

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПАСКАЛ ЮЛІЯ ГЕННАДІЇВНА

УДК 641.85 : 664.8.037.5 – 947.2

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ
ДЕСЕРТІВ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих і
охолоджених харчових продуктів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Тележенко Любов Миколаївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології ресторанного і оздоровчого
харчування, завідувач кафедри.

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч
науки і техніки України
Чепурненко Віктор Павлович,
Одеська державна академія холоду,
кафедра холодильних машин і установок, професор
кафедри;

– кандидат технічних наук, доцент, лауреат Державної
премії України в галузі науки і техніки
Погарська Вікторія Вадимівна,
Харківський державний університет харчування та
торгівлі, кафедра технологій переробки плодів,
овочів і молока, професор кафедри.

Захист відбудеться 6 грудня 2010 р. о 13:30 годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 Одеської національної академії
харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, ауд. А-
234.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної
академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039.

Автореферат розісланий 3 листопада 2010 р.

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

К.Г. Іоргачова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У структурі харчування людини десертна продукція займає значну частину сегменту споживчого ринку. Однак, продукція десертної групи тривалого зберігання не отримала належного впровадження через відсутність технологічних розробок. Десерти, які реалізуються через заклади ресторанного господарства та мережу супермаркетів, можна охарактеризувати як висококалорійні, що містять значну кількість жирів, цукрів, молочних компонентів та борошно вищого гатунку. Для значної категорії споживачів, що страждають на цукровий діабет, розлади шлунково-кишкового тракту, хвороби серця тощо, споживання такої продукції є не бажаним. Удосконалення технології швидкозаморожених фруктових десертів та її впровадження у виробництво є одним із напрямків, що запобігають поширенню хвороб цивілізації. Наявність в Україні різноманітної фруктової та ягідної сировини дозволяє впровадити виробництво заморожених десертів з підвищеним вмістом біологічно активних речовин: легкозасвоюваних вуглеводів, органічних кислот, вітамінів, каротиноїдів, фенольних сполук, мінеральних речовин, харчових волокон. Отже, відновити дисбаланс у харчуванні можна шляхом удосконалення та впровадження технології швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів.

Швидке заморожування дозволяє якнайбільше зберегти біологічно активні сполуки сировини, але через фазові переходи структурної води відбувається порушення текстури десерту, що стримує промислове виробництво такої продукції. Уникнути суперечливого впливу заморожування на органолептичну оцінку десерту можна шляхом обґрунтування композиційного складу продукту, з урахуванням наявності в ньому найбільш стабільних до дії низьких температур гідроколоїдів, та визначення режимних параметрів процесу.

Таким чином, технологія виробництва швидкозаморожених десертів на сьогоднішній день не опрацьована. Дослідження, спрямовані на розробку заходів, що дозволять запобігти перерозподілу води у швидкозаморожених десертах в умовах фазових переходів та стабілізацію якості готових продуктів при заморожуванні, зберіганні та розморожуванні є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідних робіт Одеської національної академії харчових технологій “Розробка біотехнологічних процесів цільового спрямованого регулювання функціональних фізіологічних та технологічних властивостей харчових продуктів та БАДів” за № держреєстрації 0106U001445.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є обґрунтування стабілізації структури багатокомпонентної системи, що заморожується, шляхом встановлення компонентного складу, здатного утримувати структурну воду в умовах фазових переходів, і удосконалення технології фруктово-ягідних десертів з високим вмістом біологічно активних речовин та товарними органолептичними показниками після розморожування продукту.

Відповідно до поставленої мети визначено наступні завдання:

- дослідити вплив виду і масової частки гідроколоїду, температури заварювання на перерозподіл води у модельних крохмальних дисперсіях в умовах фазових переходів;
- дослідити механізм утворення гідрогелю крохмалю, проаналізувати основні властивості амілози та амілопектину, визначити їх участь в утворенні гелю та встановити можливості стабілізації структури амілози при заварюванні;
- встановити вплив режиму заморожування на зміну нестійких біологічно активних компонентів десерту;
- дослідити реологічні властивості фруктових пюре і десертів та їх зміни в залежності від компонентного складу продукту та умов заморожування;
- визначити основні теплофізичні характеристики фруктових десертів і побудувати номограми для розрахунку тривалості процесу їх заморожування в залежності від умов теплообміну та характеристик продукту;
- розробити і застосувати заходи щодо запобігання втрат біологічно активних речовин на різних стадіях технологічного процесу у виробництві швидкозаморожених десертів;
- визначити мікробіологічні показники свіжовиготовлених десертів та після їх тривалого холодильного зберігання;
- розробити технологію, нормативну документацію на швидкозаморожені фруктово-ягідні десерти;
- розрахувати показники економічної ефективності виробництва швидкозаморожених десертів.

Об'єкт досліджень – технологія швидкозамороженого десерту.

Предмет досліджень – дисперсії різних видів крохмалів та їх сумішей у різних розчинниках, фруктово-ягідний десерт, умови процесу заморожування і розморожування готового продукту; хімічні, мікробіологічні, реологічні та органолептичні показники швидкозаморожених продуктів.

Методи досліджень – загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, математичні методи з використанням сучасних приладів та устаткування.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті комплексу аналітичних та експериментальних досліджень вперше:

- визначено вплив концентрації та температури нагрівання дисперсії гідроколоїд – вода на вологоутримуючу здатність окремих крохмалів та їх сумішей в умовах фазових переходів;
- проведено дослідження з визначення колоїдно-зв'язаної, не зв'язаної та загальної води у фруктовому десерті в залежності від температури заварювання гідроколоїдів або їх сумішей;
- визначено вплив процесу заморожування на масову частку зв'язаної води в готовому продукті;
- проведено дослідження з визначення мікробіологічної контамінації зразків фруктового десерту свіжовиготовленого та після зберігання у охолодженому і замороженому стані.

Знайшли подальшого розвитку:

- дослідження реологічних показників модельних розчинів гідроколоїдів

та десертів в залежності від умов їх обробки;

– закономірності заморожування складних дисперсних систем та кріозахисту ягід перед низькотемпературною обробкою;

– математичні залежності основних параметрів процесу заморожування, які стали підґрунтям для створення експрес-методики з визначення тривалості заморожування.

Практичне значення отриманих результатів. У результаті проведення аналітичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію швидкозаморожених десертів стабілізованої якості. Розроблені технологічна інструкція і технічні умови на виробництво швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів. Новизна технічних рішень захищена патентом України на корисну модель. Проведено промислову апробацію удосконаленої технології на ТОВ «Тирас» ТМ «Мозаїка», м. Ізмаїл. Відпускна оптова ціна підприємства за швидкозаморожений фруктово-ягідний десерт масою 150 грам складає 2,4...3,0 грн. Прибуток від реалізації 1 т продукції становить 3610,57...4004,16 грн.

Особистий внесок здобувача. Автором безпосередньо сплановано експеримент, здійснено наукові дослідження, узагальнено отримані результати. Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментальних досліджень зі створення рецептурних композицій десертів; вивченні процесу гелеутворення композиційних сумішей крохмалів та встановленні параметрів його проведення; участі в обговоренні запропонованих концепцій; виступах з доповідями на конференціях, узагальненні та публікації одержаних результатів, розробці технології, нормативної документації. Разом з керівником теоретично обґрунтовано механізм стабілізації структури продукту в умовах фазових переходів.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні положення результатів дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (м. Одеса, 2008... 2010 рр.), на Міжнародних науково-практичних конференціях «Харчові технології» (м. Одеса, 2009, 2010 рр.), на Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми холодильної і кріогенної техніки» (м. Одеса, 2009 р.), на Всеукраїнському семінарі молодих вчених, аспірантів та студентів «Основи раціонального харчування студентів» (м. Донецьк, 2010 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 18 друкованих праць, в тому числі 6 – в наукових фахових виданнях, 1 – патент України на корисну модель, тези 11 доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота обсягом 133 сторінки складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 205 найменувань (20 сторінок), 11 додатків (60 сторінок), 50 рисунків (27 сторінок), 19 таблиць (11 сторінок).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обраного напрямку дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну і

практичну значущість одержаних 4 ультатів, відображено результати апробації, представлені відомості про особистий внесок здобувача, структуру і обсяг дисертації, публікації за матеріалами роботи.

У першому розділі «Аналіз особливостей виробництва швидкозамороженої десертної продукції» представлено аналітичний огляд літератури щодо сучасного стану, структури, характеристики та тенденцій розвитку світового та вітчизняного ринку замороженої продукції. Визначено основні проблеми, що стримують впровадження швидкозаморожених десертів у виробництво. Розглянуто роль гідроколоїдів в утворенні текстури багатокомпонентних систем та наведено аналіз структурних особливостей крохмалів і їх впливу на процес зв'язування води та її перерозподіл при заморожуванні.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» визначено науково-методичні основи досліджень та наведено програму досліджень (рис. 1), в якій відображено основні напрямки та взаємозв'язок окремих етапів роботи. Описано предмет, об'єкт і методи досліджень. Експериментальна робота була виконана в лабораторних умовах кафедри технології ресторанного і оздоровчого харчування ОНАХТ. Окремі дослідження виконувались на кафедрах технології консервування, технології питної води, біохімії, мікробіології та фізіології харчування, кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів, кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів ОНАХТ.

Визначення фізико-хімічних, мікробіологічних та інших показників вхідної сировини, напівфабрикатів на етапах технологічного процесу і готових продуктів проводили експериментальним шляхом з використанням сучасних стандартизованих або модифікованих методів. Наприклад, метод імпедансного визначення кількості мікроорганізмів, визначення загальної та колоїдно-зв'язаної води – за методикою Починка, застосовано прилади: мікробіологічний аналізатор «БакТрак 4300», Боствіка, «Реотест», тощо.

У третьому розділі «Вплив низькотемпературного консервування на структурно-механічні властивості систем на основі гідроколоїдів» визначено вид застосованих у роботі гідроколоїдів, наведено порівняльну характеристику різних видів крохмалів та їх властивостей при утворенні клейстеру.

Крохмалі, розведені у підготовленому розчиннику, згідно з рецептурою уводять до основи десертів, якою є яблучне пюре, оздоблене замороженими вроздріб ягодами полуниці та/або пюре із журавлини та/або шматочками горіхів.

При заморожуванні пюреподібних мас виникає проблема перерозподілу фаз, що призводить до зміни зовнішнього вигляду продукту з одночасним порушенням його консистенції. Процеси заморожування – розморожування водовмісних систем супроводжуються фазовим переходом води та її міграцією із центральних шарів до фронту фазового переходу. Внаслідок цих процесів масова частка води, що відокремилась від продукту, зростає, а його гомогенна структура після розморожування не відновлюється. При цьому вивільняється близько 12...16 % води, в залежності від рецептурного складу продукту, що впливає на зниження органолептичної оцінки і погіршення фізико-хімічних

показників. Показано, що із яблучного десерту, на відміну від пюре, вивільняється лише 6 % води, що можна пояснити наявністю в рецептурному складі гідроколоїду крохмалю, який здатний при набуханні зв'язувати значну кількість води.

5

При виготовленні швидкозаморожених десертів, до складу яких входить крохмаль, водна частина продукту зазнає декілька послідовних фазових переходів, пов'язаних із клейстеризацією крохмалю, заморожуванням і розморожуванням. Масова частка відділеної води зростає зі збільшенням кількості фазових переходів. Нами встановлено, що у процесі заморожування – розморожування десерту ці зміни можуть досягати 13 % після п'ятого фазового переходу.

Оскільки порушення структури десерту залежить від виду гідроколоїду та умов протікання процесу, для встановлення стабілізатора системи, що є найбільш стійким в умовах фазових переходів, проведено серію досліджень на модельних крохмальних дисперсіях.

На прикладі дисперсій картопляного, кукурудзяного і тапіокового крохмалів (з масовою часткою крохмалю 3 %) визначено показники в'язкості та плинності клейстеризованої системи, що дозволило встановити вплив температури нагрівання на зв'язування води гідроколоїдом (табл. 1).

Таблиця 1

Реологічні характеристики крохмальних дисперсій (n=3, p≥0,95)

Вид дисперсії	Показники							
	В'язкість, Па×с				Плинність, од. Б.			
	70 °С	80 °С	90 °С	100 °С	70 °С	80 °С	90 °С	100 °С
Картопляна	55,3	103,6	111,6	138,2	12,6	8,5	7,5	7,1
Тапіокова	60,1	101,5	135,5	158,0	12,0	8,9	7,3	7,0
Кукурудзяна	39,1	87,6	93,1	117,5	12,7	10,8	8,5	8,9

При всіх наведених температурах клейстеризована кукурудзяна дисперсія має більшу плинність і меншу в'язкість, ніж системи, до складу яких входять тапіоковий або картопляний крохмалі. Це свідчить про те, що молекули тапіокового та картопляного крохмалів утворюють з молекулами води більше структурних з'єднань, завдяки чому вони краще утримують воду і підвищують стійкість колоїдної системи. Показано, що ці крохмалі більш стійкі до ретроградації в умовах заморожування – розморожування.

Досліджено механізм структуроутворення крохмалів та показано, що для створення додаткових умов желювання крохмалю і запобігання переходу більш стійкої форми амілози у менш стійку, необхідно застосувати у якості розчинника сироватку або горіховий екстракт, що містять мономолекулярні та ліпофільні сполуки.

Для підтримки конфігурації крохмальної спіралі ліпофільними включеннями в умовах фазових переходів визначено їх масову частку у системі, яка є стійкою до гідрофобного розгалуження. Дослідження зміни

вологоутримуючої здатності системи, виготовленої на основі екстракту волоського горіха, дозволили встановити діапазон гідромодуля екстракту (1:80...1:120), застосування якого дозволяє стабілізувати структуру десерту.

Підтвердженням цих теоретичних викладок є дослідження зміни деяких показників якості крохмальних дисперсій при їх заморожуванні (рис. 2). У свіжовиготовлених модельних дисперсіях визначали кількість колоїдно-зв'язаної води (1), ефективну в'язкість (4) та міцність структури (6). Після одноразового заморожування і розморожування дисперсій визначали кількість утриманої (3) та колоїдно-зв'язаної води (2), а також ефективну в'язкість (5) та міцність структури (7).

Показано, що для модельних розчинів усіх досліджених крохмалів спостерігається однакова тенденція щодо їх стабілізації при заморожуванні та наступному розморожуванні, а саме: розведення крохмалів на сироватці та на горіховому екстракті поліпшує процес зв'язування води у системі та її утримання при фазових переходах.

Крім того, аналіз конформаційного положення молекул води відносно макромолекул системи показав напрямок стабілізації структури дисперсії шляхом комплексної взаємодії крохмалів різних видів. При утворенні композиційних сумішей крохмалів змінюється загальна комплексність системи, яка призводить до більш повного зв'язування води.

Для того, щоб використати позитивні ефекти, які властиві різним крохмалю, і перевірити їх синергетичну дію, нами було досліджено зміну показника плинності дисперсії на основі суміші картопляного і тапіокового крохмалів в залежності від їх співвідношення (рис. 3). Плинність дисперсій картопляного і тапіокового крохмалів при співвідношенні компонентів 2:1 поступово зменшується з 14 до 5,6 одиниць при підвищенні температури заварювання. Показано, що у такій системі гідроколоїдів краще утримується структура гелю після низькотемпературного консервування. Більш повне утримування води композиційною сумішшю крохмалів пояснюється утворенням стабільної структурної сітки між великими молекулами картопляного і меншими молекулами тапіокового крохмалів за рахунок мікроструктурної та макроструктурної взаємодії з водою та зміни загальної комплексності системи.

Доведено, що забезпечення стабільної консистенції десертів в умовах фазових переходів, з метою утримання води гідроколоїдами після розморожування, можливе шляхом застосування науково обґрунтованого та підібраного розчинника, або поліпшення загальної комплексності системи, що складається з композиційної суміші крохмалів.

У четвертому розділі «Дослідження впливу заморожування на якість десертної продукції» показано вплив технологічних параметрів процесу заморожування на фізико-хімічні та органолептичні показники продукту.

Обґрунтована необхідність створення таких умов заморожування, які б дозволили нівелювати каталітичну дію льоду при температурах близько мінус 5 °С шляхом інтенсифікації проходження проміжку від криоскопічної температури до мінус 7...8 °С, що забезпечить мінімальний ступінь

перетворень біологічно активних сполук у продукті. Умови заморожування суттєво впливають на тривалість перебування продукту при температурах, близьких до криоскопічної (рис. 4).

Показано, що завдяки застосуванню інтенсивних методів заморожування, фазу каталітичної дії льоду можна скоротити у 5...6 разів, що відповідно сприятиме збереженню БАР, у тому числі фенольних сполук. Масова частка фенольних сполук у десерті яблучно-журавлиному, виготовленому за цих умов, наведена у табл. 2.

Таблиця 2

Вплив умов заморожування яблучно-журавлиного десерту на зміну фенольного комплексу (n=5; p≥0,95)

Продукт	№ зразка	Температура охолоджуючого середовища, °С	Температура продукту середнекінцева, °С	Висота шару продукту, м	Вт/(м²·К) Коефіцієнт тепловіддачі, α,	м/год Швидкість заморожування,	Масова частка фенольних сполук, мг/100 г
Десерт яблучно-журавлиний	1	-25	-18	0,025	14	0,04	286
	2	-25	-18	0,040	14	0,02	259
	3	-35	-18	0,025	14	0,12	314
	4	-35	-18	0,040	14	0,10	306

Підвищення швидкості заморожування десертів досягається шляхом зниження температури охолоджуючого середовища, зменшенням товщини шару фасованого продукту, підвищенням коефіцієнту тепловіддачі.

Відповідно до класифікації Ребіндера, досліджувані нами фруктово-ягідні десерти відносяться до категорії пастоподібної дисперсної системи і проявляють притаманні їй типові реологічні властивості. Визначено значення показника ефективної в'язкості продуктів, виготовлених із застосуванням різних видів розчинника, а також досліджено вплив способу заморожування на в'язкісні характеристики яблучного пюре та десертів (рис. 5).

Значення показника ефективної в'язкості досліджуваних зразків відрізняється не більше, ніж на 150 Па·с, однак у всіх зразках, що заморожували повільно, ефективна в'язкість дещо менша. Особливо відчутне зниження в'язкості для яблучного пюре, що можна пояснити втратами слаб-

козв'язаної води при розморожуванні. При стабілізації структури гідроколоїду включеннями розчинника показник ефективної в'язкості після заморожування та розморожування системи практично не змінюється.

Для зразків десерту та пюре визначені значення величини penetрації (h) в залежності від виду розчинника стабілізатора та швидкості заморожування (рис. 6). Показано, що при уведенні до складу яблучного пюре згущувача (масовою часткою 3 %) величина penetрації зменшується на 8...23 % (в залежності від виду розчинника) при всіх швидкостях заморожування. При досягненні швидкостей заморожування 0,08... 0,12 м/год та застосуванні у якості розчинника сироватки або горіхового екстракту десерт має найбільш пружну консистенцію при значеннях величині penetрації 60...70 од. пр.

Для розроблених фруктових десертів побудовано номограми (рис. 7), за якими в залежності від швидкості просування повітря i , відповідно, коефіцієнту тепловіддачі, температури охолоджуючого середовища та теплофізичних характеристик продукту, можна також швидко визначити тривалість заморожування.

Наведені номограми дозволяють також оцінити вплив того чи іншого фактору на тривалість заморожування продукту і спрогнозувати його якість після холодильної обробки. При більш інтенсивному теплообміні зміна біологічно активних речовин і реологічних характеристик десерту буде найменшою.

У п'ятому розділі «Удосконалення технології виробництва швидкозаморожених десертів» проведено моніторинг принципової технологічної схеми переробки фруктів у напівфабрикати низькотемпературного консервування, на основі якого, і з урахуванням проведених теоретичних та експериментальних досліджень, удосконалено технологію швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів.

Для надання готовому продукту яскравих кольорів та більш привабливих органолептичних характеристик, доповнення його хімічного складу, яблучний десерт оздоблювали замороженими вроздріб ягодами полуниці. Розроблено комплекс кріозахисту полуниці, який полягає у 30-ти хвилинній витримці підготовлених ягід у 30-відсотковому цукровому сиропі при температурі розчину 20...25 °С, що забезпечує стабільність структури ягід за умови виморожування більшої частини води, що міститься у продукті, при застосованих температурних режимах.

Попередня підготовка ядер волоського горіху для застосування у фруктово-ягідному десерті не включає операцію обжарювання для запобігання виникнення гіркового присмаку. В процесі зберігання у продуктах з високим вмістом ліпідів може спостерігатись виникнення стороннього присмаку, що пов'язане з гідролітичним окисненням. Застосовано фасування у контейнери із фольги з антиокисним покриттям при одночасному вакуумуванні та досліджено найбільш лабільні показники якості десертів після їх зберігання у замороженому стані (табл. 3).

Як свідчать наведені дані, ліпіди волоського горіху у процесі холодильного зберігання (при температурі мінус 18 °С) змінюються повільно, і навіть після дев'яти місяців зберігання кислотне число не перевищує граничний

рівень (2,0 одиниць), що характеризує доброякісність продукту. Перекисне число також знаходиться на нижчому рівні значень, рекомендованих нормативами.

Таблиця 3

Зміна найбільш нестабільних компонентів десертів при зберіганні протягом 9 місяців (n=3; p≥0,95)

Показники	Одиниці вимірювання	Вид десерту		
		яблучно-полуничний	яблучно-журавлиний	яблучно-горіховий
Вода	г/100 г	77,5±1,5	77,6±1,6	77,4±1,5
L-аскорбінова кислота	мг/100 г	22,9±0,5	11,8±0,1	11,1±0,1
Фенольні речовини		208,6±4,2	279,8±5,6	230,7±2,6
у т.ч. антоціани		8,4±0,1	13,7±1,3	2,3±0,05
Кислотне число	од	—	—	1,90±0,04
Перекисне число		—	—	0,80±0,01

Встановлено, що під час холодильного зберігання досягається мікробіологічна стабільність усіх зразків виготовленого десерту. Кишкова паличка у десертах відсутня. Загальна кількість колонієутворюючих одиниць у свіжовиготовлених десертах не перевищує $2,1 \times 10^6$, а у заморожених зразках мікробіологічна контамінація відсутня.

Розроблено технологію швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів (рис. 8), які мають багатий хімічний склад (табл. 3, 4), що є стійким у процесі заморожування, зберігання та розморожування. Промислову апробацію виробництва швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів на підставі розробленої технології проводили на ТОВ «Тирас», ТМ «Мозаїка», м. Ізмаїл. Розрахована собівартість на річний об'єм виробництва швидкозаморожених десертів і на одиницю продукції. Прибуток від реалізації 1 т продукції складає 3610,57...4004,16 грн.

Таблиця 4

Хімічний склад та енергетична цінність фруктово-ягідних десертів (n=3; p≥0,95)

Показники	Одиниці вимірювання	Вид десерту		
		яблучно-полуничний	яблучно-журавлиний	яблучно-горіховий
Вода	г/100 г	82,0±1,5	84,1±1,5	78,3±1,6
Білки		0,54±0,01	0,42±0,01	1,92±0,01
Вуглеводи		13,5±0,3	11,3±0,2	10,4±0,1
Ліпіди		0,2±0,01	0,2±0,01	6,5±0,2
Органічні кислоти *		0,86±0,01	1,25±0,02	0,64±0,01
Зола		0,47±0,01	0,46±0,01	0,65±0,01
Мінеральні речовини		мг/100 г		
Натрій	23,3±0,4		23,2±0,4	23,7±0,4
Калій	239,0±4,7		246,2±4,9	316,6±6,3

Кальцій		24,0±0,5	15,6±0,3	26,8±0,5
Магній		12,0±0,2	8,7±0,2	27,9±0,5
Фосфор		15,0±0,3	11,0±0,2	64,5±0,6
Залізо		1,9±0,03	1,8±0,03	2,2±0,04
Йод		0,02	0,02	0,18
Фенольні речовини		266,6±5,3	322,0±6,4	252,0±5,0
у т.ч. антоціани		10,7±0,2	11,9±0,2	6,1±0,1
Вітаміни:				
β-каротин		0,03	0,02	0,03
В ₁		0,03	0,03	0,06
В ₂		0,04	0,03	0,04
РР		0,3±0,01	0,3±0,01	0,5±0,01
L-аскорбінова кислота		30,6±0,6	15,8±0,3	14,7±0,3
Енергетична цінність	ккал/кДж	67,5±1,3/ 329,7±6,6	39,4±0,8/ 159,9±3,2	99,4±2,0/ 416,5±8,3

* у перерахунку на яблучну

ВИСНОВКИ

1. На основі теоретичних узагальнень аналітичних та експериментальних досліджень механізму структуроутворення багатокомпонентної системи та її стабільності в умовах фазових переходів удосконалено технологію швидкозаморожених фруктово-ягідних десертів, що дозволило забезпечити високий вміст біологічно активних речовин і задовільні реологічні та органолептичні показники продукту після розморожування.

2. Встановлено, що масова частка крохмалю та його вид впливають на зміну форм зв'язку води у дисперсії. Показано, що масова частка колоїдно-зв'язаної води у дисперсіях з вмістом крохмалю 5 % (порівняно із 1...2 % крохмалю у системі) вище на 13...19 %. Незначна концентрація крохмалю (1...2 %) у модельних дисперсіях та відхилення від рекомендованих температур заварювання призводять до зниження масової частки колоїдно-зв'язаної води після розморожування.

3. Вивчено механізм утворення гідрогелю крохмалю та запропоновано заходи щодо його стабілізації. Показано, що стабільний до фазових переходів гель утворюється при заварюванні суміші крохмалів (картопляного та тапіокового 2:1) у сироватці при температурі 70 ± 2 °C або при застосуванні у якості розчинника горіхового екстракту з гідромодулем у діапазоні 1:80...1:120.

4. Встановлено, що інтенсифікація процесу теплообміну та досягнення швидкості заморожування 0,08...0,12 м/год дозволяє знизити втрати нестійких активних сполук до 2...5 % (порівняно із 11...20 % при повільному заморожуванні). Збереження червоних тонів готового продукту (500...520 нм) при цьому на 55 % вище, ніж для зразків десерту, заморожених повільно.

5. Доведено, що досліджувані нами фруктово-ягідні десерти відносяться до категорії пастоподібної дисперсної системи і проявляють типові реологічні властивості. Показано, що при уведенні згущувача в яблучне пюре ефективна в'язкість його зростає на 39...72 % (в залежності від виду розчинника), що дозволяє забезпечити пружну консистенцію десерту при значеннях величини penetрації 60...70 од. пр.

6. Визначено основні теплофізичні показники і побудовано номограми для розрахунку тривалості процесу заморожування фруктових десертів в залежності від умов теплообміну та характеристик продукту у виді: $\tau_3 = f[\tau(\text{Pr}); \tau(\text{Nu})]$. Показано, що застосування номограм дозволяє оцінити вплив умов заморожування на інтенсифікацію процесу. Наочно представлено, що зміна температури охолоджуючого середовища з мінус 25 до мінус 35 °C скорочує тривалість процесу у 1,6 рази.

7. Показано, що при витримці ягід у 30-відсотковому цукровому сиропі впродовж 30 хв вологовіддача заморожених ягід зменшується на 16,8 %. Доведено, що застосування вакуумування при укупорюванні десертів з горіховою масою знижує ступінь окисних перетворень ліпідів: кислотне число після дев'яти місяців зберігання не перевищує граничний рівень (2,0 одиниць), перекисне число знаходиться на нижчому рівні значень, рекомендованих нормативами. Для вакуумованого яблучно-журавлиного десерту втрати L-аскорбінової кислоти знижуються до 25,3 % (порівняно із 68,7 % для не

вакуумованого). Накопичення темних тонів при зберіганні вакуумованого десерту протягом дев'яти місяців складає 18 %, в той час, як для не вакуумованого десерту – 54 %.

8. Встановлено, що під час холодильного зберігання досягається мікробіологічна стабільність усіх зразків виготовленого десерту. Кишкова паличка у десертах відсутня. Загальна кількість колонієутворюючих одиниць у свіжовиготовлених десертах не перевищує $2,1 \times 10^4$, а у заморожених зразках мікробіологічна контамінація відсутня.

9. Розроблено технологію швидкозаморожених фруктових десертів стабілізованої якості, яка впроваджена на ТОВ «Тирас», ТМ «Мозаїка», м. Ізмаїл, проведено медико-біологічні дослідження, розроблено нормативну документацію і розраховано економічну ефективність. Прибуток від реалізації 1 т продукції складає 3610,57...4004,16 грн.

Основний зміст дисертації опубліковано в роботах:

1. Тележенко, Л.М. Дослідження впливу структуроутворювача на зв'язування вологи у десертах [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2008. – Вип. 34, т. 2. – С. 121-125.

2. Тележенко, Л.М. Проблема перерозподілу води у швидкозаморожених фруктових десертах [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2009. – Вип. 1 (9). – С. 118-125.

3. Тележенко, Л.М. Дослідження технологічних аспектів використання харчових волокон для надання швидкозамороженим десертам функціональних властивостей [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал, А.С. Деткова // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ. – Донецьк, 2009. – Вип. 22. – С. 338-343.

4. Тележенко, Л.М. Досягнення мікробіологічної та реологічної стабільності заморожених фруктових десертів [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал, Л.В. Труфкаті // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2009. – Вип. 35, т. 1. – С. 45-49.

5. Тележенко, Л.М. Вплив швидкості і умов заморожування на динаміку фенольного комплексу десертів [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2009. – Вип. 36, т. 2. – С. 21-25.

6. Тележенко, Л.М. Дослідження композиційних систем з крохмалів [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 4. – С. 35-38.

7. Пат. На корисну модель 49689 Україна, МПК (2009) A23L 1/212. Спосіб виробництва швидкозамороженого яблучного десерту [Текст] / Тележенко Л.М., Паскал Ю.Г.; власник Одес. нац. акад. харч. Технологій. – № u2009 11060; заявл. 02.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.

8. Малькова*, Ю.Г. Технологія виробництва швидкозамороженого фруктових десертів з підвищеним вмістом біологічно активних речовин [Текст] / Ю.Г. Малькова, Л.М. Тележенко // Зб. праць молодих вчен., асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2007. – С. 195-197.

9. Малькова, Ю.Г. Дослідження реологічних показників у швидкозаморожених десертах [Текст] / Ю.Г. Малькова. // Зб. праць молодих вчен., асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2008. – С. 260-262.

10. Малькова, Ю.Г. Вплив виду структуроутворювача на органолептичні показники швидкозамороженого яблучного десерту [Текст] / Ю.Г. Малькова, Л.М. Тележенко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: тези доп. Всеукр. наук. конф. студ., Харків, 11 квіт. 2008 р. / ХДУХТ. – Х., 2008. – С. 72.

11. Тележенко, Л.М. Застосування гідроколоїдів у багатокомпонентних сумішах для їх заморожування [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Сучасні наукові досягнення – 2008: зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф., Миколаїв, 29 – 30 лист. 2008 р.: в 3-х т. Т. 111 /

НУК. – Миколаїв, 2008. – С. 177-182.

12. Роль харчових волокон у формуванні текстури швидкозаморожених десертів [Текст] / Ю.Г. Паскал, Ф.І. Бочевар, А.С. Дєткова, Л.М. Тележенко // Зб. праць молодих вчен., асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2009. – С. 277-279.

13. Паскал, Ю.Г. Вплив кристалоутворення на вивільнення води з колоїдних комплексів [Текст] / Ю.Г. Паскал, Л.М. Тележенко // Зб. праць молодих вчен., асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2009. – С. 165-167.

14. Тележенко, Л.М. Вплив фазового переходу води на структуру швидкозаморожених десертів [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Зб. праць молодих вчен., асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2009. – С. 312-313.

15. Тележенко, Л.М. Застосування крохмалів у виробництві десертної продукції для надання необхідних реологічних властивостей [Текст] / Л.М. Тележенко, О.В. Дишкантюк, Ю.Г. Паскал // Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства: матеріали Міжнар. наук.-прак. конф., Полтава, 23 – 24 квіт. 2009 р. / ПУСКУ. – Полтава, 2009. – С. 103-105.

16. Паскал, Ю.Г. Застосування грецького горіху як функціонального компоненту фруктових десертів [Текст] / Ю.Г. Паскал, Л.М. Тележенко // Основи раціонального харчування студентів: матеріали Всеукр. семінару молодих вчен., асп. та студ., Донецьк, 14 – 15 квіт. 2010 р. / ДонНУЕТ – Донецьк, 2010. – С. 93.

17. Паскал, Ю.Г. Дослідження зміни реологічних характеристик фруктових десертів в умовах фазового переходу [Текст] / Ю.Г. Паскал // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології: зб. матеріалів наук.-техніч. конф., Одеса, 27 – 28 квіт. 2010 р. / ОДАХ. – О., 2010. – С. 15-16.

18. Тележенко, Л.М. Визначення режимних параметрів процесу заморожування фруктово-ягідних десертів за експрес-методикою [Текст] / Л.М. Тележенко, Ю.Г. Паскал // Удосконалення малої хладотеплотехніки – використання холоду в харчовій галузі: матеріали V Міжнар. наук.-техніч. конф., Донецьк, 9 – 11 верес. 2010 р. / ДонНУЕТ, 2010. – С. 35-37.

Особистий внесок здобувача:

Дисертантом проведено літературний огляд з питань виробництва пюреподібної крохмальовмісної продукції [3, 7, 11, 15, 16]; надано порівняльну характеристику основних видів крохмалю [1, 6, 8]; наведено результати досліджень з визначення в'язкісних і фізико-хімічних характеристик фруктових пюре та десертів в залежності від компонентного складу та умов проведення процесу заморожування [2, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18]; наведено загальну характеристику фруктово-ягідного десерту, дані про мікробіологічну стабільність зразків десерту після холодильного зберігання [4, 5].

Примітка. *Малькова Ю.Г. – дівоче прізвище здобувача.

АНОТАЦІЯ

Паскал Ю.Г. Удосконалення технології швидкозаморожених десертів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів. – Одеська національна академія харчових технологій, Міністерство освіти і науки України, Одеса, 2010.

Дисертація спрямована на обґрунтування стабілізації структури багатокомпонентної системи, що заморожується, шляхом підбору компонентного складу, здатного утримувати структурну воду в умовах фазових переходів. Наведені результати експериментальних досліджень властивостей дисперсій крохмалів та показано, що забезпечення стабільної консистенції

десертів в умовах фазових переходів, з метою утримання води гідроколоїдами після розморожування, можливе шляхом застосування обґрунтованого та підібраного розчинника, або поліпшення загальної комплексності системи, що складається з композиційної суміші крохмалів.

Показано, що стабільну до фазових переходів дисперсію отримують при заварюванні суміші крохмалів (картопляного і тапіокового при співвідношенні компонентів 2:1) у молочній сироватці при температурі процесу 70 ± 2 °C або при використанні як розчинника горіхового екстракту з гідромодулем у діапазоні 1:80...1:120.

Обґрунтовано вибір режимів та параметрів низькотемпературної обробки фруктово-ягідних десертів та наведено номограми для розрахунку тривалості процесу заморожування продукту.

На підставі узагальнення експериментальних досліджень удосконалено технологічну схему виробництва швидкозаморожених десертів стабілізованої якості.

Ключові слова: фруктово-ягідний десерт, холодильна обробка, форми води, крохмальні дисперсії.

АННОТАЦІЯ

Паскал Ю.Г. Усовершенствование технологии быстрозамороженных десертов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. – Одесская национальная академия пищевых технологий, Министерство образования и науки Украины, Одесса, 2010.

Диссертация направлена на обоснование стабилизации структуры многокомпонентной системы, которая замораживается, путем подбора компонентного состава, способного удерживать структурную воду в условиях фазовых переходов. Приведены результаты экспериментальных исследований свойств крахмальных дисперсий и показано, что обеспечение стабильной консистенции десертов в условиях фазовых переходов возможно путем применения обоснованного и подобранного растворителя гидроколлоидов, или улучшением общей комплексности системы, которая состоит из композиционной смеси крахмалов.

Показано, что стабильную к фазовым переходам крахмальную дисперсию получают при заваривании смеси крахмалов (картофельного и тапиокового при соотношении компонентов 2:1) в молочной сыворотке при температуре процесса 70 ± 2 °C или при использовании в качестве растворителя орехового экстракта с гидромодулем в диапазоне 1:80...1:120.

Установлено, что интенсификация процесса теплообмена и достижение скорости замораживания 0,08...0,12 м/час позволяет снизить потери лабильных биологически активных веществ до 2...5 % по сравнению с 11...20 % – при медленном замораживании. Интенсивная переработка сырья позволяет лучше сохранить и цвет готового продукта. Величина экстинции на характерной для антоцианов длине волны (500...520 нм) для образцов десерта, замороженных при высоких скоростях процесса на 55 % выше, чем для образцов, заморожен-

ных медленно, а образование темноокрашенных соединений (380...400 нм) при быстром замораживании меньше, чем в контрольном образце.

Доказано, что исследуемые нами фруктово-ягодные десерты относятся к категории пастообразной дисперсной системы и характеризуются свойственными ей типичными реологическими характеристиками. Вязкость яблочного пюре при всех исследуемых значениях скорости сдвига является наименьшей по сравнению с вязкостью образцов десерта, что коррелирует со значениями их текучести. Показано, что при введении гидроколлоида в яблочное пюре эффективная вязкость его возрастает на 39...72 % в зависимости от вида растворителя, что позволяет обеспечить необходимую упругую консистенцию десертов при значениях величины пенетрации 60...70 ед. пр. На пенетрационную характеристику влияет скорость замораживания. При небольших скоростях замораживания (0,02...0,07 м/час) величина пенетрации фруктовых десертов снижается на 7...20 единиц. Для яблочного пюре такая тенденция сохраняется, но является менее выраженной.

Определены основные теплофизические показатели и построены номограммы для расчета длительности процесса замораживания фруктовых десертов в зависимости от условий теплообмена и характеристик продукта в виде: $\tau_3 = f [\tau(\text{Pr}); \tau(\text{Nu})]$. Показано, что использование номограмм позволяет оценить влияние того или иного фактора на длительность процесса замораживания продукта и спрогнозировать его качество после холодильной обработки.

Применены меры по сохранению качества исходного сырья. Получили дальнейшее развитие исследования закономерностей криозащиты ягод перед замораживанием. Показано, что при выдержке подготовленных ягод клубники в 30-процентном сахарном сиропе на протяжении 30 минут влагоотдача замороженных ягод после размораживания уменьшается на 16,8 %. Доказано, что применение вакуумирования при производстве яблочно-клюквенного десерта позволяет снизить потери L-аскорбиновой кислоты до 25,3 % по сравнению с 68,7 % для не вакуумированного десерта. Интенсивность окраски основной массы замороженного десерта, укупоренного под вакуумом, остается практически стабильной. Интенсивность изменения окраски в сторону темных тонов при хранении десерта на протяжении девяти месяцев при вакуумировании составляет 18 %, в то время как для не вакуумированного – 54 %.

Показано, что липиды грецких орехов в процессе холодильного хранения (при температуре минус 18 °С) изменяются незначительно и даже после девяти месяцев хранения кислотное число не превышает граничное значение (2,0 единицы), что характеризует доброкачественность продукта. Перекисное число так же находится на нижнем уровне значений, рекомендованных нормативами.

Установлено, что во время холодильного хранения достигается микробиологическая стабильность всех образцов фруктово-ягодных десертов. Кишечная палочка в десертах отсутствует.

Разработана нормативная документация на быстрозамороженные фруктово-ягодные десерты. Промышленную апробацию производства быстрозамороженных десертов по разработанной технологии производили на ООО «Тирас», ТМ «Мозаика», г. Измаил.

Ключевые слова: фруктово-ягодный десерт, холодильная обработка, формы воды, крахмальные дисперсии.

SUMMARY

Pascal J. G. Improvement of fast-frozen desserts' manufacturing technology. – Manuscript.

Candidate's thesis of technics on speciality 05.18.13 – Technology of preserved and cooled foodstuffs. Odessa national academy of food industry, Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2010.

Thesis is direction to scientific proving of stabilization structure system, which are freezing, by the instrumentality selection of components. The systems are able to keep all structural components on the phase of changing assumption. That validates the experimental results of starches' dispersions properties and shows the stability of deserts' consistence on the phase of changing assumption for the purpose of keeping water by the hydrocolloids later on unfreezing is possible after scientific solvent proving or after the improving of complex system, which consist of mixed starches.

It is shown that starches' dispersions stability of the changing phase have been gotten with infusing of mixed starches (in ratio 2:1) in the lactoserum, the process' temperature is 70 ± 2 °C, or with using nut's extract as a solvent, the hydromodulus is about 1:80...1:120.

Low-temperature's regimen for fruit-berried deserts have been grounded and proposed the monograms for freezing time.

To this end, manufacturing technology of fast-frozen desserts' has been improved.

Keywords: fruit-berried deserts, refrigerated processing, water conformation, starches' dispersions.

