

УДК 664

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.23>

ВПЛИВ ЦИТРУСОВОГО ПЕКТИНУ НА ЯКІСТЬ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Стукальська Н. М. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри технології ресторанної та аюрведичної продукції
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0000-0001-6590-7170

Богдан О. С. – магістр
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0009-0006-3947-3552

Харчування – один з найважливіших факторів, що впливає на здоров'я. Раціональне та здорове харчування є важливою складовою здорового способу життя. Воно запобігає хворобам, продовжує життя і створює умови для належної адаптації людини до навколишнього середовища, яке має значущий вплив на здоров'я людей.

Питання забруднення навколишнього середовища важкими металами було проблемою не одне десятиліття, а з початком повномасштабних військових дій на території нашої країни воно стало більш гострим.

Під час вибуху і згоряння вибухових речовин і вибухових пристроїв утворюються азот, сажка, вуглеводні, діоксид свинцю, а також виділяється значна кількість газів. Крім того, під час бойових дій використовуються бойові машини з двигунами, що працюють переважно на дизельному паливі, при згорянні якого викидається значна кількість різних забруднюючих речовин.

На основі аналізу забруднювачів довкілля під час бойових дій можна зробити висновок, що одними з найпоширеніших забруднювачів є сполуки свинцю, які потрапляють у навколишнє середовище в результаті стрільби з вогнепальної зброї та використання самохідних машин.

Основний шлях, яким сполуки свинцю потрапляють в організм з навколишнього середовища – інгаляційний. Залежно від вмісту свинцю в повітрі, розміру і форми частинок в аерозолі та стану легеневої вентиляції, 35–60% від загальної кількості затримується в легенях і лише 5–10% потрапляє в організм через шлунково-кишковий тракт.

З метою профілактики негативного впливу важких металів, що виділяються під час проведення бойових дій, на організм військовослужбовців пропонується здійснити удосконалення продуктів харчування. Удосконалення проводиться на прикладі борошняного кондитерського виробу «Галети».

На основі аналізу літературних джерел, присвячених теоретичним та практичним підходам до удосконалення технології борошняних кондитерських виробів з метою надання детоксуючих властивостей, встановлено, що актуальним є використання цитрусового пектину.

Проаналізовано вплив пектину на якість готового виробу, встановлено зміну органолептичних показників. Описано вплив доданого компоненту на кислотність готового виробу та показники окисно-відновного потенціалу.

Ключові слова: пектин, галети, якість, детоксуючі властивості.

Stukalska N. M., Bohdan O. S. Influence of citrus pectin on the quality of flour confectionery products

Nutrition is one of the most important factors affecting health. Rational and healthy food is an important component of a healthy lifestyle. It prevents diseases, prolongs life and creates conditions for proper adaptation of a person to the environment, which has a significant impact on people's health.

The issue of environmental pollution with heavy metals has been a problem for decades, and with the beginning of full-scale military operations on the territory of our country, it became more acute.

During the explosion and combustion of explosives and explosive devices, nitrogen, soot, hydrocarbons, lead dioxide are formed, and a significant amount of gases are released. In addition, combat vehicles with engines running mainly on diesel fuel are used during hostilities, the combustion of which emits a significant amount of various pollutants.

Based on the analysis of environmental pollutants during combat operations, it can be concluded that among the most common pollutants are lead compounds that enter the environment as a result of firing firearms and the use of self-propelled vehicles.

The main route by which lead compounds enter the body from the environment is inhalation. Depending on the content of lead in the air, the size and shape of the particles in the aerosol and the state of pulmonary ventilation, 35–60% of the total amount is retained in the lungs and only 5–10% enters the body through the gastrointestinal tract.

In order to prevent the negative impact of heavy metals released during hostilities on the body of military personnel, it is suggested to improve food products. The improvement is carried out on the example of the flour confectionery product "Galeta".

Based on the analysis of literary sources devoted to theoretical and practical approaches to improving the technology of flour confectionery products in order to provide detoxifying properties, it was established that the use of citrus pectin is relevant.

The effect of pectin on the quality of the finished product was analyzed, and the change in organoleptic indicators was determined. The effect of the added component on the acidity of the finished product and indicators of redox potential is described.

Key words: pectin, galettes, quality, detoxifying properties.

Вступ. Основними джерелами забруднення під час військових операцій є продукти вибуху, які являють собою дрібнодисперсні частинки та іони важких металів, що разом з водою проникають в організм.

Постановка проблеми. Основний шлях, яким сполуки свинцю потрапляють в організм з навколишнього середовища – інгаляційний. Залежно від вмісту свинцю в повітрі, розміру і форми частинок в аерозолі та стану легеневої вентиляції, 35–60% від загальної кількості затримується в легенях і лише 5–10 % потрапляє в організм через шлунково-кишковий тракт.

Одним із способів виведення важких металів з організму є споживання пектиновмісних продуктів. Ці продукти мають здатність виводити з організму людини радіонукліди, пестициди, важкі метали та інші токсичні речовини, які викликають серйозні захворювання, в тому числі рак, і порушують діяльність основних функцій організму.

Мета даної роботи полягає в тому, щоб провести удосконалення одного із харчових продуктів, що входить до раціону харчування військових, а саме галетів. Удосконалення пропонується здійснити шляхом внесення в рецептуру виробу пектинів, які за рахунок своїх властивостей зі зв'язування важких металів можуть допомогти уникнути негативного впливу важких металів на організм, виводячи їх до моменту всмоктування в стінки кишківника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пектин має здатність зв'язуватися з металами, полегшуючи виведення іонів важких металів без вторинних ефектів і вважається надійною альтернативою традиційним хелатоутворювачам [1, 2]. Здатність пектину зменшувати абсорбцію та біоаккумуляцію токсичних металів пояснюється тим, що пектин зв'язується з металами в шлунково-кишковому тракті і перешкоджає їх абсорбції, полегшуючи при цьому їх виведення з фекаліями.

Вплив модифікованого пектину на екскрецію токсичних металів у людини досліджували Elias та ін. [3], які оцінювали пероральне застосування пектину з низьким ступенем етерифікації (3,8%) і низькою молекулярною масою у людей з нормальними концентраціями металів, з багатообіцяючими результатами значного збільшення екскреції токсичних металів із сечею через 6 днів

після введення. Автори дійшли висновку, що наявність рамнолактуронану II, який багатий на вільні карбоксильні групи в пектині, сприяє хелатуванню металів.

У дослідженні Zhao та ін. [4] пероральне застосування цитрусового пектину дітям, госпіталізованим з токсичним рівнем свинцю в крові, збільшило екскрецію свинцю з сечею у всіх суб'єктів і згодом значно знизило рівень свинцю в крові. Негативних наслідків для здоров'я не зафіксовано. Це дослідження демонструє ефективність модифікованого цитрусового пектину як хелатора свинцю з оптимальною структурою, яка ефективно хелатує важкі метали.

Враховуючі існуючі напрацювання науковців та харчування військовослужбовців, важливим є створення продуктів харчування, які будуть спонукати виведенню важких металів з організму людини. З цієї метою пропонується використовувати пектин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час вибуху і згоряння вибухових речовин і вибухових пристроїв утворюються азот, сажа, вуглеводні, діоксид свинцю, діоксид марганцю та ідіодол, а також виділяється значна кількість газів. До 30% газів розсіюється в атмосфері, а більша частина газів (важкі компоненти і важкі метали) осідає на шкірі та ґрунті. Продукти вибуху містять до 15% водяної пари, тому іони важких металів і тверді частинки можуть проникати в організм у вигляді водних розчинів.

Крім того, під час бойових дій використовуються бойові машини з двигунами, що працюють переважно на дизельному паливі, при згорянні якого викидається до 2,6 кг (на кілометр пробігу) близько 200 різних забруднюючих речовин. Як наслідок, під час постійних бойових дій в організмі накопичуються свинець, чадний газ і кадмій.

На основі аналізу забруднювачів довкілля під час бойових дій можна зробити висновок, що одними з найпоширеніших забруднювачів є сполуки свинцю, які потрапляють у навколишнє середовище в результаті стрільби з вогнепальної зброї та використання самохідних машин.

Симптоми отруєння свинцем приблизно пропорційні концентрації свинцю, але безпечної концентрації свинцю не існує. Отруєння важкими металами зазвичай лікують спеціальними хелатуючими агентами, такими як етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА), 2,3-димеркаптобурштинова кислота (ДМСО) і 2,3-димеркапто-1-пропансульфонат натрію (ДМПС), які зв'язуються з металами в крові і полегшують їх виведення з сечею і фекаліями. Хоча концентрація металів в організмі може бути знижена, ці методи лікування можуть викликати вторинні ефекти, такі як перерозподіл металів у мозку та кістках, зниження рівня основних мінералів, дисфункція шлунково-кишкового тракту та висипання на шкірі.

Провівши аналіз раціону харчування військовослужбовців, ми дійшли висновку, що при його складанні було зовсім мало приділено уваги проблемі накопичення важких металів в організмі військовослужбовців. Тому нами була виявлена зацікавленість у вдосконаленні борошняних кондитерських виробів, а саме галетів з використанням пектину, який спонукатиме виведенню важких металів з організму військовослужбовців.

Пектин – це структурний полісахарид клітинних стінок рослин, що складається переважно з одиниць галактуронової кислоти різного складу, структури та молекулярної маси. Цей полісахарид часто пов'язаний з іншими компонентами клітинної стінки, такими як целюлоза, геміцелюлоза та лігнін.

Пектин міститься майже у всіх рослинах, але найбільше його отримують з цитрусових, таких як апельсини, лимони, грейпфрути та яблука [5].

За основу для удосконалення нами було взято галети з підвищеним вмістом цукру і жиру «Спортивні» [6].

Для надання детоксикуючих властивостей даним борошняним кондитерським виробам було прийняте рішення використовувати цитрусовий пектин. З огляду на напрацювання інших дослідників, дійшли висновку про необхідність додавання пектину в кількостях від 5 до 10% від маси борошна, що використовується для виготовлення даного виробу. Для визначення найбільш вдалої композиції проводилось виготовлення трьох зразків, крок збільшення становить 2,5 одиниць: 5%, 7,5% та 10%.

Задля збереження заданої кількості сухих речовин в готовому виробі, проводилось визначення вмісту вологи в пшеничному борошні і цитрусовому пектині, на основі якого здійснювалися розрахунки зі встановленням оптимального співвідношення пектин/борошно. За результатами розрахунків було зроблено висновки про необхідність компонування пектину і борошна в наступних співвідношеннях: 5% пектину – 71,2 г борошна; 7,5% пектину – 69,6 г борошна; 10% пектину – 67,3 г борошна.

Зразки галетів готували з основних компонентів – борошна пшеничного вищого сорту, масла вершкового, молока коров'ячого пастеризованого, яєць курячих, цукру, цитрусового пектину, солі, соди харчової та дріжджів пекарських пресованих. На заміну пшеничного борошна додавали 5; 7,5; 10% цитрусового пектину. Контрольним був зразок без цитрусового пектину.

Під час досліджень було визначено кислотність та окисно-відновний потенціал на рН-метрі Ohaus Starter 2100.

Отримані дані являють собою середнє значення мінімум трьох повторів \pm стандартне відхилення (SD). Графічне представлення експериментальних даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel 2010.

Після виготовлення контрольного та дослідних зразків, була проведена їх органолептична оцінка, результати якої занесені до табл. 1 і графічно зображені на рис. 1.

З результатів органолептичної оцінки випливає, що дослідний зразок з вмістом пектину 7,5% має найкращі показники серед інших зразків, який співставний з показниками контролю, зокрема за зовнішнім виглядом та запахом, а за консистенцією навіть перевищує показники контролю.

З результатів вимірювання випливає закономірність, яка вказує на те, що при збільшенні концентрації пектину зменшується рівень кислотності, виробу утворюють більш кисле середовище. При цьому збільшується показник окисно-відновного потенціалу. Це пояснюється додаванням до продукту більшої кількості вуглеводів, які під впливом теплової обробки піддаються термічній дегідратації з утворенням кислот та інших продуктів, деякі з яких мають певний запах і тому можуть надавати харчовому продукту певний аромат. Дана закономірність з різною інтенсивністю притаманна всім дослідним зразкам.

Отримані результати були нанесені на координатні вісі графіків (рис. 2, 3). Отримані криві носять поліноміальний характер з величинами достовірності апроксимації $R^2 = 0,9959$ та $0,9978$ відповідно. Тому можна сказати, що наведені на графіках рівняння можуть використовуватись для визначення рівня рН та показника ОВП в досліджуваних зразках.

Таблиця 1

Органолептична оцінка якості удосконалених галетів

Зразок	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Смак	Запах
Контроль	Прямокутна форма, поверхня гладка без пошкоджень з проколюваннями	Жовто-золотистий, рівномірний, відповідає готовому виробу	Розсипчаста	Борошняний з присмаком масла	Борошняний з ароматом масла
5 %	Прямокутна форма, поверхня гладка без пошкоджень з проколюваннями	Золотисто-коричневий з підсмаженими краями	Більш щільна, крихка	Борошняний з присмаком масла	Борошняний з ароматом масла
7,5 %	Прямокутна форма, поверхня гладка без пошкоджень з проколюваннями	Золотисто-коричневий з підсмаженими краями	Щільна, наявна пружність при розламуванні	Борошняний з присмаком масла, втрачається солодкість	Борошняний з ароматом масла
10 %	Прямокутна форма, поверхня в тріщинках з проколюваннями	Насичений жовто-коричневий	Крихка, втрачає здатність до зв'язування жиру Тісто рвалося при розкатуванні	Борошняний з присмаком масла, втрачається солодкість	Борошняний з ароматом масла

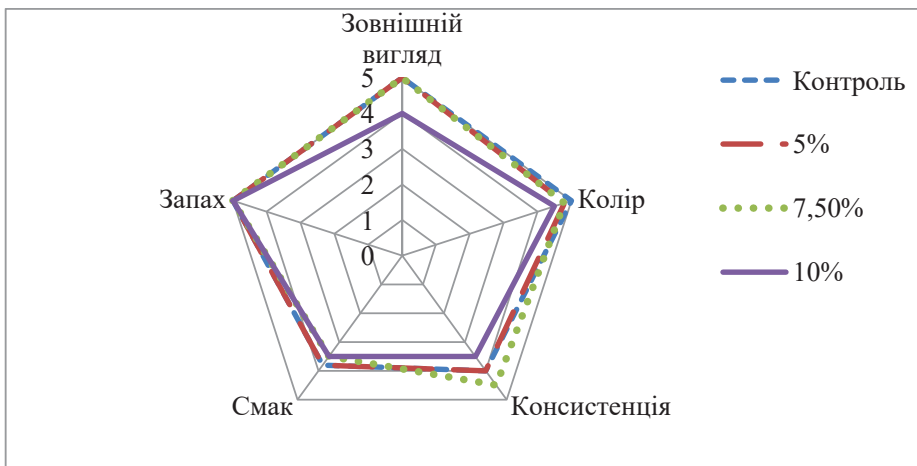


Рис. 1. Профілограма якості удосконалених галетів в порівнянні з контрольним зразком

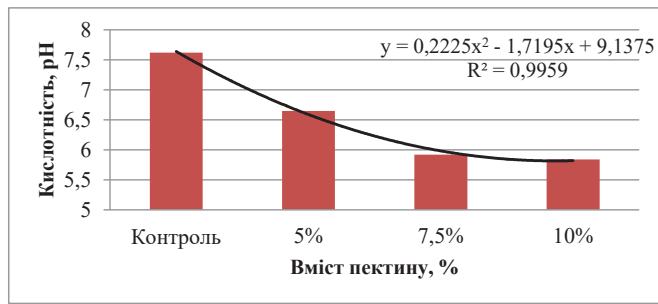


Рис. 2. Графік залежності рівня рН при збільшенні концентрації цитрусового пектину

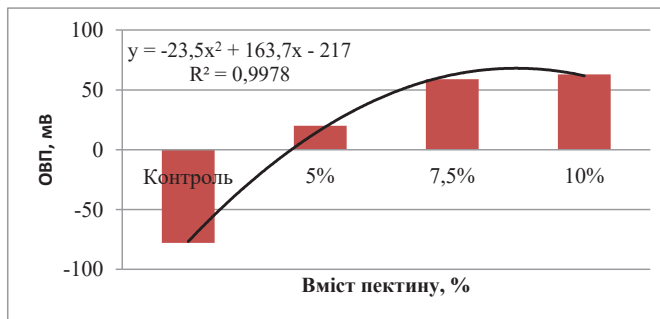


Рис. 3. Графік залежності показника ОВП при збільшенні концентрації цитрусового пектину

Впливаючи з результатів досліджень, можна сказати, що додавання пектину в кількості 7,5% від маси борошна є найбільш оптимальним для надання виробу прогнозованих властивостей при найменших змінах органолептичних та фізико-хімічних показників.

Виготовлення удосконалених галетів проводилось відповідно функціональній схемі технологічного процесу виробництва, зображеній на рис. 4.

Розроблена функціональна схема технологічного процесу виробництва удосконалених галетів складається з наступних етапів: підготовки сировини до виробництва, приготування рецептурної суміші, оформлення.

Підсистема С «Підготовка сировини до виробництва». В межах підсистеми проводиться підготовка всієї сировини. Здійснюється просіювання сипучих компонентів через сита з розміром комірок не більше $1...3 \cdot 10^{-3}$ м. Проводиться санітарна обробка курячих яєць, їх відділення від шкаралупи з подальшим перемішуванням для отримання меланжу, який проціджується крізь сито з розміром комірок $1...2 \cdot 10^{-3}$ м. дріжджі розтираються з просіяним цукром і підігрітою до 35°C водою. Іншу рідку сировину підігрівають до 25°C . Просіяний пектин розводиться у підігрітому до 25°C молоці. Масло розтоплюють за температури $40...50^\circ\text{C}$.

Підсистема В «Приготування рецептурної суміші». В межах підсистеми здійснюється операція одержання галетного тістового напівфабрикату за рахунок перемішування підготовлених інгредієнтів рецептури за підсистемою С,

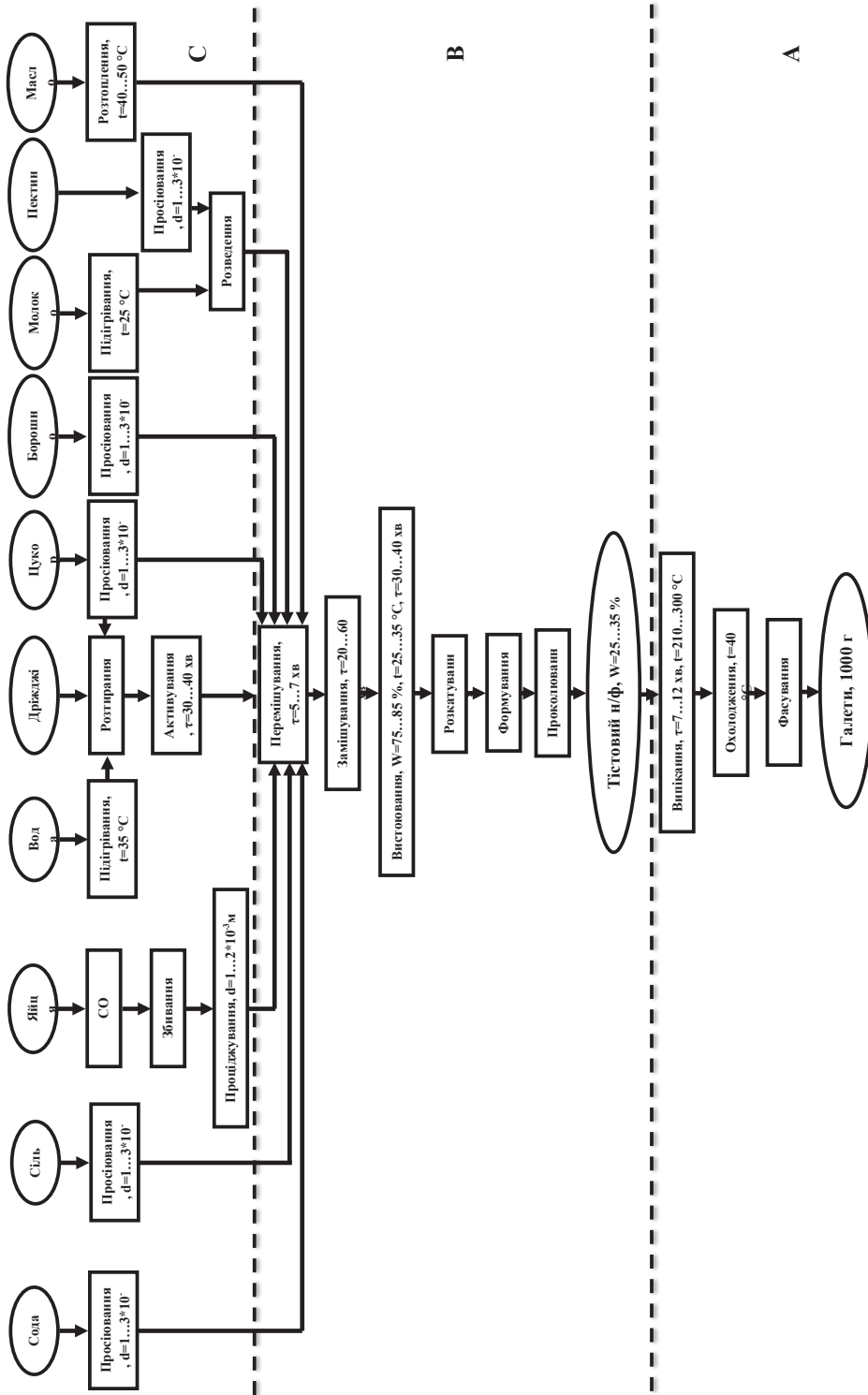


Рис. 4. Функціональна схема технологічного процесу виробництва удосконалених галетів

замішуванням тіста з його подальшим вистоюванням, розкатуванням, формуванням напівфабрикату.

Готове галетне тісто має вологість 25...35%.

Підсистема А «Оформлення та реалізація борошняного кондитерського виробу». Галети випікають за температури 180 °С протягом 12–15 хвилин на деках для випікання.

Виходом підсистеми є галетне печиво відповідними органолептичними, фізико-хімічними показниками якості, безпеки і структурно-механічними властивостями. Для реалізації підсистеми здійснюють фасування і пакування виробу.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що додавання цитрусового пектину (5; 7,5; 10%) до рецептури галетів призводить до надання останнім детоксикуючих властивостей за рахунок здатності пектину до зв'язування іонів важких металів. При цьому додавання пектину впливає на якісні показники готового виробу, зокрема знижує рівень кислотності і підвищує показники окисно-відновного потенціалу. Крім того додавання цитрусового пектину впливає і на органолептичні показники готового виробу. Зокрема при додаванні пектину в кількості 7,5% від маси борошна, виріб має співставні показники якості в порівнянні з показниками контролю, зокрема за зовнішнім виглядом та запахом, а за консистенцією навіть перевищує показники контролю. Тому з впевненістю можна сказати, що додавання пектину до борошняних кондитерських виробів, зокрема галетів, є перспективним та таким що потребує подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ahmady-Asbchin S., Andres Y., Gerente C., Cloirec P.L. Natural Seaweed Waste as Sorbent for Heavy Metal Removal from Solution. *Environ. Technol.* 2009; 755–762.
2. Khotimchenko Y., Khozhaenko E., Kovalev V., Khotimchenko M. Cerium Binding Activity of Pectins Isolated from the Seagrasses *Zostera marina* and *Phyllospadix iwatensis*. *Mar. Drugs.* 2012; 834–848.
3. Eliaz I., Hotchkiss A.T., Fishman M.L., Rode D. The Effect of Modified Citrus Pectin on Urinary Excretion of Toxic Elements. *Phytother. Res.* 2006; 859–864.
4. Zhao Z.Y., Liang L., Fan X., Yu Z., Hotchkiss A.T., Wilk B.J., Eliaz I. The Role of Modified Citrus Pectin as an Effective Chelator of Lead in Children Hospitalized with Toxic Lead Levels. *Altern. Ther. Health Med.* 2008; 34–38.
5. Rascón-Chu A., Martínez-López A., Carvajal-Millán E., Ponce de León-Renova N., Márquez-Escalante J., Romo-Chacón A. Pectin from Low Quality “Golden Delicious” Apples: Composition and Gelling Capability. *Food Chem.* 2009; 101–113.
6. Новікова О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів. 2014; С. 493-499.

REFERENCES:

1. Ahmady-Asbchin S., Andres Y., Gerente C., Cloirec P.L. (2009). Natural Seaweed Waste as Sorbent for Heavy Metal Removal from Solution. *Environ. Technol.* 755–762.
2. Khotimchenko Y., Khozhaenko E., Kovalev V., Khotimchenko M. (2012). Cerium Binding Activity of Pectins Isolated from the Seagrasses *Zostera marina* and *Phyllospadix iwatensis*. *Mar. Drugs.* 834–848.
3. Eliaz I., Hotchkiss A.T., Fishman M.L., Rode D. (2006). The Effect of Modified Citrus Pectin on Urinary Excretion of Toxic Elements. *Phytother. Res.* 859–864.
4. Zhao Z.Y., Liang L., Fan X., Yu Z., Hotchkiss A.T., Wilk B.J., Eliaz I. (2008). The Role of Modified Citrus Pectin as an Effective Chelator of Lead in Children Hospitalized with Toxic Lead Levels. *Altern. Ther. Health Med.* 34–38.

5. Rascón-Chu A., Martínez-López A., Carvajal-Millán E., Ponce de León-Renova N., Márquez-Escalante J., Romo-Chacón A. (2009). Pectin from Low Quality “Golden Delicious” Apples: Composition and Gelling Capability. *Food Chem.* 101–113.

6. Novikova O. V. (2014). Tekhnolohiya vyrobnytstva khlibobulochnykh i boroshnyanykh kondyters'kykh vyrobiv [Production technology of bakery and flour confectionery products], 493-499 [in Ukrainian].