

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ОВЕРЧУК НАТАЛІЯ ОЛЕГІВНА



УДК 664.858-048.35

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ФРУКТОВОГО І ЖЕЛЕЙНО-ФРУКТОВОГО МАРМЕЛАДУ
З РЕГУЛЬОВАНИМ ВМІСТОМ ЦУКРІВ**

05.18.01 Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів
та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Київ – 2023

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Камбулова Юлія Вікторівна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Коркач Ганна Володимирівна,
Одеський національний технологічний університет,
професор кафедри технології зернових продуктів,
хліба і кондитерських виробів,

кандидат технічних наук, доцент
Артамонова Майя Володимирівна,
Державний біотехнологічний університет,
доцент кафедри технології хлібопродуктів і
кондитерських виробів.

Захист відбудеться 9 лютого 2024 р. о 10³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано 8 січня 2024 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради, д.т.н., професор



Тетяна СИЛЬЧУК

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток кондитерської галузі в сучасних умовах повинний узгоджуватись із глобальними напрямками дій, представленими Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). Одним із пріоритетних напрямків діяльності ВООЗ є вивчення впливу цукрів на організм людини, що викликало наполегливу рекомендацію до розроблення продукції зі зменшеною часткою цукру або «без цукру». Кондитерські вироби відрізняються значною кількістю цукрів в рецептурах, оскільки цукри надають не тільки солодкий смак продукції, але й беруть участь у формуванні необхідної структури, забезпечують її мікробіологічну стійкість. Тому, з метою сприяння здоровому харчуванню людини, актуальним є пошук підходів до регулювання кількісного вмісту цукрів, а саме зменшення їх таким чином, щоб забезпечити як звичні для споживача органолептичні показники продукції, так і її відповідність вимогам чинної нормативної документації.

Фруктовий і желеино-фруктовий мармелад є одним із найкорисніших видів кондитерської продукції, що здійснює позитивний вплив на ЖКТ людини, насичує організм вітамінно-мінеральним комплексом, а завдяки драглеутворювачам чинить радіопротекторну дію. Ці види мармеладу найменш насичені синтетичними барвниками і ароматизаторами але, як і інші види мармеладу, містять значну кількість легкодоступних вуглеводів. Отже, технологія фруктового і желеино-фруктового мармеладу потребує корегування. Також актуальним є вивчення питання розширення асортименту мармеладу шляхом залучення до рецептур цукрів глюкози, фруктози, застосування яких традиційно обмежують внаслідок особливостей їх фізико-хімічних показників, - розчинності, гігроскопічності, реакційної здатності до карамелізації тощо.

Питанням технологічного удосконалення мармеладу присвячені роботи українських та зарубіжних вчених: Дорохович А.М., Юргачової К.Г., Перцевого Ф.В., Шаніної О.М., Артамонової М.В., Силагадзе М.А., С. Montero E., Segundo, Vujičić Biserka L., та інших. Але комплексного порівняльного дослідження щодо формування структури фруктового і желеино-фруктового мармеладу з пониженим вмістом сахарози, глюкози, фруктози не було проведено, що свідчить про актуальність теми досліджень і має науковий та практичний інтерес.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження про- водились відповідно до напрямів науково-дослідної роботи НУХТ «Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично- лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів аналізу» і «Розроблення сучасних енерго- і ресурсоощадних технологій та нанотехнологій для виробництва якісних і безпечних харчових продуктів» та держбюджетних тематик кафедри технології хлібопекарських і

кондитерських виробів «Розробка прогресивних ресурсозберігаючих технологій виробництва кондитерських виробів із використанням нових видів сировини з лікувальними, імуностимулюючими та радіозахисними якостями для всіх груп населення, в тому числі для хворих на цукровий діабет» (ДРН 0101U000723) і «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (ДРН 0117u003717).

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технологій мармеладу фруктового та желейно-фруктового шляхом зниження рецептурного вмісту цукрів (сахарози або глюкози, або фруктози), оптимізації кількісного співвідношення плодового пюре, низькометаксильованого амідованого пектину (LA-пектину), полідекстрози, патоки з метою забезпечення звичних споживачеві органолептичних показників продукції і її відповідності вимогам чинної нормативної документації.

Досягнення поставленої мети здійснювали на основі комплексу досліджень, які включали такі взаємопов'язані завдання:

1. Теоретично обґрунтувати необхідність удосконалення технології фруктового і желейно-фруктового мармеладу на предмет зменшення вмісту цукрів, а саме: розглянути перспективи виробництва мармеладу фруктового та желейно-фруктового підприємствами України і закордоном; проаналізувати технологічну можливість створення низькокалорійного мармеладу із застосуванням різновидів цукрів та функціональних інгредієнтів; визначити роль цукрів у складних механізмах драглеутворення полісахаридів; запропонувати заходи щодо зменшення енерговитрат на процес сушіння мармеладу з метою зменшення собівартості готової продукції.

2. Визначити особливості драглеутворення фруктових і желейно-фруктових мармеладних мас з глюкозою і фруктозою; проаналізувати наявні відмінності у реологічних показниках рецептурних сумішей і мармеладних мас з глюкозою і фруктозою порівняно із мармеладними масами і рецептурними сумішами з сахарозою; оцінити драглеутворювальну здатність плодового пюре з різними цукрами, визначити якість формування структури драглів і їх міцність; обґрунтувати отримані відмінності шляхом досліджень стану зв'язаності води в драглеподібних системах.

3. Оптимізувати рецептурний склад фруктового мармеладу зі зменшеним вмістом цукрів: обґрунтувати вибір плодового пюре для підвищення харчової цінності мармеладу і врахувати такі оптимізувальні фактори як кількість цукру, пюре у купажній суміші, кількість мальтозної патоки (для мармеладу із глюкозою). Як фактор оптимізації обрати міцність драглів.

4. Оптимізувати рецептурний склад желейно-фруктового мармеладу зі зменшеним вмістом цукрів, враховуючи такі оптимізувальні фактори як кількість цукру, кількість пектину і кількість кислоти. Як фактор оптимізації обрати міцність драглів.

5. Визначити реологічні показники фруктових і желейно-фруктових мармеладних мас за температури відливання; надати рекомендації щодо умов транспортування мармеладних мас із удосконаленим рецептурним складом

на етап формування.

6. Вивчити можливість застосування інфрачервоного випромінювання для сушіння мармеладу фруктового і желейно-фруктового з метою інтенсифікації процесу та заощадження енергоресурсів.

7. Внести зміни в технологічні схеми виробництва фруктового і желейно-фруктового мармеладу з пониженим вмістом цукрів; визначити органолептичні та фізико-хімічні показники розробленого асортименту фруктового та желейно-фруктового мармеладу відповідно до діючої нормативної документації; обчислити частку зменшення вмісту цукру, енергетичну цінність та показник глікемічності інноваційного продукту.

8. Вивчити сорбційні характеристики асортименту розробленого мармеладу, надати рекомендації стосовно режимів його зберігання.

9. Розрахувати економічну доцільність виробництва фруктового та желейно-фруктового мармеладу з пониженим вмістом цукрів на прикладі собівартості готової продукції; здійснити комплекс робіт з розробки нормативної документації та впровадження удосконаленої технології на підприємствах кондитерської галузі.

Об'єкт досліджень – технологія мармеладу фруктового та желейно-фруктового.

Предмет досліджень – модельні рецептурні суміші для мармеладних мас на фруктовому пюре, LA-пектині з сахарозою, глюкозою, фруктозою; модельні мармеладні маси; мармелад з пониженим вмістом цукрів.

Методи досліджень – стандартні загальноприйняті, спеціальні фізичні, фізико-хімічні, які виконувались з використанням сучасних приладів та комп'ютерних технологій; методи оптимізації й статистичного оброблення експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано удосконалення технології мармеладу фруктового і желейно-фруктового шляхом регулювання вмісту сахарози або глюкози, або фруктози, використання сумішей плодового пюре, LA-пектину, полідекстрози, патоки у таких кількостях, які забезпечують звичні органолептичні показники продукції і її відповідність вимогам чинної нормативної документації.

Вперше:

- *вивчено особливості* структуроутворення фруктових драглів на яблучному пюре і желейно-фруктових драглів на сливовому пюре із сахарозою, глюкозою, фруктозою та *з'ясовано*, що мармеладні маси, які мають до драглеутворення вищі показники ефективної в'язкості, швидше формують структурований каркас, а їх драглі набувають більшої міцності після охолодження і вистоювання та характеризуються дещо більшим вмістом зв'язаної води. *Встановлено*, що мармеладні маси із сахарозою до структуроутворення мають вищі значення ефективної в'язкості у порівнянні з драглями з ідентичною кількістю глюкози або фруктози, міцність фруктових драглів на сахарозі вища за значеннями сили, що необхідна для прориву драглів, а загальна деформація зразків, відповідно менша; зразки драглів із сахарозою мають меншу кількість вільної вологи.

- *визначено ефективність* використання низькометаксильованого амідованого пектину в технології желейно-фруктового мармеладу із сахарозою або глюкозою, або фруктозою, який забезпечує необхідну драглеподібну структуру мармеладу і відповідність його органолептичних, фізико-хімічних показників якості діючій нормативній документації;

- *доведено можливість* застосування інфрачервоного випромінювання у двостадійному етапі висушування фруктового і желейно-фруктового мармеладу та рекомендовано поєднання конвекції з інфрачервоним випромінюванням протягом усього часу висушування в технології фруктового мармеладу та застосування конвекції на першому етапі, а на другому – комбінації конвекції з інфрачервоним випромінюванням, - в технології желейно-фруктового мармеладу, що дозволяє скоротити витрати часу та енергоносіїв на процес сушіння.

Знайшли подальший розвиток:

– закономірності формування драглеподібної структури фруктового мармеладу з купажними сумішами пюре і *визначено ефективність* застосування суміші пюре на основі айви японської і хурми як альтернативи традиційному яблучному пюре, завдяки їх високій драглеутворювальній здатності, що забезпечує міцність корпусу фруктового мармеладу, а також дозволяє зменшити рецептурні кількості цукру і кислоти завдяки природним цукрам пюре хурми та високій кислотності пюре айви;

– закономірності зміни показників якості мармеладу з пониженим цукровмістом у процесі зберігання і *встановлено*, що при $a_w=0,75$ фруктовий мармелад має наступні значення рівноважної вологості: із сахарозою – 28,1%, із фруктозою – 24,8%, із глюкозою – 23,8%, що свідчить про його сорбційні властивості; желейно-фруктовий мармелад із сахарозою при $a_w=0,75$ має значення рівноважної вологості 27,1%, із глюкозою – 17%, із фруктозою – 33,8%, тобто при зберіганні мармелад із сахарозою і фруктозою зволожуватиметься до досягнення рівноважного стану, а з глюкозою – усихатиме, у зв'язку з чим рекомендовано застосовувати герметичне пакування для всіх розроблених зразків.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено можливість зниження цукрів у мармеладі в порівнянні з традиційними рецептурами: для фруктового - на 35...46%, для желейно-фруктового – на 25...38%, що дозволяє здійснювати маркування розробленої продукції як кондитерського виробу зі зменшеним вмістом цукру (окрім мармеладу желейно-фруктового «Сливовий» із сахарозою), а також призводить до зменшення енергетичної цінності мармеладу фруктового «Фруктовий» (із сахарозою) та желейно-фруктового «Сливовий з фруктозою» більше, ніж на 30%, позиціонуючи його як «продукт зі зменшеною енергетичною цінністю». Результати наукових досліджень впроваджено у навчальний процес кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ.

Розроблено та затверджено рецептури на нові види фруктового мармеладу зі зниженим вмістом цукру: «Фруктовий», «Фруктовий з глюкозою», «Фруктовий з фруктозою»; желейно-фруктового мармеладу зі зниженим вмістом цукру: «Сливовий», «Сливовий з глюкозою», «Сливовий з фрукто-

зою» і технологічну інструкцію по виробництву нових видів мармеладу.

Удосконалена технологія желеино-фруктового мармеладу була апробована на ТОВ «Ідеал» та в Кондитерському Домі «БоН АсортІ», що підтверджено актами апробації.

Особистий внесок здобувача. Автором проведено літературний пошук за темою дисертаційної роботи, підібрано методи й здійснено комплекс експериментальних досліджень з математико-статистичною обробкою отриманих результатів, проведено оптимізацію рецептурного складу фруктового та желеино-фруктового мармеладу з різними цукрами і розроблено рецептури, апробовано рецептури та інноваційну технологію у виробничих умовах, взято участь у підготовці матеріалів до публікації.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовка матеріалів до публікації проведені спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Камбуловою Ю.В.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 81, 82 наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (НУХТ, м. Київ, 2015, 2016 р.), 8th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (NUFT, Kyiv, 2016), Actual Problems And Modern Technologies of Food Products: Production International Scientific and Practical Conference (Kutaisi Akaki Tsereteli State University, 2020), Міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» (2019, 2023 р.), Міжнародній конференції «Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення» (ЛТЕУ, м. Львів, 2020 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Здорове харчування дітей в Україні – запорука майбутнього нації. Стан та перспективи» (НУХТ, м. Київ, 2021 р.), I Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв» (ПДАУ, м. Полтава, 2023 р.), 89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution" (NUFT, Kyiv, 2023).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 18 друкованих праць: 6 статей у фахових виданнях (із них 2 – у міжнародних виданнях, у т. ч. 1 у виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 – у виданні України, що індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus), 1 патент України на корисну модель, 11 тез і матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Матеріали дисертації викладено на 141 сторінці друкованого тексту, містять 33 рисунки і 37 таблиць. Список використаних джерел включає 194 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи,

визначено мету та завдання досліджень, визначено предмет і об'єкт досліджень, розкрито наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, викладено відомості стосовно особистого внеску здобувача та апробації результатів, структури та обсягу роботи.

У першому розділі «Теоретичні передумови для зменшення вмісту цукру в технології фруктово-ягідного та желейного-фруктового мармеладу» проведено огляд науково-технічних джерел за темою дисертації: проаналізовано стан виробництва фруктово-ягідного і фруктово-желейного мармеладу в Україні та світі, розглянуто технологічні аспекти його виробництва. Окремо виділено питання щодо впливу цукрів на драглеутворення полісахаридів, у тому числі аналіз існуючих даних щодо впливу глюкози і фруктози; приділено увагу теоретичним основам процесу сушіння фруктово-ягідного і желейно-фруктового мармеладу. Розглянуто здобутки науковців щодо підвищення якості мармеладу як перспективного напрямку кондитерської галузі.

У другому розділі «План, об'єкти і методи досліджень» викладено методологічні основи та етапи роботи, розроблено схему проведення досліджень (рис.1). Для досліджень були використані: цукор білий (ДСТУ 4623:2006), фруктоза (ТУ У 15.8-34720724-001:2009), глюкоза (ДСТУ 4464:2005), патока мальтозна (ТУУ 15.6-32616426-0.01-2004), патока крохмальна (ДСТУ 4498:2005), LA-пектин (DGF Royal, Франція), полідекстроза (Китай), кислота лимонна харчова (ГОСТ 908–2006), виробник ТОВ «Смілянський цукровий завод», асептичне яблучне пюре (ТУ У 10.3-37289250-003:2021). Пюре із слив, хурми, японської айви отримували в лабораторії кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів. Плоди ретельно мили, у слив і хурми відділяли кісточку, подрібнювали на лабораторному подрібнювачі та уварювали до масової частки сухих речовин (МЧСР) 15,0%. Вимиті плоди айви запікали в секційній модульній електрошафі при температурі 200 °С протягом 20 хв, охолоджували, подрібнювали на лабораторному подрібнювачі з одночасним відділенням насіння.

Фізико-хімічні та органолептичні показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали загальноприйнятими методами. *Відбір проб* експериментальних зразків для фізико-хімічних досліджень проводили згідно ДСТУ 4619: 2006. *Органолептичні показники* сировини, напівфабрикатів і готової продукції - за ДСТУ 4683:2006, МЧСР - рефрактометричним методом за ДСТУ 4910:2008, вміст редукувальних речовин - методом Лейна і Ейнона за ДСТУ 5059:2008, загальну кислотність - за ДСТУ 5024:2008. *Реологічні властивості* рецептурних сумішей та мармеладних мас визначали на ротаційному віскозиметрі Реотест-2; *структурно-механічні показники* драглів - на структурометрі СТ-1; *міцність* - на приладі Валента; *дослідження кількості вільної та зв'язаної вологи* у модельних масах фруктового та желейно-фруктового мармеладу - за допомогою дериватографа Q-1500. *Драглеутворювальну здатність* мармеладних мас визначали органолептично, для цього готували модельні яблучні мармеладні маси шляхом змішування та уварювання основних

рецептурних компонентів до МЧСР 63%. Надалі масу розливали у форми і залишали на 40 хв ($t=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($293\pm 2\text{K}$)) у приміщенні лабораторії та на 2 год ($t=10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($283\pm 2\text{K}$)) у холодильній камері.

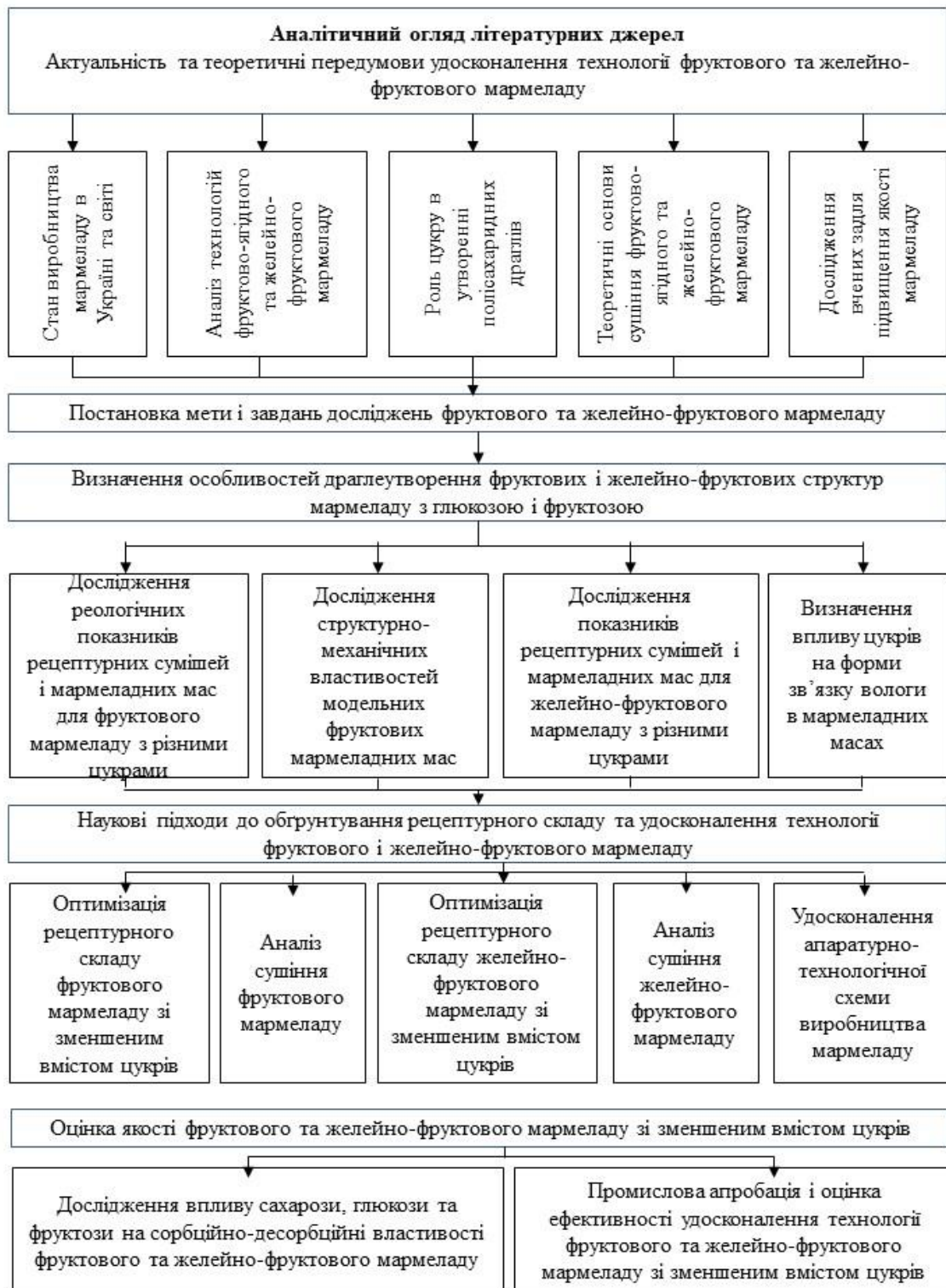


Рисунок 1 – Блок-схема проведення досліджень

Сорбційні характеристики мармеладу визначали за допомогою сорбційно-вакуумної установки Мак-Бена; *показник глікемічності* розраховували за методикою Дорохович А.М. із урахуванням глікемічного

індексу поїменної кількості вуглеводів у 100 г харчового продукту; *енергетичну цінність* розраховували у відповідності до Закону України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів»; *економічну доцільність* - за статтею Балансу «Вартість сировини і матеріалів».

Обробка результатів досліджень проведена за допомогою програмного забезпечення: MS Office, MathCAD, Origin, AutoCAD. Для оптимізації рецептурного складу використовували метод математичного планування багатофакторного експерименту, опрацювання результатів – із застосуванням методу «крутого сходження» Бокса-Уілсона.

У третьому розділі «Визначення особливостей драглеутворення фруктових і желеино-фруктових структур мармеладу з глюкозою і фруктозою» наведені результати досліджень структурно-механічних властивостей модельних рецептурних сумішей і модельних мармеладних мас як напівфабрикатів технології фруктового і желеино-фруктового мармеладу з різними цукрами.

Модельні рецептурні суміші фруктового мармеладу включали 130 г яблучного пюре, 100 г цукру (сахарози або глюкози, або фруктози в еквівалентній за сухими речовинами кількості) і 8 г патоки. Модельні мармеладні фруктові маси отримували уварюванням дослідних модельних рецептурних сумішей до МЧСР 63% з наступним охолодженням до температури 20 ± 2 °С.

Результати реологічних досліджень, рис. 1, дозволили встановити, що у модельних рецептурних сумішей більші значення ефективної в'язкості відмічено для систем із глюкозою в межах всіх значень напруги зсуву. Найменші значення - спостерігаються для рецептурних сумішей із фруктозою.

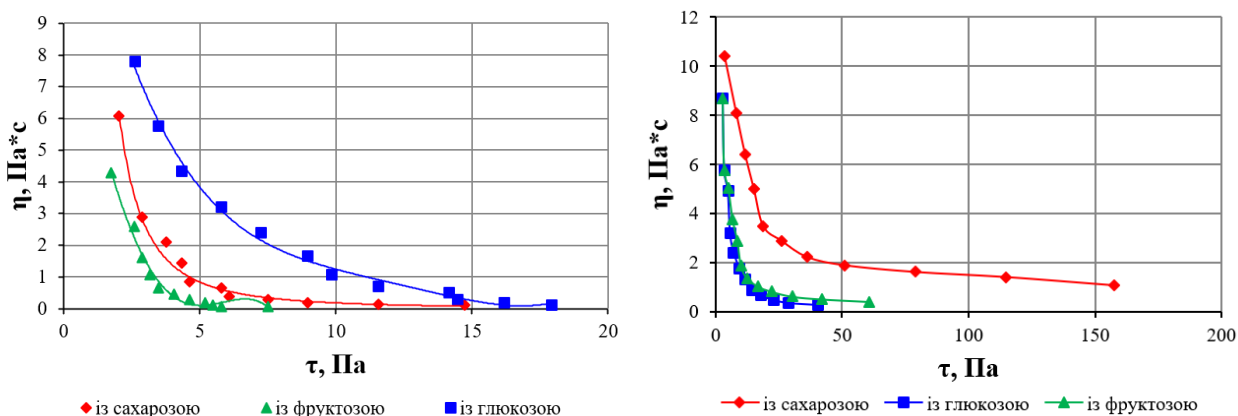


Рисунок 1. Реологічні криві в'язкості модельних рецептурних сумішей (а) і модельних мармеладних мас (б) для фруктового мармеладу при $t 20$ °С ± 2 (293 ± 2 К) з різними цукрами

Такі відмінності, на нашу думку, пояснюються різною розчинністю цукрів за температури досліджень, тобто рецептурна суміш із низько розчинною глюкозою після приготування містить значну частину кристалів нерозчиненого цукру, що і призводить до збільшення показників її ефективної в'язкості порівняно з іншими рецептурними сумішами.

У зразків модельних мармеладних мас, які піддавались уварюванню, цукри знаходяться у повністю розчиненому стані, що закономірно накладає

відбиток на зміну залежності між кривими в'язкості модельних систем. Проте, отримані мармеладні маси після уварювання піддавались охолодженню, а значить, більш вагомим фактором, що впливає на в'язкість, на нашу думку, є часткове драглеутворення систем і вплив цукру саме на процес драглеутворення пектинових речовин. Незважаючи на те, що каркас драглеподібної структури після охолодження мармеладної маси ще не закріплений і молекули системи знаходяться у доволі рухомому стані, цукри і пектинові речовини утворюють комплексні сполуки, а тому ефективна в'язкість більшою мірою залежатиме від суцільності й міцності утвореного комплексу. Як видно із рис. 1 (б), найбільші значення ефективної в'язкості характерні зразкам із сахарозою, дещо менші – для зразків із глюкозою і фруктозою, що свідчить про більшу зв'язаність та міцність утвореної структури драглів, про вищу швидкість драглеутворення пектинових речовин в масах із сахарозою. Такий висновок підтверджується реологічним показником міцності утвореного структурного каркасу, P_m , який для модельної маси з сахарозою складає 51,15 Па, для модельної маси з глюкозою – 23,12 Па, для модельної маси з фруктозою – 20,23 Па.

Дослідження тиксотропних властивостей модельних мармеладних мас підтвердили в них початок драглеутворення, оскільки тиксотропія всіх зразків практично вдвічі зменшується у порівнянні з тиксотропією рецептурних сумішей, а відновлення драглеподібної структури мармеладу після руйнування відбувається дуже повільно і не повною мірою. Тиксотропія у всіх дослідних зразків має приблизно однакові значення – 47,52...49,95%.

Для вивчення структурно-механічних властивостей фруктових драглів модельні яблучні мармеладні маси розливали у форми, залишали на 40 хв у приміщенні лабораторії при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (293 ± 2 К) і на 2 год - у холодильній камері при температурі $10 \pm 2^\circ\text{C}$ (283 К). Встановлено, що за рівнозначних умов уварювання мармеладні драгли на сахарозі і глюкозі добре виймалися із форм, не прилипали, мали суху поверхню, тобто мармеладні маси характеризувались відмінною драглеутворювальною здатністю. Драгли на фруктозі потребували дещо більшого часу драглеутворення, відрізнялись незначною липкістю до форми при вийманні, що характеризувало драглеутворювальну здатність як «добра».

Аналіз структурно-механічних властивостей мармеладних драглів, табл. 1, дозволяє виділити як більш міцну систему зразки на сахарозі, оскільки максимальна сила, з якою на зразки діє прилад до прориву драглів дорівнює 50 Н, у той час як для зразків із глюкозою – 35 Н, із фруктозою – 30 Н.

Драгли характеризуються різною пружною і пластичною деформацією. Найменшу пластичність і найвищі значення пружної деформації відмічено для зразка з глюкозою, оскільки із зменшенням температури середовища молекули глюкози закономірно зменшують свою розчинність, набувають ознак кристалічності, впливаючи тим самим на зміцнення всієї структури. Фруктоза відрізняється, навпаки, підвищеною розчинністю (порівняно із сахарозою при 20°C (293 ± 2 К)), тому значення пружної деформації драглів із фруктозою менші порівняно із глюкозою, але дещо більші порівняно із сахарозою.

Таблиця 1 – Структурно-механічні властивості модельних яблучних мармеладних драглів

Зразок	F, Н	Деформація		
		Загальна, ум.од.	Пластична, %	Пружна, %
Зразок №1 (із сахарозою)	5	5,06	93,60	6,4
	10	11,73	93,55	6,45
	15	13,26	92,29	7,71
	20	14,07	90,47	9,53
	25	17,99	89,27	10,73
	30	20,02	86,11	13,89
	35	21,74	82,65	17,35
	40	22,43	82,38	17,62
	45	23,24	81,62	18,38
	50	25,38	80,32	19,68
	55	Структуру драглів зруйновано		
Зразок №2 (із глюкозою)	5	6,34	94,60	5,40
	10	10,74	87,00	13,00
	15	11,94	84,67	15,33
	20	13,00	84,00	16,00
	25	14,19	82,36	17,65
	30	17,95	78,05	21,95
	35	18,95	76,56	23,44
	40	Структуру драглів зруйновано		
Зразок №3 (із фруктозою)	5	6,45	89,4	10,6
	10	11,33	87,97	12,03
	15	12,61	86,51	13,49
	20	13,73	86,16	13,84
	25	14,86	85,26	14,74
	30	19,03	81,6	18,40
	35	Структуру драглів зруйновано		

Закономірності визначення загальної деформації зразків під впливом навантаження були підтверджені визначенням міцності дослідних драглів на приладі Валента: міцність мармеладу із сахарозою була дещо вища за міцність зразків із глюкозою - на 1,25% та із фруктозою – на 4,17%.

Для приготування *модельних рецептурних сумішей желейно-фруктового мармеладу* використовували 100 г сливового пюре, цукру білого 28 г або глюкози, або фруктози (еквівалентно за сухими речовинами), попередньо змішуючи їх з 2 г LA-пектину. Сливеве пюре володіє цінним хімічним складом, яскравим кольором та приємним смаком, має невисоку собівартість і в достатній кількості виробляється харчовою промисловістю України. Використання LA-пектину дозволяє зменшити кількість цукру в рецептурі, розширити інтервал кислотного оптимуму драглеутворення мармеладу, зменшити температуру відливання мармеладних мас, порівняно з H-пектином і зменшити залежність від використання солей – носіїв двовалентних катіонів, як для L-пектину. Для отримання *модельних мармеладних мас* модельну рецептурну суміш уварювали до МЧСР $67 \pm 1\%$.

Результати реологічних досліджень показали певну схожість і деякі відмінності реологічних показників рецептурних сумішей з різними цукрами для фруктового і желейно-фруктового мармеладу, рис.2.

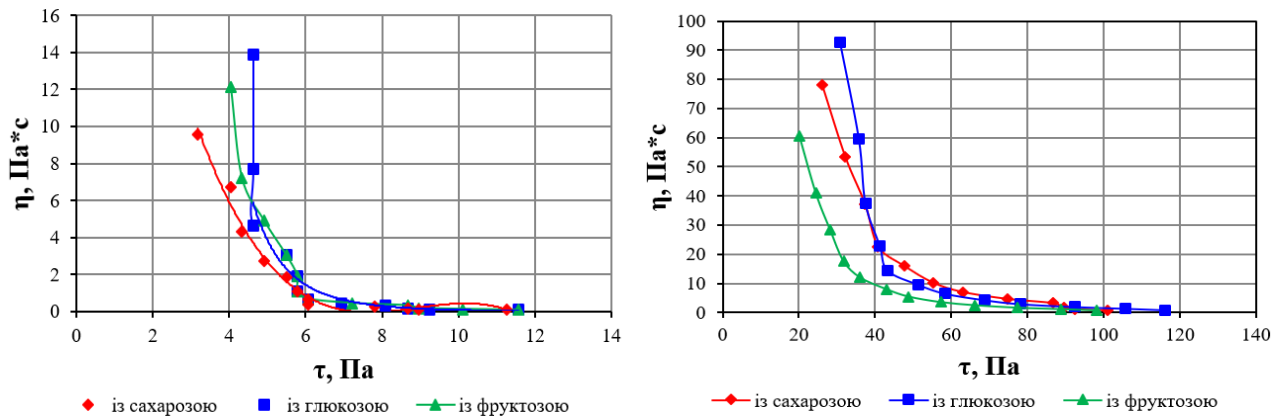


Рисунок 2. Реологічні криві в'язкості модельних рецептурних сумішей (а) і модельних мармеладних мас (б) для желейно-фруктового мармеладу при $t 20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($293 \pm 2\text{K}$) з різними цукрами

Так, ідентично рецептурним сумішам фруктового мармеладу (рис. 2) значення ефективної в'язкості рецептурної суміші з глюкозою вищі, ніж значення ефективної в'язкості рецептурних сумішей із фруктозою і сахарозою. Але, на відміну від рецептурної суміші фруктового мармеладу (рис.1 (а)), реологічні криві розташовуються дуже близько одна до одної, що свідчить про доволі обмежену роль цукру в цій системі, а також про наявність в системі додаткових гідроколоїдів, які гідратуються паралельно з цукрами, зменшуючи значимість цукрів у гідратації всієї суміші.

Після уварювання (рис. 2(б)), найменші значення ефективної в'язкості спостерігаються для зразка із фруктозою, що, аналогічно до фруктових мармеладних мас, свідчить про меншу стійкість таких мас до руйнування під час обертального руху. При визначенні тиксотропних властивостей було відмічено дещо меншу тиксотропію мармеладної маси із фруктозою (85,7%) у порівнянні із зразком із сахарозою (85,9%) та глюкозою (90,7%). Проте, ідентично до фруктових модельних мармеладних мас, тиксотропні властивості систем схожі.

Аналіз якості вологовмісту за дериватографом дозволив установити, що вміст зв'язаної води у *фруктових драглях* із сахарозою перевищує на 2,2% вміст зв'язаної води в драглях із глюкозою і на 4,3% - в драглях із фруктозою.

Таблиця 2 – Вміст вільної і зв'язаної вологи у фруктовому і желейно-фруктовому мармеладі

Модельні драглі фруктового мармеладу	Вміст вологи, %	
	вільної	зв'язаної
зразок №1 (із сахарозою)	24,03±0,05	75,97±0,05
зразок №2 (із глюкозою)	25,71±0,05	74,29±0,05
зразок №3 (із фруктозою)	27,28±0,05	72,72±0,05
Модельні драглі желейно-фруктового мармеладу		
зразок №1 (із сахарозою)	12,91±0,05	87,09±0,05
зразок №2 (із глюкозою)	13,95±0,05	86,05±0,05
зразок №3 (із фруктозою)	15,63±0,05	84,37±0,05

Для зразків *желейно-фруктового* мармеладу вміст зв'язаної води також найбільший для мас із сахарозою. Він перевищує аналогічний показник зразків із глюкозою на 1,04%, із фруктозою – на 2,72%.

Таким чином, структурно-механічні властивості модельних систем для фруктового і желейно-фруктового мармеладу залежать від ступеня зв'язаності води в системі, що у свою чергу визначається механізмом драглеутворення гідроколоїдів. Цукри, як основний рецептурний компонент, беруть безпосередню участь у формуванні пектинового каркасу драглів, створюючи конкуренцію гідроколоїду за молекули води. Як показали дослідження, в драглеподібних системах із фруктозою, як у фруктових, так і желейно-фруктових, ступінь зв'язування води є меншою у порівнянні з системами з глюкозою або сахарозою. У свою чергу це пояснює менший опір драглів з фруктозою навантаженню та менші значення ефективної в'язкості їх мармеладних мас.

У розділ 4 «**Наукові підходи до обґрунтування рецептурного складу та удосконалення технології фруктового і желейно-фруктового мармеладу**» приділено увагу оптимізації рецептурного складу мармеладу, обґрунтуванню режимів транспортування мас на відливання, визначенню параметрів сушінню, оцінці якості і умов зберігання.

В оптимізації рецептурного складу *фруктового мармеладу* акцент зроблено на використанні особливої фруктової сировини, а саме суміші пюре хурми пюре айви японської на заміну пюре яблучного. Сорти айви японської володіють не тільки унікальним хімічним складом, але й високою драглеутворювальною здатністю. Пюре айви має кислий смак, що не дозволяє його однокомпонентне використання в складі рецептур, тому рекомендовано застосувати його у суміші з пюре хурми, яка відрізняється високим вмістом цукрів (більшою мірою - фруктози). Кількість доданого цукру визначено як один із факторів оптимізації і визначалась за солодким смаком продукції

Для оптимізації рецептурного складу *желейно-фруктового мармеладу* використали композицію сливового пюре і пюре айви 1:1. Кількість цукру, у порівнянні з традиційними виробами була зменшена і знаходилась, аналогічно до фруктового мармеладу, в межах, які забезпечують лише солодкий смак продукту. Оскільки зменшення рецептурної кількості цукрів спричиняє погіршення структури драглів, в мармеладну масу додатково вводили об'ємний наповнювач полідекстрозу у кількості, яка відповідає кількості цукру, що вилучається. Серед критеріїв оптимальності умовам оптимізації відповідатиме Y – міцність драглів, г. Зони оптимальних значень рецептурного складу відформованого мармеладу і значення міцності надано в табл. 2.

Таблиця 2 – Зони оптимальних значень рецептурного складу відформованого мармеладу з пониженим вмістом цукрів

Назва мармеладу	кількість пюре айви (X_1), г	кількість мальтозної патоки (X_1),*	кількість пюре хурми, (X_2), г	кількість цукру, (X_3), см ³	міцність драглів, (Y), г
1	2	3	4	5	6
«Фруктовий із сахарозою» $Y = 314,88 - 9,63 \cdot X_1 - 9,38 \cdot X_2 + 27,88 \cdot X_3$	4,6	-	44,7	22,0	326,4

1	2	3	4	5	6
«Фруктовий із глюкозою» $\gamma = 292,88 - 3,63 \cdot X_1 + 23,88 \cdot X_2 + 10,63 \cdot X_3$	-	16,5	44,8	21,0	307,2
«Фруктовий із фруктозою» $\gamma = 308,5 - 7,25 \cdot X_1 + 27,25 \cdot X_2 + 17,75 \cdot X_3$	4,5	-	47,0	15,0	336,8
Назва мармеладу	кількість цукру, ³ (X ₁), см ³	кількість пектину (X ₂), г	кількість кислоти, (X ₃), г	міцність драглів, (Y), г	
«Сливовий із сахарозою» $\gamma = 673,63 + 19,13 \cdot X_1 + 25,63 \cdot X_2 + 18,88 \cdot X_3$	22,0	0,35	0,11	687,9	
«Сливовий із глюкозою» $\gamma = 573,25 + 22 \cdot X_1 + 19,75 \cdot X_2 + 9,75 \cdot X_3$	17,0	0,37	0,11	590,9	
«Сливовий із фруктозою» $\gamma = 439,75 + 25,25 \cdot X_1 + 24,75 \cdot X_2 + 15,75 \cdot X_3$	18,0	0,40	0,12	473,6	

* X₁ – фактор оптимізації використовується лише для мармеладу з глюкозою.

За реологічними кривими визначено інтервали напруги зсуву, що попереджають руйнування структури мармеладних мас. Так, плинність, або початок руйнування структури *фруктових* мармеладних мас (рис. 3 (а)) спостерігається для зразків із сахарозою за P=23-30 Па, із фруктозою – за P=21-27 Па, із глюкозою – за P=27-40 Па. Інтервал руйнування структури зразків *желейно-фруктових* мармеладних мас із сахарозою знаходиться в межах P=22-26 Па, із фруктозою – P=34-40 Па, із глюкозою – P=40-44 Па.

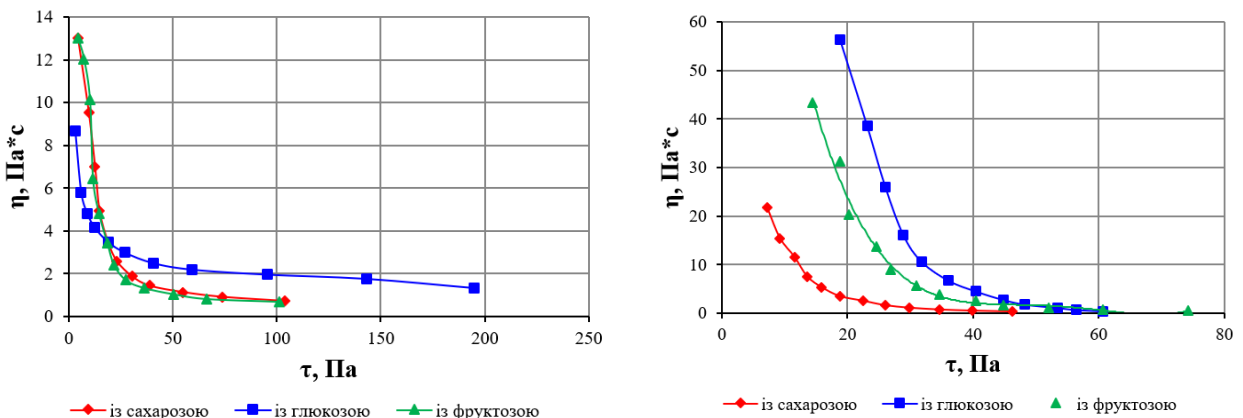


Рисунок 3. Реологічні криві в'язкості *фруктових* (а) і *желейно-фруктових* (б) мармеладних мас при $t 70 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($343 \pm 2 \text{ K}$) з різними цукрами

Актуальним питанням удосконалення технології мармеладу є скорочення процесу сушіння фруктових драглів. З метою інтенсифікації процесу сушіння і заощадження енергоресурсів було досліджено можливість використання для сушіння фруктового і желейно-фруктового мармеладу ІЧ-випромінювання, в якому витрачається менша кількість енергії для випаровування 1 л води, ніж при конвекційному сушінні. Сформовані драгли у вигляді напівсфер масою $15 \pm 1 \text{ г}$ піддавали сушінню на лабораторній конвективно-терморадіаційній сушильній установці, яка включала блоки автоматичного регулювання відносної вологості і температури, швидкості руху теплоносія, радіаційно-інфрачервоні випромінювачі, калорифер для

нагрівання повітря. Для проведення процесу сушіння зразки мармеладу розміщали в камері сушіння у сітчастому кошику, який з'єднано з вагами. У процесі сушіння відзначали зміни у масі зразків мармеладу.

Як свідчать результати, табл. 3, висушування всіх зразків *фруктового мармеладу*, відбувалось у два періоди при поєднанні конвекції та ІЧ- випромінювання. При цьому виділено дві закономірності: І період досить коротко-часний, для всіх зразків відбувається за підтримки менших температур. У ІІ періоді збільшується як температура, так і тривалість. Загальна тривалість сушіння для всіх зразків комбінованим методом не перевищувала 3 год, що у порівнянні з традиційним конвекційним способом набагато менше.

Таблиця 3 – Рекомендовані параметри сушіння для фруктового мармеладу

Показник	Фруктовий мармелад		
	із сахарозою	із глюкозою	із фруктозою
І період (конвекція + ІЧ)			
Температура, °С	50	40	40
Тривалість сушіння, хв	30	50	40
Кількість видаленої вологи, %	3,0	1,6	4,0
Швидкість сушіння, г/хв	0,1	0,04	0,1
Енерговитрати, кДЖ	2106	2205	1707
ІІ період (конвекція + ІЧ)			
Температура, °С	70	70	55
Тривалість сушіння, хв	110	130	120
Кількість видаленої вологи, %	10,0	11,4	9,0
Швидкість сушіння, г/хв	0,0855	0,0814	0,075
Енерговитрати, кДЖ	6958	8629	4713
<i>Загальна тривалість сушіння, хв</i>	140	180	160
<i>Загальні втрати вологи під час сушіння, %</i>	13,0	13,0	13,0
<i>Вміст сухих речовин в зразках, %</i>	76		
<i>Загальні витрати енергії, кДж</i>	9064	10834	6420

Таблиця 4–Рекомендовані параметри сушіння для желейно-фруктового мармеладу

Показник	Желейно-фруктовий мармелад		
	із сахарозою	із глюкозою	із фруктозою
І період (конвекція)			
Температура, °С	50	40	40
Тривалість сушіння, хв	20	40	70
Кількість видаленої вологи, %	3,28	0,87	3,43
Швидкість сушіння, г/хв	0,164	0,021	0,051
Енерговитрати, кДж	1404	1764	2988
ІІ період (конвекція + ІЧ)			
Температура, °С	70	70	55
Тривалість сушіння, хв	140	160	110
Кількість видаленої вологи, %	6,77	9,17	6,55
Швидкість сушіння, г/хв	0,048	0,057	0,061
Енерговитрати, кДж	8856	10620	4320
<i>Загальна тривалість сушіння, хв</i>	160	200	180
<i>Загальні втрати вологи під час сушіння, %</i>	10,05	10,04	9,98
<i>Вміст сухих речовин в зразках, %</i>	78		
<i>Загальні витрати енергії, кДж</i>	10620	12384	7308

Для зразків *желейно-фруктового* мармеладу рекомендовано також двостадійний режим, табл.4, але у I періоді рекомендовано застосовувати лише конвекцію, що обумовлено значною кількістю механічно зв'язаної води (макро- і мікрокапілярів) в драгледоподібних системах, яку досить легко видалити конвекцією, а на другому етапі – поєднати конвекцію і ІЧ-випромінювання.

На основі результатів, представлених в розділі 4, було внесено зміни в технологію фруктового і желейно-фруктового мармеладу і надано рекомендації щодо його виробництва, рис. 4.в

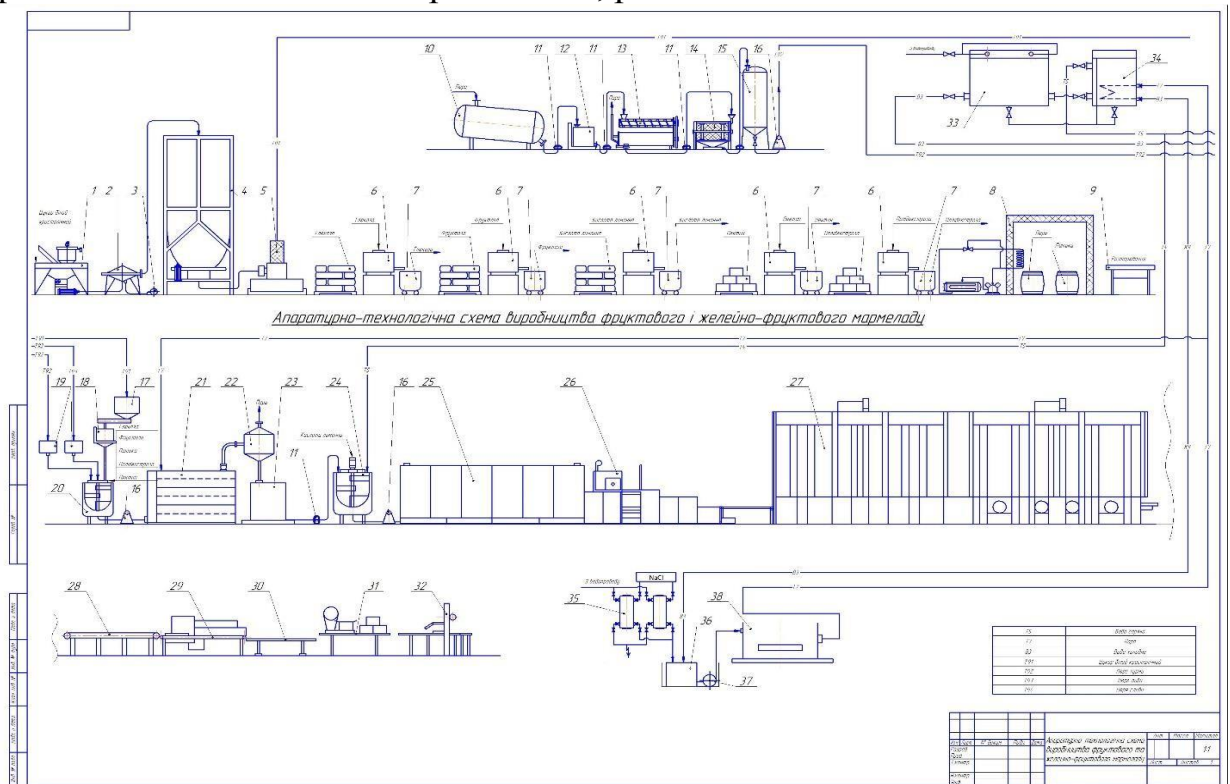


Рисунок 4. Апаратурно-технологічні схеми виробництва фруктового та желейно-фруктового мармеладу зі зниженим вмістом цукрів: 1 – розвантажувач мішків, 2 – центробіжний просіювач, 3 – компресор, 4 – силос, 5 - ваги, 6 – просіювач, 7 – діжа, 8 – холодильна камера, 9 – стіл для розтарювання, 10 – ємкість для пюре, 11 – шестеренчастий насос, 12 – автоваги, 13 – ошпарювач, 14 – протиральна машина, 15 – проміжний збірник, 16 – плунжерний насос, 17 – бункер для цукру, 18 – автоваги, 19 – витратна ємкість, 20 – варильний котел, 21 – варильний апарат, 22 – паровідділювач, 23 – приймальна ємкість, 24 – темперувальна машина МТ-2М-100, 25 – камера вистійки, 26 – відливальний механізм агрегату ШФІ-М6, 27 – сушарка А2-ШЛЖ/4, 28 – транспортер поворотний, 29 – машина пакувальна МГУ-НОТІС-150, 30 – стіл, 31 – стіл пакувальний, 32 – оклеювач гофроящиків.

У розділі 5 «Оцінка якості фруктового та желейно-фруктового мармеладу зі зменшеним вмістом цукрів» визначаються показники якості нових видів мармеладу на відповідність нормативній документації, прогнозується його поведінка в процесі зберігання, розраховується процент зменшення вмісту цукру, енергетичної цінності і показника глікемічності у порівнянні з традиційними виробами.

Встановлено, що при $a_w=0,75$ фруктовый мармелад має наступні значення рівноважної вологості: із сахарозою – 28,1%, із фруктозою – 24,8%,

із глюкозою – 23,8%, що свідчить про його сорбційні властивості в процесі зберігання; желеино-фруктовий мармелад із сахарозою при $a_w=0,75$ має значення рівноважної вологості 27,1%, із глюкозою – 17%, із фруктозою – 33,8%, тобто при зберіганні мармелад із сахарозою і фруктозою зволожуватиметься до досягнення рівноважного стану, а з глюкозою – усихатиме, у зв'язку з чим рекомендовано застосовувати герметичне пакування для всіх розроблених зразків.

Досягнуто основну мету дисертаційної роботи: у фруктовому мармеладі на сахарозі вдалось зменшити кількість цукру на 35%, в мармеладі на глюкозі – на 46%, в мармеладі із фруктозою на 40% у порівнянні з традиційним яблучним формовим мармеладом. У мармеладі желеино-фруктовому «Сливовий» (із сахарозою) досягнуто зменшення цукру на 25%, «Сливовий із глюкозою» - на 37%, «Сливовий із фруктозою» - на 38%, у порівнянні з желеино-фруктовим мармеладом на яблучному пектині. Це означає, що отримана продукція (за виключенням желеино-фруктового мармеладу «Сливовий») може маркуватись як продукція зі зменшеною кількістю цукру, оскільки вміст цукру понижений щонайменше на 30%.

Вагомим технологічним здобутком удосконалених технологій є доведення можливості використання нетрадиційних цукрів в технологіях кондитерських виробів, що може позитивно відобразиться на розширенні асортименту випускаємої продукції. *Досягнуто значний соціальний ефект*, коли споживач матиме змогу реалізувати свій вибір за вподобанням, враховуючи маркування щодо зменшення цукру, або енергетичної цінності, або показника глікемічності.

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети дисертаційної роботи удосконалено технології фруктового та желеино-фруктового мармеладу шляхом зниження рецептурного вмісту цукрів (сахарози або глюкози, або фруктози), оптимізації кількісного співвідношення плодового пюре, LA-пектину, полідекстрози, патоки для забезпечення звичних споживачеві органолептичних показників продукції і її відповідності вимогам чинної нормативної документації.

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність удосконалення технологічних схем фруктового і желеино-фруктового мармеладу на предмет зменшення вмісту цукрів, що пов'язано з їх негативним впливом на здоров'я людини. Встановлено значущу роль цукрів в механізмі драглеутворення пектину, як драглеутворювача фруктових мармеладних мас, і їх вагомий вплив на структурно-механічні властивості мармеладу.

З'ясовано, що конвекційне сушіння мармеладу є найбільш енергозатратною технологічною операцією, у зв'язку з чим виникає необхідність у вивченні можливості застосування альтернативних способів сушіння.

2. Експериментально встановлено особливості структуроутворення фруктових і желеино-фруктових драглів мармеладу з різними цукрами і доведено, що існують залежності між реологічними показниками фруктових мас до драглеутворення, міцністю та загальною деформацією структурованих

драглів, а також кількістю в них зв'язаної води. Показано, що мармеладні маси, які мають до структуроутворення вищі показники ефективної в'язкості швидше формують каркас драглів; драглі набувають більшої міцності після остаточного вистоювання і характеризуються дещо більшим вмістом зв'язаної води. Це пояснює вищі значення ефективної в'язкості мармеладних мас із сахарозою до структуроутворення порівняно з мармеладними масами, що містять глюкозу або фруктозу. Встановлено, що міцність фруктових драглів із сахарозою вища за значеннями сили, що необхідна для їх прориву, а загальна деформація, відповідно – менша; драглі із сахарозою мають меншу кількість вільної вологи.

Ідентичні залежності спостерігаються для зразків желеино-фруктових мармеладних мас: ефективна в'язкість мармеладної маси з фруктозою за всіх значень напруги зсуву відмічена як найменша, а кількість вільної води в драглях із фруктозою – найбільша.

3. Оптимізовано рецептури фруктового мармеладу на основі суміші пюре хурми і японської айви і визначено можливість отримання готового мармеладу зі звичним для споживача солодким смаком за раціонального використання цукрів, - сахарози або глюкози, або фруктози. Встановлено, що найкраща міцність драглів і високі органолептичні показники мармеладу забезпечуються при таких співвідношеннях інгредієнтів: для мармеладу із сахарозою – кількість пюре айви : пюре хурми : сахарози як 4,6 г : 44,7 г : 22,0 г; із глюкозою – кількість пюре хурми : глюкози : мальтозної патоки як 44,8 г : 21,0 г : 16,5 г; із фруктозою – кількість пюре айви : пюре хурми : фруктози 4,5 г : 47,0 г : 15,0 г. Запропонована суміш пюре дозволяє розширити спектр драглеутворювальних видів пюре на заміну пюре яблучному, зменшити вміст кислоти, цукру в рецептурному складі мармеладу, виключити внесення барвників і ароматизаторів.

4. Оптимізовано рецептури желеино-фруктового мармеладу на основі пюре сливового та японської айви з різними цукрами – сахарозою, глюкозою, фруктозою; обґрунтовано і підтверджено можливість використання ЛА-пектину як драглеутворювача. Показано, що вищі значення критерію оптимальності (міцність драглів) досягається при таких співвідношеннях інгредієнтів: для мармеладу із сахарозою – кількість сахарози : пектину : кислоти як 22,0 г : 0,35 г : 0,11 г; із глюкозою – кількість глюкози : пектину : кислоти як 17,0 г : 0,37 г : 0,11 г; із фруктозою – кількість фруктози : пектину : кислоти як 18 г : 0,4 г : 0,12 г.

5. Визначено реологічні показники мармеладних мас, виготовлених за оптимізованими рецептурами, і встановлено можливість їх перекачування без руйнування структури за наступних значень напруги зсуву: для фруктового мармеладу із сахарозою - до $P=23-30$ Па, із фруктозою – до $P=21-27$ Па, із глюкозою – до $P=27-40$ Па. Для желеино-фруктового мармеладу із сахарозою – до $P=22-26$ Па, із фруктозою – до $P=34-40$ Па, із глюкозою – до $P=40-44$ Па.

6. Доведено можливість застосування ІЧ-випромінювання в комбінації з конвекцією для висушування мармеладу. Рекомендовано двостадійні режими: для фруктового мармеладу із сахарозою І період – $t=50$

$^{\circ}\text{C}$, 30 хв; II період – $t=70^{\circ}\text{C}$, 110 хв; із глюкозою I період – $t=40^{\circ}\text{C}$, 50 хв; II період – $t=70^{\circ}\text{C}$, 130 хв; із фруктозою I період – $t=40^{\circ}\text{C}$, 40 хв; II період – $t=50^{\circ}\text{C}$, 120 хв. Для желеино-фруктового мармеладу : із сахарозою I період (конвекція) – $t=50^{\circ}\text{C}$, 20 хв; II період (конвекція, ІЧ випромінювання) – $t=70^{\circ}\text{C}$, 140 хв; із глюкозою I період (конвекція) – $t=40^{\circ}\text{C}$, 40 хв; II період (конвекція, ІЧ випромінювання) – $t=70^{\circ}\text{C}$, 160 хв; із фруктозою I період (конвекція) – $t=40^{\circ}\text{C}$, 70 хв; II період (конвекція, ІЧ випромінювання) – $t=55^{\circ}\text{C}$, 110 хв.

7. Удосконалено технологічну схему фруктового та желеино-фруктового мармеладу з пониженим вмістом цукрів і встановлено, що за органолептичними та фізико-хімічними показниками його якість відповідає вимогам ДСТУ 4333:2018. Виключенням є вміст редукувальних речовин для мармеладу із глюкозою або фруктозою. Встановлено можливість зниження цукрів у мармеладі фруктовому на 35...46% порівняно з традиційними рецептурами, для желеино-фруктового – на 25...38%, що призводить до зменшення енергетичної цінності готового продукту більше, ніж на 30%.

8. Вивчено процес адсорбції води мармеладом та показано, що при $a_w=0,75$ фруктовий мармелад має наступні значення рівноважної вологості: із сахарозою – 28,1%, із фруктозою – 24,8%, із глюкозою – 23,8%, що свідчить про його сорбційні властивості в процесі зберігання до досягнення рівноважної вологості. Желеино-фруктовий мармелад із сахарозою при $a_w=0,75$ має рівноважну вологість 27,1%, із глюкозою – 17%, із фруктозою – 33,8%, тобто при зберіганні мармелад із сахарозою і фруктозою зволожуватиметься до досягнення рівноважного стану, а з глюкозою – висихатиме. Рекомендовано застосовувати герметичне пакування.

9. Розроблено і затверджено рецептури і технологічну інструкцію на мармелад «Фруктовий», «Фруктовий з глюкозою», «Фруктовий з фруктозою», желеино-фруктовий «Сливовий», «Сливовий з глюкозою», «Сливовий з фруктозою»; технологію желеино-фруктового мармеладу апробовано на ТОВ «Ідеал» та в Кондитерському Домі «БоН АсортІ». Визначено, що за статею Балансу «Вартість сировини і матеріалів» витрати на розроблений мармелад вищі, ніж для традиційних виробів на 21...32% - для фруктового і на 45...72% - для желеино-фруктового. Проте, застосування запропонованого методу сушіння мармеладу, який відрізняється меншими енерговитратами на процес сушіння призведе до економії енергоресурсів, що дозволить зменшити виробничу собівартість готової продукції.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Камбулова, Ю.В., Оверчук, Н.О. (2015). Аналіз якості плодкових і ягідних пюре для виробництва мармеладу. *Харчова промисловість*, 17, 46-50.
2. Sokolovska, I., Kambulova, J., Overchuk, N. (2016). Study of the water binding in the gel systems of pectin and sodium alginate. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/11 (80), 4-12. (Науково-практичний журнал індексується в міжнародних наукометричних базах SCOPUS, Index Copernicus і ін.)
3. Камбулова, Ю.В., Матяс, Д.С., Оверчук, Н.О., Федій, Т.С. (2017) Фруктові і желеїні мармеладні маси з глюкозою. *Збірник наукових праць ХДУХТ «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі»*, 1 (25), 256-270.

4. Tsaruk, V., Overchuk, N., Kambulova, Yu. (2021). Use of Various Sugars in Low Sugar Confectionery Technologies. *Chemical technologies & Biotechnologies and food technologies, PROCEEDINGS, University Of Ruse "Angel Kanchev", Ruse, Bulgaria, 60, book 10.3, 15-22.*
5. Kambulova, Yu., Overchuk, N., Dubkovets'kyu, I., Kokhan, O., Yurchak, V., Zvyahintseva-Semenets, Yu., Onofriychuk, O. (2022). Application of radiation-convective drying method to remove water from gels. *Journal of Hygienic Engineering and Design, 37, 109-115.* (Науково-практичний журнал індексується в міжнародних наукометричних базах SCOPUS, Index Copernicus i in.)
6. Kambulova, Yu., Overchuk, N., Kohan, O. (2022). Effects of mono- and disaccharides on fruit gel formation. *Ukrainian Journal of Food Science, 2 (10), 171-183.*
7. Оверчук, Н., Стецієнко, А., Костючик, Л., Харкава, О. (2015). Аналіз якості плодових і ягідних пюре та соків для виробництва мармеладу. *Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: Мат.81 наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. К.: НУХТ. Ч.1, 150.*
8. Overchuk, N., Kambulova, J., Zharuk, T. (2016) The use of varieties of sugars in the technology of fruit and berry marmalade mass. *Peer-reviewed aterials digest (collective monograph) published following the results of the CXXIX International Research and Practice Conference and II stage of the Championship in Physics and Mathematics, Chemistry, Earth and Space Sciences (London, September 13-19, 2016), 57/5.*
9. Overchuk, N., Zharuk, T., Kambulova, J. (2016). Reduced intake of fruit and berry marmalade. *8th Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts. — 23-26 May 2016. — К.: NUFT, 38.*
10. Жарук, Т., Оверчук, Н., Камбулова, Ю. (2016). Фруктово-ягідний мармелад зменшеної цукромісткості. *Наукові здобутки молоді - вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 82 13 міжн.наук.конф.молодих учених, аспірантів і студентів, 13- 14 квітня 2016 р., м. Київ.-К.:НУХТ, 1, 155.*
11. Оверчук, Н., Ворочек, Д. (2019). Фруктово-желейний мармелад з пониженим цукровмістом. *Матеріали Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», 114-115.*
12. Ворочек, Д., Лигач, Д., Оверчук, Н. (2020). Використання потенціалу фруктово-ягідних та овочевих пюре у технології кондитерських виробів з низьким вмістом цукру. *Actual Problems And Modern Technologies of Food Products: Production International Scientific and Practical Conference: KUTAISI Akaki Tsereteli State University, 20-21 February 2020. 263-265.*
13. Оверчук, Н. (2020). Менеджмент якості мармеладу спеціального призначення. *«Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення»: Матеріали міжнародної конференції, 25 вересня 2020р, ЛТЕУ. 23-24.*
14. Оверчук, Н., Звягінцева-Семенець, Ю., Камбулова, Ю. (2021). Мармелад з пониженою енергетичною цінністю. *Міжнародна науково-практична конференція «Здорове харчування дітей в Україні – запорука майбутнього нації. Стан та перспективи», 29 вересня 2021, Київ. НУХТ, 85-87.*
15. Камбулова, Ю., Оверчук, Н., Акулова, С. (2023). Застосування радіаційно-конвективного методу висушування для видалення води із фруктових гелів. *Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції, Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 19-20 квітня 2023 р., Полтава: ПДАУ, 58-62.*
16. Оверчук, Н., Есманова, Д., Камбулова, Ю. (2023). Міцність фруктово-ягідного мармеладу з різними видами цукрів. *89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 3–7, 2023. Book of abstract. Part I. NUFT, Kyiv, 147.*
17. Гороб'як, О., Оверчук, Н., Камбулова, Ю., Дубковецький, І. (2023). Шляхи удо-

сконалення технології фруктового мармеладу. *X Міжнародна науково-практична конференція «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», НУХТ, 21 вересня 2023 р., Київ, 73-76.*

18. Пат. на корисну модель № № 152656 Україна, МПК А23В 7/08 (2022). Спосіб виробництва желейно-фруктового мармеладу з пониженим вмістом цукру / Камбулова Юлія, Оверчук Наталія, Меженський Володимир, Кохан Олена, Звягінцева-Семенець Юлія, Гороб'як Ольга; власник НУХТ – № u202201958; заяв. 09.06.2022; опубл. 29.03.2023. Бюл. № 13/2023.

Особистий внесок здобувача: у матеріалах сумісних праць автору належить проведення літературного пошуку, постановка і проведення експериментальних досліджень та математико-статистична обробка результатів, участь в узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

АНОТАЦІЯ

Оверчук Н.О. Удосконалення технології фруктового і желейно-фруктового мармеладу з регульованим вмістом цукрів – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023.

У дисертаційній роботі науково обґрунтовано удосконалення технології мармеладу фруктового і желейно-фруктового шляхом регулювання вмісту сахарози або глюкози, або фруктози, використання сумішей плодового пюре, LA- пектину, полідекстрози, мальтозної патоки у таких кількостях, які забезпечують звичні органолептичні показники продукції і її відповідність вимогам чинної нормативної документації. Визначено ефективність застосування суміші пюре айви японської і хурми як альтернативи драглеутворювальному яблучному пюре; показано доцільність використання LA-пектину в технології желейно-фруктового мармеладу; доведено можливість застосування ІЧ-випромінювання у двостадійному етапі висушування фруктового і желейно-фруктового мармеладу.

Встановлено можливість зниження цукрів у мармеладі фруктовому на 35...46% порівняно з традиційними рецептурами, для желейно-фруктового – на 25...38%, що, у свою чергу, призводить до зменшення енергетичної цінності готового продукту більше, ніж на 30%.

Ключові слова: мармелад желейний, драгле утворення, сахароза, глюкоза, фруктоза, полідекстроза, агар, к-каррагінан, Н-пектин, L-пектин, плодово- ягідне пюре.

ABSTRACT

N. Overchuk Improvement of technologies of fruit and jelly-fruit marmalade with regulated sugar content - Qualifying scientific work on the rightsof manuscripts.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.18.01 - Technology of bakery products, confectionery products and food concentrates, National University of Food Technologies of the

Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2023.

The dissertation is devoted to the improvement of fruit and jelly-fruit marmalade technologies by reducing the recipe content of sugars (sucrose or glucose or fructose), optimizing the quantitative ratio of fruit puree, low metaxylylated amidated pectin, polydextrose, and molasses in order to provide the consumer with organoleptic properties, indicators of marmalade and its compliance with the requirements of current regulatory documentation.

The effectiveness of the use of low metaxylylated amidated pectin (LA-pectin) in the technology of jelly-fruit marmalade with sucrose or glucose or fructose has been determined, which ensures a satisfactory jelly-like structure of the marmalade and compliance of its organoleptic, physico-chemical quality indicators with the current regulatory documentation.

The possibility of using infrared radiation in the two-stage drying stage of fruit and jelly-fruit marmalade has been proven, and the combination of convection and infrared radiation throughout the drying time in the technology of fruit marmalade and the use of convection in the first stage, and in the second - a combination of convection and infrared radiation, - in the technology of jelly-fruit marmalade, which allows you to reduce the time and energy spent on the drying process.

The recipes of fruit marmalade based on a mixture of pureed persimmons and Japanese quince were optimized and the possibility of obtaining ready-made marmalade with a sweet taste familiar to the consumer with the rational use of sugars - sucrose or glucose or fructose - was determined. It was established that the best strength of jelly and high organoleptic parameters of marmalade are provided with the following ratio of ingredients: for marmalade with sucrose - the amount of quince puree: persimmon puree: sucrose as 4.6 g : 44.7 g : 22.0 g; with glucose - the amount of persimmon puree : glucose : maltose molasses as 44.8 g : 21.0 g : 16.5 g; with fructose - amount of quince puree : persimmon puree : fructose 4.5 g : 47.0 g : 15.0 g.

Recipes of jelly-fruit marmalade based on plum and Japanese quince puree with various sugars - sucrose, glucose, fructose - have been optimized; the possibility of using LA-pectin as a gelatinizer has been substantiated and confirmed. It is shown that higher values of the criterion of optimality (strength of the jelly) are achieved with the following ratios of ingredients: for marmalade with sucrose – the amount of sucrose : pectin : acid as 22.0 g : 0.35 g : 0.11 g; with glucose - the amount of glucose : pectin : acid as 17.0 g : 0.37 g : 0.11 g; with fructose - the amount of fructose: pectin: acid as 18 g: 0.4 g: 0.12 g.

The rheological indicators of marmalade masses made according to optimized recipes were determined and the possibility of pumping them without destroying the structure under the following parameters of shear stress was determined: for fruit marmalade with sucrose - up to $P=23-30$ Pa, with fructose - up to $P=21-27$ Pa, with glucose - up to $P=27-40$ Pa. For jelly-fruit marmalade with sucrose - up to $P=22-26$ Pa, with fructose - up to $P=34-40$ Pa, with glucose - up to $P=40-44$ Pa.

It was established that its quality meets the requirements of DSTU 4333:2018 according to organoleptic and physicochemical indicators. The exception is the content of reducing substances for marmalade with the use of glucose or fructose.

The possibility of reducing sugars in fruit marmalade by 35..46% compared to traditional recipes, for jelly-fruit - by 25...38%, which, in turn, leads to a decrease in the energy value of the finished product by more than 30% has been established. The status of "product with reduced energy value" has been assigned to "Fruit" marmalade (with sucrose) and "Plum with fructose" jelly-fruit. Marmalade "Fruit" (with sucrose), "Fruit with fructose", jelly-fruit "Plum" (with sucrose), "Plum with fructose" has a low glycemic index. The possibility of labeling all developed products as confectionery products with reduced sugar content (except jelly-fruit marmalade "Plum" with sucrose) has been proven.

Key words: fruit marmalade, jelly-fruit marmalade, gelling capacity, sucrose, glucose, fructose, polydextrose, low-methoxylated (LA) pectin, persimmon puree, quince puree, apple puree, plum puree.