

STUDY OF THE USING OF SPICY-AROMATIC RAW MATERIALS IN PRODUCTION OF HIGH-TEMPERATURE COEXTRUSION PRODUCTS AND THEIR INFLUENCE ON THE PROCESS OF STORAGE

L. Makhynko, V. Kovbasa

National University of Food Technologies

Key words:

Breakfast cereals
High-temperature
coextrusion
Fat filling
Pillows
Spices
Oxidation of the fat
Nutritional value

Article history:

Received 12.10.2023
Received in revised form
26.10.2023
Accepted 10.11.2023

Corresponding author:

L. Makhynko
E-mail:
makhynkolv@gmail.com

Citation: Л. В. Махінько, В. М. Ковбаса (2023). Дослідження використання пряно-ароматичної сировини у виробництві продуктів високотемпературної коекструзії та її впливу на процес зберігання. *Наукові праці НУХТ*, 29(5), 122—132.
DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-5-12

ABSTRACT

Many instant food products are offered at the market: various soups, porridges, sweets based on extruded raw materials. The range of offered breakfast cereals is also wide. However, most of these foods are sweet. Development of high-temperature coextrusion products with fat salty fillings will promote widening of the range of breakfast cereals. They can be easily consumed as a snack, in dry form together with vegetable juices, or poured with broth.

The possibility of using certain types of spicy-aromatic raw materials in production of cereal pillows with salty fillings was investigated. Selection of additives was done due to sensory characteristics (color vividness, pleasant aroma, pungent taste) of the spices. This will allow to provide attractive colors, aromas, tastes to the fillings without resorting to artificial coloring agents, flavor enhancers and flavoring agents. Dried ground turmeric, basil and red paprika were selected for the work.

The possibility of their addition to recipe compositions of salty fillings for cereal pillows was confirmed based on previous studies of certain quality indicators of selected spices. The spices were added to the recipes in the quantity of up to 1.5% of the weight of the filling instead of rice flour. After assessment of the main quality indicators of the fillings obtained, conclusions were made on the most rational doses of the additives.

Fat fillings for cereal pillows contain a significant quantity of fat (refined sunflower oil). The fat component of such products oxidizes during storage. The spicy-aromatic raw materials are rich in antioxidants, and can slow down the oxidation processes. The influence of selected spices on the process of oxidation of fat in fillings during storage was studied. It was shown that spices have positive effect on slowing down the processes of oxidation of the fat component of fillings.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-5-12

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОЕКСТРУЗІЇ ТА ЇЇ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕС ЗБЕРІГАННЯ

Л. В. Махинько, В. М. Ковбаса

Національний університет харчових технологій

Сьогодні на ринку є багато харчових продуктів, призначених для миттєвого приготування. Це різноманітні супи, каші, солодкі страви на основі екструдованої сировини тощо. Широким асортиментом представлені сухі сніданки. Переважна частка цих продуктів солодких смаків. Розроблення продуктів високотемпературної коекструзії з жировими начинками солоного смаку сприятиме розширенню асортименту сухих сніданків. Їх зручно споживати як перекус, у сухому вигляді в поєднанні з овочевими соками або заливати бульйоном.

У статті розглянуто можливість використання деяких видів пряно-ароматичної сировини у виробництві зернових подушечок з солоними начинками. При виборі добавок керувалися органолептичними показниками (яскравість кольору, присмний аромат, пікантний смак) пряноців. Це дає змогу надавати начинкам привабливого кольору, аромату й смаку без використання синтетичних барвників, підсилювачів смаку та ароматизаторів. Для дослідження було обрано сушені мелені куркуму, базилік і паприку червону.

На основі попередніх досліджень деяких показників якості обраних пряноців підтверджено можливість їх внесення до рецептурних композицій солоних начинок для зернових подушечок. Пряноці вносили до рецептур у кількості до 1,5% до маси начинки на заміну рисового борошна. Після оцінки основних органолептичних показників якості одержаних начинок робили висновки про найбільш раціональні дозування добавок.

Жирові начинки для зернових подушечок містять у своєму складі значну кількість жиру (олії соняшникової рафінованої). При зберіганні таких виробів відбуваються процеси окиснення жирової складової. Пряно-ароматична сировина, багата на антиоксиданти, може сповільнювати ці процеси. Також досліджено вплив обраних пряноців на процеси окиснення жиру в начинках при зберіганні. Одержані результати свідчать про позитивний вплив пряноців на сповільнення окиснювальних процесів жирової складової начинки.

Ключові слова: *сухі сніданки, високотемпературна коекструзія, жирова начинка, подушечки, пряноці, окиснення жирів, харчова цінність.*

Постановка проблеми. Щорічне збільшення ринку готових сухих сніданків супроводжується ще й істотно якісною зміною самих продуктів, оскільки зріс інтерес споживача до здорової їжі (Yakymenko, Tsybulin, & Sharovalov, 2019). Тому наразі активно ведуться роботи з розроблення нових видів сухих сніданків на зерновій основі, отриманих за допомогою екструзійної технології з певними

показниками якості (Chepulis, Everson, Ndanuko, & Mearns, 2019; Дзюба, & Буняк, 2023; Santos, Pintado, & Lopes da Silva, 2022).

Удосконалення існуючих на сьогодні технологій дасть змогу використовувати велику кількість різноманітної сировини, в тому числі рослинної, на різних стадіях виробництва сухих сніданків підвищеної харчової, біологічної цінності з подовженим терміном зберігання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сухі сніданки з начинками, випускають здебільшого солодкими, які за своїм смаком нагадують кондитерські вироби. При їх виготовленні використовують пшеничне та рисове борошно, кукурудзяну крупу, суху молочну сироватку, цукор, рослинний жир, сухе молоко, різноманітні смакові добавки. Проте, незважаючи на досить високу харчову цінність і добру засвоюваність, ці продукти потребують поліпшення хімічного складу, зокрема збільшення вмісту білка та ступеня збалансованості амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон.

Аналіз останніх досліджень показує, що більшість праць з підвищення харчової цінності сухих сніданків спрямовано на вдосконалення рецептурного складу екструдованих зернових продуктів (Валевська, 2018; Dushkova, Toshkov, Koleva, & Balkanski, 2014). Водночас недостатньо досліджені продукти високотемпературної коекструзії.

Перспективним напрямком є розроблення рецептурних композицій та удосконалення технології продуктів високотемпературної коекструзії з солоними начинками. При цьому ще недостатньо вивчено вплив різних природних добавок на формування харчової, біологічної цінності та збереженість продуктів коекструзії (Perdon, Schonauer, & Poutanen, 2020; Croisier, Hughes, Duncombe, & Grafenauer, 2021).

Таким чином, проведення наукових досліджень щодо можливості розширення асортименту продуктів коекструзії та використання при їх виробництві збагачувальних добавок рослинного походження є актуальним та своєчасним завданням.

У праці (Махинько, & Ковбаса, 2021) з пошуку сировини та розроблення нових рецептурних композицій солоних начинок для продуктів високотемпературної коекструзії було встановлено, що основною сировиною для начинки обрано олію соняшникову рафіновану, борошно з круглозерного рису, крохмаль кукурудзяний і сироватку молочну суху. Підібрано такий рецептурний склад компонентів, який забезпечує високі органолептичні, необхідні фізико-хімічні та реологічні властивості солоних начинок. У результаті отримано рецептурні композиції (табл. 1).

Таблиця 1. Рецептурні композиції солоних начинок

Компонент	Вміст, %, залежно від зразка		
	1	2	3
Борошно рисове	24,3	20,6	25,0
Крохмаль кукурудзяний	24,0	26,0	21,4
Олія соняшникова рафінована	35,8	37,3	38,0
Сироватка молочна суха	14,0	14,0	13,5
Емульгатор	0,4	0,6	0,6
Сіль	1,5	1,5	1,5
Разом	100,0	100,0	100,0

Прянощі мають багатий хімічний склад і внесення їх до рецептури продукту підвищить його харчову цінність. Вони мають яскраво виражені колір, аромат, пікантний смак і характеризуються антиоксидантними властивостями. Куркуму та паприку червону використовують як харчові натуральні барвники (Soleimani, Sahebkar, & Hosseinzadeh, 2018). Отже, це дає широкі можливості для розширення асортименту та перспективу реалізації нових продуктів коекструзійної технології з начинками зеленого, жовтого та червоного кольору, кожна з яких також матиме свій особливий смак і аромат.

Куркума (*Curcuma longa L.*) — пряноароматична рослина родини імбирних, її батьківщиною вважають Індокитай, де вирощується й вживається найбільша кількість цієї пряної культури. Хімічний склад куркуми багатий і різноманітний. Крім ефірних олій (1,5...5,0%), алкалоїдів, вітамінів (С, Е, К, В₁, В₂), йоду, заліза, фосфору і кальцію, у корені куркуми містяться такі складові елементи: куркумін (0,6%) — сильний антиоксидант з групи флавоноїдів; цинеол — хімічна сполука, що позитивно впливає на травлення.

Вітамін К має виражену кровоспинну дію, а також він є стимулятором утворення антиоксиданту в організмі людини — глутатіону. Кореневище багате й іншими корисними речовинами, такими як борнеол, сабінен, цингіберен (2,5%).

Куркума має слабкий, пряний, іноді ледь відчутний аромат, слабо пекучий смак, який при збільшенні дозування змінюється на гострий, пекучий. Вона має здатність подовжувати термін зберігання продуктів. У невеликих кількостях поліпшує аромат кондитерських виробів, маринадів. Куркумін розчиняється в жирах, тому в харчовій промисловості його використовують для фарбування масла, маргарину, сирів (Salem, El-Shiekh, Alseekh, & Zayed, 2022).

Базилік (*Ocimum basilicum L.*) — однорічна трав'яниста рослина. Прянощами слугує листя і цвіт. Є чудовою приправою до супів, салатів. Наземна частина містить до 1,5% ефірної олії, що зумовлює сильний специфічний аромат. Вона включає в себе такі речовини: метилхавікол, цинеол, ліналоол, камфору, оцимен. Ефірна олія має бактерицидні властивості, покращує травлення, застосовується при хронічних запаленнях шлунку. Також у складі базилику міститься до 6,0% дубильних речовин, глікозиди, вітаміни К, А, С (Romano, De Luca, Aiello, Pizzolongo, & Masi, 2022).

Паприка червона — це суміш, змелена із сушеного солодкого перцю червоних сортів (*Capsicum annuum*). М'якоть висушують, розтирають у порошок, що має яскраво-червоний колір і солодкуватий смак з присмаком гіркоти. Благородна солодка паприка — один з найбільш уживаних сортів з високим вмістом аскорбінової кислоти. Хімічний склад паприки багатий на такі речовини: капсаїцин (алкалоїд, що обумовлює гостроту паприки), флавоноїд рутин (сильний антиоксидант), ефірні олії, пігменти, мінеральні речовини, вітаміни А, С, К, Е (Salehi, Hernández-Álvarez, del Mar Contreras, & Sharifi-Rad, 2018).

Паприка широко використовується в кулінарії для надання стравам характерного аромату та смаку. Вона є натуральним барвником червоного кольору, який при нагріванні може переходити у помаранчевий (Anaya-Esparza, Mora, Vázquez-Paulino, & Villarruel-López, 2021).

Застосування прянощів дасть змогу значно розширити асортимент сухих сніданків, проте значна кількість їх біологічно активних речовин руйнується під дією

високих температур. Тому, використовуючи цю сировину в рецептурах сухих сніданків, перевагу слід надавати продуктам коекструзії і вносити її до складу саме начинки. Максимальна температура, що її досягає начинка в ході технологічного процесу, 70 °С, завдяки цьому забезпечується збереженість цінних речовин прянощів.

Мета дослідження: вивчити вплив обраних видів пряно-ароматичної сировини на органолептичні показники якості солоних начинок для продуктів високотемпературної коекструзії, поліпшення їх харчової цінності, подовження термінів їх зберігання.

Матеріали і методи. Під час проведення лабораторних досліджень використовували крупу рисову (ДСТУ 4965:2008), цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623:2006), молоко сухе знежирене (ДСТУ 4273:2015), сироватку молочну суху (ДСТУ 5452:2006), крохмаль кукурудзяний (ДСТУ 3976:2000), олію соняшникову рафіновану дезодоровану (ДСТУ 4492:2017), лецитин (фірми «Штерн»), сіль екстра (ДСТУ 3583:2015). Сушені, мелені: паприку червону (ДСТУ ISO 972:2008), куркуму (ТУ У 30352116.001-2017), базилік (ДСТУ ISO 2825:2009).

Для приготування жирових начинок дозували всі компоненти згідно з рецептурою та інтенсивно перемішували протягом 10—15 хв.

Органолептичні, фізико-хімічні показники якості визначали за загальноприйнятими і спеціальними методиками (Дорохович, & Ковбаса, 2015). Органолептичні показники якості продуктів визначали згідно з ДСТУ 2903:2005. Масову частку вологи — за ДСТУ 8004:2015.

Ступінь окиснення жирів в продуктах визначали за зміною кислотного та перекисного чисел. Ліпідну витяжку готували екстракцією з наважки продукту у хлороформі при постійному струшуванні протягом 3 год з подальшим фільтруванням і випарюванням хлороформу (Levytskyu, Moravskaya, Fedor, & Kushnir, 2021).

Вивчення антиокиснювальних властивостей обраної сировини проводилось прискорено-кінетичним методом. Продукт з додаванням прянощів зберігали в термостаті при температурі 60±2 °С і кожні 24 год відбирали проби. Якість жирової складової визначали за вмістом продуктів окиснення і гідролізу (Гирка, 2011).

Викладення основних результатів дослідження. При встановленні раціональних дозувань прянощів, керувались можливістю отримання продукту з високими органолептичними показниками та структурно-механічними властивостями.

Знання особливостей сировини — один зі шляхів управління технологічними процесами виробництва коекструзійних продуктів з метою їх інтенсифікації та покращення якості готової продукції.

У продуктах високотемпературної коекструзії масова частка вологи сировини є одним з вирішальних факторів якості начинки. Адже в продуктах коекструзії існує проблема фазового переходу начинки в корпус, що значною мірою зумовлене саме вологістю начинки та її складових компонентів.

Проведено дослідження масової частки вологи рецептурних компонентів та самої начинки. Визначили, що масова частка вологи складових компонентів становить від 5,0 до 12,0%, — начинки 6,0%, що відповідає вимогам відповідних

стандартів. Додавання прянощів не позначиться на зміні масової частки вологи начинки, оскільки вона знаходиться в межах значень масової частки вологи основної сировини.

Жиропоглинальна здатність порошкоподібної сировини має важливе значення при виготовленні начинок. Вона, значною мірою, залежить від масової частки вологи сировини. Регулюючи масову частку вологи сировини, в кінцевому результаті можливо змінювати її жиропоглинальну здатність. Результати дослідження представлені в табл. 2. Як видно з таблиці, найбільшу жиропоглинальну здатність має базилік, найменшу — паприка червона. Можна зробити припущення, що ці відмінності зумовлені різним гранулометричним складом компонентів та адсорбційною здатністю їхніх частинок. Одержані дані можуть слугувати основою для розрахунку і регулювання вмісту жиру багатокомпонентних харчових продуктів.

Таблиця 2. Жиропоглинальна здатність рецептурних компонентів, %

Сировина	Адсорбція жиру ($\pm 1,0$)
Рисове борошно	150,0
Крохмаль кукурудзяний	130,0
Суша молочна сироватка	145,0
Куркума	136,0
Базилік	247,0
Паприка червона	123,5

На першому етапі досліджень можливу кількість прянощів визначали органолептично. Прянощі вносили до складу начинки у вигляді порошку на заміну рисового борошна. Відмінності в дозуванні різних прянощів обумовлені власними характеристиками сировини. Наприклад, в ході проведення літературного огляду було виявлено дані, що застосування куркуми є обмеженим, оскільки вона має насичений колір, тому її доцільно використовувати в кількості до 1 г на 100 г продукту. Базилік має свій специфічний смак та аромат і при збільшенні дозування цієї добавки понад 0,8% спостерігається погіршення органолептичних властивостей продукту. Збільшення дозування паприки червоної більше 1,0% до маси начинки призводить до зниження органолептичних показників її якості.

Одержані висновки підтверджують, що раціональні дозування прянощів, які забезпечують привабливий зовнішній вигляд, приємний аромат і пікантний смак, становлять: куркуми — 0,6%, паприки червоної у кількості 1,0% , базиліку — 0,8% до маси начинки.

Як бачимо з отриманих даних дозування прянощів не перевищує 1,0 % до маси начинки. Отже, можна зробити висновок, що показник жиропоглинальної здатності базиліку не матиме суттєвого впливу на зміну фізико-хімічних показників якості начинки.

Продукти високотемпературної коекструзії (сухі сніданки) мають досить низький вміст вологи (до 6,0%). Крім того, в ході оброблення сировини в екструдері, під дією високої температури й тиску, забезпечується стерилізація готового продукту, що сприяє досить тривалому зберіганню екструдатів без втрати якості.

Однак коекструзійні продукти є складними системами, як за компонентним (зерновий корпус та начинка), так і за хімічним (значний вміст жиру) складом. В процесі зберігання вони підлягають змінам, пов'язаними з автоокисненням жирової складової, що призводить до погіршення якості та псування продукту.

Жировою основою начинок переважно є олія, багата на поліненасичені жирні кислоти, у тому числі есенціальні, особливо чутливі до дії молекулярного кисню повітря.

Проблема захисту жирів від окиснювального псування, незважаючи на пильну увагу до неї з боку дослідників, далека від свого вирішення. З метою сповільнення процесу окиснення жирів застосовують різні технологічні прийоми. Найбільш поширеним з них можна вважати такий, що забезпечує відсутність контакту жиру з киснем, наприклад, герметичне пакування. Однак цей спосіб досить важко застосовувати в умовах зберігання жирів та олій. Одним із простих і ефективних прийомів гальмування окиснювального псування жирів (особливо під час зберігання) є додавання антиоксидантів. Сьогодні до складу начинок вносять синтетичні речовини, що здатні гальмувати процес самоокиснення жирів, зокрема бутилгідроксианізол або бутилгідрокситолуол, похідні галової кислоти тощо.

Провідні країни світу надають перевагу у виготовленні харчових продуктів природним інгібіторам окиснення. За кордоном і в Україні проводились дослідження антиокиснювальної здатності багатьох видів нетрадиційної рослинної, зокрема лікарської сировини. Рослинні антиоксиданти нетоксичні, доступні. Важливо відзначити, що деякі рослинні антиоксиданти порівняно із синтетичними, не тільки безпечні для вживання, але й підвищують біологічну і фізіологічну цінність продуктів (Dhama, Sharun, Gugjoo, & Farag, 2021). Незважаючи на всі ці переваги, на сьогодні на практиці вкрай рідко застосовуються рослинні антиоксиданти, особливо жиророзчинні. Тому актуальним є вивчення впливу рослинних антиоксидантів на процес окиснення жирів.

Отже, одним із завдань було вивчення впливу запропонованих авторами прянощів на швидкість перебігу процесу автоокиснення жирових начинок для продуктів високотемпературної коекструзії, а також проведення порівняльної оцінки їх антиоксидантної активності. Об'єктами досліджень були розроблені рецептурні композиції (табл. 3) солоних начинок для коекструзійних продуктів.

Таблиця 3. Рецептурні композиції солоних начинок для продуктів високотемпературної коекструзії

Компонент	Вміст, %			
	Контроль (без добавок)	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Крохмаль кукурудзяний	21,4	21,4	21,4	21,4
Рисове борошно	25,0	24,4	24,0	24,2
Олія соняшникова	38,0	38,0	38,0	38,0
Суша молочна сироватка	13,5	13,5	13,5	13,5
Сіль	1,5	1,5	1,5	1,5
Лецитин	0,6	0,6	0,6	0,6
Куркума	—	0,6	-	—

Продовження таблиці 3

Паприка червона	—	—	1,0	—
Базилік	—	—	—	0,8
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0

Антиокиснювальна ефективність досліджуваних продуктів обумовлена особливостями їх складу, а також тривалістю зберігання. Під час проведення експерименту помітно змінювались якісні показники жирової основи начинок. Зокрема, це стосується динаміки накопичення перекисних сполук. Показником, що характеризує кількість утворених перекисів, є перекисне число (ПЧ).

Для порівняння ефективності антиокислювальних властивостей пряно-ароматичної сировини вивчали динаміку накопичення перекисних сполук у зразках начинок без добавок і з додаванням прянощів у встановлених раніше кількостях. Результати досліджень зміни перекисних чисел представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Зміни перекисного числа жиру в начинках, % йоду ($\pm 0,01$)

Начинка	Тривалість зберігання, діб				
	2	4	6	8	10
Контроль	0,292	0,323	0,404	0,431	0,510
Зразок 1 (0,6% куркуми)	0,226	0,275	0,315	0,389	0,428
Зразок 2 (1,0% паприки)	0,207	0,234	0,281	0,362	0,403
Зразок 3 (0,8% базиліку)	0,186	0,206	0,250	0,311	0,378

Примітка: початкове перекисне число — 0,06% йоду.

За температури зберігання 60 ± 2 °C інтенсивніше окислювався зразок начинки без добавок (контроль). На другу добу зберігання найбільшим приростом досліджуваного показника характеризувався контрольний зразок. Серед начинок з додаванням прянощів найбільший приріст перекисів мала начинка з 0,6% куркуми. Менше всього продуктів окиснення накопичилось у начинці з 0,8% базиліку. Кінець експерименту визначали за прогірканням начинки органолептично.

Одержані результати свідчать, що порошок базиліку сприяв гальмуванню процесу автоокиснення жиру з такою ефективністю: за дві доби — у 1,6 раза; за 4 доби — в 1,8 раза; за 6 діб — у 1,6 раза; за 8 діб — в 1,4 раза; за 10 діб — в 1,3 раза. Це можна пояснити тим, що активні сполуки, присутні у порошок базиліку, а саме: ефірна олія, флавоноїди, вступають у взаємодію з перекисними радикалами, виводячи їх з ланцюгової реакції, і, як наслідок, сповільнюється процес автоокиснення жиру. Для порошку базиліка максимальна стабілізуюча дія припадає на четверту добу зберігання начинки. Після цього періоду спостерігається зниження інгібуючих властивостей внесеного компонента. Таке явище, ймовірно, обумовлене поступовим витрачанням активних сполук, що призводить до розгалуження ланцюгових реакцій окиснення.

Деяко менш ефективну стабілізуючу дію проявляв порошок паприки червоної. Так, за дві доби зберігання начинки з цією добавкою перекисне число жиру підвищилось у 1,4 раза; за чотири доби — в 1,6 раза; за 6 діб — у 1,4 раза; за 8 діб — в 1,3 раза; за 10 діб — в 1,2 раза. Порошок паприки червоної також багатий

на ефірну олію, флавоноїди, дубильні речовини, які ефективно гальмують окиснення ліпідної складової начинки. Максимальний стабілізуючий ефект паприки також проявила на четверту добу зберігання.

Внесення 0,6% порошку куркуми до складу начинки дало змогу сповільнити процес автоокиснення жирової складової за дві доби — у 1,3 раза; за чотири доби — у 1,4 раза; за 6 діб — в 1,3 раза; за 8 діб — в 1,1 раза. Характер прояву його інгібуючих властивостей аналогічний до попередніх добавок. Максимальна антиокиснювальна дія спостерігалась на четверту добу зберігання начинки. Проте дещо менша ефективність сповільнення процесу окиснення обумовлена нижчим дозуванням куркуми порівняно з іншими добавками.

Протягом експерименту одночасно з окисненням жирової основи начинок відбувався процес її гідролізу.

Показником, що характеризує кількість вільних жирних кислот, є кислотне число. Визначення кислотного числа жиру в начинках без прянощів та з їх додаванням показує (табл. 5), що кількість вільних жирних кислот протягом 10 діб зберігання підвищується. Для контрольного зразка вміст вільних жирних кислот в кінці експерименту перевищував початкове значення у 2,4 раза.

Таблиця 5. Зміна кислотного числа жиру в начинках, мг КОН ($\pm 0,01$)

Начинка	Тривалість зберігання, діб				
	2	4	6	8	10
Контроль	0,41	0,48	0,6	0,8	1,05
Зразок 1 (0,6% куркуми)	0,32	0,42	0,5	0,7	0,82
Зразок 2 (1,0% паприки)	0,32	0,39	0,43	0,63	0,72
Зразок 3 (0,8% базиліку)	0,31	0,39	0,42	0,58	0,65

Примітка: початкове кислотне число — 0,3 мг КОН.

Найбільший вміст продуктів гідролізу жирів у начинках із запропонованими прянощами спостерігали у зразку з 0,6% куркуми, дещо менший — з паприкою. З одержаних результатів видно, що найкращі інгібуючі властивості проявив базилік. Імовірно, це прояв сильних антиоксидантних властивостей вітамінів А, С та β -каротину, на які багатий хімічний склад даної пряності. Дослідний зразок з базиліком характеризувався найменшим приростом вільних жирних кислот в кінці експерименту.

Використання пряно-ароматичної сировини у виробництві солоних начинок на жировій основі дає змогу сповільнити накопичення продуктів окиснення і гідролізу жиру при зберіганні. Додавання 0,8% базиліку до складу жирової начинки сповільнює процес автоокиснення жиру у 0,8 раза, 1,0% паприки червоної — у 1,6 раза, 0,6% куркуми в 1,4 раза, якщо порівняти з контрольним зразком (начинка без добавок).

Висновки

На основі узагальнення теоретичного і практичного матеріалу досліджено можливість використання пряно-ароматичної сировини в технології продуктів високотемпературної коекструзії.

Розроблено рецептурні композиції солоних начинок з додаванням прянощів шляхом визначення органолептичних і фізико-хімічних показників. Враховуючи вплив паприки червоної на органолептичні характеристики начинки встановлено, що її дозування не повинно перевищувати 1,0% до маси начинки. Доведено, що внесення куркуми у кількості 0,6% можливе без погіршення якісних показників продукту. Встановлено, що раціональна кількість базилику в начинці становить 0,8% до її маси.

Досліджено і встановлено, що при зберіганні продуктів високотемпературної коекструзії мають місце процеси гідролізу та окиснення жирової складової начинок. Додавання до складу прянощів дає змогу сповільнити процеси псування. Так, додавання 0,8% базилику сповільнює процес автоокиснення жиру в 1,8 раза, 1,0% паприки — в 1,6 раза, 0,6% куркуми — в 1,4 раза порівняно з контрольним зразком. Це дає змогу збільшити термін зберігання продуктів коекструзії з 1,5 до 2,5...3 місяців без застосування синтетичних антиоксидантів.

Перспективою подальших наукових досліджень є використання інших видів олій (кукурудзяної, конопляної тощо) в рецептурах солоних начинок з метою поліпшення їх харчової цінності та збалансованості жирнокислотного складу.

Література

Валевська, Л. О. (2018). *Використання в харчуванні збагачених екструдованих зернових сніданків*. Сучасний рух науки. Дніпро, 61—64.

Гирка, О. І. (2011) *Споживні властивості і збереженість нових екструдованих продуктів* (Дис. канд. техн. наук). Львівська комерційна академія Укоопспілки, Львів.

Дзюба, Н. А., & Буняк, О. В. (2023). Дослідження безпечності екструдатів на основі круп'яної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (6), 59—67. DOI:<https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.8>

Дорохович, А. М., & Ковбаса, В. М. (2015). *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів*. Київ: Інкос.

Махницько, Л. В., & Ковбаса, В. М. (2021). *Розроблення рецептурних композицій солоних начинок для продуктів високотемпературної коекструзії*. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції. Київ: НУХТ, 80—81.

Anaya-Esparza, L. M., Mora, Z. V., Vázquez-Paulino, O., Ascencio, F., & Villarruel-López, A. (2021). Bell Peppers (*Capsicum annum* L.) Losses and Wastes: Source for Food and Pharmaceutical Applications. *Molecules*, 26. DOI:10.3390/molecules26175341.

Chepulis, L. M., Everson, N., Ndanuko, R. N., & Mearns, G. (2019). The nutritional content of children's breakfast cereals: a cross-sectional analysis of New Zealand, Australia, the UK, Canada and the USA. *Public Health Nutrition*, 23, 1589—1598. DOI:10.1017/S1368980019003537.

Croisier, E., Hughes, J., Duncombe, S. L., & Grafenauer, S. J. (2021). Back in Time for Breakfast: An Analysis of the Changing Breakfast Cereal Aisle. *Nutrients*, 13. DOI:10.3390/nu13020489.

Dhama, K., Sharun, K., Gugjoo, M. B., Tiwari, R., Alagawany, M., Iqbal Yattoo, M., Thakur, P., Iqbal, H., Chaicumpa, W., Michalak, I., Elnesr, S. S., & Farag, M.R. (2021). A Comprehensive Review on Chemical Profile and Pharmacological Activities of *Ocimum basilicum*. *Food Reviews International*, 39, 119—147. DOI:10.1080/87559129.2021.1900230.

Dushkova, M., Toshkov, N., Simitchiev, A., Koleva, A., & Balkanski, K. (2014). *Density and expansion index of extrudates from rice and goji berry*. Scientific works of University of Food Technologies, Plovdiv, LXI, 449—451.

Levytskyy, T. R., Moravskaya, O. V., Fedor, G. Y., Nedilka, G. Y., & Kushnir, G. V. (2021). Some quality indicators of vegetable oils under different storage conditions. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 22(1), 145—151. DOI:10.36359/scivp.2021-22-1.17.

Perdon, A. A., Schonauer, S. L., & Poutanen, K. (2020). *Breakfast Cereals and How They Are Made*. Woodhead Publishing and AACC International Press.

Romano, R., De Luca, L., Aiello, A., Pagano, R., Di Piero, P., Pizzolongo, F., & Masi, P. (2022). Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves as a Source of Bioactive Compounds. *Foods*, 11. DOI:10.3390/foods11203212.

Salehi, B., Hernández-Álvarez, A. J., del Mar Contreras, M., Martorell, M., Ramírez-Alarcón, K., Melgar-Lalanne, G., Matthews, K. R., Sharifi-Rad, M., Setzer, W. N., Nadeem, M., Yousaf, Z., & Sharifi-Rad, J. (2018). Potential Phytopharmacy and Food Applications of *Capsicum* spp.: A Comprehensive Review. *Natural Product Communications*, 13. DOI:10.1177/1934578X1801301133.

Salem, M. A., El-Shiekh, R. A., Fernie, A. R., Alseekh, S., & Zayed, A. (2022). Metabolomics-based profiling for quality assessment and revealing the impact of drying of Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Scientific Reports*, 12. DOI:10.1038/s41598-022-13882-y.

Santos, D., Pintado, M. E., & Lopes da Silva, J. A. (2022). Potential nutritional and functional improvement of extruded breakfast cereals based on incorporation of fruit and vegetable by-products — A review. *Trends in Food Science & Technology*. DOI:10.1016/j.tifs.2022.05.010.

Soleimani, V., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Turmeric (*Curcuma longa*) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances: Review. *Phytotherapy Research*, 32, 985—995. DOI:10.1002/ptr.6054.

Yakymenko, I., Tsybulin, O., Shapovalov, Ye. (2019). Healthy lifestyle behaviors among university students in Ukraine. *Довкілля та здоров'я*, 1, 41—45. DOI:10.32402/dovkil2017.01.041.