ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

САБАДОШ ГАННА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 637.141.8

ТЕХНОЛОГІЯ ДЕСЕРТІВ МОЛОЧНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ КАРАГІНАНІВ

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Горальчук Андрій Богданович,

Харківський державний університет харчування та торгівлі, доцент кафедри технології харчування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Чагаровський Олександр Петрович,

Одеська національна академія харчових технологій,

професор кафедри технології молока та сушіння харчових продуктів

кандидат технічних наук, доцент

Гурський Петро Васильович,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних та харчових виробництв

Захист відбудеться «25» березня 2011 р. о 10^{00} годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «24» лютого 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради А.А. Дубініна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Першочерговим завданням у зростанні рівня споживання молочної продукції є раціональне використання молочної сировини, широке залучення сировини немолочного походження, розробка нових видів молочної продукції, зокрема десертної.

Результатом залучення до рецептурних композицій на молочній основі сировини немолочного походження є одночасне підвищення органолептичних показників, харчової цінності продукції. Такий підхід потребує принципово нових організаційних та технологічних заходів, які можуть бути повністю реалізовані в закладах ресторанного господарства і не характерні для підприємств молокопереробного комплексу. За цих умов першочерговим завданням є наукове обґрунтування технологічних процесів, які можуть бути покладені в основу практичної реалізації нових технологій.

Теоретичні й практичні основи створення молочної продукції з гетерогенною структурою закладено в працях М.М. Ліпатова, А.Г. Храмцова, О.П. Чагаровського, Г.В. Дейниченка та ін.

Залучення в технологічний процес виробництва молочних продуктів сировини немолочного походження диктує необхідність розширення досліджень, пов'язаних із науковим обґрунтуванням технологічних та організаційних заходів, що забезпечують їх колоїдну стабільність. Незважаючи на широкий досвід використання структуроутворювачів у харчових системах, для продукції на молочній основі виникає нагальна потреба обґрунтування вибору структуроутворювачів, оскільки молоко як технологічне середовище характеризується комплексом функціонально-технологічних властивостей, які мають безпосередній вплив як на структуроутворення, так і на технологічну систему в цілому.

Використання у технологічному процесі виробництва продукції з геле- та піноподібною структурою карагінанів потребує наукового обґрунтування, оскільки за взаємодії з компонентами молока вони, за певних умов, здатні надавати продукції нових органолептичних характеристик. Отже наукове обґрунтування технологій геле- та піноподібної десертної продукції на основі молока з використанням карагінанів дозволить розширити наукове уявлення про структуроутворення в харчових системах, що представляє науковий та практичний інтерес, а впровадження нової продукції дозволить розширити асортимент і показники ефективності переробки молочної сировини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з планом наукових досліджень ХДУХТ за темою №14-10-11 Б (0109U008641) «Теоретичні та практичні аспекти виробництва піноемульсійних продуктів на основі молочної сировини».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка науково обґрунтованої технології молочних десертів з пінною та гелеподібною структурою з використанням карагінанів. Відповідно до мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

– обґрунтувати використання карагінанів за їх функціональною відповідністю для виробництва геле- та піноподібної десертної продукції;

– встановити закономірності формування гелеподібної структури на основі молока з використанням капа-карагінану з регульованим синерезисом;

– науково обґрунтувати та встановити параметри отримання стійких піноподібних систем на основі молока з використанням йота-карагінану;

– науково обґрунтувати раціональні співвідношення та вміст основних рецептурних компонентів та технологічні параметри виробництва гелеподібних та пінопобідних молочних десертів;

– визначити основні органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, токсикологічні показники, харчову цінність десертів молочних, їх зміни в технологічному потоці, в тому числі під час зберігання;

– розробити шляхи формування асортименту молочних десертів;

– провести комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження розробки у виробництво;

– визначити економічну та соціальну ефективність розробленої технології.

Об'єкт дослідження – технологія геле- та піноподібних десертів молочних з використанням карагінанів.

Предмет дослідження – розчини та гелі на основі карагінану та молока знежиреного, модельні системи на основі молока знежиреного, капа- та йота-карагінану, десерти молочні з використанням карагінану.

Методи дослідження – фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, методи моделювання та математичного планування експерименту, математично-статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі оцінки показників властивостей гелів спрогнозовано та науково обґрунтовано використання капа-карагінану у виробництві десертів молочних із гелеподібною структурою. Науково обґрунтовано використання негелеутворюючих гідроколоїдів як заходу, який регулює та запобігає синерезис. Моделюванням структуроутворення карагінанів з білками молока визначено закономірності формування структурно-механічних, фізико-хімічних та органолептичних показників десертної продукції.

Встановленням закономірностей піноутворення модельних систем науково обґрунтовано використання йота-карагінану в технології десертної продукції, визначено умови утворення піноподібних систем, зокрема, концентрацію рецептурних компонентів, температуру, тривалість збивання. Науково обґрунтовано співвідношення молоко : йота-карагінан, що забезпечує утворення міжфазних адсорбційних шарів і визначає термодинамічну та технологічну стійкість готової продукції. Отримано нові дані щодо впливу компонентного складу молока на гелеутворюючі властивості технологічних систем із використанням карагінанів.

Науково обґрунтовано раціональний вміст основних рецептурних компонентів та технологічні параметри виробництва молочної гелеподібної десертної продукції з використанням капа-карагінану та піноподібної десертної продукції з використанням йота-карагінану. Визначено основні фізико-хімічні, органолептичні показники та закономірності їх змін у технологічному

потоці та під час зберігання. Встановлено закономірності формування органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників та показників безпечності готової продукції.

Практичне значення одержаних результатів. Отримано нові дані та експериментально підтверджено, що вид карагінану і компонентний склад молока є критичними чинниками, що визначають здатність технологічних систем на основі молока і карагінану до геле- та піноутворення. На основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію, рецептури десертів молочних із використанням карагінанів. Розроблено та затверджено у встановленому порядку технічні умови ТУ У 15.5-01566075-001:2006 «Десерти» та технологічну інструкцію з їх виробництва. Запропоновано технологічні рішення, які випробувані на підприємствах, підтверджено відповідність органолептичних, фізико-хімічних показників та показників безпечності вимогам нормативної та технологічної документації. На технологічні рішення, запропоновані в роботі, одержано патент України на корисну модель № 44248 «Спосіб одержання молочного десерту».

Реалізація роботи. Здійснено впровадження розроблених технологій у виробництво ТОВ СМП «Тіп-Топ» (м. Ужгород, акт від 25.04.2010 р.), ТОВ «Аніс» (м. Харків, акт від 27.04.2010 р.), УДП ТОВ «Світанок» (м. Ужгород, акт від 05.05.2010 р.). Результати наукових досліджень впроваджено в навчальний процес ХДУХТ (акт від 30.06.2010 р.) та Ужгородського комерційного технікуму (акт від 03.06.2010 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми дослідження, організації, проведенні та узагальненні аналітичних та експериментальних робіт, аналізі та обробці одержаних даних, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації та складанні заявки на корисну модель, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів з впровадження результатів дослідження у виробництво та навчальний процес.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на всеукраїнській науково-практичній конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, 2007, 2009, 2010 рр.), міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі» (м. Харків, 2008 р.), І всеукраїнській науково-практичній конференції «Питання технології та гігієни харчування» (м. Донецьк, 2009 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные проблемы экономики, менеджмента, маркетинга» (м. Бєлгород, 2009 р.).

Продукція демонструвалась та отримала позитивну оцінку на міжнародній виставці «Харківщина індустріальна: Наука та виробництво» (м. Харків, 2005 р.); виставці-презентації Харківської області в рамках загальнодержавної виставкової акції «Барвиста Україна» (м. Київ, 2005 р.); спеціалізованій виставці «Наука Харківщини–2006» (м. Харків, 2006 р.); міжнародній виставці «Наука і виробництво. Продукти харчування, технології, обладнання» (м. Харків, 2007 р.); виставці, яка проводились у рамках міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства

і торгівлі» (м. Харків, 2007 р.); міжнародній виставці «Наука і виробництво. Машинобудування Харківщини» (м. Харків, 2009 р.); у межах міжнародної науково-практичної конференції «Ресторанне господарство в стратегіях розвитку туризму» (м. Харків, 2009 р.); в рамках всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування» (м. Харків, 2009 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 1 патент України на корисну модель, 2 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел, що включає 198 найменувань, у тому числі 55 закордонних. Дисертацію викладено на 154 сторінках друкованого тексту, вона містить 36 таблиць та 69 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення роботи.

У першому розділі «Аналіз технологій збитої та гелеподібної десертної продукції та перспективи використання в їх складі карагінанів» (огляд літератури) розглянуто технологічні принципи виробництва молочної десертної продукції. Доведено доцільність використання карагінанів для виробництва збитої та гелеподібної десертної продукції.

У другому розділі «Організація, предмети, матеріали та методи дослідження» наведено загальну програму досліджень. Відбір зразків, визначення показників якості готової продукції, масової частки вологи, жиру, цукру величини pH, мікробіологічних показників, токсичних елементів, мікотоксинів здійснювали за загальноприйнятими методиками. Мінеральний склад визначали атомно-адсорбційним методом. Вміст білка визначали методом Кьєльдаля, амінокислот – методом рідино-рідинної хроматографії, триптофану – за Грехемом, амінокислотний скор білків і ступінь збалансованості амінокислот – методомами ФАО/ВООЗ. Жирнокислотний склад ліпідів досліджували методом газової хроматографії. Піноутворюючу здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) – методом Лур'є. Диференційний розподіл розмірів дисперсної фази визначали шляхом мікроскопіювання з наступним підрахунком розмірів за допомогою програми PhotoM 2.1. Граничну напругу зсуву (ГНЗ) міжфазних адсорбційних шарів (МАШ) визначали на приладі П.О. Ребіндера, О.О. Трапезнікова. Ефективну в'язкість визначали на віскозиметрі ВПН–0,2М. Поверхневий натяг досліджували на приладі П.О. Ребіндера. Структурно-механічні властивості структурованих систем визначали на вагах Каргіна-Соголової, міцність гелів – на приладі Валента. Температуру плавлення гелів визначали термостатуванням гелів у U-подібних пробірках візуально фіксуючи початок плину системи. Вологовідділяючу здатність визначали гравіметричним методом. ІЧ-спектри одержували на приладі SPECTRUM ONE. Органолептичний аналіз готової продукції проводили профільним методом із використанням п'ятибальної

шкали. Отримані дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad.

У третьому розділі «Наукове обґрунтування технологічних параметрів одержання гелета піноподібних молочних систем із використанням карагінанів» з точки зору хімічного складу харчової системи обґрунтовано вибір карагінанів та особливості технологічного процесу одержання молочних систем з їх використанням. В основу інноваційної стратегії покладено принцип реалізації взаємодії компонентів молочної сировини та гелеутворювача в залежності від структури десертної продукції. За наявності в системі «молоко-карагінан» іонів Ca^{2+}гелеутворення повинно бути реалізовано за рахунок одночасного термо- та іонотропного гелеутворення, що диктує вибір як виду, так і концентрації карагінану. Підтверджено, що вибір структуроутворювача залежить від здатності компонентів молока до процесу структуроутворення та до синергетичної взаємодії, забезпечуючи необхідні структурно-механічні, органолептичні показники продукції й стабільність під час зберігання. З огляду на це, обґрунтовано використання карагінанів, хімічні властивості яких чутливі до змін властивостей молока. Їх ефективне використання пов'язане з врахуванням термодинамічної сумісності з білками молока, оскільки система «білок-полісахарид» у спільному розчиннику схильні до рідкофазного розшарування.

Експериментально доведено, що капа-карагінан функціонально здатний до комплексоутворення з білками, вірогідно, за участю Ca^{2+}, що проявляється синергетичним зростанням міцності гелів та здійснюється за рахунок іонної взаємодії сульфатних груп карагінану із зарядженими групами білка. Нами передбачається, що утворення комплексів за цих умов можливе за наявності іонів кальцію, до яких чутливі карагінан та білки молока. За значень pH вище ІЕТ казеїну на поверхні білкової міцели переважають негативні заряди, тому, за умов термодинамічної несумісності білків та карагінанів, наявність іонів кальцію призведе до утворення хелатних комплексів.

Встановлено, що капа-карагінан утворює крихкі гелі з вираженим синерезисом. Для гелеутворення йота-карагінану необхідна присутність іонів кальцію, що, вірогідно, сприяє формуванню спіралі полімеру. Такі гелі м'які, еластичні з вираженими тиксотропними властивостями та не схильні до синерезису.

Механізм гелеутворення та встановлення ролі окремих компонентів підтверджено ІЧ-спектроскопією модельних систем: «карагінан : білок», «карагінан : хлорид кальцію», «карагінан : хлорид натрію», «карагінан : молоко». Встановлено виражену чутливість карагінанів до іонної сили взагалі, а також до якісного поліелектролітного складу. Додавання двовалентних іонів (хлориду кальцію) більш інтенсивно діє на конформаційні зміни і в інтервалі (0,1…0,3)% не залежить від концентрації. За концентрації хлориду кальцію 0,1% зникають конформаційно чутливі зони карагінану, зафіксовані при 1539 $см^{-1}$ та 1465 $см^{-1}$, що підтверджує зміни в колоїдній структурі системи, вірогідно, за рахунок гелеутворення.

Доведено, що за додавання казеїнату натрію за pH вище ІЕТ інтенсивність основного максимуму та смуги (1130 $см^{-1}$) в спектрах чистих карагінанів незміщені, що свідчить про відсутність хімічної взаємодії групи $–SO_3^-$. За одночасної присутності в системі іонів кальцію, біл-

ків знежиреного молока та йота-карагінану, вірогідно, відбувається утворення хелатних комплексів карагінан-кальцій-казеїн, про що свідчить зменшення інтенсивності смуг 1425, 1465, 1540 $см^{-1}$ та поява нових смуг поглинання 1159, 1118, 1075, 1041 та 994 $см^{-1}$. У системах «капа-карагінан-казеїнат натрію» спостерігається зменшення інтенсивності поглинання за довжин хвиль 1450 $см^{-1}$ та 1240…1260 $см^{-1}$ та поява смуг поглинання за довжин хвиль 1140 $см^{-1}$та 1045 $см^{-1}$, що свідчить про транс-конформаційні зміни. Оскільки не спостерігається зсуву смуг поглинання до області більших довжин хвиль, це дає підставу вважати, що в системі «капа-карагінан-казеїнат натрію» не утворюються ковалентні зв'язки. Встановлено зміщення смуг поглинання характерних для $–SO_3^-$ груп (1050 $см^{-1}$, 1130 $см^{-1}$, та 1200 $см^{-1}$) у область більших хвильових чисел (1070 $см^{-1}$, 1136 $см^{-1}$, 1235 $см^{-1}$ відповідно) в системах «капа-карагіанан-молоко», що підтверджує гіпотезу утворення хелатних комплексів карагінан-кальцій-казеїн за рахунок хімічної взаємодії $–SO_3^-$ через іони кальцію з карбоксильними групами білків.

Шляхом визначення граничної напруги зсуву МАШ обґрунтовано раціональні співвідношення молоко : йота-карагінан, що становлять: 1:0,08; 1,5:0,1; 2,0:0,12 (рис. 1).

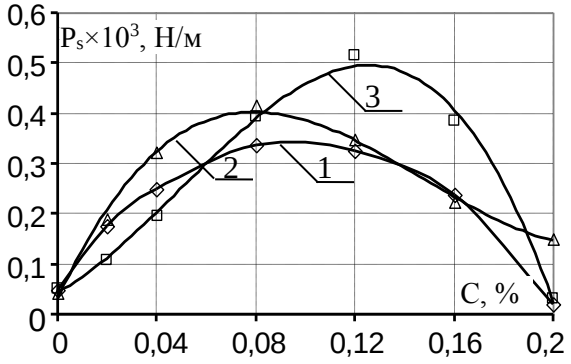

Рис. 1. Залежність ГНЗ МАШ на межі з повітрям розчинів молока від концентрації йота-карагінану, %: 1 – 1,0; 2 – 1,5; 3 – 2,0

Встановлено, що залежність ГНЗ МАШ розчинів казеїнату натрію від концентрації йота-карагінану має екстремальний характер, що дає підставу стверджувати про утворення казеїн-карагінанових комплексів. Встановлено, що міцність утворених МАШ є нижчою, ніж у системах «карагінан-молоко», у яких, ймовірно, утворюються хелатні комплекси карагінан-кальцій-білок.

Для визначення закономірностей термодинамічної стійкості систем «капа-карагінан-молоко», яка фіксується як розшарування, досліджено міцності гелів. За концентрації капа-карагінану 0,4% та молока вище 5,0% спостерігається розшарування системи з утворенням коагульованих білків молока. За концентрації капа-карагінану 0,6% розшарування системи спостерігається за концентрації молока вище 2,5%. Системи, що містять капа-карагінан у концентрації 0,8%, розшаровуються вже за вмісту молока 2,5%. Термодинамічна сумісність білків молока та капа-карагінану відбивається на міцності гелів (рис. 2). Так, введення молока 5,0 та 2,5% у системи, що містять 0,4 та 0,6% капа-карагінану, сприяє збільшенню міцності гелів у 4,3 та 1,2 рази відповідно.

Встановлено, що за вмісту капа-карагінану 0,4% залежність міцності гелів капа-карагінану з казеїнатом натрію аналогічна залежності міцності гелів капа-карагінану зі знежиреним молоком. Залежність має екстремальний характер з максимумом вмісту казеїнату 1,6% (що відповідає концентрації знежиреного молока 5,0%). Встановлено, що в системах за концентрації капа-карагінану (0,4…0,6)% та казеїнату натрію (0,8…3,3)% не спостерігалось розшарування системи.

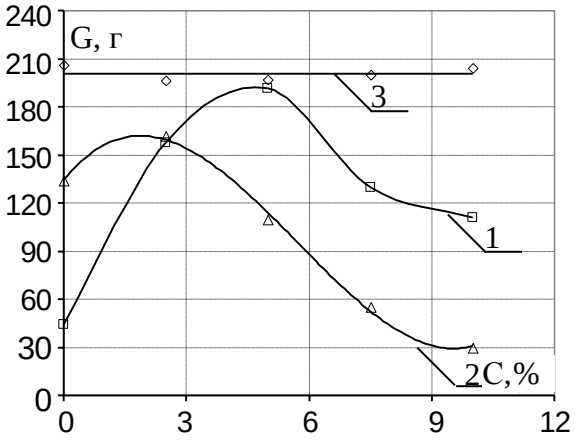

Рис. 2. Залежність міцності гелів капа-карагінану від вмісту знежиреного молока за конценрації капа-карагінану, %: 1 – 0,4; 2 – 0,6; 3 – 0,8

Встановлено, що міцність гелів капа-карагіну залежить як від концентрації карагінану, так і від хлориду кальцію, що в межах концентрацій $0,1 \leq C_{CaCl2} \leq 0,4$ описується лінійним рівнянням $G = 438,9 \times C_{CaCl2} + 119,8$. Аналіз експериментальних даних дозволяє стверджувати, що міцність гелів визначається також співвідношенням капа-карагінан : іони кальцію. Введення хлориду кальцію в концентрації (0,1…0,4)% сприяє зростанню міцності гелів капа-карагінану в 1,8…3,7 разів. Встановлено, що в системі «капа-карагінан (0,4…0,6)%-казеїнат натрію (1,6…0,8)%» введення 0,1% хлориду кальцію сприяє зростанню міцності гелів в 1,55…1,7 разів. Збільшення концентрації хлориду кальцію призводить до зниження міцності гелів, що свідчить про значний вплив іонів кальцію в утворенні комплексів між білками молока та капа-карагінаном та умов термодинамічної несумісності білків та карагінану в розчині та підтверджується ІЧ-спектрами.

Закономірності обґрунтування параметрів порціонування, зберігання, рекомендації по вживанню пов’язано з температурою плавлення гелю. Встановлено, що температура плавлення гелеподібних систем залежить від стану гелеутворювача та концентрації його в системі: зі збільшенням концентрації капа-карагінану з 0,3 до 1% температура плавлення зростає з 43,0±0,5° С до 57,0±0,5° С, що суттєво впливає на органолептичне сприйняття кінцевого продукту. Доведено, що введення в систему гідроколоїдів, зокрема камеді ріжкового дерева (КРД) (0,1…1,0)% сприяє підвищенню температури плавлення гелів капа-карагінану (0,4…1,0)% за екстремальною залежністю. Наявність екстремумів (що описується рівнянням $t = 99,5 \times C_{КРД} + 14,8$) свідчить про синергізм капа-карагінану та КРД.

Визначенням впливу термодинамічно сумісних полісахаридів на міцність гелів доведено синергізм КРД (0,1…1,0)% та капа-карагінану (0,4…1,0)%, капа-карагінану та камеді тари (0,1…1,0)%. Введення КРД сприяє збільшенню міцності гелів в 1,7…1,94 разів (рис. 3), камеді тари – в 1,73…1,78. Встановлено, що ксантан (0,1…1,0)% збільшує міцність гелів в 1,1…1,2 разів Таким чином, раціональним з точки зору регулювання структурно-механічних властивостей є використання КРД.

Визначено раціональні співвідношення КРД : капа-карагінан (0,4…0,45):(0,6…0,55), що забезпечують збільшення міцності гелів в 1,7…1,94 разів. Показано, що використання капа-карагінану в суміші з йота-карагінаном для одержання молочної гелеподібної продукції не ефективно з точки зору регулювання міцності гелів.

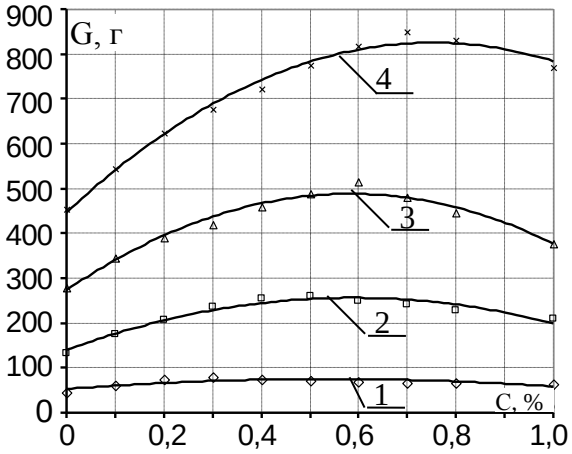

Рис. 3. Залежність міцності гелів капа-карагінану від вмісту КРД за концентрації капа-карагінану, %: 1 – 0,4; 2 – 0,6; 3 – 0,8; 4 – 1,0

Визначено, що водовідділяюча здатність (ВВЗ) гелів капа-карагінану (0,4…0,8%) ефективно регулюється введенням КРД, камеді тари, ксантану, хлориду кальцію. За концентрації капа-карагінану 0,4, 0,6 та 0,8% виділення вологи відсутнє за 0,6, 0,6 та 0,5% КРД відповідно, камеді тари – 0,8, 0,7 та 0,6% відповідно, ксантану – 0,5, 0,5 та 0,4% відповідно, хлориду кальцію 0,2, 0,8 та 0,8% відповідно, що забезпечує високі органолептичні показники. Введення знежиреного молока (2,5…10,0%) та казеїнату натрію (0,8…3,3%) не забезпечували отримання гелеподібних систем без синерезису. Узагальненням даних по впливу рецептурних компонентів на міцність гелів, ВВЗ, шляхом повнофакторного експерименту, де факторами варіювання обрано концентрацію КРД (x_1, %) та концентрацію капа-карагінану (x_2, %), вміст молока знежиреного зафіксували на рівні 5%, та статистичної обробки визначено раціональні концентрації капа-карагінану та КРД, що забезпечують максимальну міцність (G) гелів на основі молока (1):

$$G = 172{,}6 + 91{,}9x_1 + 762{,}8x_2 - 92{,}5x_1^2 - 948{,}3x_2^2 - 92{,}1x_1x_2 . \quad (1)$$

Розраховано, що максимальна міцність гелів досягається за вмісту КРД 0,3%, капа-карагінану – 0,4% та становить 334,3±0,8 г.

Отримання структури пінопобідних молочних десертів засновано на реалізації поверхнево-активних властивостей білків молока. Встановлено, що зі збільшенням вмісту молока до 10% поверхневий натяг за експоненційною залежністю зменшується до $(48{,}0\pm0{,}1)\times10^{-3}$ Н/м. Встановлено, що виведення іонів кальцію із знежиреного молока сприяє зниженню поверхневого натягу. Підвищенням концентрації йота-карагінану в молоці призводить до зменшення поверхневого натягу, що, ймовірно, пов’язано зі зв’язування іонів кальцію.

Встановлено, що за додавання йота-карагінану досягається отримання систем із високими ПЗ – (290…349)% (рис. 4) та СП – 100% (табл. 1).

Доведено доцільність введення (1…5)% крохмалю для забезпечення необхідних текстурних характеристик. З метою визначення раціональних концентрацій основних рецептурних компонентів проведено повнофакторний експеримент з двома змінними – вмістом йота-карагінану (x_1, %) та крохмалю (x_2, %) за фіксованого вмісту молока знежиреного 5,0, 7,5 та 10,0% з метою спрощення математичної моделі. У результаті експериментальних досліджень та статистичної обробки даних отримано рівняння регресії та поверхні відгуку.

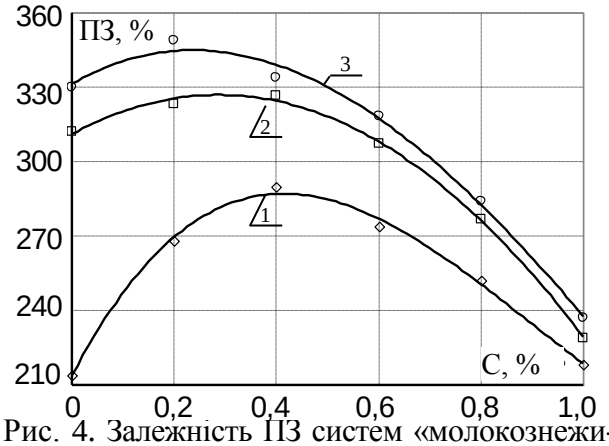

Рис. 4. Залежність ПЗ систем «молокознежирене-йота-карагінан» від концентрації йота-карагінану завмісту молока знежиреного, %: 1 – 5,0; 2 – 7,5; 3 – 10,0

Таблиця 1

Стійкість піни систем «молоко знежирене-йота-карагінан»

Концентрація йота-карагінану, %	Стійкість піни, %		
	Вміст молока знежиреного, %		
	5,0	7,5	10,0
0	0	0	0
0,2	82±1	90±1	98±1
0,4…1,0	100	100	100

Диференціювання рівнянь дозволило визначити раціональний вміст йота-карагінану та крохмалю за різного вмісту молока знежиреного, що забезпечує максимальну ПЗ (табл. 2).

Таблиця 2

Раціональні концентрації рецептурних компонентів

Рівняння регресії	Вміст, %			ПЗ, %
	Молоко знежирене	Йота-карагінан	Крохмаль	
$ПЗ = 132 + 63{,}3x_1 + 19{,}7x_2 - 65{,}3x_1^2 - 2{,}4x_2^2 - 2{,}6x_1x_2$	5,0	0,4	3,8	183±1
$ПЗ = 127 + 137{,}5x_1 + 15{,}3x_2 - 131{,}9x_1^2 - 2{,}2x_2^2 - 0{,}8x_1x_2$	7,5	0,5	3,4	188±1
$ПЗ = 108 + 72{,}5x_1 + 19{,}5x_2 - 65{,}3x_1^2 - 2{,}6x_2^2 - 1{,}67x_1x_2$	10,0	0,5	3,6	161±1

У четвертому розділі «Розробка технології гелеподібних та збитих десертів молочних з використанням карагінанів» на основі отриманих експериментальних даних обґрунтовано технологічні параметри виробництва десертів молочних із використанням карагінанів. Розроблено принципову технологічну схему виробництва та рецептурний склад мусів молочних (рис. 5) та десертів вершкових.

Встановленням закономірностей досягнення розмірних характеристик бульбашок мусів визначено раціональну температуру – (4…6) °С та тривалість збивання – (4…6)×60 с. Доведено доцільність введення (5…7)% суміші пальмоядрової та соняшникової олії, що також сприяє утворенню стійких пін.

Обґрунтовано введення (8…10)% цукру після збивання протягом (2...3)×60 с з наступним збиванням протягом (2...3)×60 с, що сприяє зростанню ПЗ 1,04…1,07. Результати реологічних досліджень гелів на основі йота-карагінану показали, що йота-карагінан та молоко сприяють збільшенню модулю еластичності та миттєвого модулю пружності, жир – підвищує модуль еластичності. Визначено залежність ПЗ та СП модельних систем від pH середовища, що показує можливість введення до складу піноподібних молочних десертів плодово-ягідних наповнювачів, які містять органічні кислоти, та зебезпечують pH 4,2…4,7. Введення плодово-ягідних наповнювачів до складу гелеподібної продукції не повинно знижувати pH нижче 6,0.

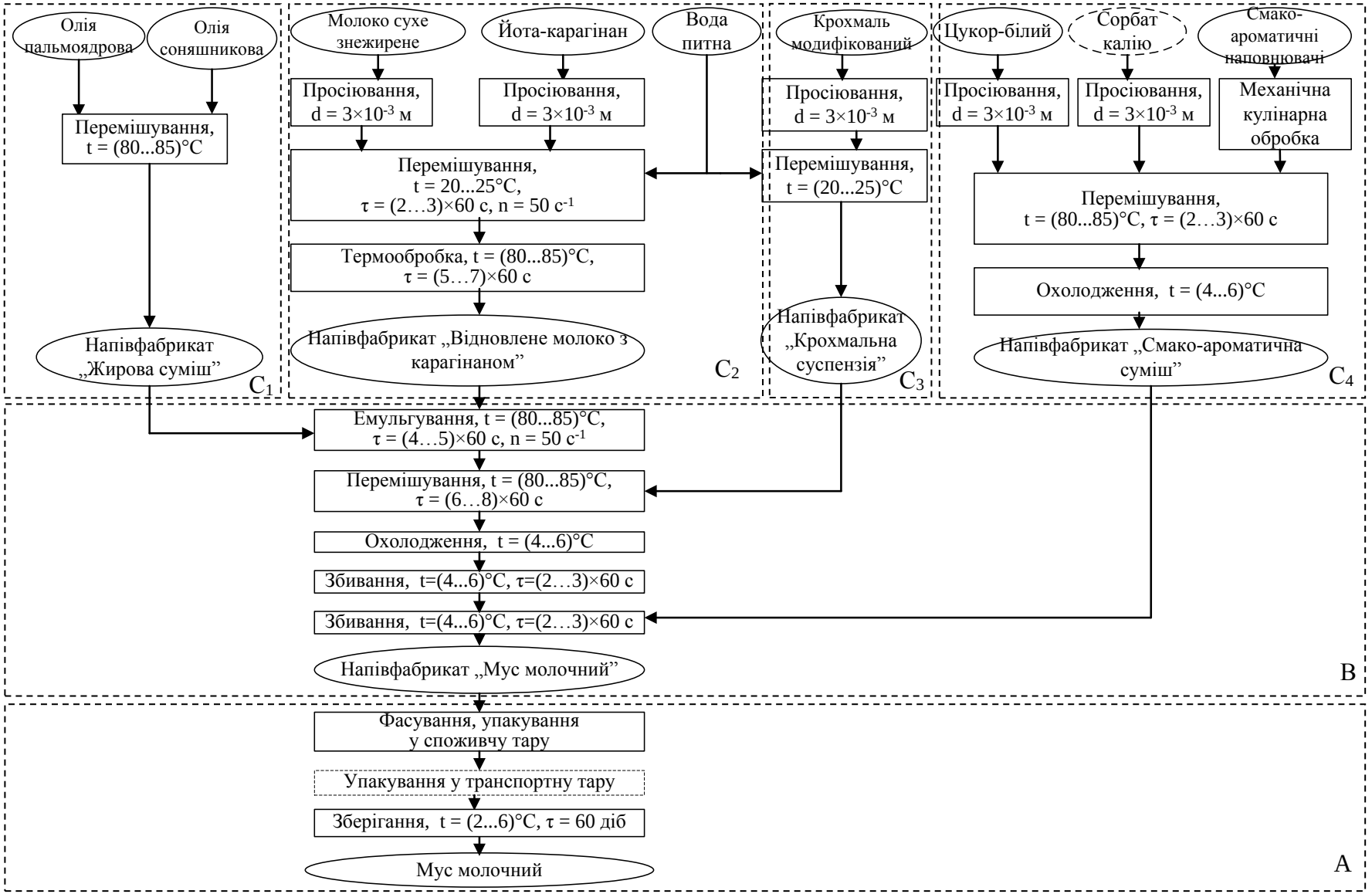

Рис. 5. Принципова технологічна схема виробництва мусу молочного: ; – операції, які здійснюються лише за виробництва мусів тривалого зберігання

Для підтвердження обраних концентрацій здійснено співставлення органолептичної оцінки та пружності й міцності продукції, а також розмірних характеристик бульбашок повітряної фази. Найвищу оцінку (4,5…5 балів) отримали продукти міцність яких складає 410…470 г, що відповідає вмісту КРД (0,1…0,4)% (рис. 6). Встановлено, що за вмісту КРД 0,2% органолептично відчувається наявність вільної вологи. Рекомендований рівень КРД – 0,4%. Муси молочні з домінуючою розмірною фазою бульбашок $(75 \le d \le 100)\times10^{-6}$ м з вмістом йота-карагінану 0,5% отримали найвищу оцінку – 5,0 балів (рис. 7).

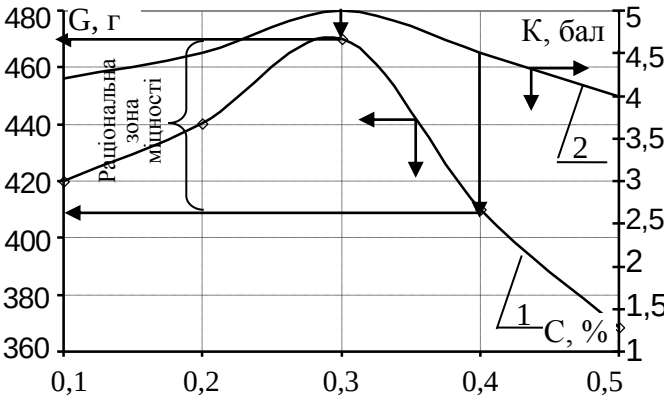

Рис. 6. Залежність міцності десертів вершкових (1) та експертна оцінка пружності десертів (2) від вмісту КРД

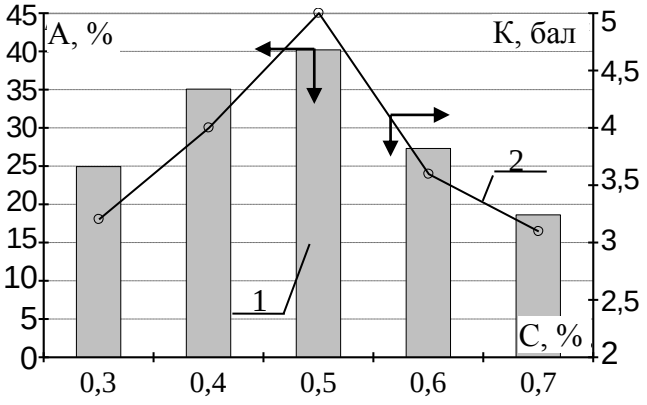

Рис. 7. Залежність вмісту фракції бульбашок повітря з діаметром $(75...100)\times10^{-6}$ м в мусах молочних (1) та експертна оцінка консистенції (2) від вмісту йота-карагінану

Встановлено, що десерти за вмісту 7,08±0,08% жирів, 2,85±0,03% білкових речовин, 13,03 ± 0,13 % вуглеводів відносяться до продуктів із високою харчовою цінністю. Ідентифіковано та кількісно визначено 18 амінокислот, при цьому сумарна кількість незамінних амінокислот складає 37,4% від загального їх вмісту.

Частка ненасичених жирних кислот в ліпідах продукту складає 50,4 % з домінуючим вмістом олеїнової, ліноленової та лауринової (19,3, 31,0, 23,7 %) жирних кислот. За мінеральним складом десерти характеризуються вмістом цінних мікро- та макроелементів, є джерелом кальцію (88,0±0,5 мг/100 г), фосфору (71,6±0,5 мг/100 г), магнію (12,6±0,3 мг/100 г). Ідентифіковано вміст калію, заліза та інших мікроелементів. Визначено закономірності змін органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників та харчової цінності десертів під час зберігання. На основі мікробіологічних показників обґрунтовано термін зберігання десертів протягом 60 діб за температури (2…6) ºС. Визначено шляхи формування асортименту десертів молочних. До рецептурного складу десертів вершкових можуть бути введені плодово-ягідні наповнювачі з низьким вмістом органічних кислот, соуси, смако-ароматичні компоненти, до рецептурного складу мусів – плодово-ягідні наповнювачі з високим вмістом органічних кислот, а також соуси, смако-ароматичні компоненти, що забезпечує отримання широкого асортименту кулінарної продукції.

У п’ятому розділі «Економічна ефективність використання результатів досліджень» розраховано економічну ефективність від впровадження технології десертів та собівартість продукції, спрогнозовано роздрібну ціну та розраховано термін окупності (6,5 місяців для цеху з потужністю 10 т/місяць). Виконано комплекс робіт із впровадження результатів. Розроблено та

затверджено ТУ 15.5-01566075-001:2006 «Десерти», технологічну інструкцію з їх виробництва, технологічні карти, десерти молочні. Нові технології апробовано в закладах ресторанного господарства ТОВ «Аніс» (м. Харків), УДП ТОВ «Світанок» та ТОВ СМП «Тіп-Топ» (м. Ужгород).

ВИСНОВКИ

1. На основі аналітичних досліджень встановлено відсутність системних науково-практичних даних стосовно одержання гелеподібної та піноподібної продукції з використанням карагінанів із залученням до гелеутворення речовин, які є складовими молока.

2. Експериментально підтверджено доцільність використання капа-карагінану з негелеутворюючими полісахаридами для отримання гелеподібної десертної продукції та йота-карагінану для отримання піноподібної десертної продукції на основі молока.

3. Встановлено залежність структурно-механічних властивостей гелеподібної десертної продукції з використанням капа-карагінану від складу молока – вмісту білків та іонів кальцію, вмісту КРД, камеді тари та ксантану. Доведено, що утворення гелів пов'язано з комплексоутворенням карагінанів з білками молока за участю іонів кальцію. Методами ІЧ-спектроскопії та визначення міцності гелів підтверджено утворення комплексів між білками молока та карагінаном в присутності іонів кальцію за рахунок карбоксильних груп білка та сульфогруп карагінану, що підтверджується зміщення смуг поглинання характерних для $–SO_3^-$ груп (1050 $см^{-1}$, 1130 $см^{-1}$ та 1200 $см^{-1}$) у область більших хвильових чисел (1070 $см^{-1}$, 1136 $см^{-1}$, 1235 $см^{-1}$) в системах «карагіанан-молоко». Отримані дані мають концентраційну залежність та визначаються співвідношеннями компонентів.

4. Обґрунтовано рецептурний склад гелеподібної десертної продукції з використанням капа-карагінану з регульованим синерезисом за реалізації синергізму з камеддю ріжкового дерева. Встановлено співвідношення камеді ріжкового дерева та капа-карагінану (0,4…0,45:0,6…0,55), за яких досягається максимальна міцність гелів, що корелює з органолептичною оцінкою. Шляхом повнофакторного експерименту визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів гелеподібної десертної продукції, %: молока знежиреного – 5,0, капа-карагінану – 0,4, камеді ріжкового дерева – 0,3.

5. Встановлено закономірності впливу білків молока, йота-карагінану та іонів кальцію на формування МАШ на рідких межах розділу фаз. Доведено, що кальцій підвищує міцність МАШ на межі з повітрям та на межі з олією. Встановлено раціональні співвідношення молока та йота-карагінану, за яких досягається максимальна міцність МАШ, що становлять 1:0,08; 1,5:0,1; 2,0:0,12 відповідно.

6. Доведено можливість введення до складу піноподібної десертної продукції сировини, що містить органічні кислоти та забезпечує pH продукту 4,2…4,7, з метою формування асортименту. На основі повнофакторного експерименту визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів піноподібної десертної продукції, %: молока знежиреного – 7,5, йота-карагінану – 0,5, крохмалю – 3,4, що забезпечують одержання піноподібної десертної продукції з заданими показниками якості (К = 5 бал) та відповідають вимогам сформульованого інноваційно-

го задуму продукції. Визначено, що двоетапне збивання рецептурної суміші за температури (4…6) ºС протягом (2…3)×60 с з наступним введенням цукру та смако-ароматичних компонентів та збивання протягом (2…3)×60 с забезпечують отримання піноподібної структури десертів із необхідними показниками якості.

7. За реалізації системного підходу, проведенням аналітичних та експериментальних досліджень обґрунтовано та розроблено технології та рецептури десертів вершкових з гелеподібною структурою та мусів молочних з піноподібною структурою (ТУ У 15.5-01566075-001:2006 «Десерти») та визначено шляхи формування асортименту десертів молочних. Визначено основні органолептичні, фізико-хімічні показники та показники безпечності нових десертів, їх харчову та біологічну цінність, закономірності їх змін під впливом технологічних чинників. Встановлено, що десерти містять близько 7,08±0,08% жирів, 2,85±0,03% білкових речовин, 13,03±0,13% вуглеводів, характеризуються високою харчовою цінністю, високим вмістом ненасичених жирних кислот – 50,4% від загальної кількості жирних кислот, десерти характеризуються вмістом цінних мінеральних речовин, зокрема, кальцію, фосфору, магнію (88,0±0,5 мг/100 г, 71,6±10,5 мг/100 г, 12,6±0,4 мг/100 г відповідно).

8. Визначено зміни органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників десертів у процесі зберігання. На основі досліджень мікробіологічних органолептичних показників обґрунтовано термін зберігання десертів – протягом 60 діб за температури (2…6) ºС. Запропоновано використання смако-ароматичних добавок та соусів для розширення асортименту десертів, розроблено рецептури на нові десерти.

9. Проведено розрахунок економічної ефективності впровадження нових видів десертів у виробництво. За потужності цеху 10 тонн продукції на місяць період окупності капіталовкладень складає 6,5 місяців. Технологію десертів молочних із використанням карагінанів впроваджено у закладах ресторанного господарства м. Харкова (ТОВ «Аніс») та м. Ужгород (УДП ТОВ «Світанок», ТОВ СМП «Тіп-Топ»).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пивоваров П. П. Дослідження впливу рецептурних компонентів на структурно-механічні властивості десертів на основі карагінанів / П. П. Пивоваров, Г. О. Сабадош, Н. Г. Гринченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка: зб. наук. пр. / ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х. : ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2006. – Вип. 45 : Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. – С. 220–226. (Внесок здобувача: досліджено та узагальнено результати досліджень з впливу рецептурних компонентів та технологічних параметрів на реологічні властивості гелів карагінану.)

2. Сабадош Г. О. Аналітичне обґрунтування використання карагінанів у складі молочних десертів / Г. О. Сабадош, А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2008. – Вип. 2 (8). – С. 40–46. (Внесок здобувача: сформульовано

інноваційний задум та робочу гіпотезу отримання гетерогенної молочної продукції з використанням карагінанів.)

3. Юрченко С. Л. Обґрунтування доцільності використання карагінанів у технології молочних десертів / С. Л. Юрченко, Г. О. Сабадош, С. М. Коваленко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2009. – Вип. 1 (9). – С. 82–90. (Внесок здобувача: досліджено та узагальнено результати досліджень впливу технологічних чинників на реологічні показники гелів на основі йота- та капа-карагінанів.)

4. Сабадош Г. О. Оптимізація рецептурного складу молочних десертів з пінною структурою / Г. О. Сабадош, А. Б. Горальчук, Т. В. Трощий // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. пр. / ОНАХТ. – Сер. Технічні науки. – Одеса : ОНАХТ, 2009. – Вип. 36. – Т. 2. – С. 158–161. (Внесок здобувача: досліджено та здійснено математичне моделювання для визначення раціональних концентрацій основних рецептурних компонентів молочних десертів з пінною структурою.)

5. Сабадош Г. О. Дослідження міжфазних властивостей білків молока у технології отримання молочних десертів / Г. О. Сабадош, А. Б. Горальчук // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2009. – Вип. 2 (10). – С. 191–197. (Внесок здобувача: досліджено та узагальнено результати досліджень міцності МАШ та поверхневого натягу з метою обґрунтування раціонального співвідношення молоко:йота-карагінан.)

6. Сабадош Г. О. Визначення основних фізико-хімічних показників якості молочних десертів з пінною структурою / Г. О. Сабадош // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2010. – Вип. 1 (11). – С. 97–103.

7. Патент на корисну модель 44248 Україна, МПК (2009) A23 C 23/00. Спосіб одержання молочного десерту / Сабадош Г. О., Горальчук А. Б. ; заявник та патентовласник Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі / № u200904090 ; заявл. 27.04.2009 ; опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18. – 4 с. (Внесок здобувача: проведено патентний пошук, аналіз та систематизацію результатів, підготовлено заявку на видачу патенту.)

8. Сабадош Г. О. Дослідження міцності гелів карагінану з метою обґрунтування рецептурного складу молочних десертів / Г. О. Сабадош, О. С. Єфремова, А. Б. Горальчук // Питання технології та гігієни харчування : І Всеукр. наук.-практ. конф., 8-9 квіт. 2009 р. : матеріали. – Донецьк : Донец. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського, 2009. – С. 131. (Внесок здобувача: досліджено та узагальнено результати досліджень впливу іонів кальцію на міцність гелів капа- та йота-карагінану.)

9. Моделирование рецептурного состава молочных десертов с пенной структурой / А. А. Сабадош, А. Б. Горальчук, Т. В. Трощий, А. С. Черная // Актуальные проблемы экономики, менеджмента, маркетинга : Междунар. науч.-практ. конф., 17-19 ноября 2009 г. : материалы. – Белгород : БелГУ, 2009. – Ч. 2. – С. 303–308. (Внесок здобувача: досліджено та узагальнено результати досліджень з впливу технологічних чинників на піноутворюючу здатність та стійкість

піни молочних систем з метою визначення раціональних концентрацій рецептурних компонентів.)

АНОТАЦІЯ

Сабадош Г.О. Технологія десертів молочних з використанням карагінанів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Харків, 2011.

У дисертації науково обґрунтовано та розроблено технологію десертів молочних з гелеподібною структурою з використанням капа-карагінану та піноподібною структурою з використанням йота-карагінану. Визначено умови утворення хелатних комплексів між карагінанами та білками молока за участю іонів кальцію, що забезпечують утворення стійких гелеподібних та піноподібних систем.

Встановлено раціональне співвідношення капа-карагінану та камеді ріжкового дерева, що забезпечує відсутність синерезису гелеподібної продукції. Визначено закономірності формування міцних МАШ на рідких межах розділу фаз, що забезпечують отримання стійких піноподібних молочних систем з використанням йота-карагінану. Шляхом повнофакторного експерименту визначено раціональне співвідношення основних рецептурних компонентів гелеподібної та піноподібної продукції.

Розроблено технологію та асортимент, запропоновано шляхи формування асортименту десертів молочних. Визначено їх споживні та технологічні властивості, обґрунтовано умови та терміни зберігання. Розроблено та затверджено нормативну та технологічну документацію, здійснено впровадження нових технологій у закладах ресторанного господарства, розраховано економічну ефективність від впровадження.

Ключові слова: десерти молочні, карагінани, гелеподібна продукція, піноподібна продукція.

АННОТАЦИЯ

Сабадош А.А. Технология десертов молочных с использованием каррагинанов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Харьков, 2011.

В диссертации научно обоснована и разработана технология десертов молочных с геле- и пенообразной структурой с использованием каррагинанов.

Экспериментально подтверждена целесообразность использования капа-каррагинана с галактомананами (камедью рожкового дерева, камедью тары) для получения гелеподобной де-

сертной продукции и йота-каррагинана для получения пеноподобной десертной продукции на основе молока.

Установлены закономерности формирования структурно-механических свойств десертной продукции, определена роль комплексообразования каррагинанов с белками молока и роль ионов кальция в структурообразовании. Методами ИК-спектроскопии подтверждено образование комплексов между белками молока и каррагинанами в присутствии ионов кальция за счет карбоксильных групп белка и сульфогрупп каррагинана. Полученные данные носят концентрационную зависимость и определяются соотношениями компонентов.

Обоснован рецептурный состав гелеподобной десертной продукции с использованием капа-каррагинана с регулированным синерезисом при реализации синергизма с камедью рожкового дерева. Установлено соотношение камеди рожкового дерева и капа-каррагинана, при которых достигается максимальная прочность гелей (0,4...0,45:0,6...0,55). Путем полнофакторного эксперимента определено рациональное содержание основных рецептурных компонентов гелеподобной десертной продукции, %: молока обезжиренного – 5, капа-каррагинана – 0,4, камеди рожкового дерева – 0,3.

Установлены закономерности формирования межфазных адсорбционных слоев (МАС) на жидких границах раздела фаз. Доказана роль кальция в образовании крепких МАС на границе с воздухом и на границе с маслом. Установлены рациональные соотношения молока и йота-каррагинана, при которых достигается максимальная прочность МАС, которые составляют 1:0,08; 1,5:0,1; 2,0:0,12 соответственно.

Установлена возможность введения в состав пенообразной десертной продукции сырья, которое содержит органические кислоты, с целью формирования ассортимента. На основе полнофакторного эксперимента определено рациональное содержание основных рецептурных компонентов пенообразной десертной продукции, %: молока обезжиренного – 7,5, йота-каррагинана – 0,5, крахмала – 3,4, что обеспечивает получение пеноподобной десертной продукции с заданными показателями качества и отвечают требованиям сформулированного инновационного замысла продукции. Доказано, что двухэтапное сбивание рецептурной смеси при температуре (4...6)° С на протяжении (2...3)×60 с с последующим введением сахара и вкусоароматических компонентов и сбивание на протяжении (2...3)×60 с обеспечивают получение пенной структуры десертов с необходимыми показателями качества.

Проведенные исследования позволили разработать технологию десертов молочных с гелеобразной и пенообразной структурой. Определена пищевая, биологическая (по аминокислотному скору, «триптофановому» и «треониновому» индексах) ценность десертов молочных. Определен общий химический, аминокислотный, жирнокислотный состав, содержание минеральных веществ. Установлено, что десерты содержат 7,08±0,08% жиров, 2,85±0,03% белковых веществ, 13,03±0,13% углеводов; содержание ненасыщенных жирных кислот составляет 50,4% к сумме липидов; минеральных веществ – кальция – (88,0±0,5мг/100 г), фосфора – (71,6±10,5мг/100 г), магния – (12,6±0,4мг/100 г). Обоснован срок хранения десертов – не более 60 суток при температуре (2...6) ºС.

Рассчитаны экономический эффект внедрения, срок окупаемости и себестоимость продукции, спрогнозирована розничная цена.

Выполнен комплекс работ по внедрению результатов исследования. Разработана и утверждена нормативная документация (ТУ У 15.5-01566075-001:2006 «Десерты»), технологическая инструкция по их производству, технологические карты на кулинарную продукцию. Технологии внедрены в предприятиях ресторанного хозяйства: ООО «Аніс» (г. Харьков), ООО СМП «Тіп-Топ», УГП ООО «Світанок» (г. Ужгород).

Ключевые слова: десерты молочные, каррагинаны, гелеобразная продукция, пенообразная продукция.

ANNOTATION

Ganna. O. Sabadosh. Technology of dairy desserts using carrageenans. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree by speciality 05.18.16 – Technology of Food Products. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education, Science, Youth and Sport of Ukraine, Kharkiv, 2011.

In the thesis it is scientifically substantiated and elaborated technology of mo-milking desserts with gelling structure based on kappa-carrageenan and foaming structure based on iota-carrageenan. The conditions of formation of complexes between milk proteins and carageenan with influence of calcium ions, which providing receiving stable gelling and foaming systems, are established.

The most efficient ratio of kappa-carrageenan and carob gums, which ensure receiving non-syneresis gelling products, is determined. The legitimacies of formation of strong adsorption layers on liquid interphase, which ensure receiving sustainable dairy foaming systems based on iota-carrageenan. By full factorial experiment the rational ratio of the main components in prescription of gelling and foaming products is proved.

The technology and assortment of dairy desserts is developed.

The complex of their consumer and technological properties is determined, conditions and periods of storage are proved.

The normative and technological documentation is developed and authorized, new technologies of food enterprises were introduced, economic effect of introduction was calculated.

Keywords: dairy desserts, carrageenans, gelling products, foaming products.

Висловлюємо подяку д.т.н., професору Пивоварову П.П. за надані наукові консультації під час виконання дисертаційної роботи.

Підп. до друку 22.02.2011. Формат 60х90/16. Папір офсет. Друк офсет.
Обл.-вид. арк. 1,1. Умов. друк. арк. 1,2. Умов. фарб. - відб. 1,2.
Тираж 100 прим. Зам. №87

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051