free pasta applications. *International Journal of Food Science & Technology*, 2018, Vol. 54, 4, pp. 1109–1120, doi: 10.1111/ijfs.14001.
3. Marti A., Pagani M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta?. *Trends in Food Science & Technology*, 2013, Vol. 31, 1, pp. 63–71, doi: 10.1016/j.tifs.2013.03.001.
4. Gimenez M. A., Gonzalez R. J., Wagner J., Torres R., Lobo M. O., Samman N. C. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of cornbread beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry*, 2013, 136, pp. 538-545.
5. Marti Alessandra, et al. Cooking behavior of rice pasta: Effect of thermal treatments and extrusion conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 2013, Vol. 54, 1, pp. 229-235.
6. Martinez Cristina S., et al. Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta. *Food Science and Technology International*, 2014, Vol. 20, 2, pp. 127-135.
7. Kahlon T. S., Chiu M.-C. M. Teff, Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Ancient Whole Grain Gluten-Free Egg-Free Pasta. *Food and Nutrition Sciences*, 2015, Vol. 06, 15, pp. 1460–1467, doi: 10.4236/fns.2015.615150.
8. Sindhu R., Khatkar B. S. Thermal, structural and textural properties of amaranth and buckwheat starches. *Journal of Food Science and Technology*, 2018, Vol. 55, 12, pp. 5153–5160, doi: 10.1007/s13197-018-3474-6.
9. Padalino L., Conte A., Del Nobile M. Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. *Foods*, 2016, Vol. 5, 4, pp. 87, doi: 10.3390/foods5040087.
10. Nardo A. E. et al. Amaranth as a Source of Antihypertensive Peptides. *Frontiers in Plant Science*, 2020, Vol. 11, doi: 10.3389/fpls.2020.578631.
11. Caselato Sousa, Valéria Maria, and Jaime Amaya Farfán. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*, 2012, Vol. 77, 4, pp. 93-104.
12. Lu L., Baik B.-K. Starch Characteristics Influencing Resistant Starch Content of Cooked Buckwheat Groats. *Cereal Chemistry Journal*, 2015, Vol. 92, 1, pp. 65–72, doi: 10.1094/cchem-04-14-0062-r.
13. Zhu Fan. Buckwheat starch: Structures, properties, and applications. *Trends in Food Science & Technology*, 2016, 49, pp. 121-135.
14. Tang Yao, and Rong Tsao. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2017, Vol. 61, 7, pp. 160-167.
15. Waterschoot J. et al. Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches. *Starch – Stärke*, 2014, Vol. 67, 1-2, pp. 14–29, doi: 10.1002/star.201300238.
16. Torres Elizabeth AFS, et al. Effects of the consumption of guarana on human health: A narrative review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2022, 21, 1, pp. 272-295.
17. Puglisi M. J., Fernandez M. L. The Health Benefits of Egg Protein. *Nutrients*, 2022, Vol. 14, 14, pp. 2904, doi: 10.3390/nu14142904.

Відомості про авторів (About authors)

Калина Вікторія Сергіївна – кандидат технічних наук, доцент, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0002-3061-3313; email: viktoriya-kalina@ukr.net.

Калына Вікторія - PhD, Dnipro State Agrarian and Economic University, Associate Professor of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies; Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0002-3061-3313; email: viktoriya-kalina@ukr.net.

Родигін Олександр Андрійович – магістрант, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, магістрант кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; email: R_O_A_@outlook.com.

Rodyhin Oleksandr - master's student, Dnipro State Agrarian and Economic University, master's student of the department of technology of storage and processing of agricultural products; Dnipro, Ukraine; email: R_O_A_@outlook.com.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Калина В. С., Родигін О. А. Макаронні вироби з амарантового борошна. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 3 (13). С. 57-62. doi:10.20998/2413-4295.2022.03.09.

Please cite this article as:

Kalyna V., Rodyhin O. Pasta products from amaranth flour. *Bulletin of the National Technical University "KhPI" Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022, no. 3(13), pp. 57–62, doi:10.20998/2413-4295.2022.03.09.

Надійшла (received) 29.08.2022