

УДК 664. 64:582.663.2

АМАРАНТ ТА ПРОДУКТИ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ В ХЛІБОПЕЧЕННІ

Овсієнко С. М., к.с.-г.н., доцент,
кафедра харчових технологій та мікробіології
<http://orcid.org/0000-0001-5234-4305>

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-11>

Розробка хлібобулочних виробів із добавкою продуктів переробки амаранта, з огляду на його хімічний склад, є перспективним напрямом для розширення асортименту продуктів підвищеної харчової цінності, у тому числі в Україні. **Метою роботи** є аналіз літературних джерел, які присвячені науковим дослідженням з використання амаранта та продуктів його переробки в хлібопеченні. Використання нетрадиційної сировини та інноваційних методів її переробки, зберігання та переробки на харчові продукти є найбільш передовим напрямком розвитку харчової промисловості. Для покращання якості хлібобулочних виробів та розширення вже існуючого асортименту до їх складу вводяться альтернативні види сировини, які містять збалансований комплекс білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин. Вироблені з такої сировини продукти характеризуються більш високими поживними або смаковими властивостями. Амарант є однією з таких нетрадиційних для нашого регіону видів сировини. Амарант – зернова культура, яка відрізняється високою харчовою цінністю. Зерно амаранта перевершує багато традиційних злакових культур за вмістом білка (16...19%), незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, біологічно активних речовин, жиру (6...10%) та цінної лікувальної сполуки – сквалену (5...8%). Головна перевага амаранта над іншими видами зернових – високий вміст незамінної амінокислоти лізину (у 2–2,5 рази більше, ніж у пшениці та житі), сірковмісних амінокислот, харчових волокон, вітаміну С, кальцію, магнію та фосфору. Перелічені властивості дозволяють розглядати амарантове борошно як біохімічно активну добавку до пшеничного при хлібопеченні задля поліпшення якісних показників готових виробів. **Результати аналітичного огляду.** Проаналізовано і узагальнено літературні дані використання амарантового борошна та продуктів його переробки у технології виробництва хліба. Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що амарант і продукти переробки його зерна є цінною сировиною з високим вмістом поживних речовин.

Ключові слова: амарант, амарантове борошно, нетрадиційна сировина, шрот, макуха

AMARANTH AND PROCESSING PRODUCTS OF IT IN BAKERY

Svitlana Ovsienko, PhD, Associate Professor,
Department of Food Technologies and Microbiology,
<http://orcid.org/0000-0001-5234-4305>
Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-11>

The development of bakery products with the addition of Amaranth processing products, given its chemical composition, is a promising direction for expanding the range of foods, including in Ukraine as well. **The purpose of the work** is to analyze literary sources that are devoted to scientific research on the use of amaranth and products of its processing. The use of

*non -traditional raw materials and innovative methods of its processing, storage and processing for foodstuffs is the most advanced area of food development. To improve the quality of bakery products and expand the existing range, alternative types of raw materials containing a balanced complex of proteins, fats, vitamins and minerals are introduced into their composition. Products made from such raw materials are characterized by higher nutritional or taste qualities. Amaranth is one of these non-traditional raw materials in our region. Amaranth is a grain culture that has a high nutritional value. Amaranth grain exceeds many traditional cereals in protein content (16...19%), essential amino acids, vitamins, macro- and trace elements, biologically active substances, fat (6...10%) and a valuable therapeutic compound squalene (5...8%). The main advantage of amaranth over other types of cereals is the high content of the essential amino acid lysine (2-2.5 times more than in wheat and rye), sulfur -containing amino acids, dietary fiber, vitamin C, calcium, magnesium and phosphorus. These properties allow us to consider amaranth flour as a biochemically active additive to wheat flour when breaded to improve the qualities of finished products. **The results of the analytical review.** The literature of the use of amaranth flour and products of its processing in bread production technology is analyzed and summarized. The analysis of domestic and foreign literature shows that the amaranth and products of its grain processing are valuable raw material with a high nutrient content.*

Keywords: amaranth, amaranth flour, unconventional raw materials, meal, cake

Постановка проблеми. Останніми роками на світовому ринку з'явилося нове джерело сировини для харчової промисловості – зерно амаранта і продукти його переробки, що мають цінний хімічний склад і безпеку, високу харчову і біологічну цінність, містять широкий спектр фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, що визначає перспективи їх використання в технології харчових виробництв [1].

Рослина амарант відома вже кілька століть, але останнім часом вона отримала широке поширення через те, що її насіння має високу харчову цінність. Зерно амаранта перевершує традиційні злакові культури за вмістом білка, незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, біологічно активних речовин, жиру (6...10%) та цінної лікувальної сполуки – сквалену (5...8%). [2].

Головна перевага амаранта над іншими видами зернових – високий вміст незамінної амінокислоти лізину (у 2-2,5 рази більше, ніж у пшениці та житі), сірковмісних амінокислот, харчових волокон, вітаміну С, кальцію, магнію та фосфору. Амарантове борошно часто використовують як добавку до традиційного пшеничного борошна.

Особливістю амаранта є невеликий розмір зерен (маса 1000 шт. становить 0,6-1,0 г), вкритих твердою оболонкою, забарвленою у чорний, світло-помаранчевий або в червонуватий колір. Вміст білка у них 18%, тоді як традиційні хлібні культури містять трохи більше 13% білка. У зерні амаранта більше половини його складають альбуміни та глобуліни зі збалансованим амінокислотним складом.

Незбалансовані за амінокислотним складом проламіни, розчинні у спирті, досягають 12,6% всіх білків, тоді як у зерні злаків їх міститься 30-40%. В амаранті також чимало розчинних у лугах білків – глютенінів, близьких за поживною цінністю до альбумінів та глобулінів. Білки містять усі незамінні амінокислоти з переважанням ізолейцину, лейцину, лізину та альбуміну.

За вмістом лізину амарант перевищує вдвічі пшеницю і втричі – кукурудзу. Якщо харчову цінність ідеального білка прийняти за 100 од., цей показник розподіляється так: кукурудза – 44, пшениця – 57, ячмінь – 62, соя – 68, амарант – 75.

Порівняно добре вивчений склад вуглеводів насіння амаранта. Загальний вміст моно- та олігосахаридів (глюкози, фруктози, сахарози, раффінози) у насінні амаранта становить від 3 до 4% у перерахунку на суху речовину. Основним компонентом є сахароза, якої вдвічі більше, ніж у зерні інших злаків.

У зерні амаранта в значній кількості міститься клітковина, яка проявляє гіпотригліцеридемічний ефект по відношенню до насичених і ненасичених жирних кислот. Таким чином, насіння амаранта є перспективним джерелом функціональних інгредієнтів у хлібопечення [3].

Перелічені властивості дозволяють розглядати амарантове борошно як біохімічно активну добавку до пшеничного при хлібопеченні задля поліпшення якісних показників готових виробів.

Зерно амаранта відноситься до найбільш перспективних видів нетрадиційної сировини для виробництва широкого асортименту як різних харчових добавок так і готових продуктів харчування. З нього можна виготовляти крупу, муку, спирт, напої, харчові добавки [4].

Чудові поживні якості борошна амаранта в порівнянні з іншими зерновими, роблять його у поєднанні з пшеничним або вівсяним борошном повноцінним інгредієнтом для дитячого харчування.

Проблема пошуку шляхів підвищення якості та харчової цінності виробів з борошна стає особливо актуальною, коли суттєво скорочується споживання харчових продуктів тваринного походження – м'ясних, рибних, молочних та яєчних продуктів, тваринних жирів [5]. У цей час зростає в раціоні частка зернових продуктів, насамперед виробів з борошна.

У харчовій промисловості, зокрема хлібопекарській, поступово скорочується застосування добавок неприродного походження. Тому використання натуральних добавок із нетрадиційної рослинної сировини може сприяти збагаченню виробів необхідними для організму людини нутрієнтами, покращанню якості та зниженню їх енергетичної цінності [6].

Розробка хлібобулочних виробів із добавкою продуктів переробки амаранта, з огляду на його хімічний склад, є перспективним напрямом для розширення асортименту продуктів підвищеної харчової цінності, у тому числі в Україні.

Метою роботи є аналіз літературних джерел, які присвячені науковим дослідженням з використання амаранта та продуктів його переробки в технологіях харчових продуктів на основі борошна.

Матеріали і методи досліджень. При написанні статті використовувалися аналітичні методи досліджень.

Результати та обговорення. Одним із основних продуктів переробки зерна амаранта є борошно, отриманню та застосуванню якого в останні десятиліття приділяють велику увагу як вітчизняні так і зарубіжні дослідники.

Амарантове борошно має цінний хімічний склад: білка у 3,8 рази більше, ніж у пшеничному борошні; ліпідів – у 9,4 рази; клітковини – у 17 разів; мінеральних речовин: натрію – у 24 рази, калію – у 4,2 рази, кальцію – у 19 разів, магнію – у 6 разів, фосфору – у 5 разів, заліза – у 36 разів; вітамінів: тіаміну – у 33 рази, рибофлавіну – у 74 рази, ніацину – в 1,2 рази.

Енергетична цінність амарантового борошна дещо перевищує таку для пшеничного борошна за рахунок більшого вмісту білків та ліпідів. Кількість незамінних амінокислот у білку амарантового борошна становить 17,6 г/100 г білка, загальна кількість амінокислот – 37,7 г/100 г білка. Отже, амарантове борошно відрізняється більш збалансованим амінокислотним складом у порівнянні з пшеничним борошном, тому його доцільно використовувати у хлібопекарському і кондитерському виробництві разом із пшеничним борошном [7].

З насіння амаранта виробляють цілнозернове амарантове борошно, що має високу харчову цінність; сортове амарантове борошно, у тому числі вищого гатунку, яке за кількісним співвідношенням компонентів близьке до пшеничного хлібопекарського борошна.

Амарантове борошно має специфічні біологічні особливості, так як містить комплекс фізіологічно цінних інгредієнтів: білки, ліпіди, вуглеводи, моно- і дисахариди, крохмаль, харчові волокна і мінеральні речовини.

Для амарантового борошна вищого ґатунку характерний колір білий із жовтуватим або сіруватим відтінком, а для борошна цільозернового – із помітними частинками оболонки зерна; запах і смак – специфічні, властиві цьому виду сировини.

Цільозернове борошно амаранта містить комплекс фізіологічно активних речовин – сквалену, мінеральних речовин, харчових волокон, пектину, вітамінів, а також амарантину, якими можна збагатити традиційні продукти, створити на його основі спеціалізовані продукти або нові біологічно активні добавки.

Вознюк Е. В. та ін. вважають, що заміна 8-10% житнього борошна на амарантове дозволяє отримати новий, досить смачний сорт хлібопекарської продукції – амарантовий хліб. Він має гарні органолептичні характеристики та більш збалансований амінокислотний склад у порівнянні із звичайним хлібом.

Використання амарантового борошна у технології хлібобулочних виробів у кількості 100% неможливе, тому що у ньому відсутня клейковина. Разом з тим, введення його в рецептури хліба для збагачення та часткової заміни пшеничного борошна доцільно. З цією метою зазвичай застосовується частково знежирене амарантове борошно з амарантового шроту або плющені зерна амаранта (амарантові пластівці). Цільозернове амарантове борошно містить велику кількість жиру, що помітно знижує її здатність до зберігання внаслідок швидкого прогоркання жиру.

Автори вважають, що через низьку вологість має сенс використання амарантового борошна як добавки до пшеничного борошна, вологість якого перевищує допустимі регламентом значення. За рахунок високої кислотності амарантового борошна можливе скорочення тривалості процесу бродіння без застосування ферментних препаратів. За показником газотворювальної здатності амарантове борошно може бути гарною добавкою до пшеничного борошна з сильною клейковиною для покращення якості напівфабрикатів та готових виробів [8].

Висока вологоутримуюча здатність амарантового борошна досягається завдяки високому вмісту в ньому харчових волокон, що становить від 3,9 до 16,5%. Для порівняння: у пшеничному борошні залежно від сорту відсоток харчових волокон змінюється від 3,5 до 11,3%, тоді як у насінні амаранта цей показник перебуває в інтервалі від 25 до 60%.

Вивчали можливість та доцільність заміни частини пшеничного борошна на амарантове у хлібопеченні. Були виготовлені борошняні суміші із заміною частини пшеничного борошна на амарантове борошно в кількості 0, 4, 6, 8, 10% до загальної маси борошна. В ході проведення досліджень було встановлено, що зі збільшенням дозування амарантового борошна показники якості борошняних сумішей змінюються. У борошняних сумішах вологість зменшується з 12,0 до 10,8%, кислотність з 4,3 до 4,1 град., водопоглинальна здатність знижується з 56,0 до 54,0%, масова частка сирової клейковини зменшується з 28,0 до 25,0%. Якість сирової клейковини зростає з 55,0 до 75,0 умовних одиниць приладу ІДК.

Автори вважають, що зменшення показника вологості пов'язане з тим, що амарантове борошно має більше низьку вологість, за рахунок чого воно адсорбує частину вологи з пшеничного борошна, що призводить до зниження вологості борошняної суміші і чим більше дозування амарантового борошна, тим нижча вологість.

Амарантове борошно має низький вміст кислотоутворюючих речовин, таких як білки та вільні жирні кислоти, що є причиною зниження кислотності борошняних сумішей.

Водопоглинальна здатність із збільшенням дозування амарантового борошна зменшується, що пов'язано з тим, що частинки амарантового борошна дещо більші, ніж частинки пшеничного борошна. Борошно з меншою крупністю частинок має вищу водопоглинальну здатність, тому при збільшенні кількості амарантового борошна значення водопоглинальної здатності зменшується.

Збільшення частки амарантового борошна суттєво впливає на кількість та якість сирої клейковини, масова частка сирої клейковини знижується, а якість сирої клейковини збільшується, тобто вона слабшає. Це пов'язано з фракційним складом амарантового борошна. Білкові речовини амарантового борошна більшою мірою представлені соле-і водорозчинними фракціями, а саме альбумінами та глобулінами, які не здатні до утворення клейковинного каркасу.

За якістю сира клейковина у сумішах стає слабшою, що пов'язано із зниженням вмісту глютенінової фракції.

Автори прийшли до висновку, що амарантове борошно доцільно використовувати як добавку до хлібопекарського борошна з високою вологістю, кислотністю, з міцною клейковиною [9].

Проведено дослідження щодо визначення впливу амарантового борошна на властивості тіста, якість хліба з біоактивованого зерна пшениці та визначення його раціонального дозування. Оцінка якості хліба показала, що найкращу пористість (57%, що на 3% більше, порівняно з контрольним зразком) мав зразок, виготовлений з додаванням 6% амарантового борошна. При збільшенні дозування амарантового борошна до 7% спостерігалось незначне зменшення питомого обсягу та пористості хліба на 1,8 та 1% відповідно порівняно з дослідним зразком з додаванням 6% амарантового борошна. Додавання 6% амарантового борошна до маси нативного зерна дозволило отримати хліб покращеної якості зі слабо вираженим запахом і присмаком амаранта [10].

При внесенні 7% амарантового борошна в рецептуру батона нарізного виявлено збереження встановлених стандартом вимог до вологості, кислотності та пористості (41,0%, 2,5 град та 74% відповідно) та покращання смакових якостей [11].

Результати досліджень [12] підтвердили можливість використання амарантового борошна в кількості 7-10% і сумішей, що містять у своєму складі 2-3% сухої пшеничного клейковини і 2-3% солодового екстракту від маси пшеничного борошна з метою поліпшення якості хліба, що випікається. При подальшому збільшенні масової частки рослинної добавки до 30% відзначалося незначне зниження показників якості хліба, що випікається, на тлі його збагачення цінними макро- і мікронутрієнтами.

При оцінці фізико-хімічних показників встановлено, що із збільшенням кількості амарантового борошна, більше 20% спостерігалось зниження пористості м'якушу хліба на 1,2-3,4%. Найбільша зміна цього показника відзначалася при максимальному внесенні амарантового борошна. Вологість, кислотність і формостійкість м'якушу у всіх пробах практично не змінювалися. Додатково зазначено, що внесення амарантового борошна у виробу сприяє уповільненню процесу ретроградації крохмалю і цим збільшує термін зберігання продукту.

В даний час актуальним є виробництво хліба і булочних виробів спеціального призначення. Застосування нових видів сировини рослинного походження, в тому числі з не хлібопекарських культур, дозволяє збагатити харчову цінність хлібобулочних виробів, покращити його органолептичні і фізико-хімічні показники, збільшити термін зберігання свіжості, інтенсифікувати технологічний процес, стабілізувати якість хліба при переробці борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями, розробити продукцію з покращаним хімічним складом і профілактичними властивостями [13].

Розроблено технологію виробництва хліба функціонального призначення з використанням амарантової макухи та олії. Хліб, виготовлений із суміші пшеничного борошна та продуктів переробки амаранта при співвідношенні 97:3-85:15, має підвищений

вміст білка (на 3-10%), вітамінів групи В, мікро- та макроелементів, співвідношення кальцію та фосфору від 1:1,8 до 1:2,9 та покращений амінокислотний скор лізину та треоніну.

Додавання 15% амарантової макухи та 5% масляного екстракту амаранта до маси борошна дозволили покращати органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів, підвищити біологічну цінність на 24,5%, отримати хліб з максимально збалансованим амінокислотним складом, підвищити намокання та питомий обсяг, покращити засвоюваність готових виробів. функціонального призначення [14].

Використання амарантового борошна у хлібопеченні також збільшує кількість харчових волокон у продукті. Так, згідно з дослідженням А. Півоварова та ін. [15], внесення 10% амарантового борошна дозволяє збагатити хліб харчовими волокнами за збереження відповідності вимогам нормативних документів до хліба загального призначення. Додавання 15% нетрадиційного борошна призводило до помітного зниження пористості.

Зерно амаранта і продукти його переробки, що володіють біологічною цінністю, містять широкий спектр фізіологічно функціональних речовин, що визначає перспективи їх використання в технології харчових продуктів [16].

Миколенко С. Ю. та ін. вивчали особливості хімічного складу, функціонально-технологічних властивостей та біологічної активності нетрадиційної для хлібопекарського виробництва сировини, а саме амарантового борошна, амарантових висівок, амарантової олії і чіа, які відносяться до харчових компонентів, що містять значну кількість поживних і біологічно активних речовин. Встановлено, що жирнокислотний склад амарантової олії відрізняється вмістом таких жирних кислот як ліолева (41%) та арахідонова (16%), які відносяться до речовин з високою біологічною активністю. Амарантове борошно виступає джерелом доступного рослинного білка (15%). Застосування продуктів переробки амаранта – борошна і висівок – суттєво не позначається на погіршенні споживчих характеристик при їх введенні у рецептуру в кількості 5-10% до маси борошна. Введення амарантового борошна у кількості 10% до маси пшеничного борошна забезпечує збільшення вмісту цинку і фосфору у 1,2-1,5 рази, кальцію – у 2,4 рази порівняно з пшеничним хлібом без добавок. Використання амарантового борошна і чіа збагачує хліб харчовими волокнами на 54% від добової потреби, а також поліпшує амінокислотний склад продукту за рахунок зростання вмісту лейцину, валіну, ізолейцину, фенілаланіну, треоніну, лізину [17].

Окрему увагу варто приділити екструдованому зерну амаранта. Екструзія як спосіб переробки займає особливе місце, так як поєднує в собі термо-, гідро-і механічну обробку сировини та дозволяє отримувати продукти нового покоління із заздалегідь заданими властивостями. Екструзійна обробка розширює асортимент харчових продуктів, знижує їх мікробіологічне обсіменіння і підвищує засвоюваність [18].

Біологічна цінність білка зерна амаранта після проведення екструзії підвищується: коефіцієнт балансу азоту становить 0,86, коефіцієнт ефективності білка – 2,4-3,6, чиста утилізація білка – 78,8. Крім цього, екструзія сприяє розпаду фітинової кислоти амаранта, а отже, підвищенню доступності його мінеральних елементів. Біологічна цінність екструдованого амаранта становить 72,9.

Вивчення амаранта з метою його максимально ефективного використання на сьогодні не завершено. До теперішнього часу проводяться дослідження зі встановлення хімічного складу різних видів амаранта і впливу його компонентів на здоров'я людини. Загалом перспективи збагачення хліба за рахунок добавок з амаранта відзначені досить давно. Вони пов'язані з необхідністю усунення дефіциту в організмі окремих мікроелементів, наприклад феруму. Борошно з амаранта придатне для виробництва безглютенових продуктів [19].

Шрот – це побічний продукт екстракційного виробництва. Після екстракції олії його подрібнюють до різного ступеня дисперсності. Шрот містить незамінні

амінокислоти, нерозчинні харчові волокна, вітаміни групи РР, мінеральні речовини, збалансовані по змісту макроелементів Са та Р. Аналіз різних літературних джерел показує доцільність використання продуктів переробки амаранта як збагачувальну добавку. Особливо хочеться відзначити, що до складу шроту амаранта входить унікальна речовина – сквален, який є сильним антиоксидантом [20].

Внесення в рецептуру хлібобулочних виробів шроту амаранта дозволить вирішити проблему дефіциту есенціальних харчових речовин у харчуванні населення.

Дослідження впливу шроту амаранта на процеси газоутворення та газотримання у тісті показали, що внесення шроту амаранта інтенсифікує процес бродіння тіста. При внесенні 5% шроту амаранта бродіння тіста скорочується на 40%, 10% – на 45%, 15% – на 55%, 20% – на 75%. Ймовірно, інтенсифікація бродіння тіста пов'язана з тим, що у складі шроту амаранта багато поживних речовин: вітамінів для дріжджів.

Встановлено, що при внесенні шроту амаранта до рецептури хлібобулочних виробів показник питомого обсягу знизився до 16,7%, пористість до 14% порівняно з контрольним зразком без добавки. Показник кислотності навпаки зростав до 16% зі збільшенням кількості внесеної добавки від 5 до 20% до маси борошна.

За результатами проведених досліджень встановлено, що хлібобулочні вироби із внесенням шроту амаранта у кількості не більше 5% до маси борошна характеризувалися найкращими фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. При внесенні добавки більше 5% до маси борошна зменшувався питомий обсяг виробів, пористість, погіршувався стан поверхні, смак та запах [21].

В результаті віджиму олії методом холодного пресування в рослинних макухах залишається основна частина поживних речовин (білків, вуглеводів, жирів), містить біологічно цінні компоненти – вітаміни, клітковину, макро- та мікроелементи, тому доведено можливість її застосування в харчових технологіях з метою отримання здорових продуктів харчування, здатних задовольнити добову потребу у вітамінах, макро- та мікроелементах

Макуха насіння амаранта має високу харчову цінність і унікальний біохімічний склад. У макусі насіння амаранта міститься до 16% білка (що складається більш ніж на 30

% із незамінних амінокислот), до 7% жирів і близько 2-2,5% харчових волокон (клітковини), дуже високий вміст вітамінів (Е, А, В₁, В₂, В₄, С, D), дуже важливих для організму людини макро- та мікроелементів (залізо, калій, кальцій, фосфор, магній, мідь та ін.), а також інших біологічно активних речовин (фітостероли, фосфоліпіди та ін). Крім того, до складу амарантової макухи входить сквален, вміст якого становить 10 мг на 100 г рослинної системи.

В організмі людини сквален виступає в ролі антимікробного, антиканцерогенного та фунгіцидного засобу. Саме нестача кисню в організмі веде до передчасного старіння та розвитку пухлин. Належний вміст сквалена в організмі сприяє омолодженню клітин та бореться із вільними радикалами. Сквален стимулює роботу імунної системи, що захищає організм від різноманітних інфекцій та вірусів.

Однією з переваг амарантової макухи є наявність у її складі поліненасичених жирних кислот (%): ω -3 – 0,7, ω -6 – 48,6, ω -9 – 21,3. За рахунок великого вмісту у своєму складі ω -6, макуха амаранта підвищує захисні сили організму, бере участь в обміні речовин та будівництві клітинних мембран, запобігає утворенню у судинах атеросклеротичних відкладень, попереджає розвиток запальних процесів. Олеїнова кислота (ω -9), що входить до складу олії, попереджає розвиток раку, пригнічуючи розмноження канцерогенних клітин. Таким чином, макуха сприяє поліпшенню діяльності кишечника, підтримці нормального рівня кров'яного тиску, здатна підтримувати в клітинах організму водно-сольовий баланс і забезпечує нормальну роботу нервової системи, бере участь у нервовому регулюванні серцевих скорочень. Амарантова макуха має ідеальні технологічні властивості: жовтуватий колір, приємний тонкий смак і запах, що відкриває широкі можливості для її широкого застосування в громадському

харчуванні [22].

На думку Буяльської Н. П. та ін. амарант є перспективною культурою для створення композиційних сумішей, які дозволять поліпшити якість хлібобулочних виробів, а саме їх харчову та біологічну цінність.

Досліджувався вплив висівок амаранта на хлібопекарські властивості сировини (борошна пшеничного першого ґатунку та дріжджів) при виробництві хлібобулочних виробів [23].

Використовували борошно пшеничне першого сорту згідно ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне»; дріжджі хлібопекарські пресовані ТМ «Львівські дріжджі» згідно ДСТУ 4812: 2007. Висівки амаранта вносили в кількості 1%; 3%; 5% до маси борошна. В порівнянні з пшеничним борошном та висівками, висівки амаранта містять більшу кількість білків, клітковини та пектину, мінеральних речовин та вітамінів.

Результати досліджень показали, що при внесенні добавки висівок амаранта незначно збільшувався вихід сирої клейковини – 26,5% – контрольний зразок без добавки, 27,4% – з добавкою 3% висівок амаранта. Концентрація добавки 5% призводить до зменшення розтяжності клейковини (контрольний зразок 15,3 см, зразок з добавкою 5% висівок амаранта – 13,8 см).

Активність ліпази та ліпоксигенази висівок амаранта у 2 рази перевищує активність відповідних ферментів основної сировини – борошна пшеничного першого ґатунку.

Найкраща підйомна сила дріжджів (46,5 хв.), активованих продуктами переробки амаранта спостерігається при концентрації висівок амаранта 3% (порівняно з 57,7 хв. у контрольному зразку без добавки).

Дослідження зимазної та мальтазної активності дріжджів показали, що найкращі показники спостерігаються для зразків з концентрацією добавки амаранта 3,0%. При застосуванні пресованих дріжджів з високою мальтазною активністю скорочується тривалість бродіння опари, покращується якість хліба. Тому при високій мальтазній активності дріжджів можливо, зберігаючи звичайну тривалість бродіння, скоротити їх витрату. При приготуванні тіста безопарним способом витрати дріжджів з високою мальтазною активністю можуть складати 1,2-1,4% замість 2%.

Доведено доцільність використання висівок амаранта при розробці нових хлібобулочних виробів з підвищеною харчовою цінністю. Крім позитивного впливу на організм, висівки амаранта підвищують цукроутворювальну та газоутворювальну здатність борошна, збільшують бродильну активність дріжджів, зменшують час дозрівання напівфабрикату. За результатами досліджень хлібопекарських властивостей сировини визначено оптимальне дозування висівок амаранта до маси борошна яке складає 3% [24].

Також дослідниками запропоновано вносити амарантове борошно і висівки у хліб масового споживання [17]. Встановлено, що застосування продуктів переробки амаранта суттєво не позначається на погіршенні споживчих характеристик при їх введенні у рецептуру в кількості до 10% до маси борошна і забезпечує збільшення вмісту цинку і фосфору у 1,2-1,5 рази, кальцію – у 2,4 рази порівняно з пшеничним хлібом без добавок.

Висновки. Амарант та продукти його переробки мають цінний хімічний склад, високу харчову та біологічну цінність, містять широкий спектр фізіологічно функціональних харчових речовин, що визначає перспективи їх використання у технології харчових виробництв.

Використання сировини, яка містить біологічно активні речовини в якості рецептурного компонента хлібобулочних виробів, сприяє підвищенню вмісту в них фізіологічно значущих нутрієнтів, дозволяє скоротити застосування добавок неаліментарної природи, підвищити рівень безпеки продуктів і фізіологічний ефект від їх застосування в раціоні харчування. Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що амарант і продукти переробки його зерна є цінною сировиною з високим вмістом поживних речовин.

Бібліографія

1. Холод Т., Капрельянц Л. Перспективи використання нетрадиційної рослинної сировини у технології білковмісних харчових продуктів. Вісник Львівського університету. 2016. Вип. 73. С. 446-446.
2. Dinssa F. F., Yang R-Y., Ledesma D. R., Mbwanbo O., Hanson P. Effect of leaf harvest on grain yield and nutrient content of diverse amaranth entries. *Scientia Horticulturae*. 2018. 236. P. 146-157.
3. Ружи́ло Н. С. Использование семян амаранта в хлебобулочных изделиях. *Пищевая промышленность*. 2015. № 12. С. 56-58.
4. Важненко Г. І. Амарантова продукція корисна і промислового, і домашнього приготування. Асоціація амаранту. 2020. № 35. С. 45-48.
5. Iftikhar M., Khan M. Amaranth. *Bioactive Factors and Processing. Technology for Cereal Foods*. 2019. P.217–232.
6. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Наукові спрямування у поліпшенні споживних властивостей та якості борошняних кондитерських виробів. *Наукові праці НУХТ*. 2008. № 25. С. 40-43.
7. Иоргачева Е., Макарова О. Композиции из основного и нетрадиционного мучного сырья для оптимизации потребительских свойств кондитерских изделий. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2009. №2. С. 7-8.
8. Вознюк Е. В., Иванченко О. Б., Доморощенкова М. Л., Хабибуллин Р. Э. Исследование хлебопекарных свойств амарантовой муки. *Вестник технологического университета*. 2016. Т.19. №22. С. 150-153.
9. Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*. 2019. №3 (1). P. 9-15.
10. Алехина Н. Н., Жаркова И. М., Головина Н. А., Самохвалов А. А. Влияние амарантовой муки на качество хлеба из биоактивированного зерна пшеницы. *Хлебопродукты*. 2019. №4. С. 56-57.
11. Шмалько Н. А. Современные технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием амарантовой муки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2021. №2-3 (380-381). С. 6-9.
12. Бе́геулов М. Ш. Применение амарантовой муки в хлебопечении. *Хлебопродукты*. 2019. №8. С. 41-45.
13. Дзюндзя О. В., Звагольська К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 1. С. 22-29.
14. Guo P. T.; He W. L.; Liu J. L.; Wang Y. M. (2017). Grain amaranth composite biscuit composition and preparing method thereof and grain amaranth composite biscuits. *Academy agricultural sci china*. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060100124/publication/cn1072792_29a?q=amaranth%20cookies.
15. Pivovarov A., Mykolenko S., Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12. № 2. P. 100-107.
16. Sanz-Penella J. M., Wronkowska M., Soral-Smietana M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*. 2013. Vol. 50. № 2. P. 679-685.
17. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранта і чіа на якість хліба. *Вісник Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут»*. 2019. №5 (1330). С. 145-151.
18. Patil S., Brennan M., Mason S., Brennan C. The Effects of Fortification of Legumes and Extrusion on the Protein Digestibility of Wheat Based Snack. *Foods*. 2016. Vol. 5(2). P. 26.

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

19. Онопрійчук О. О. Дослідження можливості використання екструдату шроту амаранту в сиркових виробках. Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і перспективи: матеріали ІХ міжнар. наук.-техн. конф., м. Київ, 17-19 жовт. 2005 р. Київ, НУХТ, 2005. 160 с.

20. Матияшук О. В., Фурманова Ю. П., П'яних С. К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. Науковий погляд в майбутнє. 2017. Вип. 6. Т. 2. С. 52-58.

21. Mykolenko S., Zhygunov D., Rudenko T. Baking properties of different amaranth flours as wheat bread ingredients. Food science and technology. 2020. Vol. 14. Iss. 4. P. 62– 71.

22. Буяльська Н. П., Литвиненко О. О., Денисова Н. М. Використання продуктів переробки амаранта у виробництві хлібобулочних виробів. Технічні науки та технології. 2020. 3(17). С. 226-223.

23. Буяльська Н. П., Костенко І. А., Литвиненко О. О. Вплив висівок амаранта на хлібопекарські властивості сировини при виробництві хлібобулочних виробів. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: матеріали тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених. м. Чернігів, 10-11 квітня 2019 р. Чернігів, 2019. С. 273-274.

References

1. Kholod, T., Kapreliants, L. (2016). Perspektyvy vykorystannia netradytsiinoi roslynnoi syrovyny u tekhnolohii bilkovmisnykh kharchovykh produktiv [Prospects for the use of non-traditional plant raw materials in the technology of protein-rich foods]. Visnyk Lvivskoho universytetu. [Bulletin of Lviv University]. Vyp. 73. S. 446-446. [in Ukrainian].

2. Dinssa, F. F., Yang, R-Y., Ledesma, D. R., Mbwanbo, O., Hanson, P. (2018). Effect of leaf harvest on grain yield and nutrient content of diverse amaranth entries. Scientia Horticulturae. 236. P. 146-157.

3. Ruzhilo, N. S. (2015). Ispol'zovanie semyan amaranta v hlebobulochnykh izdeliyah [Use of amaranth seeds in baked goods]. Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. № 12. P. 56-58. [in Russian].

4. Vazhnenko, H. I. (2020). Amarantova produktsiia korysna i promyslovoho, i domashnoho pryhotuvannia [Amaranth products are useful for both industrial and home cooking]. Asotsiatsiiaamarantu [Amaranth Association]. № 35. S. 45-48. [in Ukrainian].

5. Iftikhar, M., Khan, M. Amaranth. Bioactive Factors and Processing. Technology for Cereal Foods. 2019. P.217-232.

6. Syrokhman, I., Lozova, T. (2008). Naukovi spriamuvannia u polipshenni spozhyvnykh vlastyvostei ta yakosti boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv [Scientific directions in improving the consumer properties and quality of flour confectionery]. Naukovi pratsi NUKhT. [Scientific works of NUHT]. № 25. P. 40-43. [in Ukrainian].

7. Iorgacheva, E., Makarova, O. (2009). Kompozicii iz osnovnogo i netradsionnogo muchnogo syr'ya dlya optimizacii potrebitel'skih svojstv konditerskikh izdelij [Compositions from basic and non-traditional flour raw materials for optimizing the consumer properties of confectionery]. Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy [Bakery and confectionery industry of Ukraine]. №2. P. 7-8. [in Ukrainian].

8. Voznyuk, E., Ivanchenko, O., Domoroshchenkova, M., Habibullin, R. (2016). Issledovanie hlebopekarnykh svojstv amarantovoj muki [Study of the baking properties of amaranth flour]. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Technological University]. T.19. №22. P. 150-153. [in Russian].

9. Topwal, M. (2019) Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*. №3 (1). P. 9-15.
10. Alekhina, N., Zharkova, I., Golovina, N., Samohvalov, A. (2019). Vliyanie amarantovoj muki na kachestvo hleba iz bioaktivirovannogo zerna pshenicy [Influence of amaranth flour on the quality of bread from bioactivated wheat grain]. *Hleboprodukty [Bakery products]*. №4. P. 56-57. [in Russian].
11. Shmalko, N. (2021). Sovremennye tekhnologii rzhano-pshenichnogo hleba s ispol'zovaniem amarantovoj muki [Modern technologies of rye-wheat bread using amaranth flour]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya [News of higher educational institutions. food technology]*. №2-3 (380-381). P. 6-9. [in Russian].
12. Begeulov, M. (2019). Primenenie amarantovoj muki v hlebopechenii [The use of amaranth flour in baking]. *Hleboprodukty [Bakery products]*. №8. S. 41-45. [in Russian].
13. Dziundzia, O. V., Zvaholska, K. M. (2021). Analiz netradytsiinoi boroshnianoj syrovyny dlia vyrobnytstva khlibobulochnykh vyrobiv [Analysis of non-traditional flour raw materials for the production of bakery products]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*. № 1. P. 22-29. [in Ukrainian].
14. Guo, P. T.; He, W. L.; Liu, J. L.; Wang, Y. M. (2017). Grain amaranth composite biscuit composition and preparing method thereof and grain amaranth composite biscuits. *Academy agricultural sci china*. URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060100124/publication/cn1072792_29a?q=amaranth%20cookies.
15. Pivovarov, A., Mykolenko, S., Hez', Y., Shcherbakov, S. (2018). Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 12. № 2. P. 100-107.
16. Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 50. № 2. P. 679-685.
17. Mykolenko, S., Tsaruk, L., Chursinov, Yu. (2019). Vplyv produktiv pererobky amaranta i chia na yakist khliba [Influence of amaranth and chia products on bread quality]. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut» [Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"]*. №5 (1330). P. 145-151. [in Ukrainian].
18. Patil, S., Brennan, M., Mason, S., Brennan C. (2016). The Effects of Fortification of Legumes and Extrusion on the Protein Digestibility of Wheat Based Snack. *Foods*. Vol. 5(2). P. 26.
19. Kucheruk, Z., Postnova, O., Halych, A. (2015). Doslidzhennia vlastyvostei znezhyrenoho termichno obroblenoho boroshna amaranta [Investigation of the properties of low-fat heat-treated amaranth flour]. *Prohresyvnii tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva ta torhivli: zb. nauk. pr. Kharkiv [Progressive techniques and technologies of food production, restaurant business and trade: coll. Science]*. №. 1 (21). P. 275-283. [in Ukrainian].
20. Onopriichuk, O. (2005) Doslidzhennia mozhylyvosti vykorystannia ekstrudatu shrotu amarantu v syrkovykh vyrobakh [Investigation of the possibility of using amaranth meal extrudate in cheese products]. *Novi tekhnologii ta tekhnichni rishennia v kharchovii ta pererobnii promyslovosti: sohodennia i perspektyvy : materialy IKh mizhnar. nauk.-tekhn. konf., m. Kyiv, 17-19 zhovt. 2005 r. Kyiv, NUKhT. [New technologies and technical solutions in the food and processing industry: present and prospects: materials of the IX International. scientific and technical conf.]*. 160 p. [in Ukrainian].
21. Matyashchuk, O., Furmanova, Yu., Pianykh, S. (2017). Vykorystannia amarantovoho boroshna v tekhnologii vyrobnytstva biskvitnykh napivfabrykativ [The use of amaranth flour in the technology of production of biscuit semi-finished products]. *Naukovyi pohliad v maibutnie [Scientific view of the future]*. Vyp. 6. T. 2. P. 52-58. [in Ukrainian].

22. Mykolenko, S., Zhygunov, D., Rudenko, T. (2020). Baking properties of different amaranth flours as wheat bread ingredients. Food science and technology. Vol. 14. Iss. 4. P. 62-71.

23. Buialska, N., Lytvynenko, O., Denysova, N. (2020). Vykorystannia produktiv pererobky amaranta u vyrobnytstvi khlibobulochnykh vyrobiv [Use of amaranth processed products in the production of bakery products]. Tekhnichni nauky ta tekhnolohii [Technical sciences and technologies]. 3(17). P. 226-223. [in Ukrainian].

24. Buialska, N., Kostenko, I., Lytvynenko, O. (2019). Vplyv vysivok amaranta na khlibopekarski vlastyvoli syrovyny pry vyrobnytstvi khlibobulochnykh vyrobiv [Influence of amaranth bran on baking properties of raw materials in the production of bakery products]. Novitni tekhnolohii u naukovi diialnosti i navchalnomu protsesi: materialy tez dop. [The newest technologies in scientific activity and educational process: materials of theses add.]. P. 273-274. [in Ukrainian].