



UDC 663.81:634.51

USE OF DIFFERENT TYPES OF CURRANTS AS AN INGREDIENT STRUCTURE CREATORSGalina P. Khomych¹, Angela B. Borodai¹, Oleksandra M. Horobets¹, Yuliya H. Nakonechna¹,
Yuliia A. Matsuk^{2*}¹ Poltava University of Economics and Trade, str. Kovalya, 3, Poltava, 36014, Ukraine² Oles Honchar Dnipro National University, 72 Gagarin Ave., Dnipro, 49010, Ukraine

Received 22 April 2024; accepted 5 June 2023; available online 10 July 2024

Abstract

Objective: To investigate the impact of purees from various types of currants on the structural and mechanical properties of panna cotta dessert and the microbiological stability of the product; to develop a recipe composition for desserts using a composite combination of pectin substances from plant raw materials and gelatin. **Methods:** Standard analysis methods were used for the research. The quality of the finished food products was controlled based on organoleptic, physicochemical, and microbiological indicators. **Results:** The study presents the results of comparative studies on the content of biologically active substances with resistant effects (in various types of berries). The qualitative and quantitative content of organic acids, sugars, and phenolic substances in berry raw materials was determined. The impact of the chemical composition of berries on the microbiological indicators of purees and ready-made desserts using berry purees was investigated. The positive effect of using berry purees as a component of combined gelling agents (gelatin and pectin substances from berry raw materials) in the technology of sweet desserts with a gel-like structure was shown. It was determined that replacing 50% of the gelatin in the panna cotta recipe with berry puree contributes to increasing the strength of the dessert's structure. The positive impact of the combined use of gelatin and purees from various types of currants on the structural and mechanical properties of the dessert was proven, and the enhancement of the gelling process due to the presence of pectin substances in the puree was confirmed. A recipe composition for desserts using a composite combination of pectin substances from plant raw materials and gelatin was developed, and their positive effect on the quality indicators of the finished products was shown. **Conclusions:** The feasibility of using purees from various types of currants in the technology of desserts with a gel-like structure was confirmed.

Keywords: organic acids; phenolic and pectin substances; structuring agent; gelatin; puree; microbial indicators; desserts; panna cotta; organoleptic indicators.

ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ СМОРОДИНИ В ЯКОСТІ СКЛАДОВОЇ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВГалина П. Хомич¹, Анжела Б. Бородай¹, Олександра М. Горобець¹, Юлія Г. Наконечна¹,
Юлія А. Мацук²¹Полтавський університет економіки і торгівлі», вул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Україна²Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Науки, 72, Дніпро, 49010, Україна,**Анотація**

Мета. Дослідити вплив пюре різних видів смородини на структурно-механічні показники десерту пана-кота та мікробіологічну стабільність продукту; розробити рецептурний склад десертів із використанням композиційного поєднання пектинових речовин рослинної сировини і желатину. **Методи.** Для дослідження використовувалися стандартні методи аналізу. Якість готової харчової продукції контролювали за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. **Результати.** У роботі наведено результати порівняльних досліджень вмісту біологічно активних речовин резистентної дії у складі різних видів ягід (смородини чорної, порічок червоних та білих). Визначено якісний та кількісний вміст органічних кислот, цукрів, фенольних речовин у ягідній сировині. Досліджено вплив хімічного складу ягід на мікробіологічні показники пюре та готових десертів. Показано позитивний вплив використання пюре з ягід у якості складової комбінованих структуроутворювачів (желатин і пектинові речовини ягідної сировини) в технології солодких десертів з гелетворною структурою (пана-кота). Визначено, що заміна 50 % желатину в рецептурному складі пана-коти на ягідне пюре сприяє підвищенню міцності структури десерту. Доведено позитивний вплив комбінованого використання желатину і пюре з різних видів смородини на структурно-механічні показники десерту та підтверджено посилення процесу желювання завдяки присутності пектинових речовин у складі пюре. Розроблено рецептурний склад десертів з використанням композиційного поєднання пектинових речовин рослинної сировини і желатину. **Висновки.** Підтверджено доцільність використання пюре різних видів смородини в технології десертів з гелетворною структурою.

Ключові слова: органічні кислоти; фенольні і пектинові речовини; структуроутворювач; желатин; пюре; мікробні показники; десерти; пана-кота; органолептичні показники.

*Corresponding author: e-mail: lyly2006@ukr.net

Вступ

Сучасний швидкісний темп життя впливає на екологічну ситуацію в світі, а, в поєднанні з незбалансованим харчуванням, виявляє негативний вплив на здоров'я людини. Наслідком є виснаження адаптаційних можливостей організму та поява цілої низки аліментарно-залежних захворювань. Відповідно, проблемою сьогодення є дефіцит надходження до організму людини біологічно активних речовин. Аналіз літературних джерел закордонних та вітчизняних авторів показав, що використання рослинної сировини, яка не тільки підвищить харчову цінність, але й забезпечить стабільні мікробіологічні та функціонально-технологічні властивості готових продуктів, є актуальною проблемою [1–5].

Науковці розглядають використання фруктової та овочевої сировини в технологіях маринадів, соусів, борошняних виробів, хоча дослідження переважно спрямовуються на використання структуроутворювачів та поліпшувачів смаку, які найчастіше потребують додаткової обробки, що знижує їх поживну цінність та підвищує собівартість. Використання рослинної сировини з високими технологічними властивостями, природними органічними кислотами у технології виробництва харчових продуктів не тільки сприяє розширенню асортименту, але й поліпшує органолептичні, структурно-механічні і функціонально-технологічні показники [6–8].

Солодкі страви та десерти користуються підвищеним попитом серед споживачів, але дана продукція переважно є джерелом вуглеводів та жирів, що порушує збалансованість раціону і негативно впливає на організм людини. Водночас десерти є зручними системами для створення продуктів підвищеної біологічної цінності, оскільки технологія дозволяє варіювати хімічний склад компонентів.

У технології виготовлення солодких страв використовують різні структуроутворюючі речовини (крохмаль, агар, желатин тощо), застосовуються також модифіковані крохмаль, альгірати, агароїд, пектини [9; 10].

Для приготування солодких страв можна використовувати не тільки препарати пектину, а й пюре з пектиновмісної сировини. Джерелом пектинових речовин є ягоди різних видів смородини (чорної, червоної та білої), агрусу, журавлини та іншої рослинної

сировини, які можна використовувати в якості поліпшувача фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей десертів, смаку та аромату готових виробів, а також їх біологічної цінності [11].

Комбіноване використання різної природи структуроутворювачів, зокрема, желатину, джерелом якого є сировина тваринного походження, і пектинових речовин, джерелом яких є сировина рослинного походження, дасть можливість не тільки отримати відповідну структуру виробу, але й позитивно вплине на його біологічну цінність, що підтверджує актуальність обраного напрямку досліджень.

Постановка проблеми. Група солодких страв складає вагомий частину раціону кожної людини незалежно від віку та статі. Великою популярністю користуються десерти з гелетворною структурою, серед яких і найпоширеніший італійський десерт на основі вершків – пана-кота, але в технології його приготування найскладніше досягти потрібної консистенції і текстури, яка повинна бути шовково-м'якою і пружною. Тільки правильно підібрані рецептурні співвідношення компонентів дають потрібний результат. Вершки та цукор, що є складовими страви, обумовлюють її високу харчову цінність за рахунок білків, жирів та вуглеводів, проте біологічна цінність залишається досить низькою.

Найчастіше розробка нових страв спрямована виключно на розширення асортименту певної групи страв, проте не менш важливим є й підвищення її біологічної цінності, особливо під час постійного емоційного виснаження, пов'язаного з військовою агресією на території України.

Пошук сировини, якій притаманні високі функціонально-технологічні властивості, зі значним вмістом біологічно активних речовин, дозволить не тільки розширити асортиментний склад виробів десертної групи, але й підвищить їх біологічну цінність, забезпечить стабільні мікробіологічні та структурно-механічні властивості [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незасвоєвані полісахариди, відомі як харчові волокна, є складними вуглеводами зі змінним складом моносахаридів, молярною масою та розташуванням молекул, які визначають їхні фізико-хімічні властивості [13]. Ці властивості вказують на роль волокон у метаболізмі людини та їхній вплив на сенсорні та

технологічні характеристики продуктів, до яких їх додають [14; 15].

З точки зору фізіології, харчові волокна відіграють важливу роль як функціональні інгредієнти в травленні та засвоєнні поживних речовин [16; 17], що впливає на насичення, контроль ваги, ліпідний профіль і рівень глюкози в крові [18; 19]. Серед полісахаридів з такими властивостями виділяється пектин. Пектин є компонентом клітинної стінки фруктів і овочів, який у великій кількості міститься в деяких видах харчових відходів, таких як шкірка маракуйї, шкірка цитрусових, яблучні вичавки та буряковий жом [20]. Пектин також має антиоксидантну активність зі здатністю поглинати реакційноактивний кисень, що залежить від його хімічної структури, наприклад наявності гідроксильних, карбоксильних і метоксильних груп. [21]

Пектини – це універсальний біополімер, який у великій кількості міститься в продуктах рослинного походження і використовується як емульгатор, гелеутворювач, глазурувальний агент, стабілізатор та/або загусник [22; 23].

Цей полісахарид є природним багатофункціональним інгредієнтом, який надає текстурні та реологічні властивості широкому спектру харчових систем. До останнього десятиліття пектин застосовували здебільшого як гелеутворювач. [24]. У наш час пектин поступово набуває визнання як ефективний емульгатор у багатьох харчових продуктах [25].

У харчовій промисловості більшу частину чорної смородини переробляють на сік. За умови лише пресування вихід соку з цих ягід дуже низький, оскільки після протирання утворюється високов'язкий пектиновий гель [26]. Вміст антоціанів у пектинових препаратах, отриманих з чорної, червоної смородини, малини, ожини нижчий, ніж у соках. Барвники, які містяться в пектинових препаратах, належать до групи фенолів і мають достатню антиоксидантну здатність, що надзвичайно корисно для здоров'я людини [27]

Враховуючи велику кількість і низьку вартість пектину, його структурні характеристики та застосування були широко досліджені з метою розширення його використання як функціонального інгредієнту. Проведені дослідження щодо можливості використання чорної смородини

для створення технології нових видів збитих продуктів. У результаті були розроблені вітамінізовані молочні коктейлі та заморожені десерти з рослинними компонентами [28; 29]. Доведена ефективність використання у якості структуроутворювача пектиновмісної сировини рослинного походження, а також доцільність використання пюре або желюючого соку з вичавок ягід смородини як желюючої добавки для заміни 50 % желатину у виробництві десертних солодких страв [30; 31].

Проте актуальними залишаються дослідження впливу різних видів рослинної пектиновмісної сировини (що поширена в Україні), такої як порічки та чорна смородина, як на структурно-механічні властивості десертів з гелеподібною структурою, так і на їх біологічну цінність відповідно до хімічного складу рослинної сировини.

Мета та цілі дослідження. В результаті аналізу попередніх досліджень, метою досліджень було обрано вивчення впливу виду ягід смородини на хімічний склад сировини, на стабільність мікрофлори; доцільність використання пюре з ягід в якості комбінованої складової структуроутворювачів в технології десерту пана-коти.

Для досягнення поставленої мети досліджували: показники якості та фракційний склад органічних кислот, цукрів, фенольних речовин в ягодах, вплив видів ягід на мікробіологічні показники пюре та готових десертів; використання пюре в якості складової комбінованого структуроутворювача (желатин і пектинові речовини ягідної сировини) в рецептурному складі десерту пана-коти.

Результати та їх обговорення

Дослідження показників якості та фракційного складу органічних кислот, цукрів, фенольних речовин в обраній ягідній сировині. Ягідна сировина характеризується значним вмістом біологічно активних речовин, зокрема, пектинових, фенольних речовин, органічних кислот, що дозволяє використовувати її в якості структуроутворювачів в технології солодких десертів з желюючою структурою.

Предметом досліджень були ягоди чорної смородини, порічок червоних та білих.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових

результатів. На початковому етапі проводили дослідження показників якості різних видів смородини: ягід смородини чорної, ягід порічок червоних та білих. Відомі гелетворні властивості ягід смородини, що дозволяє використовувати їх у технології десертних виробів, які мають гелетворну структуру [1; 30; 31].

За органолептичними показниками ягоди мали характерний зовнішній вигляд та колір в залежності від виду ягід: кисло-солодкий, специфічний смак та запах у випадку чорної смородини, кисло-солодкий смак і більш слабкий запах у випадку порічок з білих та червоних ягід.

Масова частка сухих речовин досліджуваних зразків ягід коливається в межах від 14.70 % (ягоди червоних порічок) до 16.50 % (ягоди чорної смородини). У хімічному складі ягід виявлені вуглеводи

(5.80 %...7.05 %), пектинові речовини (0.70 %...1.20 %), L-аскорбінова кислота (22.70...86.50 мг/100 г) та фенольні сполуки (133.21...780.58 мг/100 г).

Враховуючи результати аналізу інформаційних джерел, визначили, що білі порічки знаходять більш обмежене використання в технології виготовлення харчових продуктів, зокрема, десертних страв, і переважно рекомендовані для споживання у свіжому вигляді, то більш глибокі та ґрунтовні дослідження хімічного складу проводили з ягодами смородини чорної та порічок червоних.

З використанням хроматографічних методів досліджень визначено склад органічних кислот, серед яких виявлені лимонна, яблучна та бурштинова кислоти. Порівняльний аналіз органічних кислот в ягодах чорної смородини та порічок червоних наведений на рис. 1.

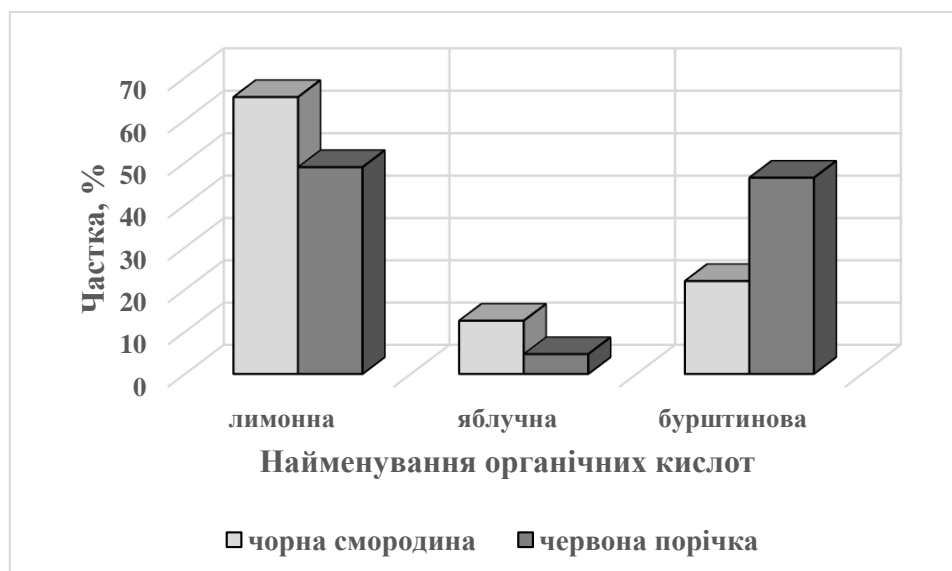


Fig. 1. Comparative analysis of organic acids in the composition of black currant berries and red currants
Рис. 1. Порівняльний аналіз органічних кислот в складі ягід чорної смородини та порічок червоних

Найбільша частка припадає на лимонну кислоту, відсоток якої від загального вмісту органічних кислот, становить 65.34 % (чорна смородина) та 48.91 % (червоні порічки). Значну частку від загального вмісту в ягодах смородини займає бурштинова кислота: в чорній – 22.02 %, в червоній – 46.42 %. Бурштинова кислота має антиоксидантні властивості.

Корисні властивості також має виявлена у складі ягід яблучна кислота. Вона сприяє обміну речовин, здатна нормалізувати клітинний обмін,

поліпшувати кровообіг, підвищувати апетит, стабілізувати травлення, зміцнювати імунітет та сприяти захисним властивостям організму. Використовується яблучна кислота в якості харчової добавки в технології харчових продуктів.

Визначений склад органічних кислот в ягодах смородини чорної та порічок червоних підтверджений хроматограмами, наведеними на рис. 2.

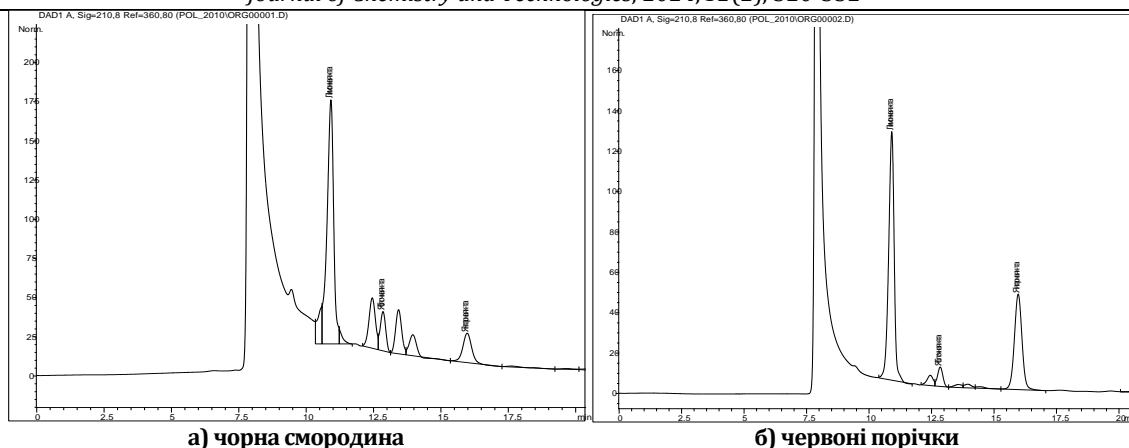


Fig. 2. Chromatograms of organic acids in the composition of black currants (a) and red currants (b)
Рис. 2. Хроматограми органічних кислот в складі смородини чорної (а) та порічок червоних (б)

Серед цукрів в складі чорної та червоної смородини виявлено фруктозу і глюкозу. Порівняльний вміст в залежності від виду смородини наведений на рис. 3.

Результати (рис. 3) показують, що в ягодах переважає фруктоза, частка якої становить 54.72 % (червоні порічки) і 62.24 % (чорна смородина) від загального вмісту цукрів. На частку глюкози припадає 37.76 %, у випадку чорної смородини і 45.28 % у випадку порічок червоних.

Фруктоза в порівнянні з іншими цукрами має найкращі засвоювальні властивості. Приймає участь у внутрішньоклітинному метаболізмі без посередництва інсуліну, здатна виводитися з крові за нетривалий проміжок часу, не вивільняє гормони кишківника, що мають стимулюючу дію до вироблення інсуліну. Вона знаходить широке застосування в рецептурному складі продуктів дієтичного харчування для людей, які хворіють на цукровий діабет.

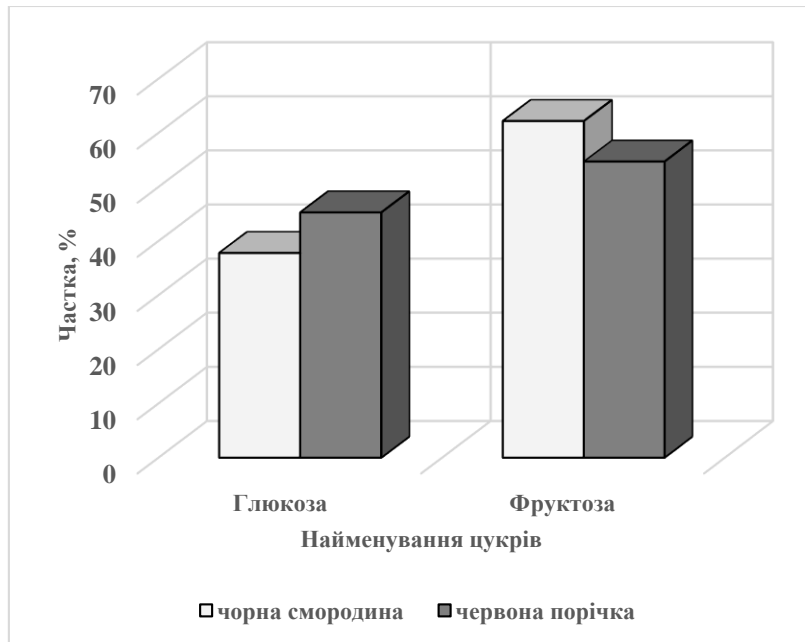


Fig. 3. Comparative sugar content depending on the type of studied berries
Рис. 3. Порівняльний вміст цукрів в залежності від виду досліджуваних ягід

У складі ягід чорної смородини і порічок червоних виявлено значний вміст фенольних сполук, які запобігають окисненню біологічно активних речовин, попереджують утворення вільних радикалів, здатні зв'язувати іони важких металів у стійкі комплекси (рис. 4).

Фракційний склад фенольних речовин в ягодах чорної смородини та червоних порічок наведений в табл. 1 і на хроматограмах (рис. 4).

Table 1

Composition of phenolic substances in currant berries

Таблиця 1

| Склад фенольних речовин в ягодах смородини | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Назва сировини | Групи фенольних речовин | Вміст, мг/100 г | Домінуючий представник | Частка, % від фенольних речовин |
| Чорна смородина | Оксикоричні кислоти та їх похідні | 32.17 | п-Кумароїлгексоза | 53.62 |
| | Флавори та їх похідні | 25.29 | Рутин | 64.69 |
| | Антоціани | 723.12 | Дельфінідин-3-О-рутинозид | 45.43 |
| Червона порічка | Оксикоричні кислоти та їх похідні | 12.31 | п-Кумароїл-4-О-глікозид | 45.49 |
| | Флавори та їх похідні | 4.49 | Рутин | 79.06 |
| | Антоціани | 116.41 | Ціанідин-гексозопентозид | 77.54 |

Визначено за результатами експериментальних досліджень, що на частку оксикоричних кислот припадає 4.12 % (смородина чорна)...9.24 % (порічка червона) від загального вмісту фенольних речовин, серед яких домінуючою є п-кумароїлгексоза у випадку смородини чорної і п-Кумароїл-4-О-

глікозид у випадку порічки червоної. Виявлено в їх складі хлорогенову кислоту, яка є найпотужнішим функціональним інгібітором мікросомальних глюкозо-6-фосфат транслоказ, які застосовують для хіміопрофілактики онкологічних захворювань.

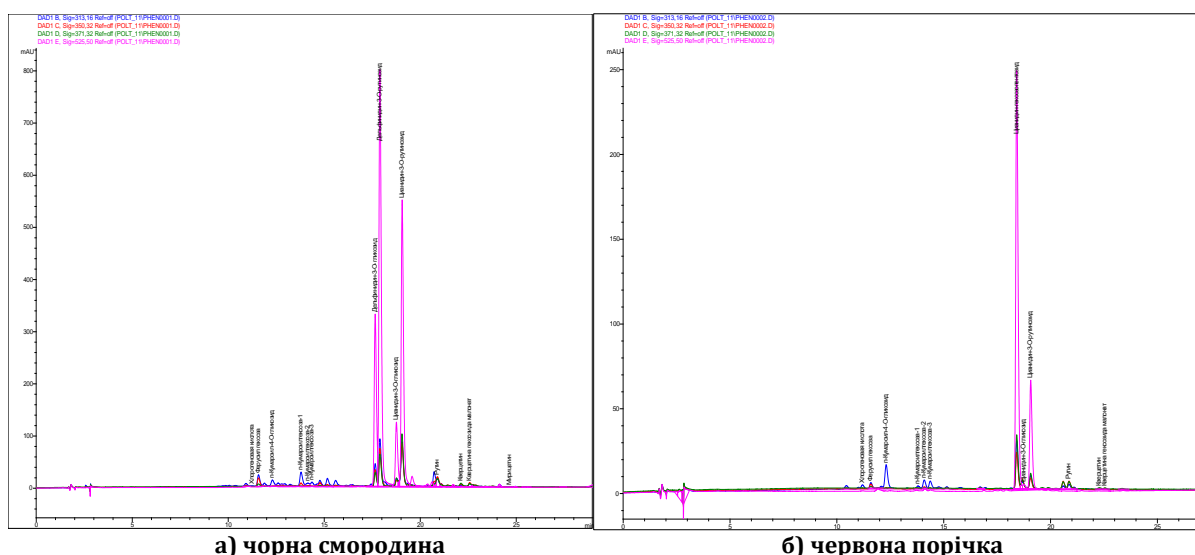


Fig. 4. Chromatograms of phenolic compounds of black currant berries (a) and red currant (b)
Рис. 4. Хроматограми фенольних сполук ягід смородини чорної (a) і порічки червоної (b)

Найменшу частку фенольних речовин складають флавори та їх похідні (3.24...3.37 %). В їх складі переважає рутин, якому притаманна антигіпертензивна, протизапальна, антиалергічна, кардіо- та гепатопротекторна, гіполіпідемічна, протипухлинна і радіопротекторна дії.

Найбільшу частку серед фенольних речовин займають антоціани, їх частка становить 87.39...92.64 % від загального вмісту. В антоціановому складі чорної смородини домінує дельфінідин-3-О-

рутинозид (328.56 мг/100 г), а в складі червоних порічок домінує ціанідин-гексозопентозид (90.26 мг/100 г). Антоціани також володіють високою антиоксидантною здатністю.

В технології виробництва з гелетворною структурою значний вплив виявляють пектинові речовини, що містяться в складі рослинної сировини. Визначили вміст пектинових речовин у всіх видах ягід: смородині чорній та порічках червоних та білих (рис. 5).

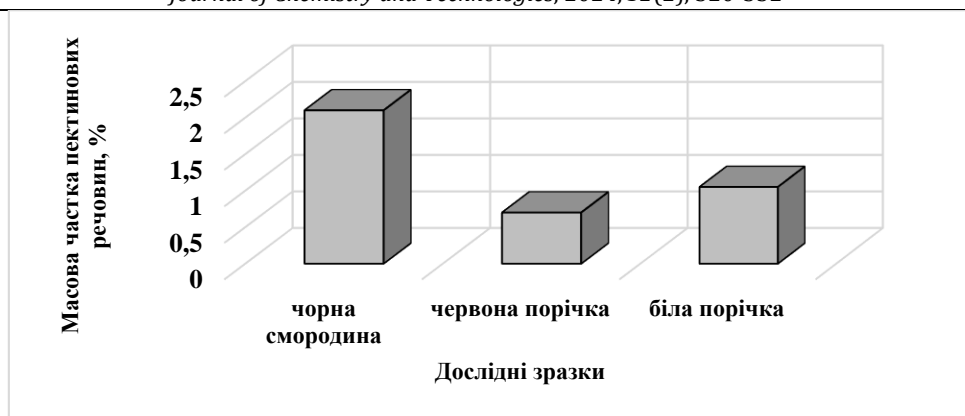


Fig. 5. The content of pectin substances in experimental samples of berries

Рис. 5. Вміст пектинових речовин в дослідних зразках ягід

Результати проведених досліджень (рис. 5) підтверджують наявність в складі ягід значного вмісту пектинових речовин, що свідчить про можливість використання продуктів переробки смородини в технології гелетворної продукції.

Дослідження мікробіологічних показників в обраній ягідній сировині. Підготовлену

сировину попередньо бланшували парою і протирали через сито для отримання пюре. В свіжовиготовленому пюре визначали мікробіологічні показники з метою дослідження впливу виду ягід на мікробіологічну стабільність (табл. 2).

Table 2

Microbiological indicators of puree

Таблиця 2

Мікробіологічні показники пюре

| Зразки | Кількість МАФАНМ, КУО/г | БГКП (коліформи), в 0,1 г | Патогенні м.о, у тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г | Плісняві гриби, дріжджі, КУО/г |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|--|--------------------------------|
| | норма за ДСТУ 8074:2015 | | | |
| | не більше $1 \cdot 10^3$ | не допускається | не допускається | не більше $1 \cdot 10^4$ |
| | Пюре ягід | | | |
| Порічка біла | $3.3 \cdot 10^2$ | в 0.1 г | в 0.1 г | не виявлено |
| Порічка червона | $1.9 \cdot 10^2$ | не виявлено | не виявлено | не виявлено |
| Смородина чорна | $4.0 \cdot 10^2$ | | | не виявлено |

За результатами проведених досліджень з'ясовано, що в отриманому ягідному пюре кількість МАФАНМ (Мезофільні Аеробні та Факультативно Анаеробні Мікроорганізми) становила $1.9 \cdot 10^2$ – $4.1 \cdot 10^2$ КУО в 1 г, що знаходиться в межах встановлених норм, у пробах не виявлені БГКП (бактерії групи кишкової палички), патогенні мікроорганізми, у тому числі роду *Salmonella* та *Staphylococcus*, тому сировина може безпечно використовуватись для виготовлення продукту.

Результати досліджень (табл. 2) підтверджують, що вид ягід виявляє певний вплив на мікробне забруднення. Пюре з білих та червоних порічок і чорної смородини показали різні результати щодо мікробного

забруднення бактеріями $1.9 \cdot 10^2$, $3.3 \cdot 10^2$ та $4.0 \cdot 10^2$ КУО в 1 г відповідно, що, ймовірно, пов'язано з різним вмістом органічних кислот, зокрема тому, що у червоних і білих порічках менше цукрів і більше органічних кислот. Окрім того, в порівнянні з ягодами чорної смородини в ягодах порічок червоних визначено значний вміст бурштинової кислоти, якій притаманна антиоксидантна активність. В усіх зразках відмічено відсутність росту збудників псування – плісневих грибів і дріжджів (рис. 6).

Отримані результати дозволяють спрогнозувати, що вид ягід може вплинути і на мікробіологічні показники десертів, в яких пюре буде використовуватися в якості рецептурної складової.



**Fig. 6. General microbial contamination of berry puree (macro picture, MPA, SA)
Рис. 6. Загальне мікробне забруднення пюре ягід (макрокартина, МПА, СА)**

Дослідження впливу пюре з ягід (смородини чорної, порічок червоних та білих) в якості складової комбінованого складу структуроутворювачів в технології десерту пана-коти. Пюре з ягід смородини чорної та порічок білих і червоних використали в якості складової рецептурного складу десерту пана-коти. Комбіноване поєднання в складі десерту двох структуроутворювачів – желатину та пектинових речовин, що містяться в складі пюре – підтвердило позитивний їх вплив на міцність желе у приготуванні десерту пана-коти у всіх дослідних зразках. Підтверджено попередньо проведені дослідження з використанням желюючого соку [30; 32; 33] щодо доцільності заміни 50 % рецептурного складу желатину на пюре з ягід. Міцність желе у всіх дослідних зразках на 1.0...5.0 % в залежності від виду ягід, що використані для

отримання пюре, перевищує міцність контрольного зразка. Найвища міцність визначена в зразках з додаванням пюре з білих порічок (210 г/см²), а найнижча (202 г/см²) – з додаванням пюре з червоних порічок.

Структурно-механічні показники зразків пана-коти з різними видами пюре (табл. 3) показують, що вони мають показники пружності (П) на рівні контрольного зразка (98 %), а показники пластичності (ПЛ) та еластичності (Е) навіть вищі у порівнянні з контрольним зразком. ПЛ зразків з різними видами смородини заноходиться в межах 43–45 %, оскільки контроль має 40 %, Е дослідних зразків – 24–25 %, контроль – 20 %. Отримані дані свідчать про здатність десерту зберігати свої реологічні властивості певний проміжок часу.

Table 3

Structural and mechanical properties of pan-cat depending on different types of currant puree

Таблиця 3

Структурно-механічні показники пана-коти в залежності від різних видів пюре смородини

| Найменування сировини | Витрати сировини на 1000 г, г | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Пана-кота | Пана-кота з пюре чорної смородини | Пана-кота з пюре білої порічки | Пана-кота з пюре червоної порічки |
| Вершки | 650 | 650 | 650 | 650 |
| Білий шоколад | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Ванілін | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Желатин | 10 | 5 | 5 | 5 |
| Вода | 20 | 10 | 10 | 10 |
| Пюре чорної смородини | 0 | 15 | 0 | 0 |
| Пюре білої смородини | 0 | 0 | 15 | 0 |
| Пюре червоної смородини | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Вихід | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

Визначені результати фізичних показників пана-коти показують підвищення температури плавлення та застигання зразків десерту з внесенням рослинної добавки (50 %

пюре) на 1...2 °C у порівнянні з контролем, що підтверджує посилення процесу желювання завдяки присутності пектинових речовин у

складі пюре та використання комбінованих структуроутворювачів.

Відповідно роль стабілізатора системи в технології приготування десерту відіграють пектинові речовини, що містяться в складі рослинного пюре, та желатин. Ці речовини здатні збільшувати в'язкість водних розчинів. Збільшення в'язкості знижує швидкість

витікання рідини, і відповідно, покращує міцність страви.

Результати проведених досліджень були використані під час розроблення рецептурного складу десертів та удосконаленні технології виробництва десерту пана-коти з використанням пюре з різних видів ягід (смородини чорної, порічок червоних та білих) (табл. 4).

Table 4

Classic panna cotta recipes with different types of puree

Таблиця 4

| Дослідні зразки | Рецептури пана-коти класичної та з різними видами пюре | | | Пружність, % | Пластичність, % | Еластичність, % |
|-------------------|--|--------------|------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | Деформація, 10^{-4} , М | | | | | |
| | ϵ_0 | ϵ_T | $\epsilon_{ост}$ | | | |
| Контроль | 2.91 | 4.66 | 2.26 | 98 | 40 | 20 |
| Чорна смородина | 3.15 | 4.85 | 2.38 | 98 | 44 | 24 |
| Червона смородина | 3.10 | 4.72 | 2.31 | 98 | 43 | 43 |
| Біла смородина | 3.25 | 5.12 | 2.45 | 98 | 45 | 25 |

У готових десертах проаналізовані органолептичні та фізико-хімічні показники якості і визначено позитивний вплив на якість виробів використання пюре з ягід.

Дослідження якісних показників продукції проводилося порівнянням органолептичних показників пана-коти, виготовленої за

класичною технологією, та наводилися базові характеристики розроблених харчових продуктів. Для комплексного аналізу органолептичних показників розробленого десерту, розрахованого за методом «багатокутника якості», були побудовані профілограми рис. 7.

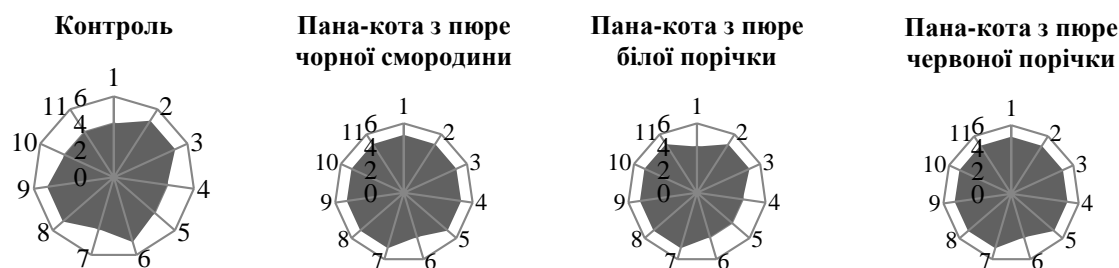


Fig. 7. Profilograms of organoleptic quality indicators of new desserts

1 - appearance; 2 - surface condition; 3 - homogeneity of the surface; 4 - color; 5 - taste; 6 - sweetness; 7 - smell; 8 - consistency; 9 - density; 10 - tenderness; 11 - softness

Рис. 7. Профілограми органолептичних показників якості нових десертів

1 - зовнішній вигляд; 2 - стан поверхні; 3 - однорідність поверхні; 4 - колір; 5 - смак; 6 - солодкість; 7 - запах; 8 - консистенція; 9 - щільність; 10 - ніжність; 11 - м'якість

Аналіз профілограм встановив, що дослідний зразок не поступається контрольному за показником консистенції, натомість має кращі показники за критеріями: смак, колір, однорідність. Таким чином підтверджено позитивний вплив пюре з ягід чорної смородини та порічок в технології приготування пана-коти. Готові десерти мають щільну та пружну структуру, ніжну консистенцію і смак, характерний для ягідної сировини, з приємною кислинкою у порівнянні з контрольним зразком пана-коти.

Однак десерти з молочної сировини є гарним живильним середовищем для неспецифічної мікрофлори, яка випадково потрапляє у харчові продукти з навколишнього середовища. Основу її складають сапрофіти, патогенні й умовно-патогенні мікроорганізми, а також види, що викликають псування харчових продуктів. Запобігти мікробіологічному псуванню десертів можна шляхом забезпечення належного санітарно-гігієнічного стану виробництва, устаткування, якісної сировини,

а також застосуванням термічної обробки складових, створенням необхідної кислотності готового продукту.

Розрізняють два показники мікробіологічної стійкості молочних продуктів – кількість плісневих грибів і кількість дріжджів. Ці види мікроорганізмів здатні розвиватись у широкому діапазоні температур, та є причиною псування молочних продуктів у процесі зберігання. Тому ці показники є обов'язковими для встановлення термінів придатності і режимів зберігання молочних продуктів, у тому числі й десертів з молочною основою.

Досить часто псування молочної продукції спричинюють бактерії родини Pseudomonadaceae, роду Pseudomonas, які є психротрофною мікрофлорою. Типовими представниками є *Ps. fluorescens* і *Ps. aeruginosa*, *Ps. putrefaciens*. Плісені, які зустрічаються під час зберігання молочних продуктів, належать до родів *Geotrichum candidum* (*Oospora lactis*, *Oidium lactis*), *Candida*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Catenularia*. Оптимальна температура їх росту 20...35 °С, за температури +5...5 °С швидкість росту значно знижується.

За результатами мікробіологічних досліджень було встановлено, що у всіх зразках пана-коти відсутні бактерії групи кишкової палички (БГКП, коліформи), патогенні мікроорганізми та дріжджові клітини (рис. 1).

У дослідних зразках десертів виявлено $2.0 \cdot 10^2 \dots 3.2 \cdot 10^2$ КУО МАФАНМ в 1 г продукту

залежно від виду ягідного пюре, що у 1.5...2.0 рази менше порівняно з контролем ($4.4 \cdot 10^2$ КУО в 1 г).

Мікробіологічні показники досліджували також після зберігання впродовж 48 годин. Дані посівів після зберігання досліджуваних зразків впродовж 2-х діб за температури плюс 4 °С (табл. 5) свідчать про те, що мікробіологічні показники не перевищують допустимих рівнів, встановлених нормативною документацією, що, найімовірніше, зумовлено підвищеною кислотністю десертів за рахунок наявності в їх складі органічних кислот, які пригнічують розвиток мікрофлори.

Технологічний процес виробництва десерту пана-кота базується на відносно малій кількості параметрів, які гальмують активний ріст мікроорганізмів, зокрема, це бланшування ягід, що використовуються для виробництва пюре, наявність природних консервантів у сировині, низька температура зберігання десерту. Низьке початкове забруднення сировини є найважливішим «бар'єром», що визначає подальше зберігання готової продукції.

Проведені експериментальні дослідження свідчать, що мікробне забруднення десертів з плодово-ягідною сировиною впродовж зберігання дещо зростає, проте знаходиться в межах показників нормативної документації. Ймовірніше за все, органічні кислоти, фенольні речовини пригнічують розвиток мікроорганізмів і забезпечують мікробіологічну стабільність продукту (рис. 8).

Table 5

Microbiological indicators of desserts during storage (DSTU 3718:2007)

Таблиця 5

Мікробіологічні показники десертів у процесі зберігання (DSTU 3718:2007)

| Зразки | Кількість МАФАНМ, КУО/г | БГКП (коліформи), в 0.1 г | Патогенні м.о, у тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г | Плісняві гриби, дріжджі, КУО/г |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--|--------------------------------|
| | | не більше $1 \cdot 10^3$ | не допускається | не допускається |
| Класична пана-кота (контроль) | $5.6 \cdot 10^2$ | в 0.1 г не виявлено | в 0.1 г не виявлено | - |
| З додаванням пюре з білих порічок | $2.0 \cdot 10^2$ | | | - |
| З додаванням пюре з червоних порічок | $2.7 \cdot 10^2$ | | | - |
| З додаванням пюре з чорної смородини | $4.8 \cdot 10^2$ | | | - |



Fig. 8. General microbial contamination of dessert samples (macro picture, MPA, SA)
Рис. 8. Загальне мікробне забруднення зразків десерту (макрокартина, МПА, СА)

Проведені мікробіологічні дослідження доводять безпечність розроблених страв та можливість їх зберігання протягом 48 годин порівняно з рекомендованими для десертів за класичною рецептурою (24 години).

Висновки

На основі проведених фізико-хімічних досліджень у складі фруктової сировини виявлені органічні кислоти, які представлені лимонною, яблучною та бурштиною кислотами. Найбільша частка припадає на лимонну кислоту, частка якої від загального вмісту органічних кислот, становить 65.34 % (чорна смородина) та 48.91 % (червона порічка). Значну частку від загального вмісту в ягодах смородини займає бурштинова кислота: в чорній – 22.02 %, в червоній – 46.42 %. Бурштинова кислота має антиоксидантні властивості. Серед цукрів в складі смородини чорної та порічок червоних виявлено фруктозу і глюкозу. В ягодах переважає фруктоза, частка якої становить 54.72 % (червоні порічки) і 62.24 % (чорна смородина) від загального вмісту цукрів.

У складі ягід чорної смородини і порічок червоних виявлено значний вміст фенольних сполук, які запобігають окисненню біологічно активних речовин, попереджують утворення

вільних радикалів, здатні зв'язувати іони важких металів у стійкі комплекси.

Підтверджено, що ягоди багаті на пектинові речовини, що свідчить про доцільність їх використання у технології виробництва десертів з гелетворною структурою.

На основі аналізу хімічного складу та функціональних властивостей ягідної сировини проведені технологічні відпрацювання, які доводять перспективність використання чорної смородини та порічок (білі й червоні) у складі вершкового десерту з гелетворною структурою. Встановлена можливість зменшення желатину в рецептурі десерту на 50 % за рахунок введення відповідної кількості ягідного пюре.

Мікробіологічні дослідження підтверджують безпечність даної заміни та демонструють нижче мікробне забруднення дослідних зразків порівняно з контролем.

Наявність у складі десерту природних органічних кислот, фенольних сполук, пектинових речовин обумовлює формування оригінальних смакових характеристик, структури харчової системи, мікробіологічну стійкість десерту та його біологічну цінність.

References

- [1] Borodai, A.B., Khomych, G.P., Horobets, O.M., Levchenko, Yu.V., Matsuk, Yu.A. (2022). [The use of fruit raw materials as a source of organic acids in the technology of small-piece meat semi-finished products]. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(4), 613–626. doi:10.15421/jchemtech.v30i4.260055 (in Ukrainian).
- [2] Antonenko, A. (2018). [Innovative technologies for desserts with enhanced nutritional value]. *Restaurant and hotel consulting. Innovations*, 2, 32–42. (in Ukrainian).
- [3] Oleksiyenko, N., Voloshchuk, H., Obolkina, V. (2012). [Microbiological and non-microbiological risk factors for the safety of confectionery products]. *Bakery and Confectionery Industry of Ukraine*, 10, 3–5. (in Ukrainian).

- [4] Lupina, T.P., Rushai, O.S. (2012). [Microbiological stability of confectionery products of new formulation]. *Ukrainian Food Journal. Food Technologies*, 3, 16–19. (in Ukrainian).
- [5] Gorodyska, O., Grevtseva, N., Samokhvalova, O., Savchenko, O. (2017). [Research of microbiological indices of quality of confectionery glaze with the addition of grape seed powders], *Progres. teh. tehnol. harč. virob. restor. gospod. torg.*, 1(25) 244–256 (in Ukrainian).
- [6] König, L. M., Renner, B. (2019). Boosting healthy food choices by meal colour variety: results from two experiments and a just-in-time Ecological Momentary Intervention. *BMC Public Health*, 19(1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7306-z>
- [7] Huang, L., Bai, L., Zhang, X., Gong, S. (2019). Re-understanding the antecedents of functional foods purchase: Mediating effect of purchase attitude and moderating effect of food neophobia. *Food Quality and Preference*, 73, 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.001>
- [8] Chernenkova, A., Leonova, S., Nikiforova, T., Zagranichnaya, A., Chernenkova, E., Kalugina, O. (2019). The Usage of Biologically Active Raw Materials in Confectionery Products Technology. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 19(1), 77–91. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2019.77.91>
- [9] Cherevko, O.I. (2017). [Innovative technologies of functional food products]. Kharkiv: KhDUHT. (in Ukrainian).
- [10] Antonenko, A.V., Brovenko, T.V., Stukalska, N.M., Kryvoruchko, M.Yu., Tolok, H.A. (2022). [Technology of functional purpose desserts]. *Tavria Scientific Bulletin*, 5, 28–37. (in Ukrainian).
- [11] Dilrukshi, Wu, G. Chen, C. (2022). Application, emerging health benefits, and dosage effects of blackcurrant food formats, *Journal of Functional Foods*, 95, 105147 <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105147>.
- [12] Kowalski, R.; Gustafson, E.; Carroll, M.; Gonzalez de Mejia, E. (2020). Enhancement of Biological Properties of Blackcurrants by Lactic Acid Fermentation and Incorporation into Yogurt: A Review. *Antioxidants*, 9, 1194. <https://doi.org/10.3390/antiox9121194>
- [13] Dranca, F., Oroian, M. (2019). Optimization of Pectin Enzymatic Extraction from *Malus domestica* 'Fälticeni' Apple Pomace with Celluclast 1.5L. *Molecules*, 24(11), 2158. <https://doi.org/10.3390/molecules24112158>
- [14] Rong, D., Malathi, S. Vakkalanka, C. O., Chau, H. K., White, A., Rastall, R. A., Yam, K., Hotchkiss, A. T. (2017). Pectic oligosaccharide structure-function relationships: Prebiotics, inhibitors of *Escherichia coli* O157:H7 adhesion and reduction of Shiga toxin cytotoxicity in HT29 cells. *Food Chemistry*, 227, 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.100>.
- [15] Lee, J.-H., Shim, J. S., Lee, J. S., Kim, M.-K., Chung, M.-S., Kim, K. H. (2006). Pectin-like acidic polysaccharide from *Panax ginseng* with selective antiadhesive activity against pathogenic bacteria. *Carbohydrate Research*, 341(9), 1154–1163. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2006.03.032>.
- [16] Wang, R., Li, Y., Shuai, X., Chen, J., Liang, R., Liu, C. (2021). Development of pectin-based aerogels with several excellent properties for the adsorption of Pb²⁺. *Foods*, 10(12), 3127. <https://doi.org/10.3390/foods10123127>
- [17] Grønhaug, T. E., Kiyohara, H., Sveaass, A., Diallo, D., Yamada, H., Paulsen, B. S. (2011). Beta-d-(1→4)-galactan-containing side chains in RG-I regions of pectic polysaccharides from *Biophytum petersianum* Klotzsch. *Phytochemistry*, 72(17), 2139–2147. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.08.011>.
- [18] Janaina, L.S., Donadio, S., do Prado, B. R., Soares, C. G., Tamarossi, R. I., Heidor, R., Moreno, F. S., Fabi, J. P. (2024). Ripe papaya pectins inhibit the proliferation of colon cancer spheroids and the formation of chemically induced aberrant crypts in rats colons. *Carbohydrate Polymers*, 331, 121878. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.121878>.
- [19] Maxwell, E.G., Belshaw, N. J., Waldron, K. W., Morris, V.J. (2012). Pectin – An emerging new bioactive food polysaccharide. *Trends in Food Science & Technology*, 24(2), 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.11.002>.
- [20] Sila, D. N., Van Buggenhout, S., Duvetter, T., Fraeye, I., De Roeck, A., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2009). Pectins in processed fruits and vegetables: Part II—Structure-function relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8(2), 86–104. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00071.x>
- [21] Demers, M., Rose, A.A.N., Grosset, A.-A., Biron-Pain, K., Gaboury, L., Siegel, P. M., St-Pierre, Y. (2010). Overexpression of Galectin-7, A Myoepithelial Cell Marker, Enhances Spontaneous Metastasis of Breast Cancer Cells. *The American Journal of Pathology*, 176(6), 3023–3031. <https://doi.org/10.2353/ajpath.2010.090876>
- [22] Freitas, C. M. P., Coimbra, J. S. R., Souza, V. G. L., & Sousa, R. C. S. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A review. *Coatings*, 11(8), 922.
- [23] Voragen, A. G., Coenen, G. J., Verhoef, R. P., Schols, H. A. (2009). Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. *Structural Chemistry*, 20, 263–275.
- [24] Abid, M., Cheikhrouhou, S. Renard, C. M.G.C., Bureau, S., Cuvelier, G., Attia, H. Ayadi, M.A. (2017). Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties. *Food Chemistry*, 215, 318–325 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.181>.
- [25] Nguémazong, E. D., Christiaens, S., Shpigelman, A., Van Loey, A., Hendrickx, M. (2015). The emulsifying and emulsion-stabilizing properties of pectin: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 705–718. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12160>
- [26] Hiltz, H., Bakx, E. J., Schols, H. A., Voragen, A. G. J. (2005). Cell wall polysaccharides in black currants and bilberries—characterisation in berries, juice, and press cake. *Carbohydrate Polymers*, 59(4), 477–488. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.11.002>.
- [27] Cserjési, P., Bélafi-Bakó, K., Csanádi, Z., Beszédes, S. (2011). Simultaneous recovery of pectin and colorants from solid agro-wastes formed in processing of colorful berries. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*. 7(1), 65–80. <https://doi.org/10.1556/progress.7.2011.5>

- [28] Khamitova, B., Sadyrbayeva, I. (2022). Studying the technology of dairy desserts with whipped structure based on plant raw materials. *Modern Scientific Method*, (1). <https://ojs.scipub.de/index.php/MSM/article/view/175>
- [29] Musina, O., Rashidinejad, A., Putnik, P., Barba, F. J., Abbaspourrad, A., Greiner, R., Roohinejad, S. (2018). The use of whey protein extract for manufacture of a whipped frozen dairy dessert. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 68(4), 254–271.
- [30] Khomych, G.P., Horobets, O.M., Nakonechna, Yu.G., Choni, I.V., Teslenko, N.V. (2022). [Use of pectin-containing raw materials in the technology of dessert products]. *Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. Series "Technical Sciences"*, (2), 18–25. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-2-3>
- [31] Khomych, G.P., Horobets, O.M., Borodai, A.B., Molchanova, N.Yu., Haivoronska, Z.M. (2023). [Research on various types of currants and their use in the technology of panna cotta dessert]. *Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. Series "Technical Sciences"*, (3), 13–21. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2023-3-2>
- [32] Antonenko, A. (2018). [Innovative technologies of desserts with enhanced nutritional value]. *Restaurant and hotel consulting. Innovations*, 2, 32–42. (in Ukrainian).
- [33] Khomych, G.P., Horobets, O.M., Levchenko, Yu.V., Tkach, N.I., Dobryn, Yu.S. (2019). [Use of secondary plant raw materials in the technology of sweet dishes and decorative semi-finished products]. *Scientific Bulletin of PUET*, 1(91). 21–28. (in Ukrainian). <http://doi.org/10.37734/2518-7171-2019-1-3>