

Завгородній Олексій Іванович, д-р техн. наук, проф., професор кафедри фізики та математики, Державний біотехнологічний університет, alexey.z.2014@gmail.com

Zavgorodniy Oleksiy, Sc.D. in Tech., Professor, Professor of the Department of physics and mathematics, State Biotechnological University, alexey.z.2014@gmail.com

Сіяєва Ольга Володимирівна, старший викладач, старший викладач кафедри фізики та математики, Державний біотехнологічний університет, masay020488@gmail.com

Siniaeva Olga, Senior teacher, Senior teacher of the Department of physics and mathematics, State Biotechnological University, masay020488@gmail.com

Пак Андрій Олегович, д-р техн. наук, професор, професор кафедри фізики та математики, Державний біотехнологічний університет, pak.andr1980@gmail.com

Pak Andriy, Sc.D. in Tech., Professor, Professor of the Department of physics and mathematics, State Biotechnological University, pak.andr1980@gmail.com

Крекот Микола Миколайович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва, Державний біотехнологічний університет, krekotshm@gmail.com.

Krekot Mykola, Ph.D. of Technical Sciences., associate professor, associate professor of the Department agricultural machinery and livestock engineering, State Biotechnological University, krekotshm@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.14678183

УДК 664.858:634

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗДОРОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

**О.Є. Загорулько, К.Р. Касабова, А.М. Загорулько,
О.І. Черевко, О.Є. Громов**

Удосконалена технологія виробництва мармеладу з пасти гарбуза, яблук і кизилу дозволяє значно покращити якість готової продукції. Розроблений мармелад відрізняється приємним рубіновим кольором і зтяжною консистенцією. Завдяки використанню натуральної сировини вміст некрохмальних полісахаридів, особливо пектинових речовин, а також вітаміну С збільшується майже вдвічі. Крім того, у готовому виробі суттєво зростає концентрація макро- та мікроелементів порівняно з контрольним зразком, що підвищує його харчову цінність.

***Ключові слова:** кондитерські вироби, мармелад, вакуум-випарний апарат, функціональні інгредієнти, покращення якості.*

UPGRADED TECHNOLOGY AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE PREPARATION OF HEALTHY CONFECTIONERY VIROBITS

A. Zagorulko, K. Kasabova, A. Zahorulko, A. Cherevko, A. Gromov

The purpose of this study is to create a technology for the production of marmalade using a three-component vegetable and fruit paste, which includes pumpkin, apples and dogwood.

The development of vegetable and fruit paste solves important tasks: ensuring the necessary structure of marmalade, achieving high organoleptic indicators without the use of artificial dyes and essences, enriching the chemical composition and giving the product functional properties. Due to the use of short-term low-temperature concentration and the optimal ratio of raw materials (pumpkin, apple, dogwood), the paste is characterized by a high content of functional components. The study of its composition showed the presence of dynamic viscosity – 280 Pa·s, non-starch polysaccharides – 3.89 ± 0.11 g, vitamin C – 1.89 ± 0.05 mg, β -carotene – 21.13 ± 0.60 mg. For an effective concentration process at a temperature of 55...65 °C, a viscosity interval of 5 to 35 Pa·s has been determined.

The improved marmalade production technology ensures higher quality of the finished product. The marmalade mass before gelatinization at a temperature of 80...82 °C has a viscosity that is 24% higher than the control sample. An improved vacuum evaporator with an increased heating surface has been proposed for the process of boiling the marmalade mass. Processing the marmalade mass allows reducing the specific heat consumption by 40% compared to the traditional evaporator (MZS-320). The finished marmalade has a rich ruby color, a lingering consistency, an increased content of pectin substances and vitamin C – almost twice as much as in the control sample. The product is also enriched with vitamins A, C, E, β -carotene and contains a greater amount of macro- and microelements.

According to the content of pectin substances, vitamin A, β -carotene and potassium, marmalade can be classified as a functional product, since the daily requirement for these substances exceeds 10%. The proposed technology can be successfully implemented at confectionery enterprises.

Keywords: *confectionery, marmalade, vacuum evaporator, functional ingredients, quality improvement.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Сучасні технології виготовлення кондитерських виробів на основі рослинної сировини в останні роки демонструють суттєві зміни у підходах до виробництва. Зокрема, спостерігається заміна традиційних фруктових основ на структуроутворюючі добавки, а також активне використання барвників, ароматизаторів та покращувачів смаку. Водночас, зі зміною

способу життя та зростанням екологічної свідомості, все більше людей формують попит на здорову їжу, яка має функціональні переваги.

Одним із перспективних рішень є пошук нових видів рослинної сировини для створення «здорових кондитерських виробів» із високою якістю та функціональними властивостями. У межах цього дослідження запропоновано ресурсозберігаючий метод виготовлення трикомпонентної овочево-фруктової пасти, яка може слугувати основою для виробництва мармеладу. Використання багатоконпонентної пасти забезпечує високий вміст функціональних та біологічно активних речовин, а також створює унікальні сенсорні характеристики готової продукції.

Запропонована технологія вже довела свою ефективність у процесі створення різноманітних кондитерських виробів [1, 2]. Її перевага полягає у застосуванні спеціалізованого обладнання для попередньої теплової обробки та концентрування рослинної сировини, що дозволяє досягти більшої ефективності порівняно з традиційними методами. Тому дослідження, спрямовані на розробку технологій виробництва фруктового мармеладу на основі овочево-фруктової пасти, залишаються актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наявного асортименту мармеладної продукції демонструє тенденцію до введення в рецептурний склад натуральних продуктів у вигляді овочевих або фруктових пюре, що пов'язано зі зростанням попиту на кондитерські вироби лікувально-профілактичного та функціонального призначення. У дослідженні [3] було розглянуто вплив рецептурних інгредієнтів, які формують структуру, на показники якості гарбузового желейного мармеладу. Для цього автори застосували гарбузове пюре, агар як гелеутворювач та натуральний мед у ролі підсолоджувача, що сприяло покращенню органолептичних характеристик і підвищенню харчової цінності продукту. Гарбузове пюре також використовувалося у поєднанні з освітленою сироваткою для створення фруктового мармеладу, що дозволило розширити асортимент і збільшити біологічну цінність готової продукції [4].

Пюре з фруктів, ягід та інших рослинних продуктів, таких як хурма [5], глід [6], алича [7], малина та чорниця [8], також знайшло застосування у технологіях виготовлення мармеладу. Однак ці роботи здебільшого обмежуються використанням лише однокомпонентної сировини, що не завжди забезпечує комплексне вирішення завдань підвищення харчової цінності, покращення якості та розширення асортименту продукції.

Окремо варто відзначити використання томатного пюре у кількості 2,5 % та порошку червоних столових буряків у дозуванні 2 %, які слугували природними заміниками синтетичних барвників у

желейному мармеладі [9]. Застосування харчових барвників для покращення зовнішнього вигляду продуктів і приваблення споживачів практикується здавна. Вони поділяються на три основні категорії: натуральні барвники, ідентичні природним (створені шляхом хімічного синтезу) та штучні/синтетичні барвники. У сучасних умовах натуральні барвники привертають дедалі більшу увагу завдяки зміні стилю життя споживачів і зростанню їхньої екологічної свідомості.

Запропоновано застосування журавлини як натурального барвника, консерванту та джерела біологічно активних речовин і корисних харчових компонентів у незначних кількостях [10]. Також відомо про використання екстрактів ягід із високим вмістом антоціанів, зокрема полуниці, малини та чорної смородини, у виробництві мармеладів і джемів [11].

Сьогодні набуває популярності концепція суперфруктів, яка акцентує увагу на продуктах із високим вмістом фітохімічних сполук, одночасно враховуючи доступність цих продуктів для населення та заохочуючи споживання локальної сировини [12]. У цьому контексті дослідження, спрямовані на використання місцевих ресурсів, залишаються надзвичайно актуальними. Наприклад, айва, як сезонний фрукт застосовується для виготовлення мармеладу, желе та вина завдяки високому вмісту пектинів і лігніну [13]. Інші дослідження показують, що додавання сливового пюре у кількості 40–60 % до рецептури мармеладу сприяє збагаченню продукту вітамінами, мінералами, харчовими волокнами та фенольними сполуками [14].

Формування драгледоподібної структури є ключовим показником якості мармеладної продукції. Найчастіше для цього використовують пектин, агар і желатин, а також менш поширені драгледутворювачі, включаючи ті, що отримані шляхом мікробного синтезу. Наприклад, дослідження показали, як різні гелеутворювачі та технології концентрування гранатового соку впливають на створення драглю [15]. Продукти переробки фруктів і ягід є перспективними інгредієнтами, здатними покращувати структуру мармеладів [16]. Зокрема, побічні продукти харчового виробництва, які утворюються у процесі консервування овочів і фруктів (14,8 %), можуть бути джерелом функціональних компонентів [16]. Наприклад, волокна з бурякових відходів не лише покращують структуру, а й збагачують продукцію корисними речовинами [17].

Застосування овочів, фруктів, ягід та продуктів їх переробки є перспективним напрямом для створення функціональних продуктів завдяки їх властивостям: натурального барвника, ароматизатора, структуроутворювача та джерела корисних речовин. Проте через

відсутність системного підходу, проблема комплексного використання такої сировини залишається остаточно не вирішеною.

Перспективним рішенням є створення багатокомпонентних овочево-фруктових паст, що забезпечують високий вміст пектину та відмінні сенсорні показники завдяки комбінації різних інгредієнтів. Серед потенційної сировини, яка вже демонструє ефективність у харчових технологіях, можна виокремити: гарбуз, незрілі яблука та кизил. Гарбуз, що є важливим джерелом біоактивних речовин, таких як калій, вітаміни В, С, Е, каротиноїди, клітковина. Гарбуз також має низьку калорійність і широко використовується в багатьох країнах світу. Його додавання до паст дозволяє задовольнити попит на здорову їжу з функціональними перевагами. Незрілі яблука, які часто втрачаються через естетичні недоліки чи логістичні проблеми. Вони багаті на пектин, який є природним структуроутворювачем, що робить їх ефективним інгредієнтом для виробництва паст і мармеладів. Використання незрілих яблук також сприяє зменшенню харчових відходів і ефективному використанню ресурсів [16]. Кизил, плоди якого містять значну кількість вітаміну С, антоціанів, фенольних сполук, пектину та інших біоактивних речовин. Він має високу харчову, дієтичну та лікувальну цінність і широко використовується для виробництва мармеладу, джемів, паст, желе та інших продуктів.

Комбінація зазначених інгредієнтів для створення овочево-фруктової пасти відкриває можливості вирішення кількох завдань: забезпечення стабільної структури виробів, отримання високих органолептичних показників без штучних барвників, збагачення хімічного складу, зменшення витрат на виробництво і скорочення харчових відходів. У результаті це сприяє зниженню вартості продукції та підвищенню ефективності використання ресурсів.

Метою даного дослідження є створення технології виробництва мармеладу з використанням трьохкомпонентної овочево-фруктової пасти, до складу якої входять гарбуз, яблука та кизил.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підбрано рецептурно співвідношення сировини (яблуко – 35 %; гарбуз – 50 %; кизил – 15 %) як основу для створення пастильно-мармеладних виробів. Дослідженнями виявлено сенсорні характеристики, це гармонійний смак кизилу та гарбуза з яблуком та рубіновий колір, а також високі показники в'язкості незруйнованої структури 280 Па·с.

Вивчено реологічне поведіння зразка розробленої пасти при режимах подібних обробці в безперерйному випарному апараті роторного типу. Встановлено зміну в'язкості пюре (14...15 % СР) та пасти (29...30 % СР) в інтервалі температури від 20 до 70 °С. Швидкість

обертання валу ротора випарника дорівнювала швидкості обертання циліндру ротaційного віскозиметра на рівні $2,7 \text{ c}^{-1}$.

Установлена тенденція до зменшення в'язкості при підвищенні температури дослідних зразків (рис. 1).

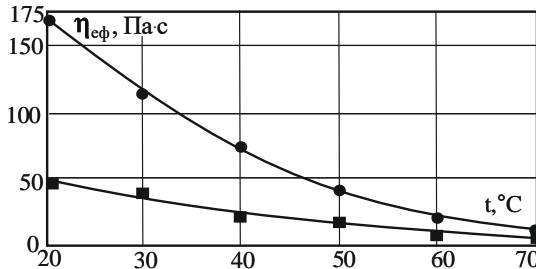


Рис. 1. Динамічна в'язкість від зміни температури (швидкість зсуву $2,7 \text{ c}^{-1}$: — пюре (11 % СР); — паста (30 % СР))

Показник динамічної в'язкості обраного зразка 2 при уварюванні до 30 % СР (170 Па·с) збільшується в 3,5 раз за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Основний режим стаціонарної роботи роторного апарата має наступні параметри: температура обробки $55 \dots 65 \text{ }^\circ\text{C}$; частота обертів валу $2,7 \text{ c}^{-1}$ при цьому ефективна в'язкість знаходиться в інтервалі від $5 \dots 35 \text{ Па}\cdot\text{с}$. При такому низькотемпературному короткочасному режимі концентрування виготовлена паста буде відрізнятися підвищеними показниками якості. Для підтвердження цього твердження проведено аналіз хімічного складу овочево-фруктової пасти (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад овочево-фруктової пасти $\sigma=3 \%$, $n=5$

Показник	Одиниця виміру	Овочево-фруктова паста
Сухі речовини	%	30,00
Пектинові речовини	г	3,89
Вітамін А, РЕ	Мкг	316,88
β-каротин	Мг	1,89
Вітамін С	Мг	21,13
Вітамін Е	Мг	0,75
Калій, К	мг	1405,75
Кальцій, Са	мг	67,00

Магній, Mg	мг	35,15
Натрій, Na	мг	39,75
Фосфор, P	мг	53,63

Отримані дані показують значний вміст фізіологічно функціональних інгредієнтів у пасті на основі гарбуза, яблука та кизилу. Паста вміщує велику кількість пектинових речовин, що значною мірою сприяє структуроутворенню. Також паста має високий вміст вітаміну С, характеризується наявністю вітамінів А, Е та β-каротину. Отримана овочево-фруктова паста за наведеним вмістом (табл. 1) є функціональним напівфабрикатом та може бути використана як збагачувальна основа для виробництва різних харчових продуктів, наприклад мармеладу.

На основі пробних приготувань та зроблених припущень, готували контрольний та дослідний (з повною заміною яблучного пюре на овочево-фруктову пасту без барвників та есенції) зразки мармеладу. Контрольним зразком був мармелад «Яблучний формовий». Овочево-фруктову пасту уварювали з цукром, лактатом натрію та патокою. Уварювання здійснювали у удосконаленому вакуум-випарному апараті зі збільшеною поверхнею обігріву (рис. 3). Апарат відрізняється від традиційного випарного апарату зменшенням питомих витрат теплоти на 40 % [18].

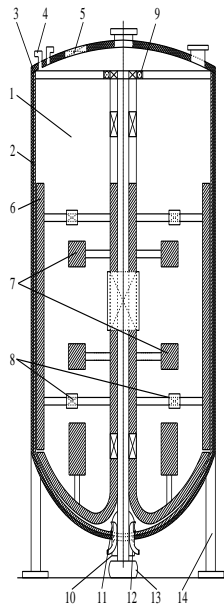


Рис. 2. Схема вакуум-випарного апарата зі збільшеною поверхнею теплообміну: 1 – ємність; 2 – гнучкий плівковий електронагрівач (ГПРЕНВТ); 3 – кришка; 4 – контрольно-запобіжна арматура; 5 – люк; 6 – мішалка; 7 – розділювачі потоку (6 шт.); 8 – підпружинені ребра; 9 – контактна платформа живлення ГПРЕНВТ; 10 – розвантажувальний автоматичний пристрій; 11 – засувка; 12 – напрямні для відведення продукту; 13 – електропривід; 14 – стійки

Вивчено структурно-механічні характеристики мармеладної маси при температурі, що перевищує її драглеутворення $80...82\text{ }^{\circ}\text{C}$. В'язкість дослідного зразка на початку прикладеного зусилля здвигу $164\text{ Па}\cdot\text{с}$, контролю $132\text{ Па}\cdot\text{с}$ (рис. 3). Отримані дані свідчать про зміцнення структури розробленого мармеладу на 24% . Зростання в'язкості пояснюється більшим вмістом пектинових речовин в овочево-фруктової пасті, що є позитивним для формування структури мармеладної маси.

Контрольний зразок за показниками смаку, запаху та кольору оцінено як добрий, з можливістю покращення. За цими ж показниками встановлено, що дослідний зразок отримав кращу оцінку та характеризується більш привабливим кольором, смаком та запахом.

Використання овочево-фруктової пасти дозволяє надати привабливого рубінового кольору за рахунок забарвлюючих речовин кизилю. Консистенція дослідного зразку дещо нижча порівняно з контрольним, оскільки вона була охарактеризована як «дещо затянута». За показниками форми та поверхні усі зразки були оцінені на відмінно, оскільки вона була правильною, з чітким контуром, а поверхня еластична і рівномірно обсипана цукром.

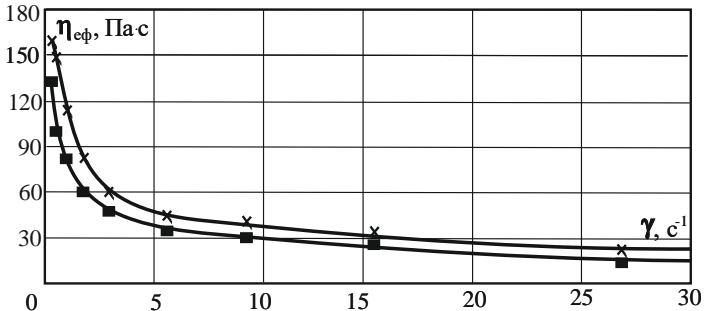


Рис. 3. Залежність маси мармеладної від змінення швидкості зсуву (80 °C): ■ – контрольний зразок; x – дослідна мармеладна маса

Визначено фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості фруктового мармеладу (табл. 2).

Таблиця 2

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості фруктового мармеладу $\sigma=3\%$, $n=5$

Показник	Мармелад «Яблучний формовий» (контрольний зразок)	Мармелад на основі овочево-фруктової пасти (дослідний зразок)
Масова частка сухих речовин, %	79,0	79,3
Титрована кислотність, град	11,0	11,8
Масова частка редукуючих речовин, %	22,0	22,5
Міцність, кПа	5,5	6,34

Масова частка сухих речовин зразків мармеладу, як контрольного, так і дослідного знаходиться в межах 79,0...79,3±1,5, та відповідає показникам якості для цих виробів згідно до вимог нормативної документації. Незначні зміни значень пояснюються межами похибки. Цей показник для мармеладу постійно контролюється під час уварювання і залежить від її тривалості, що проводиться до певного вмісту СР.

Згідно до вимог ДСТУ 4333:2018 для мармеладу фруктового формового кислотність повинна становити 6,0...17,9 град. Кислотність контрольного зразку становить 11 град, а у дослідного збільшується на 7,3 % через присутність дещо більшої кількості кислот порівняно з яблучною пастою.

За вмістом редуруючих речовин як контрольний, так і дослідний зразок мармеладу відповідають вимогам нормативної документації в знаходяться в діапазоні 22,0...22,5±0,5.

Показник міцності для мармеладу серед всіх структурно-механічних характеристик є одним із найважливіших, оскільки свідчить про процес формування структури. Показник міцності дослідного мармеладу становить 6,34 кПа та є більшим на 15,3 % порівняно з контрольним зразком, що свідчить про формування більш міцної структури виробу.

Овочево-фруктова сировина обрана для створення пасти (гарбуз, незрілі яблука, кизил) характеризується багатим хімічним складом. Тож для визначення функціональних властивостей фруктового мармеладу розраховували хімічний склад контрольного та дослідного зразків (табл. 3).

Таблиця 3

Хімічний склад контрольного та дослідного зразків мармеладу
 $\sigma=3 \%$, $n=5$

Показник	Одиниця виміру	Добов а потреб а	Мармелад (контрольний зразок)	Мармелад (дослідний зразок)
Некрохмальні полісахариди	г	20	1,1	2,11
Вітамін А, РЕ	мкг	900	–	151,81
β-каротин	мг	5	–	1,0
Вітамін С	мг	90	1,57	3,81
Вітамін Е	мг	15	0,197	0,406

Калій, К	мг	2500	122,05	762,19
Кальцій, Ca	мг	1000	11,83	36,33
Магній, Mg	мг	400	6,89	19,05
Натрій, Na	мг	1300	0,98	21,55
Фосфор, P	мг	800	16,7	29,08
Залізо, Fe	мг	18	1,28	0,22

Наведені дані підтверджують збільшення вмісту фізіологічно функціональних інгредієнтів у мармеладі, виготовленому на основі овочево-фруктової пасти. Так, вміст пектинових речовин та вітаміну С збільшується майже у два рази. Новий мармелад характеризується наявністю вітамінів А, С, Е та β-каротину. Крім того, суттєво збільшується кількість макро- і мікроелементів порівняно з контрольним зразком. За вмістом пектинових речовин, вітаміну А, β-каротину та калію мармелад на основі овочево-фруктової пасти можливо віднести до функціонального, оскільки відсоток забезпечення цих речовин на добу перевищує 10 %.

Висновки. Визначенням структурно-механічних та якісних показників обґрунтовано рецептурний склад розробленої овочево-фруктової пасти з гарбуза – 50 %, яблук – 35 % та кизилу – 15 %. Завдяки використанню короткотривалого низькотемпературного концентрування паста містить значну кількість функціональних інгредієнтів, що підтверджено вивченням її хімічного складу. Паста має динамічну в'язкість – 280 Па·с, високий вміст некрохмальних полісахаридів – 3,89±0,11 г, вітаміну С – 1,89±0,05 мг, β-каротину 21,13±0,60. Для оптимального ведення процесу концентрування (55...65 °С) встановлена ефективна в'язкість, що знаходиться в інтервалі від 5...35 Па·с.

Удосконалено спосіб виробництва мармеладу на основі пасти з гарбуза, яблук та кизилу відрізняється підвищеною якістю. Мармеладна маса за температури 80...82 °С перед драглетуванням має на 24 % більший показник в'язкості порівняно з контролем. Розроблений мармелад має приємний рубіновий колір та затяжну консистенцію. Вміст пектинових речовин та вітаміну С збільшується майже у два рази. Новий мармелад характеризується наявністю вітамінів А, С, Е та β-каротину. Суттєво збільшується кількість макро- і мікроелементів порівняно з контрольним зразком. За вмістом пектинових речовин, вітаміну А, β-каротину та калію мармелад на основі овочево-фруктової

пасти можливо віднести до функціонального, оскільки відсоток забезпечення цих речовин на добу перевищує 10 %.

Список джерел інформації / References

1. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., Yukhno, V. (2022). Improvement of turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11(120)), 51–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>

2. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Shmatchenko, N., Zagorulko, A., & Zahorulko, A. (2021). Improving the marmalade technology by adding a multicomponent fruit-and-berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11(114)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245986>

3. M. R. Abdrashitova A. R. Abushaeva M. K. Sadigova. Influence of structure-forming recipe ingredients on the quality of pumpkin marmalade. May 2024. *Innovations and Food Safety*. DOI: 10.31677/2311-0651-2024-43-1-29-45

4. Slashcheva Alina, Gnitsevych Victoriya, Bodnaruk Olga, Moroz V. (2022). Development of functional marmelad technology based on pumpkin mash and lightened current whey. *Обладнання та технології харчових виробництв*, 44 (1). pp. 5-13. <http://elibrary.donnuet.edu.ua/2564/>

5. Филь М.И., Михайлюк А.Я. Инновационный подход в технологии фруктового мармелада // *Научный вестник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького*. 2017. №75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-podhod-v-tehnologii-fruktovo-go-marmelada>

Fil M.I., Mikhaiyuk A.Ya. Innovatsionnii podkhod v tekhnologii fruktovo-go marmelada // *Naukovii visnik Lvivskogo natsionalnogo universitetu veterinarnoi meditsini ta biotekhnologii imeni S.Z. Izhitskogo*. 2017. №75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-podhod-v-tehnologii-fruktovo-go-marmelada>

6. Elsevar Babaoglu Farzaliev, Salih Ökten, Production and characterization of fruit jam with activated pectin using wild hawthorn puree (*Crataegus monogyna* Jacq.), *Natural Product Research*, 2023, ISSN 1478-6419, <https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2283760>.

7. Temilade Akinlolu-Ojo, Esther E. Nwanna, Adebajo A. Badejo, Physicochemical constituents and anti-oxidative properties of ripening hog plum (*Spondias Mombin*) fruits and the quality attributes of jam produced from the fruits, *Measurement: Food*, Volume 7, 2022, 100037, ISSN 2772-2759, <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100037>.

8. С. Г. Панасюк, М.В. Мисковець. Інноваційна технологія виробництва діабетичного желеино-фруктового мармеладу. *March 2023. Товарознавчий вісник* 1(16):73-84. DOI: 10.36910/6775-2310-5283-2023-17-6

S. G. Panasyuk, M.V. Miskovets. Innovatsiina tekhnologiya virobnitstva diabetichnogo zheleino-fruktovo-go marmeladu. *March 2023. Товарознавчий вісник* 1(16):73-84. DOI: 10.36910/6775-2310-5283-2023-17-6

9. Мельник, О. Ю., & Ярмош, Т. А. (2023). Розроблення желейного мармеладу з використанням овочевої сировини. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, 2(52), 44-49. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.7>

Melnik, O. Yu., & Yarmosh, T. A. (2023). Rozroblennya zheleynogo marmeladu z vikoristannyam ovochevoї sirovini. Visnik Sumskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya: Mekhanizatsiya ta avtomatizatsiya virobnychikh protsesiv, 2(52), 44-49. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.7>

10. Alekseenko, E & Chernykh, V & Bakumenko, O. (2021). Shaped jelly marmalade with cranberry concentrate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 640. 052007. 10.1088/1755-1315/640/5/052007.

11. Agnieszka Krzyszczyk-Turczyn, Marta Grochowicz, Ilona Jonik, Ilona Sadok, Removal of polyphenols from anthocyanin-rich extracts using 4-vinylpyridine crosslinked copolymers, Food Chemistry, Volume 463, Part 2, 2025, 141312, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141312>.

12. Giovanna Nascimento de Mello e Silva, Edson Silvio Batista Rodrigues, Isaac Yves Lopes de Macêdo, Henric Pietro Vicente Gil, Hericles Mesquita Campos, Paulo César Ghedini, Lidya Cardozo da Silva, Erica Aparecida Batista, Giovanna Lopes de Araújo, Boniek Gontijo Vaz, Tânia Aparecida Pinto de Castro Ferreira, Renê Oliveira do Couto, Eric de Souza Gil, Blackberry jam fruit (*Randia formosa* (Jacq.) K. Schum): An Amazon superfruit with in vitro neuroprotective properties, Food Bioscience, Volume 50, Part A, 2022, 102084, ISSN 2212-4292, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102084>.

13. M. Carmen Codina, Emilio J. González, Ana Molina, Manuel Carmona, M. Isabel Berruga, Bio-based films from quince by-products: A sustainable alternative for biodegradable food packaging, Food Hydrocolloids, Volume 157, 2024, 110395, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110395>.

14. Toktam Mohammadi-Moghaddam, Ali Firoozzare, Investigating the effect of sensory properties of black plum peel marmalade on consumers acceptance by Discriminant Analysis, Food Chemistry: X, Volume 11, 2021, 100126, <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100126>.

15. Salvatore Velotto, Rosa Palmeri, Vincenzo Alfeo, Ignazio M. Gugino, Biagio Fallico, Giovanni Spagna, Aldo Todaro, The effect of different technologies in Pomegranate jam preparation on the phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity, Food Bioscience, Volume 53, 2023, 102525/<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102525>.

16. Luna Barrera-Chamorro, África Fernandez-Prior, Fernando Rivero-Pino, Sergio Montserrat-de la Paz, A comprehensive review on the functionality and biological relevance of pectin and the use in the food industry, Carbohydrate Polymers, 2024, 122794, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122794>.

17. Самохвалова, О. В., Касабова, К. Р., & Олійник, С. Г. (2014). The influence of the enriching additives on the dough structure formation and baked muffins. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(10(67)), 32–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.20024>

18. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Fedak, N., Sabadash, S., Kazakov, D., & Kolodnenko, V. (2019). Improving a vacuum-evaporator with enlarged heat exchange

surface for making fruit and vegetable semi-finished products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(11(102), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178764>

Загорулько Олексій Євгенович, канд. техн. наук, доц., кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, panamari73@gmail.com.

Zagorulko Aleksey, PhD, Associate Professor, Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, panamari73@gmail.com.

Касабова Катерина Рубенівна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологія хлібопродуктів і кондитерських виробів Державного біотехнологічного університету, Kasabova_kateryna@dbtu.edu.ua

Kasabova Kateryna, PhD, Associate Professor, Department of bakery and confectionery technology, State Biotechnological University, Kasabova_kateryna@dbtu.edu.ua.

Загорулько Андрій Миколайович, канд. техн. наук, доц., кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, zagorulko.andrey.nikolaevich@gmail.com.

Zahorulko Andrii, PhD, Associate Professor, Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, zagorulko.andrey.nikolaevich@gmail.com.

Черевко Олександр Іванович, д-р техн. наук, проф., радник ректора Державного біотехнологічного університету, cherevko_O@hduht.edu.ua.

Cherevko Oleksander, Doctor of Technical Sciences, Professor Radnik of the rector of DBTU, cherevko_O@hduht.edu.ua.

Громов Олексій Євгенович, асп., кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, Gromov_92@gmail.com.

Gromov Aleksey, PhD student in specialty 133 "Industrial engineering", Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production, Gromov_92@gmail.com.

DOI 10.5281/zenodo.14678245