

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

**НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНОЇ
ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ МОЛОЧОНОЇ ТА ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ
СИРОВИНИ**

Монографія

Харків
ХДУХТ
2015

УДК 637.141.8

ББК 36.954

Н-34

Авторський колектив:

Р. В. Плотнікова, Н. Г. Гринченко, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. Одеської національної академії харчових технологій

О. П. Чагаровський,

канд. техн. наук, проф. Харківського національного технічного університету
сільського господарства ім. П. Василенка

П. В. Гурський

Рекомендовано до видання вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол № 10 від 30.06.2015 р.

Н-34 Наукові та практичні основи виробництва десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини : монографія / Р. В. Плотнікова, Н. Г. Гринченко, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко. – Х. : ХДУХТ, 2015. – 111 с.

ISBN 978-066-405-402-4

У монографії наведено теоретичне узагальнення й нове вирішення проблеми створення напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи, яке полягає в обґрунтуванні параметрів регулювання складу сольової системи молока знежиреного комплексоутворювачем альгінатом натрію з наступним обґрунтуванням технології одержання молока знежиреного з високими термо- та кислотостійкістю. З огляду на встановлені наукові принципи розроблено технологію напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи, визначено основні показники якості та безпечності нової продукції.

Монографія може бути корисна для наукових працівників, аспірантів, студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», а також працівників закладів ресторанного господарства та харчової промисловості.

УДК 637.141.8

ББК 36.954

© Плотнікова Р. В., Гринченко Н. Г., Пивоваров П. П.,
Гринченко О. О., 2015

© Харківський державний університет харчування
та торгівлі, 2015

ISBN 978-066-405-402-4

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ	5
1.1. Сучасні тенденції в технології десертної продукції та напівфабрикатів для її виробництва на основі молочної сировини	5
1.2. Сучасні уявлення про склад, структуру та властивості основних складових молока як полідисперсної системи	11
1.3. Застосування іонообмінних процесів у технології переробки молока	18
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДУ СОЛЬОВОЇ СИСТЕМИ МОЛОКА ЗНЕЖИРЕНОГО	24
2.1. Теоретичні передумови розробки технології молока знежиреного з регульованим складом сольової системи	24
2.2. Дослідження сорбційної здатності альгінату натрію та зміни структурно-механічних властивостей його розчинів під час сорбції іонів кальцію	30
2.3. Дослідження впливу технологічних чинників на сорбцію іонів кальцію комплексоутворювачем альгінатом натрію	39
2.4. Дослідження фізико-хімічних показників і технологічних характеристик систем «AlgNa–Ca ²⁺ »	48
2.5. Розробка принципової технологічної схеми виробництва молока знежиреного з регульованим складом сольової системи	52
РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ	55
3.1. Обґрунтування виду, вмісту та послідовності введення плодово-ягідної сировини до рецептурної суміші напівфабрикатів	55
3.2. Обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу виробництва напівфабрикатів десертної продукції	64
РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ	76
4.1. Дослідження основних показників якості та безпечності напівфабрикатів десертної продукції	76
4.2. Обґрунтування умов і термінів зберігання напівфабрикатів десертної продукції	88
4.3. Розробка рекомендацій із використання напівфабрикатів десертної продукції в закладах ресторанного господарства	93
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	97
Додаток А	109

ПЕРЕДМОВА

Стратегічним пріоритетом державної політики в галузі харчування є забезпечення населення України високоякісними харчовими продуктами та послугами, розвиток харчової індустрії та ресторанного бізнесу. Ключовим чинником діяльності закладів ресторанного господарства є запровадження конкурентоспроможних ресурсозбережних технологій і сучасних інноваційних принципів створення харчових продуктів. Вищезазначене повною мірою стосується й десертної продукції, розвиток технологій якої лежить у площині запровадження індустріальних технологій для забезпечення бізнес-процесів Business to Business та Business to Customer.

У широкому асортименті десертної продукції значну частку представлено десертами на основі молочної сировини – креми, морозиво, флани, панна котта та ін., що потребує використання молока з певними фізико-хімічними показниками. Природні властивості молока за показниками термо- та кислотостійкості, колоїдної стабільності не дозволяють виробляти молочні десерти з використанням плодово-ягідних кислотовмісних інгредієнтів (соки, пюре).

Сьогодні не існує технологічних принципів стабілізації колоїдних властивостей молока за низьких значень рН, що є обмежуючим фактором розвитку асортименту десертної продукції. У працях К. К. Горбатової, А. Тьопела, Л. І. Соколової, Ф. Маріанті та інших розглянуто теоретичні та прикладні аспекти забезпечення колоїдної стабільності та підвищення ресурсного потенціалу молока шляхом зв'язування та виведення з технологічних систем іонізованого кальцію як фактора дестабілізації казеїнових міцел, підвищення їх гідрофільності, рівномірності розподілу поверхневого заряду й, відповідно, колоїдної стабільності в широкому діапазоні рН.

Регулювання складу сольової системи молока шляхом використання альгінату натрію (AlgNa) як природного комплексоутворювача дозволить суттєво підвищити його термо- та кислотостійкість, тим самим створити науково-практичні передумови розробки та впровадження нового асортименту десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини. На сьогодні відсутні системні дослідження з використання альгінату натрію як комплексоутворювача для регулювання складу сольової системи молока знежиреного (яке у великих обсягах накопичується під час виробництва вершків, сметани, масла вершкового), не розроблено наукові принципи його використання в технології напівфабрикатів десертної продукції. Очевидно, що обґрунтування наукових принципів регулювання складу сольової системи молока знежиреного є актуальним завданням, вирішення якого дозволить суттєво підвищити ресурсний потенціал молока як сировини, розробити напівфабрикати десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини та продукцію на їх основі з високими показниками харчової цінності, новими споживними властивостями.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

1.1. Сучасні тенденції в технології десертної продукції та напівфабрикатів для її виробництва на основі молочної сировини

Учені за останні роки зробили значний внесок у розвиток харчової та переробної промисловості. Напруження конкурентної боротьби на продовольчому ринку змушує шукати та реалізовувати шляхи, зокрема, через оптимізацію асортименту продукції відповідно до вимог споживачів, запровадження інноваційних технологій, спрямовані на підвищення ефективного функціонування підприємств галузі. Так, стрімкий розвиток ринку десертної продукції, формування культури її споживання сприяло тому, що десертна продукція вийшла за межі торгових залів ресторанного господарства, і на сьогодні підприємства харчової промисловості випускають досить широкий її асортимент, зокрема на основі сиру кисломолочного, вершків, сироватки молочної, молока знежиреного тощо.

Тенденції у виробництві десертної продукції висвітлюються через призму певних чинників, основними з яких є: обмеженість виробничих ресурсів і зростаючих потреб, що визначає інноваційну діяльність як основну умову розвитку галузі. Цей шлях може бути тільки інноваційним, тобто таким, основу якого складає виробництво товарів, що базується на нових знаннях та інноваційних технологіях. Більшість прогресивних нововведень застосовується в розробці та виробництві складної, наукомісткої продукції.

На сьогодні у виробництві десертної продукції намітилася стійка тенденція, яка сприяє реалізації концепції безперервності інноваційного циклу розробок, що пов'язано з появою великої кількості інновацій. Так, існують два напрями в розширенні асортименту, що є наріжними, – це модернізація існуючих технологій та створення нових.

Підтвердженням останнього є розробка та запровадження десертної продукції з традиційним складом; продукції, яку виготовлено за вдосконаленою технологією з молочної сировини, з використанням харчових добавок та інших сучасних технологічних інгредієнтів, які не є заміником основних складників; із застосуванням смакових наповнювачів; сучасних методів обробки. Паралельно доцільно розглядати нетрадиційну комбіновану десертну продукцію, що виготовляється з використанням молочної сировини та немолочних заміників. При цьому слід зазначити, що елементи вдосконалення можуть і не впливати на основні показники якості чи безпечності продукції або покращувати їх, або лише підвищувати рентабельність виробництва за рахунок оптимізації технологічного процесу, зменшення трудомісткості процесу, покращення умов виробництва за рахунок виключення ручної праці.

Основними тенденціями у виробництві десертної продукції є: використання пробіотичних культур; поєднання молочної сировини з фруктовими й овочевими наповнювачами; виробництво знежиреної продукції; використання сироватки та її концентратів; збагачення продуктів соєвими білками; виробництво продукції зі зниженою калорійністю; виробництво продукції з природною солодкістю, застосування харчових добавок, удосконалення апаратурного оформлення технологічного процесу виробництва.

Як вказувалося раніше, вектором якісного розвитку десертної продукції є інновації, що базуються на створенні та використанні нововведень. Слід зазначити, що інноваційні продукти на фоні стагнації традиційного асортименту забезпечують стабільне зростання всієї категорії. Так, новими технологіями є саме ті, що цілеспрямовано формують комплекс фізико-хімічних та органолептичних показників десертної продукції за рахунок використання нових технологічних рішень, зокрема, залучення нових інгредієнтів до виробництва.

Одним із нововведень у технології десертної продукції є використання в їх складі препаратів, отриманих шляхом послідовного екстрагування біомаси мікроміцету. Так, відомі технології виробництва десертної продукції на основі сиру кисломолочного, де використовуються біомаси мікроміцету *Mortierella jenkinsii* [1] чи *Mortierella alpina* [2], чи *Mortierella humilis* [3], чи *Mortierella verticillata* [4] та желе молочного, до складу якого входять біомаси мікроміцету *Mortierella samyensis* [5] чи *Mortierella elongate* [6], чи *Mortierella beljakovae* [7], чи *Mortierella nigrescens* [8], чи *Pythium insidiosum* [9], чи *Mortierella dichotoma* [10], чи *Mortierella hygrophila* [11], чи *Saprolegnia parasitica* [12], чи *Mortierella nantahalensis* [13].

Однією з тенденцій розробки асортименту десертної продукції є зниження вмісту цукру білого в рецептурному складі. Слід зазначити, що цукор білий у рецептурному складі використовується з метою підвищення вмісту сухих речовин, надання відповідного смаку та консистенції. Проте останнім часом все більше солодкість готової продукції досягається за рахунок змішування цукру білого з підсолоджувачами. Відсоткове співвідношення можливої заміни цукру білого іншими речовинами залежить від необхідного ступеня солодкості, загального вмісту сухих речовин, їх впливу на технологічні властивості харчових систем, відносної солодкості підсолоджувача. У літературних джерелах [14–20] є посилання на використання шляхом повної або часткової заміни цукру білого в різних формах (цукор білий, цукровий пісок, цукрова пудра), меду бджолиного, патоки крохмальної та високомальтозної, фруктози кристалічної та синтетичних підсолоджувачів.

Цікавим із точки зору формування органолептичних властивостей і використання молочної сировини в складі десертної продукції є введення до рецептурного складу сметани. Так, розроблено десертну продукцію на основі сметани з додаванням молока знежиреного [21] та плодово-ягідної сировини (пюре яблучне та сливове, сік із чорної смородини), яка має привабливі органолептичні показники [22].

На основі вивчення літературних даних встановлено, що одним із напрямів розширення асортименту десертної продукції є використання нетрадиційних інгредієнтів у її складі за умов комбінування різної за походженням сировини. Учені запропонували введення до рецептурного складу десертної продукції борошна з круп чи бобових, що міститься на рівні 0,3% [23]; зародків пшениці (концентрація 4,0...12,0%), зокрема, в складі сироватко-рослинного желе [24], борошна сочевичного, вівсяного чи перлового після теплової обробки в складі збитого десерту [25]. Відомі технології десертної продукції, у виробництві якої пропонується використання білка соєвого в складі молочного десерту [26], сої – у складі замороженого десерту [27].

Останніми роками конкуренція на ринку десертної продукції вимагає від науковців і виробників постійної уваги до якості продукції та зниження її собівартості. Останнього, згідно з аналітичними дослідженнями [28; 29], можна досягти шляхом заміни молочного жиру жирами різноманітного походження та систем на їх основі, що широко використовується в технології десертної продукції на основі молочної сировини. Проте питання використання замінників молочного жиру, особливо рослинних жирів, є одним із дискусійних [30]. Це реальна можливість не лише розширити асортимент продукції та збільшити обсяги виробництва з одиниці переробленої сировини, але і, як вказувалося раніше, хоча б частково знизити собівартість продукції. Проте на фоні намагання знизити собівартість продукції та компенсувати дефіцит молочної сировини (за рахунок заміни молочного жиру) серед науковців існує полеміка, оскільки спеціалісти галузі впевнені в тому, що десертна продукція повинна містити молочний жир [30; 31].

Останніми роками у виробництві десертної продукції на основі молочної сировини спостерігається тенденція все більш широкого використання харчових добавок. Так, для того щоб задовольнити запити споживачів щодо органолептичних властивостей, необхідно забезпечити не тільки смак, а й консистенцію. Учені пропонують використовувати стабілізатори в складі десертної продукції на основі сироватки [32; 33], емульгаторів у складі десерту на основі молочного білка [26], моностеарату пропіленгліколю, тристеарату сорбітану, лактулованих моногліцеридів і ненасичених моногліцеридів у складі збитого замороженого продукту [34].

У рамках виробництва морозива створення оптимальної структури можливо лише з використанням підібраної системи емульгаторів, стабілізаторів у певних концентраціях. Тому для покращення структури та консистенції вводять стабілізаційні системи, що зв'язують частину вільної вологи, збільшують в'язкість і збитість, підвищують дисперсність, що сприяє формуванню більш дрібних кристалів льоду, кращому збереженню вихідної структури продукту під час зберігання, збільшують опір таненню [25; 28; 30; 34].

Проте слід зазначити, що під час розробки та виведення на ринок інноваційних харчових продуктів перш за все надається перевага продукції з традиційним смаком із застосуванням низьких концентрацій харчових добавок. Питання традиційності та сучасності щодо складу десертної продукції та критеріїв

її якості, а також строку придатності на сьогодні не мають однозначної відповіді, адже використання харчових добавок декілька звужує коло потенційних споживачів.

До пріоритетних напрямів у виробництві десертної продукції на основі молочної сировини належить розвиток і спрямованість на задоволення потреб визначеного контингенту споживачів у дефіцитних нутрієнтах. Останнє пов'язане зі зміною структури раціонів харчування, умов і характеру праці, підвищенням захворюваності, зокрема аліментарного походження. Цікавим у теоретичному та практичному аспектах є створення пробіотичних та пребіотичних видів продукції для масового й оздоровчого харчування, що досягається за рахунок використання нетрадиційних добавок. Так, у цьому напрямі вченими розроблено такі технології та рецептури десертної продукції: сиркові десерти з використанням пробіотиків, що вміщують молочнокислі та біфідобактерії [35; 36], культур DVS і ферментативних препаратів [37], полікомпонентних заквасок [38]; десертні продукти на основі вершково-рослинної суміші з внесенням лакто- та біфідобактерій [39]; морозива, що містить мікроорганізми-пребіотики *Lactobacillus acidophilus*, які залишаються в ньому життєдіяльними протягом всього строку зберігання [40] та ін.

Важливим із точки зору дієтичного харчування є розроблена вченими [14] технологія діабетичного морозива з підвищеною харчовою цінністю, що відрізняється використанням інтегрованої стабілізаційної системи (комплекс емульгатора та стабілізатора) та концентрату плодово-ягідного соку за таким співвідношенням, %: молочний жир – 0,05...15,00%, сухий знежирений молочний залишок – 5,0...12,0%, фруктоза – 6,0...12,0%, інтегрована стабілізаційна система – 1,3...3, %, концентрат плодово-ягідного соку – 5,0...10,0%, вода питна.

У літературних джерелах [33; 41; 42] наголошується на доцільності внесення до складу десертної продукції компонентів, що надають їй додаткову цінність. Ученими розроблено спосіб одержання сиркової маси, до складу якої входить біологічно активна добавка «Йодказеїн» [41]. Іншими науковцями [42] пропонується до впровадження технологія замороженого десерту, до складу якого входить компонент, що містить поживну речовину або мікроелемент із групи, яка включає магній, фосфор, цинк, селен, залізо, мідь, хром, молібден, марганець, йод, калій, натрій, ванадій, бор; вітаміни; біотин, холін та їх комбінації. Також у літературі [33] висвітлено технологію молочних десертів на основі плодово-ягідної сировини та сирної сироватки, де для одержання цільової профілактичної спрямованості їх збагачують залізом та аскорбіновою кислотою. Слід зазначити, що запропоновані вище технології десертної продукції є, безперечно, актуальними, але введення до рецептурного складу харчових добавок є менш привабливим разом із введенням сировини, що їх містить.

За сучасних умов поняття «традиційний асортимент» десертної продукції поступово змінює свій зміст і все більш актуально постає питання розробки полікомпонентних харчових систем підвищеної харчової цінності за рахунок удосконалення хімічного складу, зокрема використання ягід та/чи фруктів (плодів), фруктових (плодових) та/чи ягідних пюре, соків. Так, авторами [43; 44] запро-

поновано технологію низькокалорійного молочного десерту із збалансованим складом харчових речовин, що передбачає такі етапи: заморожування суміші, яка включає плодове пюре, зокрема з яблук, бананів, полуниці, смородини тощо (39...49%), йогурт із вмістом бактерій у кількості $1 \cdot 10^5$ (55...70%) та за необхідності цукор білий та/чи інші інгредієнти, до температури всередині суміші $-15...-25^\circ \text{C}$; унесення замороженої суміші до установки, яку оснащено засобами для подрібнення та збивання. У літературі [33] наведено дані щодо розробки рецептури та технології виробництва десертів на основі молочної сироватки, що призводять до покращення їх поживних властивостей шляхом введення до рецептури пюре з калини, обліпихи та чорної смородини. При цьому оптимальне співвідношення сироватки та обліпихового пюре становить 6,5:1,0, сироватки та пюре із чорної смородини – 6,0:1,0. У технологічному процесі виробництва використовують пастеризацію за температури $85...87^\circ \text{C}$ протягом $10 \cdot 60^2$, з наступним охолодженням до температури $4...8^\circ \text{C}$, величину рН встановлюють на рівні 4,2. Дослідження свідчать, що десерти мають високу харчову та біологічну цінність і можуть бути рекомендовані для дієтичного харчування для хворих із хронічними захворюваннями шлунка з порушенням кислотності. У роботі [45] обґрунтовано доцільність використання ягід кизилу та терену (джерело пектинових речовин) у складі десертної продукції.

Із вищенаведених даних бачимо, що в технологіях, де в рецептурному складі передбачається використання плодово-ягідної сировини, науковці пропонують використовувати молочну сировину, що має низьке значення активної кислотності. Останнє, з одного боку, обґрунтовано з огляду на властивості молочної сировини, а з іншого, – призводить до того, що потенціал функціональних властивостей казеїнових білків обмежений, підвищення якого можливо за рахунок нових технологічних рішень.

Розробка ресурсозбережних технологій залишається актуальною проблемою харчової промисловості. Пріоритетними напрямками в рамках розробок учених є вдосконалення та створення технологій десертної продукції, які спрямовано на комплексну переробку сировини та вирішення питань щодо підвищення використання вторинних сировинних ресурсів. У рамках цього напрямку актуальним є використання молочної сироватки для різних структурованих десертних продуктів, у тому числі з пінною структурою. Останнє досягається за рахунок вмісту речовин, частина яких має поверхнево-активні властивості, що зумовлює піноутворювальну здатність рецептурних сумішей.

На сьогодні в літературних джерелах наведено дані щодо розроблених технологій такої десертної продукції на основі молочної сироватки: суфле молочного, де молочна сироватка використовується повністю [46]; желе сироватково-рослинного [24]; мусу, де використовується ультрафільтраційний концентрат сироватки й овочевий наповнювач [47]; замороженого молочного десерту [48]. Проте необхідною умовою виробництва вищевказаних видів десертної продукції є використання широкого асортименту харчових добавок (гелеутворювачі, структуроутворювачі, емульгатори, стабілізатори), що, на жаль, у споживача

спричиняє неоднозначне ставлення до такої продукції, що диктує додаткові вимоги до наукових розробок.

Підвищення конкурентоспроможності десертної продукції – одне з важливих питань, що вирішується науковцями сьогодні. Забезпечення перспективного розвитку виробництва нової продукції вимагає використання сучасних можливостей технічного оснащення. У рамках цього напрямку велика увага приділяється підвищенню ефективності виробництва, де важливим є: досягнення високої ефективності роботи виробничих ліній із виробництва десертної продукції та зниження операційних витрат; підтримання стабільної високої якості продукції [49; 50].

Асортимент десертної продукції, яка випускається підприємствами харчової промисловості, достатньо широкий. Разом з цим актуальним напрямом у виробництві продукції є сектор ринку Business to Business (B2B), що передбачає виготовлення напівфабрикатів, які в подальшому переробляються іншим підприємством із одержанням готової продукції. З урахуванням перспективності цього напрямку слід зазначити, що асортимент напівфабрикатів для виробництва десертної продукції, що може використовуватися як на підприємствах харчової промисловості, так і в закладах ресторанного господарства, вузький і потребує подальшого розвитку.

У рамках розробки технології напівфабрикатів десертної продукції працює багато вчених. Так, науковцями [38] розроблено збагачений порошкоподібний концентрат на основі сухого незбираного молока, що містить добавки у вигляді фруктози, ароматизатора, гуарової камеді, натрієвої солі карбоксиметилцелюлози, лецитину, овочевого концентрату та комплексу вітамінів та амінокислот. Іншими вченими науково обґрунтовано доцільність запровадження білково-вуглеводного напівфабрикату на основі білків знежиреного молока, дикорослих ягід [51], напівфабрикатів на основі сколотин у технології збитої десертної продукції [52]. Натомість іншими авторами [53] запропоновано технологію сухої суміші для одержання збитого молочного продукту, що готують із молочної сировини, яка містить жир (0,1%), сухий знежирений молочний залишок (10...36%), цукор білий, стабілізатор, харчові та смакоароматичні добавки.

Однією з тенденцій у виробництві морозива є застосування сухих сумішей. Практичний досвід показує, що під час виробництва вони мають хороші мікробіологічні показники й у відновленому вигляді не потребують додаткової обробки перед фризераванням. Виробникам м'якого морозива, що користується все більшим попитом серед споживачів, достатньо мати обладнання для м'якого морозива та суху суміш, яку розчиняють у воді за температури 25° С, витримують 15...20 хв, перемішують, одержану систему фільтрують і заливають у фризера [54]. На сьогодні розроблено суміші для виробництва морозива, до складу яких входять ядра насіння соняшника та борошна пшеничного [55]. Крім того, учені [56] пропонують до використання десертний напівфабрикат для виробництва морозива, що може зберігатися в рідкому стані в умовах охолодження за температури 5...10° С протягом $(15 \cdot 24) \cdot 60^2$ с, при цьому не відбувається розшарування продукту. Напівфабрикат являє собою

систему, що подібна до емульсії «олія у воді», та містить воду питну, білок молочний, жир, ароматизатори, підсолоджуючі речовини, стабілізатор (карагінан, желатин харчовий, камедь ксантанова) та за необхідності моно- та дигліцериди, казеїнат натрію або сироваткові білки та лактозу.

Аналітичні дослідження розробки та впровадження технології напівфабрикатів десертної продукції засвідчили, що цей напрям недостатньо розвивений, і запровадження напівфабрикатів на основі молочної сировини із залученням інших рецептурних компонентів є актуальним питанням.

У рамках широкого асортименту продукції спостерігається запровадження інноваційного підходу до розробки нових технологій. На жаль, наукових розробок, спрямованих на підвищення ресурсного потенціалу сировини шляхом регулювання її технологічних властивостей, досить мало, а створення нової продукції реалізується в іншій площині: використання харчових добавок, додаткових компонентів. Безумовно, такі підходи дозволяють вирішити певне коло питань щодо розширення асортименту, зниження собівартості тощо. Проте інновації в рамках технології молочної сировини за умов виробництва десертної продукції та напівфабрикатів на її основі вимагає використання наукових підходів, де доцільно звернути увагу на актуальність створення продукції шляхом регулювання функціонально-технологічних властивостей сировини.

Молоко та молочна сировина, у т. ч. молоко знежирене, яке накопичується під час виробництва вершків, сметани, масла вершкового у великих обсягах і у багатьох наукових працях визначається як вторинна молочна сировина, має низку обмежень із точки зору використання їх як рецептурних інгредієнтів у напівфабрикатах десертної продукції. Обмеження лежать у площині реалізації їх функціонально-технологічних властивостей, зокрема термо- та кислотостійкості, що певною мірою коригується під час переробки. Вищезазначене є стримуючим чинником щодо раціонального використання сировини, технологічних процесів, розширення та створення нового асортименту харчової продукції. З урахуванням вищезазначеного стає зрозуміло, що перспективним напрямом у розробці технології десертної продукції та напівфабрикатів на основі молока знежиреного є реалізація його технологічних властивостей, що зумовлено властивостями складових, дослідження яких є доцільним і необхідним.

1.2. Сучасні уявлення про склад, структуру та властивості основних складових молока як полідисперсної системи

Дослідження науковців [57–60] вказує на унікальний склад молока з огляду на фізіологічну цінність і вміст незамінних компонентів харчування. Молоко є джерелом речовин, що забезпечують організм енергією, виконують пластичні та захисні функції, та знаходяться у молоці у достатній кількості та легкозасвоюваній формі згідно з фізіологічною потребою. При цьому на першому місці знаходяться білки, що, за твердженнями вчених [57; 60], є матеріалом для синтезу аутогенних білків унаслідок свого амінокислотного складу – вмісту всіх незамінних α -амінокислот – та джерелом біологічно активних речо-

вин за рахунок визначеної амінокислотної послідовності у своїх молекулах. Також особливе значення мають такі нутрієнти, як незамінні жирні кислоти – складова частина молочного жиру та фосфоліпідів; кальцій у вигляді іона в з'єднаннях, засвоювання якого коливається в діапазоні 20...40%; фосфор; сірка; мікроелементи (Fe, F, Co, Cu, Mn, Mo, Se, Zn); вітаміни та їх провітаміни, де споживання молока та молочних продуктів сприяє загальній забезпеченості організму вітамінами B₂, B₁₂, пантотеновою кислотою та вітаміном A.

Цінність молока з технологічної точки зору визначають ті складові частини, від сумісної наявності яких залежать якість і вихід продукції. Так, у натуральному вигляді молоко складається із суміші багатьох компонентів як неорганічної, так і органічної природи, при цьому органічні з'єднання за кількістю переважають. Аналізуючи склад молока як сировини для виробництва харчової продукції, необхідно розрізняти речовини, що містяться в молоці як індивідуальні хімічні з'єднання, представлені у вигляді простих і складних чистих сполук, так і структурні елементи, що можуть бути наявні у вигляді гетерогенних агломерованих частинок чи істинного розчину речовин, у будь-якому становлять собою складні з'єднання молекул (рис. 1.1) [57].

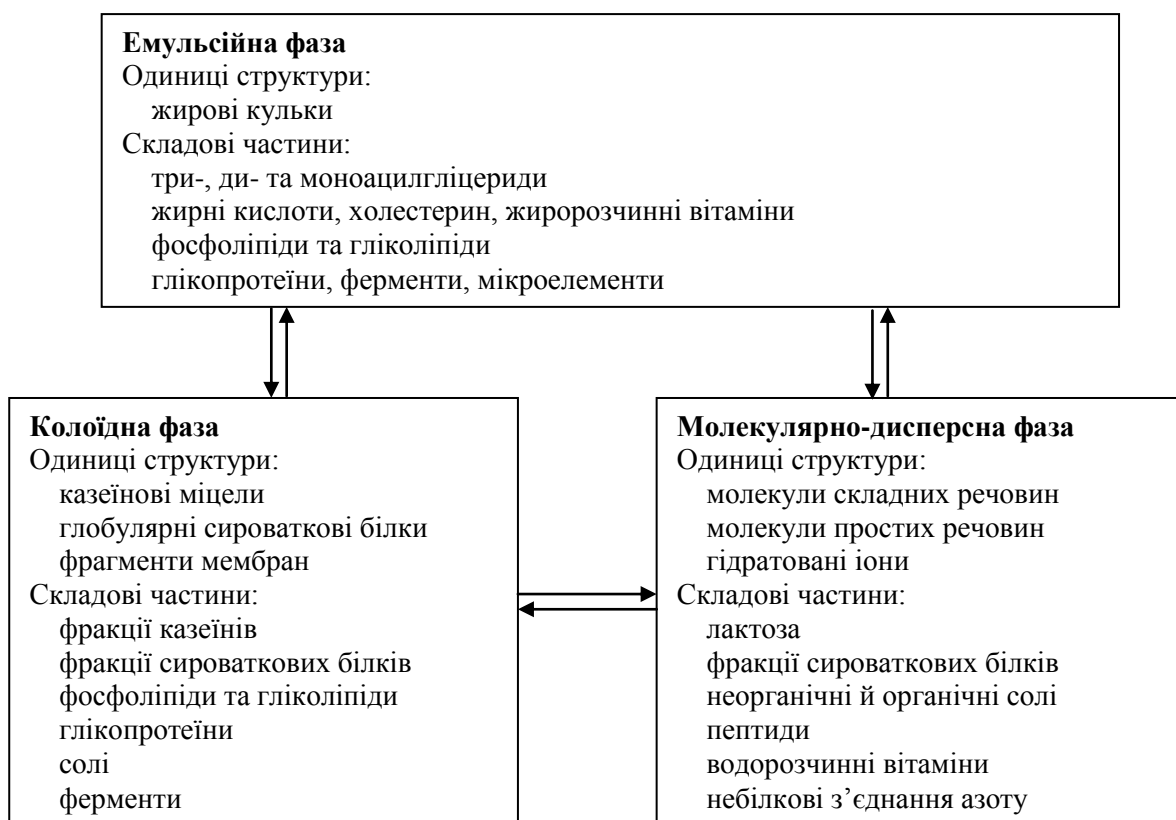


Рисунок 1.1 – Рівноважні взаємодії між складовими частинами різних фаз у молоці [57]

Наявність дисперсних фаз та їх взаємна дія (рис. 1.1) зумовлює фізико-хімічні властивості молока. Так, від наявності та складу всіх фаз залежить його густина, кислотність та окиснювально-відновлювальний потенціал; емульгуюча

та колоїдна фази визначають в'язкість і поверхневий натяг; молекулярна та іонно-дисперсна фази – осмотичний тиск, зниження температури замерзання, електропровідність.

У літературних джерелах [57; 58] науковці зазначають, що в молоці як складній полідисперсній системі між трьома фазами (емульсійна, колоїдно-дисперсна та молекулярно-дисперсна) установлюються рівноваги, що впливають одна на одну, які у свою чергу впливають на рівноваги, що діють всередині фаз (рис. 1.1, 1.2). Слід відзначити, що стабільність молока як системи не завжди можна забезпечити за рахунок стабільності одного з її структурних елементів, оскільки їх вплив на систему загалом не завжди є зрозумілим і прогнозованим.

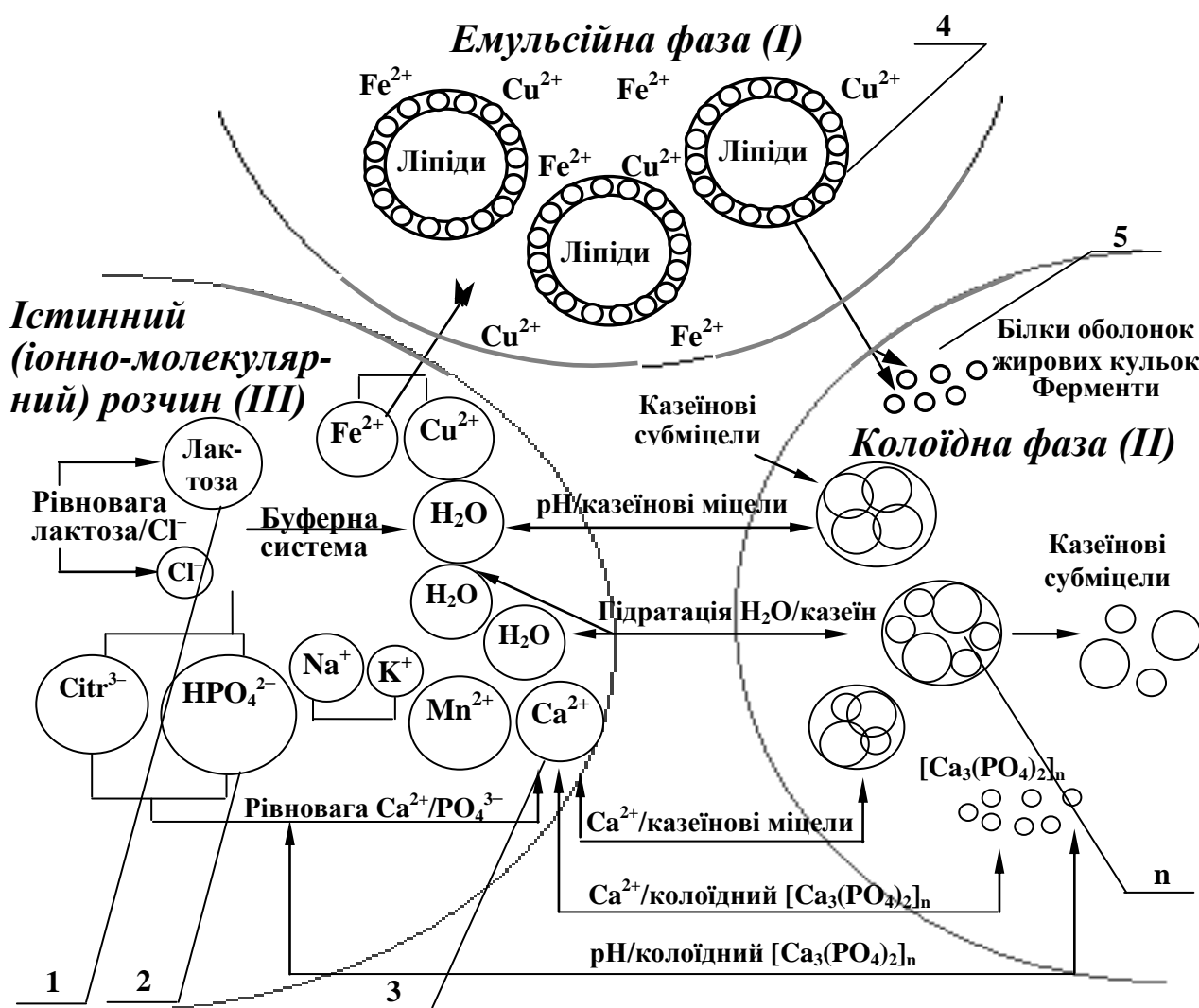


Рисунок 1.2 – Модель полідисперсної системи молока з визначенням рівноважних підсистем і взаємозв'язку між ними [57]: I, II, III – підсистеми; 1, 2, 3...n – структурні елементи підсистем

Рівноважні взаємодії між фазами та всередині них зумовлюють складну структуру молока та його поведінку по відношенню до хімічних, фізичних і біологічних дій під час технологічної обробки молока в рамках виробництва харчової продукції, зокрема десертної та напівфабрикатів для неї. За твердженням авторів [57; 58; 61], найбільш чутливими до технологічних і біохімічних дій є рівноважні взаємодії між колоїдною системою та істинним розчином. Кожне зрушення зв'язаних між собою рівноважних співвідношень (1.1...1.4) спричиняє імовірність дестабілізації колоїдної фази та руйнування полідисперсної системи – розділення молока на окремі складові.

$$(дисперсність казеїнових міцел) f(\text{іонна сила молочної сироватки}) \quad (1.1)$$

$$(\text{колоїдний фосфат кальцію}) f(\text{значення рН}) \quad (1.2)$$

$$(\text{колоїдний фосфат кальцію}) f(\text{іонний кальцій і фосфат}) \quad (1.3)$$

$$([\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_x / [\text{CaHPO}_4]_x) f(\text{Ca}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-}) \quad (1.4)$$

З огляду на вищезазначене вважаємо за доцільне більш детально висвітлити зміни колоїдної фази молока, стабільність якої залежить від іонної сили істинного розчину у взаємозв'язку зі складом сольової системи. Так, молоко являє собою колоїдний розчин молочного білка (казеїнові міцели, неміцелярний казеїн, сироваткові білки) та колоїдного фосфату, де окремою формою є фосфат-кальцієві кластери $([\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_9)$, які виконують роль зв'язувальної ланки між казеїновими субміцелами та з'єднані із залишками фосфосерину, та цитрату кальцію у водному розчині істинно розчинних складових молока [57].

Науковий інтерес становлять розмір і склад (табл. 1.1) казеїнових міцел, що, на думку вчених [57; 61; 62], впливає на технологічні властивості молока.

Таблиця 1.1 – Фракційний і мінеральний склад казеїнових міцел [62]

Компонент міцели	Кількість, г/100 г
α_{s1} -казеїни	33
α_{s2} -казеїни	11
β -казеїни	33
κ -казеїни	11
γ -казеїни	4
Кальцій	2,9
Магній	0,1
Цитрат	0,5
Неорганічний фосфат	4,3

Із даних, наведених у табл. 1.1, бачимо, що до складу міцел казеїну входять кальцій і фосфат, що згідно з даними [62] визначають розмір міцел та їх стабільність. Іншими вченими [57] встановлено наявність у міцелах казеїну 65,0% кальцію, 45,0% неорганічного фосфору, 35,0% магнію та 10,0% цитратів від загального вмісту в молоці.

Існуючі моделі казеїнових міцел поділяють на два [58] або три класи [63]. Перший клас – це моделі типу «оболонка–ядро», що передбачають нерівномірний розподіл фракцій казеїну на поверхні та всередині міцели. Натомість автори [64–68] зазначають, що другий клас становлять моделі типу «внутрішня структура», де казеїнові фракції рівномірно розміщені в міцелі, що можуть утворювати структури, які регулярно повторюються. Недоліком цих структур є відсутність пояснення відомих властивостей казеїнових міцел. Зокрема, стабілізуюча дія к-казеїну; пряма залежність розмірів міцел від вмісту колоїдного фосфату кальцію та зворотна залежність розміру міцели від вмісту к-казеїну; високий ступінь гідратації молекул казеїну; зворотна зміна властивостей міцел під час відділення колоїдного фосфату кальцію; розпад міцел під дією дезінтегруючих агентів (сечовини, додецилсульфату натрію, етанолу, ацетону); вихід окремих фракцій казеїну з міцели за низьких температур; зміна в'язкості під дією протеолітичних ферментів [57].

Аналіз літературних джерел [61] засвідчив, що розроблені вченими моделі третього класу – субміцелярні, найбільш повно узгоджуються з експериментальними даними про структуру та властивості казеїнових міцел (рис. 1.3).

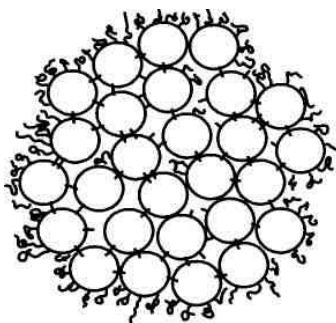


Рисунок 1.3 – Субміцелярна модель казеїнової міцели [61]

Згідно з літературними даними [57; 58] субміцели утворюються під час взаємодії α_s -, β - і к-казеїнів за наявності фосфату кальцію, а зв'язуються між собою колоїдним фосфатом кальцію, що призводить до утворення більших за розміром міцел. Міцелярну структуру казеїну підтверджено в багатьох дослідженнях методами електронної мікроскопії, світлорозсіяння, гель-фільтрації.

Казеїнові міцели мають негативний поверхневий заряд завдяки карбоксильним групам. Науковці [57] припускають, що біля казеїнових міцел утворюється іонна хмара, що містить іони кальцію (протиіони), а також невелику кількість аніонів, утворюючи при цьому електричний шар Штерна (рис. 1.4).

Аналіз літературних даних [69–87] вказує на важливу роль кальцію в забезпеченні термодинамічної рівноваги молока як сировини за умов його знаходження як у складі казеїнових міцел, так і у вигляді неорганічних колоїдів і вільних іонів у молоці, де останні перебувають у певній рівновазі (рівняння 1.5, 1.6). Під час нагрівання рівновага зміщується в бік утворення колоїдних компонентів, у разі зниження рН – у бік збільшення кількості істинно розчинних іонів [57].

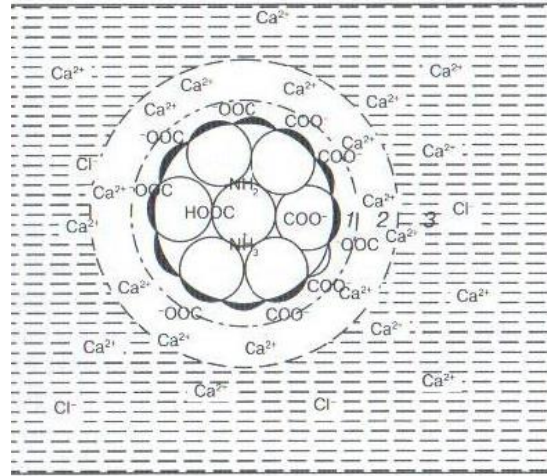
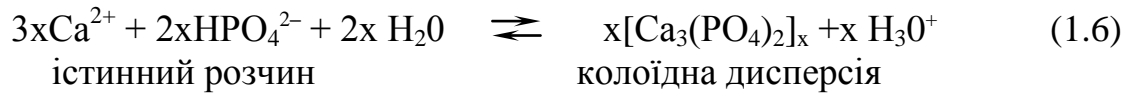
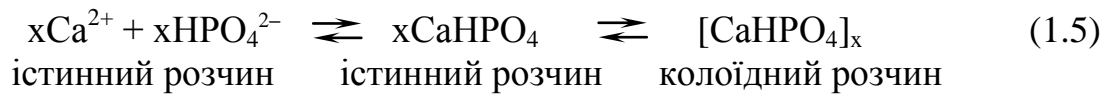


Рисунок 1.4 – Спрощене зображення казеїнових міцел із подвійним електричним шаром [57]: 1 – негативно заряджена поверхня міцел, внутрішній шар Гельмгольца; 2 – нерухомий шар іонів кальцію, зовнішній шар Гельмгольца; 3 – дифузійний подвійний електричний шар, катіони й аніони молока

Учені [57; 61; 83] вказують, що стабільність колоїдної фази молока залежить від іонної сили, що визначається складом сольової системи, дослідження якої вказують на те, що всі одноатомні іони калію, натрію, хлориду, а також сульфат (як аніон сильної кислоти) наявні в молоці як гідратовані іони. Рухливість частини калію та натрію стримується тим, що вони електростатично притягуються негативно зарядженою поверхнею казеїнів як протиіони. Двовалентні кальцій і магній беруть участь у складових системи молока та їх з'єднаннях. У літературних джерелах [57] наведено множину форм розчинності та їх взаємозв'язку. Так, кальцій у молоці наявний у формі: вільний іон \rightarrow рівноважний іонний стан $\text{Ca}^{2+}\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow$ розчинний сольовий комплекс \rightarrow цитрат кальцію \rightarrow колоїдно-розчинний комплекс $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_x \rightarrow$ казеїнат кальцію в складі макромолекул \rightarrow зв'язуюча складова казеїнової міцели $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6$ (колоїдний фосфат кальцію).

Сольова рівновага молока об'єднує рівновагу дисоціації істинно розчинних складових частин, а також рівновагу між істинно розчинним і колоїдним станом, зв'язані між собою рівноваги забезпечують стабільність полідисперсної системи молока. Зрушення одного зі співвідношень рівноваги призводить до зміщення інших рівноваг, що може призвести до дестабілізації всіх структурних елементів [57; 61].

У рамках наукових розробок учені [57; 60; 63; 73] приділяють велику увагу впливу підвищення активної кислотності на складну полідисперсну систему – молоко, зокрема, його колоїдну фазу та істинний розчин. Науковці [57] стверджують, що зниження рН спричиняє зниження поверхневого заряду та зумовлює змен-

шення ζ -потенціалу, яке у разі підвищення активної кислотності до 5,2 дорівнює 0, після початку агрегації міцел казеїну спостерігається підвищення ζ -потенціалу в інтервалі рН 5,2...5,0, а потім його зниження (рис. 1.5).

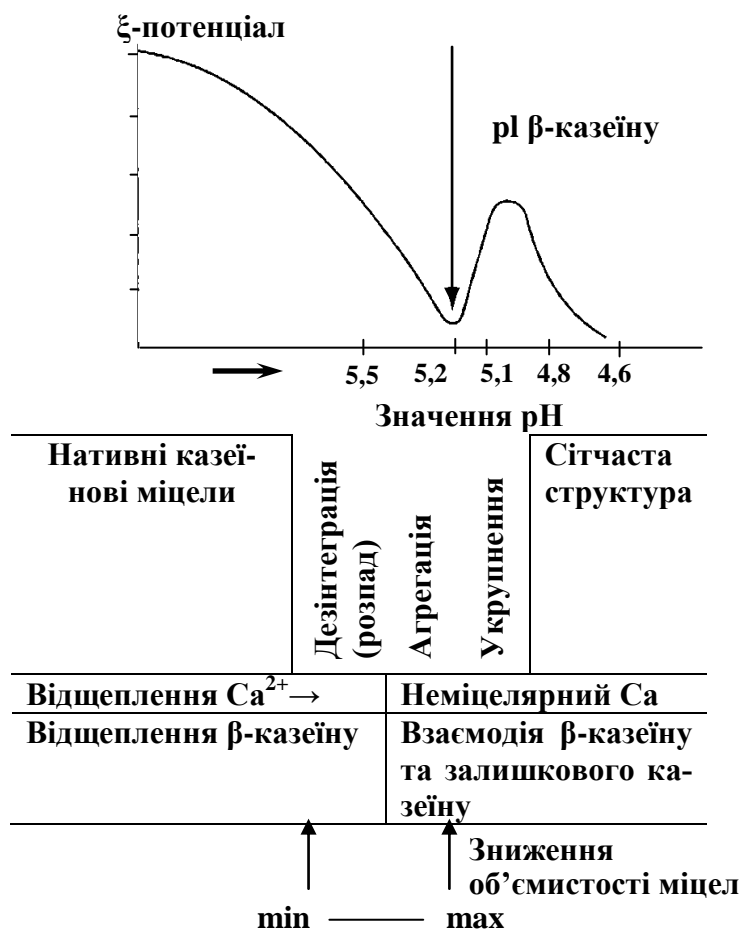
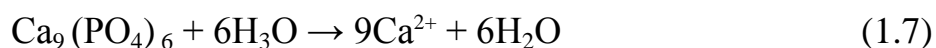


Рисунок 1.5 – Залежність ζ -потенціалу казеїнових міцел від зміни активної кислотності в процесі підвищення кислотності та зміни стану міцел

Із даних, наведених на рис. 1.5, та на основі аналізу літературних джерел [57; 73; 82] встановлено, що за зниження рН колоїдний фосфат кальцію в міцелах розпадається до іонів, що дифундують із міцел та посилюють іонну хмару, що описується рівнянням (1.7):



У діапазоні рН від 6,6 до 5,2 це стосується нестабільної частини фосфат-кальцієвого містка, при цьому структура не зазнає значних змін, проте призводить до зрушення рівноваги в бік накопичення іонів кальцію в істинному розчині. Науковці зазначають [57; 73], що розміри міцел за цих умов збільшуються, де останнє призводить до утворення більш крупних агрегатів, унаслідок чого знижується термостабільність молока. Вищевказаний показник (теплова стабільність, термостійкість, теплостійкість) є важливим із точки зору використання молока як сировини у виробництві харчової продукції. Згідно з дослі-

дженнями вчених [57; 73; 76; 78; 87] термостабільність залежить від сольової рівноваги, де за підвищеного вмісту іонів кальцію відбувається їх приєднання до казеїнкальційфосфатного комплексу. При цьому зміни, що відбуваються, призводять до зменшення від'ємного заряду казеїнових частинок, під час нагрівання вони агрегують і коагулюють.

Згідно з дослідженнями вчених [57] за умов зміни рН у діапазоні 4,6...5,2 відбувається відщеплення стабільної частини фосфату кальцію (рис. 1.5), що з'єднаний із залишками фосфосерину, при цьому перехід колоїдного фосфату кальцію в іонний стан відбувається зі зменшенням електростатичної та гідрофобної взаємодії та призводить до часткового розпаду міцел на субміцели.

Молоко має унікальний склад і структуру з огляду на поживну цінність. Проте використання його як сировини у виробництві десертної продукції залежить від рівноваги, що встановлюється між фазами молока як складної полідисперсної системи. При цьому слід зазначити, що колоїдно-дисперсна система є найбільш чутливою з усіх фаз молока до зрушення рівноваги в сольовій системі. Сольова система загалом і кальцій зокрема мають велике значення для стабільності колоїдної фази в технологічних процесах переробки молока [67–87]. Так, будь-яка зміна кальцію призводить до зміни колоїдної фази молока, де кальцій входить до складу казеїнових міцел і казеїнаткальційфосфатного комплексу (ККФК), де він відіграє містокутворювальну функцію між двома міцелами казеїну, та його сольової системи. З огляду на вищевказане доцільно цілеспрямоване регулювання складу сольової системи, що є підґрунтям для вдосконалення існуючих технологічних процесів і створення харчової продукції з новими споживними властивостями.

1.3. Застосування іонообмінних процесів у технології переробки молока

На основі аналітичних досліджень [88–96] встановлено, що застосування іонообмінних процесів у молочній промисловості дозволяє впливати на склад початкової сировини та продукту, а також запроваджувати нові шляхи інтенсифікації процесів використання, збереження та поліпшення смакових якостей молока. Слід зазначити, що впровадження у виробництво іонного обміну дозволяє змінювати сольовий склад молочної сировини, знижувати її кислотність і підвищувати термостабільність.

Аналіз існуючих технічних і технологічних рішень щодо забезпечення іонообмінних процесів указує на доцільність використання іонообміну, що протікає на іонітах, підґрунтям для застосування яких є іонообмінні реакції (табл. 1.2). Згідно з літературними даними [88–92] іонообмінні процеси характеризуються еквівалентністю та зворотністю за умов відсутності разом із іонообміном інших хімічних процесів (утворення осаду, комплексоутворення, окиснювально-відновні процеси та молекулярна сорбція). При цьому встановлено [89; 90], що на іонний обмін впливають різні чинники, такі як природа іоніту, сорбуючого іону й розчинника, та технологічні чинники.

Таблиця 1.2 – Оборотні реакції обміну, що протікають на іонітах

Реакція	Характеристика
Катіонообмінні процеси	
$R - Me_1^+ + Me_2^+ An^- \leftrightarrow R^- Me_2 + Me_1 An^-$, де R – радикал, утворюючий разом із іоногенною групою елементарний осередок іоніту; Me_1^+ , Me_2^+ – катіони, що входять до складу іоніту та розчину; An^- – аніони розчину	Реакція обміну оборотна та підпорядковується закону дії мас, тому створюється можливість спрямовувати реакцію в необхідний для технологічного процесу бік, регенерувати (відновлювати) початкову поглинаючу здатність іоніту
$2R - Na^+ + Ca^{2+} \rightarrow R_2Ca + 2Na^+$, $2R - K + Ca^{2+} \rightarrow R_2Ca + 2K^+$, $2RK + Sr^{2+} \rightarrow R_2Sr + 2K^+$, $RNa + Cs^+ \rightarrow RCs + Na^+$, $2RK^+ + Mg^{2+} \rightarrow R_2Mg + 2K^+$	Реакції катіонообмінних процесів, що застосовуються для зміни сольового складу молока шляхом зменшення кількості іонів кальцію та його аналогів у молоці й заміни їх іонами натрію, калію
$RMe_1^+ + H^+ An^- \leftrightarrow R^- H^+ + Me^+ An^-$	Реакція, що призводить до зниження кислотності молока
$R - H^+ + Me^+ OH^- \leftrightarrow R - Me^+ + H_2O$	Реакція, що призводить до підвищення кислотності молока
$R - H^+ + Me^+ OH^- \leftrightarrow R - Me + H_2O$	Реакція нейтралізації, що використовується для зниження лужності молока за рахунок утворення води з іонів водню, які входять до складу іоніту, і іонів, що входять до складу розчину
$RMe_1 + H^+ An^- \leftrightarrow R^- H^+ + Me_1 An^-$	Реакція перетворення катіоніту на Н-форму
Аніонообмінні процеси	
$R^+ An_1 + Me^+ An_2^- \leftrightarrow RAn_2^- + Me^+ An_1^-$, R – радикал аніонообмінного сорбенту; An_1^- , An_2^- – аніони, що входять до складу сорбенту та розчину	Реакція перетворення однієї сольової форми іоніту на іншу, наприклад, для зниження кислотності молока
$R^+ OH^- + H^+ An^- \leftrightarrow R^+ An^- + H_2O$	Реакція, що призводить до зниження кислотності молока
$ROH^- + Cl^- \rightarrow RCl^- + OH^-$, $3ROH^- + PO_4^{3-} \leftrightarrow R_3PO_4 + 3OH^-$, $ROH^- + C_3H_6O_3 \rightarrow RC_3H_5O_3 + H_2O$	Реакції, що призводять до зниження концентрації аніонів кислот, наявних в молоці
$R^+ An^- + Me^+ OH^- \leftrightarrow R^+ OH^- + Me^+ An^-$	Реакція, що застосовується для перетворення сольової форми іоніту ($R^+ An^-$) у гідроксильну

Визначені вченими закономірності перебігу іонообміну на основі кінетичних досліджень свідчать про те, що іонообмінні процеси на іонітах здійснюються з різною швидкістю. Обмін іонів між іонітом і розчином відбувається шляхом проникнення іонів із розчину всередину іоніту, де разом із цим відбувається зворотний процес – дифузія рухомих іонів із іоніту в розчин, при цьому іонообмінна рівновага досягається в результаті одночасної дії сил різної природи: у першому наближенні (без вторинних процесів) іонний обмін підкоряється закону дії мас [90].

Авторами у роботі [88] встановлено, що основними чинниками, які визначають швидкість процесу іонообміну між твердою та рідкою фазами, є природа (неорганічні та органічні, де останні отримують з природних або синтезованих високомолекулярних сполук) та вид іоніту – катіоніти, аніоніти чи поліфункціональні, що зумовлюється природою сорбованих позитивних (катіонів) або/чи негативно заряджених (аніонів) іонів; товарна форма – порошок, волокна тощо; розташування та ступінь іонізації активних груп в іоніті, що визначає обмінну ємність (кількість міліграм-еквівалентів поглинутих іонів на 1 г сухого іоніту при 1 см³ набряклого іоніту); заряд і об'єм іонів.

Катіоніти використовують для зміни складу сольової системи, що, на думку вчених [88], має тісний взаємозв'язок із колоїдною стабільністю молока, головним чином за рахунок видалення іонів кальцію. У літературі [88] зазначаються дані щодо застосування в молочній промисловості катіонітів КУ-1, КУ-2 та КУ-2-8-ЧС. При цьому науковці [88] вказують на такі зміни в сольовому складі: за максимальних значень параметрів іонообміну можливе зменшення кальцію до 25,0%, магнію – 28,0%, фосфору – 7,0%, за цих умов відбувається збільшення кількості натрію та калію до 20,0% відносно початкового вмісту. Іншими науковцями [92] проведено дослідження щодо використання для зміни сольового складу натрієвої солі фосфату целюлози в інтервалі рН 5,1...8,5 за співвідношенням молоко : сорбент як 1,0:0,036. Установлено, що можлива сорбція кальцію в діапазоні 20,0...59,0%, де максимальну сорбцію спостерігали за рН 8,5. Проте одержані результати не дозволяють установити закономірності сорбції кальцію залежно від активної кислотності молока, де останнє науковці пов'язують з перебігом разом з іонним обміном неіонообмінних процесів.

З огляду на механізм перебігу процесу іонообміну в роботі [96] зазначено, що сорбція іонів кальцію з молока відбувається головним чином за рахунок його розчинної форми, разом з тим автори відзначають значне поглинання колоїдного кальцію, що на їх думку пов'язано з таким. Сорбція розчинного кальцію сприяє компенсації кількісного зсуву кальцієвої рівноваги, що виникає при цьому, за рахунок колоїдного кальцію казеїнового комплексу. При цьому перехід кальцію з казеїнового комплексу у розчинну форму супроводжується зміною дисперсії казеїнових міцел (підтверджено електронно-мікроскопічними дослідженнями), що є важливою умовою, адже науковці стверджують: використання катіонного обміну можна вважати виправданим у тому випадку, коли одночасно вирішується завдання зміни дисперсності частинок казеїну в молоці та цілеспрямованого регулювання сольового складу.

На основі аналітичних досліджень [96] встановлено, що зміна активної кислотності супроводжується порушенням сольової рівноваги, наслідком чого є руйнування колоїдної стабільності молочної сировини (молока). Так, авторами визначено тісний негативний кореляційний взаємозв'язок між кислотністю (зокрема, накопичення молочної кислоти) та стабільністю. З урахуванням цих теоретичних передумов науковцями запропоновано підвищення стабільності шляхом зниження кислотності методом іонообмінної обробки, що передбачає використання аніонітів АН-20, АСД-4, СДВ-3, АВ-17-12П, ЕДЕ-10ПГ. При цьому одержували молоко, де разом із зниженням кислотності з молока виводяться фосфатні (2,0...7,0%) та хлоридні іони (11,0...19,0%).

У літературних джерелах [90] є посилення на доцільність використання аніонообмінної целюлози Цм-а2 у вигляді волокна, нетканого матеріалу та порошку. Найкращі результати одержано під час застосування саме волокнистої целюлози, яка на відміну від гранульованих іонітів має більшу поверхню, що полегшує доступ реагентів до її активних центрів. За цих умов після 5-ти хвилин контакту молока із Цм-а2 основні показники молока, окрім кислотності, практично не змінюються; після 15-ти хвилин відбувається зниження вмісту кальцію на 2,0...7,7%, вітаміну С – 15,0...20,0%, хлоридів – 3,0...4,0%. Іншими науковцями [88] запропоновано використання цього сорбенту в хлор-формі. Результати дослідження хімічного складу молока засвідчили, що вміст жиру в обробленому молоці знижується на 3,0 та 4,0%, вміст хлоридів збільшується на 46,0 та 56,0% відповідно.

У роботах [88; 90] ученими розглянуто напрям використання іонітів, що має за мету зниження в молоці вмісту радіонуклідів стронцію та цезію. Так, проведено дослідження з очищення молока від Стронцію-9, де для обробки використовували аніоніти в різних аніонних (фосфат, хлорид) і катіоніти в змішаній сольовій формі (Na, Mg, Ca).

Аналітичні дослідження вказують на незначне зниження вмісту окремих компонентів молока під час обробки іонітами, зокрема жиру, білка, лактози. Автори [90; 96] пояснюють це механічною чи молекулярною сорбцією компонентів молока зернами чи волокнами сорбентів.

На основі вищенаведених результатів аналітичних досліджень виявлено, що науковці пропонують регулювання сольового складу шляхом використання іонітів з метою підвищення стабільності молока за рахунок катіонного обміну, у результаті часткової сорбції кальцію, та аніонного, унаслідок чого відбувається незначне зниження кислотності. Проте на сьогодні використання іонообміну, що відбувається на катіонітах та аніонітах, не знайшло широкого впровадження з огляду на властивості та санітарно-гігієнічні вимоги до матеріалів, що використовуються для цих цілей.

Одним із напрямів керованої зміни чи коректування сольового складу молока є внесення солей стабілізаторів, і хоча цей напрям спричиняє полеміку серед науковців і спеціалістів галузі, проте дозволяє за рахунок іонообміну забезпечити колоїдну стійкість системи. Останнє, з точки зору авторів [91], з одного боку, відбувається за рахунок підвищення рН молока внаслідок гідролізу солі з

лужним ефектом, а з іншого, – зниження розчинності та іонізації кальцію та магнію внаслідок зв'язування іонів кальцію як фактора стабільності в малодисоційовані солі, що призводить до зниження концентрації іонізованого кальцію. Науковці пропонують використовувати широкий спектр солей стабілізаторів, при цьому найбільш ефективна сіль та її оптимальна кількість встановлюється в кожному конкретному випадку залежно від хімічного складу вихідної сировини. У роботі [91] наведено дані щодо застосування як солей-стабілізаторів двоамієного фосфату натрію, кальцію, цитрату та бікарбонатів натрію, які вводяться до складу молока за концентрації (0,05...0,3%) та внаслідок іонообміну сприяють підвищенню його колоїдної стабільності.

З огляду на комплексність іонообміну шляхом використання солей стабілізаторів пропонується використовувати суміші різних фосфатів, зокрема «Джуліні», ТУРРИЗИН ST, БЕКАПЛЮС FS, СОЛЬВА GS [97] та Будал 935 [98]. Вищезазначені суміші виробляються за спеціальною технологією та можуть запроваджуватися в технології молочної продукції за умов внесення їх до харчових систем за концентрації 0,05...1,00%.

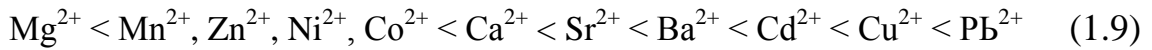
Використання солей стабілізаторів у технологіях продукції на основі молочної сировини, з одного боку, сприяє колоїдній стабільності молока за рахунок зміщення сольової рівноваги, а з іншого, – не є безпечними з огляду на порушення сольового балансу, що призводить до небажаної, на думку науковців, зміни балансу в молоці в бік збільшення вмісту фосфатів, цитратів тощо.

Використання іонообміну шляхом введення солей стабілізаторів із хімічної точки зору забезпечується перебігом реакції згідно з рівнянням 1.8:



З огляду на рівняння 1.8 можна визначити цілу низку інноваційних рішень, які будуть лежати в площині зв'язування іонів кальцію. Так, іонообмін за визначених умов може відбуватися в системі за використання інших складових, зокрема альгілату натрію. Натрієва сіль альгінової кислоти є полімером, що складається з β -мануронової і λ -галуронової кислот, у молекулі якої наявні три види полімерів, одна частина з яких складається здебільшого з одиниць D-мануронової кислоти, друга частина – з одиниць λ -галуронової кислоти та третя частина являє собою залишки δ -мануронової і λ -галуронової кислот, що чергуються [99].

У літературних джерелах [99–110] наведено інформацію щодо властивостей альгілату натрію та його застосування в різних галузях харчової промисловості, а також для виробництва структурованих продуктів [111–115]. Такий спектр застосування зумовлений насамперед функціонально-технологічними властивостями – підвищенням в'язкості та гелеутворенням із металами згідно з іонотропним рядом (1.9). Останнє зазвичай розглядається в рамках одержання харчової продукції з гелеподібною структурою, а не з точки зору його сорбційних властивостей відносно іонів кальцію, що робить можливим використання його з метою підвищення колоїдної стабільності молока.



На сьогодні відсутня інформація щодо технологічних принципів застосування альгінату натрію як іонообмінника з метою підвищення колоїдної стабільності молока. Науковці робили спроби щодо запровадження технологій, які передбачають використання солей альгінової кислоти для деконтамінації молока від радіонуклідів стронцію [116]. Проте доцільність використання солей альгінової кислоти вченими визначалася в площині використання їх як сорбенту відносно сполук важких металів, а не з огляду на підвищення колоїдної стабільності молока.

Науковцями запропоновано численні хімічні та фізичні методи регулювання складу сольової системи молока, що сприяє фізико-хімічній стабільності його колоїдної фази. Підвищення стабільності молока методом іонного обміну як за рахунок використання іонообмінних матеріалів (іонітів), так і шляхом введення солей стабілізаторів, що забезпечують мінімальну зміну хімічного складу, сприяє розвитку виробництва продукції, де вибір сировини є обґрунтованим не лише з позиції поживної цінності, а й з огляду на технологічні властивості. Проте в сучасних умовах питання харчової цінності продукції на основі молочної сировини перш за все лежить у площині не лише відповідності продукції, що випускається, фізико-хімічним показникам, зазначених у нормативній документації, а й регламентації та контролю продукції з точки зору її безпечності. З урахуванням неоднозначної думки науковців відносно безпечності сучасних технологій регулювання складу сольової системи молока існує доцільність виявлення та впровадження більш ефективних засобів іонообміну, які, з одного боку, будуть безпечними для здоров'я споживача, а з іншого, – сприятимуть одержанню молочної сировини з підвищеними термо- та кислотостійкістю, де останнє дозволить створити технології напівфабрикатів десертної продукції. Слід зазначити, що перспективним є використання як молочної сировини молока знежиреного. Останнє обґрунтовано, з одного боку, актуальністю впровадження на сьогодні ресурсозбережних технологій з огляду на накопичення молока знежиреного під час переробки молочної сировини, що потребує рекомендацій щодо його використання, а з іншого, – з огляду на перебіг іонообміну, що може ускладнюватися за наявності жиру в молоці.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДУ СОЛЬОВОЇ СИСТЕМИ МОЛОКА ЗНЕЖИРЕНОГО

2.1. Теоретичні передумови розробки технології молока знежиреного з регульованим складом сольової системи

В умовах сьогодення одним з найбільш важливих завдань, що висувають перед виробниками харчової продукції, є виробництво інноваційних продуктів і забезпечення їх конкурентоспроможності. Останнє визначає не тільки економічну успішність виробника на цільовому ринку збуту, а і є запорукою зростання прибутку підприємства, що загалом сприяє накопиченню та подальшому розвитку науково-технічного потенціалу галузі.

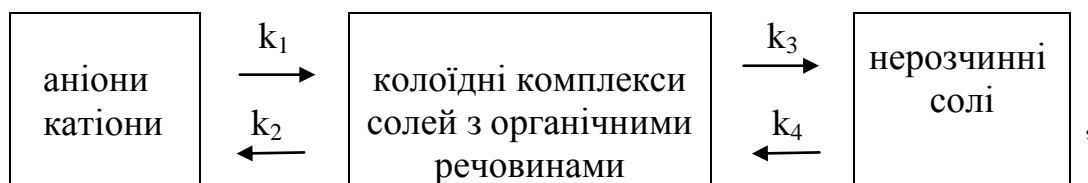
За даними [57; 58] молоко є складною за складом, станом і структурою харчовою полідисперсною системою, у межах якої речовини перебувають у трьох фазах: колоїдній (I), емульсійній (II) та істинного (іонно-молекулярний) розчину (III) (рис. 1.2), між якими встановлюється фізико-хімічна рівновага, що впливає один на одного, яка, у свою чергу, впливає на рівновагу, що діє всередині.

Стабільність молока як полідисперсної системи в технологічному потоці визначається стабільністю стану структурних елементів підсистем. Оскільки молоко можна охарактеризувати з товарознавчої, технологічної, фізико-хімічної, колоїдної, мікробіологічної та інших точок зору, стає зрозумілим, що за природою воно не може бути продуктом зі стабільними властивостями в часі. Слід відзначити, що стабільність молока як системи не завжди можна забезпечити за рахунок стабільності одного з її структурних елементів, оскільки їх вплив на систему загалом не завжди є зрозумілим і прогнозованим.

Один і той самий структурний елемент полідисперсної системи молока може нести одночасно фізичний, хімічний, біохімічний, мікробіологічний, колоїдний та інші потенціали, й стабілізація значень одного з них не гарантує стабільність іншого та системи загалом. Здатність до зміни цих потенціалів буде залежати від умов «відкритості» структурного елемента до дії зовнішніх факторів. Зовнішній вплив може змінювати фізичний потенціал і не впливати на хімічний та/або біохімічний потенціали, але тільки за умов, якщо стан рівноваги системи загалом не змінюється під впливом зовнішніх факторів, оскільки ця система до дії цього фактора є «закритою». Тому збільшення чи зменшення іонної сили істинного розчину буде впливати на розміри, заряд, рухомість та гідратацію міцел казеїну. Оскільки за розмірами міцели казеїну є одним з найбільших фізичних утворень молока, носієм поверхневого заряду з певною закономірністю розподілення на поверхні міцели, то зміна складу дисперсійного середовища молока знежиреного буде впливати на стан і стійкість міцел казеїну, а отже й на функціонально-технологічні властивості молока загалом.

У реальних умовах ізольованих систем не існує, не є винятком і молоко. Тому у разі зміни такого фізичного потенціалу, як щільність істинного розчину (сироватка молока з видаленим білком), молоко як система здатна змінювати хімічний потенціал, оскільки рівновага підсистем «колоїдна фаза» ↔ «істинний розчин» є найбільш чутливою до технологічного та біохімічного впливу, залежить від їх вмісту в складі полідисперсної системи, яка являє собою дисперсію колоїдних частинок в істинному розчині. За цих умов зміна стану та складу істинного розчину дисперсійного середовища молока призведе до зміни властивостей усіх складових молока, що дозволить регулювати функціонально-технологічні властивості молока як сировини в широкому діапазоні.

Зміна стану та складу істинного розчину дисперсійного середовища молока (головним чином за рахунок зв'язування та виведення іонізованого кальцію) змінює властивості всіх складових харчової системи – зв'язок між елементами сольової системи схематично може бути описаний таким чином:



де k_1, k_2, k_3, k_4 – коефіцієнти, які описують сольову рівновагу.

За досягнення умов термодинамічної рівноваги ($k_1 = k_2$, а $k_3 = k_4$) спрямованість перетворень і стан мінеральних речовин, які в загальному вигляді залежать від значень $k_1 \dots k_4$, тобто від здатності аніонів та катіонів до комплексоутворення, а для колоїдних комплексів – до дисоціації. З огляду на це можна прогнозувати, що перевагу в цьому випадку мають полівалентні аніони та катіони, але за умов, що вони перебувають у розчинному стані. Їх розчинність може змінюватися залежно від дії зовнішніх чинників на систему – температури, значень рН, концентрації сухих речовин та ін.

За цих умов введення в молоко знежирене комплексують, здатних трансформувати в нерозчинний стан аніони та катіони, створює умови, коли $k_2 > k_1$ (рис. 2.1а), що змінює потенціали, і, як наслідок, його функціонально-технологічні властивості. Як комплексують може бути використано AlgNa (у вигляді водних розчинів), який за рахунок перебігу реакції заміщення здатен переводити в нерозчинний стан Ca^{2+} , тим самим порушуючи рівновагу $k_1 = k_2$ у бік $k_2 > k_1$, що призведе до переводу в розчинний стан частки кальцію колоїдних комплексів, змінюючи властивості системи загалом (рис. 2.1а). Введення до системи певних коректорів розчинності, наприклад кислотомісної сировини, зокрема концентратів соку чи пюре, призведе до інтенсифікації вищезазначених процесів, виникнення нових умов ($k_4 > k_3$) і керованої зміни складу сольової системи (рис. 2.1б). За цих умов новоутворена система буде скоригована як за складом окремих структурних елементів, так і за їх впливом на функціонально-технологічні властивості молока знежиреного з утворенням нової системи – молоко з регульованим складом сольової системи.

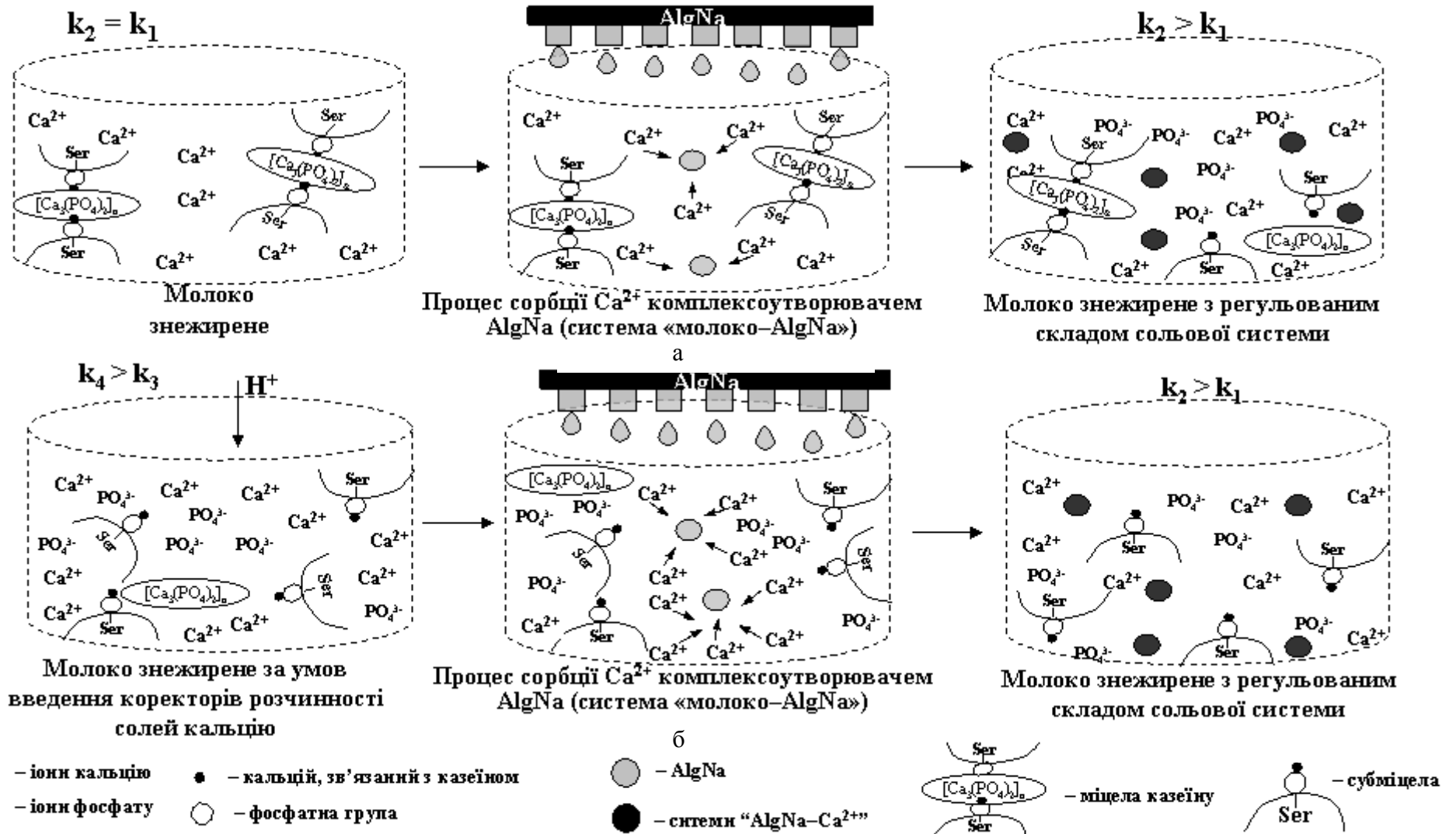


Рисунок 2.1 – Модель розвитку систем за порушення сольової рівноваги: а – за умов використання комплексоутворювача; б – за умов використання комплексоутворювача та коректорів розчинності солей

Відповідно до даних, наведених у підрозділі 1.2, сольова система молока є гетерогенною за складом і станом, складові сольової системи наявності у двох формах – у вигляді істинного (іонно-молекулярного) розчину та колоїдної фази. Вміст катіонів, аніонів та їх солей залежить від багатьох чинників (температура, рН системи, іонна сила та ін.), а їх співвідношення забезпечує стабільність властивостей молока протягом певного часу.

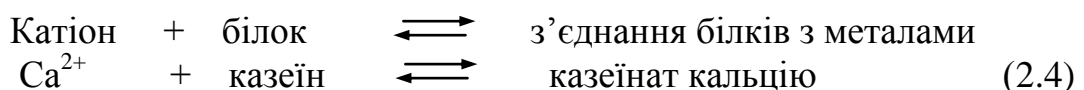
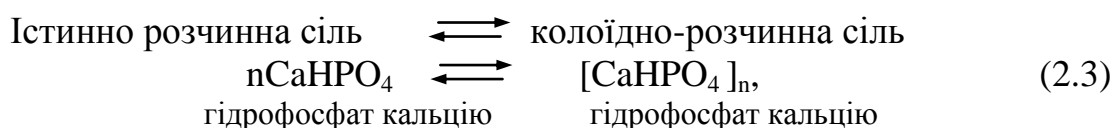
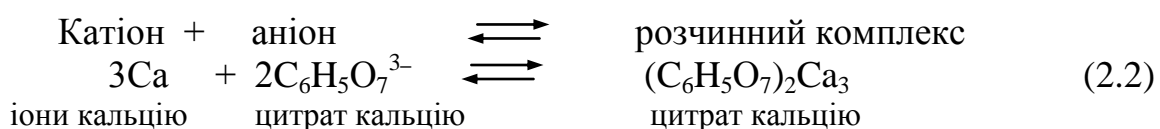
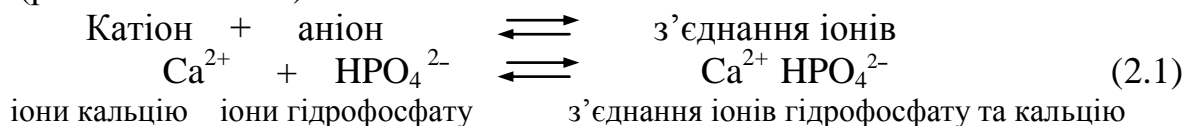
Проте стабільність молока як технологічної системи під час зберігання та за впливу технологічних факторів пов'язана зі зростанням коефіцієнта k_2 , що є результатом розпаду казеїнових міцел та вивільнення Ca^{2+} . Цьому сприяє зміна біохімічного та мікробіологічного потенціалу системи (накопичення молочної кислоти), а встановлення нових умов рівноваги пов'язано зі зменшенням рН, тобто накопиченням у системі Ca^{2+} . За такого формального тлумачення переходів стає зрозумілою система технологічних дій. А оскільки головною умовою цілісності системи є її колоїдна стабільність, то очевидно, що головним дестабілізуючим рівновагу фактором є концентрація іонізованого кальцію в системі.

Важливим є розуміння, що одним із головних параметрів керованого впливу на колоїдну стабільність молока є забезпечення контрольованого зниження вмісту кальцію у зв'язку із сольовою рівновагою молока (табл. 2.1).

Із даних, наведених у табл. 2.1, бачимо, що до складу сольової системи входять як іони (Ca^{2+} , Mn^{2+} , K^+ , Na^+), так і їх з'єднання – цитрати, фосфати, карбонати, сульфати, хлориди кальцію, магнію, натрію, калію. Серед вищезазначених макроелементів та їх з'єднань найбільш важливе значення в забезпеченні стабільності колоїдної фази в технологічних процесах належить кальцію.

За даними [57; 61] вміст кальцію в молоці становить 100...140 мг%, із них 34% перебувають в іонно-молекулярному стані, а 66% – у колоїдному. Із загального розчинного кальцію в стані іонів перебуває 35%, кальцій у складі цитратів та фосфатів становить, відповідно, 55% та 10%.

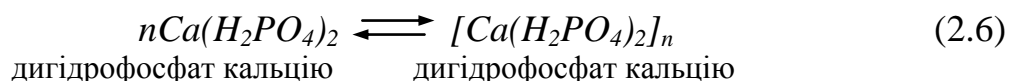
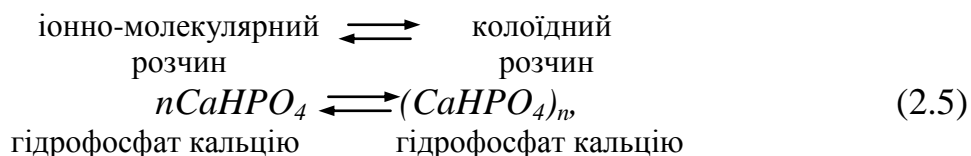
У складі сольової системи кальцій перебуває у вигляді іонно-молекулярної, колоїдної та зв'язаної з білковою фракцією (казеїн) формі. За вищезазначених умов сольова рівновага об'єднує рівновагу дисоціацій істинно розчинних складових, а також рівновагу між істинно розчинним і колоїдним станом (рівняння 2.1–2.4).



Таблиця 2.1 – Хімічні реакції, що описують перехід речовин в іонний стан (для макроелементів та їх комплексів)

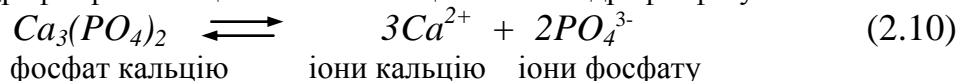
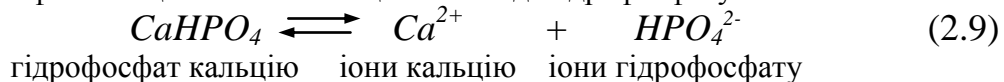
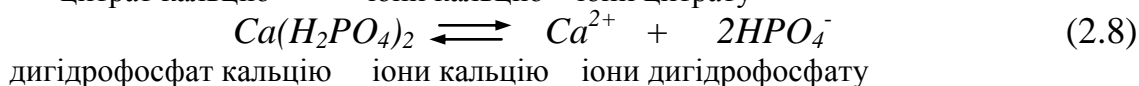
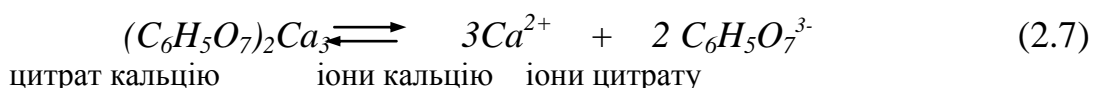
Аніон	Комплекси та хімічні реакції для різних катіонів			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
H ₂ Cit ⁻	$CaCit_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2H_2Cit^-$	$MnCit_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2Cit^-$	$NaCit \rightleftharpoons Na^+ + H_2Cit^-$	$KCit \rightleftharpoons K^+ + H_2Cit^-$
HCit ²⁻	$CaCit \rightleftharpoons Ca^{2+} + H_2Cit^{2-}$	$MnCit \rightleftharpoons Mn^{2+} + H_2Cit^{2-}$	$Na_2Cit \rightleftharpoons 2Na^+ + H_2Cit^-$	$K_2Cit \rightleftharpoons 2K^+ + H_2Cit^-$
Cit ³⁻	$Ca_3Cit_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2H_2Cit^{3-}$	$Mn_3Cit_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2H_2Cit^{3-}$	$Na_3Cit \rightleftharpoons 3Na^+ + H_2Cit^{3-}$	$K_3Cit \rightleftharpoons 3K^+ + H_2Cit^{3-}$
H ₂ PO ₄ ⁻	$Ca(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2H_2PO_4^-$	$Mn(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2PO_4^-$	$NaH_2PO_4 \rightleftharpoons Na^+ + H_2PO_4^-$	$KH_2PO_4 \rightleftharpoons K^+ + H_2PO_4^-$
HPO ₄ ²⁻	$CaHPO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + HPO_4^{2-}$	$MnHPO_4 \rightleftharpoons Mn^{2+} + HPO_4^{2-}$	$Na_2HPO_4 \rightleftharpoons 2Na^+ + HPO_4^{2-}$	$K_2HPO_4 \rightleftharpoons 2K^+ + HPO_4^{2-}$
PO ₄ ³⁻	$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$	$Mn_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$	$Na_3PO_4 \rightleftharpoons 3Na^+ + PO_4^{3-}$	$K_3PO_4 \rightleftharpoons 3K^+ + PO_4^{3-}$
HCO ₃ ⁻	$Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO^-$	$Mn(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2HCO^-$	$NaHCO_3 \rightleftharpoons Na^+ + HCO^-$	$KHCO_3 \rightleftharpoons K^+ + HCO^-$
CO ₃ ²⁻	$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$	$MnCO_3 \rightleftharpoons Mn^{2+} + CO_3^{2-}$	$Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2Na^+ + CO_3^{2-}$	$K_2CO_3 \rightleftharpoons 2K^+ + CO_3^{2-}$
HCO ₃ ⁻	$Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO^-$	$Mn(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2HCO^-$	$NaHCO_3 \rightleftharpoons Na^+ + HCO^-$	$KHCO_3 \rightleftharpoons K^+ + HCO^-$
Cl ⁻	$CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$	$MnCl_2 \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2Cl^-$	$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$	$KCl \rightleftharpoons K^+ + Cl^-$
HSO ₄ ⁻	$Ca(HSO_4) \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HSO^-$	$Mn(HSO_4) \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2HSO^-$	$NaHSO_4 \rightleftharpoons Na^+ + HSO_4^-$	$KHSO_4 \rightleftharpoons K^+ + HSO_4^-$
RCOO ⁻	$RCOO_2Ca \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2RCOO^-$	$RCOO_2Mn \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2RCOO^-$	$RCOONa \rightleftharpoons Na^+ + RCOO^-$	$RCOOK \rightleftharpoons K^+ + RCOO^-$

Фосфати кальцію характеризуються низькою розчинністю та незначною константою дисоціації, лише невелика частина їх міститься у вигляді істинного розчину, більша – у вигляді колоїдного розчину. Між ними встановлюється рівновага, що описується рівняннями 2.5, 2.6.

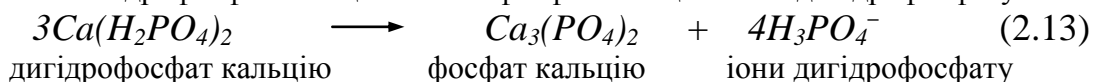
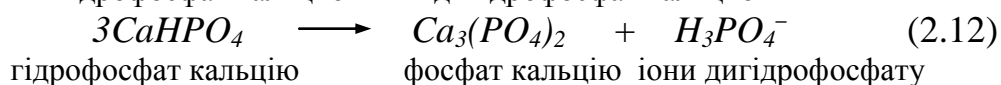
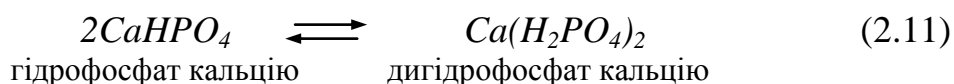


Зрушення рівноваги в той чи інший бік залежить від рН молока, температури та інших чинників. Співвідношення цих форм фосфатів кальцію відіграє важливу роль у стабілізації колоїдів молока. Так, фосфати кальцію у вигляді істинного розчину є джерелом Ca^{2+} , від концентрації яких залежить розмір та стійкість міцел казеїну під час теплової обробки, а також швидкість сичужної коагуляції. Разом з тим збільшення концентрації колоїдного кальцію вище критичного рівня в результаті довготривалої високотемпературної обробки може спричинити зниження термостійкості казеїнових міцел молока.

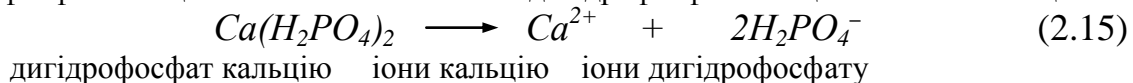
В іонно-молекулярному стані в молоці міститься частина цитратів (рівняння 2.7) та фосфатів (рівняння 2.8–2.10) кальцію.



За впливу технологічних чинників фосфати кальцію здатні до взаємного переходу, що й зумовлює стабільність молока та казеїнової фракції безпосередньо. Так, за зниження температури молока до 4°C частина гідрофосфату переходить у дигідрофосфат кальцію (рівняння 2.11), а під час термообробки молока частина гідрофосфату (і дигідрофосфату) кальцію переходить у практично нерозчинний фосфат (рівняння 2.12, 2.13), що збігається із загальними закономірностями зміни сольової рівноваги.



На сольову рівновагу молока суттєвий вплив буде чинити рН. Накопичення молочної кислоти під час зберігання молока або введення до його складу кислотомісної сировини призведе до зменшення негативного заряду міцел, і, як наслідок, зміни сольового балансу молока (рис. 2.1): частина колоїдних солей кальцію перейде в іонно-молекулярний стан, а фосфати кальцію набудуть кращої розчинності та вищого ступеня дисоціації. Так, гідрофосфат кальцію може переходити в дигідрофосфат і підвищувати концентрацію іонізованого кальцію (рівняння 2.14, 2.15).



Згідно з проведеним аналізом взаємних перетворень сольової системи молока стає зрозумілим, що своєчасне та кероване виведення іонів кальцію упереджує колоїдну дестабілізацію полідисперсної системи та дозволяє прогнозувати створення нової товарної форми – молоко знежирене з регульованим складом сольової системи. Можна припустити, що молоко знежирене з регульованим складом сольової системи буде характеризуватися новими технологічними властивостями, реалізація яких у технологічному потоці дозволить одержати принципово нові харчові продукти та напівфабрикати для їх виробництва.

2.2. Дослідження сорбційної здатності альгінату натрію та зміни структурно-механічних властивостей його розчинів під час сорбції іонів кальцію

Із метою регулювання складу сольової системи молока знежиреного як комплексоутворювач використовується AlgNa у вигляді водних розчинів. Сьогодні на продовольчому ринку України AlgNa як харчовий інгредієнт представлено достатньо великою кількістю марок, що зумовлює необхідність вибору найбільш ефективного з огляду на його фізико-хімічні властивості та їх прояв в конкретному технологічному процесі.

Аналіз інформаційних джерел засвідчує, що властивості AlgNa та його розчинів ретельно досліджено вітчизняними [110–115] та закордонними [101...109] вченими. За існування загального масиву інформації стосовно властивостей AlgNa використання його як сорбенту потребує визначення абсолютних значень таких показників, як в'язкість, сорбуюча здатність, модуль пружності гелів, що утворюються, та ін. Саме ці показники будуть визначати такі технологічні параметри, як спосіб введення розчинів AlgNa до молока знежиреного, кількість іонізованого кальцію, що сорбується, умови видалення сорбенту, тривалість процесу сорбції.

Для дослідження обрано 6 зразків AlgNa виробництва фірми Danisco (Данія) марок FD 127, FD 150, FD 157 та Cargill (Франція) марок Algogel 3001,

Algogel 3021, Algogel 6021. Критеріями вибору стали технічні характеристики AlgNa – ступінь полімеризації, співвідношення β -D-мануранових (M) та α -L-гулуранових (G) кислот, що коливається в межах 0,45...1,60, а також наявність дозволу на використання (висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи Міністерства охорони здоров'я України), ціна.

Ефективну в'язкість розчинів AlgNa різних марок (рис. 2.2) досліджували на ротаційному віскозиметрі ВПН-0,2М [117]. Розчини AlgNa 1,0% концентрації, які досліджувалися, незалежно від марки є неньютонівськими рідинами, ефективна в'язкість яких залежить від швидкості зсуву. Із характеру кривих $\eta = f(\dot{\gamma})$ (рис. 2.2) бачимо, що вони мають дві області: поступового руйнування структури та ньютонівське плато за високих швидкостей зсуву, що, ймовірно, пояснюється руйнуванням міжмолекулярних зчеплень між полімерами.

Із даних, наведених на рис. 2.2, бачимо, що еквіконцентровані розчини AlgNa мають різні значення ефективної в'язкості, які перебувають у широкому діапазоні та за швидкості зсуву 140 c^{-1} коливаються в межах 0,03...0,16 Па·с. Слід зазначити, що для зразків AlgNa 2–6 швидкість зсуву, за якої настає руйнування структури, становить $40...80 \text{ c}^{-1}$, у той час як для зразків 1, 3 – $120...140 \text{ c}^{-1}$. Можна прогнозувати, що це пов'язано зі ступенем полімеризації молекул AlgNa та їх молекулярною структурою: залишки M- та G-кислот за структурної подібності мають протилежну конформацію піранозного циклу, що призводить до різної форми полімерних молекул.

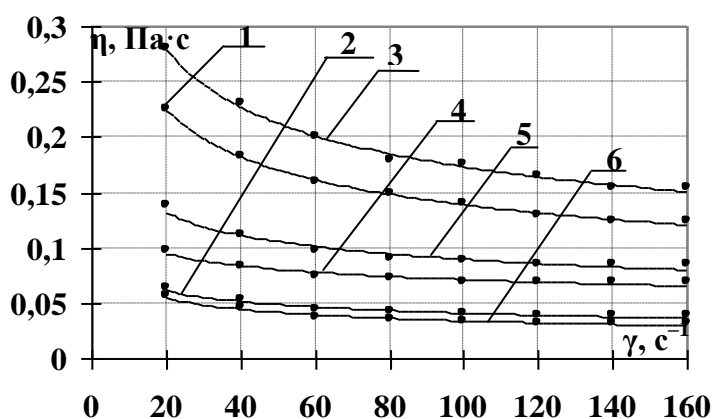


Рисунок 2.2 – Залежність ефективної в'язкості розчинів AlgNa 1,0% концентрації різних марок ($t = 21,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$): 1 – FD 127; 2 – FD 150; 3 – FD 157; 4 – Algogel 3001; 5 – Algogel 3021; 6 – Algogel 6021

З огляду на використання AlgNa як комплексоутворювача разом з дослідженням його в'язкісних характеристик важливим є визначення сорбційної здатності стосовно Ca^{2+} (рис. 2.3), яку встановлювали шляхом визначення вмісту сорбованого кальцію з розчинів кальцію хлориду (CaCl_2) з використанням кальцій-селективного електроду. Установлено (рис. 2.3), що сорбція Ca^{2+} починається одразу після змішування двох розчинів (AlgNa та CaCl_2) і розвивається в часі, досягаючи рівноваги через (15,0...20,0)·60 с залежно від марки AlgNa. Процес сорбції в часі умовно можна поділити на II етапи: I етап – протягом

(1,0...15,0) · 60 с – характеризується високою швидкістю сорбції, на II етапі – протягом (16,0...60,0) · 60 с – спостерігається уповільнення процесу. Співставлення результатів сорбції іонів кальцію AlgNa різних марок дозволяє стверджувати, що за рівних умов ((15,0...20,0)·60 с) значення досліджуваного показника (вміст Ca^{2+} , який сорбовано) для марок FD 127, FD 150, FD 157, Algogel 3001, Algogel 3021, Algogel 6021 становить $9,9 \pm 0,1$, $9,0 \pm 0,1$, $7,3 \pm 0,1$, $9,4 \pm 0,1$, $8,0 \pm 0,1$, $9,0 \pm 0,1$ % відповідно. Одержані результати вказують на доцільність використання AlgNa марки FD 127, який за однакових умов (концентрація, час сорбції) володіє найбільшою сорбційною здатністю відносно Ca^{2+} . Подальші дослідження проводили з AlgNa марки FD 127.

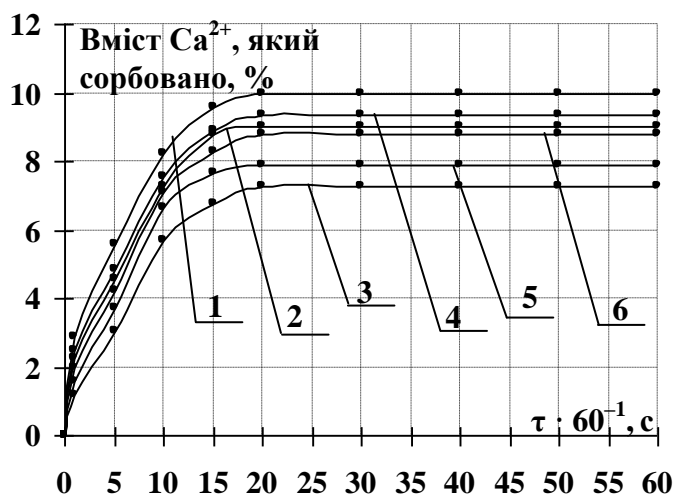


Рисунок 2.3 – Кінетичні криві взаємодії розчину AlgNa 1,0% концентрації різних марок і хлориду кальцію ($t = 21,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$): 1 – FD 127; 2 – FD 150; 3 – FD 157; 4 – Algogel 3001; 5 – Algogel 3021; 6 – Algogel 6021

Обґрунтування умов використання AlgNa марки FD 127 як комплексоутворювача потребує дослідження його властивостей (сорбційних, структурно-механічних) залежно від технологічних чинників, а саме концентрації AlgNa, рН середовища, тривалості процесу. Визначено ефективну в'язкість розчинів AlgNa залежно від концентрації (рис. 2.4).

Аналіз даних експериментальних досліджень (рис. 2.4) вказує на однаковий характер кривих, зокрема, зменшення в'язкості за умов збільшення швидкості зсуву, характерний для неньютонівських рідин. Збільшення концентрації AlgNa у розчині призводить до нелінійного зростання ефективної в'язкості, яка для зразків за концентрації AlgNa у розчині 1,0, 2,0 та 3,0% за швидкості зсуву 140 с^{-1} становить $0,12 \pm 0,02$, $0,74 \pm 0,02$ та $1,92 \pm 0,02 \text{ Па} \cdot \text{с}$ відповідно, що, імовірно, залежить від блочної структури макромолекул, наявності міжмолекулярної взаємодії в розчині та буде впливати на кількість Ca^{2+} , що сорбується, а також на структурно-механічні властивості систем, які одержуються під час сорбції: від загущення до гелеутворення.

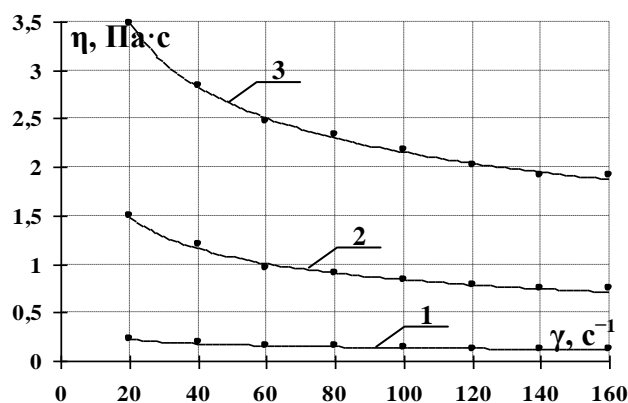


Рисунок 2.4 – Залежність ефективної в'язкості розчинів AlgNa від концентрації ($t = 21,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$), %: 1 – 1,0; 2 – 2,0; 3 – 3,0

Введення до молока знежиреного коректорів розчинності солей, зокрема кислотовмісної сировини сприяє зниженню рН середовища, до якого в подальшому вводиться AlgNa з метою сорбції Ca^{2+} . З огляду на вищевказане досліджено вплив рН на ефективну в'язкість розчинів AlgNa за різної концентрації (рис. 2.5).

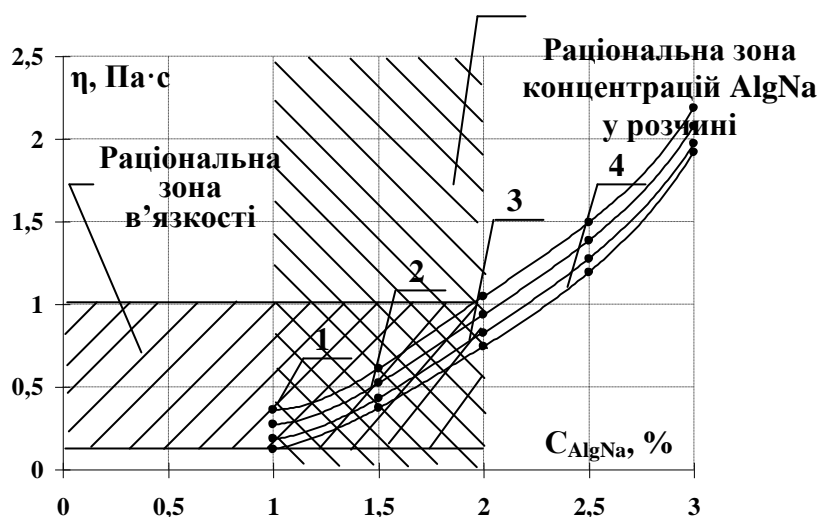


Рисунок 2.5 – Залежність ефективної в'язкості ($\gamma = 140 \text{ c}^{-1}$) розчинів AlgNa від концентрації ($t = 21,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$): 1 – рН 5,0; 2 – рН 5,5; 3 – рН 6,0; 4 – рН 6,9

Результати дослідження, які наведено на рис. 2.5, вказують на збільшення ефективної в'язкості розчинів AlgNa за умов зниження рН. Так, значення ефективної в'язкості розчинів AlgNa 1,0% концентрації за рН 5,0; 5,5; 6,0; 6,9 становить $0,36 \pm 0,01 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $0,27 \pm 0,01 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $0,18 \pm 0,01 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ та $0,27 \pm 0,01 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ відповідно, що, імовірно, пов'язано з частковою дисоціацією карбоксильних груп, що пізніше може призвести до порівняно меншої сорбції іонів кальцію.

З урахуванням використання AlgNa як комплексоутворювача за різних значень рН визначено сорбційну здатність AlgNa залежно від його концентрації та рН (рис. 2.6).

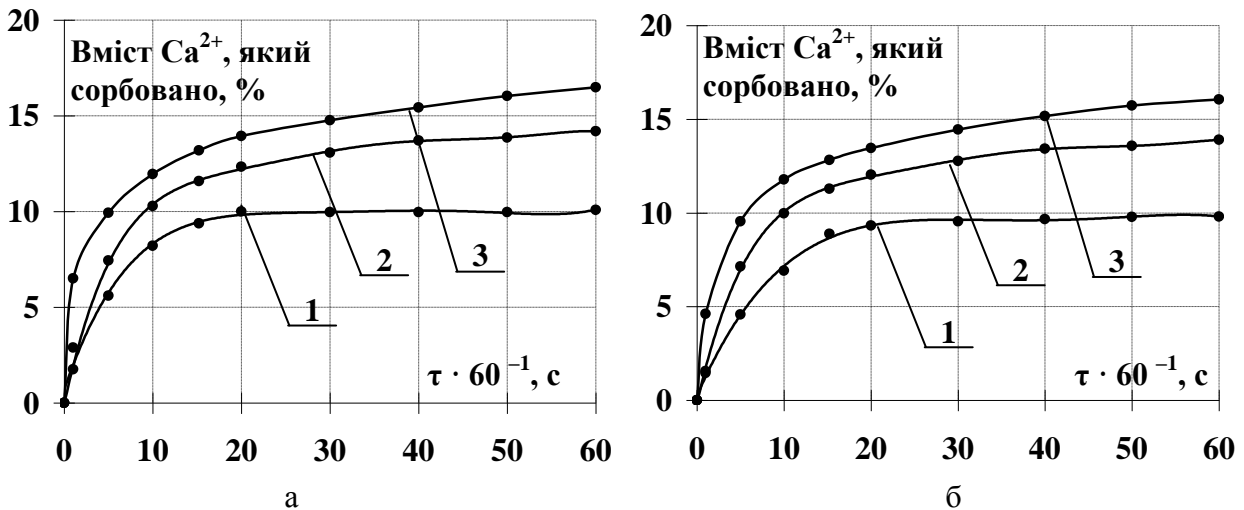


Рисунок 2.6 – Кінетичні криві взаємодії розчинів AlgNa та CaCl₂ за різних значень рН (6,9 (а) та 5,5 (б)) за концентрації (t = 21,0 ± 0,5° С), %:
1 – 1,0; 2 – 2,0; 3 – 3,0

Кількість Ca²⁺, що сорбується AlgNa (рис. 2.6), збільшується з підвищенням концентрації AlgNa у розчині з 1,0 до 3,0 %. На I етапі сорбції спостерігається висока швидкість зв'язування Ca²⁺, яка практично не залежить від концентрації сорбенту. Кількість Ca²⁺, що сорбовано, 1,0, 2,0 та 3,0% розчином AlgNa через 15,0 · 60 с становить, відповідно, 9,6 ± 0,1, 11,0 ± 0,1 та 12,6 ± 0,1% відповідно. Із характеру кривих 1, 2, 3 (рис. 2.6а) бачимо, що надалі процес відбувається по-різному. Так, для розчину AlgNa 1,0% концентрації максимум сорбції спостерігається через 20,0 · 60 с, відповідає 10,0 ± 0,1% сорбованого Ca²⁺ і надалі є сталою величиною, про що свідчить наявність плато на кривій сорбції. Для розчинів AlgNa 2,0 та 3,0% концентрації характерне уповільнення швидкості сорбції за збільшення абсолютних показників Ca²⁺, що сорбовано (12,3 ± 0,1 та 13,8 ± 0,1% відповідно), з подальшим згасанням процесу. Вищезазначену динаміку процесу можна пояснити гальмуванням іонообмінної реакції внаслідок перетворення розчину AlgNa на гелеву структуру (утворення AlgCa), що уповільнює дифузію Ca²⁺ в об'ємі реагуючої маси.

Співставлення кінетики кривих взаємодії розчинів AlgNa та хлориду кальцію за різних рН (рис. 2.6а, б) засвідчує, що загальна кількість Ca²⁺, що сорбується, за рН 5,5 та інших рівних умов зменшується порівняно з рН 6,9 та протягом 60,0 · 60 с для 3,0% розчину AlgNa становить 15,8 ± 0,1 та 16,5 ± 0,1%. Залежність сорбції AlgNa як слабкокислотного іонообмінника може бути зумовлена дисоціацією карбоксильних і гідроксильних груп полімеру і, як наслідок, зменшення іонної ємності в кислому середовищі.

З урахуванням того, що процес сорбції Ca²⁺ супроводжується перетворенням в структуровану систему – гель, встановлено структурно-механічні властивості систем «AlgNa–Ca²⁺» залежно від концентрації Ca²⁺ (рис. 2.7). Структурно-механічні властивості (модуль пружності систем «AlgNa–Ca²⁺») визначили за допомогою модифікованих вагів Каргіна-Сологової шляхом вивчення дефо-

рмачії стиснення структурованих систем під дією пуансона за сталого напруження) [117].

Збільшення концентрації Ca^{2+} у системах призводить до переходу систем «AlgNa– Ca^{2+} » з області рідиноподібних (рис. 2.7, криві 1, 2, 3) в область твердоподібних (рис. 2.7, криві 4, 5, 6), пружні властивості яких залежать як від концентрації AlgNa, так і Ca^{2+} . Із даних рис. 2.7 бачимо, що з підвищенням концентрації AlgNa міцність систем «AlgNa– Ca^{2+} » зростає, що відбувається внаслідок утворення хелатного комплексу, формування й ущільнення структури гелевої сітки. Так, модуль пружності гелів на основі AlgNa 1,0, 2,0, 3,0% концентрації та Ca^{2+} 0,088% становить $2,7 \pm 0,1$, $3,2 \pm 0,1$ та $5,0 \pm 0,1$ Па відповідно; підвищення концентрації Ca^{2+} до 0,146% призводить до збільшення модуля пружності до $4,0 \pm 0,1$, $4,5 \pm 0,1$ та $5,8 \pm 0,1$ Па відповідно.

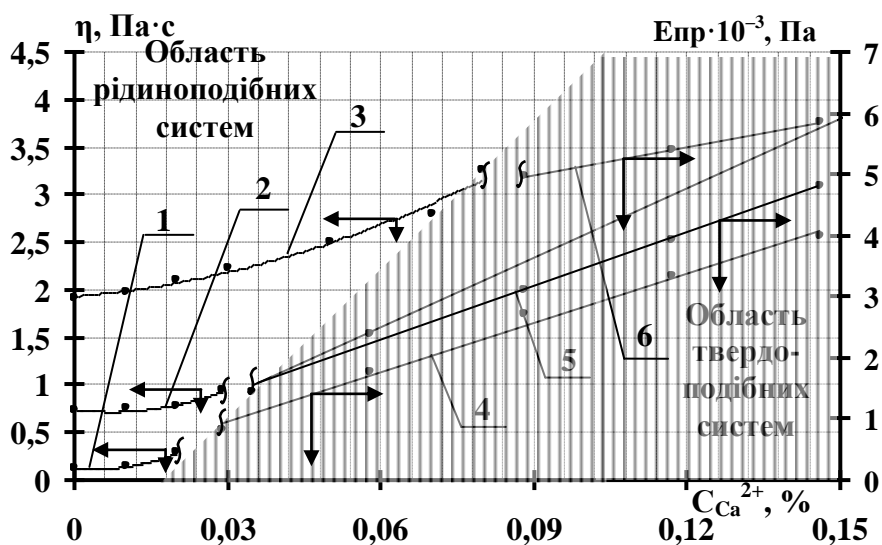


Рисунок 2.7 – Залежність ефективної в'язкості (η) (1, 2, 3) та модуля пружності ($E_{пр}$) (4, 5, 6) систем «AlgNa– Ca^{2+} » від концентрації Ca^{2+} за концентрації AlgNa, %: 1, 4 – 1,0; 2, 5 – 2,0; 3, 6 – 3,0

Разом із тим слід зазначити, що характер кривих 4, 5 та 6 (рис. 2.7) вказує на те, що стехіометричну рівновагу за цих умов не досягнуто. Проте вміст AlgNa у розчині може перевищувати необхідну концентрацію за стехіометричних умов, оскільки буде впливати на швидкість сорбції. Слід урахувати, що за цих умов розвиток системи «AlgNa– Ca^{2+} » не призведе до повного переведення його в сіль альгінат кальцію, а гелі будуть являти собою «м'який гель», що є сумішшю AlgNa та AlgCa. Співвідношення вищевказаних речовин буде залежати від вихідних концентрацій AlgNa та Ca^{2+} .

Важливим із точки зору використання AlgNa як комплексоутворювача є відокремлення систем «AlgNa– Ca^{2+} » від молока знежиреного, для чого визначено зусилля відриву за різної концентрації AlgNa та Ca^{2+} . Зусилля відриву систем «AlgNa–Ca» від поверхні розчинів хлориду кальцію за різного вмісту іонів кальцію оцінювали за допомогою торсійних вагів типу Дю Нуї, на гачку яких

закріплювали досліджувані зразки циліндричної форми за допомогою пластини з дротом. Коромисло вагів регулювали до встановлення рівноваги, при цьому показчик шкали знаходився у нульовому положенні. Плоскодонну чашу заповнювали розчином хлориду кальцію, що досліджувався, установлювали на рухливу платформу приладу та за допомогою гвинта піднімали платформу, доки зразок і розчин хлориду кальцію не торкнуться. У дотичному стані зразки витримували протягом 10 с, потім повільно за допомогою гвинта опускали платформу та за зовнішньою круговою шкалою реєстрували значення сили F у момент відриву. Зусилля відриву (CB) розраховували за формулою:

$$CB = \frac{F}{S}, \quad (2.16)$$

де CB – зусилля відриву, Па;
 F – значення сили за шкалою приладу, Н;
 S – площа перетину зразка, м².

Дослідження зусилля відриву проводили в середовищі розчинів $CaCl_2$, які моделюють молоко знежирене за вмістом кальцію. Під час проведення досліджень, результати яких наведено в табл. 2.2, також брали до уваги умови, за яких розчин $AlgNa$ перетворюється на твердоподібну систему – гель (рис. 2.7), вміст Ca^{2+} у розчинах і системах « $AlgNa-Ca^{2+}$ » коливався від 0,029 до 0,146%. Розчини $AlgNa$ 1,0...3,0% концентрації та системи « $AlgNa-Ca^{2+}$ », які за своїми властивостями являють собою рідиноподібні системи, не досліджувалися.

Аналіз одержаних даних (табл. 2.2) дозволяє визначити такі закономірності. Зусилля відриву систем « $AlgNa-Ca^{2+}$ » від дистильованої води залежить від когезійних властивостей, що у свою чергу визначається співвідношенням $AlgCa$, який утворився, та $AlgNa$, який не вступив у хімічну реакцію з Ca^{2+} за умов їх нестачі. Бачимо, що більш концентровані за вмістом $AlgNa$ системи виявляють більшу спорідненість до води дистильованої та, відповідно, складніше можуть бути від неї відокремлені.

Зусилля відриву систем « $AlgNa-Ca^{2+}$ » від розчинів хлориду кальцію за концентрації Ca^{2+} 0,029...0,146 % практично у всіх випадках зменшується (табл. 2.2). Це, імовірно, пояснюється тим, що за умов експерименту системи « $AlgNa-Ca^{2+}$ » та розчин хлориду кальцію в дотичному стані витримували протягом 10 с, що призводило до розвитку іонообмінної реакції і, як наслідок, гідрофобізації поверхні. Так, за концентрації $AlgNa$ 1,0% та вмісту Ca^{2+} 0,029...0,146% зусилля відриву систем « $AlgNa-Ca^{2+}$ » від розчину хлориду кальцію зменшується з $0,30 \pm 0,01$ до $0,20 \pm 0,01$ Па. Проведені дослідження дозволили визначити раціональні умови відокремлення систем « $AlgNa-Ca^{2+}$ » від молока знежиреного, зокрема, концентрацію $AlgNa$, що за інших визначених параметрів повинна коливатися у діапазоні 1,0...2,0%. Додаткова ємність $AlgNa$ до сорбції Ca^{2+} за визначених умов є передумовою проведення процесу в декілька етапів, що потребує обґрунтування.

Таблиця 2.2 – Залежність зусилля відриву систем «AlgNa–Ca²⁺» від поверхні розчинів CaCl₂

Характеристика систем	Концентрація, %		Структурно-механічні властивості		Зусилля відриву (Па) від розчинів хлориду кальцію, що містять Ca ²⁺ , %					
	AlgNa	Ca ²⁺	η, Па·с	E _{np} ·10 ³ , Па	0	0,029	0,056	0,088	0,117	0,146
Розчин AlgNa	1,0	–	0,12	–	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	1,0	0,029	–	0,83	0,30	0,27	0,23	0,21	0,20	0,20
Система «AlgNa–Ca»	1,0	0,056	–	1,78	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,20
Система «AlgNa–Ca»	1,0	0,088	–	2,70	0,24	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
Система «AlgNa–Ca»	1,0	0,117	–	3,33	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20
Система «AlgNa–Ca»	1,0	0,146	–	4,00	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18
Розчин AlgNa	2,0	–	0,74	–	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	2,0	0,029	0,95	1,45	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	2,0	0,056	–	2,40	0,34	0,32	0,32	0,30	0,30	0,29
Система «AlgNa–Ca»	2,0	0,088	–	3,12	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27
Система «AlgNa–Ca»	2,0	0,117	–	3,93	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26
Система «AlgNa–Ca»	2,0	0,146	–	4,45	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25
Розчин AlgNa	3,0	–	1,92	–	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	3,0	0,029	2,24	–	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	3,0	0,056	2,52	–	–	–	–	–	–	–
Система «AlgNa–Ca»	3,0	0,088	–	4,98	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39
Система «AlgNa–Ca»	3,0	0,117	–	5,40	0,39	0,39	0,39	0,38	0,37	0,37
Система «AlgNa–Ca»	3,0	0,146	–	5,85	0,38	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35

Примітка. Темним кольором зазначено показники, за яких відрив не спричиняє ускладнень з точки зору відокремлення систем «AlgNa–Ca²⁺» від розчинів CaCl₂.

У рамках використання AlgNa як комплексоутворювача з метою регулювання складу сольової системи молока знежиреного досліджено властивості систем «AlgNa–Ca²⁺», одержаних за умов, коли разом із Ca²⁺ містяться інші іони (Mg²⁺, Na⁺, K⁺), які моделюють макроелементний склад молока знежиреного (рис. 2.8).

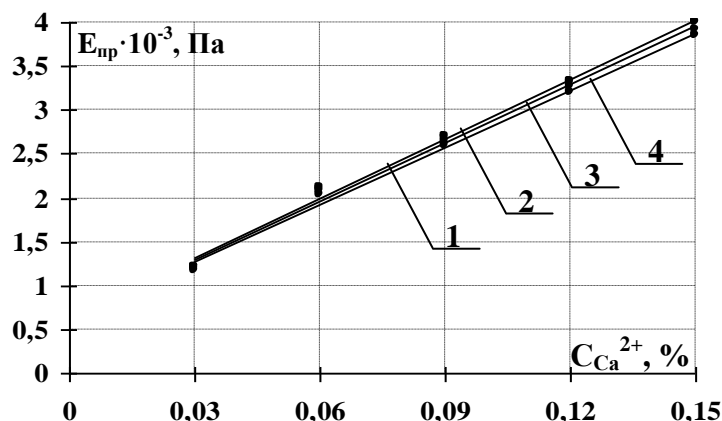


Рисунок 2.8 – Залежність модуля пружності систем «AlgNa–Ca²⁺» за концентрації AlgNa 1,0% (t = 21,0 ± 0,5° C) від концентрації Ca²⁺: 1 – C_{AlgNa} – 1,0%; 2 – C_{Mg²⁺} – 0,01%; 3 – C_{Na⁺} – 0,05%; 4 – C_{K⁺} – 0,14%

Внесення систем «AlgNa–Ca²⁺» до розчину, який містить Mg²⁺, не призводить до змінення модуля пружності (рис. 2.8). Останнє, імовірно, як стверджують автори [99; 110], пов'язано з тим, що хоча Mg²⁺ і є іонами двовалентного металу, проте внаслідок недостатніх розмірів (іонний радіус дорівнює 0,72 Å) вони нездатні утворювати комплекси із залишками гулуранових кислот. Експериментально визначено, що введення систем «AlgNa–Ca²⁺» до розчинів, які, крім Ca²⁺, містять Na²⁺ та K⁺ за концентрацій, що моделюють їх вміст у молоці, не впливає на значення модуля пружності. При цьому за всіх концентрацій Ca²⁺ спостерігається незначне підвищення дослідного показника, що, імовірно, пов'язано з незначною зміною хімічного потенціалу системи та наявністю Na⁺ та K⁺, що «послаблюють» гель, та знаходиться в межах похибки.

Таким чином, на основі дослідження властивостей AlgNa різних марок встановлено доцільність використання AlgNa марки Danisco FD 127, який за концентрації 1,0...2,0% має необхідні сорбційні властивості та структурно-механічні показники розчинів. Визначені зміни властивостей розчинів AlgNa характерні для модельних систем і потребують подальших досліджень в умовах перебігу сорбційних процесів під час регулювання складу сольової системи молока знежиреного.

2.3. Дослідження впливу технологічних чинників на сорбцію іонів кальцію комплексоутворювачем альгінатом натрію

За стехіометричної взаємодії AlgNa та іонізованого кальцію в технологічному потоці виникає AlgCa – нова фаза системи «розчин AlgNa–молоко», яка характеризується низьким хімічним потенціалом. Досягнення стехіометричної рівноваги – інерційний процес, тому за умов утворення та розвитку система «розчин AlgNa–Ca²⁺ молока» полімер перебуває в декількох станах. На I етапі (рис. 2.7 – область рідиноподібних систем; табл. 2.2) виникає загущена система, у складі якої [AlgNa] >> [AlgCa], що можливо за умов [AlgNa] >> [Ca²⁺] або на початкових стадіях процесу за будь-якого співвідношення реагуючих компонентів. Із колоїдної точки зору розподіл системи на фази є умовним, оскільки фази характеризуються високою спорідненістю через розчинник, що робить їх розділення неможливим.

На II етапі (рис. 2.7 – область твердоподібних систем; табл. 2.2) відбувається виникнення іотропного гелю з вираженими пластичними властивостями, тобто «м'якого» гелю, що можливо за умов, коли [AlgNa] > [Ca²⁺]. Міра пластичності та пружності цієї системи буде залежати від частки AlgCa в AlgNa, і за достатнього вмісту Ca²⁺ для розчинів AlgNa різних концентрацій пружність буде зростати, а пластичність – зменшуватися.

Розуміючи, що перебіг хімічної реакції заміщення Na⁺ на Ca²⁺ буде супроводжуватися нарощуванням гідрофобності, можна передбачити виділення водної фази, а за умов великого збитку Ca²⁺ – виникнення ксерогелів як результат конкуренції за воду.

Важливим є розуміння того, що в спільній за розчинником системі «розчин AlgNa–молоко» виникнення нової (за колоїдним станом) фази та її розвиток в напрямку AlgNa → AlgCa буде супроводжуватися масопереносом. З урахуванням того, що молекулярна маса AlgNa становить 542300 Да [116], а іонів кальцію – 40, відповідно до рівняння Ейнштейна, яке описує дифузійний рух частинок низько- та високомолекулярних речовин у рідині, єдино можливим розвитком системи є дифузія іонів кальцію до розчину AlgNa. За цих умов молоко знежирене буде збіднюватися за вмістом Ca²⁺, а розчин AlgNa внаслідок його сорбції, навпаки, збагачуватися.

Результатом іонообміну буде виникнення нової фази, а надалі її трансформація всередині зі стану «гель AlgNa–Ca²⁺» в «гель AlgCa». Розуміння вищезазначених процесів дозволяє створити нову технологічну систему – «молоко знежирене з регульованим складом сольової системи», а з технологічної точки зору – обґрунтувати та визначити раціональні параметри сорбції Ca²⁺ комплексоутворювачем AlgNa.

Зрозуміло, що на процес сорбції Ca²⁺ комплексоутворювачем AlgNa впливають різні технологічні чинники, межові значення яких наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні чинники та їх межові значення, які досліджено з метою обґрунтування технологічних параметрів сорбції Ca^{2+}

Найменування технологічного чинника	Одиниця вимірювання	Межові значення
Концентрація AlgNa у розчині	%	1,0...2,0
Співвідношення молоко:комплексоутворювач	–	(100:10)...(100:50)
Площа сорбції	м^2	$(30 \cdot 10^{-4}) \dots (150 \cdot 10^{-4})$
Температура сорбції	$^{\circ}\text{C}$	2...40
pH молока знежиреного	од.	5,0...5,5
Характер сорбції	–	Статичний чи динамічний (перемішування)
Етапність процесу з огляду на введення комплексоутворювача	–	1...3
Тривалість процесу	с	$(0,5 \cdot 60^2) \dots (24 \cdot 60^2)$

Серед вищезазначених технологічних чинників на першому етапі досліджень процес сорбції вивчено за сталих параметрів: температура ($t = 21 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), періодичність перемішування (через кожні $5 \cdot 60$ с) протягом $24 \cdot 60^2$ с, pH молока ($6,6 \pm 0,1$). Вміст кальцію визначали за методом А. Я. Дуденкова, що заснований на взаємодії кальцію з трилоном Б, у результаті чого кальцій переходить із з'єднань із білками та фосфором у розчин; залишок трилону Б відтитровують розчином хлориду кальцію [118].

Досліджено кінетику сорбції Ca^{2+} (рис. 2.9) з молока знежиреного розчином AlgNa за концентрації 1,0 та 2,0% за різного співвідношення молоко:розчин AlgNa. Установлено, що введення до молока знежиреного розчинів AlgNa й витримування протягом певного часу призводить до зменшення вмісту Ca^{2+} у його складі.

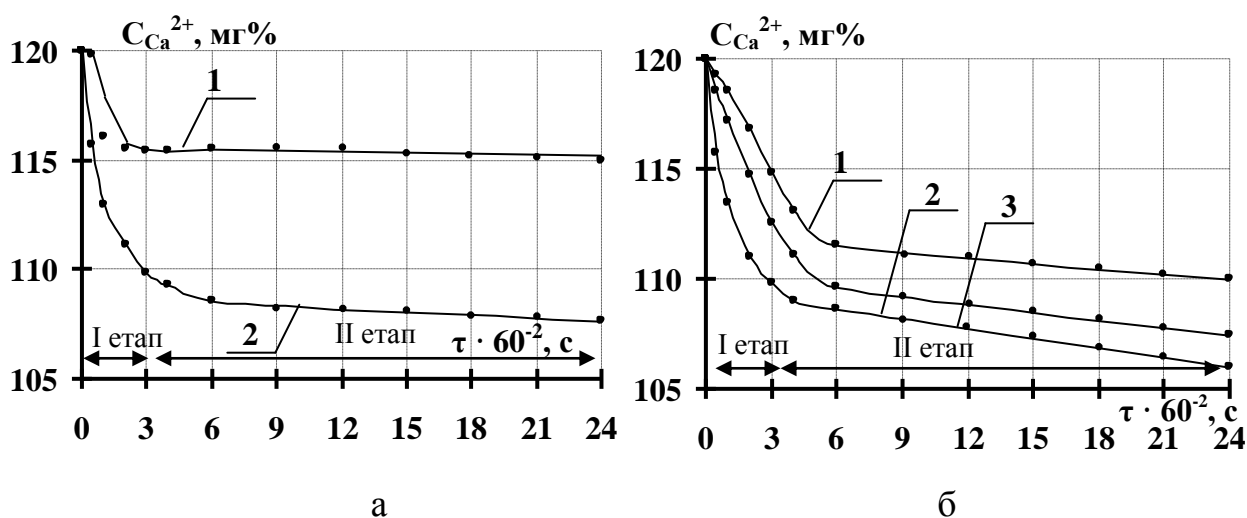


Рисунок 2.9 – Кінетика сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного розчином AlgNa за концентрації 1,0 (а) та 2,0% (б) за співвідношення молоко:розчин AlgNa: 1 – 100:10; 2 – 100:20; 3 – 100:30

Із наведених даних (рис. 2.9) бачимо, що за умов використання як комплексоутворювача розчину AlgNa 1,0% концентрації максимальна кількість сорбованого кальцію від загального становить $10,3 \pm 0,1\%$ (рис. 2.9а, крива 2), а за концентрації 2,0% – $11,7 \pm 0,1\%$ (рис. 2.9б, крива 3). Це дозволяє зробити висновок, що сольова рівновага в молоці знежиреному має інерційний характер, і підвищення концентрації AlgNa в 2 рази приводить до збільшення кальцію, що сорбувався, на 13,6%.

Збільшення загального вмісту комплексоутворювача призводить до збільшення кількості Ca^{2+} , що сорбується. Введення 1,0% розчину AlgNa за співвідношення молоко:розчин AlgNa як 100:10 призводить до сорбції $4,17 \pm 0,1\%$ Ca^{2+} (рис. 2.9а, крива 1), а за співвідношення 100 : 20 – $10,3 \pm 0,1\%$ (рис. 2.9а, крива 2), що вказує на доцільність використання AlgNa у більшій кількості. За умов введення однакової кількості AlgNa (0,2 г) у розчинах 1,0% концентрації за співвідношення 100:20 (рис. 2.9а, крива 2) та 2,0% концентрації за співвідношення 100:10 (рис. 2.9б, крива 1) до молока знежиреного призводить до сорбції порівняно меншої кількості Ca^{2+} , що становить 10 та 8% відповідно. Останнє, імовірно, пояснюється в'язкістю системи та співвідношенням молоко : розчин AlgNa, зокрема, збільшена в'язкість сприяє уповільненню процесу сорбції, а збільшення співвідношення, навпаки, прискорює процес за рахунок кращого контакту AlgNa з Ca^{2+} .

Проведені дослідження вказують на те, що співвідношення AlgNa та Ca^{2+} за даних умов (рис. 2.9) не досягає стехіометричних значень незалежно від умов сорбції.

Досліджено вплив площі сорбції (рис. 2.10) на кінетику сорбції Ca^{2+} . Різна площа сорбції досягалася шляхом крапельного введення розчину AlgNa та у вигляді пласту певної маси (10 г) за співвідношення молоко знежирене:розчин альгінату натрію як 100:10.

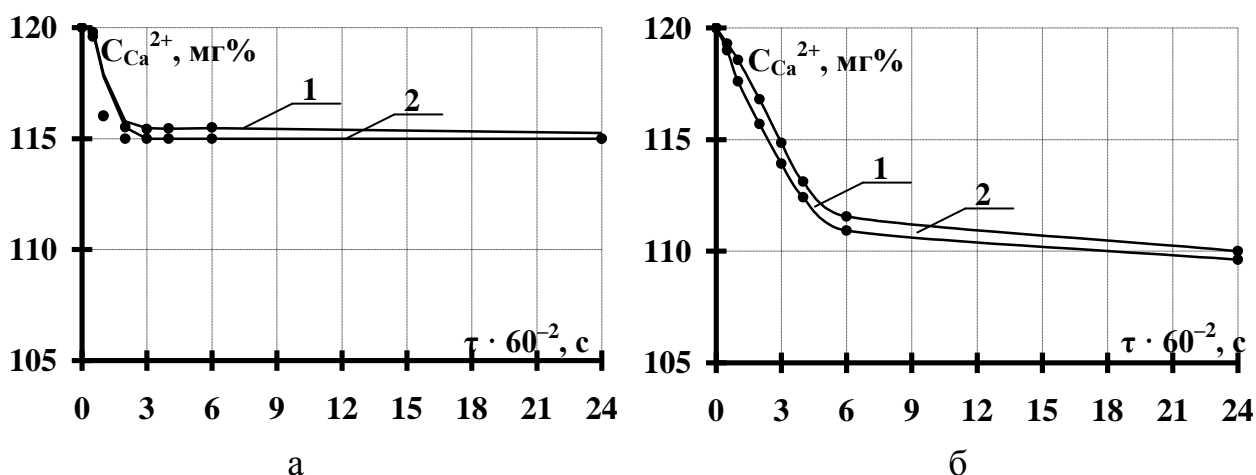


Рисунок 2.10 – Кінетика сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного розчином AlgNa 1,0 (а) та 2,0% (б) концентрації залежно від площі сорбції, 10^{-3} м^2 : 1 – 3,0; 2 – 15,0

Із даних, наведених на рис. 2.10, видно, що виявлено незначну різницю щодо залишкового вмісту кальцію в молоці знежиреному за різної площі сорб-

ції. Так, вміст кальцію за умов, коли площа сорбції становить $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ та $15,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ (рис. 2.10а) після витримання його протягом $6 \cdot 60^2 \text{ с}$ становить: за використання розчину AlgNa 1,0% концентрації – $115,5 \pm 1,0$ та $115,0 \pm 1,0 \text{ мг\%}$, 2,0% концентрації (рис. 2.10б) – $111,5 \pm 1,0$ та $110,9 \pm 1,0 \text{ мг\%}$ відповідно. З огляду на одержані дані комплексоутворювач вводили до молока знежиреного крапельним шляхом.

Установлено (рис. 2.11), що введення коректорів розчинності солей до молока знежиреного призводить до накопичення іонізованого кальцію та утворення нових умов у системі ($k_4 > k_3$) (підрозділ 2.1). Проведено дослідження кінетики сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного розчином AlgNa 1,0 та 2,0% концентрації за різних значень рН (рис. 2.12).

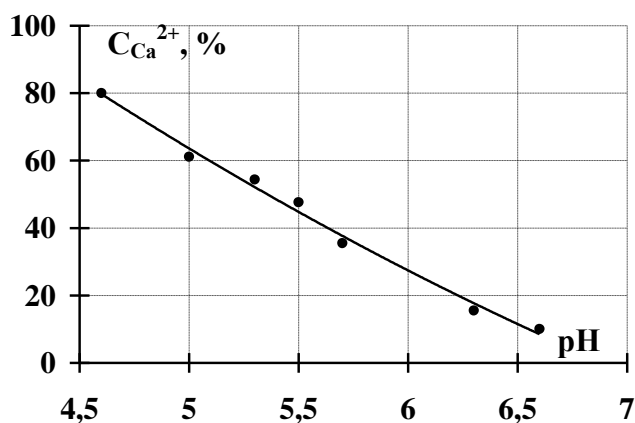


Рисунок 2.11 – Вміст іонізованого кальцію в молоці знежиреному за різних значень рН

Аналіз одержаних даних (рис. 2.12а, б) показує, що характер зміни вмісту Ca^{2+} у молоці знежиреному за $\text{pH } 5,0 \leq \text{pH} \leq 6,0$ аналогічний, як і для $\text{pH } 6,6$: спостерігається зменшення вмісту Ca^{2+} за умов збільшення маси введеного комплексоутворювача (співвідношення), концентрації AlgNa та тривалості сорбції. Проте швидкість сорбції під час зниження рН з 6,0 до 5,0 збільшується в 2,5 рази. Так, за рН 6,0 та 5,0 (рис. 2.12а) швидкість сорбції становить $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ \%}/\text{с}$ та $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ \%}/\text{с}$ відповідно, а загальна кількість кальцію, що сорбується протягом $6 \cdot 60^2 \text{ с}$, становить 9,3 та 21,5% до початкового вмісту відповідно.

Окремо слід зазначити, що зниження активної кислотності молока знежиреного до рН 5,0 призводить до одержання нестабільних систем, зокрема, наявності частинок казеїну, і хоча після закінчення процесу сорбції вони візуально не спостерігаються, проте використання їх у технологічному потоці може бути обмежено.

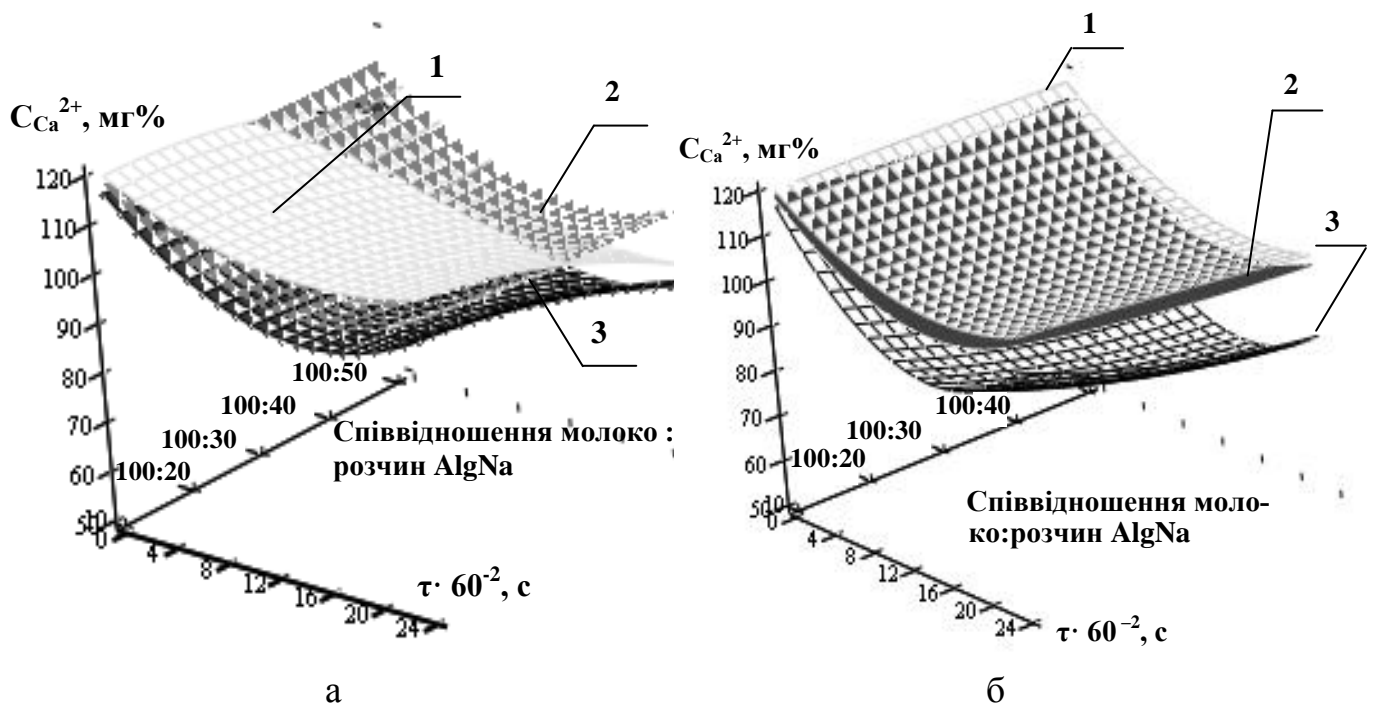


Рисунок 2.12 – Кінетика сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного розчином AlgNa 1,0 (а) та 2,0% (б) концентрації за рН: 1 – 6,0; 2 – 5,5; 3 – 5,0

З огляду на процес сорбції, що супроводжується зниженням вмісту Ca^{2+} у молоці знежиреному та утворенням системи «AlgNa– Ca^{2+} », важливим є рівномірне розподілення комплексоутворювача в системі. Установлено доцільність перемішування кожні $(15 \dots 20) \cdot 60$ с, що забезпечує перебіг процесу сорбції з утворенням систем «AlgNa– Ca^{2+} » (з фізичної точки зору – гранул AlgCa), які мають однакові структурно-механічні властивості за всім об'ємом реагуючої суміші. При цьому зменшення тривалості перемішування призводить до одержання гранул із різними властивостями, що ускладнює їх подальше використання в технології іншої харчової продукції, збільшення – не приводить до покращення властивостей гранул, що одержується.

Виведення Ca^{2+} з молока знежиреного є динамічним процесом, розвиток якого залежить від багатьох чинників. Проте наявність двох етапів (рис. 2.9), яким притаманна різна швидкість сорбції, вказує на доцільність поетапного введення комплексоутворювача, де введення коректорів розчинності солей (накопичення Ca^{2+}), що збільшує значення коефіцієнтів k_4 та k_2 (підрозділ 2.1), доцільне після першого етапу сорбції (рис. 2.13). Під час проведення дослідження розчин AlgNa визначеною масою (10 г) вводили до молока знежиреного за різного рН (6,6 та 5,5), значення якого обрано з урахуванням вмісту іонізованого кальцію в молоці, та витримували протягом певного часу, після чого систему розділяли на дві частини, в одній залишали введений розчин AlgNa й спостерігали зміну вмісту кальцію, а до іншої вводили нову порцію розчину AlgNa масою 10 г, що приймали за початок наступного етапу сорбції (II етап). В одер-

жаній системі досліджували зміну Ca^{2+} з наступним розділенням системи, де до однієї частини знову вводили розчин AlgNa (III етап).

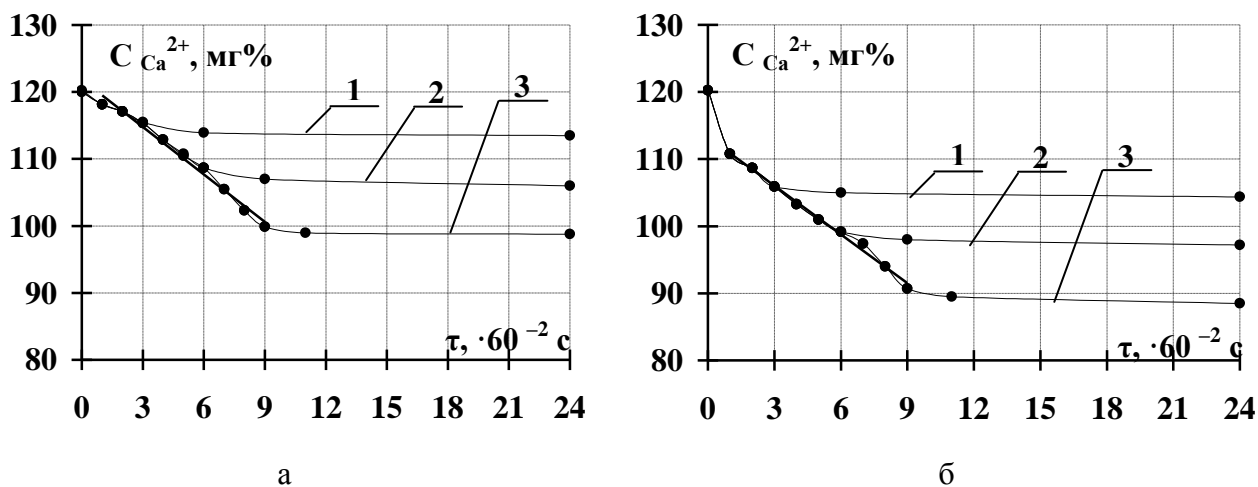


Рисунок 2.13 – Кінетика сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного за умов поетапного введення розчину AlgNa за рН молока знежиреного 6,6 (а) та 5,5 (б): 1 – I етап (співвідношення молоко:розчин AlgNa – 100:10); 2 – II етап (співвідношення молоко:розчин AlgNa – 100:(10 + 10)); 3 – III етап (співвідношення молоко:розчин AlgNa – 100:(10 + 10 + 10))

Аналіз даних експериментальних досліджень (рис. 2.13) дозволяє стверджувати, що незалежно від рН молока знежиреного поетапне введення розчину AlgNa призводить до загального зниження вмісту кальцію в молоці знежиреному з однаковою швидкістю, яка за рН 6,6 та рН 5,5 становить $(0,4 \dots 0,5) \cdot 10^{-3}$ та $(0,8 \dots 1,0) \cdot 10^{-3} \text{ \%}/\text{с}$. Співставлення даних, наведених на рис. 2.10 та 2.13, дозволяє визначити, що поетапне проведення процесу дозволяє більш раціонально використовувати комплексоутворювач, зокрема, швидкості сорбції кількісно перебувають в одному діапазоні за різного масового співвідношення.

Разом із дослідженням кінетики сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного за умов поетапного введення розчину AlgNa проводили дослідження поетапного введення та коректорів розчинників – джерело H^+ (у дослідженнях використовували HCl , яка під час введення до системи не утворює нерозчинних з'єднань із речовинами молока) (рис. 2.14). Одержані результати вказують на більш інтенсивне зменшення Ca^{2+} у молоці знежиреному за умов поетапного введення розчину AlgNa та коректорів процесу разом із введенням до системи поетапно лише комплексоутворювача. Так, за умов сорбції ($\tau = 9 \cdot 60^2 \text{ с}$, рН 5,5) загальний вміст кальцію під час поетапного введення розчину AlgNa зменшується до $90,7 \pm 0,1 \text{ мг}\%$, а поетапне введення до системи розчину AlgNa і коректорів розчинності сприяє зменшенню загального вмісту кальцію в молоці знежиреному до $88,0 \pm 0,1 \text{ мг}\%$.

Дослідження впливу коректорів розчинності солей і комплексоутворювача на процес сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного вказує на доцільність поетапного їх введення в умовах використання AlgNa як комплексоутворювача, що забезпечує однакову швидкість перебігу процесу сорбції.

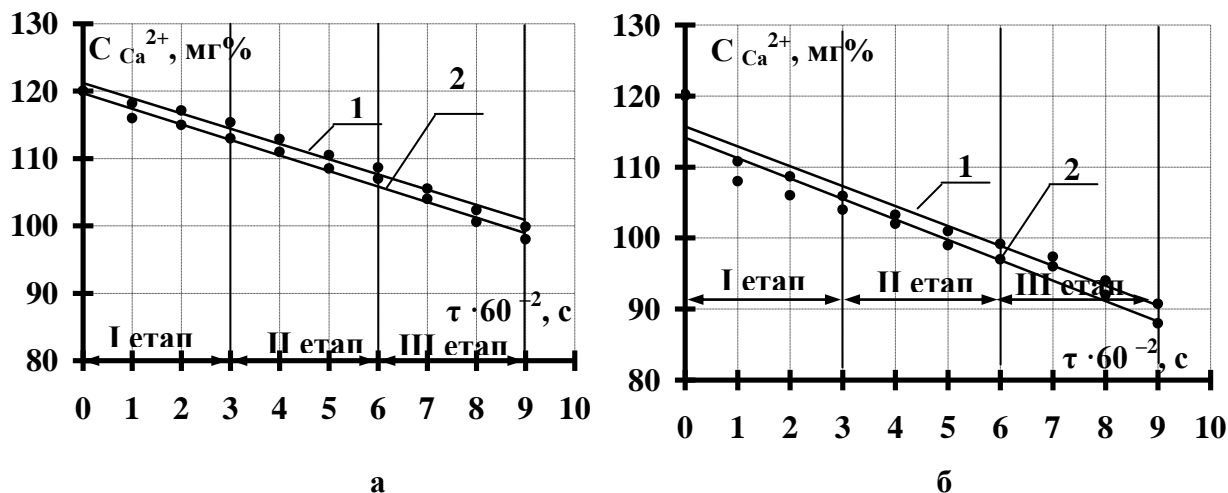


Рисунок 2.14 – Кінетика сорбції кальцію Ca^{2+} з молока знежиреного за рН 6,6 (а) та 5,5 (б) за умов поетапного введення: 1 – розчин AlgNa; 2 – розчин AlgNa та коректорів розчинності

Важливим з огляду на процес регулювання складу сольової системи молока знежиреного є визначення сорбційної здатності розчинів AlgNa залежно від температури, за якої відбувається процес (рис. 2.15). Під час обґрунтування величини рН молока знежиреного (рН 5,5) враховували кількість Ca^{2+} , де збільшення рН до 6,6 призводить до зменшення вмісту реакційноздатних Ca^{2+} , а зменшення рН до 5,0 під час витримування за температур 30...40° С спричиняє дестабілізацію колоїдної системи, наслідком чого є її розшарування з утворенням сироватки та казеїну у вигляді агломератів. Початковий вміст кальцію у молоці знежиреному становив $120,0 \pm 1,0$ мг%. Слід зазначити, що аналіз проведених аналітичних досліджень указує на збільшення розчинності кальцієвмісних солей із підвищенням температури, проте сольова рівновага, що є в молоці знежиреному, формує інші закономірності, зокрема, підвищення температури сприяє переходу солей кальцію в колоїдну форму.

Дослідження впливу температури на зміну вмісту кальцію в молоці знежиреному за умов поетапного введення розчину AlgNa дозволяє констатувати, що відбувається незначне зменшення досліджуваного показника разом із збільшенням температури (рис. 2.15). Так, за температури 2 та 40° С вміст кальцію в молоці знежиреному (рН 5,5) знижується до $89,0 \pm 0,1$ та $86,0 \pm 0,1$ мг% відповідно, що, імовірно, пояснюється таким. З одного боку, під час нагрівання рівновага в сольовій системі зміщується в бік утворення колоїдних компонентів, а з іншого, як відомо, збільшення температури приводить до інтенсифікації процесів масопереносу внаслідок більш швидкого руху іонів.

Температура за умов зниження рН молока знежиреного є важливим фактором, що ініціює процес осадження Ca^{2+} на міцелах казеїну (термокальцієва коагуляція). З огляду на стабільність досліджуваної системи та недоцільність ускладнення технології пріоритетним є проведення процесу сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного за температур 2...6° С.

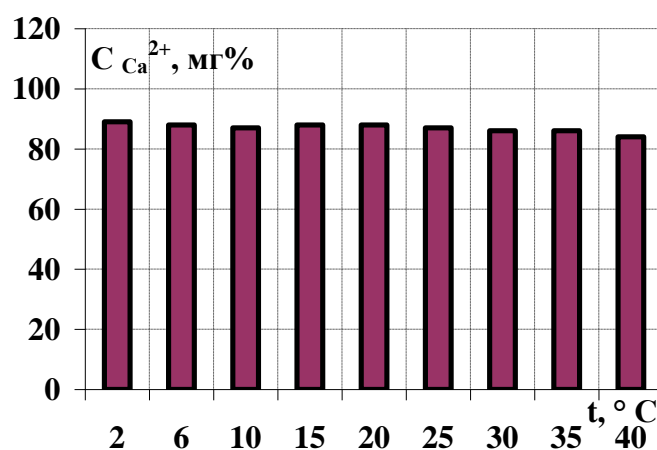


Рисунок 2.15 – Вміст кальцію в молоці знежиреному (рН 5,5) залежно від температури сорбції

Процес регулювання складу сольової системи передбачає підвищення колоїдної стабільності молока знежиреного, що у свою чергу сприяє формуванню більш термостабільних систем. Досліджено термостабільність молока знежиреного (рН 5,5) за алкогольною пробою залежно від кількості Ca^{2+} , що сорбовано (табл. 2.4). Метод дослідження термостабільності молока заснований на коагуляції білків молока під дією етилового спирту [118]. Суть методу полягає в додаванні водного розчину етилового спирту за різної концентрації останнього (68, 70, 72, 75%) до дослідних зразків; якщо коагуляція білкової складової не відбувалася, то вважали, що системи термостабільні.

Таблиця 2.4 – Термостабільність молока знежиреного з регульованим складом сольової системи залежно від кількості Ca^{2+} , що сорбовано

Концентрація спирту, %	Термостабільність молока знежиреного залежно від кількості Ca^{2+} , що сорбовано, %									
	0	10	11	13	15	18	19	20	23	26
68	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+
72	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+
75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Аналіз даних табл. 2.4 дозволяє стверджувати, що процес регулювання складу сольової системи молока знежиреного призводить до підвищення його термостабільності.

Експериментально визначено параметри регулювання складу сольової системи молока знежиреного (рН 5,5), до якого комплексоутворювач (у вигляді розчину AlgNa за співвідношення молоко : розчин AlgNa – 100 : 10) та коректори розчинності вводяться у два етапи з тривалістю кожного (58...60) · 60 с. Установлено, що за вищевказаних умов сорбується 10,0...15,0% Ca^{2+} , що формує такі показники молока знежиреного з регульованим складом сольової сис-

теми: титрована кислотність – $26,0 \pm 0,2^\circ \text{T}$, рН – $6,1 \pm 0,1$ од., молоко є стабільним за додавання спирту за концентрації 70%.

Із метою визначення складу та закономірностей зміни існування станів кальцію досліджено його кількісний вміст у молоці знежиреному (рН 5,5), істинному розчині та колоїдній фазі, зокрема, кальцій, зв'язаний з казеїнами (рис. 2.16).

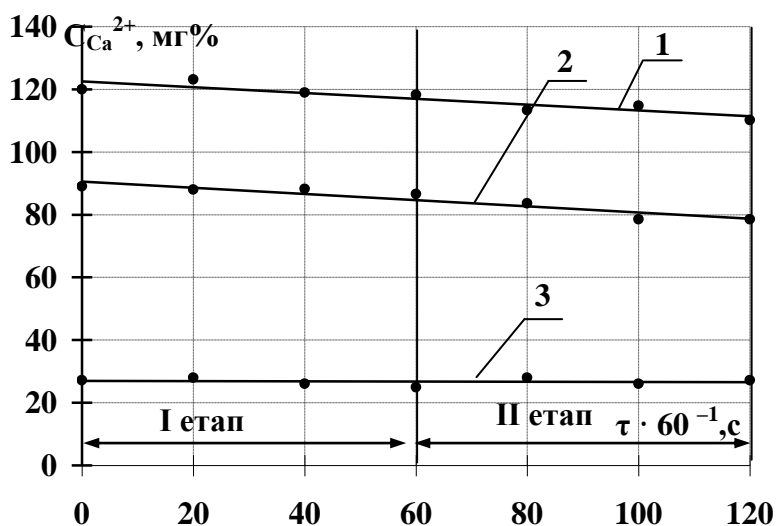


Рисунок 2.16 – Зміна вмісту Ca^{2+} : 1 – молоко знежирене (рН 5,5); 2 – істинний розчин (рН 4,6); 3 – казеїнат кальцію (рН 4,6)

Аналіз даних, наведених на рис. 2.16, дозволяє визначити, що регулювання складу сольової системи молока знежиреного призводить до зменшення вмісту кальцію, головним чином за рахунок іонізованого кальцію, де встановлення нової рівноваги за умов введення комплексоутворювача спричиняє вивільнення Ca^{2+} , що, імовірно, міститься в складі кальцієвмісних солей (фосфати та цитрати кальцію), за винятком кальцію, зв'язаного з казеїном. Останнє підтверджується одержаними даними (рис. 2.16), де, за умов сорбції Ca^{2+} комплексоутворювачем, відбувається зниження Ca^{2+} у молоці знежиреному з $120,0 \pm 1,0$ до $110,5 \pm 1,0$ мг%, зміни вмісту кальцію в істинному розчині з $94,0 \pm 0,9$ до $78,5 \pm 0,7$ мг%. При цьому вміст кальцію, який знаходиться в з'єднанні з казеїном, під час регулювання складу сольової системи молока знежиреного незалежно від тривалості процесу є практично незмінним.

На основі проведених досліджень із визначення впливу технологічних чинників (концентрація AlgNa , площа сорбції, рН молока знежиреного, характер сорбції – статичний чи динамічний, температура процесу) на сорбцію Ca^{2+} комплексоутворювачем AlgNa встановлено закономірності сорбції Ca^{2+} з молока знежиреного й обґрунтовано параметри регулювання складу сольової системи.

2.4. Дослідження фізико-хімічних показників і технологічних характеристик систем «AlgNa–Ca²⁺»

Регулювання складу сольової системи супроводжується зниженням загального вмісту кальцію в молоці знежиреному, що приводить до утворення систем «AlgNa–Ca²⁺», які являють собою гранули, що нами іменуються як «продукт, що містить речовини молока». Дослідження фізико-хімічних властивостей цього продукту є важливим як із точки зору перебігу процесу, так і подальшого його використання в технології харчової продукції.

З огляду на перебіг процесу регулювання складу сольової системи молока знежиреного та фізико-хімічних характеристик систем «AlgNa–Ca²⁺», що утворюються, вивчено ММР і середньовагові молекулярні маси (M_w) AlgNa й систем «AlgNa–Ca²⁺» (табл. 2.5). Молекулярно-масовий розподіл (ММР) розчину AlgNa та систем «AlgNa–Ca²⁺» вивчали за методикою [119–121] шляхом розділення речовин центрифугуванням у комбінованому градієнті густини солей NaCl і CsCl, взятих у співвідношенні (1,5:1)...(2,0:1) за постійного об'єму (12,5...13,0 мл). Дослідження проводили на препаративно-аналітичній центрифугі фірми «Westan L-7» в роторі SW-40i з використанням розчинів солей NaCl (1,03...1,2 г/см³) і CsCl (1,37...1,6 г/см³). Використовували 6 пробірок, в одну з яких на градієнт наносили маркер (стандарт) молекулярних мас – декстрини фірми Fluka з молекулярними масами 20, 40, 70, 110, 500 тис., 1, 2 млн, що значно спрощувало визначення молекулярних мас окремих фракцій на кривих молекулярно-масового розподілу дослідних систем. Криві ММР будували, відкладаючи на осі X номер фракції об'ємом 0,5 мл, по осі ординат – поглинання за $\lambda = 490$ нм після визначення в пробі вуглеводів, використовуючи фенол-сірчаний метод. Середньовагову молекулярну масу (\bar{M}_m) розраховували за формулою (2.17):

$$\bar{M}_m = \frac{\sum M_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (2.17)$$

де n_i – масова частка речовини з даною молекулярною масою M_i , %;
 M_i – величина молекулярної маси.

Експериментально встановлено (табл. 2.5), що під час сорбції Ca²⁺ спостерігається зниження на 10,6...40,1% частки найбільш рухомих і реакційноздатних складових альгінату натрію з М.м. 20 та 40 кДа та їх полімеризація, наслідком чого є виникнення фракцій з М.м. 500...2000 кДа. Накопичення високомолекулярних фракцій з М.м. більше 500 кДа свідчить про полімеризацію, а не агрегацію, яка б характеризувалася невеликим зростанням молекулярних мас. Із даних табл. 2.5 бачимо, що кількісно вміст фракцій з М.м. 500, 1000 та 2000 кДа зріс на 0,2, 7,0 та 12,4% (протягом $1,0 \cdot 60^2$ с сорбції Ca²⁺) та 8,2, 5,8 та 32,1% (протягом $6,0 \cdot 60^2$ с сорбції Ca²⁺) відповідно за рН молока 6,6. Без сумніву, таке накопичення фракцій речовин із великими молекулярними масами за одночасного зниження вмісту фракцій з низькими М.м. можливо лише за рахунок

полімеризації полісахаридів. Слід відзначити, що середньовагова молекулярна маса за цих умов збільшилася, відповідно, у 1,57; 1,87 та 2,34 разу порівняно зі середньоваговою молекулярною масою AlgNa.

Таблиця 2.5 – Молекулярно-масовий розподіл фракцій у складі розчину AlgNa та систем «AlgNa–Ca²⁺»

Фракції, М.м.*, кДа	Вміст фракцій (%) у складі розчину AlgNa та систем «AlgNa–Ca ²⁺ » залежно від тривалості сорбції Ca ²⁺ та pH					
	AlgNa	pH 6,6			pH 5,5	
		0,5·60 ² , с	1,0·60 ² , с	6,0·60 ² , с	0,5·60 ² , с	1,0·60 ² , с
20	40,5	33,4	13,8	6,8	6,8	3,3
40	12,7	6,7	9,0	3,8	8,3	2,8
70	5,6	3,0	5,4	4,2	4,2	2,8
110	7,0	3,0	4,5	4,9	4,9	2,2
500	4,5	4,7	11,2	12,7	17,9	22,5
1000	9,9	17,0	17,9	15,7	15,9	15,7
2000	19,8	32,2	38,2	51,9	42,0	50,7
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Середньова- гова мо- лекулярна маса, Mw	542300	852260	1014090	1269710	1101510	1290227
Збільшення Mw у n разів	–	n = 1,57	n = 1,87	n = 2,34	n = 2,03	n = 2,38

*Молекулярні маси маркерів.

Аналогічні закономірності спостерігаються й для систем «AlgNa–Ca²⁺», одержаних за pH молока 5,5. Разом з тим слід відзначити, що внаслідок збільшення вмісту іонізованого кальцію (табл. 2.5) за загальних тенденцій зміни молекулярно-масового розділу окремих фракцій спостерігається інтенсивніше збільшення середньовагової молекулярної маси – у 2,03 та 2,38 разу відповідно протягом 0,5 · 60² та 1,0 · 60² с сорбції Ca²⁺. За збільшення тривалості сорбції Ca²⁺ більше за 1,0 · 60² с і, відповідно, тривалості процесу, за якого відбувається іонообмін між AlgNa та сольовою системою молока знежиреного, має місце одержання високомолекулярних сполук, молекулярну масу яких неможливо визначити методом, що обрано.

Із метою визначення будови систем «AlgNa–Ca²⁺», що утворюються за взаємодії AlgNa та Ca²⁺ молока знежиреного, проведено дослідження ІЧ-спектрів поглинання AlgNa та системи «AlgNa–Ca²⁺», де останні одержували шляхом витримування AlgNa у молоці знежиреному (pH 5,5) протягом 6·60² с (рис. 2.17). Дослідження ІЧ-спектрів проводили шляхом реєстрації спектрів

поглинання в області довжини хвилі $4000...450\text{ см}^{-1}$ на приладі ІЧ-фур'є – спектрометрі SPECTRUM ONE фірми PerkinElmer [122].

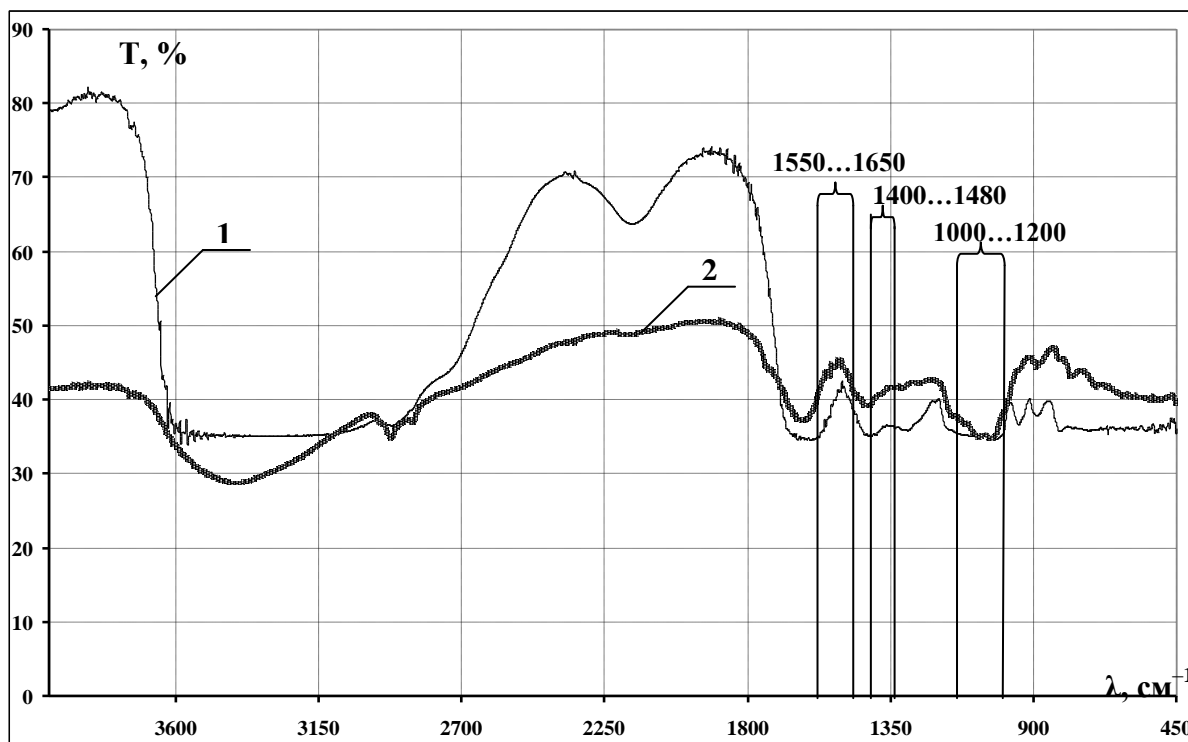


Рисунок 2.17 – Інфрачервоні спектри поглинання AlgNa (1), системи «AlgNa–Ca²⁺» (2)

Аналіз результатів дослідження інфрачервоних спектрів поглинання AlgNa (рис. 2.17) дозволяє констатувати наявність невисокої інтенсивності в області 930 см^{-1} , що відповідає глікозидному зв'язку. Складні смуги в області $1000...1200\text{ см}^{-1}$ належать до валентних коливань зв'язку (C – O) ефірної та гідроксильних груп. Також помітна наявність широких і сильних смуг поглинання в області $2800...3000\text{ см}^{-1}$, що віднесено до валентних коливань СН-груп. Складні та широкі смуги з декількома піками середньої інтенсивності в області $1550...1650$ та $1400...1480\text{ см}^{-1}$ відповідає валентним коливанням іонізованих карбоксильних груп (COO^-).

Порівняльний аналіз спектрів AlgNa та системи «AlgNa–Ca²⁺» свідчить, що характерна для карбоксильних груп (COO^-) смуга 1730 см^{-1} (рис. 2.17, крива 1) зникає в системі «AlgNa–Ca²⁺» (рис. 2.17, крива 2), натомість виникає інтенсивна смуга 1620 см^{-1} , що може вказувати на координацію карбоксильних груп (COO^-) навколо кальцієвих центрів хелатного комплексу внаслідок зв'язування Ca^{2+} молока знежиреного комплексоутворювачем. Разом із цим про відсутність неорієнтованих карбоксильних груп (COO^-) свідчить зростання інтенсивності смуги 1424 см^{-1} та відсутність поглинання в області смуги 1730 см^{-1} . Також підтвердженням реакції хелатоутворення є відмінності в області $1400...1480\text{ см}^{-1}$.

Процес зв'язування комплексоутворювачем AlgNa Ca^{2+} призводить до зниження вмісту останнього в молоці знежиреному за одночасного збільшення вмісту натрію. Досліджено зміну вмісту кальцію та натрію в молоці знежиреному та в системах «AlgNa– Ca^{2+} » (рис. 2.18).

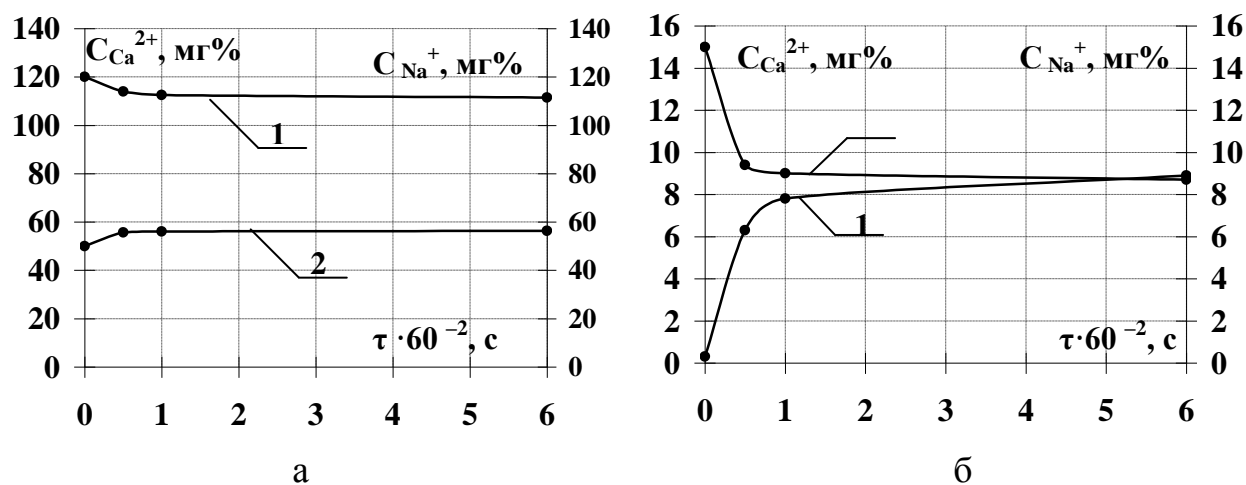


Рисунок 2.18 – Зміна вмісту кальцію (1) та натрію (2) в молоці знежиреному (а) та в системах «AlgNa– Ca^{2+} » (б), одержаних на основі розчину AlgNa 1,5% концентрації та молока знежиреного (рН 5,5)

Визначення зміни вмісту кальцію та натрію у молоці знежиреному як наслідок іонообмінної реакції та у системах «AlgNa– Ca^{2+} » вказують, що введення розчину AlgNa до молока знежиреного (рН 5,5) призводить до зменшення Ca^{2+} на 7,2% разом із збільшенням натрію на 6,3% у молоці знежиреному та накопиченням кальцію з одночасним зменшенням натрію у системах «AlgNa– Ca^{2+} ». Слід зазначити, що швидкість іонообміну не є однаковою протягом процесу. Причиною останнього, імовірно, з одного боку, є гальмування іонообмінної реакції внаслідок утворення гелевого каркасу та рН, за якого відбувається іонообмін, що ускладнює дифузію Ca^{2+} в об'ємі розчину AlgNa, з іншого, – ємність AlgNa.

Важливим із точки зору характеристики утворених систем «AlgNa– Ca^{2+} » є їх властивості, зокрема, фізико-хімічних та структурно-механічних показників. Досліджено системи, які одержано шляхом витримання AlgNa в молоці знежиреному (рН 5,5) протягом $1 \cdot 60^2$ та $6 \cdot 60^2$ с, що моделюють системи за поетапного введення розчину AlgNa та коректорів розчинності, та $6 \cdot 60^2$ с. Результати дослідження наведено у табл. 2.6.

Аналіз даних, наведених у табл. 2.6, дозволяє стверджувати, що масова частка сухих речовин у системах «AlgNa– Ca^{2+} », які витримано протягом $1 \cdot 60^2$ та $6 \cdot 60^2$ с, становить $1,45 \pm 0,03$ та $1,65 \pm 0,03\%$, білка – $0,010 \pm 0,001\%$, протеїнів – $0,02 \pm 0,001$ та $0,05 \pm 0,001\%$, вуглеводів (лактози) – $0,20 \pm 0,01$ та $0,40 \pm 0,01\%$ відповідно, золи – $0,02 \pm 0,001\%$; титрована кислотність досліджених систем перебуває на рівні $22,4 \pm 1,0$ та $26,4 \pm 1,0^\circ \text{T}$ відповідно. На основі дослідження структурно-механічних показників визначено системи «AlgNa–

Ca²⁺» як достатньо пружні: модуль пружності становить $1,25 \pm 0,1$ та $1,78 \pm 0,1$ МПа відповідно.

Таблиця 2.6 – Фізико-хімічні та структурно-механічні показники систем «AlgNa–Ca²⁺»

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Значення показника за тривалості сорбції	
		1 · 60 ² с	6 · 60 ² с
Масова частка:			
сухих речовин	%	$1,45 \pm 0,03$	$1,65 \pm 0,03$
білків	%	$0,01 \pm 0,001$	$0,01 \pm 0,001$
протеїнів	%	$0,02 \pm 0,001$	$0,03 \pm 0,001$
вуглеводів (лактози)	%	$0,20 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,01$
золи	%	$0,02 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,001$
Титрована кислотність	° Т	$22,4 \pm 1,0$	$26,4 \pm 1,0$
Модуль пружності	МПа	$1,25 \pm 0,1$	$1,78 \pm 0,1$

Системи «AlgNa–Ca²⁺», які одержано шляхом витримування розчину AlgNa протягом 1 · 60² с, являють собою «продукт, який містить речовини молока». Проведені дослідження фізико-хімічних та структурно-механічних показників (табл. 2.6) дозволяють зробити висновок щодо доцільності подальшого використання гранул у технологіях харчової продукції у вигляді наповнювачів, що завдяки наявності AlgCa володіють радіопротекторною дією.

2.5. Розробка принципової технологічної схеми виробництва молока знежиреного з регульованим складом сольової системи

Визначено раціональні параметри одержання молока знежиреного з регульованим складом сольової системи (табл. 2.7) та розроблено принципову технологічну схему його виробництва (рис. 2.19).

Принципову технологічну схему одержання молока знежиреного з регульованим складом сольової системи представлено як цілісну систему, у межах якої виокремлено окремі підсистеми – D₁, D₂, С, В, функціонування яких спрямовано на одержання вихідного результату функціонування системи – утворення молока знежиреного з регульованим складом сольової системи.

У рамках підсистеми D₁ розчин AlgNa одержують шляхом диспергування визначеної кількості гідроколоїду у воді питній та витримування до повного його розчинення. Визначено, що для забезпечення необхідних показників в'язкості та сорбційних властивостей комплексоутворювача концентрація AlgNa повинна коливатися у діапазоні 1,0...2,0%. Підсистема D₂ передбачає підготовку молока знежиреного, що містить Ca²⁺, які в подальшому сорбуються AlgNa з утворенням систем «AlgNa–Ca²⁺» під час наступного витримування.

Підсистема С передбачає одержання молока знежиреного з регульованим складом сольової системи. На основі проведених експериментальних дослі-

джень установлено доцільність поетапного введення комплексутворювача (розчин AlgNa) та кислотомісної сировини, де кількість етапів становить 2, загальною тривалістю $(58...60) \cdot 60^2$ с кожний. Експериментальними дослідженнями встановлено, що процес регулювання складу сольової системи від температури майже не залежить, тому під час виробництва доцільним є проведення процесу за температури $2...6$ °С.

Під час витримування розчину альгінату натрію в молоці знежиреному за встановлених параметрів відбувається зменшення вмісту Ca^{2+} на $10,0...15,0\%$ з одночасним накопиченням їх у сорбенті, що приводить до одержання «продукту, який містить речовини молока». Останній шляхом фільтрування після кожного етапу вилучається з технологічного процесу виробництва.

Функціонування підсистеми А, В передбачає одержання кінцевого продукту – напівфабрикатів на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи із заданими фізико-хімічними й органолептичними показниками, що стабільні під час зберігання. Останнє може бути досягнуто за рахунок контрольованого впливу технологічних чинників на властивості молока знежиреного з регульованим сольовим складом, що забезпечить можливість її використання в складі напівфабрикатів.

Таблиця 2.7 – Раціональні параметри одержання молока знежиреного з регульованим складом сольової системи

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Межові значення
Концентрація AlgNa	%	1,0...2,0
pH молока знежиреного	%	5,0...5,5
Кількість етапів введення розчину AlgNa та коректорів розчинності	–	2
Співвідношення молоко:розчин AlgNa на кожному етапі	г	100 : 10
Тривалість етапу	с	$(58...60) \cdot 60$
Характер сорбції	–	динамічний із перемішуванням кожні $(15...20) \cdot 60$ с
Температура	°С	2...6

Регулювання складу сольової системи за використання альгінату натрію та кислотомісної сировини відкриває перспективи щодо створення напівфабрикатів на основі молочної та плодово-ягідної сировини, які можуть піддаватися тепловій обробці.

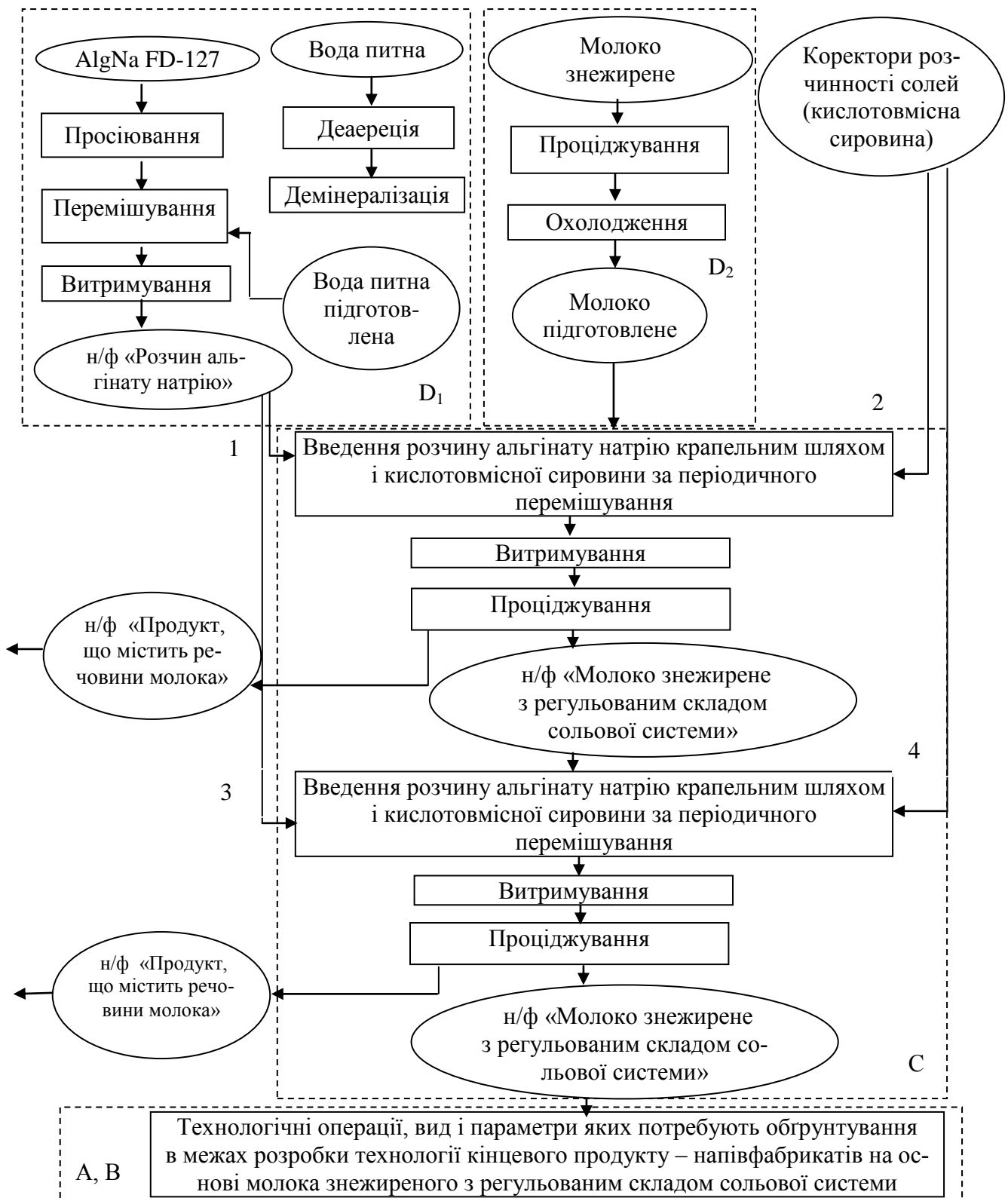


Рисунок 2.19 – Принципова технологічна схема виробництва молока знежиреного з регульованим складом сольової системи

РОЗДІЛ 3

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

3.1. Обґрунтування виду, вмісту та послідовності введення плодово-ягідної сировини до рецептурної суміші напівфабрикатів

На основі наведених результатів дослідження (розділ 2) з обґрунтування параметрів технологічного процесу регулювання складу сольової системи молока знежиреного розроблено модель технологічної схеми виробництва напівфабрикатів десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини (далі за текстом напівфабрикати десертної продукції) (рис. 3.1). Реалізація цієї моделі передбачає використання як комплексоутворювача альгінату натрію, який внаслідок іонообміну сорбує 10,0...15,0% іонізованого кальцію від загального вмісту кальцію в молоці знежиреному.

Дестабілізація молока як полідисперсної системи шляхом зниження рН з 6,6 до 5,0...5,5 призводить до зміни рівноважного взаємозв'язку між фазами та всередині них, зокрема, порушення рівноваги між істинно розчинним і колоїдним станом складових сольової системи й, як наслідок, збільшення вмісту іонізованого кальцію.

Зв'язування альгінатом натрію Ca^{2+} та видалення їх із суміші молока знежиреного та плодово-ягідної сировини приведе до збільшення дисперсності казеїнових міцел, наслідком чого є підвищення термостабільності молока знежиреного. Останнє стало передумовою для створення напівфабрикатів десертної продукції, які містять молочну (молоко знежирене, масло вершкове, молоко сухе знежирене) та плодово-ягідну сировину (концентрати соків, пюре) (рис. 3.1).

Технологія напівфабрикатів десертної продукції передбачає:

- використання плодово-ягідної сировини в кількості, з одного боку, необхідної для збагачення десертної продукції вітамінами, мінеральними речовинами, незасвоюваними полісахаридами, а з іншого – потрібної для забезпечення технологічного впливу на колоїдний стан молока знежиреного;
- регулювання складу та забезпечення рівноваги сольової системи суміші молока знежиреного та плодово-ягідної сировини з метою підвищення її термостабільності;
- формування нових споживних і технологічних властивостей напівфабрикатів, необхідних для виробництва десертної продукції.

Доцільність використання плодово-ягідної сировини в складі напівфабрикатів зумовлена як з органолептичної точки зору (смако-ароматичні властивості формуються за рахунок цукрів, кислот, летких речовин), так і поживної (за рахунок вмісту мінеральних речовин, вітамінів) [123; 124]. Вид і товарну форму плодово-ягідної сировини обирали з урахуванням прогнозованого асортименту десертної продукції, наявності та доступності сировини на продовольчому ринку України.

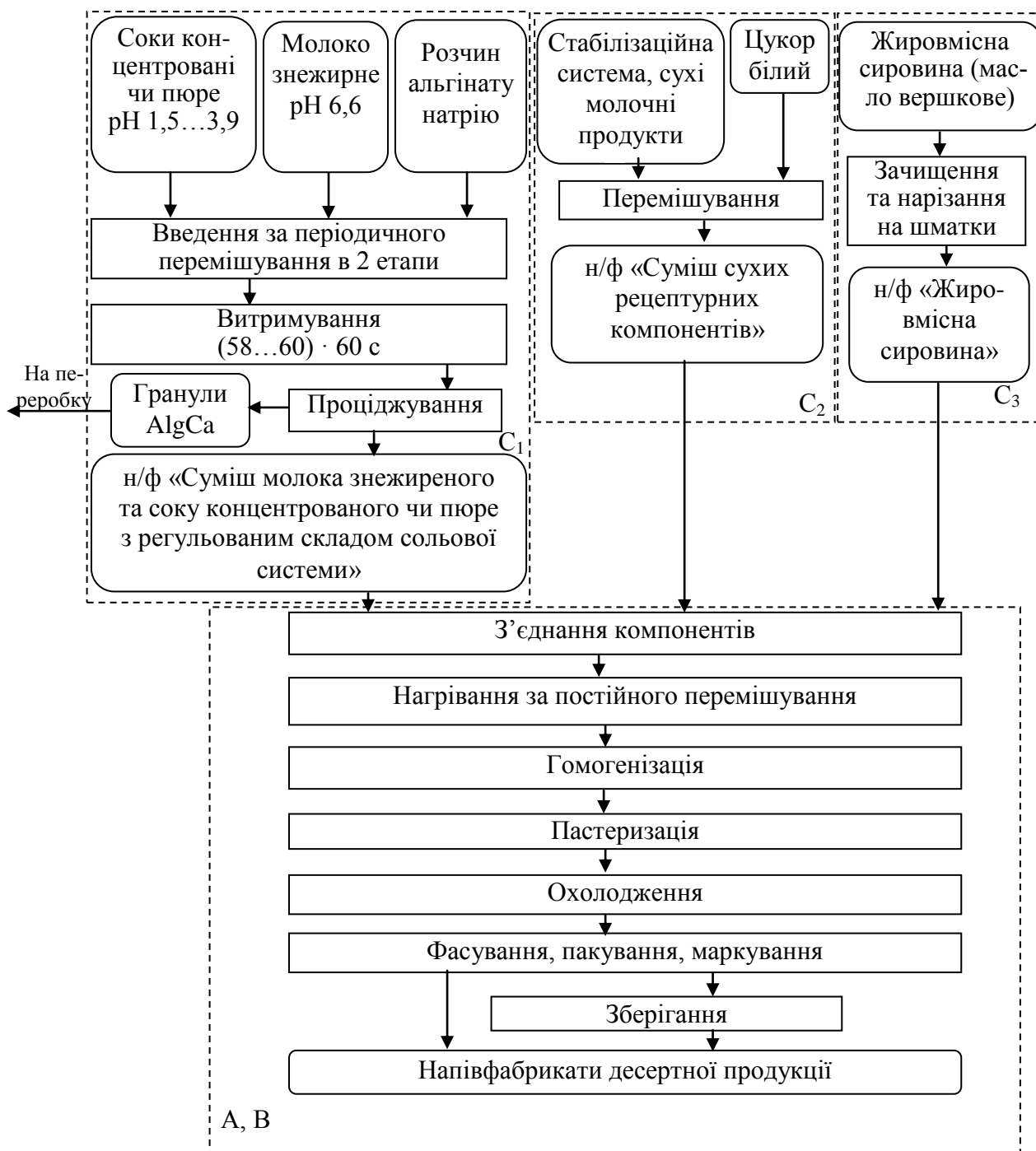


Рисунок 3.1 – Модель технологічної схеми виробництва напівфабрикатів десертної продукції

Формування вимог до плодово-ягідної сировини відбувалося не лише з огляду на органолептичні та споживні властивості, а й фізико-хімічні. Зокрема, введення її до рецептурної суміші не повинно призвести до суттєвого підвищення в'язкості, що ускладнюватиме процес сорбції Ca^{2+} , збільшення концентрації Ca^{2+} внаслідок його значного вмісту в плодово-ягідній сировині, та забезпечити зниження активної кислотності внаслідок вмісту органічних кислот у вільному стані.

Визначено хімічний склад і фізико-хімічні показники соку концентрова-

ного смородини чорної (далі за текстом – сік концентрований смородини) та пюре персикового (табл. 3.1).

Аналіз даних, наведених у табл. 3.1, дозволяє стверджувати, що сік концентрований смородини та пюре персикове відрізняється за хімічним складом і фізико-хімічними показниками, що сприяє формуванню відмінних за властивостями харчових систем. Так, вміст сухих речовин у соці концентрованому смородини становить $68,8 \pm 1,4\%$; використання його в рецептурній суміші можливо за меншої концентрації та розбавлення системи, ніж за використання пюре персикового, де вміст сухих речовин складає $16,6 \pm 0,3\%$. Крім того, з огляду на важливість показників активної кислотності (розділ 2) та органічних кислот, вміст яких становить $1,30 \pm 0,03$ та $1,0 \pm 0,03\%$ в перерахунку на лимонну кислоту для соку концентрованого смородини та пюре персикового відповідно, введення соку концентрованого смородини та пюре персикового повинно бути обґрунтовано з огляду на колоїдну стабільність харчових систем на основі молока знежиреного.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад та фізико-хімічні показники соку концентрованого смородини та пюре персикового

Найменування показника	Одиниця виміру	Вміст	
		Сік концентрований смородини	Пюре персикове
Масова частка сухих речовин	%	$68,8 \pm 1,4$	$16,6 \pm 0,3$
Масова частка білка	%	$1,40 \pm 0,03$	$0,50 \pm 0,01$
Масова частка вуглеводів, у т. ч.:	%	$62,7 \pm 1,3$	$14,7 \pm 0,3$
моно- та дисахариди	%	$62,1 \pm 0,8$	$13,7 \pm 0,3$
пектинові речовини	%	–	$0,60 \pm 0,02$
клітковина	%	$0,50 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,01$
Масова частка органічних кислот	% (у перерахунку на лимонну)	$1,30 \pm 0,03$	$1,00 \pm 0,03$
Масова частка мінеральних речовин, у т.ч.	%	$3,4 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,01$
калій	мг%	1345 ± 15	363 ± 4
натрій	мг%	$12,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,3$
кальцій	мг%	137 ± 2	$20,0 \pm 0,3$
магній	мг%	$52,0 \pm 0,6$	$16,0 \pm 0,2$
фосфор	мг%	121 ± 1	$34,0 \pm 0,3$
Вітамін С	мг%	450 ± 5	$4,00 \pm 0,05$
Активна кислотність	од. рН	$1,50 \pm 0,02$	$3,90 \pm 0,05$
Густина (щільність)	г/см ³	$1,34 \pm 0,02$	$1,21 \pm 0,01$
Ефективна в'язкість ($t = 20 \pm 1^\circ \text{C}$, $\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$)	Па	$11,0 \pm 0,3$	$12,8 \pm 0,3$

Важливим під час створення сумішей на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового є значення показника активної кислотності, який впливає на колоїдну стійкість молока знежиреного та визначає поведінку системи під час технологічного процесу. Доведено (розділ 2), що рН молока знежиреного необхідно забезпечити на рівні 5,0...5,5, що за умов поетапного введення плодово-ягідної сировини (рис. 3.1) дозволить одержати термостабільну суміш. Із метою обґрунтування кількості соку концентрованого смородини та пюре персикового в складі суміші досліджено рН систем на їх основі (рис. 3.2).

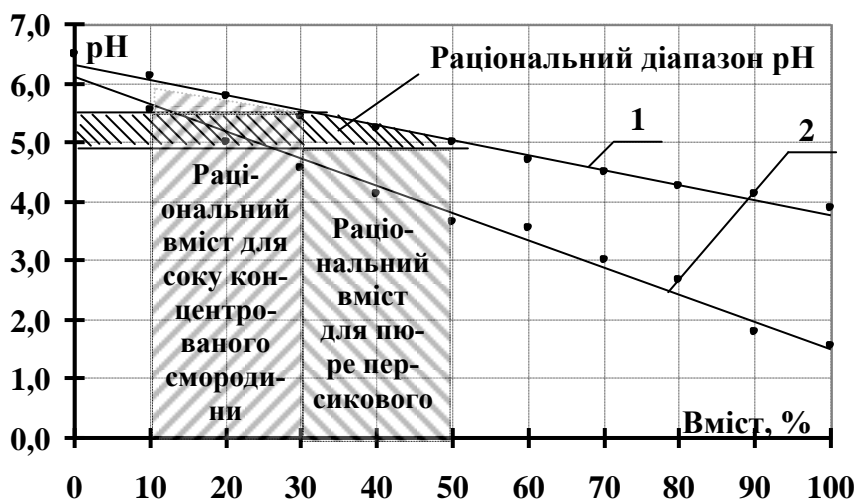


Рисунок 3.2 – Зміна рН харчових систем залежно від вмісту пюре персикового (1) та соку концентрованого смородини (2)

Аналізуючи дані, наведені на рис. 3.2, можна стверджувати, що зі зменшенням масової частки соку концентрованого смородини та пюре персикового значення рН харчових систем знижується з рН 6,5 до рН 1,5 залежно від виду. Бачимо (рис. 3.2), що інтервал рН 5,0...5,5 досягається за використання: соку концентрованого смородини за його вмісту в кількості 10...25%, пюре персикового – 30,0...50,0%.

З урахуванням того, що введення соку концентрованого смородини чи пюре персикового не повинно приводити до значного підвищення в'язкості, досліджено залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву та вмісту соку концентрованого смородини (рис. 3.3) та пюре персикового (рис. 3.4) у встановленому діапазоні концентрації за рН 5,0...5,5.

Із наведених на рис. 3.3а, 3.4а даних бачимо, що для всіх зразків характерно зменшення ефективної в'язкості з $(25,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-3}$ до $(10,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ Па·с за використання пюре персикового та з $(12,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ до $(3,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$ Па·с за використання соку концентрованого смородини зі збільшенням швидкості зсуву з 40 до 280 с^{-1} . Установлено, що за умов збільшення вмісту плодово-ягідної сировини підвищується значення показника ефективної в'язкості за сталої напруги зсуву (рис. 4.3б, 4.4б). Так, за співвідношення молоко:пюре персикове 70:30; 60:40 та 50:50 значення показника ефективної

в'язкості за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$) становить $(10,1 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$, $(15,1 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ та $(21,3 \pm 1,0) \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ відповідно (рис. 3.3б).

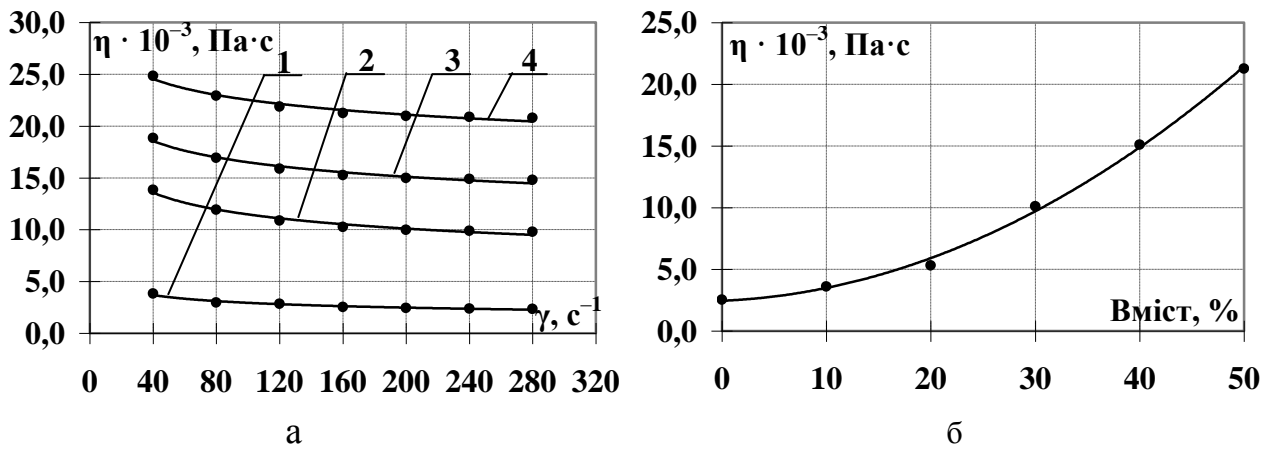


Рисунок 3.3 – Залежність ефективної в'язкості (а): 1 – молоко знежирене, 2, 3, 4 – харчові системи за співвідношення молоко:пюре персикове (2 – 70:30, 3 – 60:40, 4 – 50:50) та (б) від вмісту пюре персикового за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$)

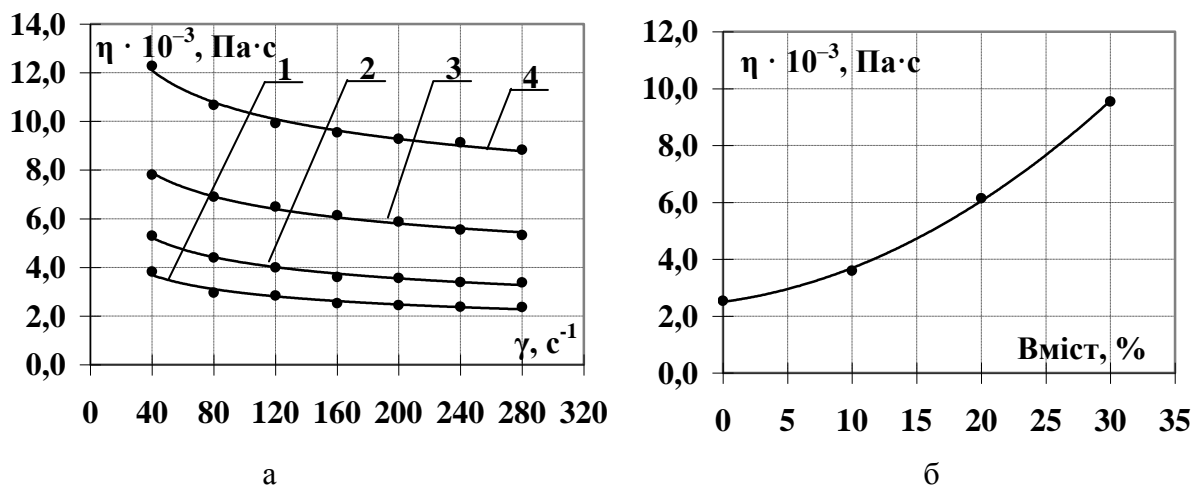


Рисунок 3.4 – Залежність ефективної в'язкості (а): 1 – молоко знежирене, 2, 3, 4 – харчові системи за співвідношення:сік концентрований смородини (2 – 90:10, 3 – 82:18, 4 – 75:25) та (б) від вмісту соку концентрованого смородини за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$)

Використання соку концентрованого смородини призводить до утворення менш в'язкої системи (рис. 3.4б), зокрема, за співвідношення молоко:сік концентрований смородини – 90:10; 82:18 та 75:25 значення показника ефективної в'язкості за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$) становить $(3,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, $(6,1 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ та $(9,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ відповідно. Аналіз одержаних даних (рис. 3.3, 3.4) дозволяє стверджувати, що використання соку концентрованого смородини за вмісту 10% чи пюре персикового за вмісту 30% є найбільш раціональним з точки зору формування в'язкісних характеристик суміші: не буде ускладнювати та сповільнювати процес сорбції за однакових інших умов. Проте з огляду на попередні дослідження встановлено, що

збільшення співвідношення молоко:сік концентрованої смородини чи пюре персикове сприяє зменшенню рН (рис. 3.2), що за визначених закономірностей (розділ 2) призведе до більшої сорбції Ca^{2+} . У зв'язку з вищенаведеним наведено результати дослідження кінетики сорбції Ca^{2+} з харчових систем розчином AlgNa за різного співвідношення молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового (рис. 3.5).

Дослідження кінетики сорбції кальцію в суміші молока знежиреного та плодово-ягідної сировини (рис. 3.5) вказує на загальну тенденцію зниження вмісту Ca^{2+} за умов збільшення часу сорбції. Установлені попередньо закономірності – збільшення кількості сорбованого кальцію за умов зменшення рН – повністю відповідають результатам дослідження, що наведено в розділі 2.

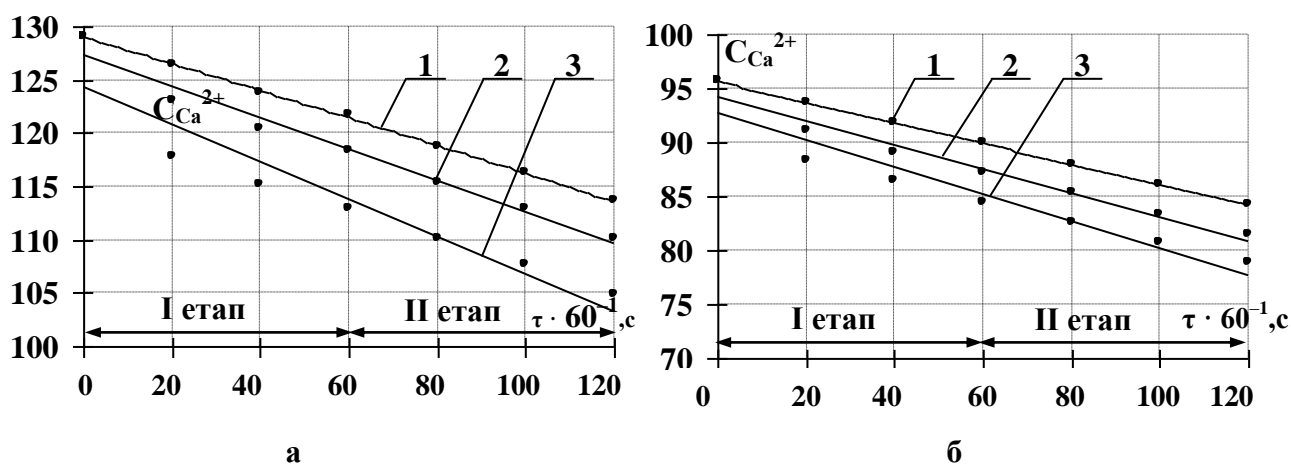


Рисунок 3.5 – Кінетика сорбції Ca^{2+} з харчових систем розчином AlgNa за співвідношення молоко знежирене:сік концентрованої смородини (а): 1 – 90:10; 2 – 82:18; 3 – 75:25; за співвідношення молоко знежирене:пюре персикове (б): 1 – 70:30; 2 – 60:40; 3 – 50:50

Доведено (рис. 3.5), що використання розчинів AlgNa як природних сорбентів призводить до зниження вмісту кальцію: за використання соку концентрованої смородини за співвідношення молоко:сік концентрованої смородини – 90:10 (рН 5,5), 82:18 (рН 5,3) та 75:25 (рН 5,0) вміст кальцію в системі становить $113,6 \pm 1,4$, $110,2 \pm 1,3$ та $104,9 \pm 1,3$ мг% відповідно до початкового вмісту ($129,8 \pm 1,5$ мг%); за використання пюре персикового за співвідношення молоко:пюре персикове – 70:30 (рН 5,5), 60:40 (рН 5,3) та 50:50 (рН 5,0) – $84,2 \pm 1,0$, $81,5 \pm 1,0$ та $78,8 \pm 1,0$ мг% відповідно до початкового вмісту ($95,7 \pm 1,0$ мг%).

Співставлення одержаних результатів з використання різного виду плодово-ягідної сировини (рис. 2.5) дозволяє стверджувати, що швидкість процесу сорбції залежить не стільки від виду та властивостей плодово-ягідної сировини, скільки від рН систем, що безпосередньо залежить від співвідношення в суміші молоко:плодово-ягідна сировина.

Як вказувалося раніше (розділ 2), введення кислотомісної сировини до молока знежиреного сприяє формуванню нестабільних систем під час теплової

обробки. На основі встановлених попередньо закономірностей доведено, що регулювання складу сольової системи за рахунок іонообміну, який досягається за використання AlgNa , призведе до підвищення цього показника. З урахуванням вищевказаного досліджено зміну оптичної густини (рис. 3.6) та середнього діаметра міцел казеїну (рис. 3.7) залежно від температури молока знежиреного та харчових систем за різного співвідношення молока знежиреного, соку концентрованого чи пюре. Оптичну густину харчових систем за різного співвідношення молоко знежирене:плодово-ягідна сировина (сік концентрований смородини чи пюре персикове) устанавлювали на фотоелектроколориметрі КФК-2, для чого зразки гріли на водяній бані та відбирали об'єм зразку з інтервалом, що відповідає підвищенню температури на $5 \dots 10^\circ \text{C}$. Відібраний об'єм зразка розводили за співвідношенням зразок:вода = 1:50 та вимірювали оптичну густину, після чого будували залежність оптичної густини від температури нагрівання з інтервалом $5 \dots 10^\circ \text{C}$. Визначення розміру та середньої маси частинок казеїну проводили з використанням методу світлорозсіювання [118].

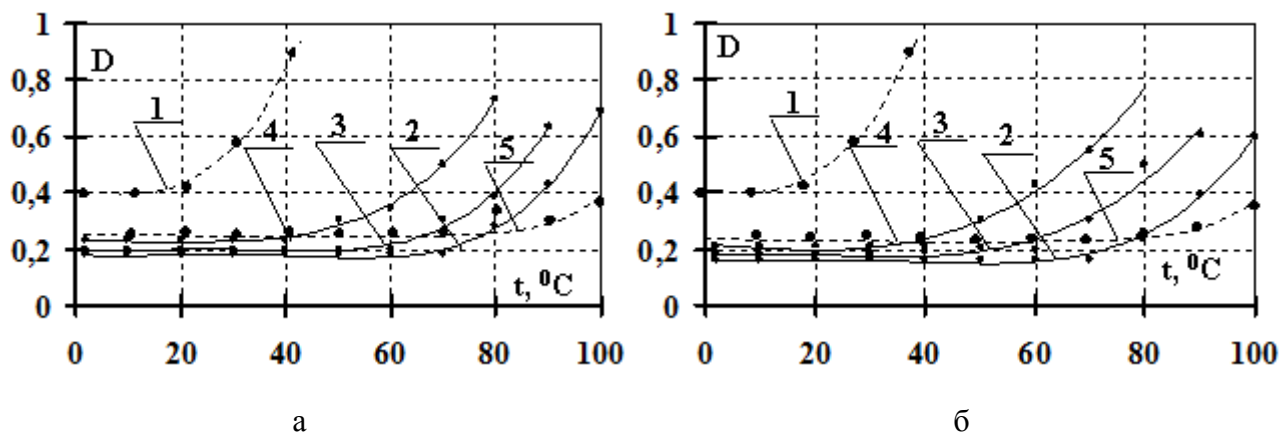


Рисунок 3.6 – Зміна оптичної густини (D) залежно від температури (t) молока знежиреного (1, 5 – рН 5,0 та 6,6 відповідно) та харчових систем за співвідношення молоко знежирене:сік концентрований смородини (а): 2 – 90:10 (рН 5,5); 3 – 82:18 (рН 5,3); 4 – 75:25 (рН 5,0); за співвідношення молоко знежирене:пюре персикове (б): 2 – 70:30 (рН 5,5); 3 – 60:40 (рН 5,3); 4 – 50:50 (рН 5,0)

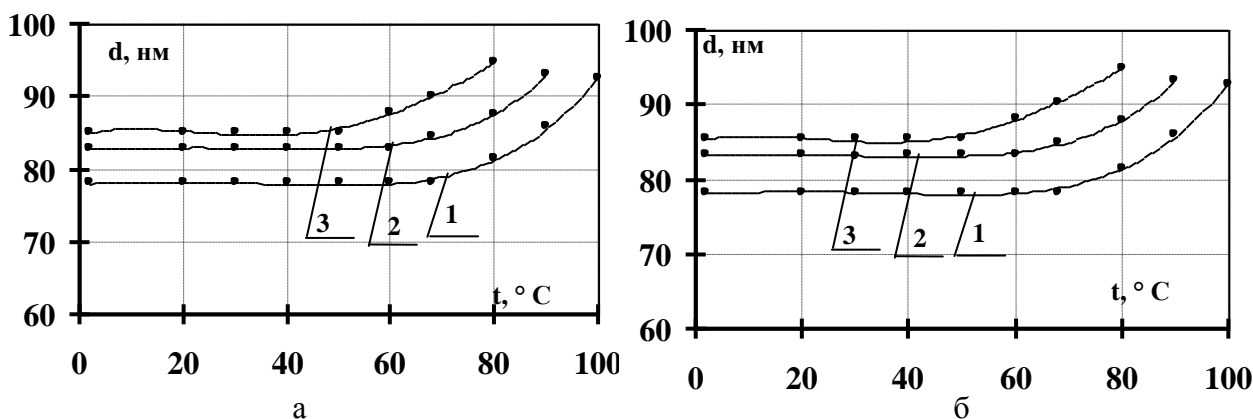


Рисунок 3.7 – Зміна середнього діаметра міцел казеїну (d) залежно від температури (t) харчових систем за співвідношення молоко знежирене:сік концентрований смородини (а): 1 – 90:10 (рН 5,5); 2 – 82:18 (рН 5,3); 3 – 75:25 (рН 5,0); за співвідношення молоко:пюре персикове (б): 1 – 70:30 (рН 5,5); 2 – 60:40 (рН 5,3); 3 – 50:50 (рН 5,0)

Із наведених даних на рис. 3.6 бачимо, що всім зразкам притаманний загальний характер підвищення показників оптичної густини (рис. 3.6а, в) та середнього діаметра міцел казеїну (рис. 3.7а, б) за умов підвищення температури. Криві мають лінійний відрізок, на якому не відбувається збільшення показників оптичної густини та середнього діаметра міцел казеїну, що свідчить про колоїдну стабільність систем під час теплової обробки. Установлено (рис. 3.6, рис. 3.7), що діапазон температур колоїдної стабільності систем зумовлено вмістом соку концентрованого чи пюре в складі суміші. Зміна характеру кривих (одержання перегину) взаємопов'язана з вмістом плодово-ягідної сировини й, відповідно, рН і спостерігається за температур 40...42° С (рН 5,0), 60...62° С (рН 5,3) та 72...75° С (рН 5,0), що вказує на дестабілізацію колоїдної системи молока знежиреного за подальшого нагрівання. Одержані дані, імовірно, пояснюються тим, що за однакових умов проведення процесу регулювання складу сольової системи в сумішах залишається різна кількість Ca^{2+} , що не бере участі у іонообміні та є фактором колоїдної нестабільності, результатом чого є утворення систем із більшими значеннями показників оптичної густини та середнього діаметра міцел казеїну.

З урахуванням параметрів подальшої теплової обробки (пастеризація) напівфабрикатів десертної продукції доцільним є використання соку концентрованого смородини за концентрації в суміші 10,0% (співвідношення молоко:сік концентрований смородини – 90:10), пюре персикового – 30,0% (співвідношення молоко:пюре персикове – 70:30).

Загальний хімічний склад та фізико-хімічні показники сумішей молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового наведено в табл. 3.2, табл. 3.3 відповідно. Установлено, що вміст сухих речовин у сумішах на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового становить $14,3 \pm 0,3$ та $11,5 \pm 0,3\%$ відповідно, з яких $3,1 \pm 0,1$ та $2,6 \pm 0,1\%$ білка, $0,81 \pm 0,05$ та $0,63 \pm 0,05\%$ жиру, $10,2 \pm 0,2$ та $7,6 \pm 0,2\%$ вуглеводів, $0,10 \pm 0,01$ та $0,60 \pm 0,01\%$ мінеральних речовин відповідно. Відмінність одержаних результатів пояснюється різним видом плодово-ягідної сировини та вмістом її в суміші.

Таблиця 3.2 – Загальний хімічний склад сумішей молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового

Найменування показника	Одиниця вимірювання	Суміш молока знежиреного та соку концентрованого смородини	Суміш молока знежиреного та пюре персикового
Масова частка сухих речовин	%	$14,3 \pm 0,3$	$11,5 \pm 0,3$
Масова частка білка	%	$3,1 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$
Масова частка жиру	%	$0,9 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,05$
Масова частка вуглеводів	%	$10,2 \pm 0,2$	$7,6 \pm 0,2$
Масова частка золи	%	$0,1 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,01$

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники сумішей молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового

Показник	Молоко знежирене	Плодово-ягідна сировина		Суміш молока знежиреного та плодово-ягідної сировини			
		сік концентрований смородини	пюре персикове	суміш молока знежиреного та соку концентрованого смородини		суміш молока знежиреного та пюре персикового	
				до сорбції	після сорбції	до сорбції	після сорбції
Масова частка сухих речовин, %	9,2 ± 0,2	68,8 ± 1,4	16,6 ± 0,3	15,0 ± 0,3	14,3 ± 0,3	12,1 ± 0,2	11,5 ± 0,2
Титрована кислотність, ° Т	21,0 ± 0,4	–	–	40,0 ± 0,8	25,0 ± 0,2	40,0 ± 0,2	26,0 ± 0,2
Вміст органічних кислот, % лимонної кислоти	–	1,30 ± 0,03	1,00 ± 0,03	–	–	–	–
pH	6,5 ± 0,1	1,5 ± 0,02	3,9 ± 0,05	5,5 ± 0,1	6,2 ± 0,1	5,5 ± 0,1	6,2 ± 0,1
Ефективна в'язкість ($\gamma = 160 \text{ с}^{-1}$), $10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$	2,5 ± 0,1	11 ± 0,3	12,8 ± 0,3	3,6 ± 0,1	3,8 ± 0,1	10,1 ± 0,2	10,7 ± 0,2
Алкогольна проба, %	т/с* 75%	–	–	н/т*	т/с*, 70%	н/т*	т/с*, 70%
Середній діаметр міцел казеїну, нм	75,7 ± 1,6	–	–	82,4 ± 1,6	78,1 ± 1,6	82,8 ± 1,6	78,3 ± 1,6
$\text{C}_{\text{Ca}^{2+}}$, мг%	129,0 ± 1,5	137,0 ± 1,6	20,0 ± 0,4	129,8 ± 1,5	113,6 ± 1,5	95,66 ± 1,2	84,2 ± 1,0

*Н/т і т/с – нетермостабільні та термостабільні відповідно за алкогольною пробою.

Визначено фізико-хімічні показники сумішей молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового за попередньо встановлених співвідношень (табл. 3.3). Аналіз даних, наведених у табл. 3.3, дозволяє стверджувати, що регулювання складу сольової системи призводить до зміни рН з $5,5 \pm 0,1$ до $6,2 \pm 0,1$ внаслідок зниження негативного заряду міцел казеїну; середнього діаметра міцел казеїну з $82,4 \dots 82,8$ до $78,1 \dots 78,3$ нм, що пояснюється виведенням іонізованого кальцію, який здатен осаджуватися на поверхні міцел казеїну, та змінами в колоїдній системі молока знежиреного; збільшенням ефективної в'язкості з $3,6 \pm 0,1 \cdot 10^{-3}$ до $3,8 \pm 0,1 \cdot 10^{-3}$ Па·с та з $10,1 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ до $10,7 \pm 0,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с відповідно внаслідок утворення міцел казеїну, що здатні до більшої гідратації; збільшенням термостабільності.

Подальше формування рецептурної суміші базувалося на одержаних результатах із введенням інших рецептурних компонентів в обґрунтованих концентраціях.

3.2. Обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу виробництва напівфабрикатів десертної продукції

Використання молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового за обґрунтованих параметрів їх введення до рецептурного складу суміші дозволяє створити напівфабрикати для виробництва широкого асортименту десертної продукції.

Проектування рецептурної суміші для виробництва напівфабрикатів має відбуватися з позиції формування не лише органолептичних властивостей за рахунок введення до складу цукру білого, жирової основи та стабілізаційної системи, а й з огляду на реалізацію їх технологічних властивостей. Так, важливим у формуванні органолептичних властивостей напівфабрикатів є введення до рецептурного складу цукру білого. Відомо, що разом з формуванням смаку він є фактором термостабільності та в'язкісних характеристик систем, і його використання повинно бути обґрунтовано не тільки з позиції концентрації його в готових напівфабрикатах, а і з урахуванням доцільності його введення в рецептурну суміш на певному етапі. Досліджено залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву (рис. 3.8), оптичної густини та середнього діаметра міцел казеїну від температури за різної концентрації цукру білого в складі харчових систем на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини з регульованим складом сольової системи (рис. 3.9).

Установлено, що всі системи є неньютонівськими рідинами, в'язкість яких зменшується зі збільшенням швидкості зсуву. Введення цукру білого до сумішей приводить до збільшення в'язкості суміші у 1,6 разу – з $3,8 \cdot 10^{-3}$ до $6,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с залежно від його концентрації.

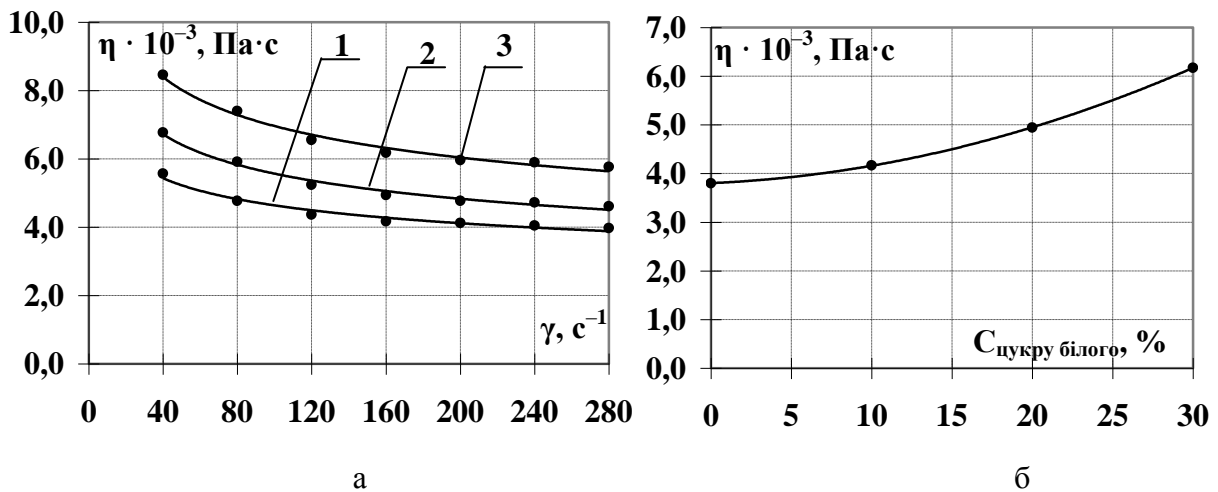


Рисунок 3.8 – Залежність ефективної в'язкості харчових систем на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини за концентрації цукру білого, %: 1 – 10,0; 2 – 20,0; 3 – 30,0% (а); та від вмісту цукру білого за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ c}^{-1}$) (б)

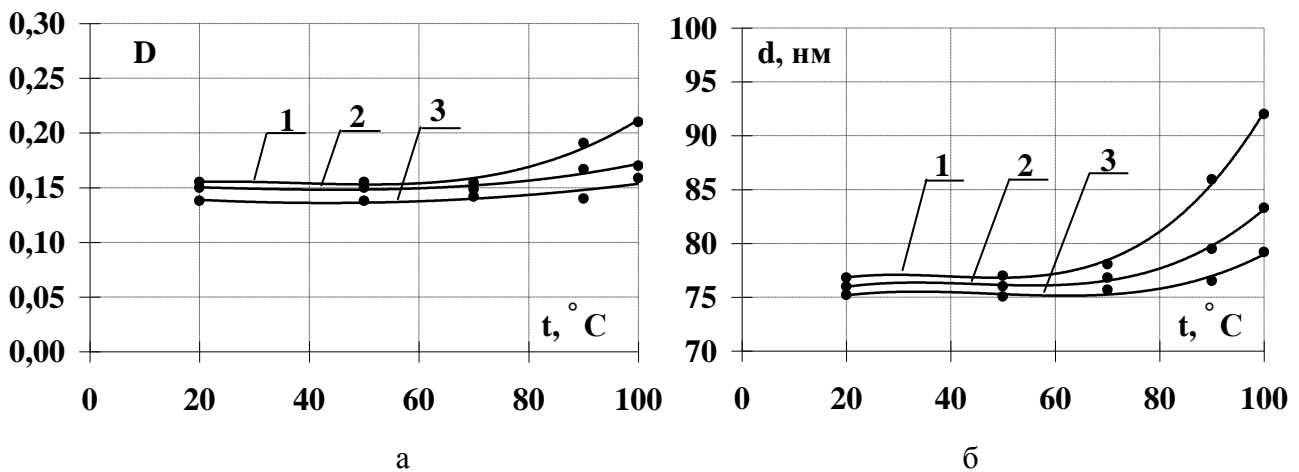


Рисунок 3.9 – Залежність оптичної густини (а) та середнього діаметра міцел казеїну (б) від температури харчових систем на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини за концентрації цукру білого, %: 1 – 10,0; 2 – 20,0; 3 – 30,0

Установлено (рис. 3.9), що криві, які характеризують зміну оптичної густини та середнього діаметра міцел казеїну суміші на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини, мають подібний характер: в інтервалі температур 20...70° С значення досліджуваних показників не змінюється, що вказує на колоїдну стабільність систем. Одержані результати, імовірно, пов'язані зі стабілізуючими властивостями цукрів (здатність утворювати водневі зв'язки) відносно білкових систем. З урахуванням результатів дослідження органолептичних показників раціональну концентрацію цукру білого в системі визначено на рівні 15,0%, що є достатнім для формування смакових властивостей як напівфабрикатів, так і десертної продукції на їх основі.

Розроблено напівфабрикати десертної продукції з масовою часткою жиру 3,5 та 10,0% шляхом введення до рецептурного складу масла вершкового, вміст якого встановлювали розрахунковим шляхом. Слід зазначити, що обрані кон-

центрації жиру в складі продукту характерні для десертної продукції, зокрема морозива молочного та вершкового.

Важливими під час використання напівфабрикатів десертної продукції у подальшому в складі десертної продукції є їх властивості, зокрема в'язкість, піноутвірنا здатність і стійкість піни. Формування цих властивостей може здійснюватися за рахунок введення до рецептурного складу стабілізаційних систем, що зумовлено функціонально-технологічними властивостями компонентів, а також можливістю одержання необхідних органолептичних показників.

Вибір виду стабілізаційних систем, склад яких наведено в табл. 3.4, здійснювали з урахуванням рекомендацій з використання стабілізаційних систем фірми «Danisco» в складі десертної продукції. Із метою обґрунтування певного виду стабілізаційної системи в складі напівфабрикатів проведено дослідження піноутвірної здатності (ПЗ) та стійкості піни (СП) рецептурних сумішей за концентрації стабілізаційних систем 1,0% (табл. 3.5). Піноутвірну здатність рецептурних сумішей визначали за формулою (3.1):

$$ПЗ = \frac{V_n}{V_p} \cdot 100, \quad (3.1)$$

де ПЗ – піноутвірна здатність, %;

V_n – об'єм піни, м³;

V_p – об'єм зразка до збивання, м³.

Стійкість піни рецептурних сумішей визначали за формулою (3.2):

$$СП = \frac{B_n^{15}}{B_n} \cdot 100, \quad (3.2)$$

де СП – стійкість піни, %;

B_n^{15} – висота піни після (15·60) с відстоювання, м;

B_n – початкова висота піни, м.

На основі аналізу даних табл. 3.4 встановлено, що до складу стабілізаційних систем входять компоненти, які, з одного боку, за умов введення їх до рецептурної суміші приводять до підвищення в'язкості та зниження поверхневого натягу (моно- та дигліцериди жирних кислот, поліоксіетиленсорбітан моноолеат), а з іншого – підвищення стійкості піни (натрійкарбоксиметилцелюлоза, карагінан, стандартизований цукром, чи карагінан та його солі).

Таблиця 3.4 – Склад стабілізаційних систем фірми «Danisco»

Найменування стабілізаційної системи	Склад стабілізаційної системи
Cremodan ES 334	моно- та дигліцериди жирних кислот, гуарова камедь, натрійкарбоксиметилцелюлоза, карагінан, стандартизований цукром
Cremodan SE 40	моно- та дигліцериди жирних кислот, гуарова камедь, карагінан і його солі, поліоксіетиленсорбітан моноолеат, альгінат натрію
Cremodan SL 67	моно- та дигліцериди жирних кислот, гуарова камедь, натрійкарбоксиметилцелюлоза, камедь ріжкового дерева

Таблиця 3.5 – Пінотвірна здатність і стійкість піни сумішей на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини за використання стабілізаційних систем 1,0% концентрації

Найменування показника	Найменування стабілізаційних систем		
	Cremodan ES 334	Gremodan SE 40	Cremodan SL 67
ПЗ, %	140 ± 2	138 ± 2	130 ± 2
СП, %	99 ± 1	99 ± 1	99 ± 1

Проведені дослідження, результати яких наведено в табл. 3.4, 3.5, дозволяють визначити пріоритетність використання в рецептурній суміші стабілізаційної системи Cremodan ES 334 внаслідок високих показників ПЗ і СП, складу, доступності (за ціною) на продовольчому ринку України.

Важливим показником для напівфабрикатів є в'язкість рецептурної суміші, що значною мірою визначає здатність утримувати повітряну фазу, впливає на процеси фризювання чи збивання, зберігання та використання напівфабрикатів у десертній продукції. Результати дослідження ефективної в'язкості рецептурних сумішей за використання обраної стабілізаційної системи в концентрації 0,3...1,0% наведено на рис. 3.10.

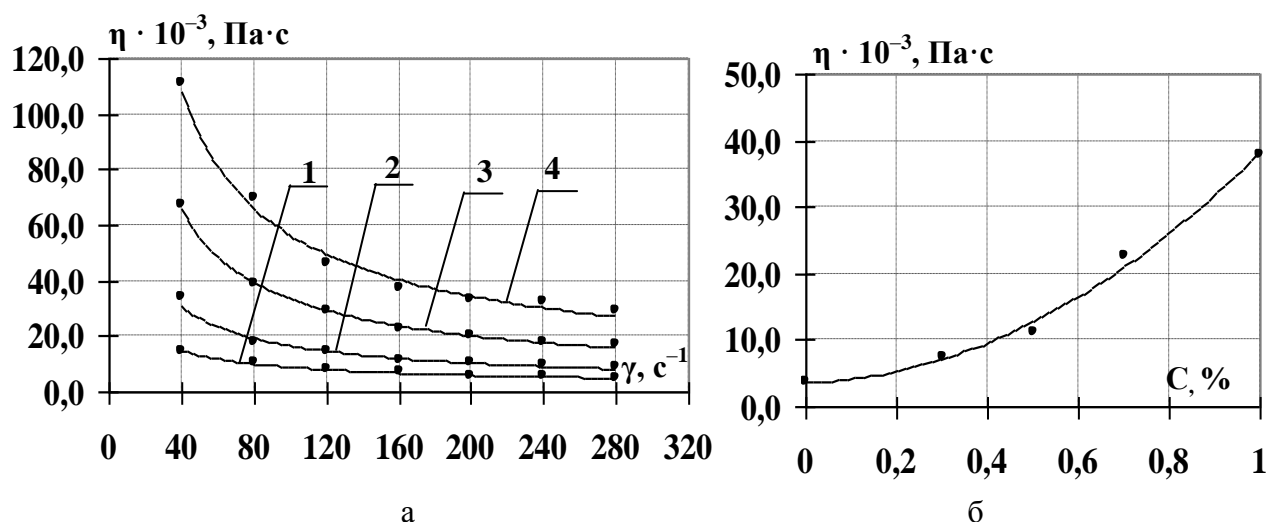


Рисунок 3.10 – Залежність ефективної в'язкості сумішей на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини з регульованим складом сольової системи за концентрації стабілізаційної системи (а), %: 1 – 0,3; 2 – 0,5; 3 – 0,7; 4 – 1,0 та від вмісту стабілізаційної системи за сталої напруги зсуву ($\gamma = 160 \text{ s}^{-1}$) (б)

Аналіз результатів дослідження, що наведено на рис. 3.10, вказує на збільшення ефективної в'язкості за умов введення до суміші на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини стабілізаційної системи – збільшення концентрації з 0,3 до 1,0% приводить до підвищення в'язкості в 5,2 разу – з $7,3 \cdot 10^{-3}$ до $37,9 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$. Одержані результати вказують, що використання стабілізаційної системи приводить до утворення більш в'язких систем, що зумовлено властивостями складових Cremodan ES 334.

З урахуванням того, що використання напівфабрикатів в складі десертної

продукції є доцільним, важливими під час обґрунтування концентрації стабілізаційної системи є ПЗ і СП суміші на основі молока знежиреного та плодово-ягідної сировини. Одержані результати щодо дослідження вищезазначених показників наведено на рис. 3.11.

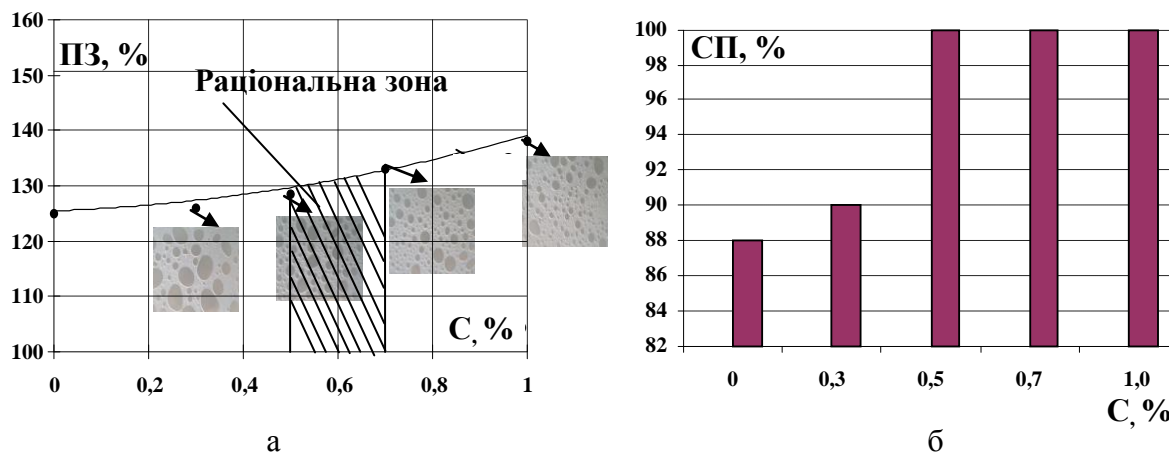


Рисунок 3.11 – Залежність пінотвірної здатності (а) та стійкості піни (б) від концентрації стабілізаційної системи в суміші на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини

Аналіз даних, наведених на рис. 3.11а, дозволяє стверджувати, що ПЗ суміші на основі молока знежиреного та соку концентрованого смородини за рахунок наявності в складі стабілізаційної системи поверхнево-активних речовин, що сприяють підвищенню ПЗ, залежно від концентрації стабілізаційної системи коливається в діапазоні 125,0...139,0%. Узагальнюючи експериментальні дані дослідження (рис. 3.11б), слід відзначити, що СП в $99 \pm 1\%$ досягається за використання стабілізаційної системи в суміші за концентрації 0,5...1,0%, і хоча показник ПЗ має найбільше значення за концентрації 1,0% Cremodan SE, проте з огляду на економічну ефективність встановлено доцільність використання стабілізаційної системи в складі суміші за концентрації 0,5...0,7%.

Визначено ефективну в'язкість рецептурних сумішей залежно від часу їх визрівання (рис. 3.12), що є важливим з огляду на складання багатокомпонентних харчових систем. Аналіз даних рис. 3.12 вказує, що спостерігається зростання в'язкості рецептурної суміші протягом перших $3 \cdot 60^2$ с. Збільшення часу визрівання суміші не приводить до зростання в'язкості, що дозволяє стверджувати, що процеси, пов'язані з перерозподілом вологи, унаслідок розчинення рецептурних компонентів за подальшого витримування суміші не відбуваються. Останнє дозволяє визначити доцільність визрівання суміші протягом $(2...3) \cdot 60^2$ с.

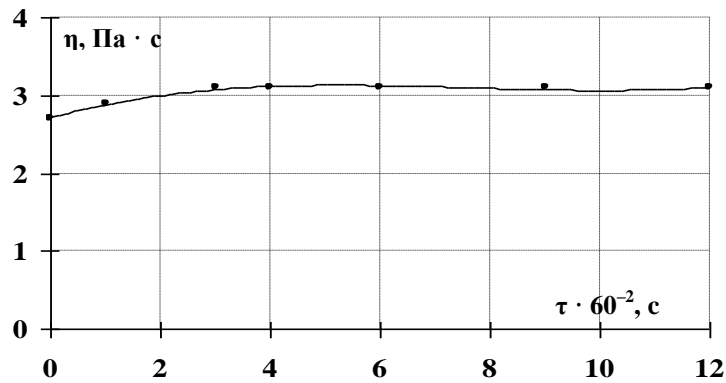


Рисунок 3.12 – Залежність ефективної в'язкості ($\gamma = 160 \text{ с}^{-1}$) рецептурних сумішей від часу їх визрівання

Формування органолептичних, фізико-хімічних властивостей напівфабрикатів десертної продукції важливе разом із формуванням споживних властивостей за умов використання їх у складі десертної продукції, зокрема морозива. Досліджено збитість та опір таненню модельних систем, які одержано шляхом фризеравання напівфабрикатів десертної продукції (табл. 3.6).

Збитість модельних систем на основі напівфабрикатів десертної продукції визначали за формулою 3.3:

$$S = \frac{m_m - m}{m} \cdot 100, \quad (3.3)$$

де S – збитість морозива, %;

m_m, m – маси, відповідно, морозива та суміші, взятих у рівних об'ємах.

Опір таненню модельних систем на основі напівфабрикатів десертної продукції визначали за допомогою спеціального пробника (діаметр 35 мм, висота 50 мм), яким відбирали зразок і поміщали в стаканчик з полімерним покриттям з отворами по краю дна для вільного стікання талої суміші. Опір таненню характеризували тривалістю накопичення 10 мл суміші, одержаної під час розплавлення систем у термостаті за температури 25° С.

Установлено (табл. 3.6), що для досліджуваних систем характерні відмінні показники збитості та опору таненню.

Таблиця 3.6 – Збитість та опір таненню модельних систем на основі напівфабрикатів десертної продукції

Найменування показника	Найменування модельних систем на основі напівфабрикатів десертної продукції	
	«Молочно-смородиновий»	«Вершково-персиковий»
Збитість, %	42 ± 1	61 ± 1
Опір таненню, 60 с	25 ± 1	26 ± 1

На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень визначено раціональні параметри одержання напівфабрикатів десертної продукції (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Параметри одержання напівфабрикатів десертної продукції

Найменування параметрів	Одиниця вимірювання	Вміст
Вміст жиру в напівфабрикатах		
молочні	%	3,5
вершкові	%	10,0
Концентрація цукру білого	%	15,0
Концентрація стабілізаційної системи	%	0,5...0,7
Використання плодово-ягідної сировини на рівні, що забезпечує рН	од.	5,5
Температура пастеризації*	°C	73...77, 78...82, 83...85
Тривалість пастеризації*	с	(15...20)·60 (8...10)·60 (3...5)·60
Температура гомогенізації*	°C	73...77
Тиск гомогенізації*	МПа	12,5...15,0
Тривалість визрівання суміші	с	(2...3) · 60 ²

*Параметри є типовими для виробництва десертної продукції (морозива).

Узагальнення даних, які наведено в табл. 3.7, стало підґрунтям для розробки рецептурного складу (табл. 3.8) та технологічного процесу виробництва напівфабрикатів десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий».

Таблиця 3.8 – Рецептурний склад напівфабрикатів десертної продукції

Найменування сировини	Витрати сировини на 100 кг, кг			
	напівфабрикат десертної продукції «Молочно-смородиновий»		напівфабрикат десертної продукції «Вершково-персиковий»	
	брутто	нетто	брутто	нетто
1	2	3	4	5
Молоко знежирене	70,00	70,00	44,60	44,60
Сік концентрований смородини	7,6	7,6	–	–
Пюре персикове	–	–	19,20	19,20
Маса суміші молочної та плодово-ягідної сировини	–	77,00	–	63,00
Альгінат натрію	0,23	0,23	0,19	0,19

1	2	3	4	5
Вода питна демінералізована	15,50	15,50	12,60	12,60
Маса розчину альгінату натрію	–	15,70	–	12,80
Цукор білий	15,40	15,40	15,40	15,40
Масло вершкове	5,10	4,90	17,40	16,60
Молоко сухе знежирене	3,40	3,40	5,70	5,70
Стабілізаційна система	0,50	0,50	0,50	0,50
Ванілін	0,03	0,03	0,03	0,03
Усього	–	101,23	–	102,01
Вихід	–	100,0	–	100,0

З урахуванням моделі технологічної схеми виробництва напівфабрикатів десертної продукції (рис. 3.1) розроблено технологічну систему виробництва, де виділено окремі підсистеми – D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , C , B та A , функціонування якої призводить до отримання напівфабрикатів (рис. 3.13). Подальший синтез і дослідження функціонування окремих підсистем здійснено згідно з такою послідовністю (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5) $\rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$.

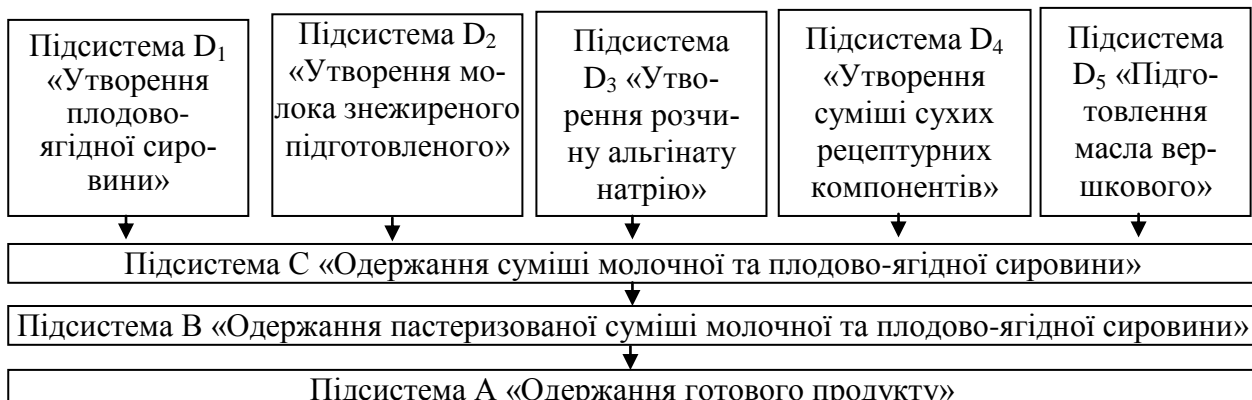


Рисунок 3.13 – Технологічна система виробництва напівфабрикатів десертної продукції

У межах підсистеми D_1 «Утворення плодово-ягідної сировини» та D_2 «Утворення молока знежиреного підготовленого» дослідження спрямовано на обґрунтування технологічних параметрів. Для одержання напівфабрикату молоко знежирене очищують від механічних забруднень за типовими технологічними параметрами, домішок шляхом фільтрації та дозують.

Технологічні операції, що виконуються в рамках підсистеми D_3 , спрямовано на утворення напівфабрикату «Розчин альгінату натрію», для чого у визначених концентраціях після попередньої механічної кулінарної обробки (просіювання) альгінат натрію розчиняють у воді питній демінералізованій за тем-

ператури 18...20° С до одержання однорідної консистенції та залишають на 24 · 60² с для повного розчинення гідроколоїду.

Важливою складовою нового продукту є смакові компоненти (цукор білий, ванілін), стабілізаційна система та молоко сухе знежирене, які регулюють структурно-механічні та органолептичні показники готового продукту. Технологічним процесом у рамках підсистеми D₄ передбачено просіювання з метою видалення сторонніх домішок і деагломерації окремих частинок за умов використання механічного устаткування чи інвентарю та перемішування для одержання суміші з рівномірно розподіленими в ній сухими рецептурними компонентами. Функціонування підсистеми D₅ «Підготовка масла вершкового» зумовлено необхідністю та доцільністю сформувати асортиментний ряд напівфабрикатів з огляду на вміст жиру (молочні та вершкові). Під час підготовки масло вершкове зачищають та нарізають на шматки масою 0,2...0,5 кг з метою спрощення подальшого його введення до рецептурної суміші.

З урахуванням того, що метою функціонування підсистеми С є одержання суміші молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового, визначено необхідність проведення та раціональні параметри процесу сорбції Ca²⁺. За звичайних умов під час сумісної пастеризації за вищевказаних концентрацій плодово-ягідної сировини відбувається коагуляція білкової складової (казеїнової фракції) унаслідок підвищеної кислотності, що формується за умов введення плодово-ягідної сировини. Регулювання складу сольової системи шляхом використання комплексоутворювача – альгінату натрію, що здатен до зв'язування іонів кальцію з утворенням гелю альгінату кальцію, дозволяє проведення сумісної пастеризації. Експериментальними дослідженнями встановлено доцільність проведення процесу регулювання складу сольової системи за температури 2...6° С у два етапи, де тривалість кожного етапу становить (58...60) · 60 с. Протягом визначеного часу відбувається зменшення вмісту Ca²⁺ на 10,0...15,0% у суміші. Видалення гранул AlgCa із суміші проводять шляхом фільтрування, після чого їх можуть використовувати у вигляді гранул у виробництві харчової продукції, що забезпечує економічну ефективність виробництва напівфабрикатів десертної продукції.

У межах технологічної підсистеми В передбачається з'єднання суміші молока знежиреного та соку концентрованого смородини чи пюре персикового, суміші сухих рецептурних компонентів і масла вершкового з наступним нагріванням за постійного перемішування з метою рівномірного розподілення за всім об'ємом рецептурної суміші попередньо підготовлених напівфабрикатів. З огляду на наявність молочного жиру в напівфабрикатах доцільним є проведення гомогенізації за температури 73...77° С та тиску 12,5...15,0 МПа з метою забезпечення високої дисперсності жирових кульок у розроблених напівфабрикатах, після чого їх пастеризують (t = 73...77° С, τ = (15...20)·60 с; t = 78...82° С, τ = (8...10)·60 с; t = 83...85° С, τ = (3...5)·60 с). Обробку суміші проводять у безперервному потоці, без доступу повітря, чим забезпечується висока ефективність пастеризації, зберігання ароматичних речовин, а також віта-

мінів. Параметри проведення процесів у рамках підсистеми В є типовими для виробництва десертної продукції.

Функціонування підсистеми А спрямовано на одержання кінцевого продукту у вигляді напівфабрикатів десертної продукції та передбачає підготовку до реалізації й безпосередньо реалізацію в термін не більше ніж $48 \cdot 60^2$ с за температури $2...6^{\circ}$ С. Для цього напівфабрикати десертної продукції охолоджують до температури $2...6^{\circ}$ С з метою запобігання розвитку мікробіологічних процесів, фасують у споживчу тару з поліетилену масою 0,5...2,0 кг та в тару з термопластичних полімерних матеріалів – 2,0...10,0 кг, закупорюють і маркують.

На основі проведених досліджень і технологічних відпрацювань розроблено технологічні схеми виробництва напівфабрикатів десертної продукції залежно від виду плодово-ягідної сировини (сік концентрований смородини чи пюре персикове) та вмісту жиру (молочні (3,5%) чи вершкові (10,0%)) (рис. 3.14, 3.15). У результаті реалізації розробленого технологічного процесу одержують напівфабрикати в споживчій тарі, які можуть використовуватися для виробництва десертної продукції.

Проведені дослідження покладено в основу нормативної документації ТУ У 15.8-01566330-264:2013 «Напівфабрикати для солодких страв на основі молочної та плодово-ягідної сировини» та технологічної інструкції.

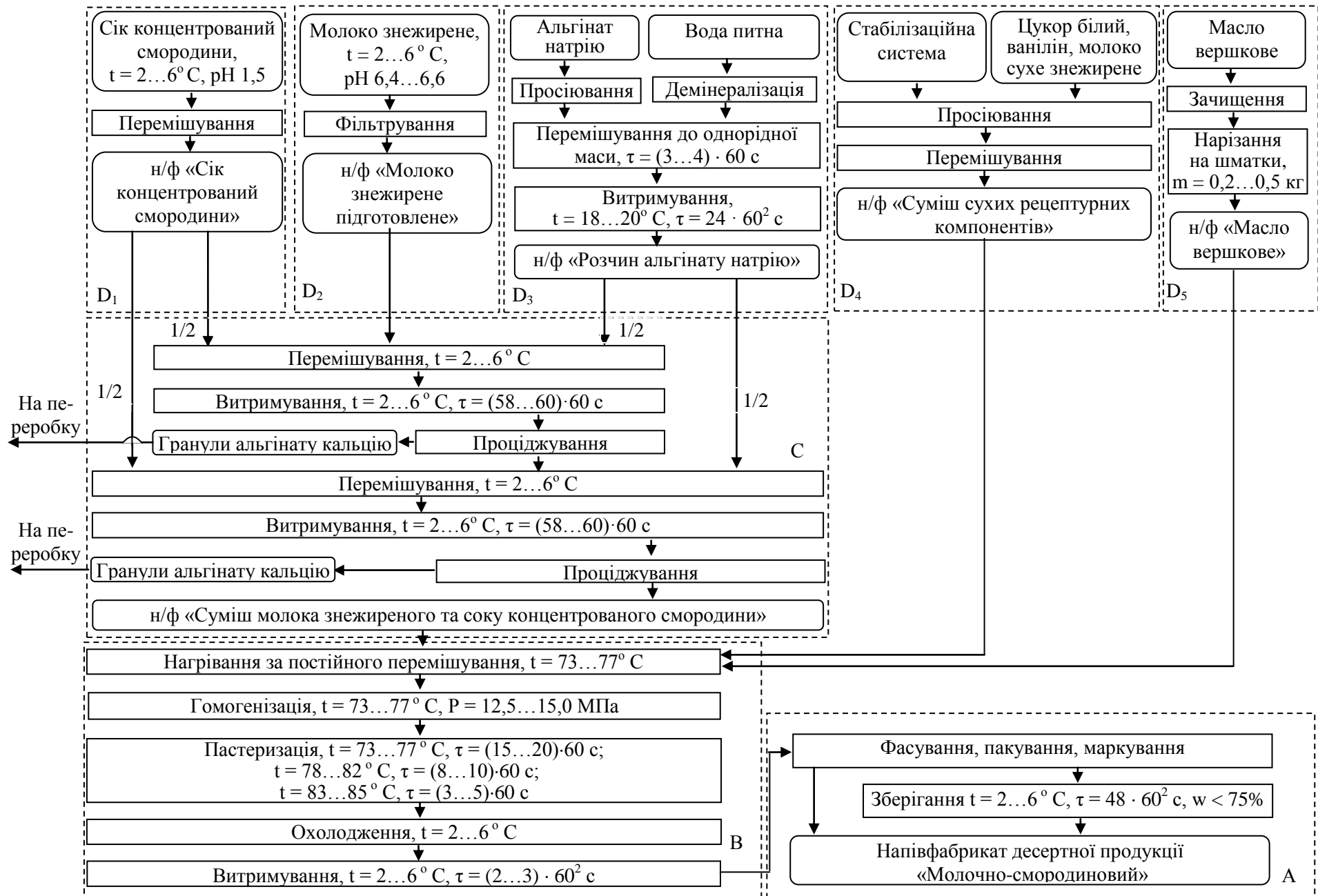


Рисунок 3.14 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату десертної продукції «Молочно-смородиновий»

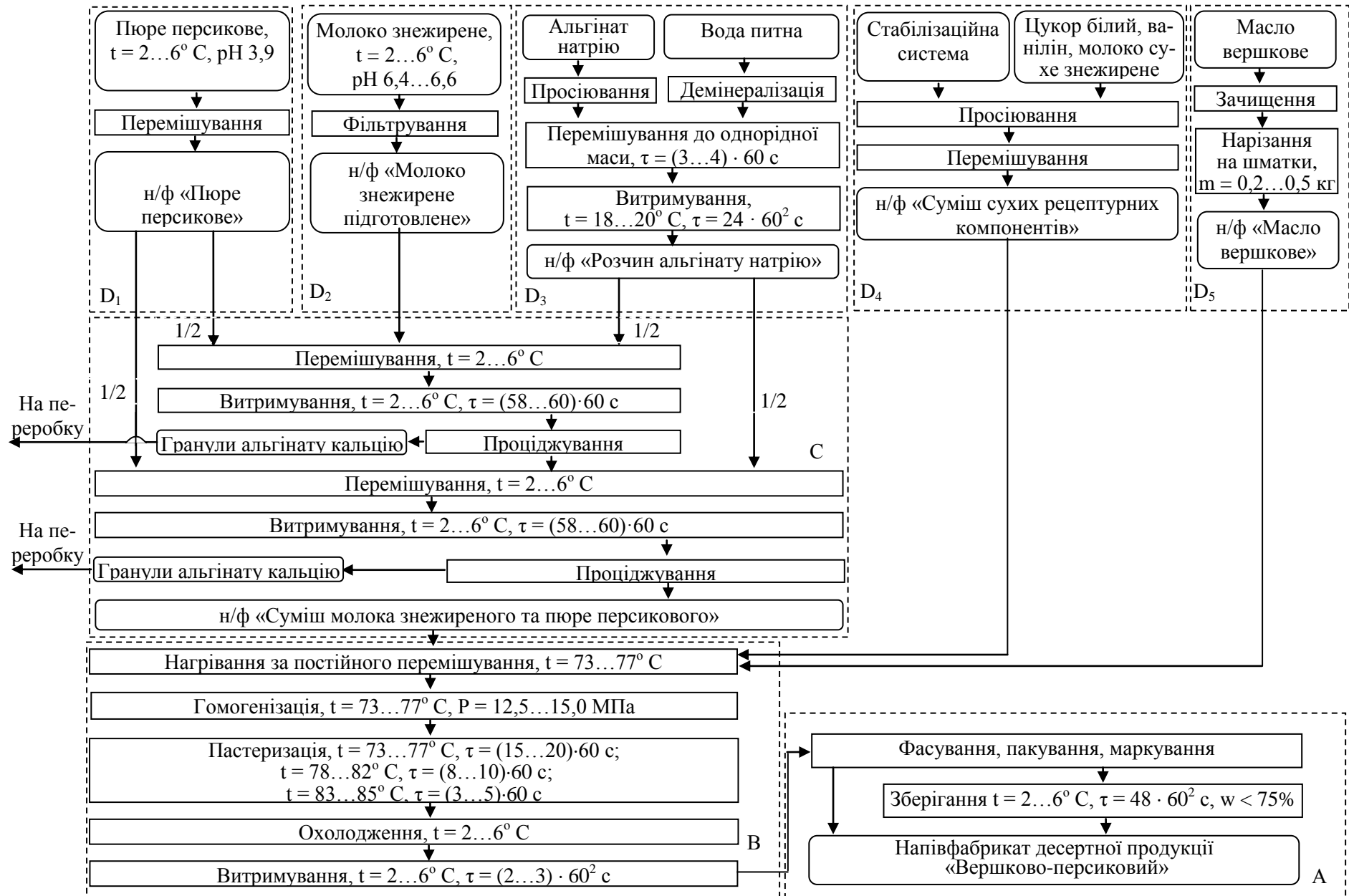


Рисунок 3.15 – Технологічна схема виробництва напівфабрикату десертної продукції «Вершково-персиковий»

РОЗДІЛ 4

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Дослідження основних показників якості та безпечності напівфабрикатів десертної продукції

Напівфабрикати десертної продукції на продовольчому ринку України є новою продукцією. Для дослідження показників якості та безпечності обрано два напівфабрикати десертної продукції – «Молочно-смородиновий» (надалі за текстом напівфабрикат «Молочно-смородиновий») та «Вершково-персиковий» (надалі за текстом напівфабрикат «Вершково-персиковий»).

Дослідження органолептичних показників здійснювалося на основі розробленої шкали сенсорної оцінки напівфабрикатів (додаток А), результати якого представлено графічно у вигляді профілів зовнішнього вигляду та консистенції, смаку, запаху, кольору (рис. 4.1, 4.2). Разом із фактичною оцінкою органолептичних показників напівфабрикатів на профілографах представлено плановані показники напівфабрикатів.

Аналізуючи дані рис. 4.1, 4.2, слід зазначити, що напівфабрикати «Молочно-смородиновий» та «Вершково-персиковий» мають однорідну, нетягучу консистенцію (5,0 та 4,0 балів відповідно; 1,0 та 1,0 бал відповідно), характеризуються відсутністю відшарування жирової фази (1,0 та 1,0 бал відповідно) та сироватки (1,1 та 1,1 бала відповідно), пластівців білка (1,0 та 1,0 бал відповідно), осаду (5,0 та 4,8 бала відповідно), нерозчинних компонентів (1,2 та 1,2 бала відповідно) та крупинчастості (1,1 та 1,1 бала відповідно), сторонніх домішок (1,0 та 1,0 бала відповідно); для них характерно рівномірне розподілення соку концентрованого смородини та пюре персикового (4,8 та 4,4 бала відповідно).

Смак напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» визначено як молочний (4,0 та 4,0 бали відповідно), солодкий (4,0 та 4,0 бали відповідно), у міру кислий (3,0 та 3,0 бали відповідно), без присмаку пастеризованого молока (1,0 та 1,0 бал відповідно), згірклого присмаку (1,0 та 1,0 бал відповідно). Загалом смак характеризується як достатньо виражений (4,8 та 4,8 бала відповідно), натуральний (4,5 та 4,5 бала відповідно), збалансований (5,0 та 5,0 балів відповідно) та гармонійний (5,0 та 5,0 балів відповідно).

Запах напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» характеризується як виражений (4,8 та 4,8 бала відповідно), чистий (5,0 та 5,0 балів відповідно), збалансований (4,9 та 4,9 бала відповідно), натуральний (4,9 та 4,9 бала відповідно), молочний (3,8 та 3,8 бала відповідно) з наявністю запаху, який властивий соку концентрованому смородини чи пюре персиковому (2,9 та 2,9 бала відповідно).

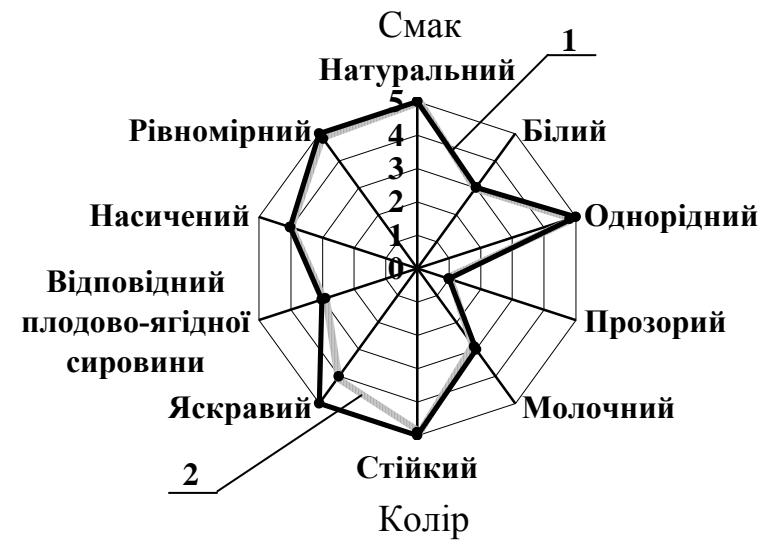
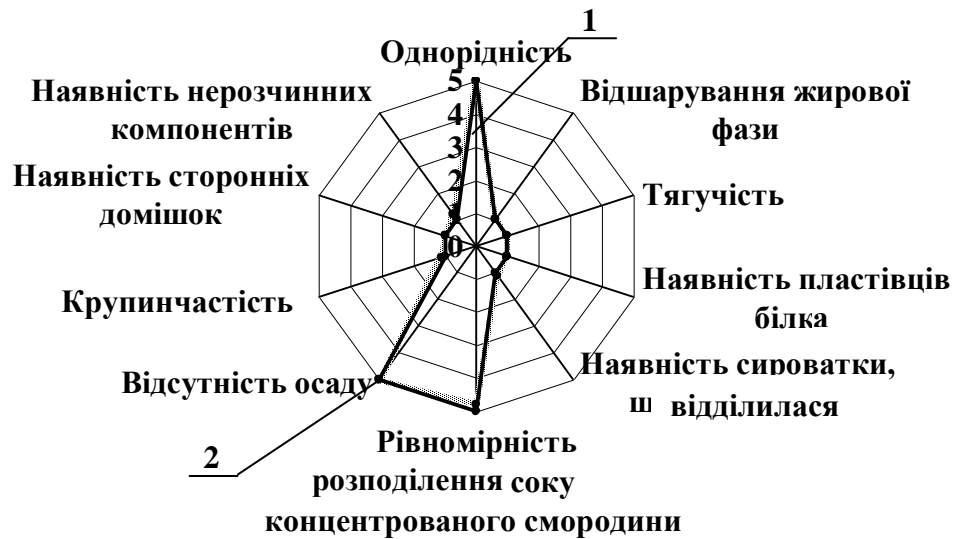


Рисунок 4.1 – Профілограми органолептичної оцінки напівфабрикату «Молочно-смородиновий»:
1 – плановані; 2 – фактичні

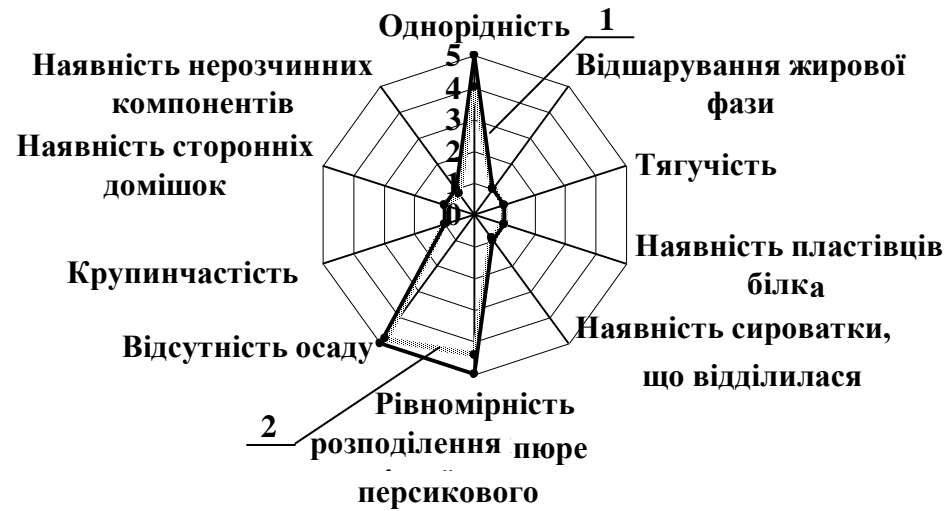


Рисунок 4.2 – Профілограми органолептичної оцінки напівфабрикату «Вершково-персиковий»: 1 – плановані; 2 – фактичні

Дослідження кольору напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» дозволили визначити його як молочно-білий («Молочний» 3,0 та 3,0 бали відповідно та «Білий» 3,0 та 3,0 бали відповідно) з наявністю відтінків, відповідних соку концентрованому смородини чи пюре персиковому, що використовувалося (3,0 та 3,0 бали відповідно). При цьому колір характеризується як натуральний (5,0 та 5,0 балів відповідно), насичений (4,0 та 4,0 бали відповідно), стійкий (5,0 та 5,0 балів відповідно) з рівномірним (4,8 та 3,7 бала відповідно), непрозорим (1,0 та 1,0 бал відповідно), однорідним (4,8 та 3,0 бали відповідно) та яскравим (4,0 та 3,0 бали відповідно) забарвленням за всім об'ємом.

Співставлення результатів дослідження органолептичних показників напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» із показниками, які планувалися під час їх розробки, вказують на незначне відхилення разом із високою загальною оцінкою. Визначено органолептичні показники напівфабрикатів, що наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники якості напівфабрикатів десертної продукції

Найменування показника	Характеристика напівфабрикатів	
	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Зовнішній вигляд	Однорідна загущена рідина	Однорідна загущена рідина
Консистенція	В'язка, без грудочок нерозчинних компонентів, без відшарування жирової фази, пластівців білка та сироватки, що відділилася, крупинчатості, осаду та сторонніх домішок із рівномірним розподіленням соку концентрованого смородини	В'язка, без грудочок нерозчинних компонентів, без відшарування жирової фази, пластівців білка та сироватки, що відділилася, крупинчатості, осаду та сторонніх домішок із рівномірним розподіленням пюре персикового
Колір	Натуральний, гармонійний, насичений, від світлофіолетового до фіолетового, однорідний і рівномірний за всім об'ємом	Натуральний, гармонійний, насичений, від світлокремового до світло-жовтого, однорідний і рівномірний за всім об'ємом
Запах і смак	Збалансований, натуральний, стійкий, виражений, чистий, молочний, кисло-солодкий, з вираженим смаком і запахом смородини, без сторонніх смаку та запаху	Збалансований, натуральний, стійкий, виражений, чистий, молочний, кисло-солодкий, з вираженим смаком і запахом персиків, без сторонніх смаку та запаху

Харчова цінність напівфабрикатів десертної продукції визначається вмістом у них білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів. Дослідження харчової та біологічної цінності напівфабрикатів десертної продукції визначали за загальноприйнятими методами: масову частку сухих речовин – за ГОСТ 3628 [125], вміст загального білка – методом К’ельдаля [126], масову частку загальних вуглеводів – поляриметричним методом [118], масову частку жиру – за ДСТУ ISO 11870 [127], масову частку мінеральних речовин – озоленням [118], вміст амінокислот визначали методом рідинно-рідинної хроматографії, триптофану – за Грехемом, амінокислотний скор білків і ступінь збалансованості амінокислот досліджували за методами ФАО/ВООЗ [128], жирнокислотний склад ліпідів – методами газової хроматографії [118]. Визначено харчову цінність і фізико-хімічні показники напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» (табл. 4.2), амінокислотний склад їх білків (табл. 4.3), жирнокислотний склад ліпідів (табл. 4.4), мінеральний склад зольного залишку та вміст вітамінів.

Таблиця 4.2 – Загальний хімічний склад і фізико-хімічні показники напівфабрикатів десертної продукції «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий»

Найменування показника	Характеристика показника	
	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Масова частка сухих речовин, %	32,4 ± 0,8	37,6 ± 0,9
Масова частка білків, %	3,5 ± 0,1	4,1 ± 0,1
Масова частка жиру, %	3,5 ± 0,1	10,0 ± 0,3
у т.ч. молочного, %	3,5 ± 0,1	10,0 ± 0,3
Масова частка загальних вуглеводів, %	24,8 ± 0,5	23,0 ± 0,5
у т.ч. сахарози, %	19,8 ± 0,3	17,8 ± 0,3
Масова частка золи, %	0,6 ± 0,01	0,5 ± 0,01
Активна кислотність, од.	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1
Титрована кислотність, °Т	26,0 ± 1,0	26,0 ± 1,0
Термостабільність за концентрації спирту:		
68%	+	+
70%	+	+
72%	+	+
75%	–	–

Із наведених в табл. 4.2 даних видно, що хімічний склад напівфабрикату «Молочно-смородиновий» відрізняється від напівфабрикату «Вершково-персииковий» збільшеним вмістом сухих речовин – на 5,2%, білків – на 0,6%, зменшеним вмістом жирів – на 6,5%, вуглеводів – на 1,8% та золи – на 0,1%. Слід зазначити, що співвідношення білки : жири : вуглеводи для напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персииковий» становить 1:1:7 та 1:2:5. Аналіз результатів дослідження фізико-хімічних показників дозволяє стверджувати, що розроблені напівфабрикати мають однакові властивості за показниками активної та титрованої кислотності, термостабільності.

Таблиця 4.3 – Амінокислотний склад білків напівфабрикатів десертної продукції

Найменування амінокислоти (АК)	Кількість амінокислот у напівфабрикатах			
	Молочно-смородиновий		Вершково-персииковий	
	Кількість АК, г/100	Вміст АК, %	Кількість АК, г/100	Вміст АК, %
Незамінні, у т. ч.:	1457±6	41,6	1649±6	40,2
Валін	193±3	5,5	215±3	5,2
Ізолейцин	198±3	5,7	219±3	5,4
Лейцин	319±4	9,1	374±4	9,1
Лізин	255±3	7,3	271±3	6,6
Метіонін	88±2	2,5	99±2	2,5
Треонін	166±3	4,7	194±3	4,7
Триптофан	56±2	1,6	71±2	1,7
Фенілаланін	182±3	5,2	206±3	5,0
Замінні, у т. ч.:	2043±6	58,4	2451±6	59,8
Аргінін	119±3	3,4	127±2	3,1
Аспарагінова кислота	259±4	7,4	319±4	7,8
Гістидин	91±2	2,6	104±3	2,5
Гліцин	60±2	1,7	79±2	1,9
Глутамінова кислота	627±5	17,9	775±5	18,9
Пролін	337±4	9,7	403±5	9,8
Серин	210±3	6,0	246±3	6,1
Тирозин	200±3	5,7	227±3	5,5
Цистин	28±1	0,8	35±1	0,9
Аланін	112±2	3,2	136±2	3,3
Загальна кількість АК	3500±20	100,0	4100±20	100,0

Аналіз даних, наведених у табл. 4.3, дозволяє стверджувати, що в складі білків напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персииковий» ідентифіковано 18 амінокислот, 41,6 та 40,2% з яких припадає на незамінні та

58,4 та 59,8% – на замінні амінокислоти відповідно. Співвідношення замінних та незамінних амінокислот при цьому становить 1:1,4 та 1:1,5 відповідно для напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий». Домінуючими серед незамінних амінокислот для напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» та «Вершково-персиковий» є лейцин, де його вміст становить 9,1 та 9,1%, та лізин – 7,3 та 6,6% відповідно; серед замінних – аспарагінова кислота – 7,4 та 7,8%, глутамінова кислота – 17,9 та 18,9%, пролін – 9,6 та 9,8% відповідно.

Біологічну цінність білка оцінювали шляхом розрахунку амінокислотного скору та порівняння його з амінокислотним скором ідеального білка (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Біологічна цінність напівфабрикатів десертної продукції

Найменування амінокислоти	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг/1 г білка	Молочно-смородиновий		Вершково-персиковий	
		Фактичний вміст, мг/1 г білка	Амінокислотний скор	Фактичний вміст, мг/1 г білка	Амінокислотний скор
Лейцин + ізолейцин	110	147,7	134,3	143,3	130,2
Лізин	55	72,9	132,5	65,5	119,1
Валін	50	55,1	110,3	51,9	103,8
Триптофан	10	16,0	160,0	17,1	170,5
Треонін	40	47,4	118,6	46,8	116,9
Фенілаланін + тирозин	60	109,7	181,9	104,5	174,2
Метіонін + цистин	35	33,1	94,7	32,4	92,6

Аналіз якісного та кількісного складу незамінних амінокислот показав, що вміст амінокислот у складі напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» перевищує рівень ФАО/ВООЗ за такими амінокислотами, як триптофан, лізин, лейцин, ізолейцин та ін., при цьому кількість метіоніну та цистину в білках наближається до рівня їх вмісту в ідеальному білку. Лімітуючими амінокислотами є метіонін та цистин.

Для біологічно повноцінних білків важливим є не тільки наявність усіх незамінних кислот, але й збалансованість, для характеристики якої здійснено розрахунки незамінних амінокислот за «триптофановим» та «треоніновим» індексами (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Збалансованість незамінних амінокислот у складі напівфабрикатів десертної продукції

Найменування АК	Збалансованість за «триптофановим» індексом			Збалансованість за «треоніновим» індексом		
	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Треонін	2...3	3,1	2,7	1,00	1,00	1,00
Лізин	3...5	4,7	3,8	1,10	1,54	1,40
Валін	4,0	3,6	3,0	1,50	1,16	1,11
Лейцин	4...6	5,9	5,3	1,70	1,92	1,93
Ізолейцин	3...4	3,6	3,1	1,40	1,19	1,13
Фенілаланін	2...4	3,4	2,9	1,10	1,10	1,06
Метіонін	1...4	1,6	1,4	0,70	0,53	0,51
Триптофан	1,0	1,0	1,0	0,25	0,34	0,36

Розрахунок «триптофанового індексу» показав, що напівфабрикати десертної продукції містять недостатню кількість валіну, співвідношення амінокислот за «треоніновим індексом» вказує на те, що продукцію перевантажено лізином, лейцином, але недостатньо збалансовано за валіном, ізолейцином.

Досліджено ступінь ферментативного гідролізу напівфабрикатів десертної продукції, що визначали за методом А. А. Покровського та Є. Д. Єртанова [128]. Про ступінь перетравлення білків зразків робили висновок за різницею між кількістю білків, які витрачено на перетравлення, та кількістю білків, які залишилися після послідовної обробки предметів дослідження пепсином і трипсином. Накопичення продуктів гідролізу визначали за кольоровою реакцією Лоурі та виражали в умовних одиницях (мкм тирозину на 1 мг білка). Установлено, що ступінь гідролізу становить 50,5 мг т/г, при цьому 37,4 мг т/г припадає на пепсиноліз, а 13,1 мг т/г на трипсиноліз. Слід зазначити, що одержані результати не повністю відображають поведінку зразків під час дослідження, зокрема, підготовлені зразки без додавання реактивів пепсину та трипсину, тобто на етапі підготовки зразків, вже характеризувалися високою засвоюваністю.

Визначено жирнокислотний склад ліпідів нової продукції, результати якого наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Жирнокислотний склад ліпідів напівфабрикатів десертної продукції

Найменування жирних кислот (ЖК)	Індекс кислоти	Вміст ЖК у складі напівфабрикатів, % від загальної кількості	
		Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Масляна	C _{4:0}	3,76	3,86
Капронова	C _{6:0}	1,88	1,80
Каприлова	C _{8:0}	0,99	0,96
Капринова	C _{10:0}	2,27	2,21
Лаврінова	C _{12:0}	2,56	2,61
Міристинова	C _{14:0}	13,00	11,66
Пантодеканова	C _{15:0}	0,79	0,93
Пальмітинова	C _{16:0}	29,46	31,37
Маргарінова	C _{17:0}	0,45	0,43
Стеаринова	C _{18:0}	9,96	9,90
Арахідинова	C _{20:0}	0,91	0,99
Усього насичених ЖК	–	66,03	66,72
Міристолеїнова	C _{15:1}	2,27	2,19
Пальмітолеїнова	C _{16:1}	3,40	3,31
Олеїнова	C _{18:1 (n-9)}	25,79	25,96
Усього мононенасичених ЖК	–	31,46	31,46
Лінолева	C _{18:2 (n-6)}	1,58	1,39
Ліноленова	C _{18:3 (n-3)}	0,35	0,23
Арахідонова	C _{20:4 (n-6)}	0,58	0,20
Усього поліненасичених ЖК	–	2,51	1,82
Загальна кількість жирних кислот		100	100

Установлено (табл. 4.6), що жирнокислотний склад ліпідів напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» представлено як насиченими жирними кислотами (66,03 та 66,72% відповідно), так і ненасиченими (33,97 та 33,28% відповідно), при цьому під час дослідження не виявлено транс-ізомерів жирних кислот, що можуть негативно впливати на функціонування різних систем організму.

З огляду на сучасні уявлення про фізіологічну роль жирних кислот можна зробити висновок, що напівфабрикати десертної продукції є відносно збалансованими за жирнокислотним складом і є джерелом поліненасичених жирних кислот, що може характеризувати напівфабрикати як продукт з високою харчовою цінністю.

Визначено мінеральний склад напівфабрикатів десертної продукції (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Мінеральний склад напівфабрикатів десертної продукції

Найменування мінеральних речовин	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Макроелементи, мг%		
Калій	193 ± 3	139 ± 3
Кальцій	103 ± 3	93 ± 2
Магній	15 ± 0,3	12 ± 0,3
Натрій	46 ± 0,5	45 ± 0,5
Сірка	26 ± 0,5	21 ± 0,3
Фосфор	86 ± 2	76 ± 1
Хлор	95 ± 2	77 ± 1
Усього макроелементів	564 ± 10	463 ± 7
Мікроелементи, мкг%		
Алюміній	75 ± 2	66 ± 2
Залізо	59 ± 2	114 ± 3
Йод	6 ± 0,2	5 ± 0,1
Марганець	4 ± 0,1	12 ± 0,3
Мідь	8 ± 0,3	10 ± 0,3
Молібден	4 ± 0,1	3 ± 0,1
Олово	9 ± 0,3	7 ± 0,3
Селен	1 ± 0,05	1 ± 0,05
Фтор	12 ± 0,3	10 ± 0,3
Хром	14 ± 0,3	11 ± 0,3
Цинк	285 ± 6	224 ± 6
Усього мікроелементів	477 ± 7	463 ± 7

Проведені дослідження щодо визначення мінерального складу напівфабрикатів десертної продукції показали, що зольний залишок представлено як макро-, так і мікроелементами. Слід відзначити, що розроблена продукція є джерелом калію, кальцію та фосфору. Крім цього, ідентифіковано натрій, сірку, магній та інші мінеральні речовини, джерелом яких є молочна та плодово-ягідна сировина.

З огляду на те, що в складі напівфабрикатів використовується молоко знежирене, у складі якого вміст кальцію знижено за рахунок використання комплексоутворювача альгінату натрію, доцільним є висвітлити фізіологічні аспекти розроблених підходів до регулювання складу сольової системи. Процес регулювання складу сольової системи передбачає зниження вмісту кальцію на 10...15% головним чином за рахунок кальцію, який перебуває в складі кальцієвмісних солей (небідоступний), а не в з'єднанні з казеїном (розділ 2, рис. 2.16), що безпосередньо засвоюється організмом. Крім того, визначення (розрахунковим шляхом) співвідношення Ca:P, що згідно з літературними джерелами впливає на рівень засвоюваності кальцію та становить 1:1 [129], 1,1...1,5:1 [130], 2:1 [131], вказує на одержання співвідношення Ca:P – 1,2:1. Також важливим із

точки зору засвоєння є вміст магнію, вітаміну D, лактози та жиру. Науковці зазначають [57], що магній є антагоністом кальцію та забезпечує його засвоєвання за співвідношення кальцію і магнію 2:1; за умов регулювання складу сольової системи співвідношення кальцію і магнію становить 7,2:1, що є більш оптимальним, ніж у звичайному молоці.

Таким чином, процес регулювання складу сольової системи молока знежиреного знижує рівень вмісту кальцію в готовому продукті, але згідно з аналітичними дослідженнями не впливає на рівень його засвоєваності.

Під час визначення вітамінного складу напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» ідентифіковано вітамін С у кількості $1,1 \pm 0,02$ мг/100 г та $1,4 \pm 0,03$ мг/100 г, В₄ (холін) – $16,5 \pm 0,3$ мг/100 г та $11,8 \pm 0,2$ мг/100 г, В₇ (біотин) – $2,2 \pm 0,04$ мг/100 г та $1,6 \pm 0,03$ мг/100 г, В₉ (фолацин) – $3,5 \pm 0,07$ мг/100 г та $3,0 \pm 0,06$ мг/100 г відповідно.

Безпечність розробленої продукції оцінювали шляхом визначення мікробіологічних показників (табл. 4.8) та вмісту токсичних елементів (табл. 4.9), радіонуклідів. Мікробіологічні показники напівфабрикатів десертної продукції визначали: МАФAM – за ГОСТ 10444.15 [132], Staphylococcus aureus – за ГОСТ 10444.2 [133], бактерії роду Salmonella – за ГОСТ 30519 [134], дріжджі та плісняві гриби – за ГОСТ 10444.12 [135], БГКП – за ГОСТ 30518 [136]. Визначення токсичних елементів і солей важких металів у складі напівфабрикатів десертної продукції здійснювали за ГОСТ 26927 [137], ГОСТ 26930 [138], ГОСТ 26931 [139], ГОСТ 26932 [140], ГОСТ 26933 [141], ГОСТ 26934 [142].

За результатами дослідження мікробіологічних показників (табл. 4.8) встановлено, що бактерії групи кишкової палички, плісняві гриби й патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми не виявлено в 0,1 г та 1 г відповідно, а кількість МАФAM для напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» та «Вершково-персиковий» становила $1 \cdot 10^3$ в 1 г, що не перевищує встановлених норм (МБВ та СН № 5061 «Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів» [143]).

Таблиця 4.8 – Мікробіологічні показники напівфабрикатів десертної продукції

Найменування показників	Допустимі рівні	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г	не допускається	не виявлено	не виявлено
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г не більше	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г не більше	$1 \cdot 10^2$	не виявлено	не виявлено
Патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, у т. ч. бактерії роду Salmonella, в 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено

Таблиця 4.9 – Токсикологічні показники напівфабрикатів десертної продукції

Найменування показника	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Молочно-смородиновий	Вершково-персиковий
Свинець	0,1	0,04	0,03
Миш'як	0,03	0,005	0,004
Кадмій	0,05	0,01	0,01
Ртуть	0,005	0,001	0,003
Мідь	1,0	0,3	0,4
Цинк	5,0	0,5	0,5

Порівняльний аналіз допустимого вмісту солей важких металів (відповідно до ГН 6.6.1.1.-130-2006 [144]) з визначеним вмістом у рамках дослідження дозволяє стверджувати, що напівфабрикати відповідають вимогам чинного в Україні законодавства. Вміст радіонуклідів у напівфабрикатах десертної продукції не перевищував допустимі рівні, що встановлені ГН 6.6.1.1.-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів цезію-137, стронцію-90 в продуктах харчування і питній воді»: ^{137}Cs – 100 Бк/кг, ^{90}Sr – 20 Бк/кг, та становить 70 Бк/кг для цезію та 10 Бк/кг для стронцію.

Одержані дані під час визначення мікробіологічних і токсикологічних показників напівфабрикатів десертної продукції повністю відповідають вимогам МБВ, СН №5061 та ГН 6.6.1.1.-130-2006 [143–146].

Проведено експертизу напівфабрикатів десертної продукції з визначення виду та вмісту харчових добавок на відповідність законодавчих та нормативних документів [147–149]. Так, до складу напівфабрикатів десертної продукції входить стабілізаційна система, яка містить моно- та дигліцериди жирних кислот (Е 471), гуарову камедь (Е 412), натрійкарбоксиметилцелюлозу (Е 466), карагінан (Е 407), стандартизований цукром (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Вміст харчових добавок у складі напівфабрикатів десертної продукції

Найменування харчової добавки	Е-індекс	Вміст, мг/кг	Норма, мг/кг (згідно з наказом № 222) [149]
Моно- та дигліцериди	471	1500	у необхідній кількості, мають статус GRAS
Гуарова камедь	412	1200	у необхідній кількості
Карбоксиметилцелюлоза	466	1000	5000
Карагінан	407	1300	20000

Аналіз даних табл. 4.10 дозволяє стверджувати, що за вмістом харчових добавок напівфабрикати десертної продукції повністю відповідають вимогам чинного законодавства України.

Таким чином, дослідження загального хімічного складу, показників якості та безпечності напівфабрикатів десертної продукції вказують на відповідність цієї продукції вимогам державної системи контролю харчових продуктів.

4.2. Обґрунтування умов і термінів зберігання напівфабрикатів десертної продукції

Проведено дослідження з установлення умов і строків зберігання, а також визначено зміни органолептичних (рис. 4.3, 4.4), фізико-хімічних (табл. 4.11), мікробіологічних показників (табл. 4.12). Слід зазначити, що обґрунтування умов і строків зберігання напівфабрикатів десертної продукції проводили з урахуванням коефіцієнта резерву та агравованих температур. Зокрема, зразки напівфабрикатів зберігали в споживчій упаковці з поліетилену масою 0,5 кг відповідно до вимог МУ 4.2.727-99 [150], при цьому температура зберігання становила $9 \pm 1^\circ \text{C}$, тривалість зберігання – $72 \cdot 60^2$ с, вологість – не більше 75%.

Аналіз даних результатів органолептичної оцінки напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» (рис. 4.3) і «Вершково-персиковий» (рис. 4.4) дозволяє стверджувати, що під час зберігання протягом $72 \cdot 60^2$ с органолептичні показники не погіршуються, про що свідчить накладання профілю свіжовиготовлених напівфабрикатів на профіль напівфабрикатів, які зберігали протягом $72 \cdot 60^2$ с. Проте спостерігається наявність осаду та нерівномірність розподілення плодово-ягідної сировини в напівфабрикаті «Вершково-персиковий», що головним чином утворюється внаслідок седиментації плодово-ягідної сировини та зникає під час перемішування.

Разом з дослідженням органолептичних властивостей проводили дослідження фізико-хімічних показників напівфабрикатів десертної продукції, результати якого наведено в табл. 4.11.

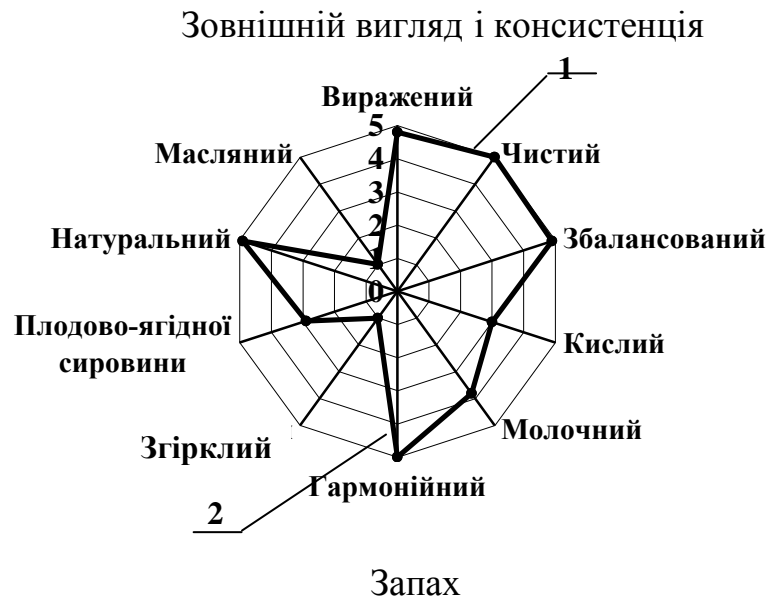


Рисунок 4.3 – Профілограми органолептичної оцінки напівфабрикату «Молочно-смородиновий»: 1 – свіжовиготовлений; 2 – протягом зберігання 72·60² с

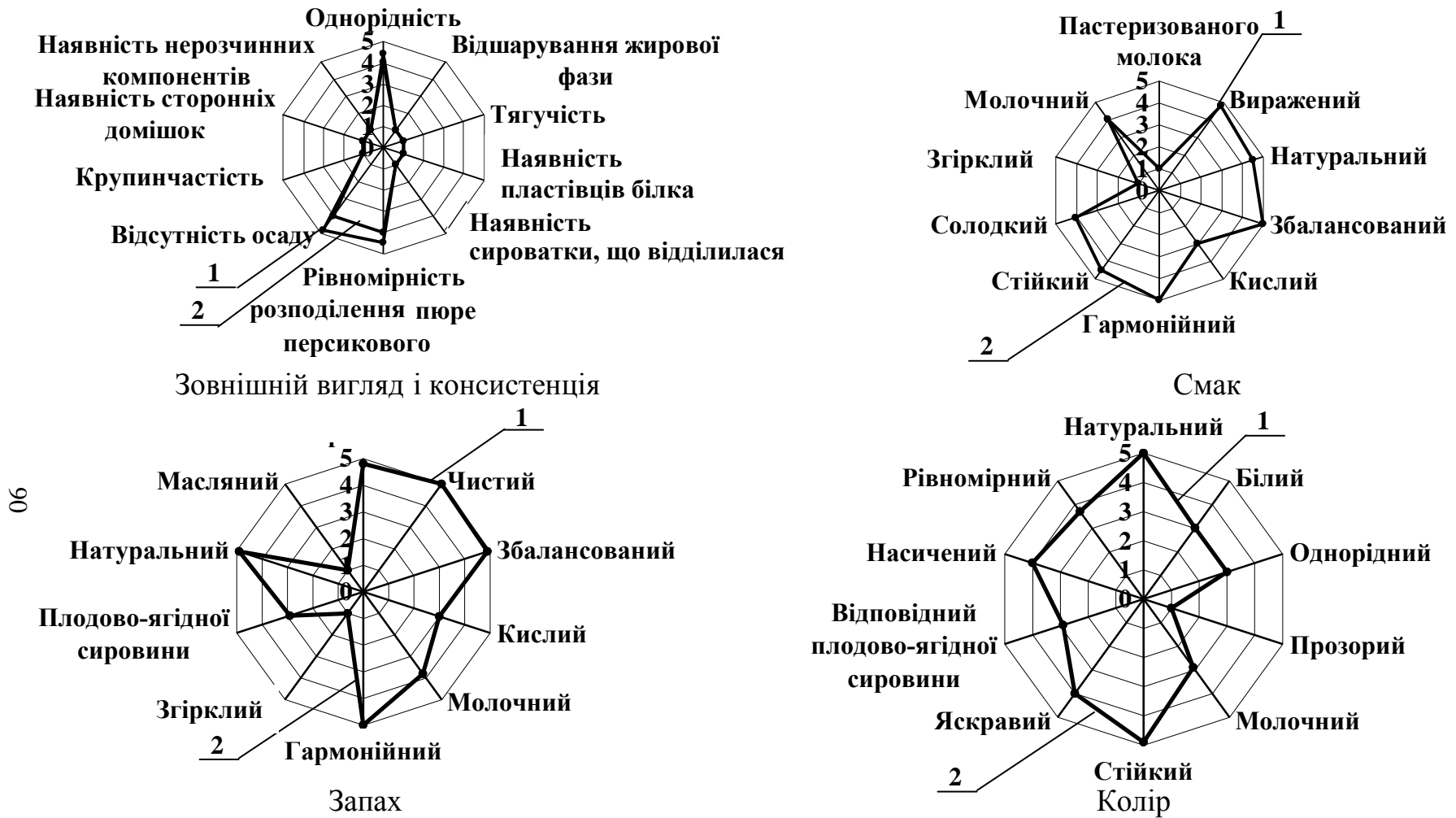


Рисунок 4.4 – Профілограми органолептичної оцінки напівфабрикату «Вершково-персиковий»: 1 – свіжовиготовлений; 2 – протягом зберігання 72·60² с

Таблиця 4.11 – Результати дослідження фізико-хімічних показників напівфабрикатів десертної продукції протягом зберігання

Найменування показника	Значення показника протягом зберігання					
	Молочно-смородиновий			Вершково-персиковий		
	Свіжовиготовлений	48·60 ² с	72·60 ² с	Свіжовиготовлений	48·60 ² с	72·60 ² с
Масова частка сухих речовин, %	27,1 ± 0,7	27,1 ± 0,7	27,1 ± 0,7	40,2 ± 0,9	40,2 ± 0,9	40,2 ± 0,9
Масова частка вуглеводів, %	19,5 ± 0,5	19,5 ± 0,5	19,5 ± 0,5	25,6 ± 0,5	25,6 ± 0,5	25,6 ± 0,5
Масова частка жиру, %	3,5 ± 0,5	3,5 ± 0,5	3,5 ± 0,5	10,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5
Титрована кислотність, °Т	26,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0	26,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0
Активна кислотність, од.	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,1
Термостабільність за концентрації спирту:						
68%						
70%	+	+	+	+	+	+
72%	+	+	+	+	+	+
75%	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	-	-

Аналіз даних, наведених у табл. 4.11, дозволяє стверджувати, що загальний вміст сухих речовин напівфабрикатів «Молочно-смородиновий» і «Вершково-персиковий» ($27,0 \pm 0,7$ та $39,9 \pm 0,7\%$ відповідно), вуглеводів ($19,5 \pm 0,5$ та $25,6 \pm 0,5\%$ відповідно) та жиру ($3,5 \pm 0,5$ та $10,0 \pm 0,5\%$ відповідно) під час зберігання протягом $72 \cdot 60^2$ с не змінюється. Установлено, що визначення інших фізико-хімічних показників вказує на незначне підвищення титрованої кислотності під час зберігання протягом $72 \cdot 60^2$ с, що коливається в межах похибки, при цьому дослідження активної кислотності вказують на стабільність досліджуваного показника – $6,4 \pm 0,1$ од. Слід зазначити, що проведені дослідження з визначення термостабільності напівфабрикатів десертної продукції вказує на ідентичні результати дослідження для двох напівфабрикатів, зокрема, за умов зберігання продукції протягом $72 \cdot 60^2$ с термостабільність не змінюється.

Таблиця 4.12 – Результати мікробіологічних досліджень напівфабрикатів десертної продукції під час зберігання

Найменування показників	Допустимі рівні	Молочно-смородиновий			Вершково-персиковий		
		Свіжовиготовлені	48·60 ² с	72·60 ² с	Свіжовиготовлені	48·60 ² с	72·60 ² с
БГКП (коліформи), в 0,1 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г не більше	1·10 ⁵	1·10 ³	1·10 ³	3·10 ³	1·10 ³	2·10 ³	3·10 ³
Кількість пліснявих грибів, КУО в 1 г не більше	1·10 ²	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, у т. ч. бактерії роду Salmonella, у 25 г	не допускається	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Аналіз одержаних даних щодо визначення мікробіологічних показників (табл. 4.12) дозволяє стверджувати, що під час зберігання напівфабрикатів протягом 72 · 60² с БГКП в 0,1 г, плісняві гриби в 1 г, патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду Salmonella, в 25 не виявлено, а кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в 1 г становила 3 · 10³, що не перевищує встановлених норм.

Обґрунтовано умови та терміни зберігання напівфабрикатів десертної продукції – 48·60² с за температури 2...6° С та відносної вологості повітря не більше 75,0%.

4.3. Розробка рекомендацій із використання напівфабрикатів десертної продукції в закладах ресторанного господарства

Узагальнені рекомендації з використання напівфабрикатів десертної продукції наведено на рис. 4.5. Із представленої на рис. 4.5 схеми бачимо, що напівфабрикати десертної продукції можуть використовуватися в складі морозива м'якого, кремів, коктейлів та ін. При цьому коригування рецептурного складу може відбуватися шляхом заміни деяких рецептурних компонентів, що входять до складу десертної продукції. Використання напівфабрикатів дозволяє спростити технологічний процес виробництва десертної продукції за рахунок відсутності технологічних операцій із регулювання складу сольової системи молока знежиреного, утворення рецептурної суміші, її гомогенізації, пастеризації, охолодження та ін.

Під час технологічних відпрацювань розроблено рецептурний склад (4 найменування), що наведено у табл. 4.13–4.16, та технології десертної продукції на основі напівфабрикатів, принципову схему виробництва якої наведено на рис. 4.6, що передбачає проведення технологічних операцій залежно від виду десертної продукції – фризювання чи збивання, чи охолодження, підготовки до реалізації, де використовуються додаткові рецептурні компоненти, та реалізації.

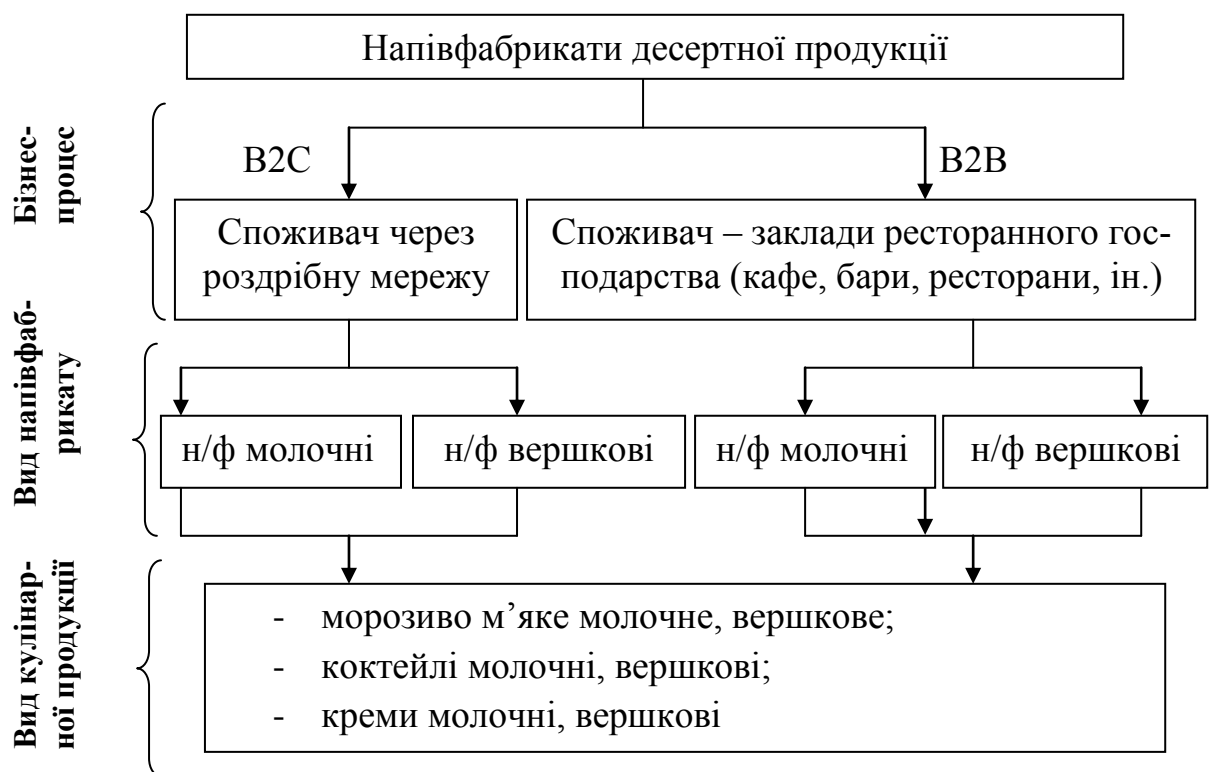
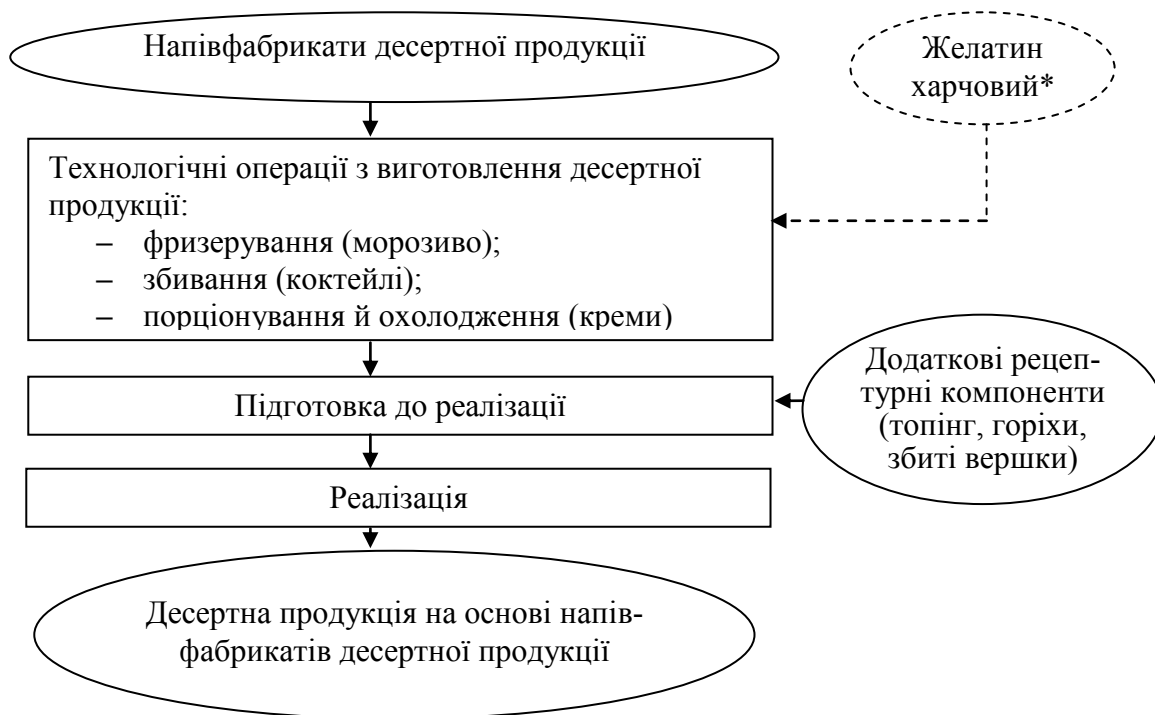


Рисунок 4.5 – Шляхи використання напівфабрикатів десертної продукції



*Для виробництва кремів додатково може бути введено желатин харчовий як гелеутворювач.

Рисунок 4.6 – Принципова технологічна схема виробництва десертної продукції на основі напівфабрикатів

Таблиця 4.13 – Рецептурний склад крему «Молочно-смородинового»

Найменування сировини	Витрати сировини, г	
	брутто	нетто
Напівфабрикат для солодких страв на основі молочної та плодово-ягідної сировини «Молочно-смородиновий»	84,0	84,0
Желатин харчовий	3,1	3,1
Вода питна для желатину	17,9	17,9
Маса крему	–	100,0
Смородина червона або чорна свіжа	25,0	20,0
Сироп ягідний	15,0	15,0
Вихід	–	130,0

Таблиця 4.14 – Рецептурний склад крему «Вершково-персикового»

Найменування сировини	Витрати сировини, г	
	брутто	нетто
Напівфабрикат для солодких страв на основі молочної та плодово-ягідної сировини «Вершково-персиковий»	84,0	84,0
Желатин харчовий	3,1	3,1
Вода для желатину	17,9	17,9
Маса крему	–	100,0
Топінг ягідний	20,0	20,0
Чорника свіжа	18,0	15,0
Ожина свіжа	12,0	10,0
Вихід	–	140,0

Таблиця 4.15 – Рецептурний склад морозива «Молочно-смородинового»

Найменування сировини	Витрати сировини, г	
	брутто	нетто
Напівфабрикат для солодких страв на основі молочної та плодово-ягідної сировини «Молочно-смородиновий»	105,0	105,0
Маса м'якого морозива	–	100,0
Вершки 35% жирності	30,0	30,0
Мигдалеві пластинки	20,0	20,0
Шоколад чорний	17,0	15,0
Вихід	–	160,0

Таблиця 4.16 – Рецептурний склад морозива «Вершково-персикового»

Найменування сировини	Витрати сировини, г	
	брутто	нетто
Напівфабрикат для солодких страв на основі молочної та плодово-ягідної сировини «Вершково-персиковий»	105,0	105,0
Маса м'якого морозива	–	100,0
Вишневий топінг	35,0	35,0
Консервована вишня	10,0	10,0
Вихід	–	140,0

Використання розроблених напівфабрикатів під час виробництва кулінарної продукції в закладах ресторанного господарства дозволяє розширити асортимент, запропонувати продукцію високої якості з новими споживними властивостями, підвищити ефективність функціонування закладів ресторанного господарства за рахунок використання напівфабрикатів.

ВИСНОВКИ

Аналітичний огляд інформаційних джерел та узагальнення науково-технічної інформації дозволили встановити актуальність розробки напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи, коригування властивостей якого (підвищення термо- та кислотостійкості) досягається за рахунок цілеспрямованої зміни складу сольової системи шляхом використання комплексоутворювача – альгінату натрію.

Установлено, що зміна якісного та кількісного складу сольової системи молока знежиреного шляхом трансформації іонізованого кальцію в нерозчинний стан забезпечує підвищення його колоїдної стабільності, термо- та кислотостійкості, що реалізовано в технології молока знежиреного з регульованим складом сольової системи. Доведено, що використання природного комплексоутворювача – альгінату натрію за концентрації розчину 1,0...2,0% та коректорів розчинності (сік концентрований чи пюре), використання яких забезпечує рН 5,0...5,5, що вводиться у 2 етапи за співвідношення молоко:комплексоутворювач як 100:10, зменшує вміст іонізованого кальцію на 10,0...15,0% до початкового вмісту та забезпечує колоїдну стабільність за температури обробки 85...90° С.

Розроблено технологію напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного, соку концентрованого чи пюре за реалізації обґрунтованих параметрів регулювання складу сольової системи молока знежиреного. Визначено раціональний вміст соку концентрованого смородини – 10,0%, пюре персикового – 30,0%, цукру білого – 15,0%, стабілізаційної системи – 0,5...0,7% у складі напівфабрикатів десертної продукції.

Досліджено основні показники якості та безпечності напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного, соку концентрованого чи пюре. Визначено, що вміст сухих речовин у напівфабрикатах десертної продукції «Молочно-смородиновий» та «Вершково-персиковий» становить $32,4 \pm 0,8$ та $37,6 \pm 0,9\%$ відповідно, з яких $3,5 \pm 0,1$ та $4,1 \pm 0,1\%$ білка, $3,5 \pm 0,1$ та $10,0 \pm 0,3\%$ жиру, $24,8 \pm 0,5$ та $23,0 \pm 0,5\%$ вуглеводів, $0,60 \pm 0,01$ та $0,50 \pm 0,01\%$ мінеральних речовин відповідно.

На підставі дослідження органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників обґрунтовано умови та терміни зберігання напівфабрикатів – $48 \cdot 60^2$ с за температури 2...6° С та відносної вологості повітря не більше 75,0%.

На підставі одержаних результатів розроблено та затверджено технічну та технологічну документацію для виробництва нової продукції. Розроблено рекомендації з використання напівфабрикатів десертної продукції в технології десертної продукції (солодких страв).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 2213470 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства творожного продукта / Квасенков О. И., Юшина Е. А. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2002107374/13 ; заявл. 25.03.2002 ; опубл. 10.10.2003, Бюл. № 174851.
2. Пат. 2213469 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства творожного продукта / Запорожский А. А., Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2002107366/13 ; заявл. 25.03.2002 ; опубл. 10.10.2003, Бюл. № 1221811.
3. Пат. 2210238 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства творожного продукта / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т.– № 2002107368/13 ; заявл. 25.03.2002 ; опубл. 20.08.2003, Бюл. № 645217.
4. Пат. 2210237 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства творожного продукта / Квасенков О. И., Квасенков И. А. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2002107367/13 ; заявл. 25.03.2002 ; опубл. 20.08.2003, Бюл. № 143671.
5. Пат. 2251288 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109184/13 ; заявл. 01.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 654391.
6. Пат. 2251289 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109187/13 ; заявл. 01.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 153461.
7. Пат. 2251285 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/02. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109729/13 ; заявл. 07.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 217831.
8. Пат. 2251286 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003107890/13 ; заявл. 24.03.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 311278.
9. Пат. 2251290 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109188/13 ; заявл. 01.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 315423.
10. Пат. 2251284 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/02. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109172/13 ; заявл. 01.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 225412.
11. Пат. 3551287 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель

тель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003107905/13 ; заявл. 24.03.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 215214.

12. Пат. 2251292 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/08. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109447/13 ; заявл. 04.04.2003 ; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 134125.

13. Пат. 2260981 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 21/02. Способ приготовления молочного желе / Квасенков О. И. ; заявитель и патентообладатель Кубан. гос. технол. ун-т. – № 2003109446/13 ; заявл. 04.04.2003 ; опубл. 27.09.2005, Бюл. № 142641.

14. Пат. 70741 Україна, МПК⁷ А 23 G 9/02. Морозиво збагачене діабетичне / Скорченко Т. А., Федченко Т. Г., Дорохович А. М. ; заявник та патенто-власник Нац. ун-т харчов. технол. № 20031212473 ; заявл. 25.12.2003 ; опубл. 15.10.2004, Бюл. № 121131.

15. Заявка 1369041 ЕПВ МПК⁷ А 23 С 9/54 L 1/035. Молочний десерт, що не містить желатину (Gelatin free dairy dessert) / В. V. Campina, Stenhouwer Floris, Knip Jacob. № 02077220.8; заявл. 07.06.2002; опубл. 10.12.2003.

16. Пат. 6511694 США МПК⁷ А 23 G 9/00. Устойчивые мягкие замороженные десерты (Stable soft frozen desserts) / The Pillsbury Co, Huang Victor Tsungmin, Rosenwald Diane Rae, Harcourt Eric David. № 09/828521; заявл. 06.04.2001; опубл. 28.01.2003; НПК 426/565.

17. Пат. 7241467 США, МПК А 23 С 23/00 (2006.01). Стабилизированный молочный продукт, содержащий сок (Stabilized milk product containing juice) / Persico, Inc., Ashourian Jamshid, Keeler Laurie J., Smith Durward A. №10/632053; заявл. 31.07.2003; опубл. 10.07.2007; НПК 426/580.

18. Пат. 2313948 Российская Федерация, МПК А 23 С 23/00 (2006.01). Способ производства десерта / Орлов Т. У., Артемова Е. Н., Царева Н. И.; заявитель и патентообладатель Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. – № 2006113294/13 ; заявл. 19.04.2006; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 213141.

19. Герасимова В. А. Использование подслащивающих веществ в производстве пищевых продуктов / В. А. Герасимова, Е. С. Белокуров // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2010. – № 2 (12). – С. 53–57.

20. Остроумова Т. Л. Сахарозаменители для взбитых молочных продуктов / Т. Л. Остроумова, Е. В. Строева // Молочная промышленность. – 2005. – № 7. – С. 48.

21. Пат. 62306 Україна, МПК⁷ А 23 С 9/13. Кисломолочний десерт / Касьянова Н. О., Скорченко Т. А., Трощій М. А. ; заявник та патенто-власник Національний університет харчових технологій. – № 2003031864 ; заявл. 03.03.2003 ; опубл. 15.12.2003, Бюл. № 113443.

22. Касьянова Н. О. Кисломолочные десерты с натуральными соками / Н. О. Касьянова, Т. А. Скорченко // Молочное дело. – 2003. – № 8. – С. 20–21.

23. Пат. 2228055 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Творожный десерт / Орлов Г. У, Артёмова Е. Н., Анпилогова Н. И. – № 2002114398/13 ; заявл. 31.05.2002 ; опубл. 10.05.2004, Бюл. № 113574.

24. Козлов С. Г. Многокомпонентные желированные продукты / С. Г. Козлов, Л. И. Вожаева // Молочная промышленность. – 2003. – № 7. – С. 22.
25. Пат. 2217977 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 G 9/00. Сухая смесь для получения взбитого молочного продукта и способ его производства / Творогова А. А., Борисова О. С., Соловьева Л. Н., Казакова Н. В., Лагуткина И. А.; заявитель и патентообладатель Гос. учрежд. ВНИИ холодиль. пром-ти, Фирма ООО «Палсгаард Р». – № 2002107483/13; заявл. 27.03.2002; опубл. 10.12.2003, Бюл. № 143575.
26. Заявка 1369041 ЕПВ МПК⁷ А 23 С 9/54 L 1/035. Молочный десерт, що не містить желатину (Gelatin free dairy dessert) / В. V. Campina, Stenhouwer Floris, Knip Jacob. № 02077220.8; заявл. 07.06.2002; опубл. 10.12.2003.
27. Пат. 7169416 США, МПК А 23 L 1/303 (2006.01), А 23 L 1/304 (2006.01). Замороженный питательный десертный продукт и способ его производства (Nutrition frozen desserts and method of manufacture) / Nutricopia, Inc., Koss Ronald, Koss Arnold. № 10/152429; заявл. 21.05.2002; опубл. 30.01.2007; НПК 426/72.
28. Пат. 2216990 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства замороженного продукта со взбивной структурой / Остороумов Л. А., Романцов И. И., Просеков А. Ю.; заявитель и патентообладатель Кемеров. технол. ин-т пищ. пром-ти. – № 2000125642/13; заявл. 11.10.2000; опубл. 27.11.2003, Бюл. № 162315.
29. Пат. 2216984 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ производства взбивного десерта / Остороумов Л. А., Просеков А. Ю., Атальянс С. Н., Луковникова Е. В., Миненкова О. Е.; заявитель и патентообладатель Кемеров. технол. ин-т пищ. пром-ти. – № 2000133074/13; заявл. 29.12.2000; опубл. 27.11.2003. Рус. Секреты качества / Е. Цыганкова // Совершенно секретно. – 2012. – № 08 (279). – С. 20–21.
30. Брусенцев А. А. Влияние массовой доли и типа жира на качество мороженого / А. А. Брусенцев // Молочная промышленность. – 2000. – № 6. – С. 42–43.
31. Романова И. Растительные масла и жиры в производстве мороженого / И. Романова // Империя холода. – 2003. – С. 33–47.
32. Маюрникова Л. А. Создание молочных десертов профилактического назначения / Маюрникова Л. А., Латков В. Ю. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 3. – С. 60–62.
33. Латков Н. Ю. Применение молочной сыворотки и ягодных пюре для выработки десертов / Н. Ю. Латков, Л. А. Маюрникова // Продукты питания и рациональное использование ресурсов. – 2002. – № 5. – С. 52.
34. Латков Н. Ю. Производство мороженого с растительными жирами / Н. Ю. Латков // Переработка молока. – 2006. – № 4. – С. 54–55.
35. Голинько О. Н. Кисломолочная продукция: проблемы использования пробиотиков / О. Н. Голинько // Продукты & Ингредиенты. – 2005. – № 8. – С. 28–29.

36. Артюхова С. И. Разработка технологий производства синбиотических творожных десертов / С. И. Артюхова, Н. В. Тимошина, О. В. Романенко // Молочные продукты XXI века и технологии их производства : межвузовский сборник научных трудов. Омск. гос. аграр. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГАУ. – 2004. – С. 40–42.
37. Гаврилова Н. Б. Особенность получения творожного десертного продукта / Н. Б. Гаврилова, С. С. Толеубекова // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Омского аграрного университета «Перспективы производства продуктов питания нового поколения» (Омск, 9–11 апреля, 2003). – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2003. – С. 84–85.
38. Пат. 2256334 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Молочный десерт / А. Н. Австриевских, А. А. Вековцев, М. М. Карданова ; заявитель и патентообладатель ООО «Артлайф». – № 2003124779/13 ; заявл. 12.08.2003 ; опубл. 20.07.2005, Бюл. № 263431.
39. Гришина Е. С. Разработка технологии десертного продукта с пробиотическими свойствами / Е. С. Гришина, Н. Б. Гаврилова // Ползуновский альманах. – 2006. – № 2. – С. 37–45.
40. Определение технологических параметров процесса производства мороженого с пробиотиками (Definisanje tehnoloških parametara proizvodnje probiotskog sladoleda) / Tomić Tatjana H., Jovanović Snežana T., Maćej Ognjen D. // Prehramb. ind. – 2006. – Vol. 17, № 1–2. – С. 90–95.
41. Пат. 2243674 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 23/00. Способ получения творожной пасты / Лунёва О. Н., Иванова Т. Н. ; заявитель и патентообладатель Орлов. ГТУ. – № 2003131130/13 ; заявл. 22.10.2003 ; опубл. 10.01.2005, Бюл. № 256131.
42. Пат. 7033629 США, МПК⁷ А 23 L 1/302. Замороженный питательный десерт и способ его производства (Nutrition frozen dessert and methods of manufacture) / Koss Ronald, Koss Arnold.; Nutricopia Inc. № 10/238039; заявл. 29.08.2002; опубл. 25.04.2006. НПК 426.
43. Заявка 2894774 Франция, МПК⁸ А 23 G 9/42 (2006.01), А 23 С 9/123. Замороженный десерт и способ его производства (Procede de fabrication d'un dessert glace ainsi obtenu) / Cie Gervais Danone SA, Rabault Jean Luc, Phifilippe Jean Mars, Flat Benedicte (Cabinet Plasseraud). № 0513082; заявл. 21.12.2005; опубл. 22.06.2007.
44. Заявка 2898014 Франция, МПК⁸ А 23 С 9/133. (2006.01). Замороженный десерт и способ его производства (Procede de fabrication d'un dessert glace ainsi obtenu) / Cie Gervais Danone SA, Rabault Jean Luc et Phifilippe Jean Mars (Cabinet Plasseraud). № 0601938; заявл. 21.12.2005; опубл. 22.06.2007.
45. Ветров В. М. Технологія молочно-білкових напівфабрикатів зі склотин для виробництва структурованої десертної продукції : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / В. М. Ветров ; Донецьк. нац. ун-т ек-ки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2007. – 18 с.

46. Суфле молочное / В. А. Самойлов, П. Г. Нестеренко, Д. М. Кубанская, Н. А. Богданова // Молочная промышленность. – 2004. – № 5. – С. 30.
47. Взбитые десерты на основе восстановленных молочных продуктов / Р. З. Григорьева, А. Ю. Просеков, Е. А. Щур // Молочная промышленность. – 2003. – № 2. – С. 41–42.
48. Пат. 6890576 США, МПК⁷ А 23 G 9/00. Method of manufacturing frozen dairy dessert / Paget Robert; заявитель и патентообладатель Mehta Nitranjan Chhotalal. № 10/168896; заявл. 21.12.2000; опубл. 10.05.2005.
49. Заявка 10346193, Германия, МПК⁷ А 23 С 9/00. Охлажденный готовый десерт и способ его получения (Gekühltes Fertigdessert und Verfahren zu seiner Herstellung) / Hubinger Konrad, Humfeld Martin; заявитель и патентообладатель Campina GmbH & Co KG. № 10346193.0 заявл. 29.09.2003; опубл. 04.05.2005. Нем.
50. Заявка 1618794 ЕПВ, МПК⁷ А 23 G 9/20 (2006.01), G 01 R 27/00. Способ производства мороженого с определением степени взбитости и установка для его осуществления (Method and apparatus for the production of ice cream, wherein the overrun is measured) / Tekno-Ice S. r. l., Colapicchioni Sergio (Vittorangelli, Lucia et al Jacobacci & Partness S. p. A. Via Senato. 820121 Milano (ИТ)). № 05425520.3; Заявл. 20.07.2005, опубл. 25.01.2006; приор. 21.07.2004, № MI20041475 (Италия).
51. Никифоров Р. П. Технологія напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі нежирної молочної сировини : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Р. П. Никифоров ; ДонНУЕТ ім. Туган-Барановського. – Донецьк, 2009. – 19 с.
52. Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / І. В. Золотухіна. – Х. : ХДУХТ, 2006. – 18 с.
53. Пат. 2217977 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 G 9/00. Сухая смесь для получения взбитого молочного продукта и способ его производства / А. А. Творогова, О. С. Борисова, Л. Н. Соловьева, Н. В. Казакова, И. А. Лагуткина ; заявитель и патентообладатель Гос. учрежд. ВНИИ холодил. пром-ти, Фирма ООО «Палсгаард Р». – № 2002107483/13 ; заявл. 27.03.2002 ; опубл. 10.12.2003, Бюл. № 213427.
54. Смирнова В. А. Традиционные сухие смеси для мягкого мороженого / В. А. Смирнова // Переработка молока. – 2006. – № 4. – С. 14–15.
55. Пат. 2302121 Российская Федерация, МПК⁷, А 23 G 9/32, А 23 G 9/40. Смесь для производства мороженого / М. П. Щетинин, З. Р. Ходырева, Е. В. Писарева, Л. Е. Мелешкина ; заявитель и патентообладатель Гос. образ. учрежд. высш. проф. образ. Алтайск. ГТУ. – № 2005134431/13 ; заявл. 07.11.2005 ; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 178210.
56. Заявка 1415542 ЕПВ, МПК⁷ А 23 G 9/02 Десертний матеріал для отримання морозива (Ice-cream dessert material and method for the preparation

thereof) / B.V. Campina, Van de Ven, Martinus Jonannts Maria (Barendregt, Frank, Drs. Exter Polak & Charlouis B.V., P.O. Box 3241 2280 GE Rijswijk (NL)) № 03078443.3; заявл. 03.11.2003; публ. 06.05.2004; приор. 04.11.2002, № 1021834 (Нидерланди).

57. Тепел А. Химия и физика молока / А. Тепел ; ред. С. А. Фильчакова ; [пер. с нем]. – СПб. : Профессия, 2012. – 832 с.

58. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова. – М. : Колос, 1997. – 287 с.

59. Шалыгина А. М. Общая технология молока и молочных продуктов : учебник для вузов / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина. – М. : Колос, 2007. – 200 с.

60. Технология молока и молочных продуктов : учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. / А. Г. Храмцов, Г. Н. Крусь, З. В. Волокитна, С. В. Карпычев. – М. : Колос, 2008. – 455 с.

61. Горбатова К. К. Химия и физика белков молока / К. К. Горбатова. – М. : Колос, 1993. – 192 с.

62. Крусь Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина. – М. : Колос, 2000. – 366 с.

63. Якубчак О. М. Физические и биохимические свойства молока / О. М. Якубчак // Молочное дело. – 2005. – № 12. – С. 36–37.

64. Stepaniak L. Characterization of the principal intracellular endopeptidase from *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MG 363 / L. Stepaniak, P. Fox // *Int. Dairy J.* – 1995. – Vol. 5. – P. 699–713.

65. Stepaniak L. Isolation and characterization of high molecular mass endopeptidase complex from *Lactococcus lactis* / L. Stepaniak, M. Gobetti, T. Sorhaug // *Milchwissenschaft.* – 1998. – Vol. 53. – P. 255–259.

66. Immunoreactivity and inhibition of angiotensin 1 converting enzyme and lactococcal oligopeptidase by peptides from milk / L. Stepaniak, L. Jedrychowski, B. Wroblewska, T. Sorhaug // *Ital. J. Food Sci.* – 2001. – Vol. 13. – P. 373–381.

67. Stewart A. F. Complete nucleotide sequences of bovine α 2- and P-casein DNAs : Comparisons with related sequences in other species / A. F. Stewart, J. Bonsing, C. W. Beattie // *Mol. Biol. Evol.* – 1987. – Vol. 4, № 2. – P. 231–241.

68. Юкало В. Г. Білки казеїнового комплексу коров'ячого молока та продукти їх протеолізу за дії ферментів молочнокислих бактерій : дис... д-ра біол. наук : 03.00.04 «Біохімія» / В. Г. Юкало. – Львів : УААН, 2007. – 21 с.

69. Kinsella J. E. Milk proteins: physicochemical and functional properties / J. E. Kinsella // *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 1984. – № 23. – P. 187–252.

70. Kinsella J. E. Modification of milk proteins to improve functional properties and applications / J. E. Kinsella, D. M. Whithead // *XXII Intern. Dairy Congress.* – 1986. – P. 791–804.

71. Горбатова К. К. Химия и физика молока : учебник для вузов / К. К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 288 с.

72. Anema S. G. Role of colloidal calcium phosphate in the acid gelation properties of heated skim milk / S. G. Anema // *Food Chemistry*. – 2009. – Vol. 114, Is. 1. – P. 161–167.
73. Corredig M. Milena Corredig Effect of temperature and pH on the interactions of whey proteins with casein micelles in skim milk / M. Corredig, Douglas G. Dalgleish // *Food Research International*. – 1996. – Vol. 29, Is. 1. – P. 49–55.
74. Philippe M. The effects of different cations on the physicochemical characteristics of casein micelles / M. Philippe, Yvon Le Graët, Frédéric Gaucheron // *Food Chemistry*. – 2005. – Vol. 90, Is. 4. – P. 673–683.
75. Casein precipitation equilibria in the presence of calcium ions and phosphates / C. Guo, B. Campbell, K. Chen [et al.] // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2003. – Vol. 29, Is. 4. – P. 297–307.
76. Horne David S. Casein micelle structure and stability Milk Proteins / David S. Horne. – 2008. – P. 133–162.
77. Famelart M. Casein micelle dispersions into water, NaCl and CaCl₂: physicochemical characteristics of micelles and rennet coagulation / M. Famelart, Y. Le Graet, K. Raulot // *International Dairy Journal*. – 1999. – Vol. 9, Is. 3–6. – P. 293–297.
78. Marianthi Faka The effect of free Ca²⁺ on the heat stability and other characteristics of low-heat skim milk powder / Marianthi Faka, Mike J. Lewis, Alistair S. Grandison, Hilton Deeth // *International Dairy Journal*. – 2009. – Vol. 19, Is. 6–7. – P. 386–392.
79. Holt C. Structure and Stability of Bovine Casein Micelles *Advances in Protein Chemistry* / C. Holt. – 1992. – Vol. 43. – P. 63–151.
80. Dickinson E. Influence of calcium ions on creaming and rheology of emulsions containing sodium caseinate / E. Dickinson, M. Golding // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 1998. – Vol. 144, Is. 1–3. – P. 167–177.
81. Dorea Jose G. Calcium and phosphorus in human milk / Jose G. Dorea // *Nutrition Research*. – 1999. – Vol. 19, Is. 5. – P. 709–739.
82. McSweeney Seamus L. The influence of pH on the heat-induced aggregation of model milk protein ingredient systems and model infant formula emulsions stabilized by milk protein ingredients / McSweeney Seamus L., Mulvihill Daniel M., O'Callaghan Daniel M. // *Food Hydrocolloids*. – 2004. – № 18, 1. – P. 109–125.
83. Auty M. A. E. The application of microscopy and rheology to study the effect of milk salt concentration on the structure of acidified micellar casein systems / M. A. E. Auty, B. T. O'Kennedy, P. Allan-Wojtas, D. M. Mulvihill // *Food Hydrocolloids*. – 2005. – Vol. 19, Is. 1. – P. 101–109.
84. Schrader K. High pressure effects on the colloidal calcium phosphate and the structural integrity of micellar casein in milk / K. Schrader, C. V. Morr, W. Buchheim // *Progress in Biotechnology*. – 1996. – Vol. 13. – P. 347–350.

85. Anema S. G. Role of colloidal calcium phosphate in the acid gelation properties of heated skim milk / S. G. Anema // *Food Chemistry*. – 2009. – Vol. 114, Is. 1. – P. 161–167.
86. Calcium bioavailability in human milk, cow milk and infant formulas – comparison between dialysis and solubility methods / M. J. Roig, A. Alegria, R. Barbera [et al.] // *Food Chemistry*. – 1999. – Vol. 65, Is. 3. – P. 353–357.
87. Marc Schmitt Guy Linden. Effect of temperature on the salt balance of milk studied by capillary ion electrophoresis / Marc Schmitt, Franck Saulnier, Luc Malhautier, Guy Linden // *Journal of Chromatography A*. – 1993. – Vol. 640, Is. 1–2. – P. 419–424.
88. Донская Г. А. Влияние ионообменной обработки на состав молока и молочных продуктов / Г. А. Донская, Л. Н. Опарина, М. А. Потапова. – М. : ЦНИИТЭИмясомолпром СССР, 1979. – 27 с.
89. Танащук С. Застосування іонообмінних смол / С. Танащук, О. Савченко, А. Ніколайчук // *Харчова і переробна промисловість*. – 2006. – № 2. – С. 23–25.
90. Применение ионного обмена в молочной промышленности / А. Г. Храмцов [и др.] – М. : ЦНИИТЭИмясомолпром СССР, 1972. – 45 с.
91. Соколова Л. И. Применение ионообменных процессов для повышения термостабильности молока : автореф. ... канд. техн. наук : 15.18.04 / Л. И. Соколова. – М. : Москва, 1975. – 21 с.
92. Ольшанова К. М. Применение ионитов в пищевой промышленности / К. М. Ольшанова. – М. : ГОСИНТИ, 1961. – 28 с.
93. Салдадзе К. М. Ионообменные высокомолекулярные соединения / К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. – М., 1960. – 356 с.
94. Гельферих Ф. Иониты / Ф. Гельферих. – М., 1962. – 490 с.
95. Панфилова Н. Е. Ионитное молоко (отраслевое консультирование. Технологии) [Электронный ресурс] / Н. Е. Панфилова // *Молоко и здоровье*. – Минск : Ураджай, 1972. – Режим доступа : <http://www.agro.sakha.ru>
96. Шапошникова З. Б. Применение солевых форм ионитов для изменения солевого состава и свойств молока : дис.... канд. техн. наук / Шапошникова З. Б. – К., 1954. – 25 с.
97. Колесникова С. Н. Фосфатная болезнь молока [Электронный ресурс] / С. Н. Колесникова. – Режим доступа : <http://www.nextonmarket.com/articles/read/914>
98. Федушнов П. А. Использование системы Будал 935 / П. А. Федушнов // *Продукты & Ингредиенты*. – 2007. – С. 63–67.
99. Постнова И. В. Формирование и физико-химические свойства гомогенных альгинатных гелей : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 / Ирина Васильевна Постнова. – М. : РГБ, 2003. – 146 с.
100. Усов А. И. Химическое исследование водорослей / А. И. Усов, О. С. Чижов. – М. : Знание, 1988. – 48 с.

101. Rees D. A. Structure conformation and mechanism in the formation of polysaccharide gels and networks / D. A. Rees // In *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*. – 1969. – № 24. – P. 267–332.
102. Fisher F. G. Die Polyuronsauren der braunalgen Kolenhydrate der Aigen / F. G. Fisher, H. D'breff // *Part I. Physiological Chemistry*. – 1955. – P. 186–203.
103. Haug A. A study of the constitution of alginic acid by partial acid hydrolysis / A. Haug, B. Larsen, O. Smidsrød // *Chemistry Scandinaviya*. – 1966. – № 20. – P. 90–183.
104. Haug A. Studies on the sequence of uronic acid residues in alginic acid / A. Haug, B. Larsen, O. Smidsrød // *Chemistry Scandinaviya* – 1967. – № 21. – P. 691–704.
105. Correlation between chemical structure and physical properties of alginates / A. Haug, S. Myklestad, B. Larsen, O. Smidsrød // *Chemistry Scandinaviya*. – 1976. – № 24. – P. 78–768.
106. Penman A. A method for the determination of uronic acid sequence in alginates / A. Penman, G. R. Sanderson // *Carbohydrates*. – 1972. – № 64. – P. 82–273.
107. Atkins E. D. Crystalline structure of alginic acids / E. D. Atkins, W. Mackie, E. E. Smolko // *Nature (London)*. – 1970. – № 16. – P. 8–625.
108. Morris E. R. Characterization of polysaccharide structure and interactions by circular dichroism. Order-disorder transition in the calcium alginate system / E. R. Morris, D. A. Rees, D. Thorn // *Chemistry*. – 1973. – № 6. – P. 245–256.
109. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model / G. T. Grant, E. R. Morris, D. A. Rees [et al.] // *FEBS Letters*. – 1973. – № 32. – P. 195–212.
110. Шматенко О. П. Наукове обґрунтування хімічних методів отримання кальцій-натрію альгінату для потреб військової медицини : автореф. дис ... канд. фармац. наук : 15.00.02 / О. П. Шматенко ; Київ. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П. Л. Шупика. – К., 2004. – 21 с.
111. Пивоваров Є. П. Технологія драгледобної десертної продукції з використанням систем крохмаль-функціональний полісахарид : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Пивоваров Євген Павлович. – Х. : Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі. – 2003. – 157 с.
112. Гринченко Н. Г. Технологія реструктурованих напівфабрикатів на основі рибної сировини : автореф. ... канд. техн. наук : 05.18.16 – технологія продуктів харчування / Н. Г. Гринченко. – Х. : Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі, 2005. – 20 с.
113. Рябець О. Ю. Технологія аналогу ікри чорної з використанням альгінату натрію : автореф. ... канд. техн. наук : 05.18.16 – технологія продуктів харчування / О. Ю. Рябець. – Х. : Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі, 2008. – 19 с.

114. Пестіна Г. О. Технологія реструктурованого напівфабрикату з дині : автореф. ... канд. техн. наук : 05.18.16 – технологія продуктів харчування / Г. О. Пестіна. – Х. : Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі, 2009. – 18 с.
115. Пивоварова О. П. Технологія напівфабрикатів реструктурованих на основі печериць : автореф. ... канд. техн. наук : 05.18.16 – технологія продуктів харчування / О. П. Пивоварова. – Х. : Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі, 2009. – 20 с.
116. Донская Г. А. Избирательные сорбенты растительного происхождения для очистки молока от стронция / Г. А. Донская, В. М. Дрожжин, А. И. Гривкова // Молочная промышленность. – 1998 – № 1. – С. 31–32.
117. Реологічні методи дослідження сировини та харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик : метод. посіб. / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Гринченко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 63 с.
118. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности / Н. Ю. Алексеева, В. П. Аристова, А. П. Патратий [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 239 с.
119. А. с. № 1451166 СССР, МКИ³ G 12 P 19/00. Способ определения молекулярно-массовой неоднородности микробных полисахаридов / С. К. Воцелко, Г. П. Пирог, Ю. Р. Малащенко и др. (СССР). – № 4129904 ; заявл. 16.09.89 ; опубл. 15.01.89, Бюл. № 02156.
120. Захарова И. Я. Методы изучения микробных полисахаридов / И. Я. Захарова, Л. В. Косенко. – К. : Наукова думка, 1982. – 262 с.
121. Хобза П. Межмолекулярные комплексы / П. Хобза, Р. Заградник. – М. : Мир, 1989. – 376 с.
122. Авраменко В. Н. Инфракрасные спектры пищевых продуктов / В. Н. Авраменко, Н. П. Ельсон, А. Г. Заика // Пищевая промышленность. – М., 1974. – 174 с.
123. Брилевский О. А. Товароведенье продовольственных товаров : учеб. пособие / под. ред. О. А. Брилевского. – Минск : БГЭУ, 2001. – 612 с.
124. Слепнева А. С. Товароведенье плодоовощных, зерномучных, кондитерских и вкусовых товаров / А. С. Слепнева, А. И. Кудян, П. Ф. Пономарев. – М., 1987. – 399 с.
125. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества : ГОСТ 3628. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 18 с.
126. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка : ГОСТ 23327-98. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 7 с.
127. Молоко та молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосування жиромірів : ДСТУ ISO 11870:2007. – К. : Держстандарт, 2007. – 18 с.

128. Покровский А. А. Атакуемость белков протеолитическими ферментами / А. А. Покровский, И. П. Ертанов // Вопросы питания. – 1965. – № 3. – С. 38–45.
129. Касавина Б. С. Жизнь костной ткани / Б. С. Касавина, В. П. Горбенко. – М. : Наука, 1972. – 345 с.
130. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. И. М. Скурихина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 360 с.
131. Спиричев Б. П. Коррекция дефицита микронутриентов в России – опыт и перспективы / Б. П. Спиричев // Пищевая промышленность. – 2000. – № 4. – С. 4–5.
132. Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : ГОСТ 10444.15. – К. : Госстандарт Украины, 1996. – 16 с.
133. Продукты пищевые. Методы определения *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 10444.2. – Взамен ГОСТ 10444.2 – 75. – Введ. 01.01.94. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 15 с.
134. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода *Salmonella* : ГОСТ 30519. – К. : Госстандарт Украины, 1996. – 16 с.
135. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов : ГОСТ 10444.12. – К. : Госстандарт Украины, 1996. – 15 с.
136. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) : ГОСТ 30518. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 13 с.
137. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути : ГОСТ 26927. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 15 с.
138. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка : ГОСТ 26930. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.
139. Сырье и пищевые продукты. Метод определения меди : ГОСТ 26931. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.
140. ГОСТ 26932. Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 15 с.
141. Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия : ГОСТ 26933. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 16 с.
142. Сырье и пищевые продукты. Метод определения цинка : ГОСТ 26934. – Взамен ГОСТ 26934 – 86. Введ. 01.12.98. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 15 с.
143. МБВ та СН № 5061 «Медико-біологічні вимоги та санітарні норми якості продовольчої сировини та харчових продуктів».
144. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді : [Держ. гігієнічні нормативи: затверджено Наказом МОЗ України 03 травня 2006 г. № 256 ; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 липня 2006 р.]. – Київ, 2006. – 18 с.

145. Про затвердження значень гігієнічних нормативів харчових добавок у харчових продуктах : [Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 1999 р. № 37]. – К., 1999. – 4 с.

146. Про затвердження значень гігієнічних нормативів для харчових продуктів : [Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 27 січня 2000 р. № 41]. – К., 2000. – 2 с.

147. Про внесення змін до переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах : [Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2000 р. № 342]. – К., 2000. – 2 с.

148. Про безпечність та якість харчових продуктів : [Закон України : прийн. Верховною Радою від 06.09.2005 р., з 26 жовтня 2005 р.]. – К., 2005. – 65 с.

149. Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок : [затверджено Наказом МОЗ України від 23 липня 1996 р. № 222, з 16 грудня 1996 р.]. – К., 1996. – 66 с.

Додаток А

Шкала оцінювання органолептичних показників напівфабрикатів десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини

Найменування показника	Шкала оцінювання (у балах)				
	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна нетягуча консистенція; відсутнє відшарування жирової фази та сироватки, пластівців білка, осаду, нерозчинних компонентів та крупинчатості, сторонні домішки. Характерне рівномірне розподілення плодово-ягідної сировини	Однорідна нетягуча консистенція; відсутнє відшарування жирової фази та сироватки, пластівців білка, осаду, нерозчинних компонентів та крупинчатість, сторонні домішки. Характерне нерівномірне розподілення плодово-ягідної сировини	Однорідна нетягуча консистенція; наявне відшарування жирової фази та сироватки, проте відсутні пластівці білка, осаду, нерозчинних компонентів та крупинчатість, сторонні домішки. Характерне нерівномірне розподілення плодово-ягідної сировини	Однорідна нетягуча консистенція; наявне відшарування жирової фази та сироватки, пластівців білка, осаду, проте відсутні нерозчинні компоненти та крупинчатість, сторонні домішки. Характерне нерівномірне розподілення плодово-ягідної сировини	Однорідна нетягуча консистенція; наявне відшарування жирової фази та сироватки, пластівців білка, осаду, нерозчинні компоненти та крупинчатість, проте відсутні сторонні домішки. Характерне нерівномірне розподілення плодово-ягідної сировини
Смак	Молочний, у міру кислий, без присмаку пастеризованого молока, згірколого присмаку. Загалом смак характеризується як достатньо виражений, натуральний, збалансований і гармонійний	Молочний, у міру кислий, без присмаку пастеризованого молока, згірколого присмаку. Загалом смак характеризується як достатньо виражений, натуральний, проте недостатньо збалансований та гармонійний	Молочний, у міру кислий, без присмаку пастеризованого молока, згірколого присмаку. Смак характеризується як натуральний, проте недостатньо виражений, збалансований і гармонійний	Молочний, кислий, без присмаку пастеризованого молока, згірколого смаку. Смак характеризується як недостатньо виражений, натуральний, збалансований і гармонійний	Молочний, кислий, з наявним присмаком пастеризованого молока, згірколого присмаку. Смак характеризується як недостатньо виражений, натуральний, збалансований і гармонійний

1	2	3	4	5	6
Колір	Молочно-білий, з наявністю відтінків, відповідних плодово-ягідній сировині. При цьому колір характеризується як натуральний, насичений, стійкий з рівномірним, непрозорим, однорідним і помірно яскравим забарвленням за всім об'ємом	Молочно-білий, з наявністю відтінків, відповідних плодово-ягідній сировині. При цьому колір характеризується як натуральний, насичений, стійкий з рівномірним, непрозорим, неоднорідним і помірно яскравим забарвленням за всім об'ємом	Молочно-білий, з наявністю відтінків, відповідних плодово-ягідній сировині. При цьому колір характеризується як натуральний, ненасичений з рівномірним, непрозорим, неоднорідним і помірно яскравим забарвленням за всім об'ємом	Молочно-білий, з наявністю відтінків, відповідних плодово-ягідній сировині. При цьому колір характеризується як натуральний, ненасичений з нерівномірним, непрозорим, неоднорідним і помірно яскравим забарвленням за всім об'ємом	Молочно-білий, з наявністю відтінків, відповідних плодово-ягідній сировині. При цьому колір характеризується як ненатуральний, ненасичений з нерівномірним, непрозорим, неоднорідним і помірно яскравим забарвленням за всім об'ємом
Запах	Виражений, чистий, збалансований, натуральний, молочний, з наявністю запаху плодово-ягідної сировини	Виражений, чистий, незбалансований, натуральний, молочний, з наявністю запаху плодово-ягідної сировини	Невиражений, чистий, незбалансований, натуральний, молочний, з наявністю запаху плодово-ягідної сировини	Невиражений, чистий, незбалансований, натуральний, молочний, без запаху плодово-ягідної сировини	Невиражений, нечистий, незбалансований, натуральний, молочний, без запаху плодово-ягідної сировини

Наукове видання

ПЛОТНИКОВА Раїса Валеріївна
ГРИНЧЕНКО Наталя Геннадіївна
ПИВОВАРОВ Павло Петрович
ГРИНЧЕНКО Ольга Олексіївна

**НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТНОЇ
ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ МОЛОЧОНОЇ ТА ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ
СИРОВИНИ**

Монографія

Редактор В. П. Вавіліна

План 2015 р., поз. 263 / 92/ 16

Підп. до друку 24.12.15 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 6,94 Тираж 300 екз.

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4417 від 10.10.12 р.