

УДК 664.64.016

doi:10.20998/2413-4295.2019.05.19

ВПЛИВ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ АМАРАНТУ І ЧІА НА ЯКІСТЬ ХЛІБА

С. Ю. МИКОЛЕНКО*, Л. Ю. ЦАРУК, Ю. О. ЧУРСІНОВ

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

*e-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com

АНОТАЦІЯ У статті розглянуто 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. Визначено, що асортимент хліба оздоровчого призначення на українському ринку є досить обмеженим, тому його збагачення біологічно активними речовинами природнього походження буде сприяти розширенню продукції функціонального призначення. Встановлено, що амарантове борошно має підвищений вміст білка (15 %) та клітковини (4,4 %) порівняно з пшеничним. Виявлено особливості жирокислотного складу амарантової олії, одержаної методом вакуумної екстракції, 90 % якої становить лінолева, олеїнова, арахідонова і пальмітинова кислоти. Встановлено високий вміст в амарантовій олії лінолевої (41 %) та архідонової (16 %) кислот, які є незамінними та володіють високою біологічною активністю. Виявлено особливості впливу продуктів переробки амаранту і чіа на формування якості пшеничного хліба. Застосування продуктів переробки амаранту – борошна і висівок – суттєво не позначається на погіршенні споживчих характеристик при їх введенні у рецептуру в кількості 5–10 % до маси борошна, а застосування 2–6 % амарантової олії у складі рецептури пшеничного хліба є недоцільним. Додавання чіа як сировини з вираженими функціональними властивостями у кількості 5–15 % до маси пшеничного борошна позитивно позначається на об'ємному виході продукту та органолептичних властивостях хліба. Доведено, що введення амарантового борошна у рецептуру хліба забезпечує поліпшення мінерального складу продукту, а саме його збагачення цинком, фосфором і кальцієм у 1,5–2,5 рази порівняно з пшеничним хлібом без добавок. При вживанні пшеничного хліба, виготовленого із додаванням насіння чіа, організм людини буде додатково забезпечений кальцієм, фосфором, міддю, кількості яких зростає у 2 і 10 разів відповідно. Встановлено, що вживання пшеничного хліба із додаванням амарантового борошна і чіа забезпечує харчовими волокнами на 54 % від добової потреби, а також сприяє поліпшенню амінокислотного складу виробів за рахунок зростання вмісту незамінних амінокислот.

Ключові слова: амарантове борошно; амарантові висівки; амарантова олія; насіння чіа; пшеничне борошно; хліб; біологічна цінність

EFFECT OF AMARANTH PRODUCTS AND CHIA ON BREAD QUALITY

S. MYKOLENKO, L. TSARUK, Yu. CHURSINOV

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

ABSTRACT The article deals with the features of chemical composition, functional, technological properties and biological activity of non-traditional baking raw materials such as amaranth flour, amaranth bran, amaranth oil and chia seeds, which are related to food components containing a significant amount of nutrients and biologically active substances. It is determined that the range of health-improving breads on the Ukrainian market is quite limited; therefore its enrichment with biologically active substances of natural origin will promote the expansion of functional products. Amaranth flour has been found to have high protein (15%) and fiber (4.4%) content compared to wheat one. The fatty acid composition of amaranth oil obtained by vacuum extraction is revealed and 90% of it consists of linoleic, oleic, arachidonic and palmitic acids. In amaranth oil high content of linoleic (41%) and aridecon (16%) acids has found, which are essential and have high biological activity. The peculiarities of influence of amaranth processed products and chia on the formation of wheat bread quality are determinate. The use of processed amaranth products - flour and bran - does not significantly impact on deterioration of consumer characteristics when they are introduced into the formulation in the amount of 5-10% by weight of wheat flour, and the use of 2-6% amaranth oil in the formulation of wheat bread is inappropriate. The addition of chia as a raw material with high biological value in the amount of 5-15% to the weight of wheat flour positively affects the bulk output of the product and organoleptic properties of the bread. It is proved that the introduction of amaranth flour into the bread formulation improves the mineral composition of the product due to its enrichment with zinc, phosphorus and calcium in 1,5-2,5 times in comparison with wheat bread without additives. When consuming wheat bread made with the addition of chia seeds, the human body will be additionally provided with calcium, phosphorus, copper, whose quantity increases by 2 and 10 times, respectively. It has been established that the use of wheat bread with the addition of amaranth flour and chia provides food fibers by 54% of daily needs, and also contributes to the improvement of amino acid composition of products due to essential amino acids content growth.

Keywords: amaranth flour; amaranth fiber; amaranth oil; chia seed; wheat flour; bread; biological value

Вступ

Останнім часом динаміка стану здоров'я населення України характеризується негативними

тенденціями – зростає кількість аліментарно залежних захворювань (серцево-судинні, ожиріння, діабет, порушення опорно-рухового апарату тощо) [1]. Тобто здоров'я людини значною мірою залежить від її

харчування, зокрема ступеня забезпеченості організму необхідними харчовими речовинами та енергією. Сьогодні науковці в усьому світі працюють над створенням харчових продуктів, які були б багатими і збалансованими за вітамінно-мінеральним складом.

Одним з ефективних способів покращення харчового статусу населення є збагачення продуктів харчування, що вживаються найчастіше, фізіологічно цінними інгредієнтами [2–5]. Хлібобулочні вироби належать до продуктів регулярного споживання, що робить їх перспективним об'єктом із точки зору корегування хімічного складу.

Зерно амаранту і продукти його переробки, що володіють біологічною цінністю, містять широкий спектр фізіологічно функціональних речовин, що визначає перспективи їх використання в технології харчових продуктів [5, 6].

В Україні і світі все більше зростає зацікавленість населення до нетрадиційних видів олійного насіння, зокрема насіння чіа (*Salvia hispanica*) [7–9] як продукту, що має певні корисні властивості для організму людини.

Кількість хлібобулочних виробів, збагачених біологічно активними речовинами, на українському ринку є обмеженою і не перевищує 2–5 % від загального асортименту продукції. Зважаючи на функціональні властивості продуктів переробки амаранту і чіа актуальними є дослідження можливості їх застосування у технології хлібобулочних виробів, що, своєю чергою, сприятиме розширенню асортименту оздоровчої продукції.

Мета роботи

Метою даної роботи є дослідження функціонально-технологічних властивостей продуктів переробки амаранту і чіа з огляду на формування якості пшеничного хліба та поліпшення його функціонального статусу.

Виклад основного матеріалу

Першочерговим завданням в одержанні функціонального хліба є підвищення його біологічної цінності. Для проведення досліджень було використана наступна харчова сировина: продукти переробки амаранту (ФОП Пристромко М. П.) – амарантове борошно (прохід сита 0,45, схід з сита 0,25), амарантові висівки (схід сита 0,45), амарантова олія, отримана методом вакуумної екстракції; насіння чіа (чорне, країна походження Мексика); пшеничне борошно вищого сорту ТОВ «Дніпромлин» (вологість 12,6 %, вміст сирової клітковини 2 %, ВДК 60 од. пр.; показник числа падіння 325 с.); дріжджі хлібопекарські пресовані ТМ «Львівські», сіль кухонна харчова.

Вологість досліджуваної сировини визначали термогравіметричним методом (ДСТУ ISO 21415-

2:2009). Жиринокислотний склад амарантової олії визначали методом газової хроматографії (ГОСТ 3041–96); вміст токсичних елементів – шляхом атомно-адсорбційного аналізу. Для визначення впливу продуктів переробки амаранту і чіа на хлібопекарські властивості пшеничного борошна було проведено пробні лабораторні випікання за умови безпартного приготування тіста. Тісто замішували вручну, бродіння здійснювали за температурами 30–32 °С. Хліб випікали в лабораторній печі за температури 220–240 °С. Комплексну оцінку якості проводили за баловою методикою. Фізико-хімічні показники визначали за ДСТУ 7045:2009. Визначення показників біологічної цінності виробів за вмістом вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, незамінних амінокислот у сировині проводили розрахунковим методом у середовищі MS Excel.

Було визначено особливості хімічного складу борошна (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники якості борошна

Показник	Вид борошна	
	Пшеничне	Амарантове
Вологість, %	12,6	15,2
Сирий протеїн, %	11,5	14,80
Сирий жир, %	1,2	1,79
Сира клітковина, %	1,9	4,34
Сира зола, %	1,6	2,73

Як видно з табл. 1, вміст клітковини, жиру, протеїну та золи більший в амарантовому борошні порівняно з пшеничним. Також встановлено, що вміст пліснявих грибів у борошні становить 8·10 КУО/г, що відповідає показникам безпеки, які висуваються до борошняної сировини.

Відомо, що амарантове борошно багате такими мінеральними речовинами як залізо, кальцій, калій та вітамінами (табл. 2) [9].

Таблиця 2 – Вміст вітамінів та мінеральних в амарантовому борошні

Вітаміни	Вміст, %	Мінеральні речовини	Вміст, %
Вітамін С	3,0–7,1	Кальцій	215–650
Вітамін Е	1,5–1,8	Мідь	1–4
Вітамін В ₉	42–44	Залізо	21–104
Вітамін РР	1,0–1,5	Магній	300–340
Вітамін В ₂	0,19–0,22	Марганець	3–5
Вітамін В ₁	0,10–0,14	Калій	520–564
Вітамін А	0,02–0,14	Натрій	22–26

Одним із основних продуктів переробки амаранту є амарантова олія, що виступає джерелом сквалену, який володіє рядом фармакологічних властивостей, зокрема, гіполіпідемічною, гепатопротекторною, антиоксидантною дією [10]. На рис. 1 відображено жирнокислотний склад досліджуваної амарантової олії.

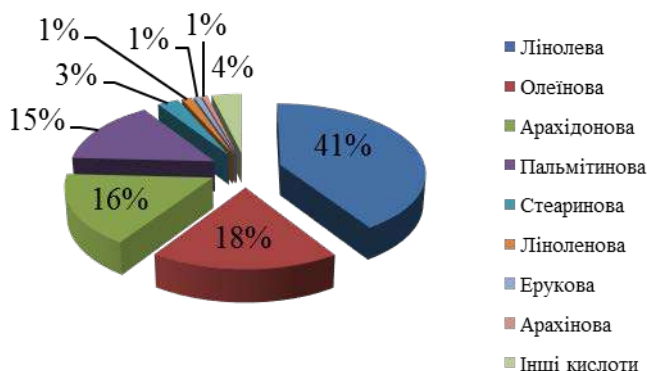


Рис. 1 – Жирнокислотний склад амарантової олії

Встановлено, що амарантова олія містить найбільше (41 %) лінолевої кислоти. Також значну частку жирнокислотного складу становить олеїнова, арахідонова і пальмітинова кислоти (15–18 %).

Для визначення впливу переробки амаранту на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, їх було введено до рецептури пшеничного хліба (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив продуктів переробки амаранту на якість хліба

Сировина, % до пшеничного борошна	Питомий об'єм хліба, г/см ³	Комплексна оцінка якості, балів
0 (контроль)	2,76	79
Амарантове борошно		
5	2,49	71
10	2,48	71
15	2,42	70
Амарантові висівки		
5	2,35	76
10	2,31	74
15	2,28	74
Амарантова олія		
2	2,49	70
4	2,26	68
6	2,30	65

Як видно з представлених даних, введення продуктів переробки амаранту викликає зниження об'ємного виходу хліба на 10–18 %. З огляду на зміну питомого об'єму виробів та їх комплексної оцінки найменший вплив має введення амарантового

борошна та висівок у кількості 5–10 % до маси пшеничного борошна. З врахуванням органолептичної оцінки, введення амарантової олії, отриманої шляхом вакуумної екстракції, у кількості 2–6 % до маси пшеничного борошна є недоцільним.

Насіння чіа є перспективною сировиною для збагачення складу кондитерських і хлібобулочних виробів [11]. Встановлено вплив добавки на формування якості хліба, виготовленого із пшеничного борошна вищого сорту (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив насіння чіа на якість хліба

Сировина, % до пшеничного борошна	Питомий об'єм хліба, г/см ³	Комплексна оцінка якості, балів
0 (контроль)	2,76	79
5	2,98	85
10	2,98	87
15	2,72	84

Очевидно, що введення чіа до рецептури пшеничного хліба позитивно позначається на його питомому об'ємі, який зростає у середньому на 8 % та комплексній оцінці якості (5–8 балів). Проте, як і у випадку з амарантовим борошном і висівками, кількість здрібненого чіа не повинна перевищувати 5–10 % до маси пшеничного борошна.

Збільшення частки функціональної сировини у рецептурі буде сприяти наданню продукту оздоровчих властивостей. У табл. 6 наведена характеристика органолептичної оцінки та фізико-хімічних показників якості виробів, виготовлених з додаванням 10 % амарантового борошна і чіа (табл. 5).

Слід відзначити, що при додаванні амарантового борошна виріб має привабливий колір скоринки, незначну шорсткувату поверхню, м'яку, але дещо ущільнену м'якушку, та добре виражений смак властивий даному хлібу, з незначним присмаком амарантового борошна (рис. 2). При додаванні 10 % насіння чіа вироби мають правильну форму, гладку поверхню, приємний запах та смак, але має сіруватий колір м'якушки з помітними частинками оболонки. Проте загалом органолептичні показники даного виробу є найбільш прийнятними.

Обговорювання результатів

Насіння амаранту багате комплексом поліненасичених жирних кислот, причому їх вміст складає 77 %, а значна частка жирнокислотного складу належить лінолевої кислоті, з якої синтезується арахідонова кислота, що є підставою для синтезу простагландинів в організмі [12]. Встановлено, що у досліджуваній амарантовій олії основними жирними кислотами є лінолева (41 %), яка забезпечує зростання м'язових клітин в організмі

людини. Олейнова кислота, яка складає 18 %, активно впливає на стінки судин, зміцнюючи їх і забезпечуючи необхідний тонус. Арахідонова кислота (16 %) передусє утворенню речовин, що беруть участь в регуляції багатьох процесів життєдіяльності тромбоцитів і інших елементів, але особливо простагландинів, які мають велике значення як речовинам найвищої біологічної активності.

Таблиця 5 – Якість хліба, виготовленого із додаванням амарантового борошна і чіа

Показник	Характеристика при введенні у рецептуру:	
	амарантового борошна	чіа
Органолептична оцінка		
Колір	Білий з сіруватим відтінком	Сіруватий з помітними частинками оболочек
Поверхня	Гладка, є незначна шорсткуватість	Гладка
Форма	Правильна	Правильна
Смак і запах	Присутній запах і присмак амаранту	Присутній легкий приймний присмак чіа
Грудкування під час розжовування	Відчувається незначне грудкування під час розжовування	Відсутнє
Фізико-хімічні показники		
Вологість, %	40	40
Кислотність, град.	1,4	1,4
Пористість, %	69	72



Рис. 2 – Комплексна оцінка якості хліба, виготовленого з додаванням амарантового борошна і чіа

Високою біологічною цінністю володіє і амарантове борошно, що чинить загальнозміцнюючу і оздоровчу дію на організм людини [6, 13]. Використання борошна і висівок з амаранту в якості сировини для виробництва хліба дозволить збагатити хліб біологічно активними речовинами. Підвищений вміст харчових волокон сприяє виведенню з організму токсичних факторів, продуктів обміну речовин, зниження рівня холестерину в крові. Регулярне введення амарантового борошна у раціон сприяє зміцненню імунітету людини, поліпшує роботу шлунково-кишкового тракту.

Відомо [11], що добавка розмеленого насіння чіа, порівняно з цілим, протягом десяти тижнів вживання призводить до забезпечення організму людини більш високим вмістом омега-3 кислот. У роботі [14,15] визначено, що вміст білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, золи насіння чіа коливається від 15 до 25%, 30–33%, 41%, 18–30%, 4–5% відповідно, а також насіння чіа багате на поліфеноли.

Особливе значення в організмі людини мають незамінні амінокислоти, їх дефіцит впливає на регенерацію білків. У табл. 6 показано зміну амінокислотного складу пшеничного хліба при введенні у рецептуру амарантового борошна та чіа.

Таблиця 6 – Амінокислотний склад хліба, виготовлених з додаванням амарантового борошна та насіння чіа

Амінокислоти	Добова потреба, мг	Хліб з амарантовим борошном	Хліб з насінням чіа
Валін	1638	315	340
Ізолейцин	1260	286	306
Лейцин	2460	509	554
Лізин	1890	211	231
Метионін+ цистеїн	655	103	136
Треонін	945	224	235
Триптофан	252	71	95
Фенілаланін+ тирозин	1575	315	356
Сума незамінних амінокислот	10675	2032	2252

Найбільшим вмістом амінокислот характеризується хліб з додаванням насіння чіа (на 12 % більше порівняно з контролем). У разі додавання амарантового борошна також вдалося покращити склад незамінних амінокислот та збільшити їх вміст на 4 %. Привертає увагу те, що вміст лізину порівняно з

контролем завдяки введенню добавок збільшено на 26–39%. Валін, лейцин та ізолейцин вважаються основним енергетичним матеріалом для м'язів і складають половину спожитого щоденного білка. У зразку із додаванням насіння чіа частка валіну, лейцину та ізолейцину зросла на 8 %, треоніну – на 12 %. У зразку із амарантовим борошном частка валіну, лізину та ізолейцину зростає на 3 %.

При вживанні хліба з чіа потреба у ізолейцині, амінокислоті, що бере участь у енергетичному обміні, задовольняється на 63 % від добової потреби людини.

Хліб з амарантовим борошном на 90 % задовольняє потреби організму людини у триптофані, який регулює функції ендокринної системи та має антидепресивну дію.

Важливим є збагачення хліба білком: при додаванні чіа у хліб вміст білка збільшується на 7 %, амарантового борошна – на 60 % (рис. 3, 4). При цьому калорійність хліба виробів буде зростати з 207 до 266 ккал, що максимальна для хліба з чіа за рахунок збільшення кількості жиру в складі продукту.

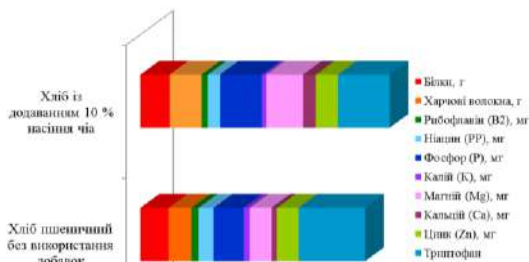


Рис. 3 – Зміна біологічної цінності хліба при використанні насіння чіа

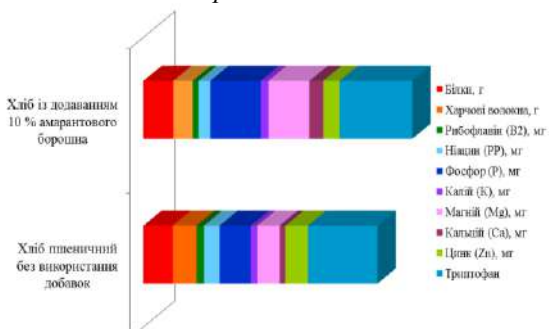


Рис. 4 – Зміна біологічної цінності хліба при використанні амарантового борошна

Враховуючи хімічний склад продуктів переробки амаранту і чіа, хліб, виготовлений з їх використанням, буде збагачений мінеральними речовинами. Введення насіння чіа у рецептуру збільшує вміст таких мінеральних речовин, як магній, натрій та цинк у 2 рази та покриває добову потребу організму людини на 20–40 %. Мідь допомагає регулювати процеси забезпечення клітин організму киснем і допомагає кістковому мозку здійснювати його кровотворну функцію, в даному випадку вміст цього мікроелементу збільшено у 10 разів при додаванні насіння чіа.

Амарантове борошно також характеризується високим вмістом мінеральних речовин, наприклад, вміст кальцію у хлібі за умови додавання такого борошна збільшено на 37 %. Кальцій впливає на внутрішньоклітинні процеси, формування кісток та мінералізацію зубів, бере участь у згортанні крові. Вміст магнію у досліджуваних зразках зростає у 2 рази. Добра забезпеченість організму магнієм сприяє кращій протидії стресовій ситуації та депресії. Цинк являється важливим мікроелементом, який необхідний для нормальної функції гормонів, у зразку з додаванням амарантового борошна його вміст було збільшено на 2 %. Фосфору належить провідна роль у функціонуванні центральної нервової системи, у процесу обміну речовин у м'язах, кількість фосфору у дослідних зразках була збільшена на 55 %.

Отже розроблені вироби є постачальниками біологічно активних речовин. Можна відзначити, що дані хлібобулочні вироби мають підвищену харчову цінність за рахунок збагачення їх поживними речовинами і дають можливість урізноманітнювати асортимент виробів функціонального призначення.

Висновки

Хліб є продуктом масового споживання, тому його збагачення біологічно активними речовинами є актуальним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів функціонального призначення, кількість яких на українському ринку є обмеженою. Продукти переробки амаранту – борошно, висівки, олія – виступають джерелом ряду фізіологічно активних сполук. Встановлено, що жирокислотний 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 амаранту – борошна і висівку – суттєво не позначається на погіршенні споживчих характеристик при їх введенні у рецептуру в кількості 5–10 % до маси борошна. Використання у складі хліба чіа як сировини з вираженими функціональними властивостями позитивно позначається на об'ємному виході, який зростає в середньому на 8 %, та органолептичних показниках якості виробів, але хліб набуває специфічного сіруватого відтінку.

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. При вживанні пшеничного хліба, виготовленого із додаванням насіння чіа у кількості 10%, організм людини буде додатково забезпечений кальцієм, фосфором, міддю, кількість яких зростає у 2 і 10 разів відповідно. 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.

У подальших дослідженнях планується розширити технологічні підходи до застосування продуктів переробки амаранту і чіа у технології хлібобулочних виробів широкого асортименту та встановити рівень біодоступності основних поживних речовин розробленої біологічно цінної продукції.

Список літератури

1. Єгоров, Б. Стан харчування населення України / Б. Єгоров, М. Мардар // *Товари і ринки*. – 2011. – № 1. – С. 140–147.
2. Хлопонина, О. А. Защищая интересы потребителя / О. А. Хлопонина // *Пищевая промышленность*. – 2015. – № 2. – С. 40–41.
3. Тарасова, В. В. Применение физиологически функциональных ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий / В. В. Тарасова // *Пищевая промышленность*. – 2014. – № 3. – С. 34–41.
4. Калина, В. С. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної / В. С. Калина, А. В. Гола // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*. – 2018. – № 45 (1321). – С. 160–165. – doi: 10.20998/2413-4295.2018.45.22.
5. Pivovarov, A. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread / A. Pivovarov, S. Mykolenko, Y. Hez', S. Shcherbakov // *Journal of Food Science and Technology*. – 2018. – Vol. 12. – № 2. – P. 100–107. – doi: 10.15673/fst.v12i2.940.
6. Sanz-Penella, J. M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. / J. M. Sanz-Penella, M. Wronkowska, M. Soral-Smietana // *LWT – Food Science and Technology*. – 2013. – Vol. 50. – № 2. – P. 679–685. – doi: 10.1016/j.lwt.2012.07.031.
7. Ixtaina, V. Y. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds / V. Y. Ixtaina, S. M. Nolasco, M. C. Tomas // *Industrial Crops and Products*. – 2008. – Vol. 28. – № 3. – P. 286–293. – doi: 10.1016/j.indcrop.2008.03.009.
8. Bresson, J. L. Opinion on the safety of Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds as a food ingredient / J. L. Bresson, A. Flynn, M. Heinonen, et al. // *The European Food Safety Authority Journal*. – 2009. – Vol. 996. – P. 1–26. – doi: 10.2903/j.efsa.2009.996.
9. Capitani, M. I. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*salvia hispanica* l.) seeds of Argentina / M. I. Capitani, V. Spotorno, S. M. Nolasco, M. C. Tomás // *LWT – Food Science and Technology*. – 2012. – Vol. 45. – № 1. – P. 94–102. – doi: 10.1016/j.lwt.2011.07.012.
10. Музалевская, Е. Н. Сквален: физиологические и фармакологические свойства / Е. Н. Музалевская, Л. А. Мирошник, В. А. Николаевский, И. Б. Ушаков, Ю. Н. Чернов, В. В. Алабовский, Г. А. Батищева, А. В. Бузлама // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. – 2015. – Т. 78. – № 6. – С. 30–36.
11. Coorey, R. Gelling Properties of Chia Seed and Flour / R. Coorey, A. Tjoe, V. Jayasena // *Journal of Food Science*. – 2014. – Vol. 79. – № 5. – P. E859–66. – doi: 10.1111/1750-3841.12444D.
12. Кретов, И. Т. Масло из семян амаранта / И. Т. Кретов, С. Н. Соболев // *Масложировая промышленность*. – 2006. – № 1. – С. 22–23.
13. Tang, Y. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review / Y. Tang, R. Tsao // *Molecular Nutrition & Food Research*. – 2017. – Vol. 61. – № 7. – P. 1600767 (1–16). – doi: 10.1002/mnfr.201600767.
14. Timilsenaa, Y. P. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds / Y. P. Timilsenaa, R. Adhikarib, S. Kasapisa, B. Adhikaria // *Carbohydrate Polymers*. – 2016. – Vol. 136. – P. 128–136. – doi: 10.1016/j.carbpol.2015.09.035.

References (transliterated)

1. Egorov, B. Maradar, M. Stan harchuvannya naselelnyya Ukrainy [Nutritional status in Ukraine]. *Tovari i rinki [Products and markets]*, 2011, 1, 140–147.
2. Hloponina, O. A. Zashchishchaya interesy potrebityela [Defending the interests of consumers]. *Pishevaya promyishlennost [Food industry]*, 2015, 2, 40–41.
3. Tarasova, V. V. Primenenie fiziologicheskii funktsionalnykh ingredientov v proizvodstve hlebobulochnykh izdeliy [Use of physiologically functional ingredients in bakery products]. *Pishevaya promyishlennost [Food industry]*, 2014, 3, 34–41.
4. Kalina, V. S., Gola, A. V. Makaronni virobi na osnovi klitkoviny grechanoyi [Pasta based on fiber of buckwheat]. *Visnik Natsionalnogo tehnicnogo universitetu «HPI»*. Seriya: *Novi rishennya u suchasniy tehnologiyah [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies]*, 2018, 45 (1321), 160–165, doi: 10.20998/2413-4295.2018.45.22.
5. 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-Ukraine*, 2018, 12, 2, 100–107, doi: 10.15673/fst.v12i2.940.
6. 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, 2, 679–685, doi:10.1016/j.lwt.2012.07.031.
7. Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M., Tomas, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 2008, 28(3), 286–293, doi: 10.1016/j.indcrop.2008.03.009.
8. Bresson, J. L., Flynn, A., Heinonen, M. et al. Opinion on the safety of Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds as a food ingredient. *The European Food Safety Authority Journal*, 2009, 996, 1–26, doi: 10.2903/j.efsa.2009.996.
9. Capitani, M. I., Spotorno, V., Nolasco, S. M., Tomás, M. C. Physicochemical and Functional Characterization of By-products from Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*, 2012, 45, 1, 94–102.
10. Muzalevskaia, E. N. et al. Skvalen: fiziologicheskie i farmakologicheskie svoystva [Squalin: physiological and pharmacological properties]. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya farmakologiya. [Experimental and clinical pharmacology]*, 2015, 78, 30–36.
11. Coorey, R., Tjoe, A., Jayasena, V. Gelling Properties of Chia Seed and Flour. *Journal of Food Science*, 2014, 79, 5, E859–66, doi.org/10.1111/1750-3841.12444D.
12. Kretov, I. T., Sobolev, S. N. Maslo iz semyan amaranta

- [Amaranth seed oil], *Maslozhirovaya promyshlennost [Food oil industry]*, 2006, **1**, 22–23.
13. **Tang, Y., Tsao, R.** Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review, *Molecular Nutrition & Food Research*, 2017, **61**, 7, 1600767 (1–16), doi: 10.1002/mnfr.201600767.
14. **Timilsena, Y. P. et al.** Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydrate Polymers*, 2016, **136**, 128–136.

Відомості про авторів (About authors)

Миколенко Світлана Юрївна – кандидат технічних наук, доцент, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com.

Svitlana Mykolenko – Candidate of Technical Sciences (PhD), Dnipro State Agrarian and Economic University, Associate Professor of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com.

Царук Любов Юрївна – магістрант, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; e-mail: tcaruk.lu@gmail.com.

Libov Tsaruk – postgraduate student, Dnipro State Agrarian and Economic University, Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; e-mail: tcaruk.lu@gmail.com.

Чурсінов Юрїй Олексійович – доктор технічних наук, професор, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: tzpsgp@gmail.com.

Yuriy Chursinov – Doctor of Technical Sciences (DS.), Dnipro State Agrarian and Economic University, Chairman of Department of Agricultural Products Storage and Processing Technologies, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0002-1959-1141; e-mail: tzpsgp@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Миколенко, С. Ю. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба / **С. Ю. Миколенко, Л. Ю. Царук, Ю. О. Чурсінов** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 145-151. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.19.

Please cite this article as:

Mykolenko, S., Tsaruk, L., Chursinov, Yu. Effect of amaranth products and chia on bread quality. *Bulletin of NTU "KPI", Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KPI", 2019, **5** (1330), 145-151, doi:10.20998/2413-4295.2019.05.19.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Мыколенко, С. Ю. Влияние продуктов переработки амаранта и чиа на качество хлеба / **С. Ю. Мыколенко, Л. Ю. Царук, Ю. А. Чурсинов** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 145-151. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.19.

АННОТАЦИЯ В статье рассмотрены особенности химического состава, функционально-технологические свойства и биологическая активность нетрадиционного для хлебопекарного производства сырья, а именно амарантовой муки, амарантовых отрубей, амарантового масла и чиа, которые относятся к пищевым компонентам, которые содержат значительное количество питательных и биологически активных веществ. Определено, что ассортимент хлеба оздоровительного назначения на украинском рынке является весьма ограниченным, поэтому его обогащение биологически активными веществами природного происхождения будет способствовать расширению продукции функционального назначения. Установлено, что амарантовая мука имеет повышенное содержание белка (15 %) и клетчатки (4,4 %) по сравнению с пшеничной. Выявлены особенности жирокислотного состава амарантового масла, полученного методом вакуумной экстракции, 90% которого составляют линолевая, олеиновая, арахидоновая и пальмитиновая кислоты. Установлено высокое содержание в амарантовом масле линолевой (41 %) и арахидоновой (16 %) кислот, которые являются незаменимыми и обладают высокой биологической активностью. Выявлены особенности влияния продуктов переработки амаранта и чиа на формирование качества пшеничного хлеба. Применение продуктов переработки амаранта - муки и отрубей - существенно не сказывается на ухудшении потребительских характеристик при их введении в рецептуру в количестве 5–10 % к массе муки, а применение 2–6 % амарантового масла в составе рецептуры пшеничного хлеба нецелесообразно. Добавление чиа как сырья с выраженными функциональными свойствами в количестве 5–15 % к массе пшеничной муки положительно сказывается на объемном выходе продукта и органолептических свойствах хлеба. Доказано, что введение амарантовой муки в рецептуру хлеба обеспечивает улучшение минерального состава продукта, а именно его обогащение цинком, фосфором и кальцием в 1,5–2,5 раза по сравнению с пшеничным хлебом без добавок. При употреблении пшеничного хлеба, изготовленного с добавлением семян чиа, организм человека будет дополнительно обеспечен кальцием, фосфором, медью, количество которых возрастает в 2 и 10 раз соответственно. Установлено, что употребление пшеничного хлеба с добавлением амарантовой муки и чиа обеспечивает пищевыми волокнами на 54 % от суточной потребности, а также способствует улучшению аминокислотного состава изделий за счет повышения содержания незаменимых аминокислот.

Ключевые слова: амарантовая мука; амарантовые отруби; амарантовое масло; семена чиа; пшеничная мука; хлеб; биологическая ценность

Поступила (received) 15.02.2019