

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

МАЗУР ЛЮБОВ СЕРГІЇВНА

УДК 664.144

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛЬОДЯНИКОВОЇ КАРАМЕЛИ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
АМОРФНОЇ ТА АМОРФНО-ПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та
харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Дорохович Антонелла Миколаївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Іоргачова Катерина Георгіївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри технології хліба,
кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів

кандидат технічних наук, доцент
Олексієнко Наталія Валентинівна,
керівник відділу зовнішнього аудиту
департаменту якості ТОВ “Сільпо-Фуд”.

Захист відбудеться 18 квітня 2019 р. о 10³⁰ на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за
адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

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

Автореферат розіслано 15 березня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доцент



І.М. Зінченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Льодяникова карамель користується великим попитом завдяки високим органолептичним показникам і тривалому терміну зберігання. На ринку України представлено льодяникову карамель як вітчизняних («Roshen», «Ріконд», «Харків'янка» тощо), так і закордонних виробників («Чупа-чупс» (Іспанія), «Cavendish & Harvey» (Німеччина), «Woogie Fine Drops» (Австрія) тощо). Традиційною сировиною у виробництві карамелі є цукор білий кристалічний (сахароза) та карамельна патока. Льодяникова карамель не є продуктом здорового харчування, однак користується великим попитом серед усіх верств населення, особливо дітей і підлітків, в раціоні харчування яких рекомендовано використовувати глюкозу. Під час аналізу літературних джерел карамелі на глюкозі не знайдено, тому доцільним було проведення комплексу досліджень щодо раціонального використання глюкози у виробництві льодяникової карамелі. Існує велика кількість робіт з використання лікарських трав у виробництві карамелі, проте застосування їх у виробництві карамелі на глюкозі, фруктозі, поліолах нами знайдено не було, тому потрібно провести комплекс досліджень щодо встановлення оптимальних параметрів екстрагування пустирника, м'яти перцевої, ромашки лікарської та використання екстрактів у технології льодяникової карамелі. Зараз у світі набуває розвитку розширення асортименту льодяникової карамелі аморфно-пористої структури, проте її технологія і рецептурний склад є ноу-хау виробництва. В Україні льодяникову карамель аморфно-пористої структури не виробляють, а отже потрібно провести дослідження щодо розроблення рецептурного складу і встановлення технологічних параметрів її виробництва. В останні роки набув розвитку напрям збагачення кондитерських виробів натуральними кріопорошками, тому у виробництві карамелі аморфно-пористої структури доцільно було використати кріопорошки чорниці та малини, які мають цінні фізіологічні властивості. Отже, удосконалення технології льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури на основі сахарози, глюкози, фруктози, лактулози, ізомальтиту, мальтиту, екстрактів лікарських трав (пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської), кріопорошків чорниці та малини, що забезпечує їм статус «функціональних» та «дієтично-функціональних» харчових продуктів, є актуальним питанням розвитку кондитерської галузі.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з тематикою напряму науково-дослідних робіт Національного університету харчових технологій «Розроблення сучасних енерго- і ресурсощадних технологій та нанотехнологій для виробництва якісних і безпечних харчових продуктів» і тематичними планами наукових досліджень кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ «Розробка прогресивних ресурсозберігаючих технологій 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» (Державний реєстраційний номер 0112U004632).

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є удосконалення технології льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури на основі раціонального використання цукрів: сахарози, глюкози, фруктози; цукрозамінників:

ізомальтитолу, мальтитолу; фізіологічно-функціональних інгредієнтів (пустирник, ромашка лікарська, м'ята перцева, кріопорошки чорниці та малини, лактулоза, аскорбінова кислота), що забезпечує їм статус “функціональних” та “дієтично-функціональних” харчових продуктів.

Досягнення поставленої мети реалізується на основі комплексу досліджень, що включає такі взаємопов'язані завдання:

- встановити можливість використання сахарози, глюкози, фруктози та різних видів крохмальної патоки у виробництві льодяникової карамелі функціонального призначення шляхом раціонального дозування фізіологічно-функціональних інгредієнтів (лактулози, аскорбінової кислоти);

- визначити можливість раціонального використання ізомальтитолу, мальтитолу в суміші з фруктозою у виробництві льодяникової карамелі з статусом «дієтично-функціональний» харчовий продукт;

- визначити можливість раціонального використання екстрактів лікарських трав (пустирника, м'яти перцевої, ромашки лікарської) у виробництві льодяникової карамелі спеціального призначення;

- розробити технологію льодяникової карамелі аморфно-пористої структури на основі цукрів (сахарози, глюкози, фруктози), поліолів (ізомальтитолу, мальтитолу) і кріопорошків чорниці та малини;

- визначити вплив цукрів, різних видів крохмальної патоки, цукрозамінників і фізіологічно-функціональних інгредієнтів на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники, сорбційні, фізіологічні властивості карамелі спеціального призначення аморфної та аморфно-пористої структури;

- визначити харчову і енергетичну цінність, показник глікемічності нових видів льодяникової карамелі спеціального призначення аморфної та аморфно-пористої структури;

- розробити та затвердити рецептури, технологічні інструкції на нові види карамелі, провести апробацію розроблених технологій у виробничих умовах;

- виконати економічний розрахунок ефективності від впровадження нових видів льодяникової карамелі.

Об'єкт досліджень – технологія льодяникової карамелі;

Предмет досліджень – льодяникова карамель аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення на основі цукрів (сахарози, глюкози, фруктози), цукрозамінників (ізомальтитолу та мальтитолу) та фізіологічно-функціональних інгредієнтів (лактулози, аскорбінової кислоти, екстрактів пустирника, м'яти перцевої, ромашки лікарської, кріопорошків чорниці та малини).

Методи досліджень – стандартні загальноприйняті хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сенсорні, виконані з використанням сучасних приладів, комп'ютерних технологій і програмного забезпечення.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних і експериментальних досліджень удосконалено і науково обґрунтовано технологічні параметри та рецептурний склад нових конкурентноздатних видів карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення за рахунок раціонального використання цукрів (сахарози, глюкози, фруктози), поліолів (ізомальтитолу, мальтитолу) та фізіологічно-функціональних інгредієнтів (лактулози, асмор-

бінової кислоти, екстрактів пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської, кріопорошків чорниці та малини).

На основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано наукові положення, які виносяться на захист:

- встановлено можливість виробництва карамельної маси на основі глюкози та різних видів патоки, які показали, що співвідношення глюкоза : патока залишаються такими ж, як для сахарози, використання глюкози потребує внесення змін до ДСТУ 3893:2016 «Карамель. Загальні технічні умови» стосовно вмісту редукувальних речовин, який повинен бути збільшений до 80,0 %;

- встановлено можливість використання фізіологічно-функціональних інгредієнтів (лактозули, аскорбінової кислоти) на стадії оброблення карамельної маси у виробництві карамелі аморфної структури. Загальні втрати лактозули під час оброблення і зберігання карамелі становлять 4,75 %. Втрати аскорбінової кислоти на стадії оброблення становлять 50 %, під час зберігання карамелі втрат немає;

- удосконалено технологію льодяникової карамелі на основі суміші ізомальтиту та мальтиту з фруктозою за співвідношення 9:1. Визначено, що органолептичні, фізико-хімічні показники якості карамелі відповідають вимогам ДСТУ 3893:2016. Рівноважна вологість карамелі при $a_w = 0,7-0,75$, як і на сахарозі, становить 2,0...2,5 %.

- встановлено оптимальні параметри екстрагування лікарських трав (пустирника, м'яти перцевої, ромашки лікарської), що забезпечують максимальний перехід сухих речовин: гідромодуль для пустирника – 1:8,2, для м'яти перцевої – 1:8,4, для ромашки лікарської – 1:7,3; температура екстрагування – 371 К (98 °С); тривалість екстрагування – (16,6..18,5)-60 с, тривалість вистоювання екстрактів становить (91..95,0) 60 с;

- розроблено удосконалену технологію льодяникової карамелі з функціональними властивостями на основі сахарози, глюкози та екстракту пустирника, з дієтично-функціональними властивостями на основі суміші ізомальтитол-фруктоза та екстракту м'яти перцевої, суміші мальтитол-фруктоза та екстракту ромашки лікарської;

- розроблено інноваційну технологію льодяникової карамелі аморфно-пористої структури завдяки введенню до складу гарячої карамельної маси суміші лимонної кислоти та соди, оптимальне співвідношення яких становить 1:0,9. Встановлено необхідність у виробництві карамелі аморфно-пористої структури внесення до фізико-хімічних показників в ДСТУ 3893:2016 показника густини, який не повинен бути більшим за 700 кг/м³, за умови використання глюкози вміст редукувальних речовин повинен становити до 80 %. Запропоновано використовувати кріопорошки чорниці та малини в кількості 10 % до маси готового продукту, що у разі споживання 1 шт. карамелі «Солодка ягода», «Малинова легкість», «Чорниця», «Малинова мить» (за умови, що в 1 кг – 200 шт.) задовольняє добову потребу у поліфенолах, відповідно, на 31,1 %, 10,8 %, 30,4 %, 14,5 %, в антоціанах – на 52,5 %; 21,25 %; 37,25 %; 12,6 %. Встановлено, що рівноважна вологість карамелі при $a_w = 0,7-0,75$ на основі сахарози і глюкози становить (4,0±0,5) %, на суміші поліол-фруктоза – (2,0±0,5) %. Згідно з рецептурою, вологість карамелі дорі-

вноє (1,0+0,5) %, що вказує на необхідність пакування нових видів карамелі у вологонепроникні пакувальні матеріали;

– згідно з основними принципами кваліметрії, проведено оцінювання якості льодяникової карамелі «Особлива», «Фантазія», «Фруктова легкість», «Насолода», «Солодка ягода», «Малинова легкість», «Чорниця», «Малинова мить» за комплексним показником, який враховує органолептичні, фізико-хімічні, фізіологічні показники і дорівнює 0,9–0,95, що відповідає оцінці відмінно.

Наукову новизну роботи підтверджено шістьма патентами України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено Асоціацією «Укркондпром» рецептури і технологічні інструкції на льодяникову карамель аморфної структури функціонального призначення «Особлива», «Фантазія», дієтично-функціонального призначення «Фруктова легкість», «Насолода», а також льодяникову карамель аморфно-пористої структури функціонального призначення «Солодка ягода», «Малинова легкість», дієтично-функціонального призначення «Чорниця», «Малинова мить».

Технологію льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення апробовано у виробничих умовах на підприємствах ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівці Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано-Франківської області.

Особистий внесок здобувача. Автором проведено теоретичні та експериментальні дослідження, одержано наукові результати щодо удосконалення технології льодяникової карамелі аморфної структури спеціального призначення та розроблення інноваційної технології льодяникової карамелі аморфно-пористої структури спеціального призначення. Проведено апробацію технологій у виробничих умовах, розроблено рецептури та технологічні інструкції.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і підготовку матеріалів до публікації проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. А.М. Дорохович.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 82-й, 83-й, 84-й Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів НУХТ (Київ, Україна, 2016, 2017, 2018 рр.), Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (Харків, Україна, 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Технології харчових продуктів і комбікормів» ОНАХТ (Одеса, Україна, 2017 р.), 4-й, 5-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» НУХТ (Київ, Україна, 2017, 2018 рр.).

Зразки льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення було розглянуто професійною дегустаційною комісією конкурсу «Солодкий тріумф» в 2016 та 2017 роках в рамках Міжнародної виставки «Sweets & Bakery Ukraine», де отримали відзнаку – дипломи в номінації «Гран-Прі» (2016 р.), «Тріумф інновації» (2017 р.).

Результати досліджень використовуються під час викладання дисциплін «Технологія кондитерських виробів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів», «Сучасні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів спеціального призначення» (кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, НУХТ).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 19 друкованих праць: 5 статей з них 1 – у міжнародному виданні, 4 – у фахових виданнях (в тому числі 1 – у журналі, що входить до міжнародної наукометричної бази Web of Science); 8 матеріалів наукових конференцій та тез доповідей; 6 патентів України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає 208 найменувань, і 11 додатків. Матеріали дисертації викладено на 140 сторінках друкованого тексту, містять 24 рисунків і 86 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету, завдання, предмет, об'єкт дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі «Стан та перспективи виробництва льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури»** проведено огляд науково-технічних джерел за темою дисертації, проаналізовано виробництво льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення в Україні та за кордоном, розглянуто теоретичні умови утворення аморфної структури, наведено характеристику лікарських трав (пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської), основних властивостей сахарози, глюкози, фруктози, лактулози, ізомальтитулу, мальтитулу та доведено доцільність їх використання у виробництві льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення. Проаналізовано хімічний склад і фізіологічні властивості кріопорошків малини та чорниці з точки зору їх використання як фізіологічно-функціональної сировини у виробництві карамелі.

У **другому розділі «Об'єкти та методи досліджень»** наведено характеристику об'єктів і методів досліджень. Розроблено комплексну блок-схему проведення досліджень. Розглянуто наступні види сировини: цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623:2006); крохмальна патока (ДСТУ 4498:2005); глюкоза кристалічна гідратна (ДСТУ 4464:2005); фруктоза (ТУ У 51.1-2841802819-001-2001); лактулоза (ТУ У 15.8-33348888-007-2006); ізомальтитол (сертифікат відповідності санітарному законодавству України); мальтитол (сертифікат відповідності санітарному законодавству України); суха трава пустирника (ТУ 9197-036-41395157-10); сухі квіти ромашки лікарської (ГОСТ 2237-93); суха трава м'яти перцевої (ГОСТ 23768-94); кріопорошок чорниці (ТУ У 10.3-2754817623-002:2015); кріопорошок малини (ТУ У 10.3-2754817623-002:2015); кислота аскорбінова харчова (ГОСТ 4815–76); сода харчова (ГОСТ 2156-76); кислота лимонна харчова (ГОСТ 908–2006); ароматизатори харчові (ГОСТ 32049–2013).



Рисунок 1 – Блок-схема досліджень

У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень. Вміст сухих речовин визначали рефрактометричним методом за ДСТУ 4910:2008. Масову частку редукувальних речовин визначали з лужним розчином міді. Густина

карамельної маси визначали за співвідношенням маси до об'єму. В'язкість карамельного сиропу визначали на ротаційному віскозиметрі Брукфілда. В'язкість екстрактів визначали за допомогою капілярного віскозиметра Оствальда ВПЖ-4. Кольоровість карамелі визначали спектрофотометричним методом. Міцність карамельної маси визначали на приладі МДП-100. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей сировини проводили ваговим методом на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. Органолептичні показники якості льодяникової карамелі визначали за ДСТУ 3893:2016. Комплексний показник якості визначали згідно з основними принципами кваліметрії. Аналіз інтенсивності кристалізації проводили за допомогою порошкового дифрактометра «ДРОН УМ-1». Визначення загальної антиоксидантної ємності проводили методом гальваностатичного титрування. Визначення вмісту поліфенольних сполук проводили спектрофотометричним методом. Визначення вмісту антоціанів проводили спектрофотометричним рН-диференціальним методом. Енергетичну цінність визначали за загальноприйнятими розрахунковими методиками. Глікемічність готових виробів визначали за методикою розрахунку показника глікемічності.

У третьому розділі *«Встановлення раціонального використання дисахаридів та моносахаридів у виробництві льодяникової карамелі спеціального призначення»* наведено результати досліджень впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози), поліолів (ізомальтитулу, мальтитулу) та крохмальної патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної, мальтозної) на структурно-механічні властивості карамельного сиропу та маси, органолептичні, фізико-хімічні та сорбційно-десорбційні властивості карамелі.

Встановлено, що підвищення вмісту редукувальних речовин у патоці сприяє зниженню в'язкості карамельного сиропу на сахарозі до 10,5 %, подовженню тривалості утворення склоподібної структури карамельної маси на сахарозі до 6 %, підвищенню розтікання і міцності карамельної маси на 1,6...3,9 % та 0,8...1,3 %, відповідно.

Визначено, що за температури 353 К (80 °С) в'язкість карамельних сиропів з вмістом сухих речовин 80 % на основі глюкози та різних видів крохмальної патоки на 28,2...34,2 % нижча, ніж на основі сахарози, а на основі фруктози, відповідно – на 30,6...35,5 %. Кінцева температура уварювання карамельної маси на глюкозі та фруктозі до масової частки води 2 % становить 418К (145 °С) і 423 К (150 °С) відповідно. Залежно від виду патоки, використання глюкози сприяє підвищенню розтікання карамельної маси на 2...12 % і міцності на 12,9...13,75 %, на основі фруктози, відповідно – на 4,8...14,3 % і на 14...15 % порівняно з сахарозою. Вміст редукувальних речовин у карамельній масі на глюкозі та фруктозі зростає в 2,7–3,6 рази. Досліджено сорбційно-десорбційні властивості карамельної маси на сахарозі, глюкозі, фруктозі та різних видах крохмальної патоки при $a_w=0,7..0,75$ (табл.1).

З таблиці видно, що зростання вмісту редукувальних речовин у масі на глюкозі не має суттєвого впливу на підвищення гігроскопічності карамелі у порівнянні з сахарозою, однак гігроскопічні властивості фруктози обумовлюють підвищення рівноважної вологості виробу, що вказує на недоцільність її використан-

ня у виробництві карамелі. Використання глюкози потребує внесення змін до ДСТУ 3893:2016 стосовно вмісту редукувальних речовин.

Таблиця 1 – Вплив цукрів і різних видів патоки на сорбційні властивості карамельної маси

Зразок	Вміст редукувальних речовин	Рівноважна вологість	
		$a_w=0,7$	$a_w=0,75$
Сахароза + низькооцукрена патока	15,6	1,7	2,0
Сахароза + карамельна патока	21,7	2,8	3,0
Сахароза + глюкозна високооцукрена патока	23,8	4,0	4,5
Сахароза + мальтозна патока	24,5	6,5	7,0
Глюкоза + низькооцукрена патока	64,38	2,8	3,0
Глюкоза+карамельна патока	66,00	2,7	3,0
Глюкоза + глюкозна високооцукрена патока	71,63	4,6	5,0
Глюкоза + мальтозна патока	77,15	7,4	8,0
Фруктоза + низькооцукрена патока	66,0	10,5	11,0
Фруктоза+карамельна патока	67,75	17,4	18,0
Фруктоза + глюкозна високооцукрена патока	68,45	19,6	20,0
Фруктоза + мальтозна патока	78,0	21,8	22,0

Запропоновано використовувати у виробництві льодяникової карамелі суміші ізомальтитол–фруктоза та мальтитол–фруктоза у співвідношенні 9:1. Встановлено, що використання суміші поліол–фруктоза сприяє зниженню в'язкості карамельного сиропу на 30,1...31,1 %, підвищенню кінцевої температури уварювання карамельної маси до 423 К (150 °С), збільшенню розтікання на 33...41 %, зниженню міцності – на 10,8...12,4 %, масова частка редукувальних речовин в карамелі становить 7,8...8,5 %.

Дослідженнями сорбційно-десорбційних властивостей (рис. 2) льодяникової карамелі на основі суміші поліол–фруктоза встановлено, що рівноважна вологість при $a_w=0,7..0,75$ становить (2 ± 1) %, що відповідає масовій частці води згідно з рецептурами. Отже, льодяникова карамель з використанням суміші поліол–фруктоза відповідає вимогам ДСТУ.

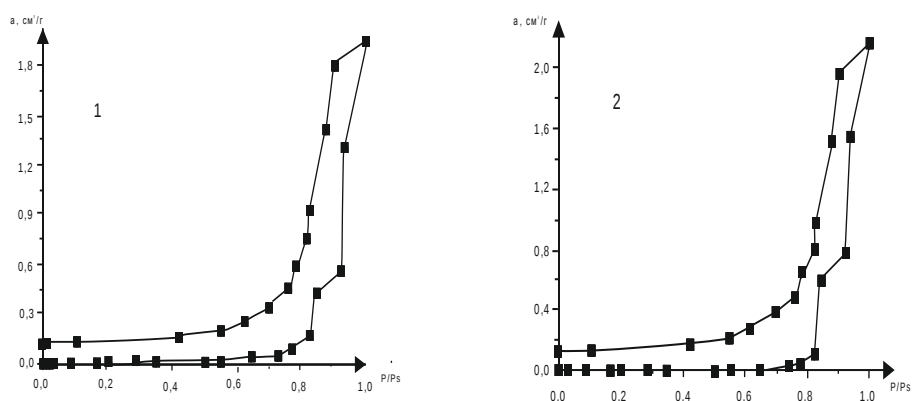


Рисунок 2 – Криві сорбції-десорбції:

1 – ізомальтитол–фруктоза; 2 – мальтитол–фруктоза

Запропоновано використовувати у виробництві карамелі на основі сахарози аскорбінову кислоту в кількості 140 мг на 100 г карамелі, що забезпечує задоволення добової потреби (70 мг) на 100 %, з урахуванням втрат аскорбінової кислоти під час виготовлення карамелі – 50 %, у процесі зберігання втрат не відбува-

ється. В карамель на основі глюкози запропоновано дозування лактулози в кількості 10 % до маси готового виробу, що задовольняє максимальну добову потребу на 95 %, з урахуванням втрат під час виробництва і зберігання карамелі – 4,75 %. Проведені дослідження лягли в основу рецептур карамелі «Сонячна» на основі сахарози, карамельної патоки і аскорбінової кислоти, «Дитяча насолода» – на основі глюкози, карамельної патоки і лактулози, «М'ятний бриз» – на основі суміші ізомальтитол–фруктоза та «Солодкий дует» – на основі суміші мальтитол–фруктоза.

У четвертому розділі «Удосконалення технології та рецептурного складу льодяникової карамелі, виготовленої на основі цукрів, поліолів та екстрактів лікарських трав» наведено результати досліджень процесу екстрагування пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської, і впливу отриманих екстрактів на фізико-хімічні, структурно-механічні властивості карамельних сиропів і мас; сорбційно-десорбційні та фізіологічні властивості карамелі.

Досліджено вплив ступеня подрібнення пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської на процес екстрагування. Встановлено, що найкращий перехід сухих речовин відбувається за ступеня подрібнення $1.3 \times 10 \text{ м}^3$. Умови екстрагування наведено в табл.3.

Таблиця 3 – Умови екстрагування лікарських трав

Екстракти лікарських трав	Гідромодуль	Температура екстрагування, К	Тривалість екстрагування, с	Температура вистоявання, К	Вміст сухих речовин, %
Пустирник	1:8,2	371	18,5-60 с	93-60 с	5,0
М'ята перцева	1:8,4	371	17,5-60 с	95-60 с	5,5
Ромашка лікарська	1:7,3	371	16,6-60 с	91-60 с	7,2

Аналіз отриманих даних свідчить, що на екстрагування лікарських трав впливає їх анатомічна структура, оскільки під час екстрагування м'яти і пустирника використовується висушена трава, а ромашки – квіти.

З використанням екстракту пустирника було виготовлено карамель на сахарозі та глюкозі, визначено властивості карамельної маси і готових виробів (табл. 4). Запропоновано екстракт м'яти використовувати у виробництві карамелі на суміші ізомальтитол–фруктоза, екстракт ромашки – на суміші мальтитол–фруктоза. Визначено вплив обраних екстрактів на властивості карамельної маси та готових виробів (табл. 5).

Таблиця 4 – Вплив екстракту пустирника на властивості карамельної маси та готової карамелі

Карамель на основі	Карамельна маса		Карамель		
	Кінцева температура уварювання, К	Розтікання карамельної маси, $\text{м}^2/\text{кг}$	Кольоровість, ум. од.	Вміст редуковувальних речовин, %	Рівноважна вологість при $a_w=0,7..0,75$, %
Сахароза–пустирник	408 *408	0,165 *0,181	0,707 *0,219	22,0 *21,7	2,6–2,8 *2,8–3,0
Глюкоза–пустирник	418 *418	0,167 *0,187	0,825 *0,452	66,7 *66,0	2,8–2,9 *2,7–3,0

*-значення відповідних показників на воді

Таблиця 5 – Вплив екстрактів лікарських трав на властивості карамельної маси та готової карамелі

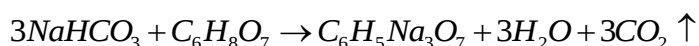
Карамель на основі	Карамельна маса		Карамель		
	Кінцева температура уварювання, К	Розтікання карамельної маси, м ² /кг	Кольоровість, ум. од.	Вміст редукувальних речовин, %	Рівноважна вологість при a _w =0,7..0,75, %
Ізомальтитол–фруктоза–м'ята	433 *433	0,23 *0,24	0,69 *0,16	9,2 *8,5	2,4-2,6 *2,4-3,5
Мальтитол–фруктоза–ромашка	433 *433	0,24 *0,26	0,64 *0,23	8,4 *7,8	2,1-2,2 *1,9-2,0

*-значення відповідних показників на воді

Встановлено, що використання екстрактів лікарських трав не впливає на кінцеву температуру уварювання карамельної маси, однак сприяє підвищенню кольоровості маси в 2,8 – 4,3 рази, що обумовлено високою інтенсивністю забарвлення екстрактів, знижує розтікання карамельної маси на 8...11 %, підвищує вміст редукувальних речовин на 1..1,5 %, що обумовлено хімічним складом екстрактів. Встановлено, що рівноважна вологість карамелі з використанням екстрактів лікарських трав, при a_w=0,7..0,75, відповідає рецептурній вологості. Визначено, що використання екстрактів пустирника, м'яти та ромашки у виробництві льодяникової карамелі дозволяє задовольнити добову потребу у поліфенолах у разі споживання 1 шт. карамелі (за умови, що в 1 кг – 140 шт.) на, відповідно, 2,6, 17,6 і 3,64%. На основі проведених досліджень розроблено рецептури льодяникової карамелі «Особлива» на основі сахарози та екстракту пустирника, «Фантазія» – на основі глюкози та екстракту пустирника, «Фруктова легкість» – на основі ізомальтитолу, фруктози, екстракту м'яти та «Насолода» – на основі мальтитолу, фруктози, екстракту ромашки.

У п'ятому розділі *«Інноваційна технологія льодяникової карамелі аморфно-пористої структури»* наведено результати досліджень з розроблення інноваційної технології льодяникової карамелі аморфно-пористої структури на основі сахарози, глюкози, суміші ізомальтитол–фруктоза та мальтитол–фруктоза, кріопорошків чорниці та малини.

Інновація технології полягає в тому, що в уварену гарячу карамельну масу вводиться газоподібна фаза за рахунок використання суміші лимонної кислоти і харчової соди:



Встановлено, що оптимальне співвідношення лимонна кислота:сода становить 1:0,9. Суміш кислоти і соди додавали в карамельну масу на основі цукрів за температури 383–388 К (110–115 °С), на основі суміші поліол–фруктоза – 391 К (118 °С), що пов'язано з властивостями поліолів.

Встановлено, що за органолептичними та фізико-хімічними показниками карамель відповідає вимогам ДСТУ 3893:2016, однак виробництво карамелі аморфно-пористої структури потребує введення додаткового показника – густини,

значення якого не повинно перевищувати 700 кг/м^3 . У разі використання глюкози вміст редукувальних речовин повинен бути підвищений до 80 %. Дослідження рентгенограм (рис.3) нових видів карамелі показали, що в процесі зберігання протягом 6 місяців спостерігається незначне утворення кристалів, однак загалом структура зберігає свої властивості.

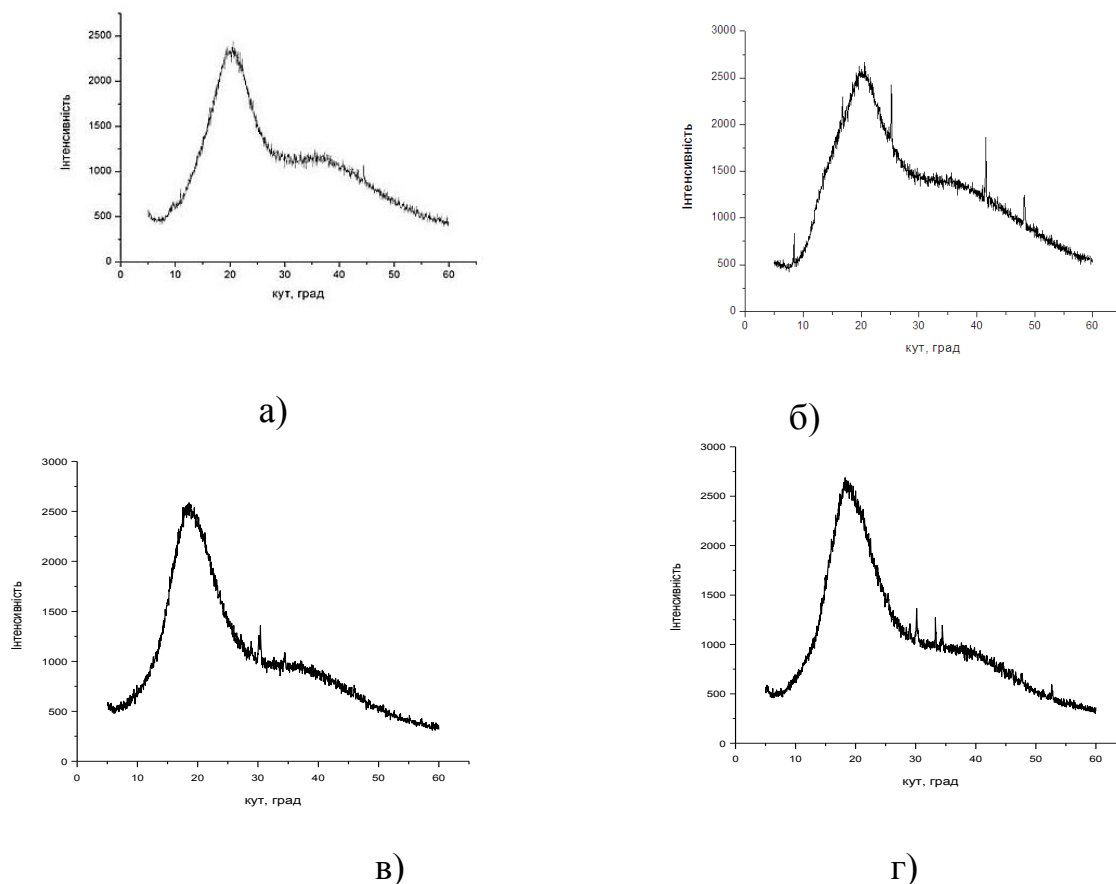


Рисунок 3 – Рентгенограми карамелі аморфно-пористої структури:

а) на сахарозі свіжоприготовлена; б) на сахарозі під час зберігання;
в) на глюкозі свіжоприготовлена; г) на глюкозі під час зберігання

Встановлено, що рівноважна вологість карамелі аморфно-пористої структури при $\varphi = 70...75\%$ на сахарозі становить $4,0...4,2\%$, на глюкозі – $3,8...3,9\%$, на суміші ізомальтитол–фруктоза – $1,8...1,85\%$, на суміші мальтитол–фруктоза – $1,6...1,65\%$. За запропонованими рецептурами масова частка вологи не повинна перевищувати $(1,0 \pm 0,5)\%$, тобто карамель необхідно пакувати у вологонепроникний пакувальний матеріал.

Запропоновано у виробництві карамелі аморфно-пористої структури використовувати кріопорошки чорниці та малини в кількості 10% до маси карамелі. Встановлено, що кріопорошки покращують органолептичні показники (смак, колір). Дослідження впливу кріопорошків на фізико-хімічні та фізіологічні властивості наведено в табл.6. Внесення кріопорошків підвищує густину виробу на $10,9...21,9\%$, вміст редукувальних речовин – на $10...12,5\%$, а також незначно знижує рівноважну вологість карамелі. При цьому добова потреба у поліфенолах та антоціанах у разі споживання 1 шт. карамелі (за умови, що в 1 кг – 200 шт.) з кріопорошком чорниці задовольняється, відповідно, на

30,4...31,1% та 37,25...52,5%; з кріопорошком малини – на 10,8...14,5% та 12,6...21,25%.

Таблиця 6 – Вплив кріопорошків на якість карамельної маси та готової карамелі аморфно-пористої структури

Карамель на основі	Масова частка води, %	Вміст редукувальних речовин, %	Густина, кг/м ³	Рівноважна вологість при $a_w=0,7\text{--}0,75$, %
Сахароза	1,0	20,0	565,0	4,0...4,2
Сахароза–чорниця	1,2	22,0	689	3,8...4,1
Глюкоза	1,3	68,0	549	3,8...3,9
Глюкоза–малина	1,25	69,5	641	3,65...3,7
Ізомальтитол–фруктоза	1,2	8,8	513	1,8...1,8
Ізомальтитол–фруктоза–чорниця	1,2	9,4	571	1,74...1,75
Мальтитол–фруктоза	1,4	8,0	495	1,6...1,65
Мальтитол–фруктоза–малина	1,4	9,0	549	1,55...1,6

Проведені дослідження лягли в основу рецептур карамелі аморфно-пористої структури на сахарозі та кріопорошку чорниці «Солодка ягода»; на глюкозі та кріопорошку малини «Малинова легкість»; на ізомальтитол–фруктозі та кріопорошку чорниці «Чорниця»; на мальтитол–фруктозі та кріопорошку малини «Малинова мить».

У шостому розділі «Удосконалена технологія льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури з функціональними та дієтично-функціональними властивостями» наведено удосконалені технології льодяникової карамелі спеціального призначення аморфної та аморфно-пористої

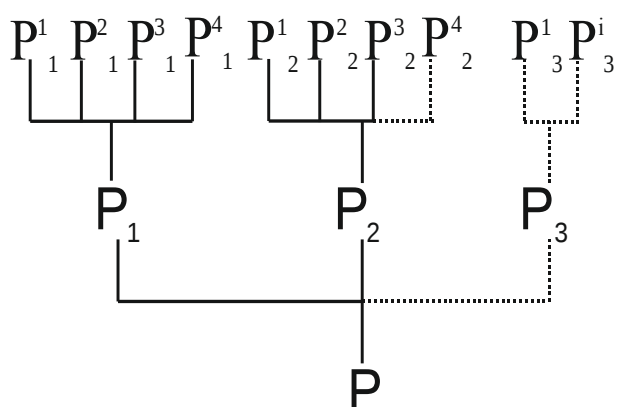


Рис. 3 – Ієрархічне дерево властивостей льодяникової карамелі: де P_1^1 – смак і запах, P_1^2 – колір, P_1^3 – поверхня, P_1^4 – форма; P_2^1 – масова частка води, P_2^2 – масова частка редукувальних речовин, P_2^3 – кислотність, P_2^4 – густина (для аморфно-пористої карамелі), P_3^1 – вміст цукрів, крім фруктози (для дієтичної карамелі); P_3^i – вміст фізіологічно-функціональних інгредієнтів, %.

структури. Для реалізації технологій розроблено машинно-апаратні схеми і зроблено опис технологічних процесів.

Оцінку якості льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури проводили за комплексним показником якості, що враховує основні вимоги кваліметрії. На рис. 3 представлено ієрархічне дерево влас-

тивостей льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури.

Проведено оцінювання якості нових видів карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення за комплексним показником якості (K_0). Значення K_0 розраховується за формулою

$$K_0^1 = M_1(M_1^1 \frac{P_1^1}{P_1^{\delta 1}} + M_1^2 \frac{P_1^2}{P_1^{\delta 2}} + M_1^3 \frac{P_1^3}{P_1^{\delta 3}} + M_1^4 \frac{P_1^4}{P_1^{\delta 4}}) + M_2(M_2^1 \frac{P_2^1}{P_2^{\delta 1}} + M_2^2 \frac{P_2^2}{P_2^{\delta 2}} + M_2^3 \frac{P_2^3}{P_2^{\delta 3}} + M_2^4 \frac{P_2^4}{P_2^{\delta 4}}) + M_3(M_3^1 \frac{P_3^1}{P_3^{\delta 1}} + M_3^i \frac{P_3^i}{P_3^{\delta i}})$$

де M_i^j – коефіцієнти вагомості, які визначено за методом Делфі. За формулою розраховано комплексний показник якості та встановлено, що нові види карамелі заслуговують оцінки «відмінно».

Зразки нових видів карамелі спеціального призначення були розглянуті Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією. Асоціацією «Укркондпром» було затверджено рецептури і технологічні інструкції на розроблену карамель аморфної та аморфно-пористої структури.

Розраховано економічну ефективність від впровадження льодяникової карамелі спеціального призначення. Встановлено, що прибуток від реалізації 1 т карамелі становить 8161,9–65886,8 грн залежно від сировинних компонентів.

Технологію льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структур спеціального призначення апробовано у виробничих умовах на підприємствах ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано-Франківської області та використано під час викладання дисциплін «Технологія кондитерських виробів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів», «Сучасні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів спеціального призначення» (кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, НУХТ).

ВИСНОВКИ

Аналітичний огляд науково-технічних джерел і проведені дослідження показали, що для кондитерського виробництва актуальним завданням є розроблення льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення, які будуть конкурентноспроможними на ринку. Також актуальним залишається питання підвищення харчової цінності, зниження калорійності та показника глікемічності цукристих кондитерських виробів, що можна вирішити за рахунок раціонального використання цукрів і цукрозамінників з низьким глікемічним індексом та фізіологічно-функціональних інгредієнтів.

1. Встановлено можливість та науково обґрунтовано доцільність використання глюкози у виробництві карамелі. Для забезпечення масової частки вологи карамельної маси на глюкозі (2 ± 1) % кінцева температура уварювання повинна бути збільшена на 10 К (°C) порівняно з сахарозою. Встановлено, що вміст редуковувальних речовин в карамелі на глюкозі становить не більш як 80 % (на сахарозі не більш як 23 %), що вказує на необхідність внесення змін до ДСТУ 3893:2016. Рівноважна вологість карамелі на глюкозі при $a_w = 0,70 \dots 0,75$ така ж, як і на сахарозі, і становить 2,7...3,0 %.

2. Для надання льодяниковій карамелі функціональних властивостей запропоновано на стадії оброблення карамельної маси використовувати лактулозу, аскорбінову кислоту, відповідно, в кількості 10 % та 0,14 % до маси готового виробу, що дозволить задовольнити добову потребу на 100 %. Встановлено за-

гальні втрати лактулози в технології карамелі, які становлять 4,75 %; втрати аскорбінової кислоти – 50 %.

3. Визначено підвищення гігроскопічності карамелі, виготовленої на фруктозі. Так, при $a_w = 0,70 \dots 0,75$ рівноважна вологість карамелі дорівнює 10–22 %, залежно від виду патоки, що вказує на недоцільність її використання у виробництві карамелі. Запропоновано використовувати фруктозу разом з низькогігроскопічними поліолами мальтитолом і ізомальтитолом, які мають пребіотичні властивості і низький глікемічний індекс. Встановлено оптимальне співвідношення поліол–фруктоза, яке становить 9:1, і визначено фізико-хімічні властивості карамельного сиропу, карамельної маси і карамелі. Встановлено, що за органолептичними, фізико-хімічними показниками якості карамель відповідає вимогам ДСТУ. Згідно з визначеним показником глікемічності, карамель на суміші поліол–фруктоза заслуговує статусу «дієтично-функціональний» продукт.

4. Встановлено можливість і науково обґрунтовано доцільність використання екстрактів лікарських трав пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської у виробництві льодяникової карамелі, визначено оптимальні технологічні параметри екстрагування. Досліджено фізико-хімічні та фізіологічні властивості екстрактів, карамельних сиропів, карамельних мас, карамелі, виготовлених на основі екстрактів: карамелі на основі сахарози і глюкози та екстракту пустирника; карамелі на основі суміші ізомальтитол–фруктоза, екстракту м'яти перцевої; мальтитол–фруктоза, екстракту ромашки лікарської. Встановлено, що використання екстрактів не має суттєвого впливу на фізико-хімічні показники карамелі, окрім кольоровості, яка зростає в 2,8 – 4,3 рази. Карамель на основі сахарози і глюкози та екстракту пустирника заслуговує на статус «функціональний харчовий продукт» за рахунок вмісту поліфенольних сполук, 100 г даної карамелі) задовольняє добову потребу на 50 %, 1 шт. – на 3,57 % (за умови, що в 1 кг – 140 шт). Карамель на основі суміші ізомальтитол–фруктоза з екстрактом м'яти, мальтитол–фруктоза та екстракт ромашки за рахунок пребіотичних властивостей поліолів і вмісту поліфенольних сполук заслуговує статус «дієтично-функціональний» продукт.

5. Розроблено інноваційну технологію льодяникової карамелі аморфно-пористої структури з доданням суміші лимонної кислоти і харчової соди, оптимальне співвідношення яких становить 1:0,9. Суміш вносять у масу на основі сахарози чи глюкози, відповідно, за температури 383 К (110 °С) та 388 К (115 °С), на основі суміші ізомальтитол–фруктоза, мальтитол–фруктоза – за температури 391 К (118 °С). Запропоновано проводити формування карамелі методом відливання у поліпропіленові форми. Органолептичні та фізико-хімічні показники карамелі аморфно-пористої структури відповідають вимогам ДСТУ 3893:2016. Запропоновано до переліку фізико-хімічних показників внести густину виробу, яка повинна бути не більшою за 700 кг/м³.

6. Визначено можливість збагачення карамелі аморфно-пористої структури кріопорошком чорниці та малини в кількості 10 % до маси карамелі. Встановлено, що вміст редукувальних речовин зростає до 2 %, порівняно з карамеллю без кріопорошків, рівноважна вологість при $a_w = 0,7 \dots 0,75$ знижується до 1,0 %. Карамель аморфно-пористої структури за рахунок використання кріопорошків

заслужує на статус «функціональний» харчовий продукт за вмістом поліфенолів та антоціанів.

7. Розроблено машинно-апаратну схему виробництва карамелі аморфної та аморфно-пористої структури з описанням встановлених параметрів виробництва технологічних фаз. Розраховано комплексний показник якості карамелі аморфної та аморфно-пористої структури, який враховує органолептичні, фізико-хімічні та фізіологічно-функціональні властивості і дорівнює 0,9–0,95, що відповідає оцінці «відмінно».

8. Зразки нових видів карамелі з функціональними властивостями аморфної структури «Особлива», «Фантазія», аморфно-пористої структури «Солодка ягода», «Малинова насолода», карамелі з дієтично-функціональними властивостями аморфної структури «Фруктова легкість», «Насолода» та аморфно-пористої структури «Чорниця», «Малинова мить» було розглянуто Центральною дегустаційною комісією, а рецептури і технологічні інструкції затверджено Асоціацією «Укркондпром». Нові види карамелі були розглянуті професійною дегустаційною комісією конкурсу «Солодкий тріумф» у 2016 та 2017 роках, де отримали відзнаки – диплом у номінації «Гран-Прі» та «Тріумф інновації».

9. Розраховано економічну ефективність від впровадження льодяникової карамелі спеціального призначення. Встановлено, що прибуток від реалізації 1 т карамелі становить 8161,9–65886,8 грн залежно від сировинних інгредієнтів. Крім того, виробництво льодяникової карамелі дієтично-функціонального призначення аморфної та аморфно-пористої структури має соціальний ефект, оскільки її можуть споживати хворі на цукровий діабет. Технологію льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення апробовано у виробничих умовах на підприємствах ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано-Франківської області.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Дорохович, А. М., Дорохович, В. В., Кохан О. О., Мазур, Л. С., Божок О. С. (2016). Оцінка якості цукрозамінників за комплексним показником. *Харчова промисловість*, 20, 34-40. (Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).
2. Дорохович, А.М., Мазур, Л.С. (2018). Визначення впливу цукрів сахарози, глюкози, фруктози та різних видів крохмальної патоки на властивості карамельної маси. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 24 (1), 234-244. (Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).
3. Dorohovych, A., Mazur, L., Gubskiy, S., Labazov, M. (2018). Antioxidant properties of candy caramel with plant extracts. *Ukrainian Food Journal*, 7 (1), 7-21. (Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Web of Science).
4. Dorohovych, A., Mazur, L., Gubskiy, S., Evlash V. (2018) Technology of candy caramel with dietary-functional properties. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Збірник наукових праць*, 1(27), 96-111. (Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук).

5. Dorohovych, A., Dorohovych, V., Mazur, L. (2018). Complex quality indicator of sugars and sugar substitutes and their use in the production of confectionery products. *Food and Environment Safety*, XVII (2), 141-153. (Наукове періодичне видання Румунії).

6. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С. Савчук, С. В. (2016). Використання екстракту пустирника у виробництві льодяникової карамелі, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» 13 вересня 2016 року, Київ: НУХТ, 146 – 147.

7. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С., Савчук, С. В., Сакун, І. С. (2017). Використання екстракту пустирника при виробництві льодяникової карамелі, Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 83 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 5–6 квітня 2017 р., Київ: НУХТ, 150.

8. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С., Сакун, І. С. (2017). Льодяникова карамель функціонального призначення, Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» 13 вересня 2017 року, Київ: НУХТ, 139 – 141.

9. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С. (2017). Визначення впливу цукрів та різних видів крохмальної патоки на властивості карамельної маси, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» 25-30 вересня 2017 р., Одеса: ОНАХТ, 26 – 27.

10. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С., Ігнатущенко, О.О. (2018). Льодяникова карамель пористої структури дієтично-функціонального призначення, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р., Київ: НУХТ, 175.

11. Дорохович, А. Н., Мазур, Л. С., Губский, С. М. (2018). Исследование кинетики деградации аскорбиновой кислоты в образцах карамели на основе экстрактов лекарственного растительного сырья, Синтез і аналіз біологічно активних речовин і лікарських субстанцій: Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 80-річчю з дня народження доктора фармацевтичних наук, професора О. М. Гайдукевича, 12 – 13 квітня 2018 р., Харків: НФаУ, 171 – 172.

12. Дорохович, А. М., Мазур, Л. С., Губський, С. М., Лабазов, М. І. (2018). Визначення антиоксидантних властивостей льодяникової карамелі з екстрактами лікарських трав, Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, 19 квітня 2018 року Харків: ХДУХТ, 81.

13. Дорохович, А. М., Мазур, Л.С., Ігнатущенко, О.О. (2018). Технологія льодяникової карамелі пористої структури функціонального призначення, Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» 13 вересня 2018 року. Київ: НУХТ, 108 – 110.

14. Пат. на корисну модель № 125110 Україна, МПК А23G 3/00 (2018). Льодяникова карамель дієтично-функціонального призначення / Дорохович А.М.,

Мазур Л.С., Сакун І.С.; власник НУХТ – № у 2017 12696; заявл. 21.12.2017 ; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

15. Пат. на корисну модель № 125111 UA, МПК А23G 3/00 (2018). *Льодяникова карамель дієтично-функціонального призначення* / Дорохович А.М., Мазур Л.С., Сакун І.С.; власник НУХТ. – № у 2017 12697; заявл. 21.12.2017 ; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

16. Пат. на корисну модель № 127897 МПК А23G 3/00 (2018). *Збагачена льодяникова карамель пористої структури*/ Дорохович А.М., Мазур Л.С.; власник НУХТ – № у 2018 02588; заявл. 15.03.2018 ; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16.

17. Пат. на корисну модель № 127899 МПК А23G 3/00 (2018). *Льодяникова карамель пористої структури з додаванням аскорбінової кислоти*/ Дорохович А.М., Мазур Л.С.; власник НУХТ – № у 2018 02590; заявл. 15.03.2018 ; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16.

18. Пат. на корисну модель № 127901 МПК А23G 3/00 (2018). *Льодяникова карамель пористої структури дієтично-функціонального призначення*/ Дорохович А.М., Мазур Л.С., Ігнатущенко О.О.; власник НУХТ – № у 2018 02593; заявл. 15.03.2018 ; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16.

19. Пат. на корисну модель № 127903 МПК А23G 3/00 (2018). *Льодяникова карамель пористої структури дієтично-функціонального призначення* / Дорохович А.М., Мазур Л.С., Ігнатущенко О.О.; власник НУХТ – № у 2018 02595; заявл. 15.03.2018 ; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, опрацюванні та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації [1-5], підготовка матеріалів тез доповідей [6-14], проведення патентного пошуку і написання заявок на отримання патентів [14-19].

АНОТАЦІЯ

Мазур Л.С. Удосконалення технології льодяникової карамелі спеціального призначення аморфної та аморфно-пористої структури – 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, 2019.

Дисертацію присвячено удосконаленню технології льодяникової карамелі аморфної та аморфно-пористої структури спеціального призначення за рахунок використання сахарози, глюкози, фруктози, лактулози, ізомальтитолу, мальтитолу, екстрактів пустирника, м'яти перцевої та ромашки лікарської, кріопорошків чорниці та малини, аскорбінової кислоти.

Встановлено можливість використання у виробництві льодяникової карамелі глюкози та суміші поліол-фруктоза. Розроблено інноваційну технологію льодяникової карамелі аморфно-пористої структури шляхом додання суміші лимонної кислоти і харчової соди.

Досліджено вплив обраних рецептурних компонентів на структурно-механічні властивості напівфабрикатів і готових виробів, органолептичні, фізико-хімічні, сорбційно-десорбційні та фізіологічно-функціональні властивості

карамелі. Використання глюкози у виробництві карамелі потребує внесення змін до ДСТУ 3893:2016 стосовно вмісту редукувальних речовин, для виробництва льодяникової карамелі аморфно-пористої структури до фізико-хімічних показників необхідно додатково внести показник густини. Розраховано оцінку якості карамелі за комплексним показником. Рецептури та технологічні інструкції на нові види карамелі затверджено в Асоціації «Укркондпром». Удосконалені технології апробовано у виробничих умовах.

Ключові слова: льодяникова карамель, аморфна і аморфно-пориста структура, сахароза, глюкоза, фруктоза, ізомальтитол, мальтитол, пустирник, м'ята перцева, ромашка лікарська, кріопорошок, чорниця, малина.

ABSTRACT

L. Mazur Improvement of the technology of hard caramel of amorphous and amorphous-porous structure for special purpose. - Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.18.01 - Technology of bakery products, confectionery and food concentrates - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the improvement of the technology of hard caramel of amorphous and amorphous-porous structure for special purpose due to the use saccharose, glucose, fructose, lactulose, isomaltitol, maltitol, medicinal herbs extracts (tidbits, pepper mint and medicinal chamomile) blueberries' and raspberries' cryopowder, ascorbic acid.

Saccharose is the traditional raw material in the production of hard caramel. The researches have established the possibility and scientifically substantiated the feasibility of using glucose in the production of hard caramel. However, the final boiling point of the caramel mass to the moisture content (2 ± 1) % was 418 K (145°C), with the content of reductive agents being $\approx 80\%$. Studies of sorption and desorption properties of caramel showed that the equilibrium moisture content of caramel mass on the basis of glucose is practically no different from caramel mass on saccharose. The use of lactulose, ascorbic acid as physiological and functional ingredients is suggested and scientifically substantiated to satisfy the daily need for 100% taking into account losses. It was established that the loss of lactulose during boiling and storage was 4.75 %, therefore the dosage of prebiotic in the amount of 10% to caramel mass was proposed; the loss of ascorbic acid for caramel production is 50%, the content of ascorbic acid didn't not change, so it was determined that its dosage should be 0.14% to the mass of caramel.

It was suggested and scientifically substantiated the use in the production of hard caramel for dietary-functional purpose sugar substitutes with maltitol and isomaltitol in a mixture with fructose. The optimal ratio of polyol-fructose mixture is 9:1. The final boiling point of caramel mass on the basis of a polyol-fructose mixture is 423 K (150 °C). It was established that organoleptic, physico-chemical parameters of caramel are due to the requirements of SSTU 3893:2016.

The possibility and the expediency use extracts of medicinal herbs of tidbits, pepper mint and chamomile in the production of hard caramel were scientifically

substantiated. It was established that it is rational to extract selected herbs for the degree of grinding $1..3 \cdot 10^{-3}$ m. Optimal extraction parameters were found: the hydromodule of the tidbits is 1:8.2; pepper mint: hydromodule - 1:8.4, chamomile medicinal: hydromodule - 1: 7.3; temperature - 371 K (98 °C); extraction time – (16,6..18,5)·60s, time of withstanding - (91..95,0) 60s. The physico-chemical and physiological properties of extracts, caramel syrups, caramel masses were investigated. It has been established that the use of medicinal herbs extracts did not have a significant effect on the physical and chemical parameters of caramel. Caramel based on saccharose and glucose and extract of tidbits deserves the status of "functional food product" due to the content of polyphenolic compounds based on a mixture of isomaltitol-fructose with mint extract and on the basis of a mixture of maltitol-fructose and chamomile extract due to prebiotic properties of polyols and content of polyphenolic compounds deserves the status of "diet-functional food product".

The innovative technology of the hard caramel of the amorphous-porous structure on the basis of the obtained caramel masses was developed, by adding a mixture of citric acid and soda. It has been established that the optimum ratio of components is 1: 0.9 into hot caramel mass on the basis of saccharose, glucose at a temperature of 383K (110°C), 388K (115°C), a mixture of polyol-fructose, 391K (118°C). The organoleptic and physico-chemical parameters of caramel of amorphous-porous structure, which are due to the requirements of SSTU 3893:2016, were investigated. It was proposed to introduce the index of product density to the SSTU, which should be no more than 700 kg / m³, to the group of physico-chemical indicators.

The use of cryopowder of blueberries and raspberries in the production of hard caramel of amorphous-porous structure has been proposed and scientifically substantiated in order to improve functional (health) properties in a quantity of 10% to caramel mass. The organoleptic and physico-chemical properties of caramel were studied, it was established that the addition of powders increases the content of reductive substances and acidity in relation to caramel without cryopowders, the equilibrium humidity at $a_w = 0.7..0.75$ decreases by 0.2..1.0 %.

The estimation of quality, according to the basic principles of theoretical qualimetry, caramel of amorphous and amorphous-porous structure, that is based on a complex index that takes into account organoleptic, physico-chemical and physiological-functional properties. The index of glycemicity and energy value were also determined. The economic efficiency from the introduction hard caramel for special purpose has been calculated.

Samples of new types of hard caramel for special purpose were reviewed by the Central Tasting Commission, and Recipes and Technological Instructions were approved by Ukrkondprom. The technology of hard caramel of amorphous and amorphous-porous structure for special-purpose has been tested in the production conditions at the enterprises of LLC "Arsenal-PAK" in Konstantinovka, Donetsk region and "Chistaya Flora" SOC in the village of Spas of Ivano-Frankivsk region.

Key words: candy caramel, amorphous and amorphous-porous structure, saccharose, glucose, fructose, isomaltitol, maltitol, tidbits, pepper mint, chamomile, cryopowder, blueberry, raspberry.