

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

СОКОЛОВСЬКА ІРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 664.685.6

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЕКТИНУ І АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ В
ТЕХНОЛОГІЇ БІЛКОВИХ КРЕМІВ ЗНИЖЕНОЇ ЦУКРОМІСТКОСТІ**

Спеціальність 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Камбулова Юлія Вікторівна,
Національний університет харчових технологій,
доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів

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

кандидат технічних наук, доцент
Федорова Діна Володимирівна,
Київський національний торговельно-економічний
університет,
доцент кафедри технології і організації ресторанного
господарства.

Захист відбудеться « 12 » травня 2015 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 в Національному університеті харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано « 10 » квітня 2015 р.

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

В.Г. Юрчак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із напрямів розвитку кондитерської галузі, пов'язаним із концепціями здорового харчування, є виробництво продуктів з вмістом функціональних інгредієнтів. Білкові креми (БК), як оздоблювальні напівфабрикати для тортів і тістечок, мають низьку харчову цінність внаслідок невеликого вмісту вітамінів, мікро- та макроелементів. Найбільшу частку в рецептурному складі крему займає цукор білий кристалічний (ЦБК), який забезпечує міцність і стабільність пінної системи, запобігає швидкому розвитку мікроорганізмів, але надає надмірну солодкість і високу калорійність кремам. Актуальним є вивчення питання зменшення концентрації ЦБК в білковому кремі, збагачення його хімічного складу біологічно-активними речовинами.

Питанням комплексного покращення збивних кондитерських виробів значну увагу приділили вітчизняні та зарубіжні вчені: Дорохович А.М., Іоргачова К.Г., Оболкіна В.І., Саніна Т.В., Вайнерман Ю.С. та інші. Однак докладних досліджень щодо оптимізації рецептурного складу білкових кремів зниженої цукромісткості не виявлено.

Досягнення необхідних фізико-хімічних та структурно-механічних, мікробіологічних показників якості білкових кремів із зменшеною кількістю цукру білого кристалічного можливе за рахунок введення природних структуроутворювачів – пектинів з різним ступенем метоксилування (L-пектину, LA-пектину, H-пектину) й альгілату натрію (АН), які, крім того, є активними детоксикантами, підвищують імунітет організму, покращують склад кишкової мікрофлори, підвищують мукозальні бар'єрні властивості, знижують рівень глюкози й холестерину в крові.

Підвищення харчової цінності білкових кремів може бути досягнуто введенням ягідних пюре – чорниці або обліпихи, які багаті біологічно активними речовинами, використовуються для виробництва полівітамінних комплексів.

Таким чином, створення технології білкових кремів зі зниженою цукромісткістю, підвищенням вмістом біологічно-активних речовин шляхом комплексного застосування пектину, альгілату натрію, ягідних пюре з чорниці та обліпихи є актуальним завданням для кондитерської галузі.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводились відповідно до напряму науково-дослідної роботи Національного університету харчових технологій «Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично-лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів аналізу» згідно із замовленням Міністерства освіти і науки України (№ 0101U000723), що координується з науковим напрямом кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Розробка прогресивних ресурсозберігаючих технологій кондитерських виробів із використанням нових видів сировини з лікувальними та радіозахисними якостями для всіх груп населення, в тому числі хворих на цукровий діабет» (№ 0112U004632).

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є теоретичне та експериментальне обґрунтування використання пектину і альгінату натрію в технології білкових кремів зниженої цукромісткості та введення пюре із ягід чорниці або обліпихи для підвищення харчової цінності кремів.

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

- за аналізом науково-технічної інформації обґрунтувати застосування пектину й альгінату натрію для регулювання структурно-механічних показників якості білкових кремів зниженої цукромісткості;
- установити закономірності впливу пектину й альгінату натрію на процес піноутворення яєчного білка (ЯБ);
- з урахуванням даних щодо змін піноутворювальної здатності (ПУЗ) ЯБ, стійкості й густини пін оптимізувати концентрації пектину і альгінату натрію, які є раціональними для покращення структурно-механічних властивостей піни ЯБ;
- для встановлення механізму впливу гідроколоїдів на формування пінної системи ЯБ вивчити технологічні властивості пектину й альгінату натрію, реологічні властивості їх розчинів та гелів обмеженого набухання;
- за результатами аналізу структурно-механічних і мікробіологічних показників якості БК установити мінімальну кількість ЦБК в рецептурах кремів. Вивчити стан води в білкових кремах зниженої цукромісткості й зміни його під час зберігання кремів;
- установити дозування пюре з ягід чорниці та обліпихи, які забезпечують підвищення харчової цінності білкових кремів зниженої цукромісткості без погіршення органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників якості. Визначити антитоксичний вплив пектину і альгінату натрію;
- удосконалити технологічну схему виробництва білкових кремів зниженої цукромісткості;
- вивчити сорбційно-десорбційні властивості білкових кремів зниженої цукромісткості, мікробіологічні показники протягом терміну реалізації; установити можливість застосування заморожування для подовження термінів їх зберігання;
- розробити нормативну документацію та впровадити удосконалену технологію на підприємствах харчової промисловості й масового харчування; визначити економічний ефект від впровадження розробленої технології.

Об'єкт досліджень – технологія білкового крему.

Предмет досліджень – пектини з різним ступенем метоксилювання, альгінат натрію, обліпихове та чорничне пюре, пінні системи яєчного білка.

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

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень запропоновані раціональні

рішення щодо стабілізації показників якості білкових кремів зниженої цукромісткості використанням комплексу пектинів і альгілату натрію.

1. Вперше:

- встановлено, що раціональним є внесення полісахаридів у комплексі з наступним співвідношенням концентрацій: ЛА-пектин і АН відповідно 0,3% і 0,8% та Н-пектин і АН відповідно 0,6% і 0,4% до маси ЯБ відновленого. Це дозволяє забезпечити абсолютну стійкість пінної дисперсної системи при зменшенні рецептурної кількості цукру білого кристалічного на 25 %;

- встановлено механізм комплексної дії пектину й альгілату натрію на процес піноутворення ЯБ. Доведено, що ПУЗ ЯБ й стійкість пін підвищуються внаслідок високої поверхневої активності альгілату натрію та збільшення в'язкості дисперсійного середовища. Це дозволяє підвищити розтяжність плівок і, як наслідок, збільшити об'ємну концентрацію повітря в системі й надати мікроструктуру піни більшої однорідності;

- встановлені закономірності формування структурно-механічних показників гелів обмеженого набухання з комплексів пектину й альгілату натрію. Визначено, що при введенні альгілату натрію до пектину утворюються більш пластичні й м'які системи, ніж у альгілату натрію, але з більшим модулем пружності порівняно з гелями пектину;

- визначено, що в процесі заморожування білкових кремів за температури -25°C відбувається частковий синерезис гелів та ущільнюється білково-полісахаридний каркас. На органолептичні та мікробіологічні показники процес заморожування і дефростації кремів суттєво не впливає.

2. Реологічними дослідженнями встановлено утворення більш міцної структури комплексних розчинів пектину й альгілату натрію порівняно з однокомпонентними розчинами гідроколоїдів, що, очевидно, можна пояснити утворенням додаткових водневих зв'язків між молекулами галактуранової та гулуранової кислот пектину й альгілату натрію.

3. За аналізом стану води в гелевих й пінних системах із комплексами пектину й альгілату натрію встановлена більша кількість зв'язаної води й вищі показники енергії активації, що свідчить про здатність структурної решітки гелів міцніше утримувати воду. Це пояснює збереження пінної системи кремів без розшарування при зниженні концентрації ЦБК й невисоку активність мікрофлори. Для таких систем дещо сповільнюються десорбційні процеси, що сприяє зменшенню усихання зразків під час зберігання.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено рецептури та технологічні інструкції на нові види білкових кремів: «Ніжний класичний», «Ніжний обліпиховий», «Ніжний чорничний».

Удосконалені технології білкових кремів апробовано на підприємствах: ПАТ «Київхліб», ФОП Козьменко О.І. (м. Київ).

Особистий внесок здобувача. Автором проведено експериментальні дослідження, одержано наукові результати щодо оптимізації рецептурного складу білкових кремів зниженої цукромісткості й підвищеної харчової цінності, визначена можливість застосування заморожування для подовження термінів

зберігання білкових кремів, проведена апробація інноваційних технологій у виробничих умовах.

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

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 78–80 Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (НУХТ, м. Київ, 2012–2014 рр.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві» (м. Харків, 2012 р.), «The Second North and East European Congress on Food NEEFood-2013» (м. Київ, 2013 р.), 3rd EPNOE International Polysaccharide Conference «Polysaccharides and polysaccharide-derived products, from basic science to applications» (м. Ніцца, Франція, 2013 р.), XXIV Міжнародному Колоквіуму Інституту CEDIMES «Продовольча безпека» (м.Київ, 2013 р.). Зразки білкових кремів «Ніжний класичний», «Ніжний обліпиховий» та «Ніжний чорничний» були представлені на дегустаційному конкурсі кондитерських виробів «Солодкий тріумф-2013» у рамках спеціалізованої виставки SWEETS & BAKERY Ukraine 2013 і нагороджені Дипломами за перемогу у номінації «Тріумф інновацій».

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 18 друкованих праць: 6 статей у наукових фахових виданнях (із них 3 – у виданнях, які входять до науково-метричних баз і міжнародному виданні), 1 стаття – в науково-практичному виданні, 2 патенти України на корисну модель, 9 тез доповідей в опублікованих матеріалах науково-практичних конференцій.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який включає 175 найменувань, 9 додатків. Матеріали дисертації викладено на 140 сторінках друкованого тексту, містять 35 рисунків і 35 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано вибір теми, її актуальність, наукове значення, визначено об'єкт і предмет досліджень, сформульовані мета й завдання дисертації, визначені наукова новизна та практичне значення одержаних результатів, їх зв'язок з науковими програмами, планами, темами, вказано на апробацію роботи.

Перший розділ – «Теоретичні передумови використання пектину і альгінату натрію в технології білкових кремів» присвячений аналізу проблеми, репрезентації інформаційного потенціалу джерельної бази. Проаналізовані технології виробництва білкових кремів, теоретичні основи піноутворення та шляхи стабілізації пінних систем. Розглянуто роботи вітчизняних і зарубіжних учених, які присвячені удосконаленню технологій кондитерських виробів пінної структури. Проведено аналіз інформації щодо застосування комплексів гідроколоїдів у технологіях харчових виробництв. Обґрунтовано доцільність комплексного використання пектину і альгінату натрію в технології білкових кремів, обґрунтована можливість підвищення харчової цінності БК введенням ягідних пюре.

У другому розділі «Характеристика об'єктів та методів досліджень» викладено методологічні основи та етапи проведення роботи. Розроблено блок-схему проведення досліджень (рис. 1).



Рисунок 1 – Блок-схема проведення досліджень

При проведенні досліджень використовували такі види сировини: ЯБ сухий, ЦБК, АН, пектин низькометоксильований СМ 36-40%, високометоксильований СМ 64-66% та низькометоксильований амідований СМ 35-40% СА 12-18%, кальцій молочнокислий, кислоту молочну, пюре чорниці, пюре обліпихи. Об'єктами досліджень також були піни яєчного білка, пінні системи білкових кремів, зразки розморожених білкових кремів. Заморожування білкових кремів здійснювали у морозильній камері за температури -33°C , потім поміщали їх на 30 діб зберігання в морозильну камеру за температури -22°C . Розморожування (дефростацію) проводили в умовах холодильної камери за температури $+4...+6^{\circ}\text{C}$.

Фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів, хімічний склад пюре визначали загальноприйнятими методами. Гідрофільність гідроколоїдів – індикаторним методом, ступінь набухання – відношенням маси набухлих у воді пластинок полісахаридів до їх початкової маси. Структурно-механічні показники систем визначали за допомогою віскозиметра Реотест-2 та структурометра СТ-1; форми зв'язку води в гелевих системах – дериватографічними дослідженнями, сорбційно-десорбційні властивості – на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена, дослідження мікроструктури пінних систем – за допомогою оптичного тринокулярного мікроскопу, рентгенофазові дослідження зразків білкових кремів – на рентгенівському дифрактометрі ДРОН – 3М. Показники безпеки пектину і альгілату натрію встановлювали доклінічними випробуваннями на лабораторних щурах і мишах.

Обробка результатів досліджень проведена за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office 2007, ImageJ X-40r та Clarity Chrom. Оптимізацію проводили графічним методом та методом множин Парето з використанням програмного продукту PTC MathCad Prime 3.0. Кожну серію дослідів виконували у три-, п'ятикратній повторюваності.

У третьому розділі «Вивчення механізму піноутворення яєчного білка в присутності пектину і альгілату натрію» досліджено механізм піноутворення яєчного білка з пектином і альгілатом натрію, оптимізовані параметри і концентрації введення дослідних структуроутворювачів.

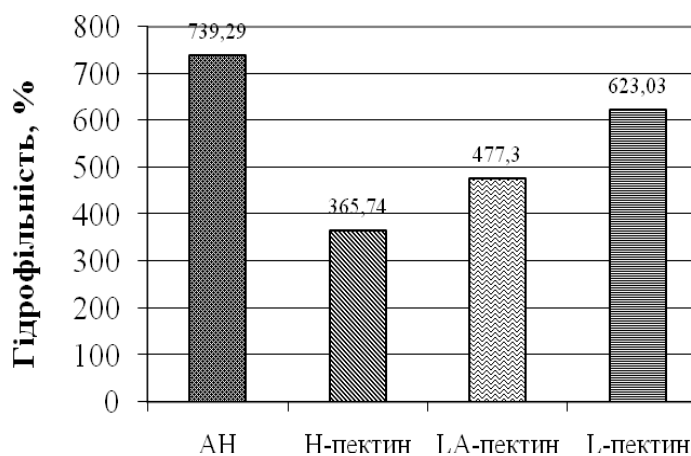


Рисунок 2 – Гідрофільність альгілату натрію і пектину

Встановлено, що час введення полісахариду відіграє суттєву роль у формуванні якості білкової піни. При введенні АН найкращі показники ПУЗ ЯБ відмічені за умови додавання його на 7-ій або 8-ій хв, а пектинів на 3-ій або 4-ій хв збивання, що пов'язано із різними показниками гідрофільності (рис.2) й ступеню та швидкості набухання добавок

(табл.1), які залежать від молекулярної маси полімеру, ступеня метоксильовання пектину.

Із збільшенням ступеню метоксильовання пектину підвищується його гідрофобність, що позитивно впливає на підвищення ПУЗ й буде обмежувати розчинність пектину у воді. Додавання його на початку збивання дозволяє полісахариду упродовж процесу досягти необмеженого набухання і підвищити в'язкість колоїдного розчину та позитивно вплинути на піноутворення яєчного білку. Наявність амідних груп в молекулі пектину також зменшує його гідрофільність, підсилюючи гідрофобність, оскільки блоки амідних груп утворюють на пектиновому каркасі водневі зв'язки, зменшуючи цим свою реакційну здатність до оточуючого водного середовища.

Таблиця 1 – Показники набухання у воді пектинів і альгіналу натрію

Полісахарид	Граничний ступінь набухання, %	Швидкість набухання, %/хв
АН	4800	465,1
L-пектин	2550	190,9
LA-пектин	1160	113,6
H-пектин	880	51,7

Найвищі гідрофільність і ступінь набухання має АН, тому ведення його на перших хвилинах збивання яєчного білка не раціонально, оскільки він швидко набухає і розчиняється, як наслідок, стрімко підвищується в'язкість дисперсійного середовища, що заважає розвиненню білкової піни. Введення АН наприкінці процесу формування піни сприятиме лише його обмеженому набухання і помірному підвищенню в'язкості середовища. Наявність гідрофобних груп збільшує адсорбційний шар на межі розподілу дисперсних фаз, внаслідок зменшується поверхневий натяг системи і вона набуває абсолютної стійкості.

Встановлено, що підвищити ПУЗ яєчного білка можна додаванням АН, LA-та H-пектинів. Внесення L-пектину негативно впливає на якість піни – додавання структуроутворювача в будь-яких концентраціях погіршує ПУЗ яєчного білка. Висока гідрофільність й здатність до розчинення L-пектину в дисперсійному середовищі превалює над його здатністю посилювати гідрофобну взаємодію білка. У розчині суттєво підвищується в'язкість, зменшується кількість вільної води, що необхідна білку для утворення піни.

За показниками ПУЗ, стійкості й густини піни, її органолептичних показників встановлено, що оптимальним є внесення гідроколоїдів у комплексі. Формування комплексів структуроутворювачів здійснювали вибором найменшої з діапазону оптимальних для піноутворення концентрацій H-пектину і LA-пектину, до якої додавали альгінат натрію в кількості 0,1...1,2 % до маси яєчного білка відновленого. Концентрація H-пектину склала – 0,6 %, концентрація LA-пектину – 0,2 %. Полісахариди вносили на різних хвилинах збивання яєчного білка, визначених як оптимальний час їх внесення. Встановлено, що підвищення ПУЗ ЯБ відбувається при використанні лише комплексу АН з H-пектином (рис.3).

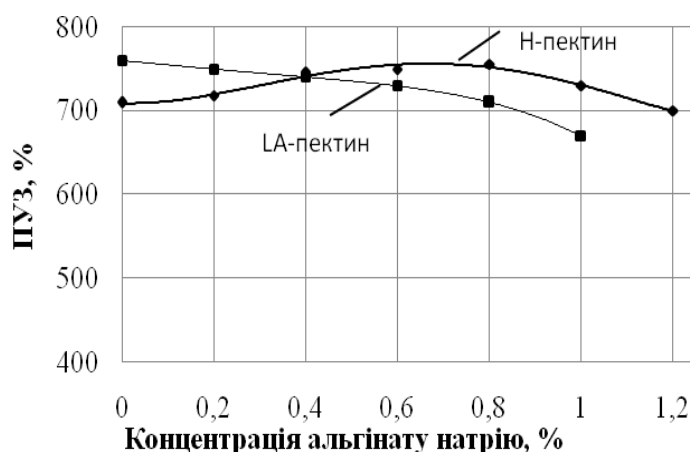


Рисунок 3 – Вплив комплексів пектинів з альгінатом натрію на ПУЗ яєчного білка

В комплексі з ЛА-пектином показник ПУЗ поступово зменшується, залишаючись практично незмінним в концентраціях АН від 0,1% до 0,4% (760%-740%), а потім зменшується більш стрімко, проте залишається більшим, ніж у чистого яєчного білка (640%). Стійкість дослідних зразків пін була 100 % протягом 2 годин вистоявання.

За отриманими даними розроблено математичні моделі щодо визначення раціональних концентрацій пектину і АН. Як фактори оптимізації прийнято концентрації пектину x_1 і альгінату натрію x_2 , як критерії обрано ПУЗ ЯБ (y_1), % та стійкість утвореної піни (y_2), %.

Для комплексу Н-пектин і АН:

$$\begin{cases} y_1 = 418,5 + 1903 \cdot x_1 + 37,5 \cdot x_2 - 2950 \cdot x_1^2 - 100 \cdot x_2^2 \\ y_2 = 70,44 + 21,67 \cdot x_1 + 29,17 \cdot x_2 \end{cases}$$

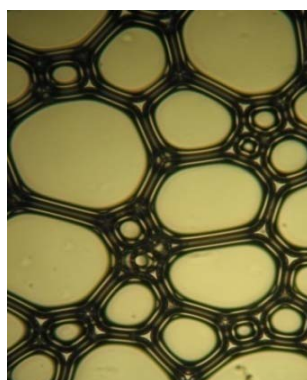
для комплексу ЛА-пектин і АН:

$$\begin{cases} y_1 = 469,17 + 541,67 \cdot x_1 + 150 \cdot x_2 - 254,17 \cdot x_1^2 - 566,67 \cdot x_2^2 \\ y_2 = 79,44 + 17,5 \cdot x_1 + 21,67 \cdot x_2 \end{cases}$$

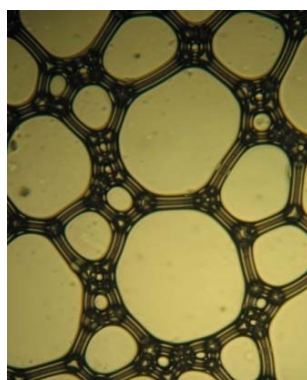
Графічним методом визначено зони оптимальних значень і методом множин Парето зі встановленими графічними обмеженнями, приймаючи критерій стійкості обмежуючим, а ПУЗ таким, що прямує до максимуму, визначено раціональні концентрації пектину і альгінату натрію. Вони складають: для комплексу ЛА-пектин і АН відповідно 0,3% і 0,8%, а для комплексу Н-пектин і АН відповідно 0,6% і 0,4% до маси ЯБ відновленого.

Для підтвердження поверхневої активності полісахаридів досліджено поверхневий натяг їх водних розчинів з концентраціями 0,1...1 %. Встановлено, що коефіцієнт поверхневого натягу (КПН) суттєво знижується у АН – збільшення його концентрації у розчині до 1% зменшує КПН з 0,073 до 0,037 кДж/м². У пектинів за невеликих концентрацій (до 0,7%) він залишається практично незмінним, а знижується лише при підвищенні концентрації добавки до 1%, що пояснюється міцелоутворенням частинок пектину. Додавання АН до пектину знижує КПН тим більше, чим більше його дозування у суміші.

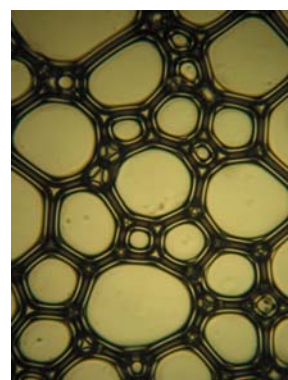
Вивчено мікроструктуру пін (рис.4) і встановлено, що за сумісного введення ЛА- або Н-пектину і АН плівки дисперсійного середовища стають більш тонкими, але внаслідок підвищення в'язкості міцно утримують повітря.



а) Контроль



б) Н-пектин і АН



в) ЛА-пектин і АН

Рисунок 4 – Мікроструктура піни ЯБ з комплексами гідроколоїдів

Об'ємна концентрація повітря в зразках з комплексами піни збільшується на 1 –3,5 % (табл. 2). Структура піни з комплексом Н-пектин і АН наближається до контрольного зразка піни, а в структурі піни з комплексом ЛА-пектин і АН переважають пори з діаметром середнього розміру від 150 до 250 мкм.

Таблиця 2 – Характеристика мікроструктури зразків піни ЯБ з комплексами пектину й альгілату натрію

Зразок піни	Об'ємна концентрація, %	Стійкість піни, %	Кількість пухирців повітря в дослідному зразку, шт	Кількість пухирців повітря в дослідних зразках піни, %, з розмірами						
				до 50 мкм	до 100 мкм	до 150 мкм	до 200 мкм	до 250 мкм	до 300 мкм	Понад 300 мкм
Контроль	87,0	76	36	5,6	19,4	22,2	11,1	16,7	8,33	16,7
Н-пектин і АН	90,5	100	36	19,4	19,4	2,8	16,7	13,9	8,3	19,4
ЛА-пектин і АН	88,0	100	33	-	9,1	30,3	21,2	24,2	6,1	9,1

Для визначення характеру зміни в'язкості дисперсійного середовища під впливом гідроколоїдів проведено реологічні дослідження їх розчинів з концентрацією 2,4%. В комплексах варіювали співвідношення пектину й альгілату натрію таким чином, щоб прослідковувались залежності впливу їх різних співвідношень: 75:25; 50:50; 25:75.

Таблиця 3 – Реологічні характеристики розчинів пектину й альгілату натрію

Співвідношення П і АН у розчині	Динамічна в'язкість практично		Міцність утвореної в системі надмолекулярної структури $\eta_{0-\eta m}$, Па*с	Характер утвореної системи, $Pk1$, Па	Міцність утвореного структурного каркасу Pm , Па	Міцність структурних зв'язків, $Pk1/Pk2$
	незруйнованої системи η_0 , Па*с	зруйнованої системи η_m , Па*с				
АН	19,94	1,58	18,36	6,65	147,39	0,04
Н-пектин	12,65	2,13	10,52	3,79	315,01	0,012
Н-пектин 75: АН 25	13,01	1,4	11,61	4,34	176,29	0,04
Н-пектин 50: АН 50	79,70	22,77	73,93	26,56	690,69	0,04
Н-пектин 25: АН 75	43,35	5,61	37,74	14,45	89,59	0,28
ЛА-пектин	11,39	1,82	9,56	3,79	270,02	0,014
ЛА-пектин 75:АН 25	34,68	3,25	31,43	30,36	690,69	0,04
ЛА-пектин 50:АН 50	44,81	4,66	40,15	18,44	375,71	0,05
ЛА-пектин 25:АН 75	91,08	8,15	74,93	11,56	262,99	0,05

Встановлено, що в системах за сумісного введення пектину і альгінату натрію спостерігаються вищі показники динамічної в'язкості, міцності утвореної в системі надмолекулярної структури, що говорить про її більшу міцність і стійкість до механічної дії. Для систем Н-пектин:АН у співвідношенні 50:50 і LA-пектин:АН у співвідношенні 25:75 значення в декілька разів перевищують просту суму значень поодинокого використання полісахаридів, тобто в цих співвідношеннях добавки здатні проявляти синергетичну дію. Ці поєднання наближені до концентрацій пектину і альгінату натрію, визначених як оптимальні для піноутворення ЯБ. Такі результати дають підставу говорити про можливий альгінатно-пектиновий синергізм, який проявляється при їх взаємодії. На нашу думку, в розчинах з оптимальним співвідношенням добавок виникають додаткові водневі зв'язки між ланцюгами гулурунової й галактурунової кислот макромолекул альгінату й пектину, які призводять до зміцнення просторової структури.

З метою прогнозування впливу добавок на структурно-механічні властивості кремів і їх поведінку в процесі оздоблення дослідили пластичність, м'якість і пружність гелів обмеженого набухання пектину й альгінату натрію, як основи дисперсійного середовища піни (рис. 5-7).

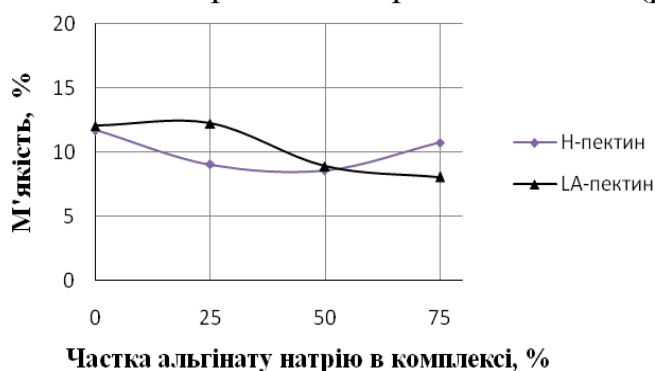


Рисунок 5 – Вплив альгінату натрію на м'якість гелів пектинів

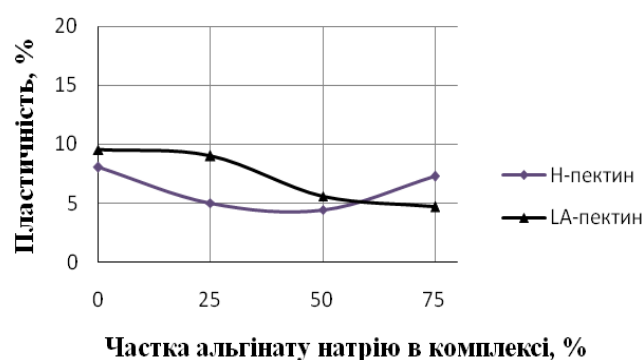


Рисунок 6 – Вплив альгінату натрію на пластичність гелів пектинів

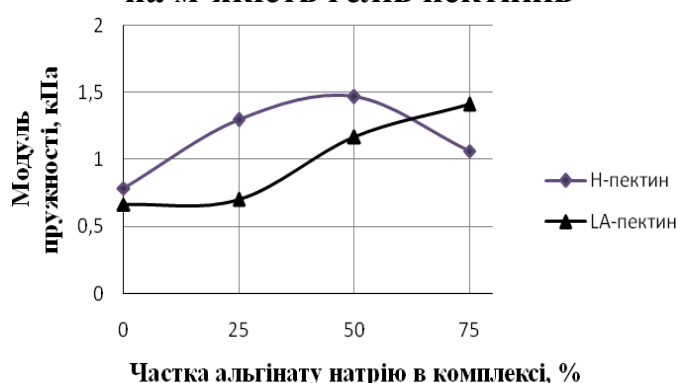
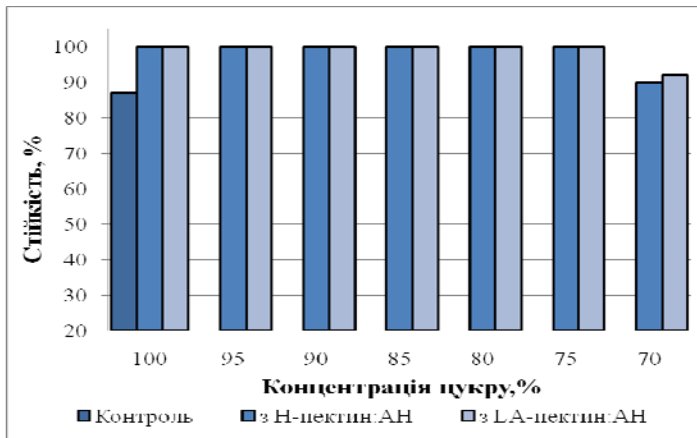


Рисунок 7 – Вплив альгінату натрію на пружність гелів пектинів

Визначено, що за сумісного введення П і АН утворюються більш пластичні і м'які структури, ніж у альгінату натрію, але з більшим модулем пружності, порівняно з драглями пектину.

У четвертому розділі «Удосконалення технології білкових кремів зниженої цукромісткості й підвищеної харчової цінності» розглянуто можливість зниження концентрації цукру у рецептурі сирцевого білкового крему, можливість підвищення харчової цінності кремів внесенням пюре з ягід обліпихи і чорниці. ЦБК забезпечує міцність і стабільність пінної системи, запо-

бігає швидкому розвитку мікроорганізмів, але сповіщає надмірну солодкість і високу калорійність кремам. Дослідженнями встановлено можливість зниження кількості ЦБК в рецептурі на 25 % (рис.8). При цьому спостерігається абсолютна



стійкість піни. Подальше зниження кількості ЦБК сприяє утворенню в дисперсійному середовищі вільної вологи, що призводить до поступового розшарування системи. Тобто, комплекси полісахаридів здатні забезпечити зв'язування води, яка в традиційній рецептурі утримується водневими зв'язками з цукром.

Рисунок 8 – Вплив концентрації цукру на стійкість БК

Густина крему за рахунок зменшення концентрації сухих речовин, які забезпечував цукор, зменшується, але залишається в межах передбачуваних норм. Визначення мікробіологічних показників білкових кремів зі зниженою цукромісткістю показало, що дослідні зразки не тільки відповідають ДСТУ 4803:2007 «Торти і тістечка», а й мають значення дещо нижчі за результати контрольного зразка крему. Тобто, комплекси гідроколоїдів знижують активність води й доступність її для розвитку мікроорганізмів.

Такі висновки підтверджені дериватографічними дослідженнями, за аналізом яких (табл. 4) встановлено, що системи з комплексами полісахаридів утворюють структуровану систему, яка здатна зв'язати більшу кількість води й забезпечити її утримування порівняно з поодиноким використанням гідроколоїдів.

Таблиця 4 – Кількість вільної та зв'язаної вологи, яка зв'язується з пектином і альгінатом натрію

Склад зразка	Вільна волога, %	Зв'язана волога, %	Умовна енергія активації, кДж/моль
Н-пектин	21	79	1,64
LA-пектин	38	62	1,75
АН	34	66	1,97
Н-пектин і АН	11	89	1,99
LA-пектин і АН	20	80	2,03

Для таких систем показники енергії активації мають вищі значення, тобто для видалення води із зразка необхідно більше докласти енергії.

Аналіз структурно-механічних властивостей кремів з комплексами полісахаридів за різних рН доводить, що в межах рН 6...5 в системі підвищуються показники відновлюваності, пружності, а показники загальної деформації й пластичності знижуються. Тобто, додавання лимонної кислоти як електроліту сприяє зміцненню гелевої сітки. В системі відбувається зменшення дзета-потенціалу,

стискання дифузійного шару і, як результат, зменшення гідратної оболонки міцел, що сприяє утворенню внутрішніх структур.

Додавання насичених розчинів електролітів до значень рН системи 4...3 викликає дегідратацію колоїдних частинок і макромолекул білка по всій поверхні, що призводить до коагуляції білково-полісахаридного каркасу і розділенню системи на дві фази. Структура крему суттєво втрачає пластичність і м'якість, погіршується здатність крему до намазування, його адгезійні властивості, розвивається надмірно кислий смак. Аналогічним чином змінюються реологічні показники дослідних систем. Математична обробка експериментальних даних дозволила визначити, що оптимальні значення рН для кремів з комплексом Н-пектин і АН знаходяться в межах 4,5-5, а з комплексом LA-пектин і АН – в межах від 5-5,7.

З метою підвищення біологічної цінності БК запропоновано забезпечити необхідні показники активної кислотності не за рахунок введення кислоти, а за рахунок кислотовміщуючих пюре з ягід чорниці і обліпихи, які одночасно сприятимуть підвищенню харчової цінності. Чорниця є природнім антибіотиком, покращує роботу імунної системи, за рахунок глікозидів нормалізує вміст цукру в крові людини. Ягоди обліпихи містять високу частку ретинолу, аскорбінової кислоти. Її споживання рекомендовано людям з розладами ендокринної й вегетативної нервової систем. Із урахуванням органолептичних показників й оптимальних значень рН підібрано кількість обліпихового й чорничного пюре. Оскільки обліпихове пюре має рН – 2,6, його запропоновано вносити в білкові креми з комплексом Н-пектин і АН, який потребує нижчих значень рН, а пюре чорниці, що має рН – 3 – в БК з комплексом LA-пектин і АН. Тоді, оптимальні дозування для обліпихового пюре становлять 16-20%, а для чорничного 17-20% до маси білково-цукрової суміші.

Білкові креми зі зниженою цукромісткістю та ягідними пюре змінюють смак і колір порівняно з традиційним (взятим як контрольний зразок) кремом. Вони мають помірно солодкий з кислинкою смак, розпушену структуру. За допомогою рентгеноскопічних досліджень встановлено, що білкові креми за розробленими рецептурами не містять кристалів ЦБК.

Водночас, зменшення ЦБК сприяє підвищенню вологості в зразках: з 26% у контрольного до 28% – в зразках із комплексами і до 30% – з комплексами і пюре. Але вода, яка традиційно зв'язується у контрольному зразку із ЦБК, у дослідних зразках зв'язується з пектином і альгінатом натрію і не виділяється у вигляді вільної води. Це підтверджують і показники стійкості, які у всіх зразків кремів залишаються 100% протягом 5 діб витримування.

Встановлено, що додавання пюре не вносить суттєвих змін у показники структурно-механічних властивостей кремів. В зразках кремів із пюре дещо знижується пластичність і м'якість, несуттєво підвищуються значення динамічної в'язкості. Тобто наявність в пюре пектинових речовин, клітковини та інших харчових волокон дещо підвищують опір системи до механічної дії.

Із урахуванням всіх висновків проведених досліджень запропоновані рецептури сирцевого білкового крему «Нижній класичний» з комплексами LA-пектин

і АН або Н-пектин і АН, «Ніжний обліпиховий» - з комплексом Н-пектин і АН і обліпиховим пюре та «Ніжний чорничний» - з комплексом LA-пектин і АН та чорничним пюре.

Введення ягідних пюре збагачує хімічний склад білкових кремів, аналіз якого указує, що 100 г крему «Ніжний обліпиховий» містять 30% від добової потреби людини у вітаміні С, 24% - в каротинах, 21% - у магнію. А споживання 100 г крему «Ніжний чорничний» забезпечує потреби людини майже на 40% - у β-каротині та, майже на 20%, - у магнію. Відповідно, за цими показниками креми з обліпиховим або чорничним пюре можна віднести до категорії «Функціональний харчовий продукт».

Доцільність споживання пектину, альгілату натрію та їх комплексів доведена доклінічними випробуваннями на щурах та мишах. Встановлено, що споживання комплексів пектину і альгілату натрію не має негативного впливу на мінеральний склад крові, залишаючи вміст заліза, кальцію на рівні контрольного зразка і паралельно збільшуючи кількість натрію. Спостерігається зниження глюкози і холестерину.

Найбільш активним детоксикантом є АН (табл. 5) і в комплексах з пектином він збільшує їх антитоксичні властивості 6-7%.

Таблиця 5 – Антитоксичні властивості пектину і альгілату натрію

Показники	Контроль	АН	Н-пектин	LA-пектин	Н-пектин:АН	LA-пектин:АН
Тривалість життя, с	1100±50	1320±30	1210±28	1240±50	1280±45	1340±40
% зміни по відношенню до контролю		20	10	12,7	16,4	21,9

Із урахуванням отриманих даних розроблено новий спосіб виробництва сирицевого білкового крему, який підтверджено патентом України на корисну модель. Він відрізняється виключенням з технологічного процесу операції термічної обробки виробів, оздоблених білковим кремом у пекарній камері, а також скороченням тривалості виробництва крему та введенням комплексу структуроутворювачів. Удосконалена технологічна схема виробництва білкового крему (рис. 9).

Розрахунок комплексного показника якості для крему «Ніжний класичний» склав 1,11, крему «Ніжний чорничний» – 1,39, крему «Ніжний обліпиховий» – 1,52. Це на 11, 39 і 52% вище за комплексний показник якості контрольного зразка білкового крему, що підтверджує ефективність запропонованих у роботі нових технологічних рішень.

Встановлено, що адсорбційні властивості кремів зниженої цукромісткості й підвищеної харчової цінності, які впливатимуть на зберігання тортів і тістечок, не мають принципових відмінностей від традиційних виробів (табл.6). При цьому значення показників дещо менші за значення контрольного зразка, що зумовлено двома факторами: - зниженням концентрації ЦБК як гідратуючого агента і утворенням впорядкованої структурованої системи із заміщенням реакційно-здатних зв'язків.

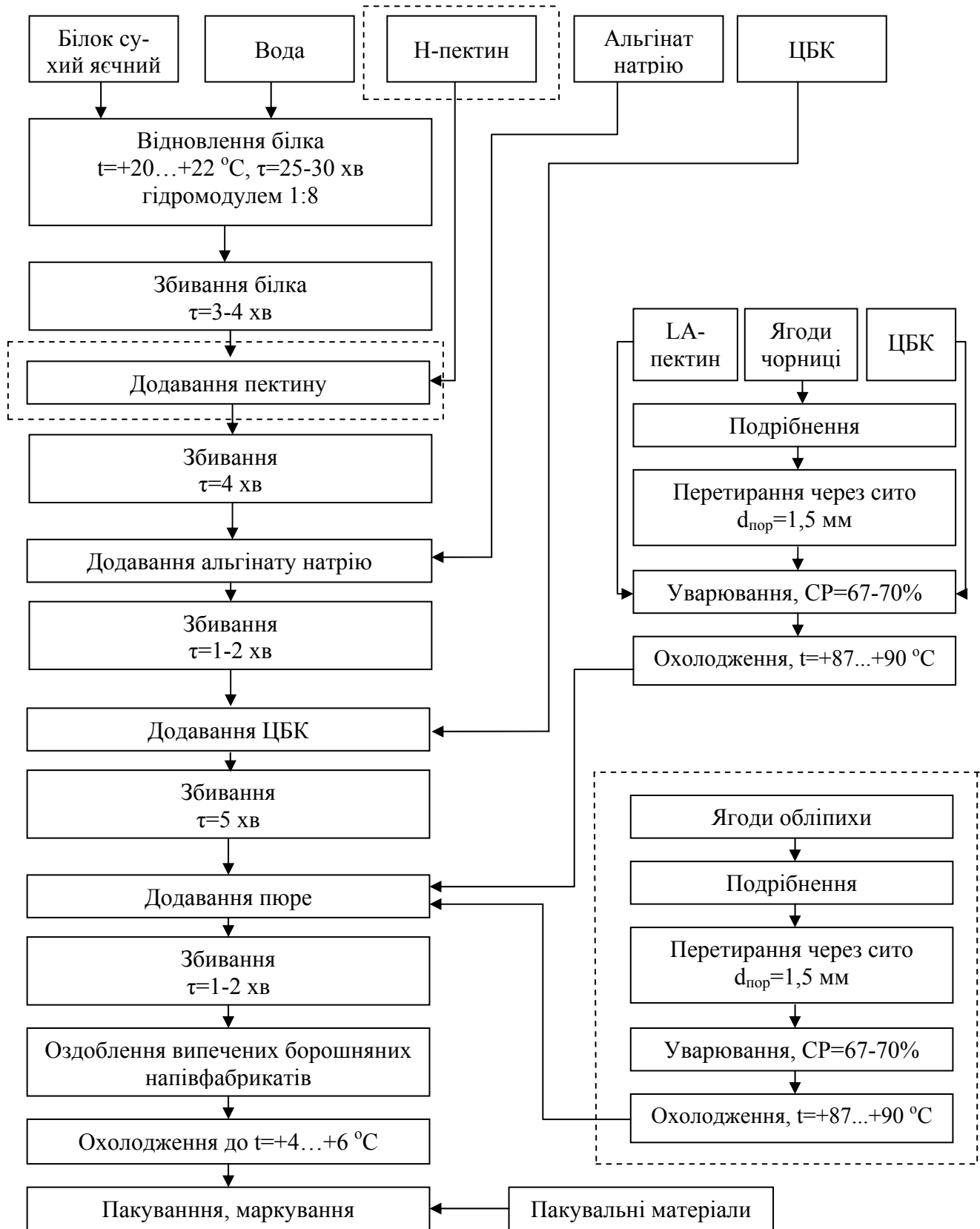


Рисунок 9 – Принципова технологічна схема виробництва білкового крему

Відповідно, для них необхідно забезпечити умови зберігання, пакування, які застосовують для зберігання традиційних виробів з білковим кремом. За ф повітря 75% сорбція зразків становить 0,70-0,75 г/г СР; це значить, що з масовою часткою вологи 30 ± 2 % вироби будуть повільно втрачати вологу під час зберігання.

Таблиця 6 – Кількість адсорбованої вологи білковими кремами

Зразок крему	Кількість адсорбованої вологи, г/гСР					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25, \%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 26 \dots 75, \%$ $a_w = 0,26 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 76 \dots 100, \%$ $a_w = 0,76 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Білковий крем контроль	0,00-0,014	0,124-0,107	0,015-0,082	0,348-0,125	0,083-0,731	0,731-0,349
«Ніжний обліпиховий»	0,0-0,010	0,090-0,085	0,015-0,075	0,270-0,095	0,080-0,600	0,600-0,280
«Ніжний чорничний»	0,00-0,010	0,095-0,093	0,015-0,070	0,290-0,100	0,075-0,610	0,61-0,295

Встановлено, що мікробіологічні показники (кількість МАФАНМ, СУБ, психрофільних бактерій, дріжджів та пліснявих грибів) дослідних зразків відповідають вимогам нормативної документації протягом 12 діб зберігання.

У п'ятому розділі «Дослідження заморожування як способу зберігання білкових кремів» досліджено вплив процесу заморожування-дефростації на показники якості БК з метою виключення в рецептурах кремів хімічних консервантів – сорбінової, бензойної кислот та їх солей.

Встановлено, що в процесі заморожування-дефростації не змінюються органолептичні показники БК, густина та активна кислотність, а масова частка вологи дещо збільшується, що викликається частковим синерезисом білково-полісахаридних гелів, кріоденатурацією білка зі збільшенням кількості вільної води. Такі зміни підвищують пластичність і загальну деформацію розморожених зразків, зменшують відновлюваність й пружність (табл. 7).

Таблиця 7 – Порівняння пружно-пластичних показників білкових кремів до та після заморожування-дефростації

Зразок крему	Пластичність, %		М'якість, %		Відновлюваність, %		Модуль пружності, кПа		Загальна деформація, %	
	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після
Білковий крем контроль	20,0	32,2	21,2	37,2	66,9	53,0	374,4	70,3	35,1	54,2
Білковий крем «Ніжний класичний» з комплексом Н-пектин:АН	14,7	25,8	16,5	29,5	74,7	60,2	365,9	98,3	34,1	45,6
Білковий крем «Ніжний класичний» з комплексом LA-пектин:АН	19,8	32,1	20,5	36,8	67,1	53,1	372,0	70,9	28,3	53,8
Білковий крем «Ніжний чорничний»	26,0	25,0	27,2	30,1	58,7	61,6	396,1	100,8	42,7	46,2
Білковий крем «Ніжний обліпиховий»	15,3	34,3	17,0	41,1	73,8	51,4	370,5	62,1	29,1	58,2

Максимальний термін зберігання після заморожування (згідно мікробіологічних досліджень) складає 3 доби. Із урахуванням комплексного дослідження

показників якості кремів після заморожування-дефростації рекомендовано здійснювати заморожування кремів у складі тортів та тістечок.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз даних науково-технічної інформації та проведений комплекс експериментальних досліджень дозволили обґрунтувати та підтвердити позитивний вплив пектину і альгінату натрію на формування якості білкових кремів зниженої цукромісткості.

2. Вивчення механізму піноутворення ЯБ під впливом пектину та альгінату натрію дозволило визначити, що на ПУЗ, стійкість та густину піни впливають час введення полісахариду, його концентрація, поодинокі внесення або у складі комплексу. Встановлено, що найкращі показники ПУЗ ЯБ відмічені за умови додавання АН на 7-й або 8-й хв збивання, а пектинів на 3-ій або 4-ій хв збивання, що пов'язано із їх різними показниками гідрофільності, ступеню та швидкості набухання.

Встановлено, що підвищити ПУЗ ЯБ можна додаванням АН, LA- та Н-пектинів, внесення яких посилює поверхневу активність ЯБ і адсорбційний шар на межі розподілу фаз. Найкращі результати отримані при додаванні гідроколоїдів у комплексах. За сумісного введення добавок одночасно підвищується ПУЗ ЯБ і забезпечується абсолютна стабільність пінної системи.

3. Оптимізовані параметри процесу піноутворення і визначені раціональні концентрації пектину і альгінату натрію для стабілізації пінної системи: для комплексу LA-пектин і АН відповідно 0,3% і 0,8%, для комплексу та Н-пектин і АН відповідно 0,6% і 0,4% до маси ЯБ відновленого.

4. З метою пояснення позитивного впливу сумісної дії пектину й альгінату натрію на піноутворення ЯБ вивчено технологічні показники пектину й альгінату натрію; структурно-механічні властивості їх розчинів та гелів обмеженого набухання. Встановлено, що в розчинах з комплексами спостерігається більш міцна внутрішня структура, особливо для систем Н-пектин і АН у співвідношенні 50:50, а також LA-пектин і АН у співвідношенні 75:25. Такі результати дають підставу говорити про можливий альгінатно-пектиновий синергізм в указаних розчинах полісахаридів, який, очевидно, пов'язаний із виникненням додаткових водневих зв'язків між молекулами гулурунової та галактурунової кислот відповідно АН і пектину, що суттєво зміцнює структуру.

Встановлено, що за сумісного введення пектину й альгінату натрію утворюються більш пластичні й м'які гелі обмеженого набухання, як основа дисперсійного середовища піни, ніж у альгінату натрію, але з більшим модулем пружності порівняно з гелями пектину.

5. Внесення комплексів пектину й альгінату натрію в рецептурі БК дозволяє знизити концентрацію ЦБК на 25% без негативного впливу на стійкість, густину й мікробіологічні показники його якості. Це досягається здатністю структурною сіткою комплексів гідроколоїдів зв'язувати й утримувати значну кількість води.

6. Визначено, що оптимальні значення рН для формування структурно-механічних властивостей кремів з комплексами полісахаридів знаходяться в межах рН 5,7...4,5, забезпечення яких запропоновано здійснювати введенням ягід-

них пюре – чорниці або обліпихи. Із урахуванням органолептичних показників встановлені раціональні концентрації обліпихового пюре – 16-20% до маси білково-цукрової суміші, чорничного – 17-20%. Внесення ягідних пюре в білкові креми надає їм статус «функціонального харчового продукту», оскільки споживання 100 г крему «Ніжний обліпиховий» забезпечує організм людини на 30% від добової потреби у вітаміні С, на 24% - в каротинах, на 21% - у магнію. А споживання 100 г крему «Ніжний чорничний» забезпечує потреби людини майже на 40% - у β -каротині та, майже на 20%, - у магнію.

Результати доклінічного випробування пектину і АН на щурах і мишах дозволили встановити, що найбільш активним детоксикантом є АН, він збільшує антитоксичні властивості пектину на 6-7%. Комплекси полісахаридів залишають вміст мікроелементів у крові на рівні контрольного зразка, знижують рівень глюкози і холестерину.

7. Удосконалено технологічну схему виробництва білкових кремів зниженої цукромісткості й підвищеної харчової цінності. Комплексний показник якості кремів «Ніжний класичний», «Ніжний чорничний», «Ніжний обліпиховий» на 11, 39 і 52% перевищує традиційні вироби.

8. Встановлено, що адсорбційні властивості кремів зниженої цукромісткості й підвищеної харчової цінності не мають принципових відмінностей від традиційних виробів. За ϕ -75% сорбція зразків становить 0,70-0,75 г/г СР; це значить, що з масовою часткою вологи 30 ± 2 % вироби будуть повільно втрачати вологу під час зберігання.

Доведено можливість подовження термінів зберігання білкових кремів шляхом заморожування. Встановлено, що в процесі заморожування-дифростації креми не змінюють свої органолептичні показники, густину й активну кислотність. Внаслідок синерезису гелів дисперсійного середовища і часткової кріоденатурації білка збільшується масова частка вологи кремів і, відповідно, зменшується їх стійкість у процесі зберігання. При формуванні візерунків спостерігається незначне руйнування структури, що унеможливорює процес оздоблення випечених борошняних напівфабрикатів білковими кремами, які піддавались заморожуванню-дефростації. Рекомендовано заморожувати білкові креми у складі готових тортів і тістечок. Термін зберігання кремів після дефростації відповідно до мікробіологічного аналізу складає 3 доби.

9. На підставі проведених досліджень розроблені та затверджені РЦ та ТІ білкових кремів «Ніжний класичний», «Ніжний обліпиховий» та «Ніжний чорничний». Удосконалені технології були апробовані у виробничих умовах ПАТ «Київхліб» та ФОП Козьменко О.І. Розрахунком економічної ефективності встановлено, що собівартість крему підвищується порівняно з кремом, виготовленим за традиційною рецептурою, на 13 %...30 %.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Камбулова, Ю.В. Шляхи вдосконалення рецептур білкових кремів /Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Продукты & ингредиенты. – №11(97). – 2012. – С. 22-25.
2. Камбулова, Ю.В. Вивчення впливу комплексів структуроутворювачів на процес піноутворення яєчного білка /Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – К.: НУХТ. –Вип.50. – 2013. – С. 113-119.

3. Соколовська, І.О. Вивчення мікроструктури піни яєчного білка і її зміни під впливом пектину і альгілату натрію / І.О. Соколовська, Ю.В. Камбулова, В.В. Тернова // Сбортник научних трудов Sworld. – Іваново: Маркова АД. – Вип.4. Том 17. – 2013. – С. 60-65.
4. Камбулова, Ю.В. Дослідження реологічних властивостей розчинів пектинів, альгілату натрію та їх комплексів / Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Харчова наука і технологія. – Одеса: ОНАХТ. – №1(26), 2014. – С. 68-73.
5. Камбулова, Ю.В. Вивчення можливості створення комплексів пектину і альгілату натрію для стабілізації структури білкового крему / Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська, О. Семененко // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ. – Вип.152. – 2014. – С. 310-319.
6. Камбулова, Ю.В. Влияние комплексов пектина и альгината натрия на структурообразование белковых кремов / Ю.В. Камбулова, И.А. Соколовская // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2014. № 9 (10) . URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/1613>.
7. Соколовська, І.О. Вплив заморожування на якість білкових кремів / І.О. Соколовська, Ю.В. Камбулова // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – №10. – 2014. – С. 3-7.
8. Патент 86346 UA, МПК A23L 1/32. Спосіб виготовлення сирцевого білкового крему / Камбулова Ю.В., Соколовська І.О., Матяс Д.С.; заявник Національний університет харчових технологій. - № 2013 08430; заявл. 04.07.2013; Опубл. 25.12.2013, Бюл. № 24.
9. Патент 88870 UA, МПК A23J 3/00, A23L 1/00. Білковий крем / Камбулова Ю.В., Соколовська І.О., Харкава О.О.; заявник Національний університет харчових технологій. - № 2013 09463; заявл. 29.07.2013; Опубл. 10.04.2014, Бюл. №7.
10. Sokolovska, I. Improvement of churned confections with complex stabilizers / I. Sokolovska, Je. Smirnova // Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 78 наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 2-3 квіт. 2012 р., м. Київ. — К.: НУХТ, 2012. —Ч.3. — С. 524-525.
11. Камбулова, Ю.В Вплив пектинів на структуру білкових кремів / Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Інноваційні технології кондитерських виробів спеціального призначення: матеріали наук.-практ. конференції, 2-4 жовтня 2012 р., К.: НУХТ, 2012. – С.10-11.
12. Вплив пектинів на процес піноутворення яєчного білка / Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська, О.В. Павлюк, А.І. Олійник // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві: матеріали міжн. наук.-практ. інтернет-конф., 14-16 листоп. 2012 р., м Харків. – Х.: ХДУХТ, 2012. – С.51-52.
13. Соколовська, І.О. Вивчення впливу комплексів альгілату натрію і пектинів на якість білкових кремів / І.О. Соколовська, Ю.В. Камбулова // Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 79 міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квіт. 2013 р., м. Київ. – К.:НУХТ, 2013. – Ч.1. – С.185-187.
14. Kambulova, Ju. Influence of pectin-alginate complex on egg-white foaming process / Ju. Kambulova, I. Sokolovska // Другий Північно- та Східно-Європейський конгрес з харчової науки (NEEFood-2013), 27-29 трав. 2013 р. – К.: НУХТ, 2013. – Ч I.– С. 93.
15. Kambulova, Ju. The influence of polysaccharide complexes on protein creams quality / Ju. Kambulova, I. Sokolovska, Iu. Shevchenko // 3rd EPNOE International Polysaccharide Conference: Polysaccharides and polysaccharide-derived products, from basic science to applications, 21-24 October 2013 — Nice, France, 2013. — С. 176.
16. Kambulova Ju. The marketing justification for the use of polysaccharides complexes in pastry creams / Ju. Kambulova, I. Sokolovska, Yu. Zvyaginceva-Semenec // XXIV Міжнар. колоквиум Інституту CEDIMES, 28 жовт. – 3 листоп. 2013 р. – К.: НУХТ, 2013. – С. 20.
17. Соколовська, І. Вивчення структурно-механічних і фізичних властивостей драгелеподібних систем комплексів структуроутворювачів / І. Соколовська, А. Труш // Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали

80 міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 10-11 квіт. 2014 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2014. Ч. 1. — С. 223-224.

18. Соколовська, І.О. Можливість застосування заморожування для кондитерських кремів / І.О. Соколовська, Л.О. Костючик, А.О. Стецієнко // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: матеріали міжн. наук. конф., присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-16 жовтня 2014 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2014. — С. 78.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку, аналіз та узагальнення результатів, проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1–7, 10–18], проведення патентного пошуку, підготовка матеріалів до патентування [8,9].

АНОТАЦІЯ

Соколовська І.О. Рациональне використання пектину і альгілату натрію у технології білкових кремів зниженої цукромісткості – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2015.

Дисертацію присвячено теоретичному та експериментальному обґрунтуванню використання пектину і альгілату натрію для стабілізації показників якості білкових кремів зниженої цукромісткості та підвищенню її харчової цінності кремів за рахунок введення пюре із ягід чорниці або обліпихи.

Визначений механізм дії добавок на піноутворення ЯБ, вивчені технологічні показники пектину й альгілату натрію, структурно-механічні властивості їх розчинів та гелів обмеженого набухання. Встановлено, що в розчинах з комплексами структуроутворювачів спостерігається більш міцна внутрішня структура, що, очевидно, пов'язано з виникненням додаткових водневих зв'язків між молекулами АН і пектину.

Доведена доцільність заміни у рецептурі кислоти на кислотовміщуючі продукти – чорничне або обліпихове пюре. Встановлено, що їх введення надає їм статусу «Функціональний харчовий продукт». Удосконалено технології виготовлення білкових кремів, які за комплексним показником якості перевищують базовий зразок на 11%, 39% та 52%. Доведена доцільність заморожування білкових кремів з метою подовження терміну їх зберігання.

Ключові слова: білковий крем, пектин, альгілат натрію, комплекс структуроутворювачів, пюре чорниці, пюре обліпихи, заморожування крему.

АННОТАЦИЯ

Соколовская И.О. Рациональное использование пектина и альгината натрия в технологии белковых кремов сниженной сахаровместимости – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов. - Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2015.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию использования пектина и альгината натрия в технологии белковых кремов сниженной сахароместимости и повышенной пищевой ценности.

В работе были исследованы физико-химические и структурно механические свойства структурообразователей, их комплексов, а также влияние их на пенную систему белковых кремов. Установлено, что оптимальным временем введения гидроколлоидов в пенную систему, во время сбивания яичного белка, для альгината натрия – 7-ая или 8-ая мин сбивания, для пектина – 3-я или 4-ая мин сбивания. Отмечено их позитивное влияние на пенообразование яичного белка, а именно повышение пенообразующей способности и улучшение стабильности яичных пен. С помощью метода множеств Парето установлены оптимальные соотношения структурообразователей в комплексах.

Доказана целесообразность снятия 25% рецептурного количества сахара в белковых кремах при введении комплексов альгината натрия с пектином низко-метаксилированным амидированным или высокометаксилированным, для этого были исследованы физико-химические и микробиологические показатели кремов со сниженным составом сахара. Исследована возможность замены в рецептуре кислоты на кислотосодержащие полуфабрикаты – пюре ягод черники и облепихи, посредством определения структурно-механических, органолептических, физико-химических показателей. Установлено их позитивное влияние на качественные показатели белковых кремов, доказано, что добавление пюре этих ягод обеспечивают кремам статус «Функциональный пищевой продукт», по показателям удовлетворения выше 20% суточной потребности в витамине С, каротинах и магнии. Разработан новый способ приготовления белкового крема, усовершенствовано рецептуру и технологию приготовления кремов, комплексный показатель которых превышает базовый на 11%, 39% и 52%.

При исследовании микробиологических показателей и сорбционных свойств установлены параметры хранения кремов и безопасность их употребления. Доказана целесообразность использования замораживания кремов в составе тортов и пирожных с целью продления сроков их хранения без химических консервантов.

Ключевые слова: *белковый крем, пектин, альгинат натрия, комплекс структурообразователей, пюре черники, пюре облепихи, замораживание крема.*

ANNOTATION

Sokolovska I. Rational using of pectin and sodium alginate in sugar reduced egg-white creams technology – Manuscript.

Thesis to obtain the candidate of technical sciences degree in specialty 05.18.01 - Technology bakery products, confectionery and food concentrates. - National University of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2015.

The thesis is devoted to theoretical and experimental justification of using pectin and sodium alginate to stabilize sugarreduced protein creams quality indicators, increasing of the creams nutritional value due to the introduction of blueberries or seabuckthorn puree.

The action mechanism of additives on egg-white foaming process, the physical and chemical properties of pectin and sodium alginate, structural and mechanical properties of their solutions and limited swelling-gels were studied. It was established that their complexes in solution have more robust internal structure that, obviously, is associated with the additional hydrogen bonds between molecules of sodium alginate and pectin.

The expediency of recipe acid replacing by acid-containing products - sea buckthorn or blackberry puree was proved. It was established that their introduction gives to creams the "functional foods" status. The improved technology of protein creams exceeds the base sample for complex quality index by 11%, 39% and 52%. The expediency of protein creams freezing to lengthen the storage period was proved.

Key words: *egg-white cream, pectin, sodium alginate, complex structurants, blackberries puree, sea-buckthorn puree, cream freezing.*