

Удосконалення технології мармеладу з додаванням багатокomпонентної плодово-ягідної пасти

О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, Н. В. Шматченко, О. Є. Загорулько, А. М. Загорулько

Обґрунтовано необхідність оптимізації харчової цінності мармеладу шляхом використання у його складі фізіологічно функціональних інгредієнтів, що містять вітаміни, харчові волокна, мінеральні та інші корисні речовини. Запропоновано використання багатокomпонентної плодово-ягідної пасти з яблук, айви, чорної смородини, яка отримана за удосконаленим способом. Спосіб відрізняється швидким зневодненням (30...45 с, при 50 °С) купажованої пасти у роторному апараті до 28...30 % сухих речовин. Дослідженням залежностей ефективної в'язкості композицій паст від швидкості зсуву, встановлено, що найкращі показники має паста: яблуко – 40 %; айва – 50 %; чорна смородина – 10 %.

Експериментально доведено, що раціональна кількість додавання плодово-ягідної пасти складає 30 % при зменшенні агару на 30 %. Це дозволяє отримати желеино-фруктовий мармелад на агарі з масовою часткою вологи 18 %, загальною кислотністю 10 град та масовою часткою редукувальних речовин не більше 28 %. Вироби мають кисло-солодкий смак, з приємним присмаком та запахом чорної смородини, насичений фіолетовий колір, драгледоподібну форму не затяжної консистенції. Міцність нових зразків мармеладу зі зменшенням кількості агару складає 18,9 кПа як і у контролю.

Удосконалена технологія дозволяє розширити асортимент «здорових продуктів», що досягається шляхом часткової заміни сировини на плодово-ягідну пасту, яка містить значну кількість фізіологічно функціональних компонентів.

Це дозволяє підвищити харчову цінність мармеладу та знизити рецептурну кількість агару, який має велику вартість, на 30 %

Крім того, щадні режими концентрування дозволяють покращити процес виготовлення пасти.

Ключові слова: мармелад желеино-фруктовий, плодово-ягідна паста, структурно-механічні властивості, фізіологічно функціональні інгредієнти, показники якості, драглетворення.

1. Вступ

Актуальною тенденцією у розвинених країнах світу є формування системи здорового харчування, що обумовлює необхідність створення сучасних кондитерських виробів з підвищеним вмістом корисних нутрієнтів, зниженим вмістом цукру та високими показниками якості. Створення такого асортименту кондитерської продукції дозволить змістити акцент з групи «ризик» до групи функціональних виробів для здорового харчування. Це підтверджує доцільність розробки технологій виробництва кондитерської продукції з внесенням до їх

складу рослинної сировини. Що, як наслідок, сприятиме підвищенню його харчової цінності та не впливатиме на зміну якісних характеристик виробів.

Щоденне споживання фруктів і ягід у раціонах харчування є дієвим шляхом покращення харчового статусу людини, оскільки організм забезпечується харчовими волокнами, вітамінами, мінеральними речовинами, поліфенолами, іншими есенціальними компонентами.

Коригування хімічного складу виробів у бік збільшення корисними речовинами, має сприятливий вплив на всі системи організму людини. Обмежувальним чинником свіжих фруктів і ягід є сезонність виробництва та нетривалий термін зберігання. Тому найчастіше фрукти і ягоди вживаються не у натуральному вигляді, а у переробленому (замороженому, сушеному, термічно обробленому тощо) вигляді [1, 2]. Така обробка призводить до зменшення поживної цінності продуктів, втрати первинного смаку і аромату. Тож використання низькотемпературної обробки сприяє збереженню природних властивостей ягід і фруктів.

Під час виробництва пастило-мармеладних виробів, зокрема мармеладу, за традиційною технологією, використовуються драглеутворювачі та велика кількість цукру [3]. При цьому продукція має невисокий вміст вітамінів, мікро-, макроелементів, а також містить синтетичні смако-ароматичні інгредієнти [4]. Для підвищення харчової цінності виробів до рецептури додають фруктово-ягідну сировину (пюре, підварки, припаси, соки тощо). Проте, недоліком є застосування тривалої термічної обробки за високих температур, що сприяє також втраті корисних речовин.

Отже, розробка технології виробництва желейно-фруктового мармеладу, збагаченого фізіологічно функціональними інгредієнтами, є актуальним і своєчасним. Це можливо реалізувати шляхом застосування сировини та напівфабрикатів, які обробляються за щадних температурних умов.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Сучасні зміни у структурі харчування обумовили необхідність виробництва кондитерських виробів на основі фруктової сировини, зокрема, пастильно-мармеладної групи. Сучасні зміни у структурі харчування обумовили необхідність виробництва кондитерських виробів на основі фруктової сировини, зокрема, пастильно-мармеладної групи, зефіру [5] та пастили [6]. Проте, ці дослідження були обмежені показниками одноманітною сировиною для виготовлення паст. Крім того, потребує розширення асортимент готової продукції пастильно-мармеладної групи шляхом удосконалення технології мармеладу, пату, тощо.

Наразі важливим напрямом створення продуктів підвищеної харчової цінності є використання різноманітних добавок на основі природної рослинної сировини: фруктової та плодово-ягідної, овочевої, а також фруктово-овочевої.

З метою підвищення вмісту фізіологічно функціональних інгредієнтів та надання привабливих сенсорних характеристик мармеладу застосовують різноманітні види локальної рослинної сировини. Так, використання чорної сливи у технології мармеладу забезпечує гарні органолептичні показники якості [7]. Проте, залишилися не визначеними питання, щодо покращення структурно-механічних властивостей отриманої мармеладної маси. Авторами [8] запропо-

новано використання шроту шипшини, отриманого після вилучення цінної олії шляхом CO₂-екстракції в технології мармеладу. Недоліком такого способу є не високі органолептичні показники якості продукції та її значна собівартість. Застосовуються у технологіях мармеладних виробів різноманітні види цитрусових плодів, серед яких апельсин, помаранч, лайм, мандарин, лимон, тощо. Цитрусові мають високу харчову цінність, проте відмінності їх біохімічних та морфологічних характеристик обмежує їх використання у технологіях виробів з драглеподібною структурою через відсутність додаткових досліджень [9]. Авторами [10] запропоновано використання плодів рамбутану під час виробництва мармеладів, джемів, желе, фруктових консервів, соків. Нещодавно харчова промисловість звернула увагу на фрукти опунції [11], які є джерелом фітохімічних речовин, таких як поліфеноли, вітаміни, полісахариди. Мармелад з цієї сировини є джерелом харчових волокон, які сприяють нормалізації дії кишечника та містить сполуки, що проявляють антиоксидантні, протиракові, антиатеросклеротичні та гепатопротекторні властивості. В той же час, ці вироби мають обмежений обсяг виробництва та розповсюдження через локальність вирощування зазначеної сировини. Поряд з цим, використання місцевої рослинної сировини для збагачення виробів корисними нутрієнтами без застосування синтетичних смако-ароматичних добавок має безперечні переваги. Так, запропоновано використання пюре з обліпихи [12] та червоної смородини як натуральних барвників [13] для виготовлення мармеладу для покращення хімічного складу, органолептичних та фізико-хімічних показників готових виробів.

Важливими аспектами застосування фруктово-ягідної сировини є показники безпечності вихідної рослинної [14] та інноваційного обладнання для її переробки [15].

Чималий інтерес викликає використання овочевої сировини під час розробки технології мармеладу. Це обумовлено наявністю низки корисних для здоров'я речовин, що містяться в ній, та стабільністю кольору готових виробів, який забезпечують наявні поліфенольні сполуки [16]. Авторами [17] запропоновано використання чорної моркви, інтерес до якої пояснюється стабільністю кольору мармеладу за рахунок високого вмісту антоціанів та інших біологічно активних сполук. Застосування томатних вичавків [18] у технології цукрових кондитерських виробів дозволяє отримати високі показники реологічних характеристик мармеладної маси. З метою отримання функціонального продукту запропоновано використання червоного буряку [19]. Його біологічно активні сполуки, зокрема поліфеноли, флавоноїди і бетанін, добре зберігаються під час обробки мармеладної маси та характеризуються більш високим рівнем біодоступності. Але залишаються невизначеними питання щодо смаку та цукровмісту мармеладних виробів, обумовлюючи потребу в розширенні асортименту використовуваної сировини у бік застосування фруктової.

У роботі [20] обґрунтовано технологію мармеладу желеино-фруктового з застосуванням продуктів переробки з буряка, журавлини, обліпихи з метою підвищення біологічної цінності. Визначено їх оптимальну кількість в рецептурі мармеладу: 100 % журавлинного і 48 % обліпихового пюре до загальної маси желатину і бурякового соку. Однак, в умовах промислового виробництва отри-

мання таких напівфабрикатів потребує додаткового обладнання, що ускладнює технологію цільового продукту.

Авторами [21] для розширення асортименту та підвищення харчової цінності мармеладу використовуються плодово-овочеві кріодобавки (кріопасти та кріопорошки з фруктової та овочевої сировини). Проте, застосування цих добавок є обмеженим через складність та високу вартість їх отримання.

Авторами [22] розроблено спосіб виробництва фруктово-ягідного мармеладу з додаванням ламінарії у кількості 5 %, що дозволяє поліпшити його якість та оновити асортимент. Варто відзначити технологію функціонального мармеладу, для реалізації якої використовують препарати харчових волокон із яблук, бамбуку та пшениці [23]. Використання лише ізольованих харчових волокон не дозволяє комплексно вирішити завдання збагачення виробів есенціальними речовинами.

Поряд зі збагаченням хімічного складу корисними нутрієнтами, важливим є забезпечення стабільності структурно-механічних властивостей виробів. Відомо, що як структуроутворювачі у рецептурах мармеладу поряд із природними полісахаридами фруктової сировини, використовують широкий спектр драглеутворювачів. Так, застосування різних концентрацій желатину [24] дозволяє отримати мармелад із різними структурними та реологічними властивостями для розширення асортименту виробів. Застосування пектину [25] у якості драглеутворювача має безперечні переваги для підвищення харчової цінності. Проте, виникають певні технологічні труднощі пов'язані з драглеутворенням желейних мас, які залежать від кількості в рецептурі цукру, пектину та кислоти. Прагнення до збільшення міцності пектинової сітки призводить до отримання виробів більш міцних, що погіршує їх органолептичні показники якості.

В технології мармеладу желейно-фруктового використовують комбінацію драглеутворювачів, яка складається з агару, к-каррагінану, Н- та L-пектину [26]. Це дозволяє забезпечити покращення реологічних характеристик виробів та понизити цукровміст продукції [27]. Інтерес викликає використання у технології желейних виробів мікробних полісахаридів таких, як ксампан, поліміксан, гелан [28]. Їх застосування надає змогу отримати продукцію зі зменшеною витратою драглеутворювачів, зі стабільними структурно-механічними характеристиками, а також забезпечити більш тривале її зберігання [29]. Оскільки, саме драглеутворювачі мають високу вартість, що впливає на собівартість продукції, як наслідок, призводить до зменшення її асортименту та якості. За рахунок використання плодово-ягідної сировини, яка містить значну кількість пектинових речовин, можливо покращити як харчову цінність, так і технологічні властивості виробів, а також знизити їх собівартість.

Саме драглеутворювачі мають високу вартість, що впливає на собівартість продукції, як наслідок, призводить до зменшення її асортименту та якості. За рахунок використання плодово-ягідної сировини, яка містить значну кількість пектинових речовин, можливо покращити як харчову цінність, так і технологічні властивості виробів, а також знизити їх собівартість.

До основних видів сировини, які використовують під час виробництва мармеладу відноситься цукор, який приймає участь, з одного боку, у формуванні

смаку, а з іншого впливає на текстуру виробів [30]. Поряд з цим, встановлено взаємозв'язок між споживанням цукру та солодоців із високим глікемічним індексом і ризиком виникнення, так званих «захворювань цивілізації» [31].

Тож зміна рецептурного складу виробів шляхом часткової або повної заміни цукру є однією з стратегій значної кількості досліджень. Поступове зниження вмісту цукру в рецептурах привело до появи інтересу до низькокалорійних продуктів харчування. В асортименті мармеладних виробів останнім часом з'явилася продукція на основі різноманітних підсолоджувачів [32].

У роботі [33] запропоновано спосіб виготовлення желеино-фруктового мармеладу на агарі та фруктозі із використанням соку обліпихи, який формують шляхом «шприцевання» у бар'єрну плівку. Авторами встановлено зниження пластичної міцності та ефективної в'язкості виробів. Вироби мають приємні органолептичні показники якості та підвищений вміст мінеральних речовин і вітамінів. При цьому залишаються остаточно не вирішеними питання щодо формування належної структури виробів та стабільності їх сенсорних та реологічних властивостей під час зберігання.

Отже, можливо констатувати, що мармелад є одним із найбільш споживаних і доступних кондитерських виробів. Переважна більшість асортименту желеино мармеладу, який представлено на ринку, характеризується низьким вмістом корисних речовин. Тож необхідність коригування харчової цінності мармеладу є нагальною проблемою. Підвищити біологічну цінність мармеладу можливо шляхом використання у його складі фізіологічно функціональних інгредієнтів, що містять вітаміни, харчові волокна, мінеральні та інші корисні речовини. Джерелом цих речовин може бути багатокомпонентна плодово-ягідна паста з яблук, айви, чорної смородини, яка отримана шляхом концентрування за щадних температурних режимів. Застосування низької температури обробки під час концентрування дозволяє зберегти всі корисні речовини вихідної сировини.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є удосконалення технології мармеладу підвищеної харчової цінності завдяки внесенню багатокомпонентної плодово-ягідної пасти. Це надасть можливість розширення асортименту рослинних добавок, які є джерелом фізіологічно функціональних інгредієнтів та мармеладу підвищеної харчової цінності.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- визначити функціонально-технологічні властивості багатокомпонентної плодово-ягідної пасти з яблук, айви та чорної смородини;
- встановити органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості мармеладу з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти.

4. Матеріали та методи досліджень

Основною сировиною для виготовлення багатокомпонентної плодово-ягідної пасти було обрано яблука (сорту Антонівка), айву (сорту Мускатна), чорну смородину (сорту Софіївська). Дані сорти відрізняються високим вмістом

пектинових речовин. Визначено структурно-механічні властивості пюре з яблук, айви та чорної смородини, їх купажів паст з різним відсотковим вмістом сировини та отриманого мармеладу з додаванням купажів плодово-ягідних паст. Структурно-механічні властивості дослідних зразків визначали на ротацийному віскозиметрі «Реотест-2» (Німеччина). Масову частку сухих речовин у пастах визначали рефрактометричним методом, активну кислотність – електрометричним методом, вміст пектинових речовин – кальцій-пектатним методом, низькомолекулярних фенольних сполук визначали колориметричним методом за ДСТУ 4373:2005.

У якості контрольного зразка було обрано мармелад «Чорна смородина» [34].

Дослідження отриманих органолептичних властивостей дослідних зразків мармеладу здійснювали експертною комісією у складі 5 членів Харківського державного університету харчування та торгівлі (Харків, Україна) за 5-бальною шкалою.

Масову частку вологи у мармеладі визначали рефрактометричним методом, кислотність – титрометричним методом, вміст редуруючих речовин – ферріціанідним методом, граничну напругу зсуву – за допомогою пенетрометра «Labor».

Величина похибки для усіх досліджень становила $\sigma=3...5\%$, число повторюваностей дослідів – $n=5$, вірогідність – $p \geq 0,95$. Для обробки даних використовували пакет програм MS Office, у т. ч. MS Excel (США), а також стандартний програмний пакет MathCad (США).

5. Результати дослідження показників якості плодово-ягідної пасти та мармеладу під час її додавання

5.1. Визначення функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентної плодово-ягідної пасти

Для виготовлення плодово-ягідної пасти використовували різні кількості яблук, айви та чорної смородини. Обґрунтування вибору такої сировини базується на наявності в ній пектинових речовин, що створюватиме драглеутворюючий ефект, сумісності кольорів кожного виду плодів, а також значного вмісту важливих фізіологічно функціональних інгредієнтів.

Композиції плодово-ягідних паст із яблук, айви та чорної смородини виготовлялися за рецептурами наведеними у табл. 1.

Таблиця 1

Вміст компонентів сировини у композиціях плодово-ягідного пюре

Компонентний склад	Композиція		
	1	2	3
Яблуко	50	40	60
Айва	35	50	35
Чорна смородина	15	10	5

Для виготовлення пюре з яблук, айви та чорної смородини, проводили первинну механічну обробку. З метою вилучення механічних забруднень та стабілізування поліфенолів плоди айви видержували у 9...10 % розчині NaCl за те-

температури 20...25 °С протягом 35...40 хв. Одночасно у розчин NaCl для обробки плодів айви додавали 1,0 % лимонної кислоти для інактивації ферментів. Подрібнені яблуко та айву на дробарці по черзі бланшували парою за температури 100...110 °С. Тривалість бланшування яблук – 3 хв., айви – 5 хв. Бланшування чорної смородини проводили водою за температури 85...90 °С протягом 3 хв.

Після попередньої теплової обробки плоди і ягоди протирали до розміру часток 0,3...0,5 мм. Отримані вичавки відправляли на сушіння. Пюре з яблук, айви та чорної смородини купажували відповідно до рецептур наведених в табл. 1.

Купажовані композиції плодово-ягідної сировини концентрували у роторному плівковому апараті до вмісту сухих речовин 28...30 % протягом 30...45 с [6], за умови попереднього підігрівання пюре до 48...50 °С.

Під час створення технологій мармеладних виробів необхідно враховувати та контролювати структурно-механічні характеристики сировини, напівфабрикатів і виготовленої продукції. Тому були проведені дослідження зміни в'язкості паст в інтервалі температур 30...80 °С на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2». В'язкість вихідних композицій з плодово-ягідної сировини визначали за ступенем руйнування структури, яка відповідає швидкості зсувної деформації 3 с⁻¹. Залежності в'язкості плодово-ягідних пюре від температури при швидкості зсуву 3 с⁻¹ представлено на рис. 1.

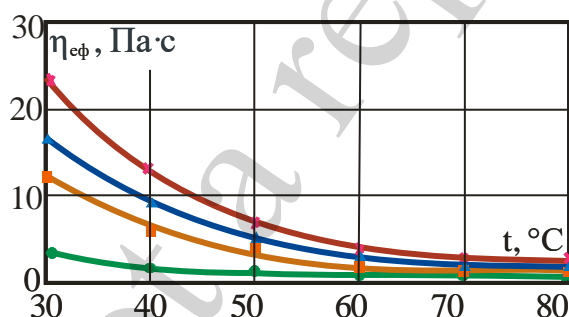


Рис. 1. Залежності в'язкості ($\eta_{\text{эф}}$) плодово-ягідних пюре від температури (t) при швидкості зсуву 3 с⁻¹: ● – контроль (яблучна паста); ■ – композиція 1; × – композиція 2; ▲ – композиція 3

При підвищенні температури, в'язкість всіх зразків пюре в межах від 20 до 70 °С зменшується приблизно в 6 разів та при 70 °С складає 1,5...3,5 Па·с.

Для забезпечення максимального збереження якості вихідної сировини концентрування пюре слід здійснювати під вакуумом 13...15 кПа за температури 60...65 °С у полі дії відцентрових сил зі швидкістю лопатей ротора 3 с⁻¹.

Досліджено залежності ефективної в'язкості композицій плодово-ягідних паст від швидкості зсуву (рис. 2). Отриманий характер кривих свідчить про належність всіх зразків до псевдопластиків, в'язкість яких є властивістю рівноважного стану між процесом руйнування і відновлення. Отримані залежності псевдопластичних рідин описуються рівнянням [35]:

$$\eta_{\text{эф}} = B \cdot \dot{\gamma}^{-m}, \quad (1)$$

де B – ефективна в'язкість при одиничному значенні градієнта швидкості, Па·с;
 γ – швидкість зсуву, с^{-1} ;
 m – темп руйнування структури.

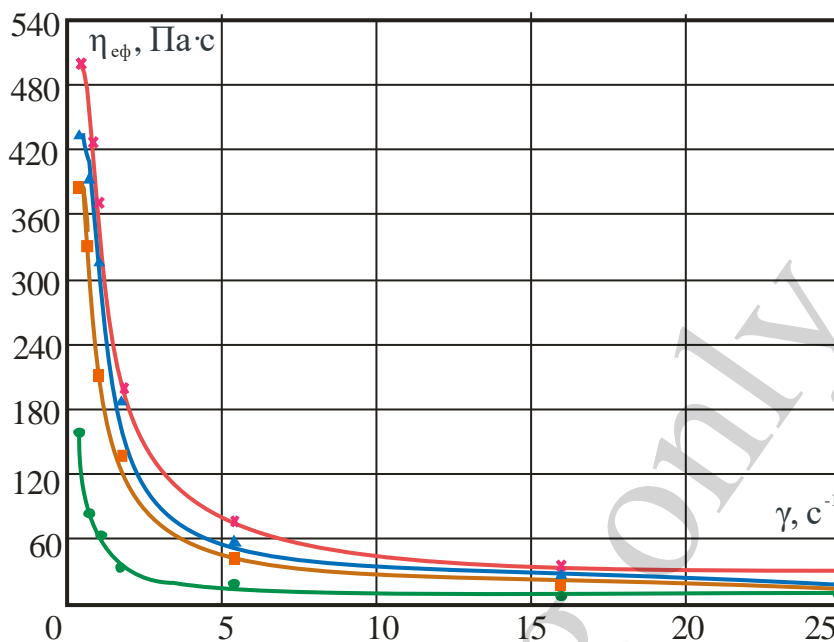


Рис. 2. Залежності в'язкості плодово-ягідних паст від швидкості зсуву при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$: ● – контроль (яблучна паста); ■ – композиція 1; × – композиція 2; ▲ – композиція 3

Максимальне значення ефективної в'язкості $\eta_{\text{еф}}$ (Па·с) досліджених зразків в композицій: 1 – 388; 2 – 549; 3 – 507 і контролю – 160 відповідно. Ці дані свідчать про підвищення показника ефективної в'язкості порівняно з контролем (яблучна паста), що є позитивним для зміцнення отримуваної структури. Для виявлення оптимальної рецептури композиції серед обраних зразків проведено їх органолептичну оцінку (табл. 2).

За встановленими органолептичними показниками композиція 3 відрізняється ледве чутним запахом та смаком чорної смородини, приємним айви, композиція 1 має більш виражений, а 2 – приємний гармонійний смак.

Колір композиції 3 не настільки яскравий, як 1 і 2. Більша частка чорної смородини надає специфічного кисло-солодкого присмаку, а зменшена кількість призводить до погіршення колірної гами пасти. Враховуючи подальше використання пасти в технології мармеладу, найкращі показники має композиція 2 з рецептурним співвідношенням компонентів: яблуко – 40 %; айва – 50 %; чорна смородина – 10 % порівняно з композиціями 1 і 3.

Фізико-хімічні показники якості плодово-ягідних паст (табл. 3). Масова частка сухих речовин усіх композицій складає $30 \pm 1,15\%$, а активна кислотність має майже однакові значення.

У табл. 4 представлено характеристика вмісту фізіологічно функціональних інгредієнтів зразків паст порівняно з контролем.

Таблиця 2

Органолептична оцінка композицій плодово-ягідних паст

Показник	Характеристика		
	Композиція 1	Композиція 2	Композиція 3
Зовнішній вигляд	Однорідна протерта пюреподібна маса без насіння та протертих частинок шкірки		
Смак та запах	Виражений запах та смак чорної смородини, приємний айви, яблуко майже не відчувається	Приємний гармонійний смак айви та чорної смородини, яблуко майже не відчувається	Ледве чутний запах та смак чорної смородини, приємний айви, яблуко майже не відчувається
Колір	Яскравий червоно-фіолетовий	Червоно-фіолетовий	Фіолетовий
Консистенція	Пастоподібна, легко намазується та формується		

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники якості плодово-ягідних паст (на 100 г продукту)

Речовина	Одиниця виміру	Контроль, паста з яблук	Композиція 1	Композиція 2	Композиція 3
Масова частка сухих речовин	%	30±1,15	30±1,15	30±1,15	30±1,15
Активна кислотність	–	3,2±0,15	2,96±0,15	3,05±0,15	3,11±0,15

Таблиця 4

Порівняння вмісту фізіологічно функціональних інгредієнтів паст (на 100 г продукту)

Речовина	Одиниця виміру	Контроль, паста з яблук	Композиція 1	Композиція 2	Композиція 3
Пектинові речовини	%	1,76±0,02	3,28±0,03	3,51±0,03	3,37±0,03
Сума цукрів		8,1±0,20	7,5±0,20	7,9±0,20	7,6±0,20
Органічні кислоти перераховані на яблучну кислоту		0,52±0,01	1,75±0,05	1,68±0,05	1,53±0,05
Аскорбінова кислота	мг/100 г	8,03±0,11	37,3±0,02	36,8±0,02	34,7±0,02
Антоціани		–	232±2,50	226±2,50	215±2,50
Катехіни		68,9±1,55	97,7±2,15	95,7±2,15	94,5±2,15
Дубильні речовини	%	0,05±0,01	0,45±0,01	0,61±0,01	0,37±0,01
β-каротин	мг/100 г	–	0,08±0,02	0,12±0,02	0,07±0,02

Встановлено, що паста композиції 2 порівняно з контрольним зразком, має більший вміст пектинових речовин приблизно у 2 рази, а аскорбінової кислоти у 4,5 рази (табл. 4). За вмістом поліфенольних сполук плодово-ягідна паста (антоціанів, катехинів та дубильних речовин) перевершує яблучну пасту.

Розроблена паста має значну кількість фізіологічно функціональних інгредієнтів та має покращені показники структурно-механічних характеристик, що дозволяє її рекомендувати до використання у желеино-фруктовому мармеладі.

5. 2. Визначення раціональної кількості розробленої багатокомпонентної плодово-ягідної пасти у технології мармеладу

За контрольний зразок було обрано мармелад желеино-фруктовий «Чорна смородина» [34]. Рецептний склад даного мармеладу передбачає внесення ягідної частини – чорно-смородинового припасу та в якості структуроутворювача – агару. Можемо припустити зменшення рецептурної кількості агару за рахунок вмісту у багатокомпонентній пасті не тільки чорної смородини, а й таких фруктових компонентів, як айва та яблука. Дані фрукти містять значну кількість пектинових речовин, що є загальновідомим фактом.

В експериментальних дослідженнях запропоновано замінити чорно-смородиновий припас на багатокомпонентну плодово-ягідну пасту в кількості 10 %, 20 %, 30 % або 40 % від загальної маси. Пасту вносили до готового цукрово-патоково-агарового сиропу та уварювали суміш до вмісту сухих речовин 82,0 %.

Для визначення раціональної кількості багатокомпонентної пасти у технології мармеладу було досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники (табл. 5) і міцність зразків за граничною напругою зсуву (рис. 3).

Таблиця 5

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості зразків мармеладу з плодово-ягідною пастою

Показник	Характеристика показників (% пасти від загальної маси системи)				
	Контроль (мармелад «Чорна смородина»)	10	20	30	40
Смак та запах	Властиві даному виробу, без стороннього присмаку і запаху	Властивий даному виробу, з ледь відчутним присмаком та запахом чорної смородини	Властивий даному виробу, кисло-солодкий, з приємним присмаком та запахом чорної смородини		Кислий, з ярко вираженим присмаком та запахом яблук і чорної смородини
Колір	Темно-фіолетовий	Світло-фіолетовий	Фіолетовий	Насичений фіолетовий	Темно-фіолетовий з червоним відтінком
Консистенція	Драгледоподібна, не затяжна				Драгледоподібна, ламка
Форма	Правильна, з чітким контуром				
Поверхня	Рівномірно обсипана цукром білим кристалічним, еластична				
Масова частка вологи, %	18,0±0,9	18,0±0,9	18,0±0,9	18,0±0,9	18,0±0,9
Титрована кислотність, град	10,2±0,3	8,8±0,3	9,5±0,3	10,0±0,3	11,5±0,3
Масова частка редукуючих речовин, %	10,0±0,2	10,7±0,2	11,3±0,2	11,1±0,2	12,0±0,2

Встановлено, що за фізико-хімічними показниками усі зразки відповідають вимогам нормативної документації для желеино-фруктового мармеладу на агарі. А саме: масова частка вологи у межах 15,0...24,0 %; загальна кислотність 7,5...22,5 град; масова частка редукувальних речовин не більше 28,0 %. За органолептичними показниками кращими були зразки з додаванням 20 та 30 % багатокомпонентної плодово-ягідної пасти.

Дані вироби мали кисло-солодкий смак, з приємним присмаком та запахом чорної смородини, насичений фіолетовий колір, драгледоподібну не затяжну консистенцію та правильну форму з чітким контуром.

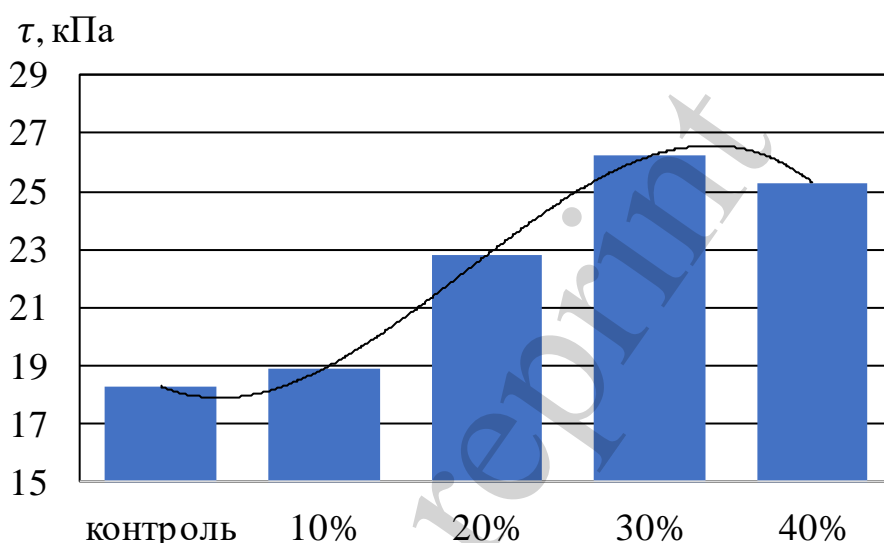


Рис. 3. Залежності міцності за граничною напругою зсуву (τ) зразків мармеладу: контроль; % внесеної пасти від загальної маси системи: 10; 20; 30; 40

Як видно з рис. 3 зразок мармеладу з додаванням багатокомпонентної пасти у кількості 30 % має найвище значення міцності за граничною напругою зсуву. Показник міцності даного зразку складає 26,2 кПа, що перевищує міцність контрольного зразку (18,3 кПа) майже на 30 %. Тому вважали за доцільне зменшити рецептурну кількість агару у зразках з додаванням 30 % пасти. Для цього визначали міцність за граничною напругою зсуву зразків мармеладу зі зменшенням агару на 10...40 % (рис. 4).

Визначено залежність міцності дослідних зразків мармеладу від вмісту рецептурної кількості агару. Як видно з рис. 4, міцність зразків зменшується відповідно зі зменшенням кількості агару. Так, у зразку з додаванням 70 % агару, тобто зі зменшенням його на 30 % міцність приблизно на рівні контрольного зразка і складає 18,9 кПа. Подальше зменшення кількості агару на 40 % не доцільно, так як міцність стає менше за контрольний зразок.

Встановлено, що додавання 30 % багатокомпонентної пасти з яблук, айви та чорної смородини дозволяє зменшити рецептурну кількість агару на 30 %, не впливаючи негативно на органолептичні та фізико-хімічні показники.

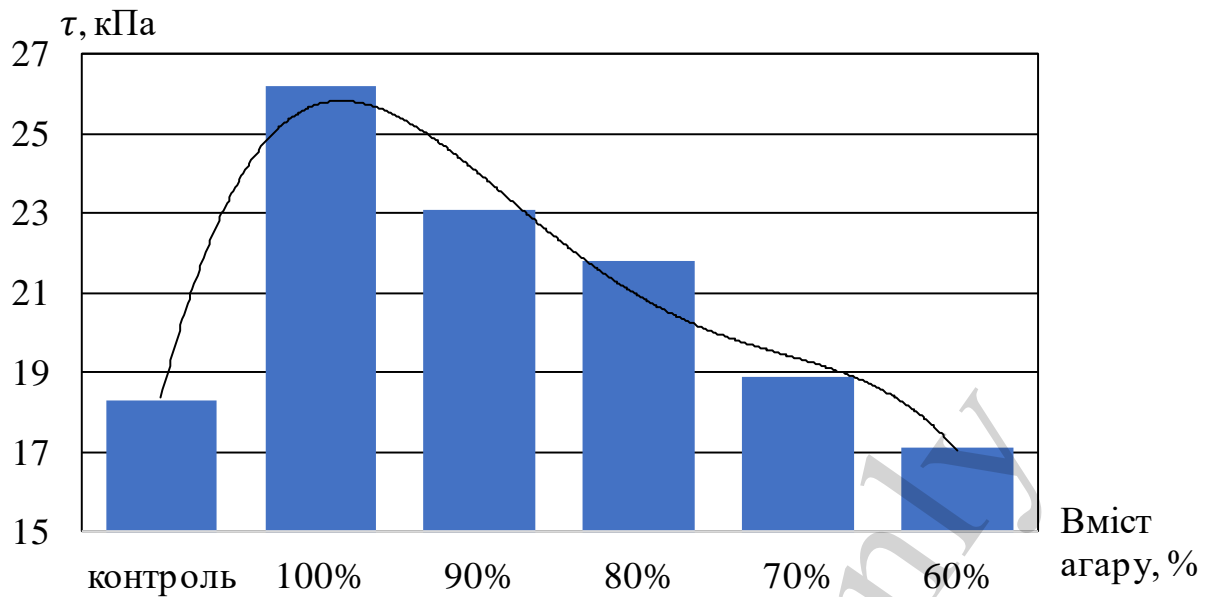


Рис. 4. Залежності міцності зразків мармеладу за граничною напругою зсуву від рецептурної кількості агару: контроль; з додаванням багатокомпонентної пасти у кількості 30 % від загальної маси системи із вмістом рецептурної кількості агару, %: 100, 90, 80, 70, 60

6. Обговорення результатів розробки багатокомпонентної плодово-ягідної пасти, показників її якості та мармеладу з її використанням

Розроблено багатокомпонентну пасту плодово-ягідну пасту, до складу якої входять яблука сорту «Антонівка», айва сорту «Мускатна» та чорна смородина сорту «Софіївська». Даний склад обґрунтовано значним вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів, і, особливо, підвищеним вмістом пектинових речовин. Саме наявність останніх у рослинній сировині дозволяє зменшувати кількість драглеутворювачів за рецептурою та суттєво знижувати собівартість продукту.

Краще співвідношення плодово-ягідної сировини для виготовлення багатокомпонентної пасти було визначено на основі органолептичних показників, показника в'язкості та хімічного складу запропонованих композицій (табл. 1). Встановлено, що в'язкість всіх зразків паст за підвищеної температури в інтервалі від 20 до 70 °С зменшується приблизно в 6 разів та при 70 °С складає 1,5...3,5 Па·с (рис. 1). Тоді як максимальне значення ефективної в'язкості $\eta_{\text{еф}}$ (Па·с) досліджених композицій: 1 – 388; 2 – 549; 3 – 507 і контролю – 160 відповідно (рис. 2). На основі проведених досліджень краще співвідношення плодово-ягідної сировини у композиції 2, що містить: 40 % яблук; 50 % айви та 10 % чорної смородини. Дана багатокомпонентна паста має приємний смак айви та чорної смородини, червоно-фіолетовий колір та найвищий показник в'язкості (табл. 2). Також ця композиція має найбільший вміст пектинових речовин – 3,51 %, дубільних речовин – 0,61 % та β -каротину – $0,12 \pm 0,02$ мг/100 г (табл. 4).

Визначено вплив обраної багатокомпонентної пасти на якість мармеладу желеино-фруктового на агарі. Для цього пасту вносили до готового цукрово-

патоково-агарового сиропу у кількості 10...40 % замість чорно-смородинового припасу зазначеного у рецептурі. Зразок з додаванням 10 % пасти має світлий ненасичений колір та майже не чутний присмак і запах чорної смородини, тоді як зразок з додаванням 40 % надто кислий та темного кольору (табл. 5). Додавання 20 та 30 % пасти надає виробам приємний кисло-солодкий присмак та запах чорної смородини та насичений фіолетовий колір. Встановлено, що мармелад із додаванням багатокомпонентної пасти у кількості 30 % має найвище значення показника міцності за граничною напругою зсуву – 26,2 кПа, що перевищує контрольний зразок майже на 30 % (рис. 3).

Отримані дані (рис. 3) вказали на доцільність зменшення рецептурної кількості драглеутворювача у готових виробках. Визначення міцності за граничною напругою зсуву зразків мармеладу зі зменшенням агару на 10...30 % показало, що доцільним є зменшення агару на 30 % (рис. 4). Це дозволяє наблизити показник міцності – 18,9 кПа до значення цього показника у контрольного зразку.

Таким чином, удосконалена технологія мармеладу желеино-фруктового на агарі дозволяє розширити асортимент «здорових продуктів» та знизити собівартість продукту через зменшення рецептурної кількості драглеутворювача шляхом додавання багатокомпонентної плодово-ягідної пасти.

Визначенню хімічного складу та показників якості мармеладних виробів під час зберігання планується приділити увагу у наступних дослідженнях.

Спосіб отримання пасти є більш енергоефективним порівняно з традиційними за рахунок застосування низьких температурних режимів процесу концентрування. Використання нетрадиційної сировини – айви в поєднанні з іншими рецептурними компонентами пасти, дозволяє не тільки розширити асортимент використовуваної сировини, а також більш повною мірою залучати всі наявні рослинні ресурси.

Зменшення рецептурної кількості агару дозволяє знизити собівартість мармеладу до 20 %. Поряд з цим, використання багатокомпонентної плодово-ягідної пасти надає змогу розширити асортимент «здорової продукції».

Обмеженням розглянутих досліджень є не повне виявлення впливу температурних режимів обробки на всіх стадіях виробництва плодово-ягідної пасти. А саме, встановлення якісних показників плодово-ягідної сировини на всіх стадіях виробництва під час їх переробки низькотемпературним способом порівняно з традиційним.

Отримані дані щодо міцності мармеладу під час внесення пасти створюють передумови для розробки дієтичних кондитерських виробів зі зниженим вмістом цукру. Це обумовлює подальший напрямок досліджень, спрямований зі зменшенням цукровмісту у пастильно-мармеладних виробках.

7. Висновки

1. Розроблено композицію багатокомпонентної плодово-ягідної пасти з рецептурним співвідношенням компонентів: яблуко – 40 %; айва – 50 %; чорна смородина – 10 %. Завдяки короткочасному уварюванню паст протягом 30...45 с із попереднім підігріванням пюре до 48...50 °С, вони мають приємні

органолептичні показники якості та підвищений вміст пектинових речовин, поліфенольних сполук та аскорбінової кислоти.

Обрана композиція пасти має найвищий показник ефективної в'язкості порівняно з яблучною пастою та іншими композиціями, що сприяє зміцненню її структури та має позитивний вплив на структуру мармеладу.

2. Визначена раціональна кількість розробленої плодово-ягідної пасти – 30 % з виключенням із рецептурного складу мармеладу желейно-фруктового на агарі чорно-смородинового припасу. Дана кількість надає виробам приємний смак та запах, насичений фіолетовий колір та фізико-хімічні показники якості, які відповідають вимогам нормативної документації для мармеладу. Також додавання пасти дозволяє зменшити рецептурну кількість агару на 30 %, при цьому нові зразки мармеладу характеризуються високим значенням міцності $\tau=18,9$ кПа.

Література

1. O'Beirne, D. (2003). JAMS AND PRESERVES | Chemistry of Manufacture. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, 3416–3419. doi: <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00661-1>
2. De Marco, I., Iannone, R. (2017). Production, packaging and preservation of semi-finished apricots: A comparative Life Cycle Assessment study. Journal of Food Engineering, 206, 106–117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.03.009>
3. Wolf, B. (2016). Confectionery and Sugar-Based Foods. Reference Module in Food Science. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.03452-1>
4. Picard, K., Griffiths, M., Mager, D. R., Richard, C. (2021). Handouts for Low-Potassium Diets Disproportionately Restrict Fruits and Vegetables. Journal of Renal Nutrition, 31 (2), 210–214. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2020.07.001>
5. Kasabova, K., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Shmatchenko, N., Simakova, O., Goriainova, I. et. al. (2021). Improving pastille manufacturing technology using the developed multicomponent fruit and berry paste. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (11 (111)), 49–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231730>
6. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Shmatchenko, N. (2020). Improvement of zefir production by addition of the developed blended fruit and vegetable paste into its recipe. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (104)), 39–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.185684>
7. Mohammadi-Moghaddam, T., Firoozzare, A. (2021). Investigating the effect of sensory properties of black plum peel marmalade on consumers acceptance by Discriminant Analysis. Food Chemistry: X, 11, 100126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100126>
8. Salgın, Ul., Salgın, S., Ekici, D. D., Uludağ, G. (2016). Oil recovery in rosehip seeds from food plant waste products using supercritical CO₂ extraction. The Journal of Supercritical Fluids, 118, 194–202. doi: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2016.08.011>
9. Herath, H. M. P. D., Dissanayake, M. D. M. I. M., Dissanayake, D. R. R. P., Chamikara, M. D. M., Kularathna, K. W. T. R., Ishan, M., Sooriyapathirana, S. D. S. S. (2016). Assessment of the Variations in Selected Industrially Desirable Morpho-

logical and Biochemical Traits of Eleven Citrus Species in Sri Lanka. *Procedia Food Science*, 6, 176–180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.043>

10. Jahurul, M. H. A., Azzatul, F. S., Sharifudin, M. S., Norliza, M. J., Hasmadi, M., Lee, J. S. et. al. (2020). Functional and nutritional properties of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed and its industrial application: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 367–374. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.016>

11. Barba, F. J., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Poojary, M. M., Roohinejad, S., Lorenzo, J. M., Koubaa, M. (2017). Impact of conventional and non-conventional processing on prickly pear (*Opuntia* spp.) and their derived products: From preservation of beverages to valorization of by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 260–270. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.012>

12. Горобець, О. М., Левченко, Ю. В., Бородай, А. Б. (2020). Інноваційні технології у виробництві солодких страв та борошняних кондитерських виробів. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*, 3 (1), 80–93. doi: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.3.1.2020.205571>

13. Цугленок, Н. В., Цугленок, Г. И., Силян, В. Е. (2014). Технология производства желеино-мармелада на основе пектина из красной смородины с добавлением натурального красителя. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-zheleynogo-marmelada-na-osnove-pektina-iz-krasnoy-smorodiny-s-dobavleniem-naturalnogo-krasitelya>

14. Abbasi, H., Shah, M. H., Mohiuddin, M., Elshikh, M. S., Hussain, Z., Alkahtani, J. et. al. (2020). Quantification of heavy metals and health risk assessment in processed fruits' products. *Arabian Journal of Chemistry*, 13 (12), 8965–8978. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.10.020>

15. Kasabova, K., Sabadash, S., Mohutova, V., Volokh, V., Poliakov, A., Lazarieva, T. et. al. (2020). Improvement of a scraper heat exchanger for pre-heating plant-based raw materials before concentration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 6–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.202501>

16. Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, B., Van Camp, J., Capanoglu, E. (2015). Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry*, 186, 74–82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046>

17. Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, B., Van Camp, J., Capanoglu, E. (2015). Colour retention, anthocyanin stability and antioxidant capacity in black carrot (*Daucus carota*) jams and marmalades: Effect of processing, storage conditions and in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Functional Foods*, 13, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.021>

18. Belović, M., Pajić-Lijaković, I., Torbica, A., Mastilović, J., Pećinar, I. (2016). The influence of concentration and temperature on the viscoelastic properties of tomato pomace dispersions. *Food Hydrocolloids*, 61, 617–624. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.021>

19. Wang, T., Liu, L., Rakhmanova, A., Wang, X., Shan, Y., Yi, Y. et. al. (2020). Stability of bioactive compounds and in vitro gastrointestinal digestion of red

beetroot jam: Effect of processing and storage. *Food Bioscience*, 38, 100788. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100788>

20. Агафонова, С. В., Панкова, Е. В. (2018). Технология мармелада повышенной биологической ценности. *Вестник науки и образования Северо-Запада России*, 4 (2). URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2018/05/2018-N2-AgafonovaPankova.pdf>

21. Shmatchenko, N., Artamonova, M., Aksonova, O., Oliinyk, S. (2018). Investigation of the properties of marmalade with plant cryoadditives during storage. *Food Science and Technology*, 12 (1), 82–89. doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v12i1.843>

22. Nepochatykh, T., Sheremet, S. (2018). Ensuring the Quality of the New Fruit and Berry Marmalade by Adding Kelp. *Path of Science*, 4 (2), 3001–3007. doi: <https://doi.org/10.22178/pos.31-6>

23. Figueroa, L. E., Genovese, D. B. (2019). Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. *LWT*, 111, 423–428. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.031>

24. Kapetanakou, A. E., Ampavi, A., Yanniotis, S., Drosinos, E. H., Skandamis, P. N. (2011). Development of a model describing the effect of temperature, water activity and (gel) structure on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in vitro and evaluation in food matrices of different viscosity. *Food Microbiology*, 28 (4), 727–735. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.06.001>

25. Garrido, J. I., Lozano, J. E., Genovese, D. B. (2015). Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1), 325–332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.010>

26. Matias, D., Kambulova, J., Goncharuk, O. (2018). Regularity of structuralization of jelly marmalade on agar polyeshaharides and pectins with low content of sugars. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6 (2), 168–183. doi: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2018-6-2-3>

27. Dorohovich, A., Goncharuk, O., Matias, D., Kambulova, J. (2018). Influence of sugars on the formation of structural and mechanical characteristics of agar polysaccharides' gels. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6 (1), 20–31. doi: <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2018-6-1-5>

28. Mykhaylov, V., Samokhvalova, O., Kucheruk, Z., Kasabova, K., Simakova, O., Goriainova, I. et. al. (2019). Influence of microbial polysaccharides on the formation of structure of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (102)), 23–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184464>

29. Samokhvalova, O., Kucheruk, Z., Kasabova, K., Oliinyk, S., Shmatchenko, N. (2021). Effect of microbial polysaccharides on the quality indicators of protein-free and gluten-free products during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (109)), 61–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225003>

30. Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., Cavella, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. *Current Opinion in Food Science*, 19, 92–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.008>

31. Tavani, A., Giordano, L., Gallus, S., Talamini, R., Franceschi, S., Giaccosa, A. et al. (2006). Consumption of sweet foods and breast cancer risk in Italy. *Annals of Oncology*, 17 (2), 341–345. doi: <https://doi.org/10.1093/annonc/mdj051>
32. Basu, S., Shivhare, U. S., Chakraborty, P. (2017). Influence of Sugar Substitute in Rheology of Fruit Gel. *Advances in Food Rheology and Its Applications*, 355–376. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100431-9.00014-0>
33. Магомедов, Г. О., Лобосова, Л. А., Журахова, С. Н. (2017). Желейно-фруктовый мармелад повышенной пищевой ценности с соком из ягод облепихи. *Техника и технология пищевых производств*, 46 (3), 50–54. URL: <https://riorpub.com/temp/b21349857217e93c6b912c3f237ccb0f.pdf>
34. Павлова, Н. С. (2000). Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий. СПб.: ГИОРД, 232. URL: <https://vse-uchebniki.ru/sborniki-receptur/pavlova-n-s-sbornik-receptur/>
35. Горбатов, А. В., Маслов, А. М., Мачихин, Ю. А. и др.; Горбатов, А. В. (Ред.) (1982). Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 296. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/gorctruktmechan.pdf>

Not a reprint