

Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського

Р. П. Никифоров, О. О. Сімакова, А. В. Слащева,  
І. А. Назаренко, С. Ю. Попова, Ю. А. Горяйнова

**Інноваційні технології  
десертної продукції на основі  
білково-вуглеводного напівфабрикату**

Монографія

Кривий Ріг  
ДонНУЕТ  
2020

**УДК 641.51/.54-029:001.895:[641.1:613.26'28]  
Н 62**

**Рецензенти:**

**Т. Є. Лебеденко**, доктор технічних наук, професор кафедри готельно-ресторанного бізнесу Одеської національної академії харчових технологій

**В. П. Хорольський**, доктор технічних наук, професор кафедри загальноінженерних дисциплін та обладнання Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

**А. В. Погребняк**, доктор технічних наук, професор кафедри транспортних систем та технологій Університету митної справи та фінансів

Рекомендовано до видання Вченою радою Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (протокол № 13 від 26.03.2020 р.).

**Никифоров Р. П.**

**Н 62** Інноваційні технології десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату [Текст] : монографія / Р. П. Никифоров, О. О. Сімакова, А. В. Слащева, І. А. Назаренко, С. Ю. Попова, Ю. А. Горяйнова. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. – 141 с.

У монографії доведено перспективність використання нетрадиційної рослинної сировини в технології десертної продукції. Визначено раціональні параметри екстрагування сапонінів із кореня солодки. Досліджено функціонально-технологічні властивості екстракту та визначено вплив на них технологічних факторів. Обґрунтовано рецептурний склад та технологічний процес виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. Запропоновано інноваційні технології десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату.

Монографія може бути корисною для наукових співробітників, аспірантів, студентів, які навчаються за спеціальністю "Харчові технології", а також для працівників закладів ресторанного господарства та харчової промисловості.

**УДК 641.51/.54-029:001.895:[641.1:613.26'28]**

© Р. П. Никифоров, О. О. Сімакова, А. В. Слащева,  
І. А. Назаренко, С. Ю. Попова, Ю. А. Горяйнова,  
2020

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</b>                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>ВСТУП</b>                                                                                                                                     | <b>6</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1 НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗБИТОЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ</b>                                   | <b>7</b>  |
| 1.1 Аналіз шляхів використання в технологіях десертної продукції рослинної сировини та її загальна характеристика                                | 7         |
| 1.2 Характеристика функціонально-технологічних властивостей деяких піноутворювальних та стабілізуючих агентів                                    | 20        |
| <b>РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ</b> | <b>29</b> |
| 2.1 Екстрагування сапонінів з рослинної сировини                                                                                                 | 29        |
| 2.2 Функціонально-технологічні властивості екстракту кореня солодки                                                                              | 39        |
| 2.3 Оптимізація піноутворювальної здатності та стійкості піни від технологічних факторів                                                         | 47        |
| 2.4 Обґрунтування вибору стабілізатора структури та визначення його раціональної концентрації в модельних системах                               | 55        |
| <b>РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ</b>                                 | <b>63</b> |
| 3.1 Обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату                                  | 63        |
| 3.2 Аналіз органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників білково-вуглеводного напівфабрикату                                     | 76        |
| 3.3 Функціонально-технологічні властивості відновленого білково-                                                                                 | 85        |

вуглеводного напівфабрикату

|                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>РОЗДІЛ 4 НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ</b> | <b>91</b>  |
| 4.1 Структурно-механічні властивості десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату      | 91         |
| 4.2 Обґрунтування асортименту страв та технологій з використанням білково-вуглеводного напівфабрикату       | 95         |
| 4.3 Розроблення комплексного показника якості виробів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату         | 108        |
| <b>ВИСНОВКИ</b>                                                                                             | <b>121</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>                                                                       | <b>124</b> |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

Na-КМЦ – натрійкарбоксиметилцелюлоза.

АК – амінокислота.

В – вода.

ГК – гліциризинова кислота.

ГМ – гідромодуль.

ЗДП – збита десертна продукція.

ЗМ – знежирене молоко.

КМЦ – карбоксиметилцелюлоза.

МЦ – метилцелюлоза.

ПУЗ – піноутворювальна здатність.

СП – стійкість піни.

СР – суха речовина.

ФТВ – функціонально-технологічні властивості.

## ВСТУП

Невід’ємною складовою забезпечення здоров’я людини є харчування. Враховуючи, що сьогодні в світі існує проблема дефіциту повноцінного білка, яка зачіпає дві третини людства, значна увага повинна приділятися створенню та залученню до раціонів харчування харчових продуктів з підвищеним вмістом білкових речовин. Потенційним природним джерелом повноцінного білка є нежирна молочна сировина, що використовується неповною мірою [1-5].

Одним із секторів економіки, де можливе використання нежирної молочної сировини, є ресторанне господарство. Значну частку в асортименті продукції закладів ресторанного господарства займає збита десертна продукція: муси, самбуки, збиті десерти, що користуються особливим попитом у споживачів. Відмінною рисою цієї групи продукції є трудомісткість і багатостадійність технологічного процесу виробництва, необхідність використання харчових добавок та спеціального обладнання, що зумовлює неоднорідність якості та стримує розширення асортименту продукції в закладах ресторанного господарства. Ця проблема може бути вирішена за рахунок використання напівфабрикатів на основі нежирної молочної сировини, що можна переробляти в збиту десертну продукцію без застосування спеціального обладнання [6-8].

Монографія містить результати наукових досліджень з використання вторинної молочної та рослинної сировини в технології десертної продукції із заданими властивостями, що отримані авторським колективом, протягом останнього десятиліття.

Автори висловлюють глибоку вдячність рецензентам – доктору техн. наук, професору Т.Є. Лебеденко, доктору техн. наук, професору В.П. Хорольському, доктору техн. наук, професору А.В. Погребняку за цінні зауваження та поради, що були висловлені при рецензуванні рукопису.

## РОЗДІЛ 1

### НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗБИТОЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

#### **1.1 Аналіз шляхів використання в технологіях десертної продукції рослинної сировини та її загальна характеристика**

Серед збитої десертної продукції (ЗДП), що виробляється підприємствами харчової промисловості та закладами ресторанного господарства, значну частину займають вироби та страви з додаванням рослинної сировини. Формування структури даної продукції можливо за наявності поверхнево-активних речовин, роль яких в традиційних технологіях виконують яєчні та молочні продукти або харчові добавки, деякі з котрих є частиною рослинної тканини. Але іноді доцільним є використання не хімічно чистої речовини, виділеної з рослинної тканини, а всієї рослинної тканини в натуральному або переробленому вигляді. Виходячи з цього, можна припустити, що введенням рослинних добавок, які містять поверхнево-активні речовини, можна заощаджувати дорогі традиційні піно- та структуроутворювачі [7-24].

Для обґрунтування доцільності використання у технологіях ЗДП як функціонально-технологічної добавки рослинної тканини узагальнено наявний вітчизняний і іноземний досвід використання рослинних добавок у таких продуктах.

Аналіз шляхів використання в технологіях десертної продукції рослинної сировини приведено у наукових працях В. С. Баранова, З. В. Василенко, М. М. Калакури, П. П. Пивоварова, Ф. В. Перцевого, О. О. Гринченко, Л. П. Малюк, О. М. Артемової та ін.

За видом сировини рослинні добавки традиційно поділяють на овочеві, плодові (фруктові та ягідні) та зернові, а за видом переробки рослинні

добавки бувають у вигляді пюре, паст, повидла, підварок, соків, екстрактів, суслу, сиропів, настоїв, порошків, крупки, борошна, шроту, вичавок, в деяких випадках – в натуральному вигляді [25-28].

Найчастіше в технологіях пропонується використання порошків з плодоовочевої сировини. Існують такі розробки як у нашій країні, так і в ближньому зарубіжжі. Так, російськими науковцями створено технологію плодових та фруктових порошків на основі гарбуза, моркви, буряку, томатів, баклажанів, кабачків, яблук. Вироби містять всі життєво необхідні компоненти: білки, вуглеводи, амінокислоти, харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни. З їх використанням виготовляються широкий асортимент молочних та м'ясних продуктів. Введення обліпіхи в комбіновані продукти значно збагачують їх вітаміном С, брусниці – бензойною кислотою, що володіє потужною антибактеріальною дією [9, 29-32].

Широкого застосування набули нетрадиційні для молочної промисловості наповнювачі: рослини родини бобових, злакові. У промисловості використовуються горох, чечевиця, соя, соєві компоненти. Комбінація білків тваринного та рослинного походження дає можливість створити композиції продуктів, рекомендованих у дієтотерапії хвороб [33-35].

Солодові екстракти – продукти, отримані шляхом згущення під вакуумом відфільтрованого суслу, виготовленого при затиранні водою солоду чи солодів з наступним оцукрюванням.

В залежності від сировини вироби поділяють на екстракти на основі ячмінного солоду (мальцекстракти) та полісолодові екстракти, у виробництві яких застосовують овес, пшеницю, кукурудзу. Ці продукти містять повноцінний білок, вільні незамінні амінокислоти, ферменти, легкозасвоювані вуглеводи, харчові волокна, мінеральні речовини та вітаміни. Екстракти мають високу біологічну активність, виявляють тонізуючу та загальнооздоровчу дію, підвищують опірність організму до інфекційних захворювань, збільшують вміст гемоглобіну в крові, регулюють обмін речовин та функції органів травлення. Для досягнення



лікувального ефекту масова частка солодового екстракту у продукті має становити 5...7 % [36].

Великий інтерес нутриціологів викликають рослини, що містять природні біокоректори – речовини, які підвищують біологічну цінність продуктів та позитивно впливають на одну або обмежену кількість функцій організму людини. Субстрати можуть виконувати наступні дії: ребалансувати метаболічну активність; підвищувати імунітет людського організму; виконувати роль антиоксиданта, попереджуючи окислюючий стрес; захищати від токсичних речовин; оптимізувати кишкову мікрофлору; підвищувати засвоюваність мінеральних речовин. Наявність природних інгредієнтів оздоровчого харчування у продуктах покращує загальне функціонування організму людини [34].

Існує цілий ряд розробок нових продуктів і технологій на основі дикорослої сировини. Наприклад, желейний мармелад, основними компонентами якого є квіти гібіскуса, листя чорної смородини, екстракт зеленого чаю, плоди аронії і чорної смородини. Листя грецького горіху стали сировиною для виробництва йодованого мармеладу.

Екстракт суміші квітів гібіскусу і безсмертника, листя сенни і брусниці запропоновано використовувати у новій технології желейного мармеладу. Ехіноцея пурпурова ввійшла до технологія отримання низькокалорійної глюкозної помадки. А суха суміш з кореню солодки голої знайшли застосування у виробництві молочних продуктів імуномодуючої дії [37-39].

Різноманітне поєднання і комбінування дикорослинної сировини (корень бадату, солодки, ревеню, листя бадату, чорниці, брусниці, смородини, шипшини, чабрецю, ромашки аптечної, тисячолісник, череди, звіробою, донника, пустирника, толокнянки і кропиви) з пшеничними висівками стало основою розробки технології нових сухих сніданків [40-42].

Розроблено технологію хлібобулочних виробів збагачених екстрактами пряно-ароматичних і лікарських рослин (трави базиліка, меліси лікарської,

ромашки аптечної, шавлії лікарської, чаю зеленого і плодів шипшини). Вивчено їх вплив на хлібопекарські властивості борошна, дріжджів, хід технологічного процесу і якість хлібобулочних виробів [43].

Рослинні добавки завдяки окремим елементам хімічного складу знайшли широке застосування в технологіях збитої продукції в якості піно- та структуроутворюючих агентів [44-49]. Так, підвищення структурно-механічних властивостей при введенні до складу ЗДП пюре з гарбуза, пюре з калини звичайної та обліпих, автори пов'язують з вмістом в рослинній сировині складних вуглеводів, що підвищують ПУЗ та СП [50, 51].

Також підвищення структурно-механічних характеристик збитих мас відмічається при використанні в технології сирних виробів до 5% пюре з моркви, гарбуза та яблук, при введенні до зефірної маси 5% бурякового і морквяного пюре і підкисленні лимонною кислотою до рН 2,5...2,7, при введенні до 15% журавлиного, до 25% брусничного пюре перед збиванням у масу типу Пташине молоко та зефірний крем, що дозволяє зменшити тривалість збивання на 10...20%. При цьому, відмічається більш виражений позитивний вплив ягідних пюре, ніж овочевих, що дослідники пов'язують з різним вмістом сухих речовин і пектинів. Причину скорочення часу збивання автори не пояснюють [44, 52].

Розроблено науково обґрунтовані рекомендації використання пюре з ріпи, моркви, буряка для приготування мусів, самбуків, киселів та желе за традиційними технологіями зі зменшенням маси цукру і манної крупи [53, 54]. Доведена можливість використання пюре з аличі, сливи, яблук, калини та їх комбінацій, як структуроутворювача продукції на основі сироватки [55, 56]

Заслуговують уваги дані, за якими формування пінної структури м'якого морозива можливе при введенні 3,0% яблучних та 7,3% морквяних пюре та паст, при додаванні 1,5...3,0% соків обліпихи і горобини звичайної, або 2,0...3,0% соку чорної смородини з вмістом сухих речовин 55%, 55% та 40% відповідно. При цьому, ПУЗ та СП одержаних систем близькі до

аналогічних показників стандартної суміші для морозива [45, 57, 58].

Пояснюючи позитивні результати впливу рослинних добавок на якість збитої продукції на білковій основі, автори припускають можливість взаємодії пектинових речовин та білків з утворенням поверхнево-активних білково-вуглеводних комплексів, що підвищують ПУЗ та СП. Однак, слід зауважити, що при будь-яких значеннях рН середовища, більших за ІЕТ білка, незалежно від іонної сили розчину, білки і карбоксилвміщуючі полісахариди несумісні і комплексоутворення пригнічено, а при рН менше 5 од. пектини інтенсивно взаємодіють з білками із утворенням білково-полісахаридних комплексів.

Припускається, що при дії пектину руйнується від'ємна заряджена гідрофільна оболонка білків та відкриваються гідрофобні ділянки білків та підсилюються гідрофобні взаємодії між гідроколоїдом і гідрофобним ядром білка. Таким чином, пектин перешкоджає розвитку гідрофобних взаємодій між молекулами білка. Гідрофобні взаємодії білка та пектину призводять до того, що пектин утворює адсорбційний шар на поверхні білків, гідрофільна частина якого знаходиться в дисперсійному середовищі. Так як пектин добре гідратується у воді й утворює розгалужені гідратні оболонки припускається, що навколо комплексів «білок-пектин» утворюється гідратна оболонка, яка спричиняє зростання структурних сил відштовхування, і приводить до підсилення стабілізуючої дії пектину в колоїдному розчині [59].

Також, за рахунок реалізації білково-вуглеводного комплексоутворення отримані позитивні результати при збиванні яєчно-цукрової суміші з внесенням 10...20% овочевих або 5...15% ягідних добавок [46-47].

Відомо, що підвищити реакційну здатність пектинових речовин до утворення білково-вуглеводних комплексів можливо за умови зниження ступеня метоксилювання пектину. З цією метою піддавали сушені овочі гідротермічній обробці в лужному середовищі бікарбонату натрію при рН 8...9 [60]. Позитивний вплив на структурно-механічні показники ЗДП спостерігається при застосуванні овочевих пюре, які піддавалися

гідротермічній обробці при рН середовища 3,0...3,5, що дозволяє прискорити гідроліз протопектину [25, 26].

Виходячи з того, що пектинові речовини використовуються в технологіях структурованої продукції як харчова добавка драглеутворювальної дії, рішенням проблеми забезпечення харчової галузі дешевими драглеутворювачами дослідники бачать у використанні яблучного, абрикосового, морквяного, картопляного, бурякового пюре, пюре з дички, шовковиці, черешні, вишні, аличі, пюре з чорниці, журавлини, голубики, обліпихи, пюре з чорної смородини, пюре з вичавок чорноплідної горобини та журавлини [61-64].

Крім пектинових речовин, на структурно-механічні властивості збитих систем можуть впливати й інші компоненти хімічного складу рослинних добавок такі, як крохмаль, білки, сапоніни тощо. Відома рецептура морозива з додаванням в якості стабілізатора, підсолоджувача та фарбника 6% пюре з червоної солодкої картоплі або томатів. Використовуються пасти на соєвій основі [65].

Відмічено, що добавки з цукрового буряка, завдяки вмісту сапоніну, володіють високими піноутворюючими та стабілізуючими властивостями. Наприклад, позитивні результати дає використання при виробництві збитих кондитерських виробів згущеного соку цукрового буряку з 82%-м вмістом сухих речовин та 0,05% масовою часткою сапонінів [66].

При виробництві збитих мас пропонується використовувати піноутворюючий екстракт з низьких сортів зеленого і чорного чаю, екстракти цикорію та кави (2,7...2,9 мас.%) та їх суміші (цикорію – 2,0...2,2 мас.%, кави – 1,3...1,5 мас.%), що сприяють отриманню дрібнодисперсної структури [67]. Використовують цукрові сиропи на основі екстрактів з шипшини та ірги, водневі екстракти з дикорослих цілющих трав – бадана товстолистого, лабазника в'язолистого та м'яти перцевої в їх співвідношенні 92:7:1, а також сироп, що його отримують додаванням до екстракту цукру в співвідношенні 50:50 [48, 68].

Негативний ефект при великих дозуваннях рослинних добавок у вищезгаданих роботах пояснюється зменшенням в'язкості сумішей для збивання, а також критичним збільшенням відстані між реакційно здатними частками.

Цих вад можливо уникнути при використанні рослинних добавок у вигляді порошків, крупки, борошна, шроту, вичавок, що виконують функцію гідрофільного стабілізатора. Так, обґрунтовано доцільність застосування в технологіях продукції з дисперсною структурою порошків з цілих плодів, або з пюре та вичавок горобини, глоду, калини, черемхи, брусниці, журавлини, скорцонери, ранетки, напівкультурки, кизилу, аличі, барбарису [25, 26, 64, 66].

На користь застосування рослинних добавок виступає те, що вони, поряд з поверхнево-активними властивостями, мають здатність впливати на строки зберігання продукції з їх додаванням. Наприклад, встановлено, що зниження мікробіологічних показників продукції викликає додавання пюре з журавлини, соку жимолості, соку аронії або макухи з насіння кедру [69, 70].

Таким чином, приведений аналіз використання рослинних добавок свідчить, що в останні роки з'являються нові технології, у яких, поряд із культурною рослинною сировиною, широко використовують нетрадиційну маловживану рослинну сировину. При цьому, основну роль у підвищенні ПУЗ і СП збитої десертної продукції при внесенні рослинної сировини дослідники пов'язують саме з дією пектинових речовин і утворенням поверхнево-активних білково-вуглеводних комплексів. Саме тому, при розробленні технології напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі нежирної молочної сировини, що несе білкову складову для білково-вуглеводного комплексоутворення, доцільно застосовувати рослинну сировину з високим вмістом пектинів.

Високим вмістом пектинових речовин відрізняються некультурні сорти рослин. Серед таких рослин південно-східної частини України можна виділити кизил звичайний (*Cornus mascula*) та терн (*Prunus spinosa*), плоди

яких є джерелом багатьох важливих харчових речовин, що зумовлює доцільність ширшого їх використання в харчуванні [71].

Крім того, використання місцевої сировини виявляє найбільший терапевтичний ефект на людей, які мешкають на відповідній території. Вона підвищує стійкість організму до екстремальних ситуацій, нормалізує розумову та фізичну функції.

Високі харчова цінність та смакові властивості ягід кизилу та терну зумовлені вмістом багатьох хімічних сполук [72, 73].

Використання лікарських рослин у виробництві харчових продуктів масового споживання широко впроваджується у Японії, Америці, Канаді та інших країнах.

Останім часом вітчизнянна харчова промисловість виявляє велику зацікавленість лікарськими рослинами своїх регіонів, тому що вони містять різноманітні біологічно активні сполуки: алкалоїди, глікозиди, ефірні олії, вітаміни, мінеральні речовини, органічні кислоти та інш. Цей комплекс важливих речовин поліпшує обмін речовин, стимулює імунітет організму, нормалізує стан усього внутрішнього середовища. Крім того багато лікарських рослин та продуктів їх переробки поліпшують органолептичні показники готової продукції [74].

Підвищення біологічної цінності молочних продуктів, а також розширення асортименту досягається шляхом введення різноманітних добавок та наповнювачів. Перспективним є використання у якості таких наповнювачів лікарських рослин [8, 9, 74-76].

Кропива – багаторічна рослина. Вона має сечогінну, протилихоманкову, кровоочищувальну і ранозагоюючу властивості. У традиційній медицині кропиву застосовують як засіб для зупинення кровотечі у вигляді рідкого відвару або настою при маткових, гемороїдальних, легневих, кишкових і носових кровотечах, при захворюваннях печінки й жовчного міхура, нирково-кам'яної хвороби, уремії,

водянці, затримці й нерегулярних менструаціях, ревматизмі, бронхітах, запорах, дистонії й багатьох інших захворюваннях [77].

Встановлено, що багатий набір амінокислот, макро- і мікроелементів, вітамінів, забезпечує широкий спектр загальнозміцнюючої, оздоровлюючої і лікувально-профілактичної дії кропиви на організм людини.

Необхідно відзначити: у складі білків кропиви є 9 з 10 незамінних амінокислот, що у поєднанні з мінеральними речовинами і вітамінами дозволяє підтримувати високу працездатність, швидко відновлювати сили після важкої роботи, втоми або хвороби.

Кропива ледве не єдиний продукт, який містить вітамін К - кровоспинний чинник, що підвищує здатність згущуватися крові, особливо при зовнішніх і внутрішніх кровотечах, і що має протизапальну дію. Ці властивості особливо важливі для шлунково-кишкового тракту, в якому постійно відбуваються мікропошкодження [76].

Виражена антитоксична дія кропиви. При цьому в рослинних волокнах лігніни і полісахариди целюлози, що містяться, поєднуються з вітамінами С, К, Е, групи В, тому при споживанні кропиви токсини поглинаються впродовж всього шлунково-кишкового тракту.

У кропиві містяться також мурашина кислота, дубильні речовини, флавоноїди. Наявність біофлаваноїдів - важливий чинник антигістамінної і антиоксидантної дії, що дозволяє рекомендувати кропиву для профілактики і лікування астми [77].

Кропива багата на вітамін С, у поєднанні з амінокислотою цистин вітамін С впливає на бронхи і слиз, що виділяється легеневим епітелієм. Тому кропиву необхідно вживати всім, у кого слабкі або хворі легені.

Вітамін С і ті, що містяться в кропиві ліпопротейни, будучи антиоксидантами, сприяє позитивному впливу на профілактику серцево-судинних захворювань. Нормалізації діяльності серцево-судинної системи сприяє високий вміст калія і кальцію. Тому постійний прийом кропиви - один з чинників зниження ризику хвороб серця і судин.

Високий вміст бета-каротину в кропиві (у 2 рази більше, ніж у моркві) сприяє зміцненню сітківки ока і поліпшенню зору. Великі кількості хлорофілу, що володіє протирадіаційною дією, необхідні при роботі в умовах підвищеної радіації і при опроміненні; при місцевому вживанні хлорофіл сприяє загоєнню ран. Тому кропива обов'язкова для тих, хто працює з комп'ютером [76].

Особливо необхідне вживання кропиви людям, страждаючим цукровим діабетом. Кропива нормалізує природний обмін речовин, тканинний обмін і тим самим веде до зниження кількості цукру в крові. Є дані про те, що споживання кропиви сприяє відновленню функцій бета-клітин підшлункової залози, внаслідок чого хворих на діабет різко знижується інсулінозалежність до повного відновлення нормального обміну цукру. Крім того, наявність в кропиві секретину, стимулюючого утворення інсуліну, також є протидіабетичним, сприяючим виведенню цукру з крові.

Кропиву застосовують для профілактики і лікування гіпо- та авітамінозів, атеросклерозу. Вона рекомендується як харчова, оздоровлююча і лікувально-профілактична добавка в супи, салати, соуси, майонезі і інші продукти, добре допомагає проти весняної втоми, анемії, підвищує стійкість до різних захворювань, покращує обмін речовин [78].

У харчовій промисловості кропиву використовують у якості барвника, наповнювача. Фірмою «Біоритм» розроблена технологія комбінованих таблеток кропиви зі сухими соками капусти та буряку. Розроблена технологія вітамінізованого молочного коктейлю з кропивним соком [79, 80].

Широко використовується кропива у кондитерській промисловості, а саме у виробництві мармеладу, пастили, цукрового печива та помадних і пралінових цукерок. Фахівцями розроблена технологія отримання консервів пюре-напівфабрикату зі кропиви [42, 81].

Спориш (пташиний горець) – однолітня рослина сімейства гречаних з лежачим або гіллястим стеблом, що злегка підводиться, завдовжки до 60 см. Трава містить флавоноїд авікулярін, багато аскорбінової кислоти, вітамін Д,



каротин, вітамін К, органічні кислоти, клітковину, мінеральні речовини, кремнієву кислоту, смоли, гіркоту, слиз, дубильні речовини і сліди ефірного масла [77].

Встановлено, що спориш проявляє кровоспинну, протизапальну, антимікробну, протигнілісну і сечогінну дію, зменшує кровоточивість слизистих оболонок, помірно знижує кров'яний тиск, прискорює загоєння ран, підвищує імунітет, збільшує виведення з організму натрію і хлору, зменшує кристалізацію мінеральних солей в сечовивідних шляхах. Наявність в спориші розчинних сполук кремнієвої кислоти, які знаходяться в колоїдному стані, перешкоджає утворенню сечових каменів [82].

Настої трави застосовують при хронічних захворюваннях сечовивідних шляхів, особливо при супутньому порушенні мінерального обміну, запаленні слизової оболонки шлунку і кишечника, виразковій хворобі шлунку і дванадцятипалої кишки, в початковому періоді сечокам'яної хвороби, а також наступне видалення каменів, при захворюваннях печінки, в комплексному лікуванні, туберкульозу, малярії, маткових і гемороїдальних кровотеч. Свіжу стовчену траву прикладають до ран, виразок і ударів [77].

Люцерна – стрічкова рослина, яку називають «великою целітельницею». Зелені листя люцерни містять вісім есенціальних амінокислот, лецитин, сапоніни, вітаміни А, К, В6, Е, D, U (антивиразний вітамін), а також мінеральні речовини кальцій, фосфор, марганець, залізо, цинк, медь. Алкалоїдна дія люцерни нейтралізує шлункову кислоту. Завдяки високому вмісту клітковини люцерну використовують для поліпшення перистальтики кишечника. Рослина містить багато хролофілу та володіє антибактеріальним діям. Хролофіл сприяє загоєнню ран та зменшує ризик виникнення бактеріального зараження [83].

Люцерна володіє загальним тонізуючим ефектом, стимулює імунну систему, сприяє нейтралізації та виведенню шлаків із організму. Трава люцерни являє собою природний сечогінний та жарознижуваний засіб, її використовують для лікування циститу та запалення простати. Ця рослина

сприяє зменшенню болю у суглобах та ревматичних болях. Листя люцерни використовують у якості приправи до страв. З них готують салати, напої та коктейлі у поєднанні з молочнокислими продуктами [84].

Конюшина польова – дволітня та багаторічна рослина роду конюшина, сімейства бобових. У зеленій масі міститься ефірна олія, дубильні речовини, глікозиди трифолін та ізотрифолін, органічні кислоти, ситостіроли, ізофлавіони, смоли, вітаміни (тіамін, рибофлавін, токоферол), солі кальцію та фосфору [83].

З листів конюшини отримують вітамінні концентрати, готують салати, заправляють зелені щі, ботвинню. Сухий порошок з листя рослини додають до борошна при випічці житнього хліба, приготування соусів та сирів [34, 85].

Конюшина являється складовим компонентом лікувальних чаїв. Цю рослину широко залучають у народній медицині - як відхаркуючий, сечогінний та антисептичний засіб для лікування циститів, в'язучого засобу для лікування шлунко-кишкових розладах. Відвар конюшини використовують для підвищення апетиту, туберкульозі, бронхіальної астмі, малярії, мігрені, кровотечах та інші [82].

Отже, хімічний склад фітосировини свідчить, що вона є незамінним компонентом харчування людини, оскільки містить у собі велику кількість вітамінів і мінеральних речовин. Саме тому використання фітосировини (кропива, спориш, конюшина, люцерна) у комплексі з молочною сироваткою сприятиме отриманню продуктів харчування лікувально-профілактичної дії, які додатково будуть збагачені біологічно активними речовинами.

Таким чином, приведені дані свідчать, що застосування рослинної сировини у технології ЗДП має декілька переваг. По-перше, це підвищення харчової і біологічної цінності, а також надання продукції лікувально-профілактичного характеру та радіопротекторної і імуномодельючої дії.

По-друге, рослинна тканина має здатність утримувати рідину в структурі продукту, підвищуючи стабільність при зберіганні, формувати і підвищувати в'язкість харчових систем.

По-третє, рослинні добавки можуть виступати як смакові наповнювачі, барвники, консерванти тощо. Однак особливу увагу рослинна сировина привертає як джерело пектинів, що забезпечує можливість заощадження традиційних піно- та структуроутворювачів при виробництві ЗДП.

## **1.2 Характеристика функціонально-технологічних властивостей деяких піноутворювальних та стабілізуючих агентів**

За походженням піноутворювачі та стабілізатори традиційно поділяють на природні тваринного походження – яєчний альбумін, желатин, сироватковий альбумін, казеїнат натрію; природні рослинного походження – пектин, крохмаль, каррагенан, альгінат натрію, агар-агар, фуцелларан, білки сої, камеді; синтетичні – метилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза, модифіковані крохмалі тощо [85].

Сьогодні при виробництві збитої продукції переважно використовуються добавки білкового та полісахаридного походження, що викликало їх широке вивчення. Так, в значній мірі досліджено властивості яєчного альбуміну, желатину, молочних білків тощо [86-91].

Найбільш поширеним піноутворювачем при виробництві збитої продукції є яєчний білок різного ступеня обробки – свіжий, заморожений, сухий тощо [92].

ФТВ яєчного білка визначаються ФВ овоальбуміну. Відомо, що ПУЗ і СП білкових розчинів досягають максимальних значень в ІЕТ даного білка. При цьому, білкові розчини мають мінімальні значення поверхневого натягу, а зсув рН в ту або іншу сторону від ІЕТ білка підвищує їх поверхневий натяг. Нативний яєчний білок має рН 7,9...9,3, а оптимальну ПУЗ проявляє при рН середовища 5,8...6,5, за іншими даними при рН 5,0...5,5. Це зумовлено тим, що яєчний білок не є окремою хімічною речовиною, а являє собою сукупність різних протеїнів, кожний з яких має свою власну ІЕТ [64, 92].

На практиці зниження рН яєчного білка до значень ІЕТ досягається додаванням ферментних препаратів (глюкооксидази, каталази), до 0,6% кислот (лимонної, яблучної, янтарної, фосфорної тощо) або шляхом вистоювання білка впродовж 68·3600 с при температурі 37...38°C. При цьому відбувається збільшення ПУЗ, що пояснюється не тільки наближенням значень рН середовища до ІЕТ білка, але й гідролізом овомуцину, який зумовлює

високу в'язкість яєчного білка [93].

Стабілізуючу дію на білкову піну має додавання цукру, що дослідники пояснюють частковою дегідратацією і денатурацією піноутворювача та утворенням в дисперсійному середовищі гідратованих часток, що при формуванні структури піни розміщуються на межі розділу фаз, підвищуючи в'язкість та стійкість системи. При цьому, знижується об'ємна частка повітряної фази піни і підвищується її дисперсність [94].

Встановлено, що піна утворена при збиванні яєчного білка без цукру має об'ємну частку повітряної фази 0,86, середній діаметр пухирців складає  $(80...100) \cdot 10^{-6}$  м, а руйнування структури піни з виділенням 42% рідкої фази відмічається вже через 30-60 с. При співвідношенні білка і цукру 1:2 об'ємна частка повітряної фази становить 0,74, середній діаметр пухирців –  $(3...5) \cdot 10^{-6}$  м, при цьому в'язкість зростає в 10...12 разів, а виділення рідкої фази не відбувається зовсім. При одночасному зростанні СП додавання цукру значно зменшує ПУЗ білків, що пов'язують зі зниженням ступеня гідратації білків [95].

Але на практиці використання яйцепродуктів пов'язано з такими недоліками, як велика мікробіологічна забрудненість, складність підготовки до технологічного процесу, значний вплив на вартість отриманого продукту за рахунок високої вартості піноутворювального агента. Тому, використання яйцепродуктів сьогодні скорочується з заміною їх на молочні, соєві та інші білки і полісахариди, що викликано не тільки санітарно-гігієнічними і фізіологічними причинами (наявність холестерину), а й необхідністю розробки низькокалорійної та дієтичної продукції [95].

Традиційним при виробництві ЗДП залишається використання желатину, розчини якого мають оптимальні ПУЗ та СП при 1,5...3,5% вмісті желатину за рН 4,6. Але такі недоліки, як низька желуюча здатність, повільне утворення драглів, зниження драглеутворювальної здатності під час кип'ятіння та залежність застигання драглів від температури, стримують широке застосування желатину [86].

Значно менше застосування знайшли білки рослинного походження. Є окремі дослідження піноутворювальних властивостей пшеничного та кукурудзяного глютену, білків сої та деяких інших [96].

Крім білкових поверхнево-активних речовин (ПАР) широке використання в технологіях збитої продукції мають гідроколоїди. Їх висока стабілізуюча дія пояснюється утворенням в розчинах тривимірної сітчастої структури, що супроводжується підвищенням в'язкості. Причому деякі з них здатні суттєво підвищувати в'язкість за незначних концентрацій (0,1...1,0%) [66, 86, 97-99].

За хімічною будовою гідроколоїди – це полісахариди, які залежно від складу поділяються на гомополісахариди, що збудовані з залишків одного цукру, та гетерополісахариди, що складаються із залишків різних цукрів, кількість яких невелика. Гідроколоїди, будучи макромолекулярними гідрофільними речовинами, в воді диспергують, набухають або розчиняються з утворенням в'язких розчинів, псевдодраглів (зі слабкими еластичними властивостями) або драглів. До таких речовин належать пектин, крохмаль, целюлоза, камеді, альгінати, каррагенан, агар, гуарова камедь, ксантан тощо. Серед цих речовин особливу увагу слід приділити природному полімеру пектину, масова частка якого в різних видах рослинної сировини коливається в межах 0,3...2,7% [66, 100].

Гуарова камедь – нейтральний полісахарід, галактоманан, складається з 64...67% D-манози та 33...36% D-галактози. Ця добавка використовується у якості згущувача, стабілізатору та емульгатора, у виробництві соусів, майонезу, кетчупів, морозива у кількості до 1% і може використовуватися для зберігання свіжості хлібобулочних виробів у кількості 0,2-0,5%. Гуарова камедь добре розчинюється у воді та має здатність утворювати стійкі колоїдні розчини. Повне поглинання води проходить при кімнатній температурі протягом декількох хвилин, а при підвищенні температури процес прискорюється. Гуар стійкий у діапазоні рН=4...10,5, його розчини тиксотропні [101].

У молочних продуктах гуарова камедь використовується для утримання вологи, у заморожених продуктах використовується як регулятор в'язкості, для отримання однорідної кремоподібної структури. Утворення стійких суспензій полегшує здійснення і прискорення різних технологічних процесів і сприяє подовженню строків придатності готової продукції. У процесі виробництва сиру гуарова камедь сприяє утворенню згустку та збільшує вихід продукції. Деякі спеціальні марки гуарової камеді більш стійкі до механічного впливу і легше розчиняються. Ці якості успішно використовуються при виробництві майонезу, молочних десертів, морозива, у низькокалорійних дрессингах.

Пектин є цінним харчовим компонентом рослинної їжі. Він здатен поліпшувати діяльність шлунково-кишкового тракту, сорбувати макромолекулярні органічні сполуки, утворювати комплекси з іонами важких металів, має антибактеріальну дію на збудників кишкових інфекцій [102].

Сьогодні пектин знайшов широке застосування у харчовій промисловості та при виробництві кулінарної продукції. Його отримують шляхом водневої екстракції рослинної тканини, частіше шкірки яблук та цитрусових. За походженням це вуглеводний полімер, що складається із залишків  $\alpha$ -D-галактуранової кислоти, які мають піранозну конфігурацію і з'єднані  $\alpha$ -1,4-глікозидним зв'язком. Основний нерозгалужений ланцюг полігалактуранової кислоти має зв'язки різного ступеня міцності з нейтральними сахарами [102].

Карбоксильні групи полігалактуранової кислоти частково етерифіковані метиловим спиртом. Залежно від ступеня етерифікації, що впливає на здатність зв'язувати кальцій та утворювати драглі, пектини поділяють на два класи – високо- та низькоетерифіковані зі ступенем етерифікації відповідно більше та менше 50%. Обидва класи пектинів у водних розчинах в різних умовах дають дуже стійкі драглі [100]. Наприклад, при драглеутворюванні високоетерифіковані пектини потребують мінімальну

концентрацію сухих речовин у розчині та низькі значення рН, а дія низькоетерифікованих пектинів не залежить від рН, але для драглеутворювання необхідна присутність іонів кальцію. За рН 6...7 розчини пектину мають максимальну в'язкість, а за рН 4 – мінімальну [88].

Присутність цукру та кислот може підвищувати драглеутворювальну здатність. Так, найкраще драглеутворювання 0,5...1,5% розчинів пектину відбувається при вмісті 60% цукру та 1% кислоти [103].

У пектинів різних видів рослинної сировини драглеутворювальна здатність суттєво різниться: у більшості плодів та ягід вона значно вища, ніж у пектинів овочів [88]. При цьому, чим вище молекулярна маса пектину, тим кращі його драглеутворювальні властивості.

Стосовно ПУЗ пектинів існує багато протиріч. Так, в першій половині 20 століття дослідники розглядали пектинові речовини як піноутворювачі, відмічаючи, що ПУЗ пектинів нижча за ПУЗ желатину, але більша, ніж у казеїну [104]. Сучасні представлення про пектини свідчать, що вони не володіють ПУЗ. Хоча в деяких роботах є докази того, що пектини в комплексі з іншими речовинами проявляють певну ПУЗ [87]. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при взаємодії у водному середовищі пектових та пектинових кислот з  $\alpha$ -амінокислотами утворюються стійкі водорозчинні солі з вираженими поверхнево-активними властивостями. Є відомості, що пектини утворюють міжмолекулярні комплекси з молочними білками, які можуть виступати високоефективними стабілізаторами та піноутворювачами збитої продукції [89, 90]. При цьому встановлено, що пектин утворює міжмолекулярні комплекси тільки з казеїном, і не взаємодіє з сироватковими білками [90]. Дослідження показали, що максимальну ПУЗ та абсолютну стійкість піни має ЗМ при введенні 2,5% пектинових речовин та 3% цукру [91]. Подальше збільшення вмісту пектинових речовин і цукру в системах призводить до значного зниження поверхневого натягу з одночасною орієнтацією полярних груп в



адсорбційному шарі. При цьому, підвищується щільність адсорбційного шару і, відповідно, зростає СП з неминучим зменшенням ПУЗ [51].

Теоретичне обґрунтування позитивного впливу взаємодії пектинових та білкових речовин на якість збитих систем полягає в кінетиці формування взаємопрониклих полімерних сітчастих структур у процесі міцелоутворення. При одночасному або послідовному формуванні взаємопрониклих полімерних сітчастих структур відбувається мікрофазний розподіл білків і вуглеводів через несумісність, що виникає з міжвузлових ланцюгів із подальшим орієнтованим витискуванням молекул полісахаридів на поверхню білків. При цьому, підвищення концентрації вуглеводів у мікрооб'ємах призводить до посилення їх самостійної асоціації, утворення водневих зв'язків, об'єднаних ділянок із піранозних структур пектину. Це, в свою чергу, призводить до більш швидкого зростання в'язкості. Процес справляє гальмівний вплив на фазовий розподіл полісахаридів, забезпечує необхідне упорядковування їх надмолекулярних структур і, тим самим, покращує СП [105, 106].

Поряд з цим, значну увагу науковців викликає розробка технологій, що направлені на зміну ФВ пектину» [105]. «Науковцями отримано етиловий ефір яблучного пектину з високими піноутворювальними властивостями [106].

Аналізуючи літературні дані щодо фізико-хімічних властивостей та ФТВ пектинових речовин, можна дійти висновку, що для них більшою мірою властивою є роль стабілізатора піни, ніж піноутворювача.

Поряд з пектином, для виробництва збитих харчових систем традиційно використовують крохмалі, до недоліків застосування яких можна віднести схильність їх клейстерів до ретроградації і синерезису, чутливість до дії низьких температур та кислот, нестабільність при зберіганні. Тому, все частіше використо-вуються модифіковані крохмалі що суттєво відрізняються від нативного [107, 108].

Існують технології збитої продукції, засновані на стабілізаційних властивостях целюлози, ефірів целюлози та їх солей [109-112]. Не менше розповсюдження в технологіях структурованих харчових продуктів має альгінат натрію, який вже при концентрації 1% утворює дуже стійкі драгли. Такі структуроутворювачі як каррагінан, агар, агароїд, фуцелларан через високу вартість не мають у нас широкого розповсюдження. Однак, окремі речовини не можуть одночасно надати продукту піноутворювальну та стабілізуючу дію, тому все ширше в технологіях збитої продукції використовують різні комбіновані суміші [112].

Комбінування засновують на виникненні взаємодії між харчовими добавками або прояві синергізму, що значно підсилює піноутворюючі і стабілізуючі властивості таких сумішей та надає їм універсальних властивостей: піноутворення в широкому діапазоні рН, температури, іонної сили тощо [110].

За рахунок прояву синергізму розроблено широкий спектр високоефективних композицій для виробництва збитої продукції. Розроблені та запатентовані високоефективна піноутворююча композиція яблучного порошку в кількості 20...30% та 0,1...1,5% альгіната натрію, стабілізуюча суміш у складі 1,0...1,1% пектинових речовин та 1,5% крохмалю від маси продукту, суміш, що складається з гуарової та ксантанової камеді, каррагенану та ефіру молочної або лимонної кислоти, а також суміш гуарового борошна та гуарана» [113-133]. «Також, високі ПУЗ та СП проявляють суміші метилцелюлози (МЦ) з пектином, альгінатом натрію та агароїдом; суміш КМЦ з каррагенаном та камеддю ріжкового дерева; композиція Na-КМЦ з дрібнокристалічною целюлозою у співвідношенні 30:70...50:50 та водним розчином хлориду кальцію [109,117].

Значне покращення ПУЗ та СП композицій можливе за рахунок хімічної взаємодії та утворення нових речовин з більш високими ФВ [118]. Так, використання композиції, що складається з желатину, сухої молочної сироватки та крохмалю, забезпечує підвищення ПУЗ збитих молочних

десертів в 1,7 рази, що автори пов'язують з утворенням білково-вуглеводного комплексу з високими ПАВ. Встановлено аналогічний ефект при використанні бінарної системи каррагінану та різних харчових волокон з казеїновими білками [119].

На білково-вуглеводній взаємодії засновані стабілізуючі та піноутворювальні властивості композицій желатину та МЦ у співвідношенні 1:(0,37...0,50) або 1:(0,07...0,10), желатину та картопляного крохмалю, желатину та яблучного пектину, білків молочно-білкового концентрату зі сколотин та полісахариду ксантану або желатину [52, 107, 108, 120-123]. «До значного підвищення ПУЗ та СП приводить комбінування КМЦ з сироватковими білками (58...61%) або казеїнатом натрію (3%) [16].

Фірмою Zott GmbH & Co розроблено композиційну систему, стабілізаційні, піноутворюючі та комплексоутворюючі властивості якої побудовані на білково-вуглеводній взаємодії та синергічному ефекті таких речовин, як желатин, крохмаль, каррагенан, гуарова камідь та ефір молочної кислоти [124]. А фірма TEWS GmbH пропонує використовувати 0,4...1,0% багатокомпонентної стабілізаційної системи PRO-QUICK F117R [125]. «Відомі композиція стабілізатора QNA та дезодорованого сиропу, яку отримують нагріванням суміші лимонної кислоти, пропіленгліколя і моногліцериду, та композиція, що її отримують шляхом розчинення в олії лактилірованих та дистильованих моногліцеридів [126].

Однак, слід зазначити, що розглянуті композиції, на жаль, не набули широко застосування через специфічність дії для кожного виду харчової продукції.

Алаліз літературних джерел свідчить, що без застосування сировини або харчових добавок, які мають поверхнево-активні властивості, виробництво десертної продукції неможливо, оскільки як піно- так і структуроутворювачі напряду формують її якість, а саме високу збитість і тривалу стійкість.

Перераховані вище засоби і агенти утворення та стабілізації десертної продукції є традиційними і найбільш розповсюдженими. Причому, значна кількість технологій базується на застосуванні білків і гідроколоїдів.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ**

Харчова цінність молока та молочних продуктів визначається вмістом біологічно повноцінних і легкозасвоюваних білків. На даний момент майже кожен споживач стикається з проблемами якості молочної продукції, коли в умовах складної економічної ситуації виробництво зорієнтоване в основному на відчутний і швидкий економічний ефект. Загальний дефіцит молочних ресурсів, що існує сьогодні, високий об'єм сировини з низькими функціональними властивостями приводить до втрат білків, мінеральних речовин і вітамінів.

Аналіз літературних даних показав, що знежирене молоко є джерелом значної кількості біологічно активних речовин. Також встановлено, що одним з перспективних методів підвищення його функціонально-технологічних властивостей є використання рослинних піноутворювачів, а саме сапонінів кореня солодки.

#### **2.1. Екстрагування сапонінів з рослинної сировини**

Аналіз літературних даних показав, що найбільш прийнятний спосіб витягання із сировини діючих активних речовин – екстрагування. Для цього потрібно визначити умови отримання сапонінів – високомолекулярних, безазотистих глікозидів рослинного походження, що володіють специфічними властивостями та фізіологічною дією на організм.

Основою процесу екстрагування є різниця концентрацій розчинних речовин в рідинах. Для досягнення максимально повного та швидкого витягання речовин з рослинної сировини повинні бути створені оптимальні

умови для дифузійного процесу. З чинників, що впливають на повноту і швидкість витягання, які піддаються регулюванню, основними є:

- вибір екстрагенту,
- ступінь подрібнення,
- різниця концентрацій,
- температура,
- тривалість витягання,
- гідродинамічні умови.

Складний характер взаємодії цих чинників не дозволяє встановити загальну модель всіх випадків екстрагування, тому для кожного конкретного виду сировини необхідно приймати свої оптимальні умови.

При проведенні екстрагування сапонінів з кореня солодки був підібраний екстрагент, який володіє здатністю витягувати переважно один компонент з суміші речовин; високими дифузійними властивостями; хімічною індиферентністю по відношенню до витягуваних речовин; здатністю перешкоджати розвитку в екстракті шкідливої мікрофлори; нешкідливістю для людського організму; низькою температурою кипіння; можливістю повторного використання; бути дешевим і доступним. Тритерпенові сапоніни добре розчинні в воді та спирті, тому для їх вилучення в якості екстрагенту нами було використано етанол та дистильовану воду (ГОСТ 6709-72) в різних співвідношеннях.

Для отримання екстракту сапонінів з кореня солодки було застосовано метод багатократної циркуляційної екстракції. Для екстрагування використовували рослини з розміром часток  $(1, 2, 5) \cdot 10^{-3}$  м. Завантаження кореня солодки складало  $2 \cdot 10^{-2}$  кг на  $0,2 \text{ дм}^3$  екстрагенту [70].

При використанні в якості екстрагенту етилового спирту екстракцію проводили в апараті Сокслета. Тривалість проведення циркуляційної екстракції склала  $(300 \dots 360) \cdot 60$ с при температурі кипіння розчинника  $86 \dots 87^\circ\text{C}$ . Це пояснюється тим, що зі збільшенням температури, згідно експоненційного закону, збільшується швидкість хімічної реакції. Таким

чином розчинник швидше потрапляє в клітини рослинної тканини, розчиняє сапоніни кореня солодки та переносить їх крізь оболонки клітин в міжклітинний простір. Розчинник потім відганяли.

Доцільність здійснення екстрагування при високих температурах також обумовлена необхідністю інгібування ферменту фенолоксидази, присутнього у коренях, який має здатність руйнувати цикорієві та кофейну кислоти.

Ефективність процесу екстрагування визначали за вмістом гліциризинової кислоти, яка є сапоніном коренів солодки (табл. 2.1).

Дані експерименту свідчать, що розмір часток незначно впливає на динаміку витягування гліциризинової кислоти, найбільш суттєво впливає концентрація спирту. Як свідчать дані, представлені в табл. 2.1, максимальна кількість гліциризинової кислоти екстрагується з сировини при використанні розчину етанолу в концентрації 60% при розмірі часток солодки  $1 \cdot 10^{-3}$  м. Це пояснюється більшою площею стикання часток продукту з екстрагентом. Концентрація етанолу забезпечує осадження продукту. При концентрації спирту менше 50% продукт гідролізу не розчиняється повністю, при концентрації більше 60% зростають втрати за рахунок підвищення розчинності в етанолі.

Таблиця 2.1 – Вихід гліциризинової кислоти залежно від концентрації екстрагенту та розміру часток

| № з/п | Екстрагент         | Масова частка гліциризинової кислоти, % на СР |                |                |
|-------|--------------------|-----------------------------------------------|----------------|----------------|
|       |                    | Розмір часток ( $\cdot 10^{-3}$ м)            |                |                |
|       |                    | 1                                             | 2              | 5              |
| 1     | 10% розчин етанолу | 5,4 $\pm$ 0,1                                 | 5,3 $\pm$ 0,1  | 5,0 $\pm$ 0,1  |
| 2     | 30% розчин етанолу | 6,6 $\pm$ 0,1                                 | 6,4 $\pm$ 0,1  | 5,9 $\pm$ 0,1  |
| 3     | 40% розчин етанолу | 7,8 $\pm$ 0,1                                 | 7,7 $\pm$ 0,1  | 7,1 $\pm$ 0,1  |
| 4     | 50% розчин етанолу | 8,1 $\pm$ 0,1                                 | 8,0 $\pm$ 0,1  | 7,1 $\pm$ 0,1  |
| 5     | 60% розчин етанолу | 16,2 $\pm$ 0,2                                | 16,1 $\pm$ 0,2 | 14,4 $\pm$ 0,2 |
| 6     | 70% розчин етанолу | 16,2 $\pm$ 0,2                                | 16,0 $\pm$ 0,2 | 14,4 $\pm$ 0,2 |
| 7     | 80% розчин етанолу | 16,2 $\pm$ 0,2                                | 16,0 $\pm$ 0,2 | 14,0 $\pm$ 0,2 |
| 8     | 96% розчин етанолу | 16,0 $\pm$ 0,2                                | 16,0 $\pm$ 0,2 | 14,0 $\pm$ 0,2 |

Для визначення ефективності екстрагування досліджено вплив гідромодулю (ГМ) (етанолу в концентрації 60% при розмірі часток солодки  $(1, 2, 5) \cdot 10^{-3}\text{м}$ ) на якість екстракту.

Таблиця 2.2 – Масова частка гліциризинової кислоти в сухих речовинах

| № з/п | Г : М  | Масова частка гліциризинової кислоти, % на СР |                |                |
|-------|--------|-----------------------------------------------|----------------|----------------|
|       |        | Розмір часток ( $\cdot 10^{-3}\text{м}$ )     |                |                |
|       |        | 1                                             | 2              | 5              |
| 1     | 1 : 4  | 7,4 $\pm$ 0,1                                 | 7,1 $\pm$ 0,1  | 6,6 $\pm$ 0,1  |
| 2     | 1 : 6  | 10,5 $\pm$ 0,2                                | 10,0 $\pm$ 0,2 | 9,8 $\pm$ 0,1  |
| 3     | 1 : 8  | 12,8 $\pm$ 0,2                                | 12,6 $\pm$ 0,2 | 11,4 $\pm$ 0,2 |
| 4     | 1 : 10 | 16,2 $\pm$ 0,2                                | 16,1 $\pm$ 0,2 | 14,4 $\pm$ 0,2 |
| 5     | 1 : 12 | 16,0 $\pm$ 0,2                                | 16,0 $\pm$ 0,2 | 14,2 $\pm$ 0,2 |

Як свідчать дані табл. 2.2, при використанні в якості екстрагенту етилового спирту, екстракцію доцільно проводити при ГМ 1:10 при розмірі часток кореня солодки  $1 \cdot 10^{-3}\text{м}$ . Вихід гліциризинової кислоти при цьому складає 16,2%. При зменшенні ГМ, обсягу суміші недостатньо для повного розчинення продукту. Збільшення ГМ більш ніж 1:10 призводить до зростання втрат продукту і, як наслідок, неповного виділення. Це твердження корелює з результатами досліджень ряду вчених [70...72].

Оскільки використання спиртових екстрактів потребує подальшого випарювання спирту, що призводить до суттєвих затрат, було розглянуто можливість використання в якості екстрагенту води. Для спрощення технологічного процесу проведені дослідження щодо використання знежиреного молока як екстрагенту.

Отримання екстрактів методом екстрагування засноване на взаємодії рослинної сировини в мацераційному посуді протягом 300·60с при постійному перемішуванні ( $50...60\text{ с}^{-1}$ ) та температурі 98°C.

З ціллю вибору раціональних параметрів дифузійного процесу визначені вплив величини ГМ, розміру часток та тривалість екстрагування.



Повноту екстрагування визначали при ГМ 1:4...1:12 з використанням коріння розміром  $(1, 2, 5) \cdot 10^{-3}$  м протягом  $(90...100) \cdot 60$  с.

В табл. 2.3 наведено дані щодо визначення вмісту гліциризинової кислоти в екстрактах.

Таблиця 2.3 – Масова частка гліциризинової кислоти в сухих речовинах

| Г:М    | Масова частка гліциризинової кислоти, % на СР |                |                |                |                |                |
|--------|-----------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        | Розмір часток ( $\cdot 10^{-3}$ м)            |                |                |                |                |                |
|        | 1                                             |                | 2              |                | 5              |                |
|        | В                                             | ЗМ             | В              | ЗМ             | В              | ЗМ             |
| 1 : 4  | 13,8 $\pm$ 0,6                                | 13,5 $\pm$ 0,6 | 13,3 $\pm$ 0,7 | 12,9 $\pm$ 0,6 | 12,8 $\pm$ 0,6 | 12,2 $\pm$ 0,6 |
| 1 : 6  | 16,5 $\pm$ 0,7                                | 15,4 $\pm$ 0,7 | 16,2 $\pm$ 0,8 | 16,0 $\pm$ 0,8 | 15,4 $\pm$ 0,8 | 15,0 $\pm$ 0,8 |
| 1 : 8  | 23,5 $\pm$ 1,1                                | 21,2 $\pm$ 1,1 | 22,8 $\pm$ 1,1 | 21,4 $\pm$ 1,1 | 18,2 $\pm$ 0,9 | 17,7 $\pm$ 0,9 |
| 1 : 10 | 23,6 $\pm$ 1,2                                | 21,5 $\pm$ 1,1 | 22,8 $\pm$ 1,1 | 21,5 $\pm$ 1,1 | 18,2 $\pm$ 0,9 | 17,7 $\pm$ 0,9 |
| 1 : 12 | 23,6 $\pm$ 1,2                                | 21,3 $\pm$ 1,1 | 23,0 $\pm$ 1,1 | 21,4 $\pm$ 1,1 | 18,1 $\pm$ 0,9 | 17,7 $\pm$ 0,9 |

В – вода, ЗМ – знежирене молоко

Як свідчать результати досліджень, максимальний вихід екстрактивних речовин також спостерігається при подрібненні коріння до  $1 \cdot 10^{-3}$  м. При чому вихід екстрактивних речовин при екстрагуванні водою на 2...10% більший, ніж при використанні знежиреного молока. Максимальний вихід ГК характерний для модельних систем при ГМ 1:8. Подальше збільшення ГМ до 1:12 істотно не впливає на повноту екстрагування, але призводить до додаткових енергетичних витрат при видаленні екстрагенту.

Динаміка накопичення гліциризинової кислоти в екстрагенті в залежності від часу екстрагування при ГМ 1 : 8 та розмірі часток  $1 \cdot 10^{-3}$  м наведена на рис. 2.1.

Як свідчать експериментальні дані, вміст гліциризинової кислоти у молочних та водних екстрактах підвищується за перші  $(40...50) \cdot 60$  с екстрагування на 85...90%. У водних екстрактах вихід гліциризинової кислоти більше на 10,17% в порівнянні з молочним. При подовженні тривалості екстрагування до  $70 \cdot 60$  с масова частка гліциризинової кислоти у

екстрактах збільшується до 19,5...19,9% в молочному екстракті та до 22,5...22,8% у водному відповідно. Швидкість екстрагування сповільнюється та стабілізується для обох екстрактів за тривалості процесу (90...120)·60 с.

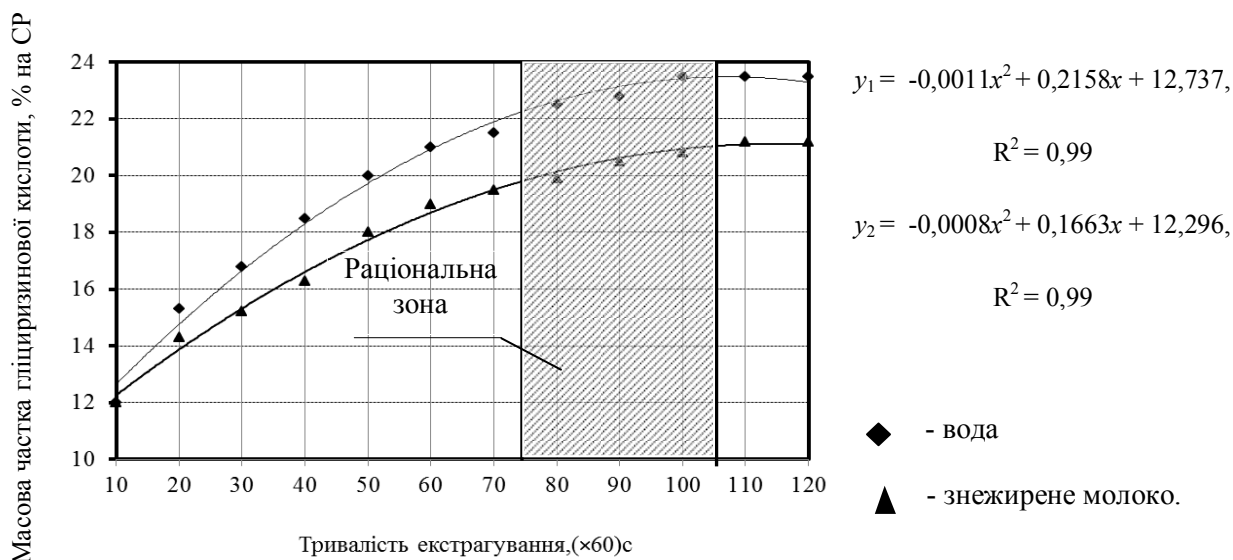


Рисунок 2.1. – Динаміка екстрагування гліциризинової кислоти з коріння солодки

Таким чином, динаміка процесу екстрагування з коріння неоднакова, але для обох розчинників повнота витягання наставала протягом 100·60 с.

Можна зробити висновок, що в порівнянні зі способом багатократного екстрагування етиловим спиртом за принципом апарату Сокслета, екстракти, отримані методом екстрагування водою, дають кращі результати. Вихід гліциризинової кислоти збільшується в 1,5 рази. До того ж, беручи до уваги те, що використання спирту в молочній промисловості не рекомендується, то для повноти та швидкості екстрагування гліциризинової кислоти з кореня солодки голої, доцільно в якості розчинника використовувати воду або знежирене молоко, забезпечити умови для дифузійного процесу, а саме при розмірі часток  $1 \cdot 10^{-3}$  м протягом (90...100)·60 с при ГМ 1 : 8. При цьому вміст гліциризинової кислоти в екстракті складає 21,2...21,5% для молочного та 23,5...23,6% - для водного.

Враховуючи той факт, що при екстрагуванні кореня солодки в екстракт, окрім гліциризинової кислоти, переходять інші речовини, що можуть впливати на його піноутворювальні властивості, постала необхідність дослідити фракційний склад екстрактів. Для визначення складу екстракту кореня солодки було досліджено ІЧ-спектри екстрактів, отриманих екстрагуванням за раціональних умов.

В ІЧ-спектрі полоса поглинання з частотою  $\nu_{\text{C=O}}=1715\text{см}^{-1}$  обумовлена валентними коливаннями карбонільної групи гліциризинової кислоти. На спектрах екстрактів, що представлені на рис. 2.2. частота  $\nu_{\text{C=O}}$  зменшується до 1600, яку можна віднести до  $\nu_{\text{C=O}}$  карбоксилат аніону. Тобто в зразках достатньо сильно зміщена карбоксильна група, гліциризинова кислота в даному випадку представлена у вигляді солі.

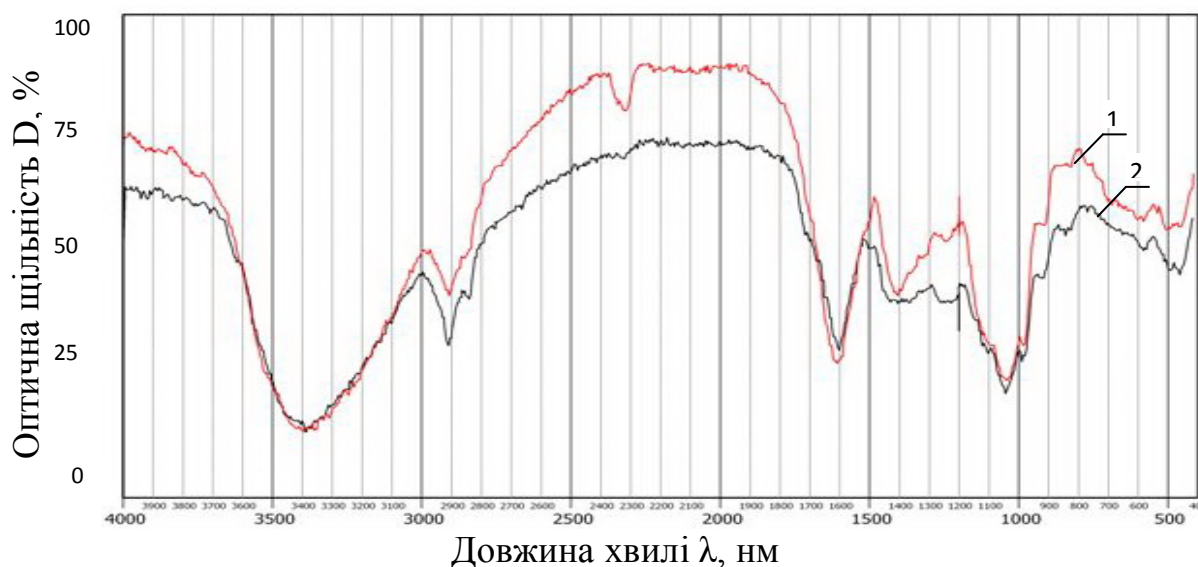


Рисунок 2.2 – Спектральні характеристики екстракту кореня солодки, що отримано методом екстрагування у воді (1) та знежиреному молоці (2)

Полоси поглинання в області  $2800\ldots2900\text{см}^{-1}$  обумовлені валентними коливаннями  $\text{C-H}$  зв'язків (симетричними та асиметричними).

Достатньо широка полоса поглинання в районі  $3400\text{см}^{-1}$  представлена валентними коливаннями  $\text{OH-}$  груп води,  $\text{OH-}$  груп крохмалю та гліциризинова кислота. Зміни в районі з частотою  $2340\text{см}^{-1}$  представлені некомпенсованим вуглекислим газом з повітря.

Таким чином, аналізуючи спектри рис. 2.2, можна зробити висновок, що виділені аглікони належать до пентациклічного тритерпенового ряду, тобто в отримані екстракти переходить достатня кількість солей гліциризинової кислоти, крохмалю тощо.

В ІЧ-спектрі екстракт кореня солодки, який отримано методом багатократної циркуляційної екстракції в апараті Сокслета спостерігаються два дуже характерних максимуми поглинання в інтервалі  $1050\text{--}1150\text{см}^{-1}$ , які можна віднести до асиметричних коливань ефірного угруповання  $-\text{O}-$  і підтверджує наявність в досліджуваному субстраті кисневих містків між залишками глюкози (рис. 2.3).

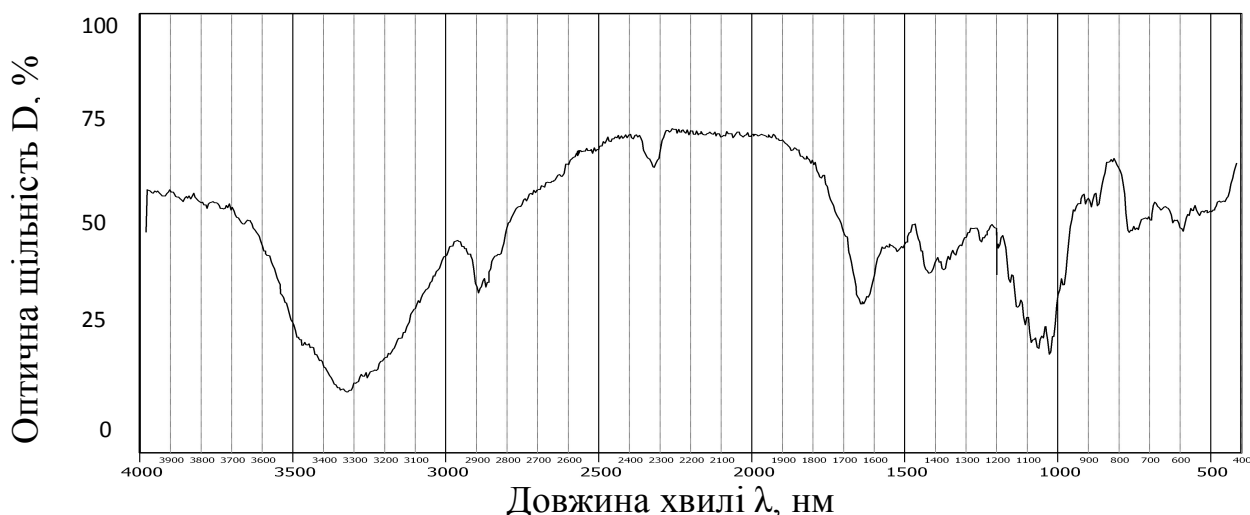


Рисунок 2.3 – Спектр екстракту кореня солодки, який отримано методом багатократної циркуляційної екстракції в апараті Сокслета

Більш чіткіше розрізнити ці полоси поглинання неможливо, бо вони маскуються поглинанням зв'язків  $-\text{C}-\text{C}-$  різного характеру. До того ж в спектрі спостерігається досить великий розмитий максимум в області  $3450\text{см}^{-1}$ , який треба віднести до поглинання великої кількості гідроксильних груп, зв'язаних між собою як внутрішньо- так і міжмолекулярними водневими зв'язками. В ІЧ-спектрі присутня полоса поглинання з частотою  $1645\text{см}^{-1}$ , яка відповідає за наявність водорозчинного крохмалю. Максимум при  $2940\text{см}^{-1}$  належить поглинанню  $\text{C}-\text{H}$ -зв'язків вуглеводневого ланцюгу.

Крім головних характеристичних смуг поглинання, в спектрі спостерігаються також піки при 932 та 760  $\text{см}^{-1}$ , які дуже характерні для 1,4-глюкозидних зв'язків. Всі одержані дані у сукупності свідчать про те, що основним полісахаридом екстракту, що був отриманий методом багатократної циркуляційної екстракції є крохмаль.

Спектрометричний аналіз отриманих екстрактів показав, що в них переходить достатньо велика кількість крохмалю та гліциризинової кислоти при екстрагуванні коріння солодки з розміром часток 1 мм. При цьому максимальний вихід сухих речовин спостерігається в екстракті, що був отриманий з кореня солодки екстрагуванням в воді.

Для додаткового порівняння екстрактів на вміст в їхньому складі крохмалю та гліциризинової кислоти, було накладено спектр екстракту кореня солодки (1), який отримано методом екстрагування в воді на спектр-еталон гліциризинової кислоти (2) (рис. 2.4) та спектр екстракту кореня солодки, який отримано методом багатократної циркуляційної екстракції в апараті Сокслета (1'), на спектр-еталон водорозчинного крохмалю (2') (рис. 2.5).

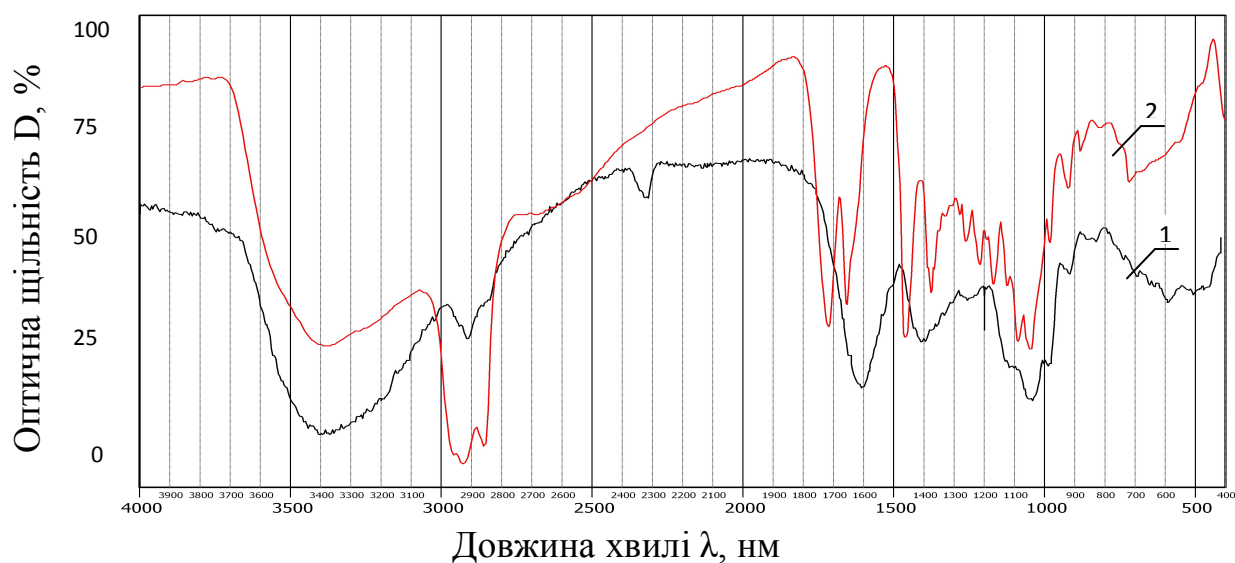


Рисунок 2.4 – Спектральні характеристики екстракту кореня солодки (1) та еталону гліциризинової кислоти (2)

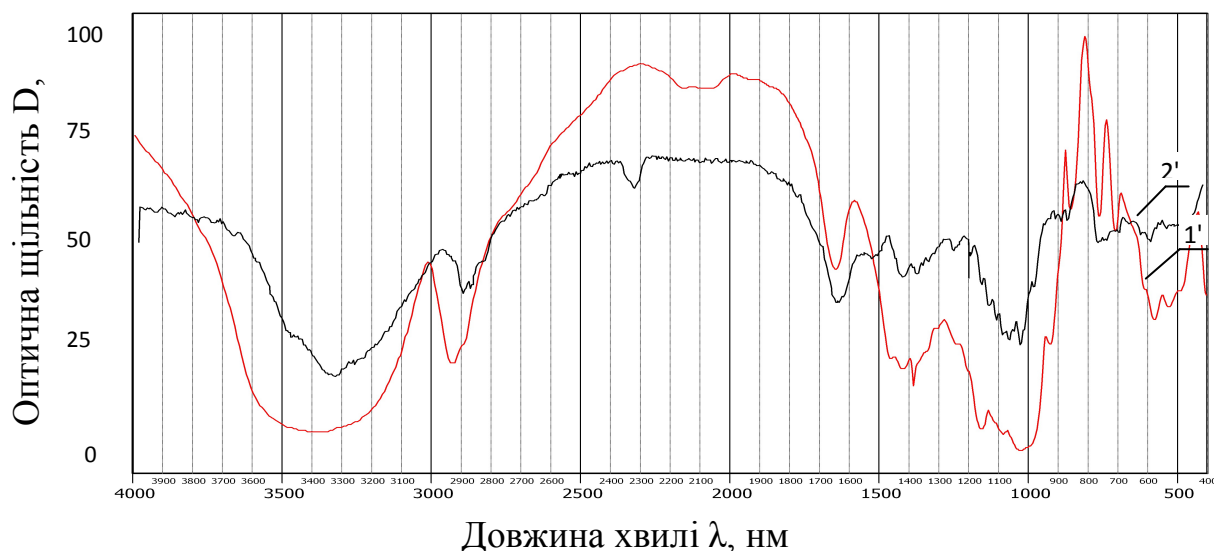


Рисунок 2.5 – Спектральні характеристики екстракту кореня солодки (1') та еталону крохмалю (2')

Результати порівняння свідчать, що в ІЧ-спектрах досліджуваних екстрактів спостерігається дуже характерні для гліциризинової кислоти та крохмалю максимуми поглинання в інтервалі  $1600-1650\text{ см}^{-1}$  та  $800-1300\text{ см}^{-1}$ .

Таким чином, можна зробити висновок, що доцільно використовувати метод екстрагування у воді, й знежиреному молоці. При цьому доведено, що значна кількість в цих екстрактах представлено сапонінами гліциризинової кислоти, які є поверхнево активними речовинами, на відміну від спиртового екстракту, де основною фракцією є крохмаль.

## 2.2. Функціонально-технологічні властивості екстракту кореня солодки

Дослідження, що довели наявність сапонінів в екстрактах кореня солодки, дозволяють очікувати від них виявлення поверхнево-активних властивостей, а звідси й піно- і структуроутворюючої здатності, проте це потребує додаткових експериментальних досліджень. Одним із критеріїв оцінки поверхневої активності речовин є їхня здатність до зниження поверхневого натягу води на межі розподілу «вода-повітря». Відомо, що зі зменшенням поверхневого натягу розчину його піноутворювальна здатність (ПУЗ) зростає, тому що витрачається менше роботи на одержання однакового об'єму піни.

Було проведено дослідження поверхневого натягу модельних систем води з водним та молочним екстрактом кореня солодки в концентрації 1...7%, які отримували шляхом змішування. Результати досліджень представлені на рис. 2.6.

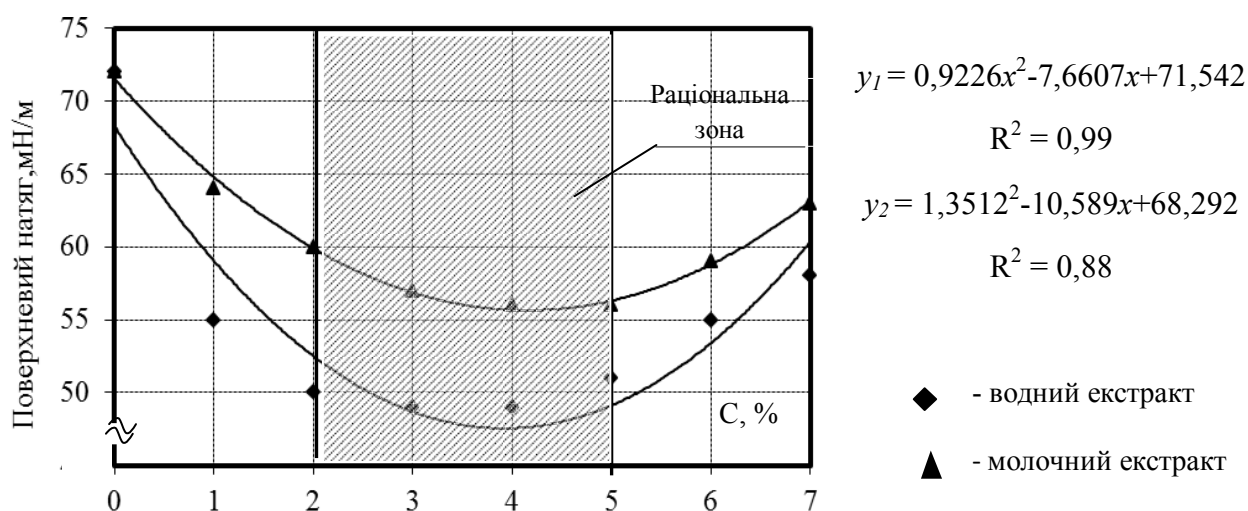


Рисунок 2.6 – Поверхневий натяг системи залежно від вмісту водного та молочного екстракту кореня солодки

Як свідчать результати досліджень, зниження поверхневого натягу відбувається для всіх систем однаково до вмісту екстрактів 5%. При подальшому зростанні концентрації екстрактів поверхневий натяг систем починає збільшуватися. Водний екстракт кореня солодки знижує поверхневий натяг максимально. Молочний екстракт кореня солодки не проявляє значної поверхневої активності, що може бути пояснено комплексоутворенням сапонінів екстракту кореня солодки та сироваткових білків знежиреного молока, що підтверджено дослідженнями вчених.

Результати проведених експериментів показали, що раціональна концентрація екстракту кореня солодки складає 2...5%. Подальше її збільшення сприяє концентраційному насиченню, що характерне для кожної поверхнево-активної речовини. Це пояснюється тим, що при збільшенні концентрації до критичної починається асоціація молекул поверхнево-активної речовини та полімеру. Тобто при подальшому збільшенні концентрації поверхнево-активної речовини її активність зменшується.

З технологічних позицій в харчових пінах рослинні компоненти, володіючи певними поверхнево-активними властивостями, приймають участь у формуванні таких структур, завдяки чому можлива заміна традиційних піноутворювачів.

Використання в якості структуроутворювачів різних ПАР у складі природної рослинної сировини представляє великий практичний інтерес.

Тому на першому етапі нами було досліджено вплив водного та молочного екстракту кореня солодки на зміни поверхневого натягу традиційного піноутворювача – яєчного білка (рис. 2.7).

Встановлено, що додавання обох екстрактів до яєчного білка в кількості до 5% зменшує поверхневий натяг на 9...10% для водного екстракту кореня солодки та 1,2...2% для молочного. Вплив молочного екстракту менш значний, і зростання поверхневого натягу відзначається вже при кількості добавки 6%.



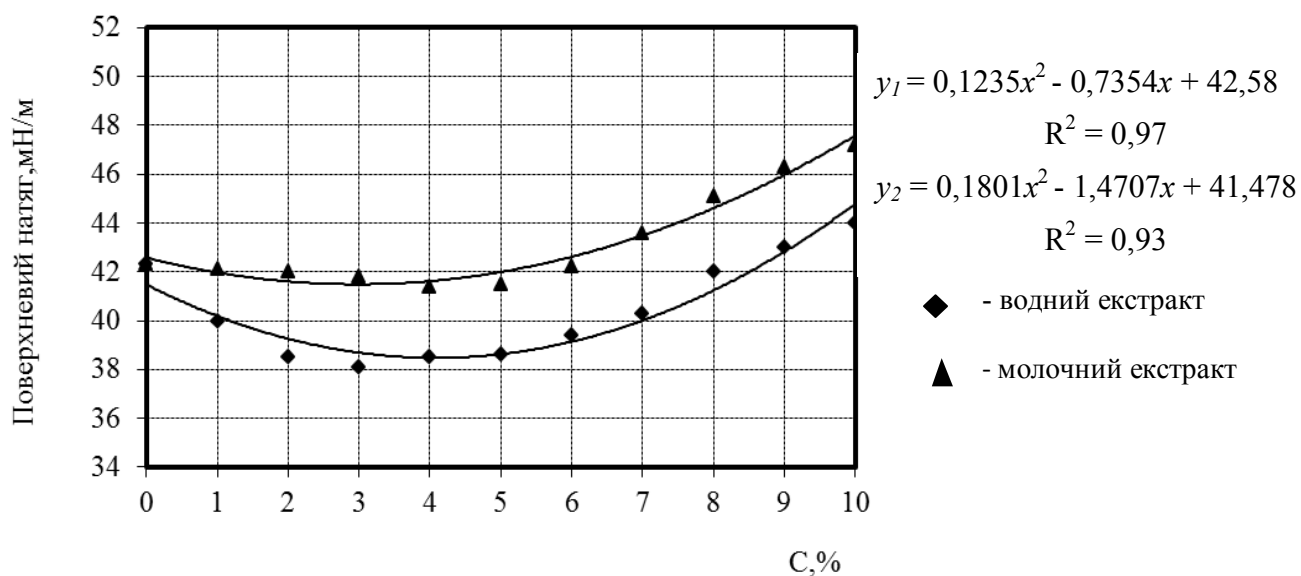


Рисунок 2.7 – Поверхневий натяг композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки залежно від їх концентрації

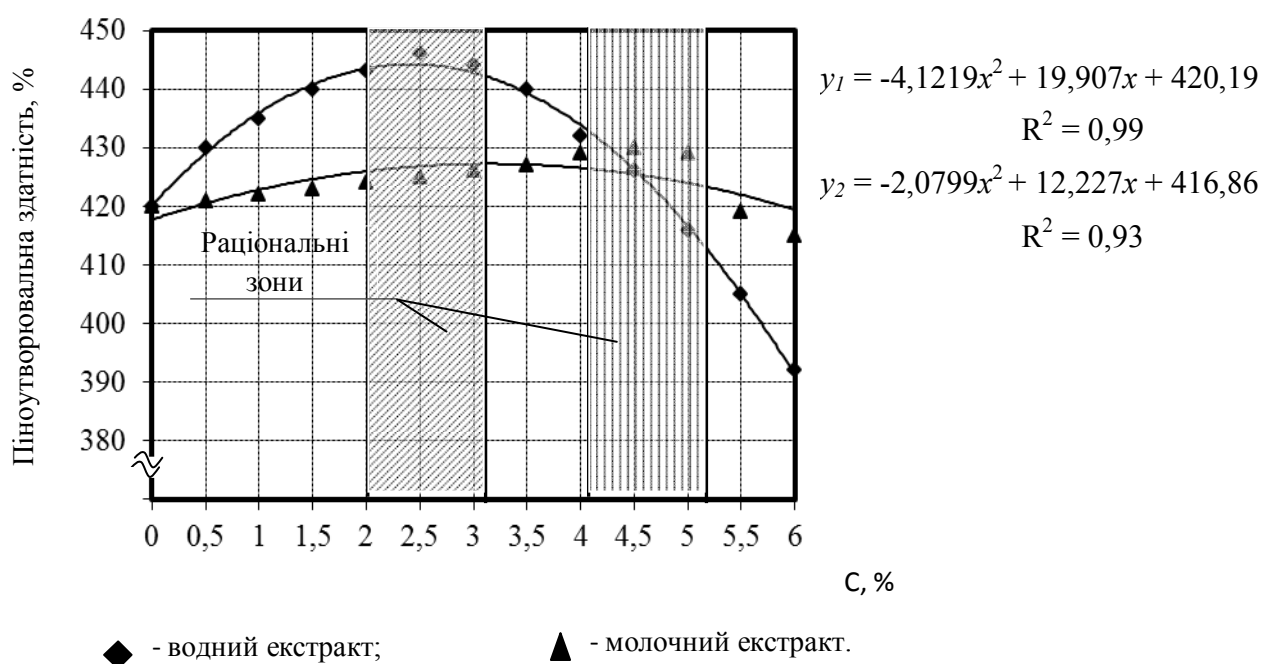


Рисунок 2.8 – Піноутворювальна здатність композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки залежно від концентрації

При проведенні подальших досліджень кількість екстрактів в композиціях з яєчним білком складала від 0 до 6%. Узагальнення науково-практичного досвіду дозволило вибрати для характеристики піноутворювальних властивостей об'єктів досліджень на першому етапі

наступні показники: ПУЗ, стійкість піни (СП) й їх ефективну в'язкість при швидкості зсуву  $0,5 \text{ c}^{-1}$ .

ПУЗ яєчного білка складає 420%, СП – 83,5%, відносна в'язкість піни – 98,7 ум.од. Результати досліджень ПУЗ та СП композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки представлені на рис. 2.8...2.9.

Встановлено, що ПУЗ композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки максимально зростає, якщо їх кількість складає 2...3% для водного екстракту кореня солодки та 4...5% - для молочного. При цьому даний показник для композицій яєчного білка з водним екстрактом кореня солодки підвищується на 3,81% більше, ніж з молочним, про що свідчать залежності на рис. 2.8.

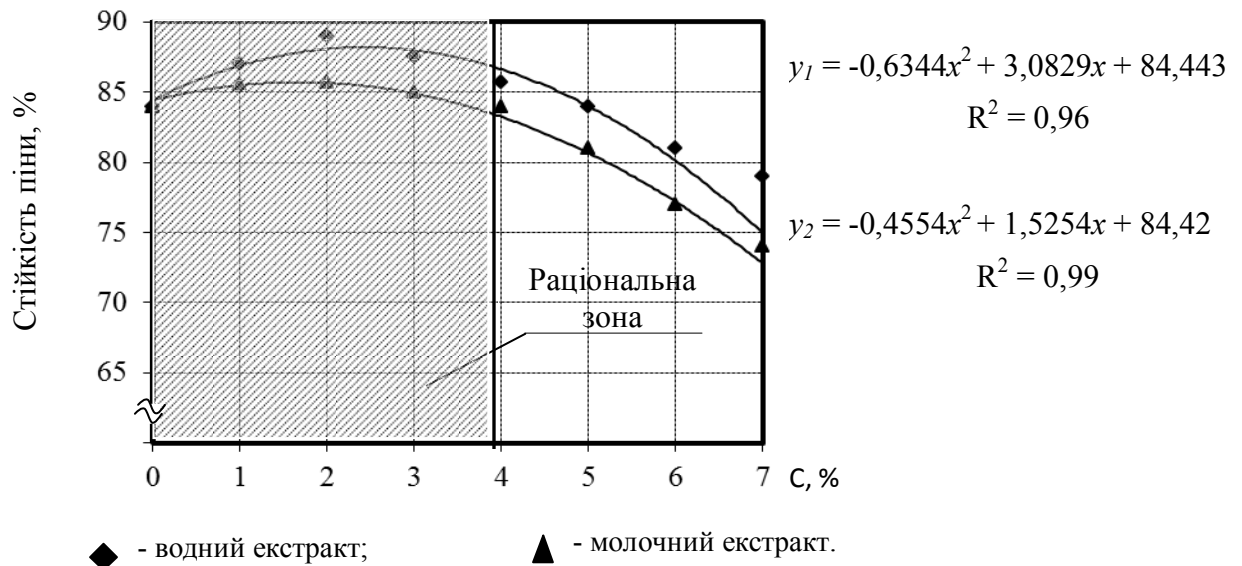


Рисунок 2.9 – Стійкість піни композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки залежно від концентрації

ПУЗ композицій яєчного білка з водним екстрактом підвищується з 420% відповідно до 446%, а з молочним - до 430%. При подальшому зростанні вмісту екстракту кореня солодки ПУЗ композицій, що досліджуються, знижується і стає нижче за показники контрольного зразка при вмісті екстракту кореня солодки більш ніж 5,5%.

Стійкість пін композицій яєчний білок – екстракт кореня солодки з масовою часткою екстрактів 1...4% підвищує СП на 2...6% (рис. 2.10). Для

композиції яєчного білка з масовою часткою водного ЕКС 5...7% СП знижується до 5,9%, молочного – до 11,9%. Тобто, СП з масовою часткою екстракта кореня солодки від 1 до 4% зростає, а введення більшої кількості добавки приводить до зниження стійкості піни.

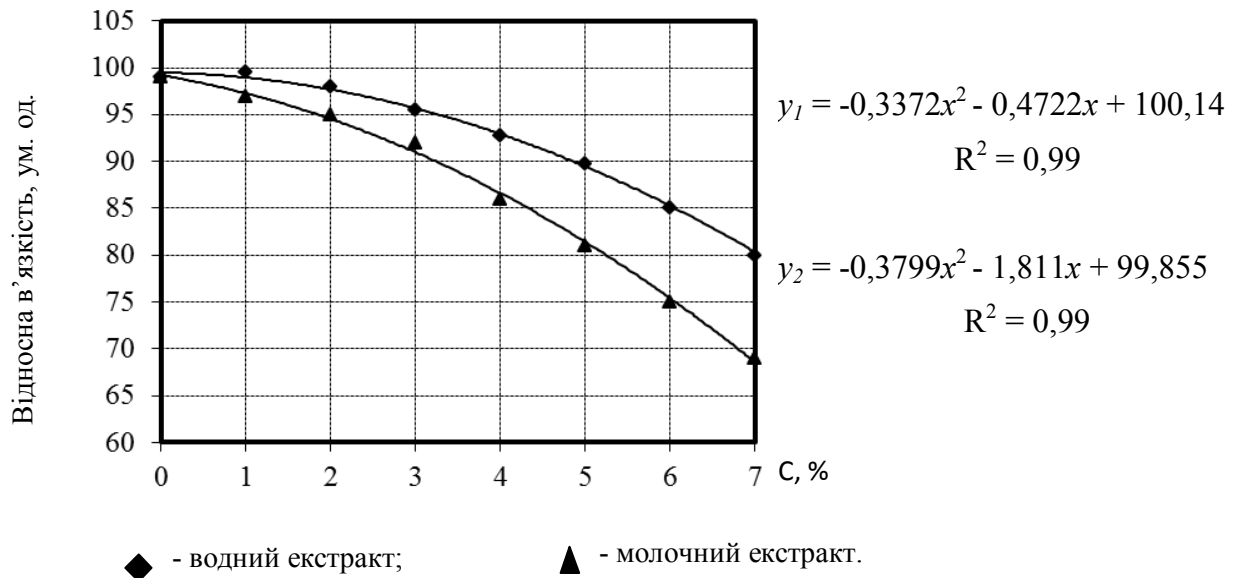


Рисунок 2.10 – Відносна в'язкість композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки залежно від концентрації у системі

Відносна в'язкість пін композицій, що досліджувалися (рис 2.10), залишається на рівні контрольних значень при концентрації водного екстракту кореня солодки 0,1...1%, а з молочним екстрактом при вказаних концентраціях вже знижується на 3%. При подальшому збільшенні концентрації екстракту кореня солодки до 2...7% в'язкість складає для водного екстракту кореня солодки 98...80 Па·с, для молочного 95...69 Па·с, що менш яєчного білка на 1...19% та 4...30% відповідно.

Таким чином, враховуючи дані рис. 2.7...2.10, найбільш раціональною для підвищення піноутворювальних властивостей модельних систем є концентрація водного екстракту 2...3% та молочного – 4,5...5,5%.

На підставі аналізу літературних джерел та власних досліджень можна припустити, що в харчових системах з різними добавками зміни температури

обробки складових харчової системи чи введення кислоти буде змінювати поверхневі властивості.

З метою вивчення ПУЗ та СП екстракта кореня солодки було проаналізовано вплив рН середовища та температури на показники, що досліджуються (рис. 2.11...2.12).

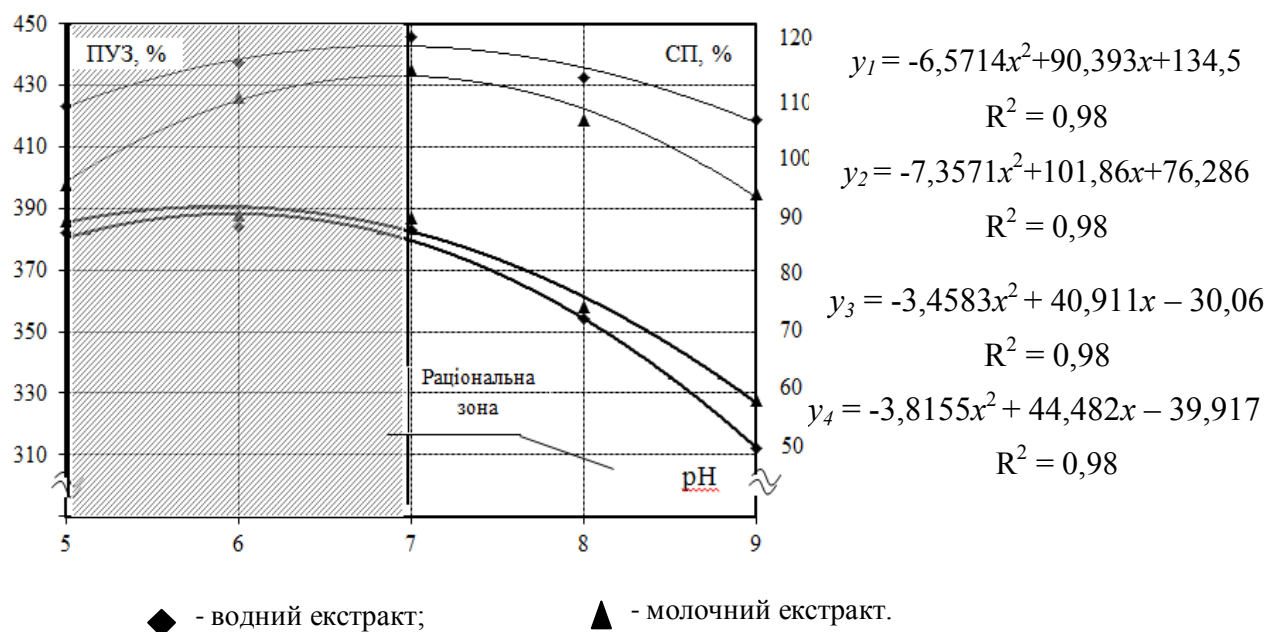


Рисунок 2.11 – Піноутворювальна здатність та стійкість піни модельних систем в залежності від рН середовища

Враховуючи попередні експериментальні дані, дослідження проводили на модельних системах з концентрацією 3% водного екстракту кореня солодки та 5% - молочного. Діапазон рН обрано від 5 до 9, як той, що притаманний харчовим системам.

При проведенні досліджень залежності ПУЗ та СП молочного та водного екстрактів від рН середовища, визначено раціональну зону, що складає 5...7 (рис. 2.11). При зменшенні рН в кислу сторону ПУЗ стрімко падає, що пояснюється процесами денатурації білків та кислотного гідролізу. При підвищенні значення рН вище 7, спостерігається падіння ПУЗ завдяки лужному гідролізу, а також денатураційним та гідролізним змінам білків з утворенням продуктів омилення. При підвищенні або зменшенні значень рН

СП в екстрактах також знижується. Такий вплив кислої та лужної середовища на СП пояснюється тим, що кислоти змінюють напрям і активність біохімічних процесів, що підтверджено результатами досліджень провідних вчених [75, 78, 79]. Вплив температури на ПУЗ та СП показано на рис.2.12.

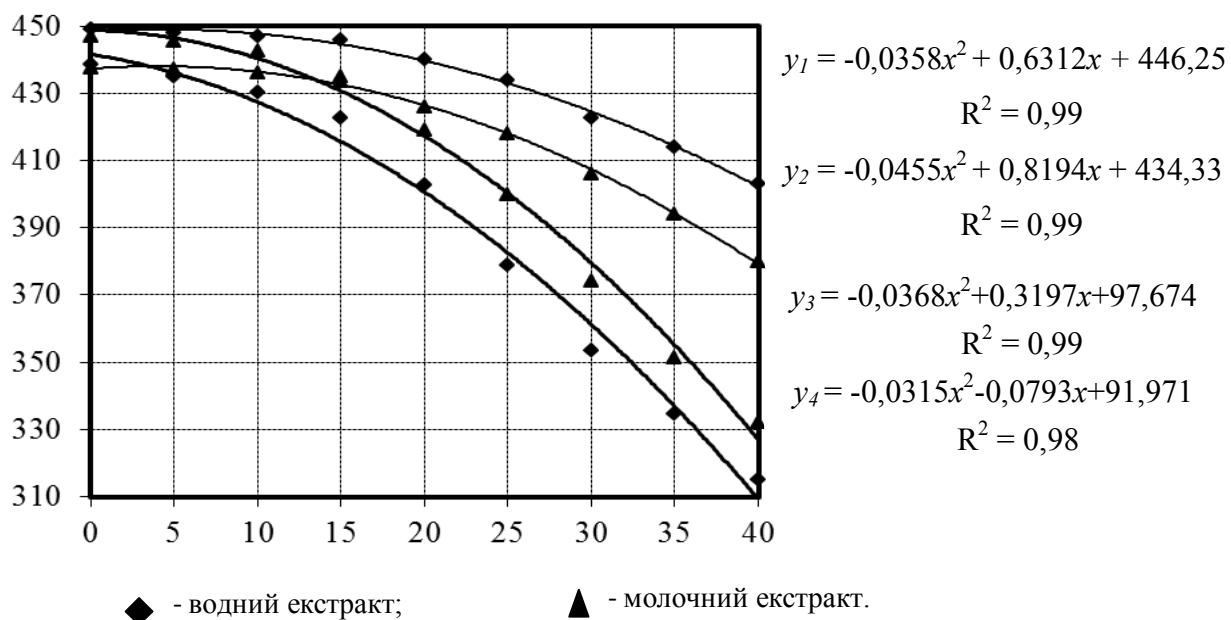


Рисунок 2.12 – Піноутворювальна здатність та стійкість піни екстракту кореня солодки залежно від температури

Отримані залежності дозволяють зробити висновок, що раціональною температурою для максимальної ПУЗ екстрактів є 0...14 °С. Збільшення температури до 30°C призводить до зниження ПУЗ до значень контролю (420...430%), подальше збільшення температури веде до суттєвих змін ПУЗ екстрактів, що пояснюється зниженням в'язкості рідини й відповідно стійкості дисперсної системи. Тобто, з підвищенням температури ПУЗ погіршується, оскільки збільшується десорбція молекул піноутворювача, підвищується випаровування вологи з плівок, що знижує в'язкість системи.

Проаналізувавши стабільність піни модельної системи з екстрактами, можна зробити висновки, що СП становить 98...85% для обох екстрактів в раціональній зоні при температурі 0...14°C.

Таким чином, аналіз функціонально-технологічних властивостей екстракту кореня солодки свідчить, що використання водного екстракту доцільне в кількості 2...3%, молочного – 4...5%. Така концентрація екстракту максимально знижує поверхневий натяг модельних систем, сприяє підвищенню ПУЗ та СП. Проте, застосування молочного екстракту у визначеному діапазоні негативно впливає на органолептичні властивості готової продукції. Відчувається гіркий присмак солодки, а за рахунок тривалого високотемпературного отримання екстракту, спостерігається взаємодія лактози з аміногрупами молочних білків, відбувається реакція меланоїдиноутворення, змінюється колір продукту.

### 2.3. Оптимізація піноутворювальної здатності та стійкості піни від технологічних факторів

Механізм формування ПУЗ та стійкості молочних пін пов'язаний з технологічними факторами. Для їх реалізації необхідно оптимізувати технологічні режими їх отримання.

Метою даних досліджень є визначення впливу параметрів рН середовища та температури на ПУЗ та СП та їх оптимізація.

Враховуючи експериментальні дані, що були отримані в п. 2.2, було обрано наступні технологічні режими: температура від 0 до 14°C, рН середовища – від 5 до 7.

У якості еталону ПУЗ та СП обрано показники яєчного білка.

Для визначення оптимальних параметрів ПУЗ та СП від технологічних факторів було застосовано метод планування експерименту. В якості основних факторів обрано:  $x_1$  – рН середовища,  $x_2$  – температура.

В якості функцій відклику прийнято:

$Y_1$  – піноутворювальна здатність,  $Y_2$  – стійкість піни.

Планування експерименту виконано за ортогональним симетричним планом Бокса-Бенкіна. Всі фактори експерименту варіювалися на верхньому та нижньому рівнях, значення яких були обрані по результатах попередніх експериментів. «Було використано повний двофакторний експеримент» [134]. В табл. 2.4 наведено умови проведення повного двофакторного експерименту.

Таблиця 2.4 – Рівні та інтервали факторів варіювання

| Рівні                                | Фактори       |                      |
|--------------------------------------|---------------|----------------------|
|                                      | рН середовища | Температура $t$ , °C |
|                                      | $x_1$         | $x_2$                |
| Основний ( $x_{i0}$ )                | 6             | 7                    |
| Інтервал варіювання ( $\Delta x_i$ ) | 1             | 7                    |
| Верхній ( $x_{i\max}$ )              | 7             | 14                   |
| Нижній ( $x_{i\min}$ )               | 5             | 0                    |

В табл. 2.5 наведена матриця планування експерименту

Таблиця 2.5 – Матриця планування експерименту

| j                       | Значення фактора |       |                |                |                | x <sub>1</sub> x <sub>2</sub> | x <sub>1</sub> <sup>2</sup> -λ <sub>2</sub> | x <sub>2</sub> <sup>2</sup> -λ <sub>2</sub> |
|-------------------------|------------------|-------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                         | натуральні       |       | кодовані       |                |                |                               |                                             |                                             |
|                         | pH               | t, °C | x <sub>0</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> |                               |                                             |                                             |
| 1                       | 5                | 0     | 1              | -1             | -1             | 1                             | 0,33                                        | 0,33                                        |
| 2                       | 7                | 0     | 1              | 1              | -1             | -1                            | 0,33                                        | 0,33                                        |
| 3                       | 5                | 14    | 1              | -1             | 1              | -1                            | 0,33                                        | 0,33                                        |
| 4                       | 7                | 14    | 1              | 1              | 1              | 1                             | 0,33                                        | 0,33                                        |
| 5                       | 5                | 7     | 1              | -1             | 0              | 0                             | 0,33                                        | -0,67                                       |
| 6                       | 7                | 7     | 1              | 1              | 0              | 0                             | 0,33                                        | -0,67                                       |
| 7                       | 6                | 0     | 1              | 0              | -1             | 0                             | -0,67                                       | 0,33                                        |
| 8                       | 6                | 14    | 1              | 0              | 1              | 0                             | -0,67                                       | 0,33                                        |
| 9                       | 6                | 7     | 1              | 0              | 0              | 0                             | -0,67                                       | -0,67                                       |
| $\sum_{U=1}^N x_{iU}^2$ |                  |       | 9              | 6              | 6              | 4                             | 2                                           | 2                                           |

Математична модель поверхні відклику має вигляд:

$$\bar{Y}_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1 x_2 + b_4 (x_1^2 - \lambda_2) + b_5 (x_2^2 - \lambda_2) \quad (2.1)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  – коефіцієнти поліному.

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} y_u}{\sum_{u=1}^N x_{iu}^2} \quad (2.2)$$

Після знаходження коефіцієнтів поліному, знаходиться математична модель поверхні відклику у відносних змінних.

Відносні змінні перетворюються на натуральні за формулою:

$$\bar{x} = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i} \quad (2.3)$$

Для оцінки адекватності регресії використано критерій Фішера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2} \leq F_{0,95(7;5)}^{табл} \quad (2.4)$$

де  $S_{ad}^2$  – дисперсія адекватності;

$S_e^2$  – дисперсія повторюваності;

$F_{0,95(7;5)}^{табл}$  – табличне значення F-розподілу,  $F_{0,95(7;5)}^{табл} = 4,87$





Критерій Фішера для отриманої математичної моделі  $F = 0,26 \leq 4,87$ , що свідчить про адекватність отриманої регресії.

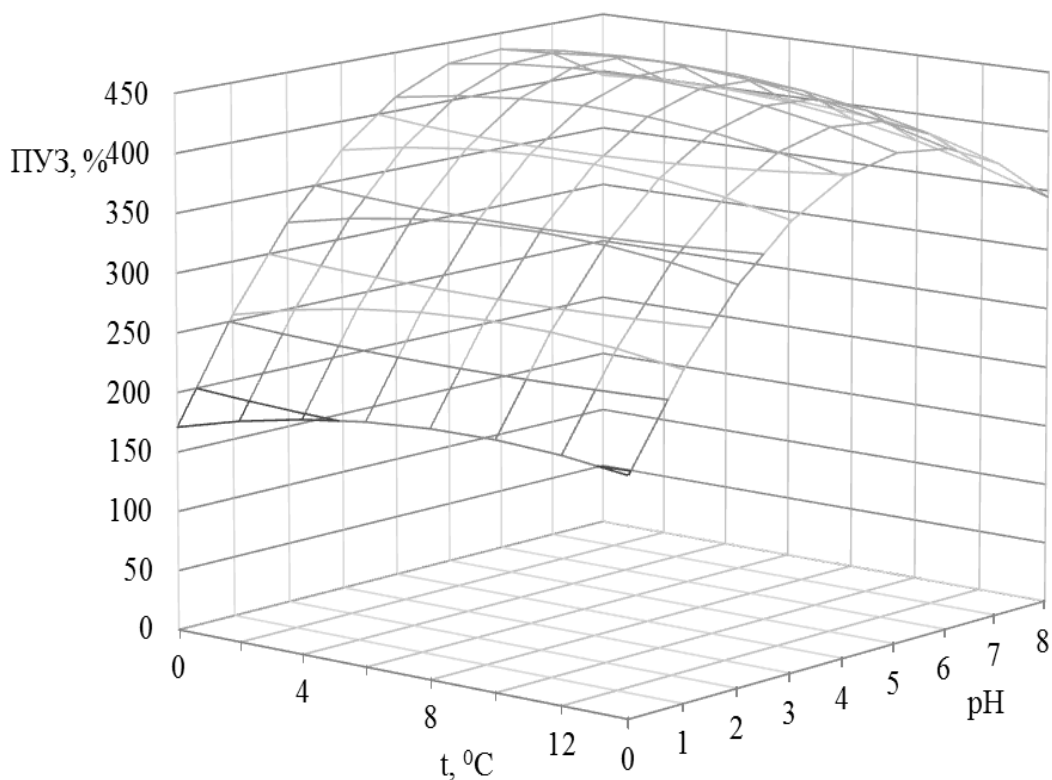


Рисунок 2.13 – Залежність ПУЗ від температури та рН середовища

Таким чином, було встановлено, що рН середовища має вплив на ПУЗ. При зростанні рН до 6, ПУЗ збільшується, що пов'язано з флотацією в міжфазні плівки піни з'єднань, що обумовлюють кислий характер продукту [79].

Зниження ПУЗ при підвищенні температури до 14°C обумовлено зменшенням міцності плівок піни, відповідно підвищенню поверхневого натягу, що призвело до зниження механічної стійкості поверхневого шару плівок.

Наступним етапом було визначення впливу температури та рН середовища на СП.

Результати експерименту з визначення СП представлено в табл. 2.8.

Після перетворень в натуральних змінних поліном має вигляд:



Критерій Фішера для отриманої математичної моделі  $F = 0,31 \leq 4,87$ , що свідчить про адекватність отриманої регресії.

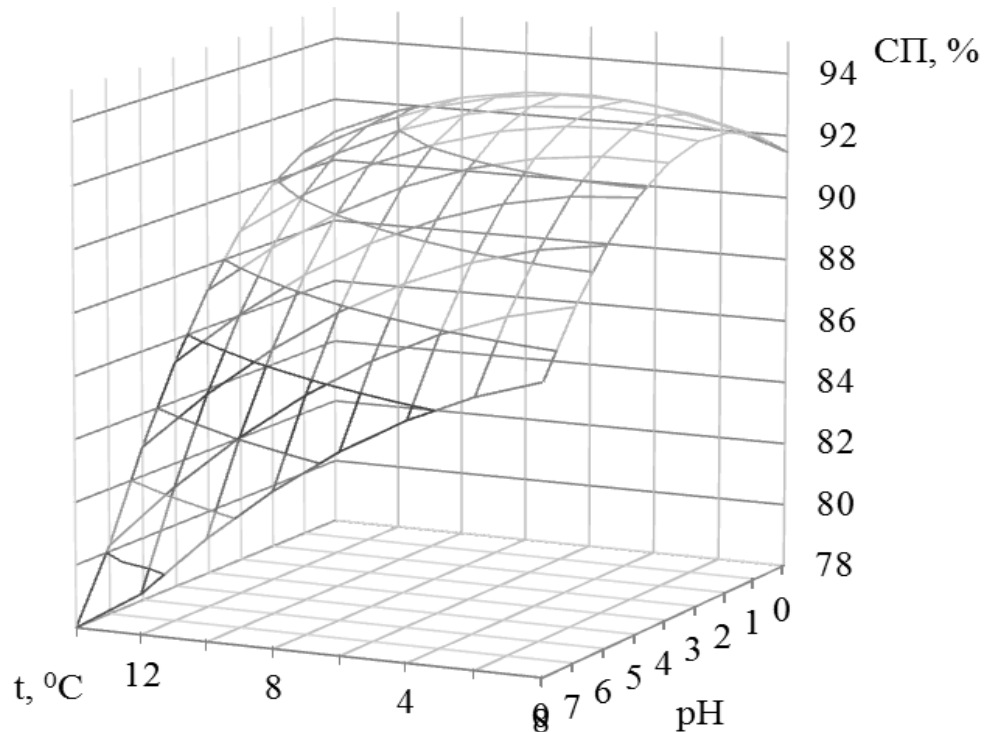


Рисунок 2.14 – Залежність СП від температури та рН середовища

Таким чином, вищезазначені дані свідчать про те, що температура істотно впливає на в'язкість системи, що збільшує швидкість витікання рідини з піни, а також призводить до зменшення стійкості піни.

«З метою математичного обґрунтування оптимальної температури та рН використовували спосіб рішення компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів. Для обчислення нами була використана надбудова «Пошук рішень» пакету MS Excel» [135, 136].

Метод полягає в обиранні цільової функції лімітованої до встановленого значення та описі обмежень з системи рівнянь.

ПУЗ та СП залежать від параметрів:

- $X_1$  – рН середовища
- $X_2$  – температура

Бажано, щоб ПУЗ була якомога більшою, тому цільову функцію лімітовано до її максимально допустимого значення:

$$\lim_{X_1, X_2} Y_1(X_1; X_2) \rightarrow \max \quad (2.5)$$

В якості функцій, що характеризують обмеження процесу обробки, прийнято:

$$\begin{aligned} Y_2(X_1, X_2) &= \text{СП} \\ Y_2(X_1, X_2) &\geq 82,3 \end{aligned} \quad (2.6)$$

Крім того, значення  $X_1$ ,  $X_2$  мають бути позитивними числами, тому вводимо обмеження:

$$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0.$$

Всі обмеження обрано таким чином, щоб продукт отриманий по знайдених оптимальних параметрах, перевищував або був приблизно рівний контрольному зразку.

При розрахунках допущено відносна погрішність  $1 \cdot 10^{-6}$ , допустиме відхилення 5%. Оптимізацію виконували методом сполучених градієнтів.

В ході проведеного розрахунку отримані наступні результати:

| Ім'я            | Змінні |       | Цільова функція |                    |
|-----------------|--------|-------|-----------------|--------------------|
|                 | $X_1$  | $X_2$ | $Y_1(X_1, X_2)$ |                    |
| Значення        | 5,6    | 4,6   | 445             | $\rightarrow \max$ |
| Обмеження       |        |       |                 |                    |
| $Y_2(X_1, X_2)$ | =      | 90,2  | $\geq$          | 82,3               |
| $X_1$           | =      | 5,6   | $\geq$          | 0                  |
| $X_2$           | =      | 4,6   | $\geq$          | 0                  |

Враховуючи погрішність 5%, приймаємо для максимальної ПУЗ та СП системи температуру в інтервалі  $4,5...5^{\circ}\text{C}$  та рН середовище в інтервалі  $5,5...6$ . Зниження або зменшення цих факторів сприятиме зниженню ПУЗ та СП.

## **2.4. Обґрунтування вибору стабілізатора структури та визначення його раціональної концентрації в модельних системах**

Результати проведеного дослідження свідчать, що вміст макромолекул білків у знежиреному молоці та рослинному екстракті не є достатнім для утворення стійкої піни. Враховуючи механізм дисперсного перетворення в піні, що вільно плине, відбувається за рахунок дифузії дисперсної фази з менших кульок у більші. Під впливом цієї зміни порушується просторова конструкція піни. Із зростанням полідисперсності пінної системи відбувається прискорення дифузії газу, що призводить до агрегативної нестійкості піни з подальшим її руйнуванням.

«Тобто, поряд із агрегативною нестійкістю монодисперсності пінної структури знежиреного молока із екстрактом на швидке її перетворення в полідисперсну та подальше її руйнування впливає седиментаційна нестійкість. Вона пов'язана з процесом вільного стікання рідини в плівці піни за рахунок дії сил гравітації та капілярних сил всмоктування. Так, на початковій стадії процесу стінка між кульками, що стикаються, плоска і вона виконує роль капіляру. Рідина, що заповнює стінку, знаходиться під таким тиском, як і газ в пінних кульках. Але поверхня «рідина-повітря» поблизу місця з'єднання трьох кульок (межа Плато) увігнута в бік повітряної фази, тому рідина на межі Плато знаходиться під негативним капілярним тиском. Перепад тиску сприяє стіканню рідини з плоскої стінки між кульками по каналах Плато та руйнуванню піни» [137-141].

Тому одним із шляхів вирішення цієї проблеми є введення стабілізуючих речовин [141].

У зв'язку з відсутністю універсальних структуроутворювачів вибір гідроколоїдів для молочних систем необхідно здійснювати відповідно до виду готового продукту та режимів його виробництва. Так, для виробництва якісної структурованої десертної продукції із тривалими строками зберігання, на наш погляд, доцільно використовувати такі

структурутворювачі, що не тільки мають стабілізуючі властивості, а ще й сприяють піноутворенню. Для виробництва структурованої десертної продукції виробниками рекомендовано використовувати такі стабілізатори, як гуарова камедь, Хамульсіон ЕВ, ксантанова камедь.

Загальновідомо, що обрані стабілізатори добре розчиняються в будь-яких розчинниках у широкому діапазоні температур.

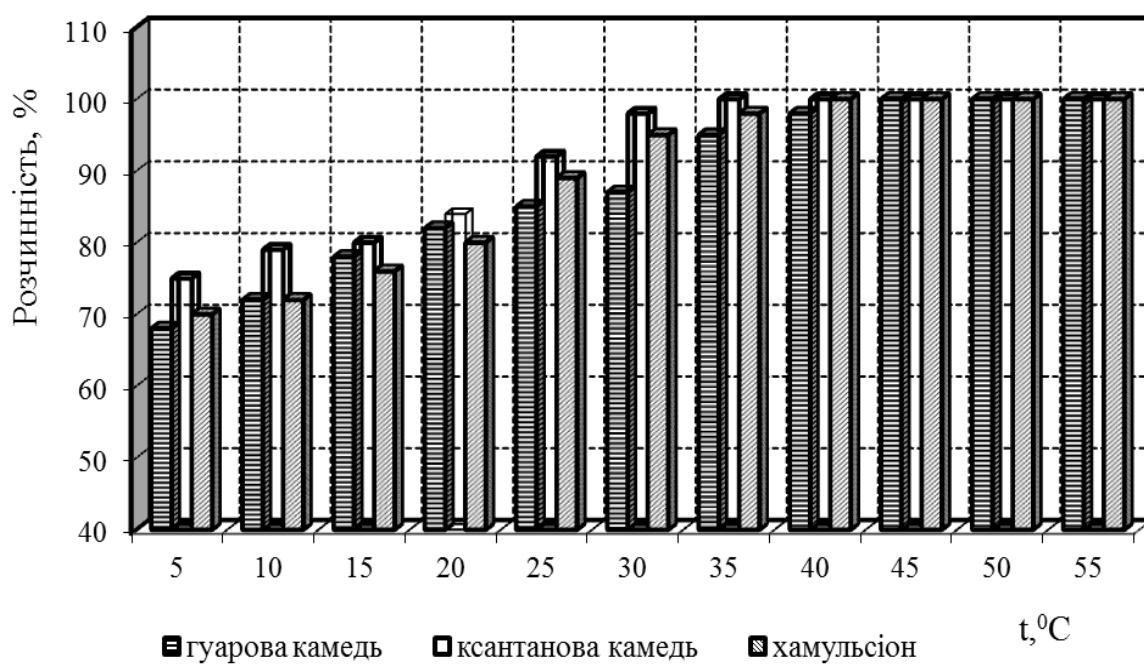
Досліджено вплив тривалості та температури на динаміку розчинення обраних стабілізаторів (рис. 2.15). В якості розчинника використовували воду та знежирене молоко, ГМ=1:100. З літературних джерел відомо, що тривалість набухання та повного розчинення стабілізаторів скорочується зі збільшенням температури. Тому дослідження проводили в інтервалі температур 5...55°C.

Розчинність усіх обраних стабілізаторів починається вже при температурі 5°C, збільшується при підвищенні температури та досягає максимального значення при 35...40°C, не залежно від виду стабілізатора.

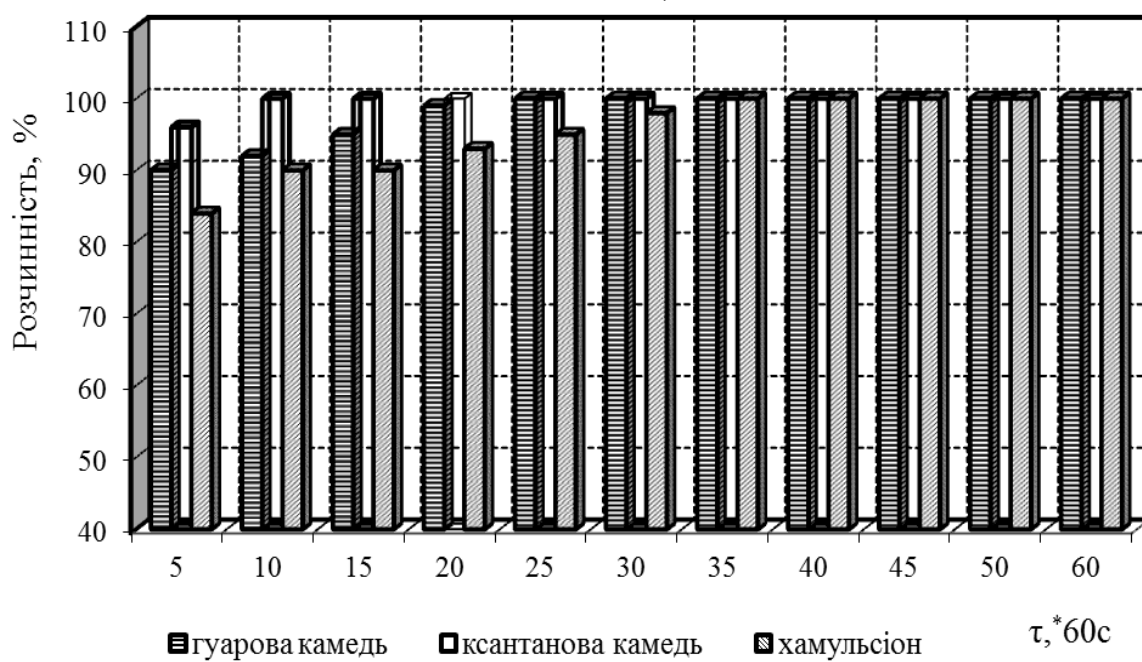
У знежирену молоці динаміка розчинності стабілізаторів майже ідентична, тобто гідратаційні властивості починають зростати з підвищенням температури та досягають максимального значення при температурі 35...45°C.

Залежно від часу, розчинність усіх обраних стабілізаторів у воді та знежиреному молоці починається з першої хвилини поєднання компонентів. При тривалості розчинення 10·60 с та температурі 40...45°C розчинність ксантанової камеді збільшується та досягає максимального значення. Розчинність хамульсіону досягає максимального значення в інтервалі (30...40)·60 с, гуарової камеді - (25...30)·60 с при однакових умовах. Проте гуарова камедь має обмежене використання внаслідок низької в'язкості та відсутності структуроутворювальних властивостей за високих температур [84]. Використання хамульсіону не доцільне внаслідок тривалого розчинення стабілізатору в розчиннику.





а)



б)

Рисунок 2.15 – Динаміка ступеня розчинності стабілізаторів залежно від температури (а) та часу (б)

Таким чином, для розчинення стабілізатору доцільно використовувати знежирене молоко або воду з температурою 40...45°C, протягом 10-60 с. З

позиції вмісту в напівфабрикаті сухих речовин, насиченості розчину, як розчинник доцільно використовувати знежирене молоко.

Робочою гіпотезою роботи було розроблення технології напівфабрикату для виробів з пінною структурою. Тому нами досліджений вплив обраних стабілізаторів на піноутворювальні властивості знежиреного молока, яке спроможне утворювати піну. Кількість стабілізатору складала від 0,1 до 1% за рекомендаціями виробників. Результати досліджень представлені на рис. 2.16.

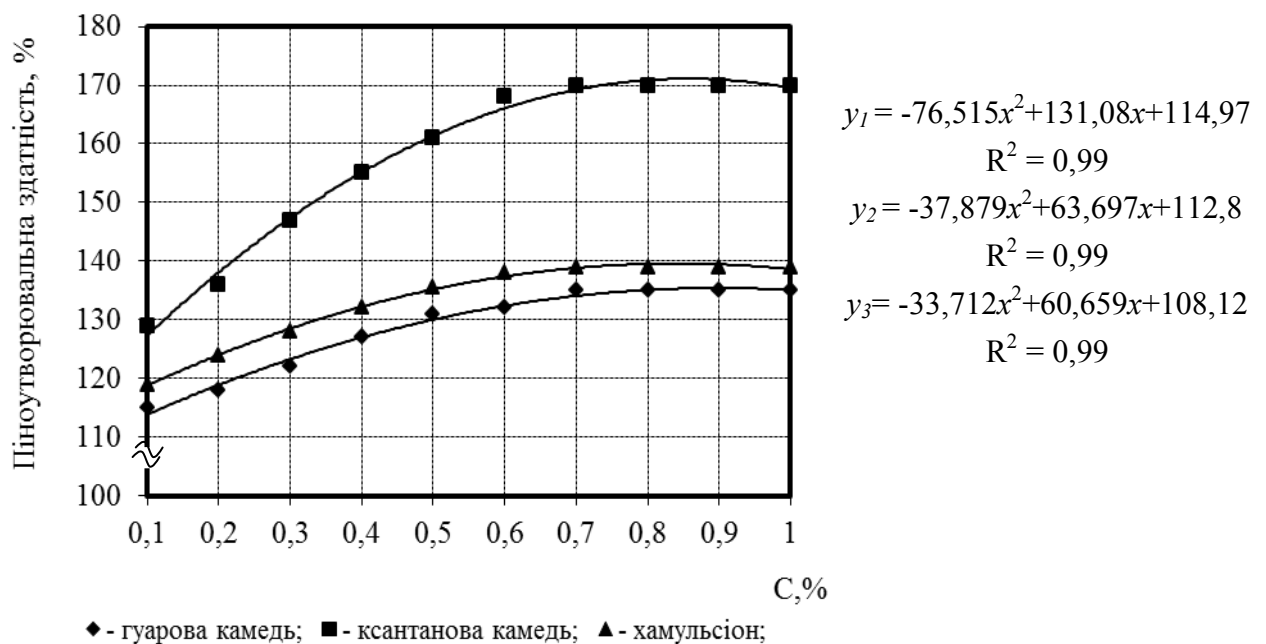


Рисунок 2.16 – Залежність піноутворювальної здатності розчинів стабілізаторів у знежиреному молоці від їх масової частки

Як свідчать результати досліджень, додавання ксантанової камеді до знежиреного молока у кількості 0,1...0,5% призводить до підвищення ПУЗ на 17...45%, гуарова камедь підвищує ПУЗ на 5...19%, Хамульсіон – на 7...23%. Використання стабілізаторів в концентрації 0,6...0,8% підвищує ПУЗ для ксантанової камеді на 50...54%, для Хамульсіону – 25...26%, вплив гуарової камеді менш значний.

Подальше збільшення концентрації стабілізатору більш 1% є недоцільним, оскільки сприяє нераціональному використанню сировини, не впливає на ПУЗ та погіршує органолептичні показники.

Отримані залежності довели, що для подальших досліджень доцільно вибрати у якості стабілізатора ксантанову камедь, яка володіє, окрім стабілізувальних, ще й піноутворювальними властивостями.

Використання ксантанової камеді можливе в кількості 0,6...0,8% у діапазоні температур розчинника 40...45°C, при цьому тривалість розчинення складає 10-60 с.

Для обґрунтування концентрації стабілізатору нами проведені дослідження його поверхневих властивостей.

Були досліджені піноутворювальні властивості модельних систем розчинник : ксантанова камедь : екстракт кореня солодки. Для досліджень використовували знежирене молоко з масовою часткою жиру 0,05 % та воду в якості контролю. Екстракт кореня солодки додавали у кількості 3%, згідно попередніх досліджень. Стабілізатор використовували в кількості 0,1...1 %, яка рекомендована виробниками для різних груп продуктів.

Результати досліджень представлені на рис. 2.17.

Як свідчать результати експерименту, ПУЗ розчинів ксантанові камеді у молоці та воді підвищується однаково при зростанні концентрації структуроутворювача до 0,6...0,8%, далі процес піноутворення стабілізується.

Для обґрунтування раціональної концентрації ксантанової камеді проведені дослідження стабільності пін при різних концентраціях стабілізатору в модельній системі (рис. 2.18).

Як видно з даних, наведених на рис. 2.18, стійкість пін модельних систем стрімко зростає до 100% при підвищенні концентрації стабілізатору до 0,6...0,8%. Надалі піни залишаються стабільно стійкими.

Таким чином, проведені дослідження надають підстави визначити, що раціональною концентрацією ксантанової камеді, яка сприяє підвищенню

піноутворювальних властивостей модельних систем та утворює стабільні піни,  $\epsilon$  0,6...0,8%. Найбільші піноутворювальні властивості та СП виявляються у модельних систем зі знежиреним молоком.

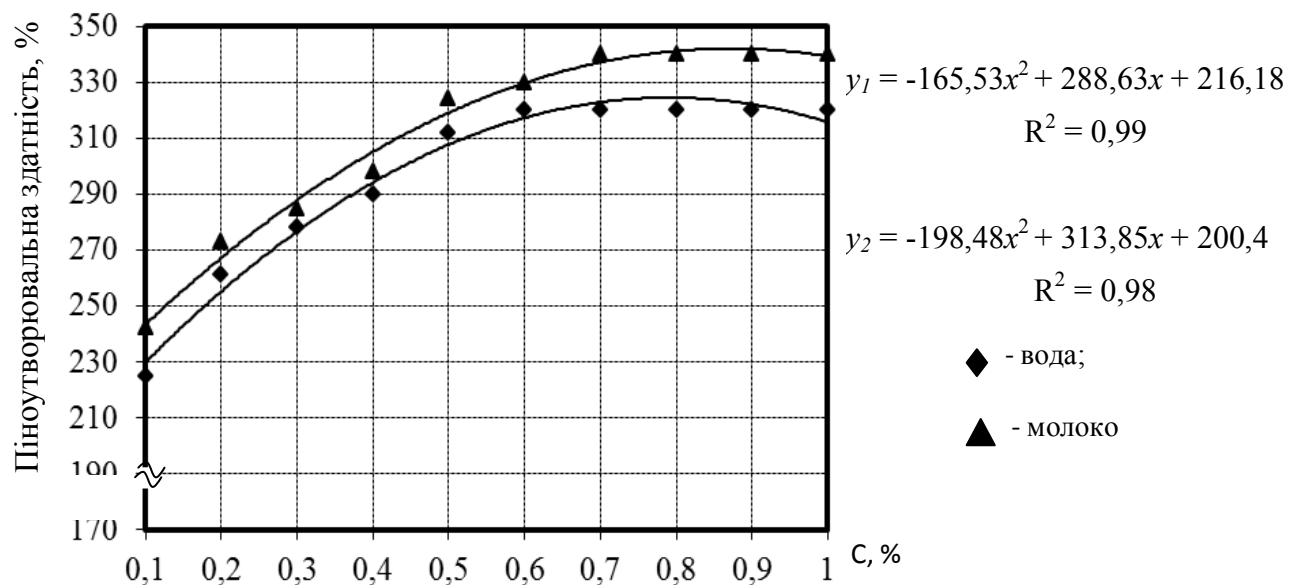


Рисунок 2.17 – Піноутворювальна здатність модельних систем залежно від концентрації ксантанової камеді

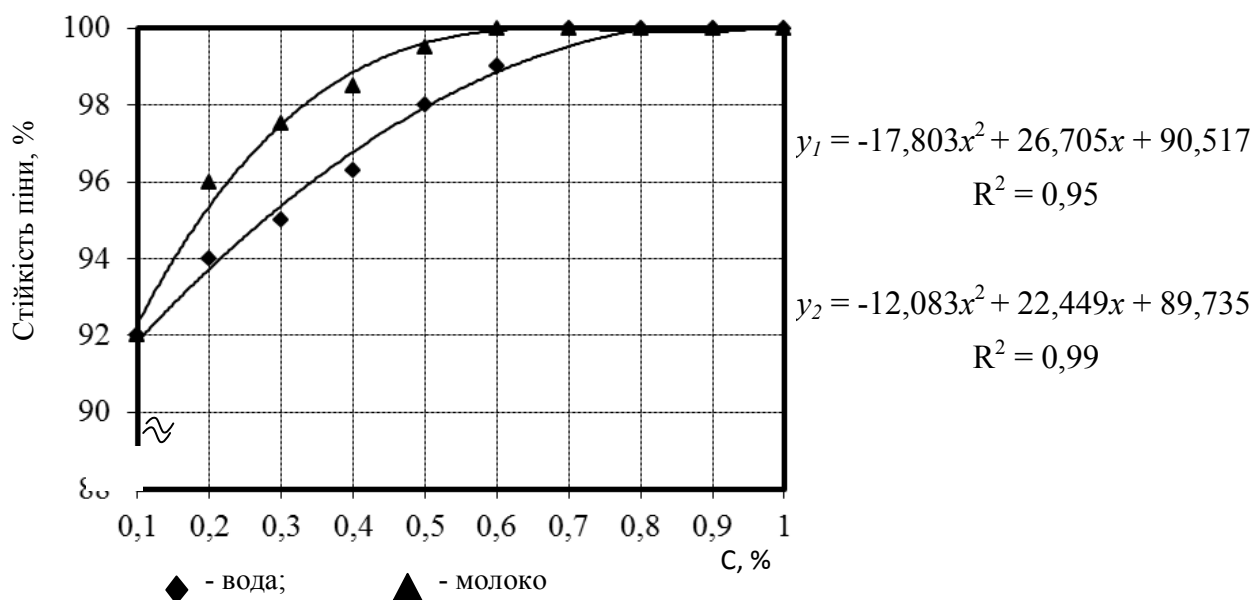


Рисунок 2.18 – Стійкість піни модельних систем залежно від концентрації ксантанової камеді

На підставі отриманих результатів досліджень були визначені технологічні умови розчинення ксантанової камеді: розчинник – знежирене молоко, температура рідини 40...45°C, при цьому розчинення відбувалося протягом 10-60 с. Рекомендована масова частка ксантанової камеді складає 0,6...0,8%.

Проведені дослідження ПУЗ водного екстракту сапонінів зі знежиреним молоком з різним вмістом ксантанової камеді від температури.

Результати наведені на рис. 2.19.

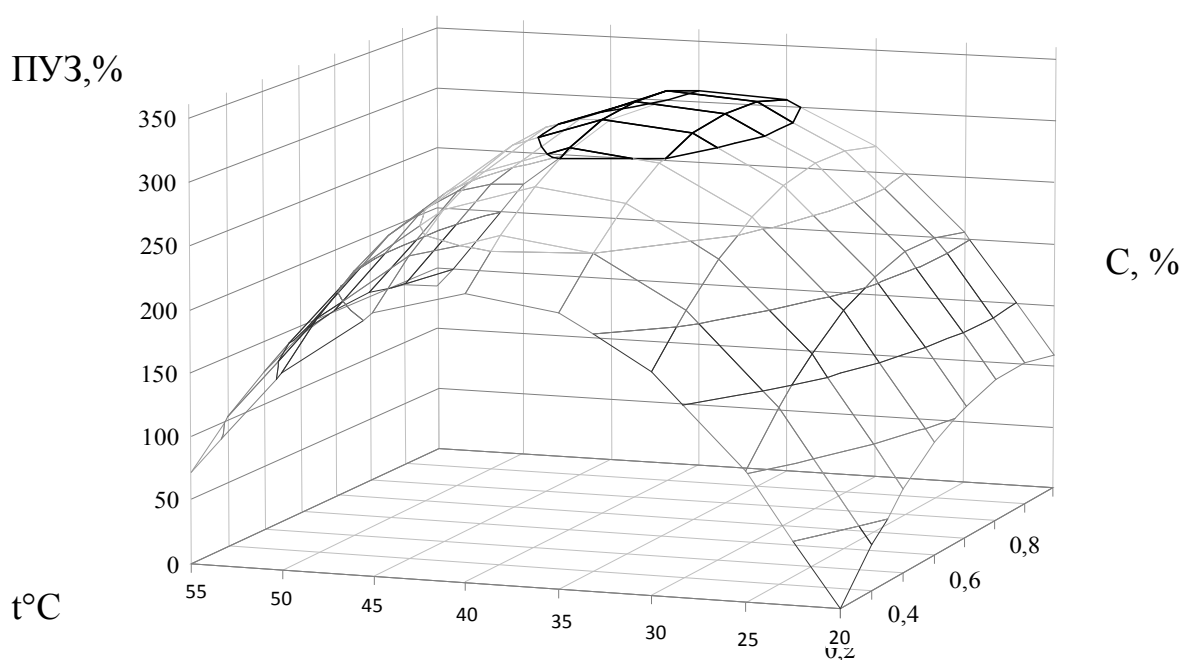


Рисунок 2.19 – Піноутворювальна здатність модельних систем екстракту сапонінів з розчинами ксантану залежно від його концентрації та температури

Як свідчать результати проведених досліджень, максимальна ПУЗ характерна для модельних систем із кількістю стабілізатору 0,7...0,8% і складає 335...345%. Збільшення або зменшення кількості стабілізатору призводить до зниження ПУЗ. Найбільша піноутворювальна здатність виявляється в системі при температурі 40...45°C. Тому, у молочну суміш для

виробництва напівфабрикату раціонально вносити стабілізатор ксантан у кількості 0,8% до маси молока.

### **РОЗДІЛ 3**

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ**

### **3.1 Обґрунтування рецептурного складу та технологічного процесу виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату**

Як свідчить аналіз літературних джерел, однією з сучасних тенденцій в області харчування є розроблення технології харчових продуктів з рослинними добавками, більшість з яких здійснюється з метою поліпшення їх харчової цінності, доступності широким верствам населення, раціонального використання рослинної сировини, розширення асортименту десертної продукції з тривалішими термінами зберігання.

Вирішенням цієї проблеми є створення напівфабрикату на основі знежиреного молока з використанням екстракту кореня солодки, який би прискорював технологічний процес, мав підвищену харчову та біологічну цінність, був зручний у використанні, сприяв подовженню терміну зберігання продукту.

У сучасних умовах в харчовій промисловості та підприємствах ресторанного господарства найбільший інтерес викликають напівфабрикати у вигляді сухих сумішей, що є висококонцентрованою системою з вологістю 4...5% та мають різноманітні ФТВ [18...22].

На підставі проведених експериментів та враховуючи досвід вітчизняних і зарубіжних вчених, були розроблені два напрями виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки [23].

Перший спосіб передбачає механічне перемішування сухих рецептурних компонентів, а інший – розчинення заздалегідь підготованих компонентів з подальшим висушуванням.

Технологічна схема напівфабрикату, що отримано методом змішування сухих компонентів представлена на рис. 3.1.

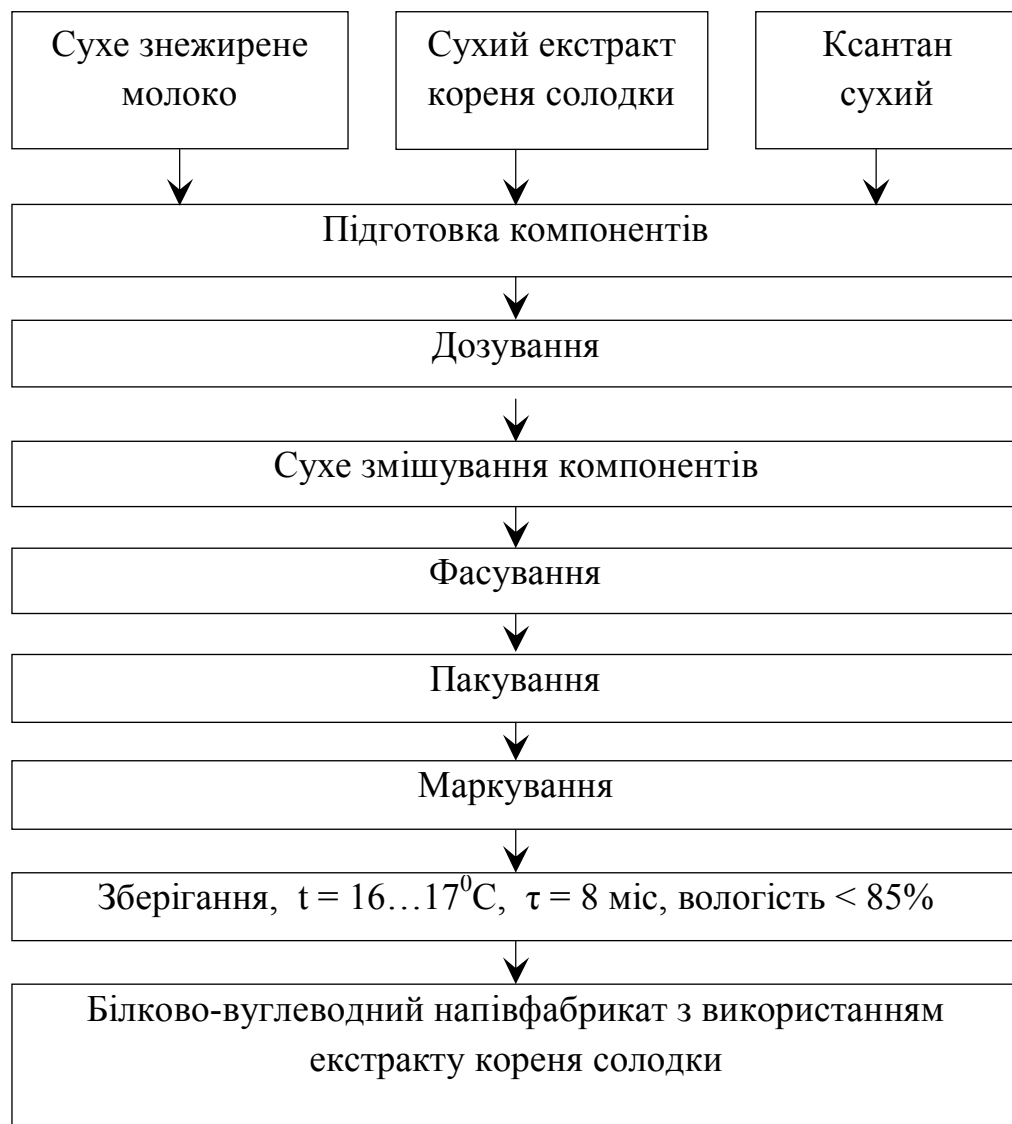


Рисунок 3.1 – Технологічна схема виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Виготовлення напівфабрикату таким чином передбачає підготовку сухих компонентів суміші, дозування, ретельне змішування, фасування, пакування, маркування та зберігання.

Отримана суміш скорочує затрати часу на виготовлення, зручна у використанні, має мінімальну масу, проте потребує спеціального обладнання,



має високу гігроскопічність, внаслідок чого вона перетворюється в комоподібні маси, втрачає сипучість [24].

Для порівняння було розроблено технологію напівфабрикату методом розчинення заздалегідь підготованих компонентів із подальшим висушуванням.

Використовуючи системний підхід до створення технології білково-вуглеводного напівфабрикату на основі знежиреного молока з використанням екстракту кореня солодки, розроблено модель технологічного процесу одержання напівфабрикату (рис. 3.2).

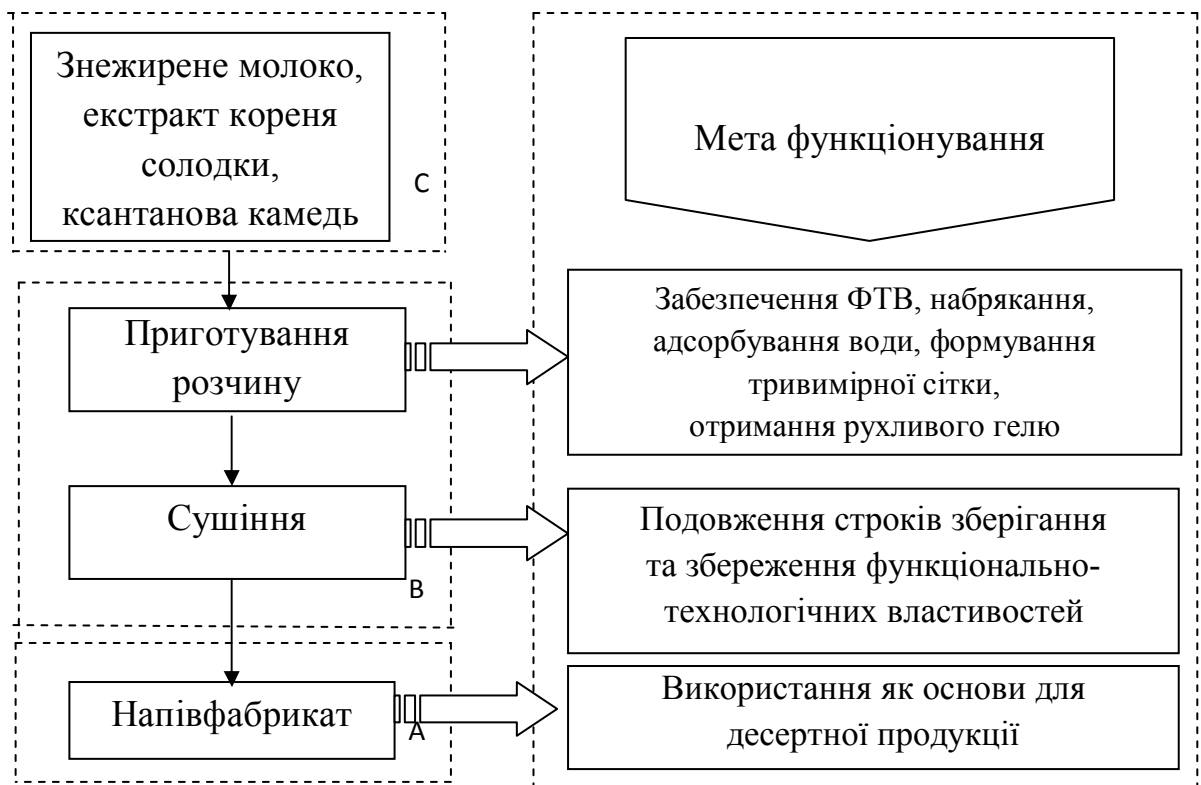


Рисунок 3.2 – Модель технологічного процесу одержання білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Дана модель передбачає використання знежиреного молока, ксантанової камеді та екстракту кореня солодки (підсистема С). Підсистема В забезпечує обґрунтування, корегування та регулювання ФТВ напівфабрикату. Підсистема А визначає можливість та напрямки використання отриманого напівфабрикату для десертної продукції.

В якості основи для розробленого напівфабрикату використано знежирене молоко з масовою часткою білку 3,2%, в якості стабілізатора - ксантанову камедь. З метою збільшення кратності піни використовується екстракт кореня солодки в кількості 3% до маси молока.

Виробництво напівфабрикату здійснюється наступним чином. Приймають фільтроване, пастеризоване знежирене молоко, нагрівають до температури 40...45°C. Ксантанову камедь розчиняють в підготовленому знежиреному молоці для набрякання при температурі 40...45°C протягом 10·60с, додають екстракт кореня солодки, остаточну кількість знежиреного молока та перемішують протягом (6...10)·60 с при швидкості обертання (200...220)·60 с<sup>-1</sup> [25]. Далі розчин піддають сушінню.

Для обґрунтування параметрів сушіння композиційної суміші напівфабрикату необхідно визначити вплив технологічних параметрів (температури теплоносія та товщину плівки матеріалу) на кінетику сушіння напівфабрикату, а також підібрати матеріал інертного носія.

Сьогодні на підприємствах харчової промисловості при виробництві сухих продуктів, або їхніх сумішей, використовують декілька методів сушіння [26...32]: конвективне – з розпилюванням або в киплячому шарі, сублімаційне, радіаційне – інфрачервоне, мікрохвильове, вакуумне, тощо. При переробці молочної продукції використовують плівковий (контактний) та розпилювальний (повітряний) метод сушіння.

Для сушіння рідких матеріалів необхідно створити визначені гідродинамічні умови: розпилення, розподіл тонким шаром, перемішування в об'ємі. Зазначені умови реалізуються в розпилювальних, вальцевих, роторних, вакуумних, шнекових сушарках. Крім того, можливі комбінації розпилення і нанесення тонких шарів рідкого матеріалу на поверхню інертних тіл або гранул матеріалу в барабанних сушарках-грануляторах або сушарках з псевдозрідженим шаром.

Необхідність випаровування великої кількості вологи спричиняє істотне підвищення споживання теплової енергії та витрати теплоносія, що

пов'язано зі збільшенням габаритів сушильних апаратів, а також з подорожчанням систем очищення відпрацьованого сушильного агента. Крім того, сушіння рідких матеріалів супроводжується формуванням морфологічної структури частинок продукту, а в разі розпилювального сушіння - пилоутворенням.

Ці особливості обумовлюють напрямки розроблення та удосконалення технології та обладнання сушіння рідких матеріалів: максимальне енергозбереження, інтенсифікація, вирішення проблеми очищення повітря від пилу, формування на стадії сушіння необхідної дисперсності й структури часток готового продукту. У багатьох випадках можливе комплексне вирішення зазначених питань.

В останній час все більшого розповсюдження набуває спосіб сушіння рідких продуктів в псевдозрідженому шарі на інертному носії. Рідкий продукт розподіляється між утворюючими шар інертними частинками, які при подачі розчинів і суспензій покриваються тонкою плівкою вологого матеріалу. У міру висихання плівка витирається або відколюється при зіткненнях частинок і матеріал виноситься у вигляді пилу або лусочок з сушарки теплоносієм.

Завдяки тому, що продукт підтримується під час сушіння в завислому стані, збільшується загальна поверхня випаровування, покращується вологообмін між матеріалом та сушильним агентом, посилюється конвекція, що інтенсифікує процес.

Однак для визначення необхідних для розрахунку конструктивних і технологічних параметрів сушарки, необхідно визначити вплив технологічних параметрів (температури теплоносія і товщину плівки матеріалу) на кінетику сушіння напівфабрикату, а також підібрати матеріал інертного носія.

Досліджені різноманітні інертні поверхні – сталі кульки, гранули полістиролу та фторопласту - 4. Встановлено, що розроблений напівфабрикат має підвищену адгезійну властивість до поверхні інертних тіл, тому у якості

матеріалу інертних тіл нами був використаний фторопласт, адгезія до поверхні якого мінімальна.

В реальному процесі практично неможливо прослідити кінетику процесу сушіння плівки продукту, що знаходиться на одиничній гранулі в псевдозрідженому шарі. Тому, для проведення експериментального дослідження сушіння напівфабрикату роботу проводили на пластині-підложці.

На цьому етапі досліджень визначали залежність кінетики сушіння напівфабрикату від температури сушильного агента, так як вона є основним параметром, що здійснює вирішальний вплив на тривалість процесу та якість сухого продукту (рис. 3.3).

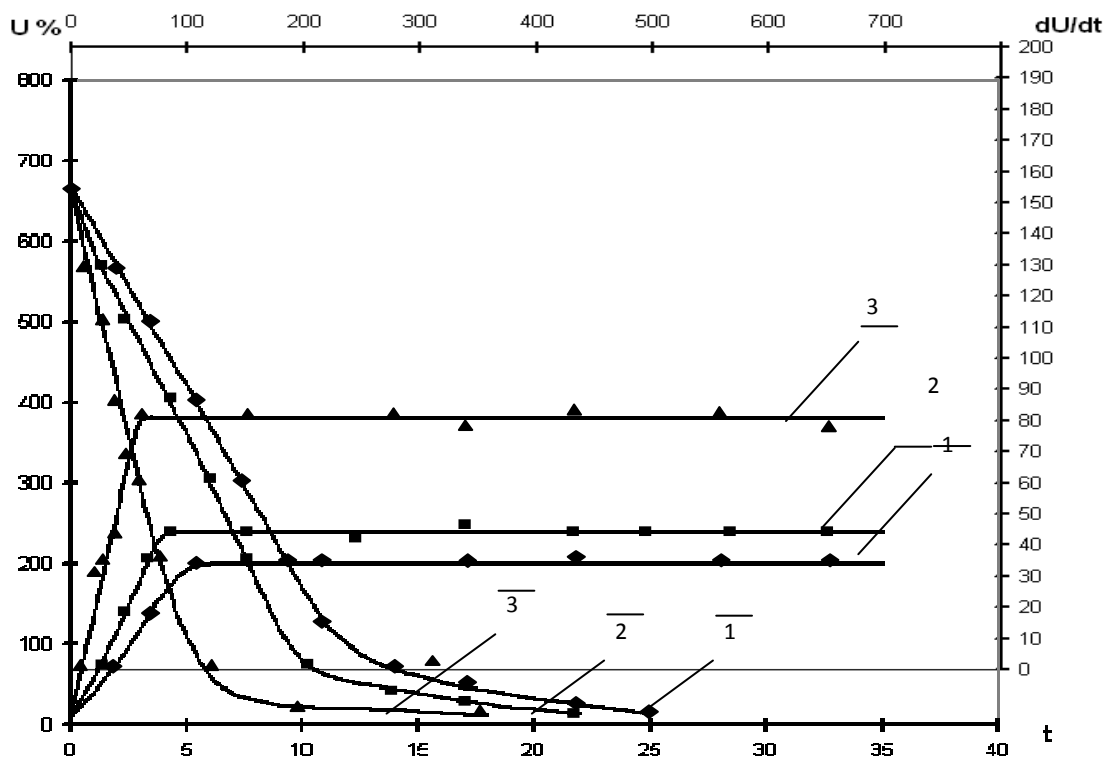


Рисунок 3.3 –Залежність вологовмісту (1, 2, 3) і швидкості сушіння (1', 2', 3') білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки від температури сушильного агента, при товщині плівки  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м,  
1 — 60 °C; 2 — 50 °C; 3 — 40 °C.

Температуру сушильного агенту підтримували на рівні 40...60°C, так як її перевищення призводить до активізації реакції меланоїдиноутворення та небажаним змінам кольору, а зменшення температури - до уповільнення процесу висушування, що викликає додаткові витрати енергії.

Дані, представлені на рис. 3.3, свідчать, що збільшення тривалості періоду постійної швидкості відповідає більшій температурі сушильного агенту.

Аналіз кривих сушіння та швидкості сушіння показує, що підвищення температури теплоносія до 60 °C веде до збільшення тривалості періоду постійної швидкості та підвищує швидкість сушіння. До того ж, така температура висушування є оптимальним режимом для максимального зберігання незамінних амінокислот в білках [27...30].

На наступному етапі експериментів визначали вплив товщини шару білково-вуглеводного напівфабрикату на кінетику сушіння. При дослідженні процесу сушіння напівфабрикату на підложці продукт наносили методом наливу на пластину-підложку, вимірювали масу зразка, площу нанесення та товщину плівки розчину.

На рис. 3.4 наведені криві сушіння напівфабрикату товщиною від 0,5 до  $2,0 \cdot 10^{-3}$  м за температури 60 °C.

Аналізуючи отримані дані, встановлено, що процес сушіння протікає в двох періодах – постійної та падаючої швидкості сушіння, ділянки яких чітко виділяються на кривих сушіння.

Критичний вологовміст ( $U_{кр}$ ), що представляє собою границю між першим та другим періодами, збільшується із зростанням товщини шару. Так, для плівки напівфабрикату на основі знежиреного молока з використанням екстракту кореня солодки товщиною  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м він становить 50%, для плівки товщиною  $1,0 \cdot 10^{-3}$  м – 60%,  $2,0 \cdot 10^{-3}$  м – 180%.

Графічні залежності доводять, що збільшення товщини шару з 0,5 мм до 1,0 мм призводить до збільшення тривалості процесу сушіння вдвічі. А

при збільшенні товщини шару з 1,0 мм до 2 мм тривалість сушіння до визначеного вологовмісту також збільшується у два рази.

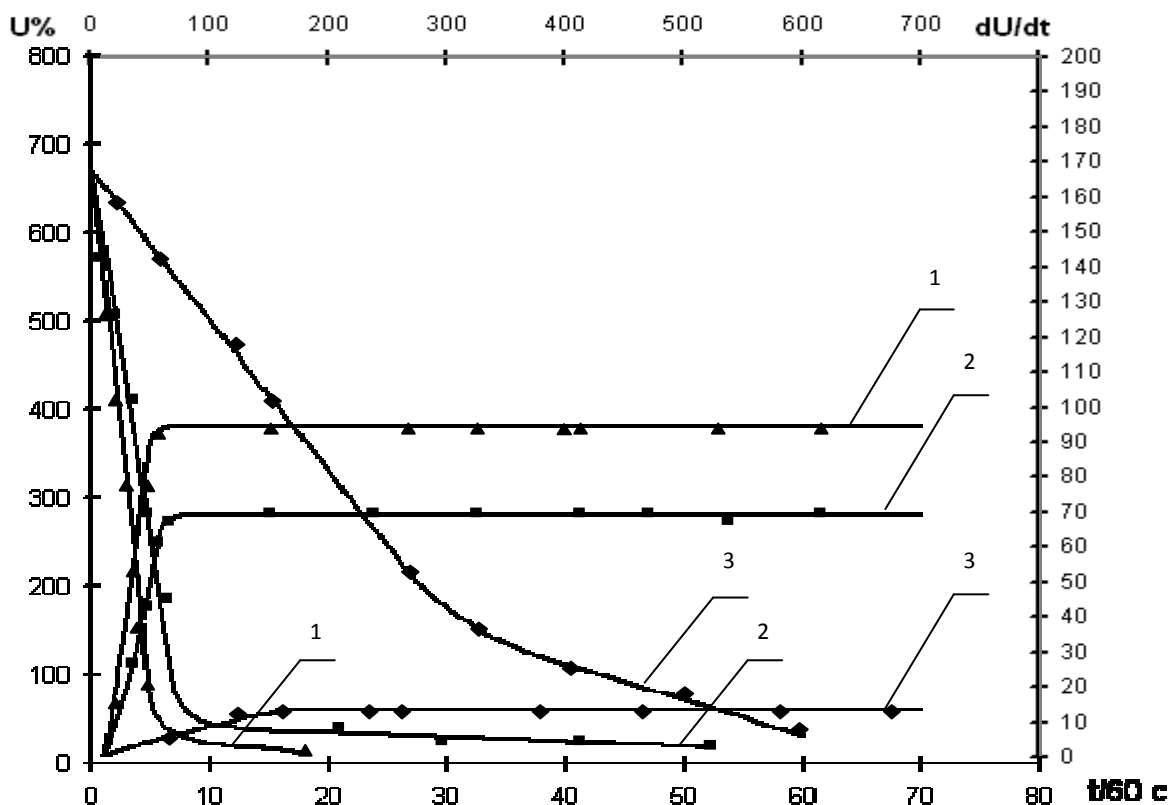


Рисунок 3.4 – Залежність вологовмісту (1, 2, 3) і швидкості сушіння (1', 2', 3') білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки від товщини плівки при:  
 $1 - 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $2 - 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $3 - 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  
 при температурі теплоносія  $60^\circ \text{C}$

Таким чином, можна зробити висновок, що раціональними параметрами сушіння білково-вуглеводного напівфабрикату є температура сушильного агента  $60^\circ \text{C}$  і товщина плівки  $\leq 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Технологічну схему напівфабрикату, що отримано методом розчинення заздалегідь підготованих компонентів з подальшим висушуванням представлено на рис. 3.5

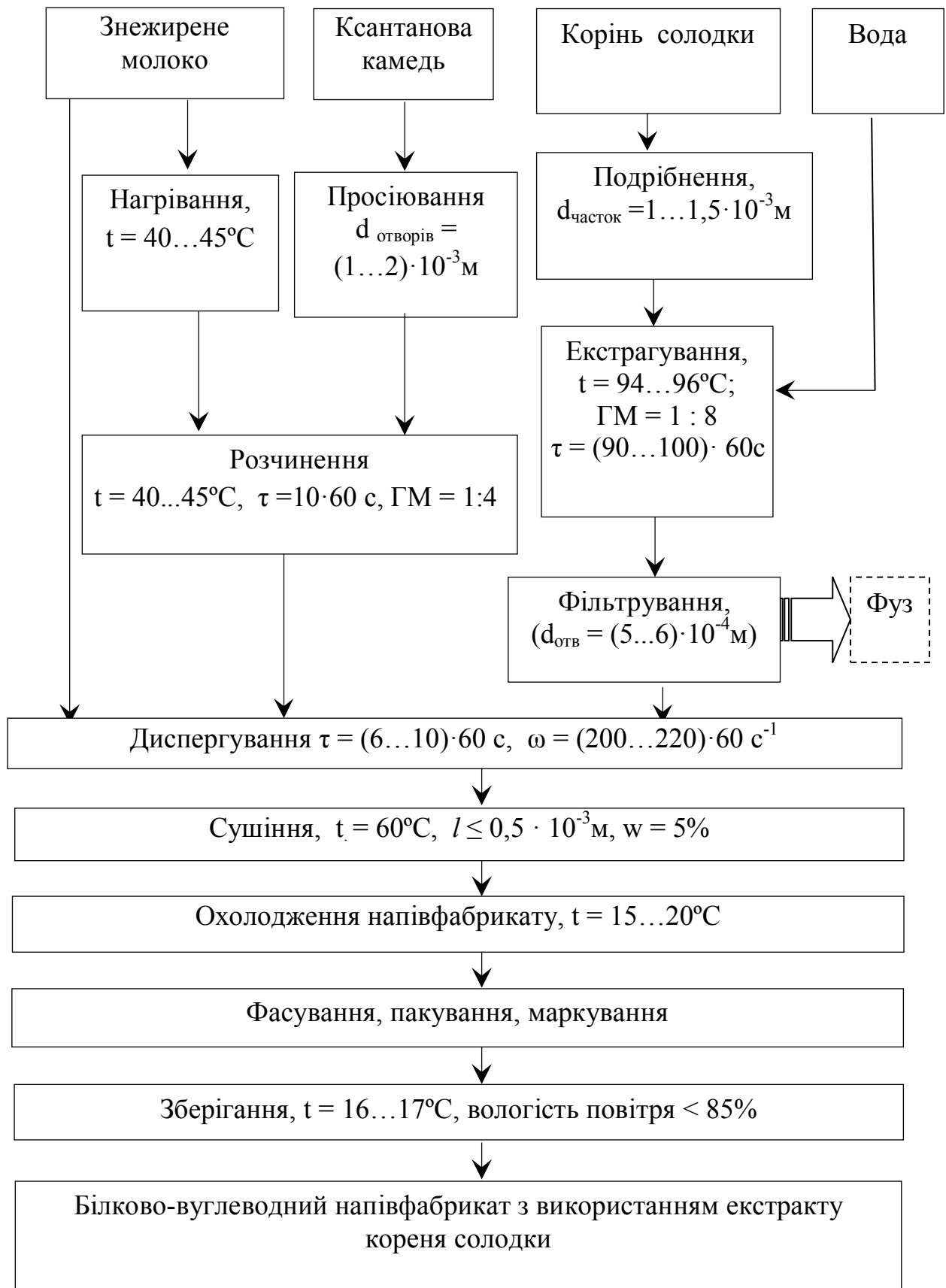


Рисунок 3.5 – Технологічна схема виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Отриманий білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки розфасовується в поліетиленові мішки місткістю 0,25, 0,5, 1,0 кг, маркується та направляється до підприємств ресторанного господарства.

Порівняльний аналіз запропонованих двох технологій виробництва продукції свідчить, що якість, затрати труда та енергоємність готової продукції, отриманої шляхом перемішування сухих компонентів менші, ніж при виготовленні продукції другим способом, проте органолептичні та фізико-хімічні показники готової продукції змінюються.

У зв'язку з тим, що розроблений напівфабрикат представляє собою суху суміш для страв та виробів з пінною структурою, домінуюча роль належить здатності до розчинення, гранулометричному складу та ін. [33].

Тому, на наступному етапі досліджень було визначено розмірність часток напівфабрикатів. Результати наведено на рис. 3.6.

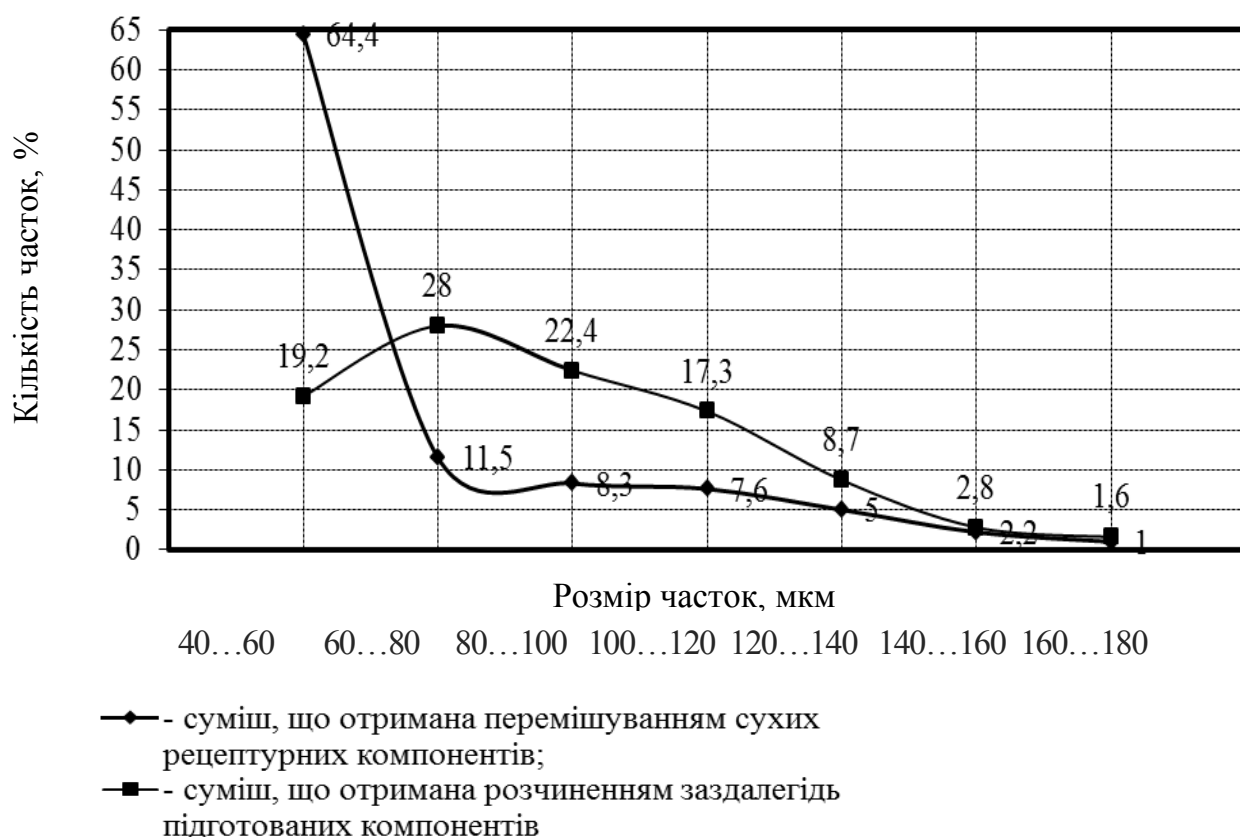


Рисунок 3.6 – Гранулометричний склад розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки



Отримані результати свідчать, що в суміші, що отримана перемішуванням сухих рецептурних компонентів максимальну кількість складають частки з розміром 40...60 мкм (64,4%), в суміші, що отримана розчиненням заздалегідь підготованих компонентів – 60...80мкм (28,0%) та 80...100мкм (22,4%).

Для подальших досліджень розчинності отриманого білково-вуглеводного напівфабрикату його відновлювали. Співвідношення маси продукту до маси розчинника здійснювали за вимогами відновлення сухих молочних продуктів за температури води 50°C, впродовж 10-60с [34]. При проведенні досліджень розчинності кожної фракції продукту виявлено, що найбільша розчинність 98% та 95% відзначається для напівфабрикату із розміром часток 60...80 мкм та 80...100 мкм. Встановлено, що частки розміром 40...60 мкм мають нижчий показник розчинності (88%), що пояснюється тим, що при розчиненні дрібнодисперсних часток утворюється насичений в'язкий шар, який запобігає контакту інших часток з водою [35]. При збільшенні розміру часток більш 100мкм швидкість розчинення стрімко падає. Оболонки великих часток при змочуванні набрякають, тим самим запобігаючи проникненню рідини всередину. Результати проведених дослідів не суперечать дослідженням авторів [35...38]. Аналіз розчинності отриманих напівфабрикатів представлено в табл. 3.1.

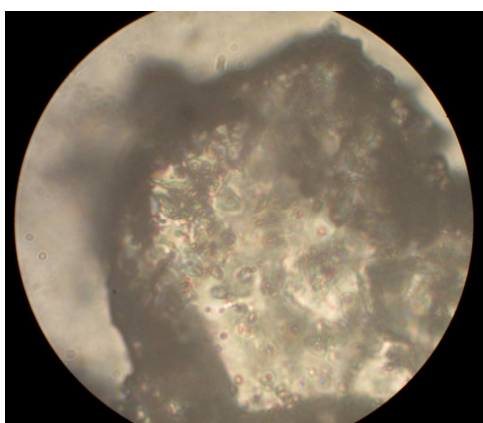
Таблиця 3.1 – Аналіз розчинності білково-вуглеводного напівфабрикату

| Показник                                         | Суміш, що отримана перемішуванням сухих рецептурних компонентів | Суміш, що отримана розчиненням заздалегідь підготованих компонентів |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Вологість, %                                     | 4,20±0,02                                                       | 4,77±0,02                                                           |
| Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду | 0,40                                                            | 0,15                                                                |

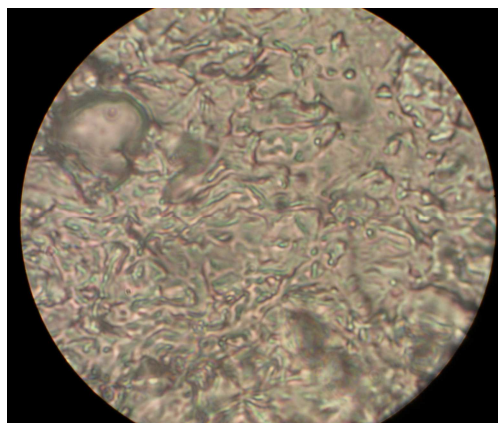
Тобто, напівфабрикат, що отримано сушінням розчину зі знежиреного молока з використанням ксантанової камеді та екстракту кореня солодки,

володіє високою швидкістю розчинення отриманої суміші та значно поступається напівфабрикату, що було отримано методом сухого змішування.

Мікроструктуру отриманого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки (рис. 3.7) досліджено за допомогою електронного мікроскопа. Результати досліджень надають уяву про певну глибину й напрямок розчинності напівфабрикатів.



А. Напівфабрикат, отриманий методом сухого змішування



В. Напівфабрикат, отриманий сушінням розчину знежиреного молока, з використанням ксантанової камеді та екстракту кореня солодки

Рисунок 3.7 – Мікроструктура білково-вуглеводних напівфабрикатів, отриманих методом купажу (А) та сушінням розчину знежиреного молока, ксантанової камеді та екстракту кореня солодки (В)

Дослідження мікроструктури білково-вуглеводного напівфабрикату, що було отримано двома способами, за збільшенням в 1000 разів дозволило виявити фрагменти складових частин напівфабрикату у вигляді кратерів або полостей, а також численних тріщин та капілярів. Мікрорельєф напівфабрикатів підтверджує, що багато часток сухих молочних продуктів мають на поверхні характерні впадини, число та розміри яких підтверджують механічну цілісність поверхні продукту, його високу ступінь розчинення [39].

Таким чином, білково-вуглеводний напівфабрикат, який отримано за схемою 3.19, має певні переваги, тому що завдяки будові ксантанової камеді та її взаємодії із цукрами кореня солодки, утворюється складна структура, що значно впливає на відновлення основних компонентів розробленого напівфабрикату [40].

Особливістю будови молекул ксантану є головний ланцюг полімеру ідентичний будові целюлози (1-4-  $\beta$  -глікопіраноза). У структуру відгалужень - трисахаридних ланцюгів, входять глюкоза, маноза та глюкуронова кислота, ацетилові та піровинограднокислі групи. Кількість останніх визначає в'язкість водних розчинів з ксантаном, наслідком чого є висока розчинність.

Молекули ксантану адсорбують воду, внаслідок чого формується тривимірна сітка з подвійних спіралей ксантану, зв'язаних міжмолекулярними водневими зв'язками. Дана субстанція по структурі подібна до гелю, але на відміну від гелю в'язкий розчин ксантану володіє великою рухливістю. При значній механічній дії відбувається руйнування сітки, подвійні спіралі витягуються у напрямі зусилля, в'язкість різко знижується. Після припинення дії тривимірна сітка макромолекул миттєво відновлюється, а в'язкість повертається до початкової. Ксантан запобігає відділенню води і розшаруванню емульсій, не дає іншим компонентам випадати в осад або підніматися у верхні шари.

Отримані дані, дозволяють обрати технологію виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату на основі знежиреного молока з використанням екстракту кореня солодки методом сушіння розчину попередньо підготованих компонентів.

### 3.2 Аналіз органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників білково-вуглеводного напівфабрикату

Розроблений білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки представляє собою суху суміш із вмістом сухих речовин 96...95%. Оцінку органолептичних показників напівфабрикату надано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники напівфабрикату

| Найменування показників     | Характеристика напівфабрикату                                                                              |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зовнішній вид, консистенція | Порошкоподібна маса, однорідна, без зайвих домішок, допускається наявність грудочок, що легко розсипаються |
| Колір                       | Кремовий, властивий даному напівфабрикату                                                                  |
| Запах                       | Молочний, ярко виражений, без сторонніх запахів                                                            |
| Смак                        | Солодкий, молочний, без присмаків                                                                          |

Дані таблиці свідчать про досить приємний зовнішній вигляд білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки, приємний молочний колір та запах.

Проведено дослідження хімічного складу білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. Результати досліджень наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки, ( $X \pm m$ ,  $m \leq 0,05$ )

| Назва виду випробування, одиниця виміру | Результати випробувань |
|-----------------------------------------|------------------------|
| Вологість,                              | 4,77                   |
| Білок, %                                | 24,75                  |
| Жир, %                                  | 1,25                   |
| Вуглеводи (БЕР), %                      | 61,75                  |
| Клітковина, %                           | 0,30                   |
| Зола, %                                 | 7,67                   |
| ГК, %                                   | 0,7                    |

Дані таблиці 3.3 свідчать, що розроблений напівфабрикат має високий вміст білкових речовин, що є дуже важливим з точки зору забезпечення потреб організму повноцінними білками.

Оскільки білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки має підвищений вміст білків, потребує уваги дослідження амінокислотного складу, який наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Амінокислотний склад білків білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки, ( $X \pm m$ ,  $m \leq 0,05$ )

| Назва амінокислоти    | Результати випробувань           |                |         |
|-----------------------|----------------------------------|----------------|---------|
|                       | на натуральну речовину, мг/100мг | на білок, мг/г | % до АК |
| Незамінні, в т.ч.:    | 7,92                             | 320,00         | 37,31   |
| треонін               | 1,01                             | 40,81          | 4,76    |
| валін                 | 1,22                             | 49,29          | 5,75    |
| метионін              | 0,80                             | 32,32          | 3,77    |
| ізолейцин             | 1,07                             | 43,23          | 5,04    |
| лейцин                | 1,58                             | 63,84          | 7,44    |
| фенілаланін           | 0,78                             | 31,52          | 3,67    |
| лізин                 | 1,25                             | 50,51          | 5,89    |
| триптофан             | 0,21                             | 8,48           | 0,99    |
| Замінні, в т.ч.:      | 13,31                            | 537,78         | 62,69   |
| аспарагінова          | 1,74                             | 70,30          | 8,20    |
| серін                 | 1,96                             | 79,19          | 9,23    |
| глутамін              | 3,34                             | 134,95         | 15,73   |
| пролін                | 1,16                             | 46,87          | 5,46    |
| гліцин                | 0,75                             | 30,30          | 3,53    |
| цистин                | 0,83                             | 33,54          | 3,91    |
| аланін                | 0,81                             | 32,73          | 3,82    |
| тирозин               | 1,09                             | 44,04          | 5,13    |
| гістидин              | 0,75                             | 30,30          | 3,53    |
| аргінін               | 0,88                             | 35,56          | 4,15    |
| Загальна кількість АК | 21,23                            | 857,78         | 100     |

Результати досліджень доводять, що в білках розробленого напівфабрикату визначено вісімнадцять амінокислот, у тому числі всі незамінні.

Біологічну цінність розробленого напівфабрикату вивчали за розрахунком амінокислотного скору білків напівфабрикату, що наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Амінокислотний скор білків білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Найменування амінокислоти | Рекомендований ФАО/ВООЗ рівень вмісту, мг/г білка | мг/1 г білка | АК скор |
|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------|---------|
| Лізин                     | 55                                                | 125          | 113,5   |
| Треонін                   | 40                                                | 101          | 126,1   |
| Валін                     | 50                                                | 122          | 122     |
| Метіонін + цистин         | 35                                                | 163          | 232,85  |
| Ізолейцин                 | 40                                                | 107          | 133,75  |
| Лейцин                    | 70                                                | 158          | 112,85  |
| Фенілаланін + тирозин     | 60                                                | 187          | 155,85  |
| Триптофан                 | 10                                                | 21           | 105     |
| КРАС, %                   | 32,73                                             |              |         |
| БЦ, %                     | 67,26                                             |              |         |

Враховуючи відсутність лімітуючих амінокислот, можна зробити висновок, що амінокислотний скор білків напівфабрикату задовольняє потребам організму людини в незамінних амінокислотах, показники біологічної цінності білка знаходяться майже в одному діапазоні, що свідчить про їх високу біологічну цінність.

Таким чином, розроблений напівфабрикат може бути віднесений до високобілкових, повноцінних і достатньо збалансованих за амінокислотним складом продуктів.

Збалансованість незамінних амінокислот білково-вуглеводного напівфабрикату за «триптофановим» індексом приведена у табл. 3.6, за «треоніновим» індексом у табл. 3.7.

Таблиця 3.6 – Збалансованість незамінних амінокислот білково-вуглеводного напівфабрикату за «триптофановим» індексом

| Найменування амінокислоти | Білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки |          |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------|
|                           | Ідеальний білок<br>ФАО/ВООЗ                                                | фактичне |
| Триптофан                 | 1                                                                          | 1,0      |
| Ізолейцин + лейцин        | 7...10                                                                     | 12,6     |
| Валін                     | 3...4                                                                      | 5,8      |
| Треонін                   | 2...3                                                                      | 4,8      |
| Лізин + гістидин          | 3...5                                                                      | 5,9      |
| Метіонін                  | 2...4                                                                      | 3,8      |
| Фенілаланін               | 2...4                                                                      | 3,7      |

Таблиця 3.7 – Збалансованість незамінних амінокислот білково-вуглеводного напівфабрикату за «треоніновим» індексом

| Найменування амінокислоти | Білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки |          |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------|
|                           | Ідеальний білок<br>ФАО/ВООЗ                                                | фактичне |
| Треонін                   | 1,0                                                                        | 1,0      |
| Ізолейцин+ лейцин         | 3,1                                                                        | 2,6      |
| Валін                     | 1,5                                                                        | 1,2      |
| Лізин + гістидин          | 1,1                                                                        | 1,2      |
| Метіонін                  | 0,7                                                                        | 0,8      |
| Фенілаланін               | 1,1                                                                        | 0,8      |
| Триптофан                 | 0,25                                                                       | 0,21     |

Аналізуючи дані табл. 3.6...3.7 можна зробити висновок, що в цілому, амінокислотний склад білків розробленого напівфабрикату достатньо збалансований за «триптофановим» і «треоніновим» індексом.

Слід відзначити, що розроблений напівфабрикат відрізняється достатньо високим вмістом всіх інших основних, необхідних для організму людини нутрієнтів, а саме кальцію, калію, фосфору, феруму (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Мінеральний склад білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Найменування мінеральних речовин | Вміст у напівфабрикаті |
|----------------------------------|------------------------|
| Макроелементи, мг/100г:          |                        |
| Кальцій (Ca)                     | 127±2                  |
| Фосфор (P)                       | 97±1                   |
| Калій (K)                        | 123±2                  |
| Натрій (Na)                      | 440±22                 |
| Магній (Mg)                      | 54±3                   |
| Ca : P (1 : 1,5)                 | 1 : 0,8                |
| Ca : Mg (1 : 0,5)                | 1 : 0,5                |
| Ca : P : Mg (1 : 1 : 0,5)        | 1 : 0,8 : 0,5          |
| Мікроелементи, мг/кг:            |                        |
| Ферум (Fe)                       | 33,80±0,12             |
| Марганець (Mn)                   | 1,40±0,02              |
| Купрум (Cu)                      | 1,51±0,02              |
| Селен                            | 0,22±0,011             |

Аналіз вітамінного складу наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Вітамінний склад білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки ( $X \pm m$ ,  $m \leq 0,05$ )

| Найменування вітамінів                | Вміст, мг/100г |
|---------------------------------------|----------------|
| Аскорбінова кислота (C)               | 4,1            |
| Тіамін (B <sub>1</sub> )              | 0,30           |
| Рибофлавін (B <sub>2</sub> )          | 1,80           |
| Пантотенова кислота (B <sub>3</sub> ) | 0,61           |
| Фолієва кислота                       | 0,06           |
| Ніацин (PP)                           | 1,19           |
| Каротин                               | 9,15           |
| Біотин (H)                            | 0,02           |
| Вітамін К                             | 1,87           |



Отримані результати свідчать, що розроблений білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки є джерелом вітамінів, а саме аскорбінової кислоти, каротину, а також вітамінів B<sub>2</sub> і K.

Одним із показників якості білково-вуглеводного напівфабрикату, що визначає його нешкідливість для організму, є рівень вмісту гранично припустимих концентрацій солей важких металів (МБТ и СН № 5061-89).

Вміст солей важких металів у відновленому білково-вуглеводному напівфабрикаті наведено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Вміст солей важких металів у відновленому білково-вуглеводному напівфабрикаті, мг/кг

| Найменування групи солей | ГПК  | Білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки |
|--------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------|
| Свинець (Pb)             | 0,4  | 0,36±0,01                                                                  |
| Кадмій (Cd)              | 0,2  | 0,043±0,002                                                                |
| Цинк (Zn)                | 50,0 | 7,35±0,02                                                                  |
| Ртуть (Hg)               | 0,02 | Не виявлено                                                                |
| Миш'як (As)              | 0,2  | Сліди                                                                      |

Дослідженнями вмісту солей важких металів в розробленому напівфабрикаті визначено, що концентрація солей свинцю, кадмію, ртуті та миш'яку в продукті не перевищує встановлених гранично-припустимих концентрацій та відповідає діючим медично-біологічним вимогам до якості сировини та харчових продуктів (табл. 3.10).

Дослідження мікробіологічних показників білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки на наявність бактерій групи кишкової палички, сальмонел, золотистого стафілокока, грибів наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Характеристика мікробіологічних показників білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Найменування показників                              | Значення показника за НД | Фактичне значення показника у напівфабрикаті |
|------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|
| БГКП у 1 г                                           | Не дозволено             | Не виявлено                                  |
| Staph. aureus в 10 г                                 | Не дозволено             | Не виявлено                                  |
| Патогенні мікроорганізми, в т.ч. Salmonella у 100 г, | Не дозволено             | Не виявлено                                  |
| КМАФАМ у 1 г, не більш                               | $3,0 \cdot 10^3$         | $3,1 \times 10^2$                            |
| Кількість пліснявих грибів у 1 г, не більш           | 50                       | Не виявлено                                  |

Результати мікробіологічних досліджень свідчать, що показники не перевищують допустимих санітарно-гігієнічних умов та відповідають вимогам чинних МБТ и ДСП 4.4.5.078-2001, що свідчить про високу якість розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату та можливість впровадження у закладах ресторанного господарства.

У процесі зберігання білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки можливе протікання різноманітних фізико-хімічних змін, які будуть впливати на якість готової продукції.

Для обґрунтування умов та строків зберігання, білково-вуглеводний напівфабрикат зберігали згідно вимог для сухих молочних продуктів (при температурі 16...17 °С та вологості не більш 85%). Зразки зберігали у герметичних паперових мішках при температурі 16...17°С та вологості не більш 85%.

Дані досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки при зберіганні наведено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки в процесі зберігання

| Найменування показників                               | Характеристика показників після закінчення технологічного циклу                                                                 | Тривалість зберігання, 6 міс. | Тривалість зберігання, 8 міс. |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Органолептичні показники                              |                                                                                                                                 |                               |                               |
| Зовнішній від                                         | Однорідна сипуча маса, колір білий з кремовим відтінком                                                                         | Без змін                      | Без змін                      |
| Консистенція                                          | Сипуча, допускається наявність легко розсипних грудочок                                                                         | Без змін                      | Без змін                      |
| Смак та запах                                         | Смак приємний, молочно-солодкий, без стороннього присмаку, запах чистий, молочний з невираженим ароматом рослинних наповнювачів | Без змін                      | Без змін                      |
| Фізико-хімічні показники                              |                                                                                                                                 |                               |                               |
| Масова частка сухих речовин, %                        | 95,23                                                                                                                           | Без змін                      | Без змін                      |
| Мікробіологічні показники                             |                                                                                                                                 |                               |                               |
| БГКП у 1 г                                            | Не виявлено                                                                                                                     | Не виявлено                   | Не виявлено                   |
| Найменування показників                               | Характеристика показників після закінчення технологічного циклу                                                                 | Тривалість зберігання, 6 міс. | Тривалість зберігання, 8 міс. |
| Staph. aureus в 10 г                                  | Не виявлено                                                                                                                     | Не виявлено                   | Не виявлено                   |
| Патогенні мікро-організми, в т.ч. Salmonella у 100 г, | Не виявлено                                                                                                                     | Не виявлено                   | Не виявлено                   |
| КМАФАМ у 1 г, не більш                                | $3,1 \cdot 10^2$                                                                                                                | $3,2 \cdot 10^2$              | $3,4 \cdot 10^2$              |
| Кількість пліснявих грибів у 1 г, не більш            | Не виявлено                                                                                                                     | Не виявлено                   | Не виявлено                   |

Аналіз показників наведених в табл. 3.12 свідчить, що за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог до відповідності сировини та процесу виробництва вимогам нормативної документації, при контрольованих термінах та умовах зберігання, в розроблених білково-вуглеводних напівфабрикатах мікроорганізми санітарно-показових, умовно-патогенних груп та групи патогенних мікроорганізмів не виявлені. Кількість мікроорганізмів групи псування та КМАФАМ не перевищує допустимих рівнів вмісту протягом 8 місяців. Крім того, при зберіганні розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату органолептичні, фізико-хімічні показники значно не змінились.

Таким чином, на підставі зроблених досліджень можна рекомендувати термін зберігання розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки – 8 місяців при температурі 16...17 °С та вологість не вище 85% в герметичній упаковці.

### **3.3 Функціонально-технологічні властивості відновленого білково-вуглеводного напівфабрикату**

Однією з основних вимог, що висуваються до розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки, є можливість отримання після відновлення рецептурної суміші властивостей, характерних для неї до сушіння. Процес відновлення повинен забезпечувати повне розчинення часток продукту. Швидкість і повнота розчинення напівфабрикату залежить від властивостей продукту, способу і режиму відновлення, властивостей і параметрів середовища (рідкої основи), у якому здійснювався процес відновлення [34].

В якості розчинника для відновлення білково-вуглеводного напівфабрикату використовували питну воду, знежирене молоко та фруктовий сік, зокрема яблучний [41, 42].

При виборі фруктового соку, згідно проведених досліджень, необхідно враховувати наступні вимоги: рН середовища розчинника повинне складати не менш 5, при мінімальній масовій частці розчинних сухих речовин 11,2 %. Використання яблучного соку відповідає вище вказаним вимогам, сприяє раціональному використанню ресурсів країни, має високі органолептичні властивості.

На рис. 3.8 представлені дані, що характеризують відносну швидкість розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату у рідкій основі. Діапазон температур обрано з урахуванням температури розчинення ксантанової камеді, що складає від 10 до 55°C.

Наведені дані свідчать, що ступінь розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату незначно залежить від виду рідини, а більшою мірою від температури розчинника.

Краща розчинність білково-вуглеводного напівфабрикату спостерігалась при використанні в якості рідкої основи води, для яблучного

соку характерні найнижчі ступені розчинності у вказаному температурному інтервалі, а розчинність у знежиреному молоці має проміжні характеристики.

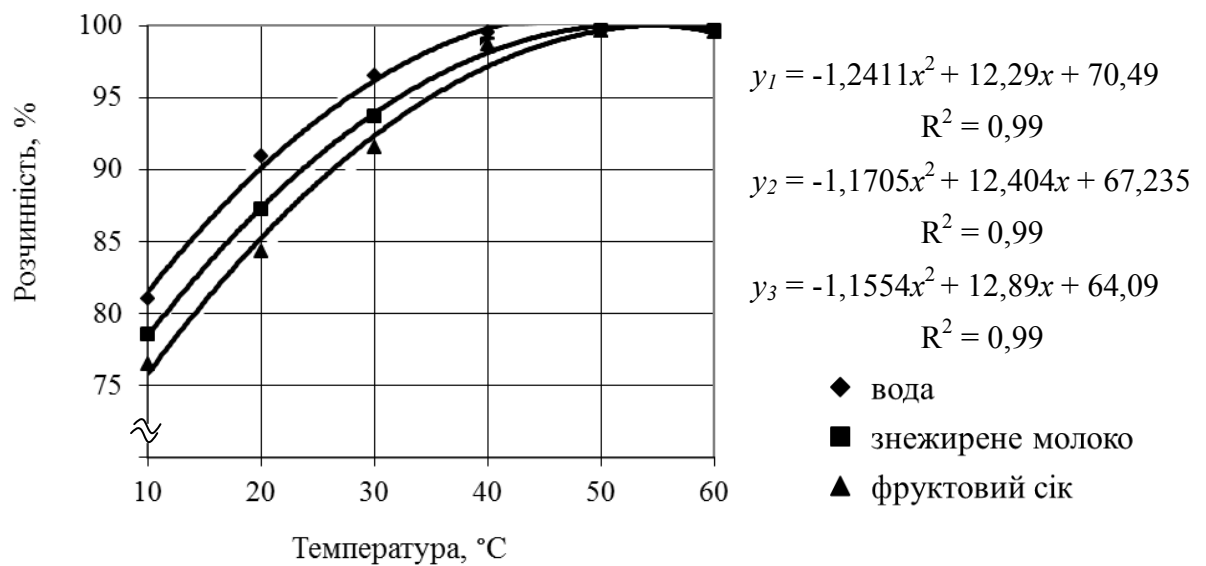


Рисунок 3.8 – Вплив температури рідини на розчинність напівфабрикату.

Найменший ступінь розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату спостерігається при 10°C і дорівнює 76...81%. При збільшенні температури до 40°C рідини ступінь розчинення швидко зростає, а у інтервалі температур 40...55°C процес сповільнюється. Повне розчинення напівфабрикату у всіх рідинах спостерігається при температурі 50°C.

Тому згідно з отриманими експериментальними даними є доцільним використовувати для відновлення білково-вуглеводного напівфабрикату рідину з температурою 50°C. Відновлення напівфабрикату при більш високій температурі не доцільно, так як веде до зміни складових молока, збільшення енергозатрат, денатурації білка.

З літературних джерел відомо [43], що інтенсифікувати процес відновлення сухих сумішей можливо за умов механічного впливу на продукт. Білково-вуглеводний напівфабрикат розчиняли у воді за температури 50°C, постійно перемішуючи за допомогою лабораторної мішалки з варіюванням тривалості перемішування та частоти обертання. Залежність показника

повноти розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату від частоти обертання мішалки та тривалості перемішування надано на рис. 3.9.

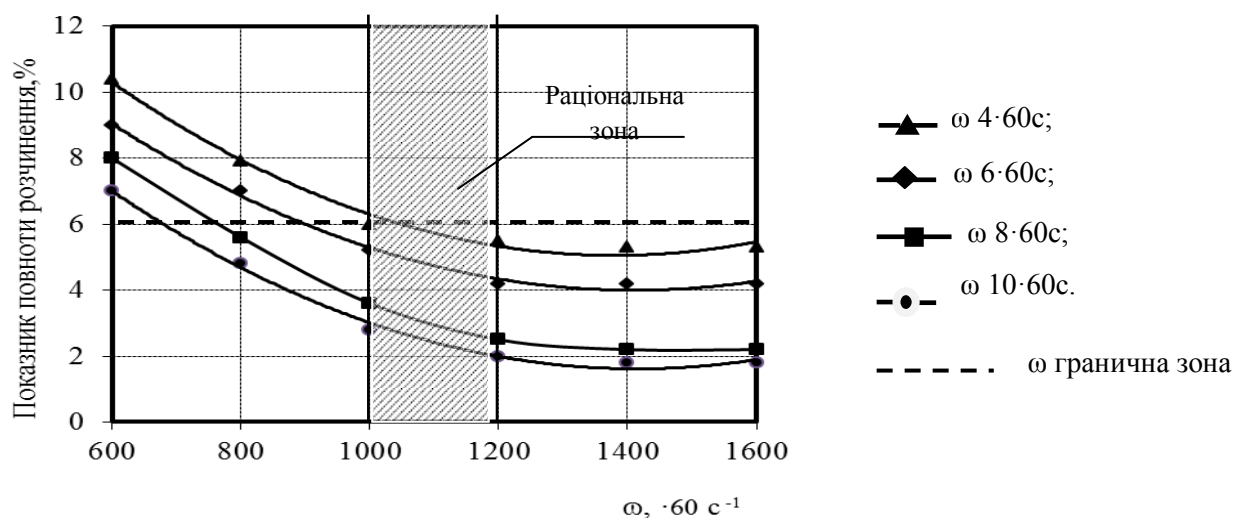


Рисунок 3.9 – Вплив частоти обертання мішалки ( $\omega$ ) та тривалості перемішування на показник повноти розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Результати досліджень свідчать, що найбільш інтенсивне зниження показника повноти розчинення білково-вуглеводного напівфабрикату спостерігається в діапазоні частоти обертання мішалки  $(600 \dots 1200) \cdot 60 \text{ с}^{-1}$ , після чого темп зниження розчинення змінюється не суттєво. Враховуючи, що значення показника повноти розчинення сухих молочних продуктів знаходиться в межах граничної зони  $1 \dots 6\%$  [43], показник повноти розчинення напівфабрикату при роботі мішалки протягом  $4 \cdot 60 \text{ с}$  в діапазоні  $(600 \dots 1000) \cdot 60 \text{ с}^{-1}$  менший за гранично-припустимий, тому подальше розглядання зазначеного часу є недоцільним.

Отже, із збільшенням часу перемішування розчину до  $10 \cdot 60 \text{ с}$  повнота розчинення сухого продукту знижується та становить  $1,8\%$ . Із зменшенням часу перемішування розчину до  $8 \cdot 60 \text{ с}$  –  $1,9\%$ .

У зв'язку з тим, що білково-вуглеводний напівфабрикат з використанням екстракту кореня солодки призначений для використання

страв з пінною структурою, кількість рідини, що необхідна для відновлення напівфабрикату, була визначено експериментально шляхом визначення ПУЗ та СП збитих систем на основі напівфабрикату (рис.3.10, 3.11) при температурі згідно попередніх досліджень.

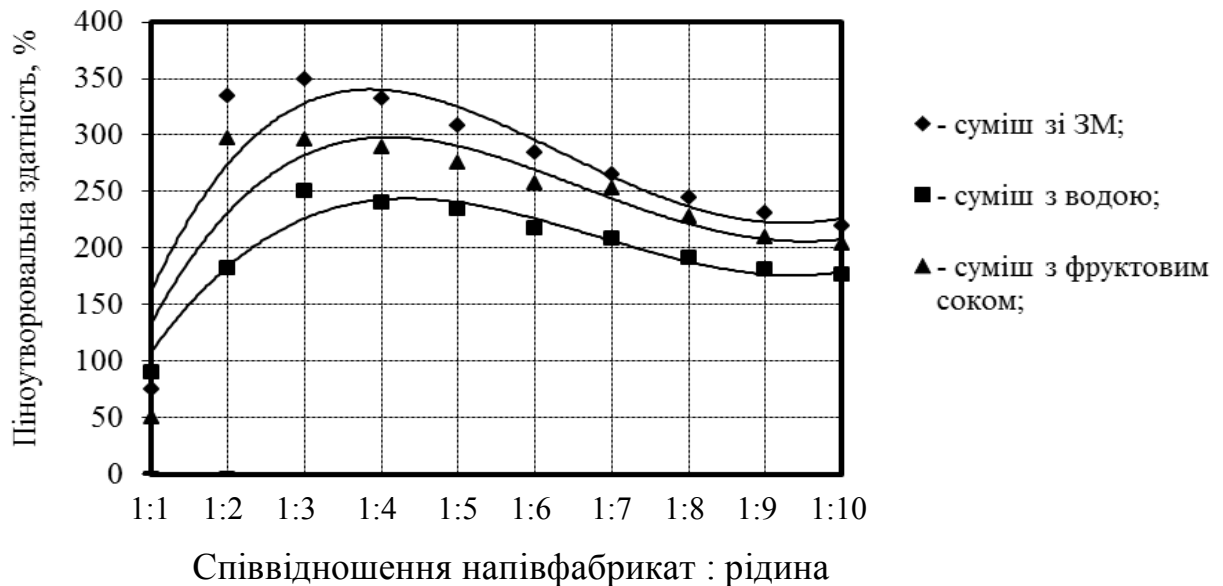


Рисунок 3.10 – Залежність піноутворювальної здатності модельних систем білково-вуглеводного напівфабрикату від гідромодулю

Встановлено, що збиті модельні системи: напівфабрикат - знежирене молоко, напівфабрикат - вода, напівфабрикат - фруктовий сік характеризуються різною ПУЗ.

Найвища піноутворювальна здатність модельних систем напівфабрикату, що складає 345...350%, характерна для співвідношення напівфабрикат - знежирене молоко 1:2...1:3, що пояснюється внесенням у систему додаткової кількості молочних білків, які внаслідок поверхневої активності позитивно впливають на ПУЗ системи.

Для питної води максимальна ПУЗ складає 250%, для фруктового соку 290% із співвідношенням напівфабрикат - рідина 1:3 та 1:2...1:3 відповідно.



Збільшення, як і зменшення кількості розчинника в системі, приводить до зниження ПУЗ до 200...150% відповідно.

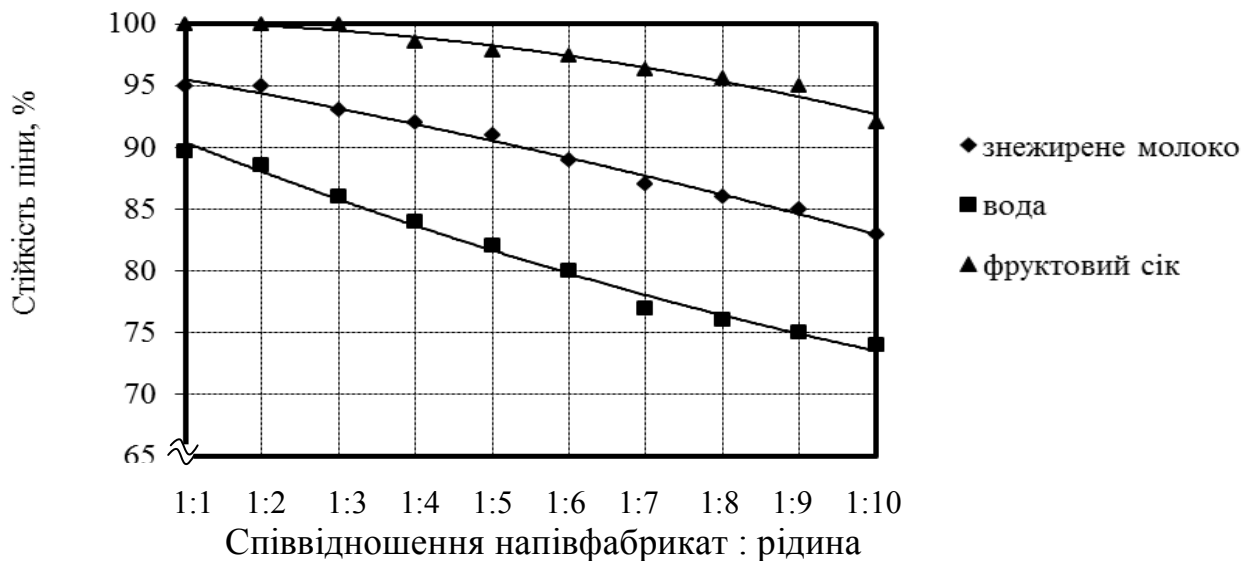


Рисунок 3.11 – Залежність стійкості піни модельних систем білково-вуглеводного напівфабрикату від гідромодулю

Згідно рис. 3.11 СП у всіх модельних системах напівфабрикат - рідина зменшується зі збільшенням частки рідини, що зумовлюється зниженням концентрації стабілізатора в системі. Залежність стійкості піни від кількості рідини для усіх трьох систем якісно однакові, але відрізняються кількісними характеристиками.

Найбільша стійкість піни спостерігається у модельній системі з фруктовим соком (від 100 до 92%), що пояснюється вмістом у соці пектинових речовин, які характеризуються стабілізуючими властивостями.

Стійкість піни у системі зі знежиреним молоком змінюється у межах від 95 до 84%. Це пояснюється тим, що зі зменшенням масової частки жиру в молоці менш 1,5% відбувається підвищення ПУЗ, що обумовлено проявом піноутворювальних властивостей молочних білків. Проте зі збільшенням частки жиру понад 2,5%, теж відбувається зростання ПУЗ незбираного

молока, що в значній мірі залежить від температури та пов'язано з агрегатним станом молочного жиру.

Результати досліджень підтверджують розробки провідних вчених [34,35, 44...50]. Так, за температури, що близька до кріоскопічної, молоко володіє максимальною ПУЗ. Наслідком низьких температур є флокуляція жирових кульок, що при накопиченні в міжфазних плівках не тільки утворюють труднощі для синерезису рідини, але й стабільно утримуються на поверхні розділу фаз за рахунок гідрофобних властивостей ліпопротеїнової оболонки, стабілізуючи міжфазні плівки полідисперсної системи. Найнижча стійкість піни – у системі напівфабрикат - вода (90...73%).

Таким чином, встановлені раціональні параметри відновлення білково-вуглеводного напівфабрикату: температура складає 50°C, ГМ для відновлення знежиреним молоком та фруктовим соком - 1:2...1:3, для відновлення питною водою 1:3 протягом 8-60с при частоті обертання мішалки (1000...1200)·60с<sup>-1</sup>. Одержані результати добре корелюють з літературними даними щодо розчинення молочних білків [34].

## РОЗДІЛ 4

### НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

#### **4.1 Структурно-механічні властивості десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату**

З метою визначення структурно-механічних властивостей десертної продукції від кількості білково-вуглеводного напівфабрикату у складі готових виробів було проведено органолептичну оцінку дослідних зразків.

Згідно проведеного сенсорного аналізу десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату, раціональна зона складає 45...55% для самбуків та кремів й 60...70% для суфле та пудингів.

Результати органолептичної оцінки порівнювались з контролем. В якості контролю обрано самбук, крем та суфле, що були виготовлені за класичною технологією [157].

У зв'язку з цим, доцільним є дослідження структурно-механічних властивостей виробів з пінною структурою на основі білково-вуглеводного напівфабрикату при відповідних кількостях напівфабрикату згідно методик [17...19].

Важливими показниками якості структурованих страв та виробів є їх структурно-механічні властивості. В'язкість цих продуктів, що обумовлена утворенням внутрішніх структур, відрізняється від істинної в'язкості ньютонівських рідин. При течії неньютоновських рідин в'язкість залежить від напруги зсуву та градієнту швидкості.

Тому нами було досліджено ефективну в'язкість самбуків, що характеризуватиме рівноважний стан між процесами відновлення та руйнування структури в установленому потоці.

Для достовірності експерименту самбуки було виготовлено з однієї початкової сировини, при постійній температурі, що дорівнювала 5°C.

Швидкість та тривалість збивання для кожного зразка – постійні. Попередні дослідження показали, що при швидкостях зрушення більш, ніж  $100 \text{ c}^{-1}$  відбувається повне руйнування структури, виходячи з чого був вибраний діапазон швидкостей зрушення при вимірюваннях.

На рис. 4.1 та 4.2 зображені експериментальні криві зміни в'язкості та напруги зсуву за часом виміру в залежності від швидкості зсуву для досліджуваних зразків.

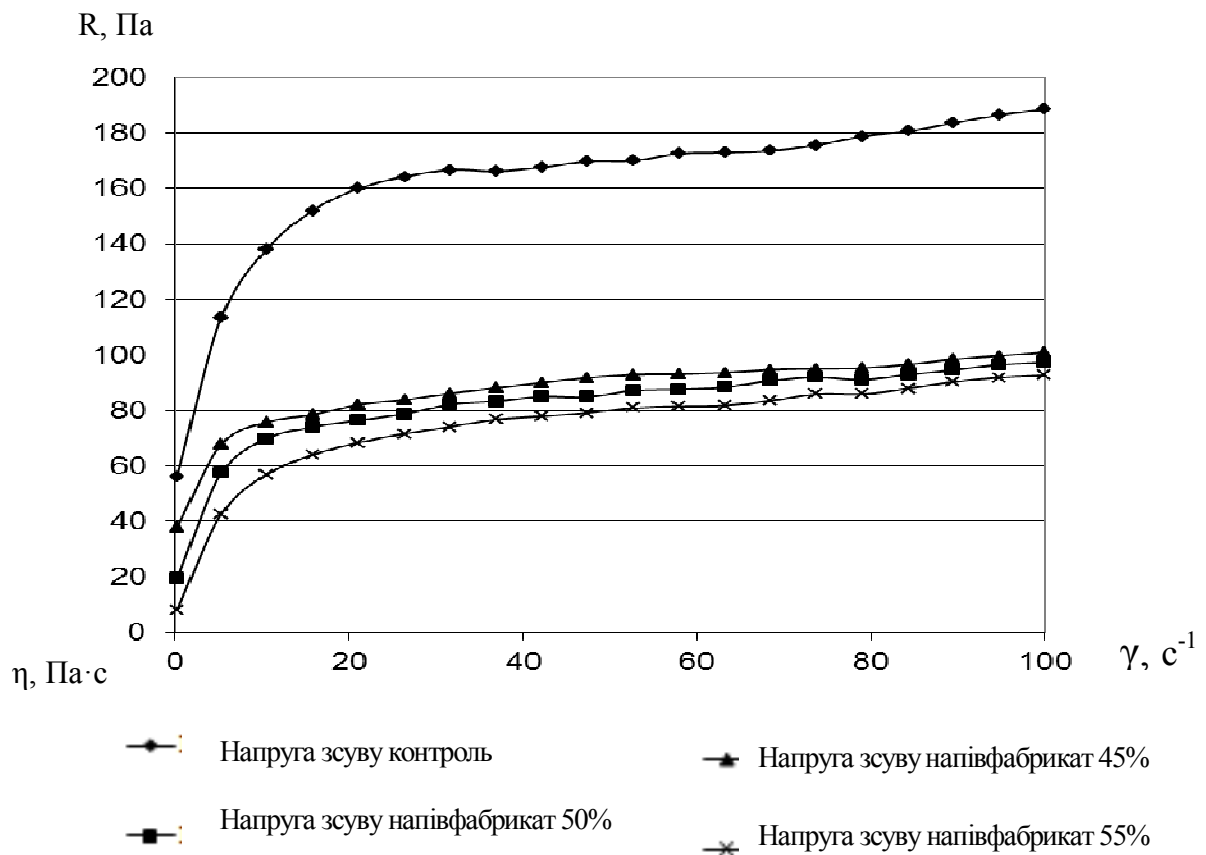


Рисунок 4.1 – Залежність напруги зсуву (R) від швидкості зсуву ( $\gamma$ )

Результати вимірювання в'язкості всіх зразків показали, що досліджені системи володіють достатньо стійкою структурою. Із збільшенням швидкості зрушення в'язкість систем зменшується, а після повного руйнування структури в'язкість стабілізується. Особливо швидко значення в'язкості зменшуються в діапазоні порівняно малих швидкостей зрушення – приблизно до  $5 \text{ c}^{-1}$ . На цій ділянці в'язкість зменшилася приблизно на 85%

для всіх зразків.

При подальшому збільшенні швидкості зрушення в діапазоні від  $10 \text{ с}^{-1}$  до  $60 \text{ с}^{-1}$  в'язкість змінюється незначно, зростання значень напруги зрушення при цьому сповільнюється. Досягнувши швидкостей зрушення понад  $80 \text{ с}^{-1}$  відбувається стабілізація в'язкості, і при швидкості  $100 \text{ с}^{-1}$  набуваємо значення граничної напруги зрушення зразків.

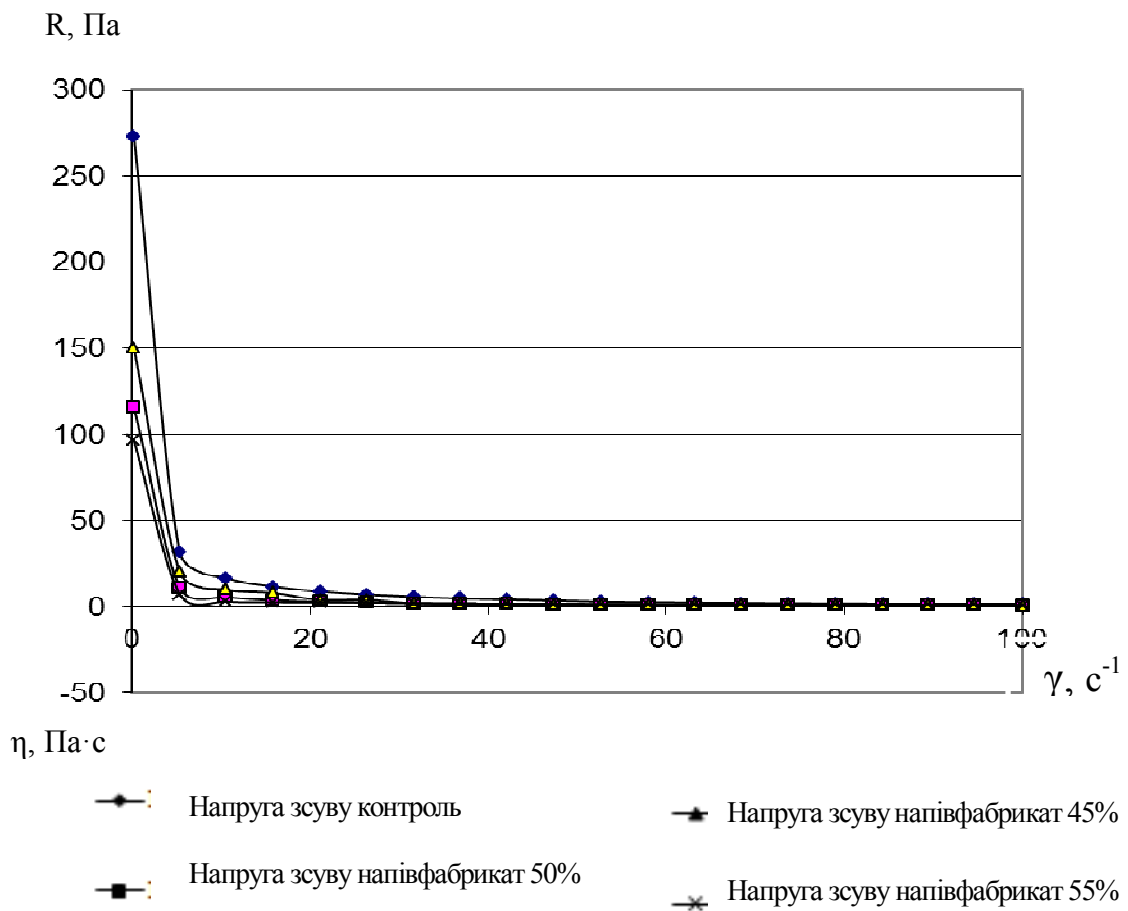


Рисунок 4.2 – Залежність ефективної в'язкості ( $\eta$ ) від швидкості зсуву ( $\gamma$ )

При напрузі нижче граничної напруги зрушення, що характеризує міцність структури, спостерігається повільна течія, при якій структура руйнується, але знов відновлюється, тобто спостерігається дуже малий рівноважний ступінь руйнування структури.

Результати експерименту свідчать, що створення готової продукції з використанням білково-вуглеводного напівфабрикату в кількості 45...55%

для самбуків та кремів й 60...70% для суфле та пудингів дозволяє отримати готову продукцію зі стабільними структурно-механічними властивостями.

## **4.2 Обґрунтування асортименту страв та технологій з використанням білково-вуглеводного напівфабрикату**

Як свідчать результати попередніх досліджень, доцільним є використання білково-вуглеводного напівфабрикату для самбуків та кремів в кількості 45...55%. Проте до їх рецептури входить 45...55% фруктового пюре від суми усіх компонентів.

Фруктові пюре в своєму складі містять пектинові речовини, що відіграють певну роль в утворенні піни. Тому постає необхідність вивчення комплексного впливу на ПУЗ повної рецептурної суміші самбуку та крему. На якість виробів також значно впливає швидкість збивання. Враховуючи дані попередніх досліджень, збивання проводили в діапазоні  $(100...400) \cdot 60 \text{с}^{-1}$  при постійній температурі протягом  $(7...10) \cdot 60 \text{с}$ .

Залежність збитості рецептурної суміші від швидкості збивання наведено на рис. 4.3.

Аналіз експериментальних даних свідчить про прямопропорційну залежить ПУЗ солодких страв на основі білково-вуглеводного напівфабрикату від швидкості збивання. Максимального значення ПУЗ виробу набувають при швидкості збивання  $180 \cdot 60 \text{с}^{-1}$  та надалі при збільшенні швидкості збивання (вище  $200 \cdot 60 \text{с}^{-1}$ ) мають рівномірний характер як для контролю, так і для досліджуємих зразків.

«Вплив швидкості збивання на ПУЗ суфле та пудингу не вивчали, враховуючи особливості їх технології, основні компоненти збиваються окремо, швидкість збивання яких досліджено в попередніх дослідженнях, або визначено з літературних даних» [142-153].

Стійкість піни не досліджували, тому що пінна структура одразу ж після утворення фіксується за допомогою ксантанової камеді. До того ж готові страви та виробі не підлягають тривалому зберіганню та реалізуються одразу після приготування.

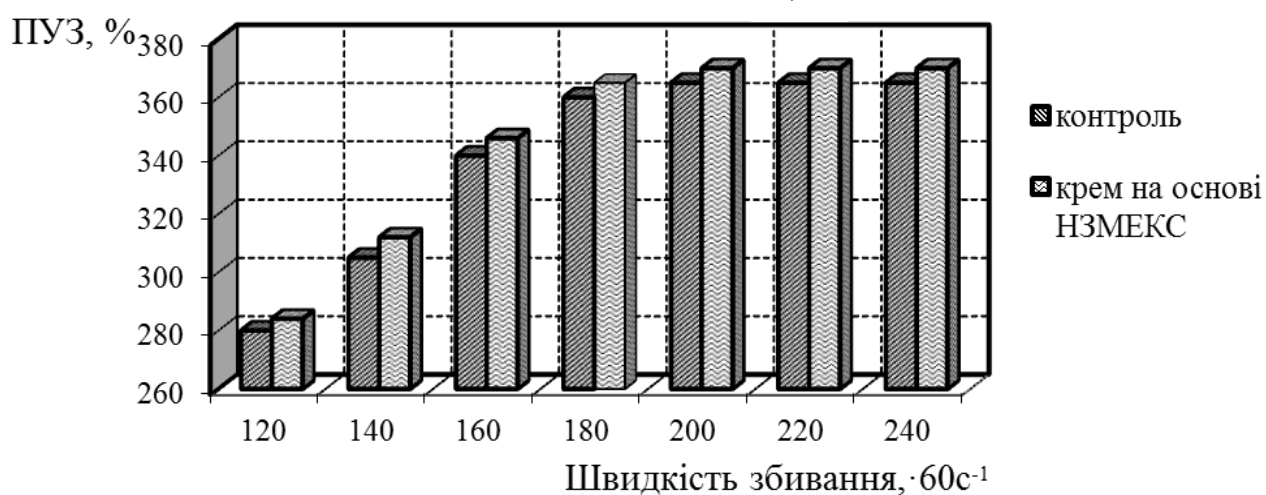
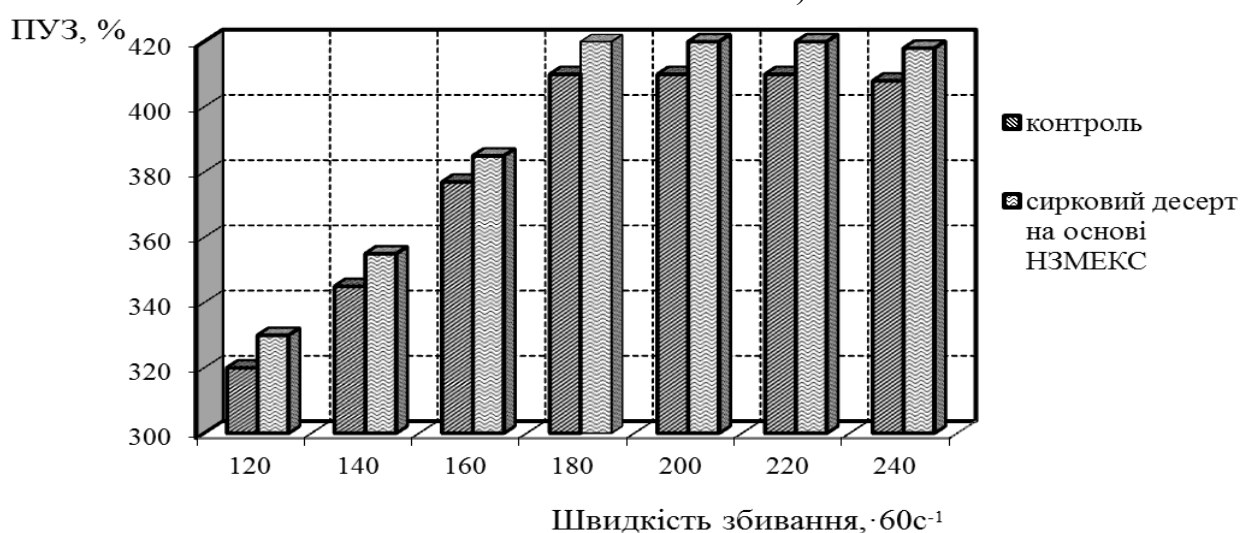
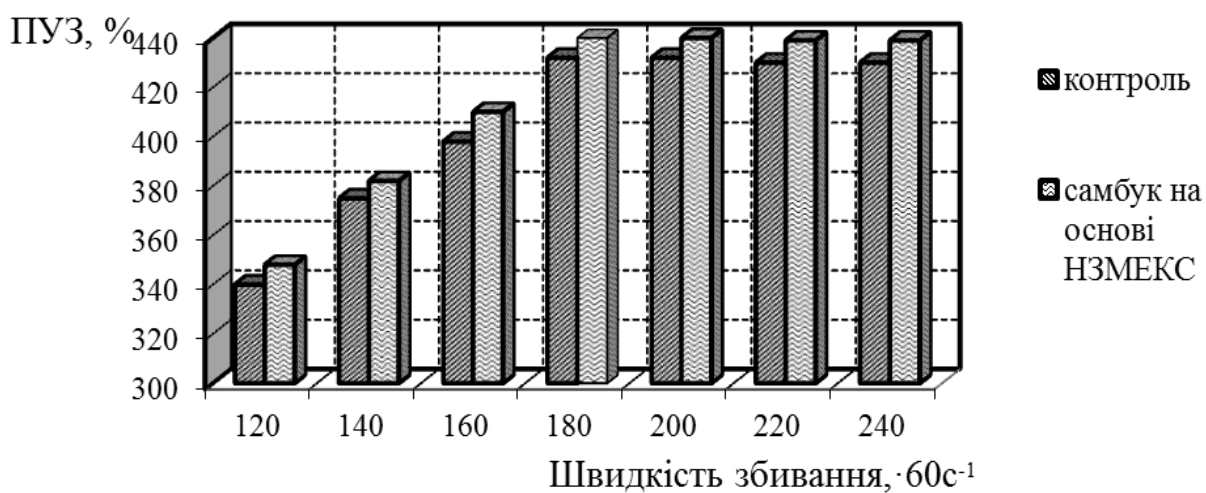


Рисунок 4.3 – Залежність піноутворювальної здатності десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки від швидкості збивання



Таким чином, можна зробити висновок, що для виробництва солодких десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки суміш відновленого напівфабрикату з основними інгредієнтами доцільно збивати протягом  $(7...10) \cdot 60\text{с}$  при швидкості  $(180...200) \cdot 60\text{с}^{-1}$ .

«Згідно з розробленою схемою з напрямків використання білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки, було проведено дослідження з розроблення асортименту виробів на основі напівфабрикату без теплової обробки – безалкогольних молочних напоїв, самбуків, кремів, та з тепловою обробкою – пудингів, суфле» [154].

Технологічний процес виробництва продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки здійснюється в наступній послідовності:

- відновлення напівфабрикату рідиною;
- перемішування суміші до одержання однорідної консистенції;
- витримка суміші до повного розчинення її компонентів;
- охолодження;
- додавання рецептурних компонентів;
- збивання отриманої суміші.

Для приготування самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату необхідно відновити напівфабрикат, підготувати фрукти, запекти яблука, охолодити їх та протерти до отримання пюре. Поєднати рецептурні компоненти з відновленим напівфабрикатом, збити отриману суміш. Масу розливають у форми та охолоджують.

Рецептурний склад самбуків, виготовлених на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки наведено в табл. 4.1, технологічна схема самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату наведено на рис. 4.4.

Таблиця 4.1 – Рецептури самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Інгредієнти      | Витрати сировини на 1000 г |       |             |       |             |       |
|------------------|----------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                  | «Ванільний»                |       | «Особливий» |       | «Фруктовий» |       |
|                  | брутто                     | нетто | брутто      | нетто | брутто      | нетто |
| Напівфабрикат    | 250                        | 250   | 110         | 110   | 120         | 120   |
| Сік фруктовий    | -                          | -     | -           | -     | 360         | 360   |
| Знежирене молоко | 750                        | 750   | 330         | 330   | -           | -     |
| Персик           | -                          | -     | -           | -     | 154         | 140   |
| Абрикос          | -                          | -     | -           | -     | 183         | 160   |
| Яблука           | -                          | -     | 795         | 700   | 361         | 320   |
| Ванілін          | 0,15                       | 0,15  | -           | -     | -           | -     |
| Вихід            | -                          | 1000  | -           | 1000  | -           | 1000  |

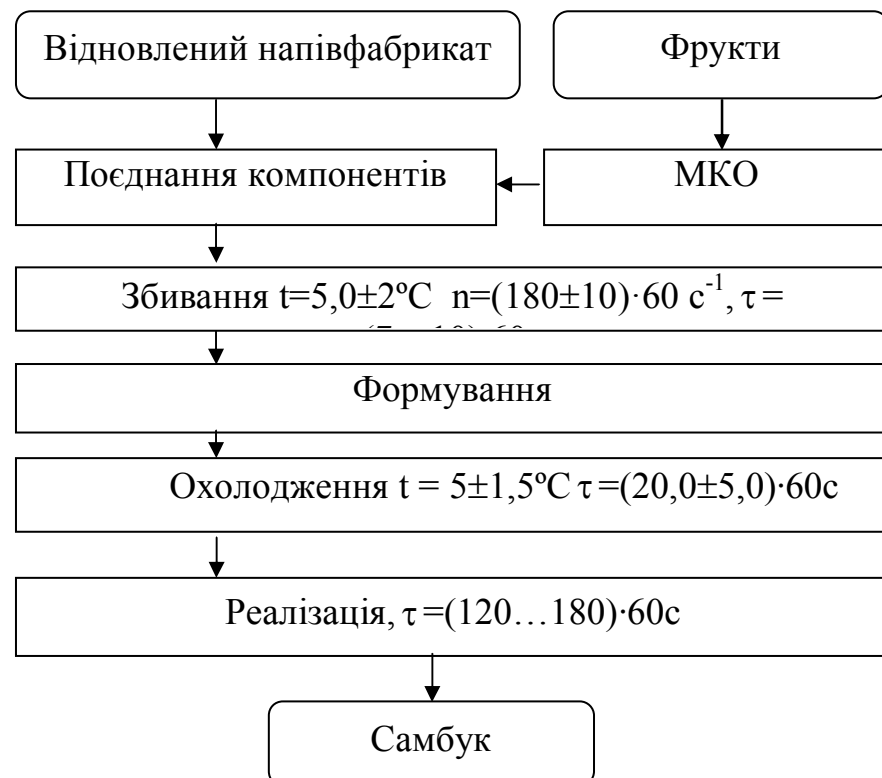


Рисунок 4.4 – Технологічна схема приготування самбуків із використанням білково-вуглеводного напівфабрикату

Таким чином, використання розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату дозволить вилучити з рецептури самбуків желатин, яєчний білок та цукор за рахунок вмісту в напівфабрикаті стабілізатору ксантанової камеді та екстракту кореня солодки.

Спосіб одержання кремів з використанням білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки складається з відновлення напівфабрикату; підготовки рецептурних компонентів – вершки збивають до утворення густої пишної піни, для шоколадного крему какао-порошок вводять до збитих вершків; їх поєднання з відновленим напівфабрикатом; збивання отриманої суміші. Готовий крем розливають у форми та охолоджують. Перед реалізацією крем викладають в десертну тарілку, прикрашають фруктовим соусом, або поливають кавовим сиропом.

Рецептурний склад кремів із використанням білково-вуглеводного напівфабрикату наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Рецептури кремів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Інгредієнти      | Витрати сировини на 1000 г |       |                |       |                        |       |
|------------------|----------------------------|-------|----------------|-------|------------------------|-------|
|                  | “Панна-котта<br>лайт”      |       | Крем “Живінка” |       | Бланманже<br>«Солодка» |       |
|                  | брутто                     | нетто | брутто         | нетто | брутто                 | нетто |
| Напівфабрикат    | 297                        | 297   | 255            | 255   | 300                    | 300   |
| Знежирене молоко | 594                        | 594   | 383            | 383   | 600                    | 600   |
| Вершки жирн. 35% | 79                         | 79    | 234            | 234   | -                      | -     |
| Фруктовий сік    | -                          | -     | 128            | 128   | -                      | -     |
| Мигдаль очищений | -                          | -     | -              | -     | 114                    | 100   |
| Соус фруктовий   | 30                         | 30    | -              | -     | -                      | -     |
| Ванілін          | -                          | -     | -              | -     | 0,02                   | 0,02  |
| Какао            | -                          | -     | -              | -     | 10                     | 10    |
| Мускатний горіх  | -                          | -     | -              | -     | 0,01                   | 0,01  |
| Вихід            | -                          | 1000  | -              | 1000  | -                      | 1000  |

На рис. 4.5 представлена технологічна схема кремів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки.

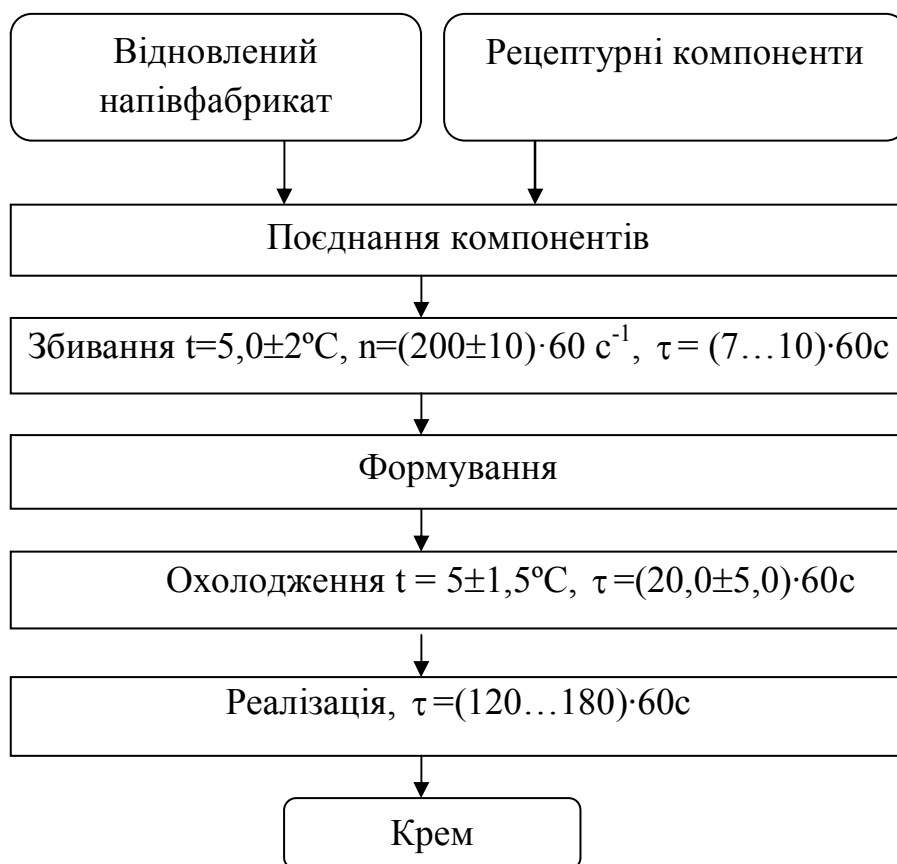


Рисунок 4.5 – Технологічна схема кремів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Використання білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки в технології приготування кремів дозволить повністю вилучити з рецептури цукор та яйця, що впливатиме на собівартість готової продукції.

Розроблений білково-вуглеводний напівфабрикат можна використати в якості основи для виробництва гарячих солодких страв (суфле).

Особливості технології виробництва та рецептурний склад суфле на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки наведено в табл. 4.3 та рис. 4.6.

Таблиця 4.3 – Рецептури суфле на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Інгредієнти                            | Витрати сировини на 1 порцію, г |       |                        |       |                    |       |
|----------------------------------------|---------------------------------|-------|------------------------|-------|--------------------|-------|
|                                        | Суфле<br>“Ніжність”             |       | “Фруктова<br>хмаринка” |       | Пудинг<br>сухарний |       |
|                                        | брутто                          | нетто | брутто                 | нетто | брутто             | нетто |
| Напівфабрикат                          | 70                              | 70    | 65                     | 65    | 40                 | 40    |
| Сік фруктовий                          | -                               | -     | 100                    | 100   | -                  | -     |
| Сухарі ванільні                        | -                               | -     | -                      | -     | 40                 | 40    |
| Знежирене молоко                       | 140                             | 140   | -                      | -     | 80                 | 80    |
| Яблука (абрикос,<br>малина, смородина) | -                               | -     | 112                    | 100   | -                  | -     |
| Мигдаль очищений                       | 30                              | 25    | -                      | -     | -                  | -     |
| Яйця                                   | 1<br>шт                         | 40    | 0,75<br>шт             | 30    | 0,25<br>шт         | 10    |
| Ванілін                                | 0,02                            | 0,02  | -                      | -     | -                  | -     |
| Родзинки                               | -                               | -     | -                      | -     | 10,2               | 10    |
| Цукати                                 | -                               | -     | -                      | -     | 10                 | 10    |
| Борошно в/с                            | 4                               | 4     | 44                     | 44    | -                  | -     |
| Масло вершкове                         | 4                               | 4     | 20                     | 20    | 5                  | 5     |
| Вихід                                  | -                               | 300   | -                      | 300   | -                  | 150   |

Технологія виготовлення суфле або пудингів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки включає наступні операції: відновлення напівфабрикату; підготовка рецептурних компонентів – збивають яєчні білки [22, 23], жовтки розтирають, додають борошно, ванілін (для суфле «Ніжність»), підготовлені яблука подрібнюють до утворення пюре (для суфле «Фруктова хмаринка»), сухарі ванільні заливають відновленим напівфабрикатом та залишають на 15 хвилин для набухання (для пудингу сухарного); поєднання рецептурних

компонентів; розлив у форми, що змащенні вершковим маслом, та випікання протягом 12...15 хвилин. Реалізують одразу після випічки, в тій же формі. Прикрашають цукровою пудрою.

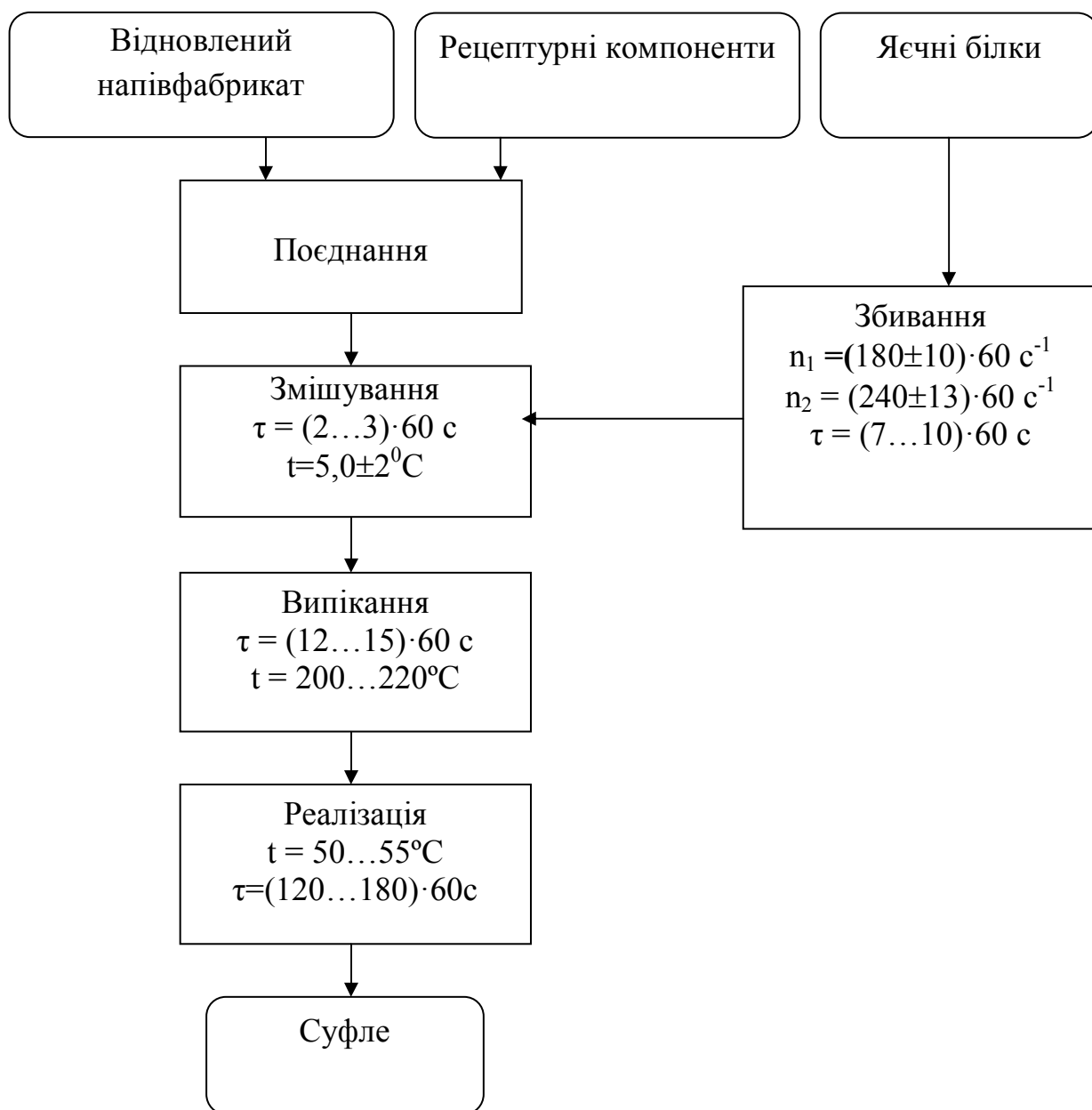


Рисунок 4.6 – Технологічна схема виробництва суфле на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Отже, одержані експериментальні дані підтверджують, що виготовлення суфле та пудингу на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки дозволить значно

скоротити технологічний процес. На відміну від стандартної рецептури, виготовлення за новою технологією не передбачає проварювання та загущення суміші та дозволяє вилучити цукор з рецептури.

При реалізації солодких страв без термічної обробки, вони повинні мати температуру 2...5° С. Під час подавання креми викладають у вазочки або інший спеціальний посуд по 75, 100 та 125 г на порцію. Суфле доцільно реалізовувати миттєво. «Креми зберігають при температурі 0...5° С протягом 2...3 годин, що сприяє збереженню їх органолептичних показників» [155-156].

«Для встановлення можливості розроблених десертних страв та виробів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки повноцінного забезпечення організму дорослої людини необхідними харчовими речовинами та енергією, було визначено їх хімічний склад та відповідність розробленої десертної продукції вимогам формули збалансованого харчування» [158,159].

Вміст основних харчових речовин десертної продукції на основі напівфабрикату та контрольного зразка представлені в табл. 4.4. Аналіз даних табл. 4.4 свідчить, що розроблена продукція на основі білково-вуглеводного напівфабрикату перевершує контрольні страви за вмістом білків, мінеральних речовин, в тому числі кальцію, фосфору та заліза, та вітамінів при незначному вмісті жиру. Для перевірки відповідності розробленої десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату вимогам формули збалансованого харчування була розроблена табл. 4.5.

Аналіз даних табл. 4.5 свідчить, що ступінь задоволення потреб в основних харчових речовинах згідно формули збалансованого харчування в розроблених виробих за більшістю показників знаходиться в межах 4,34...14,02% по білках, 0,07...8,47% по жирах, 4,11...12,19% по вуглеводах, 1,67...3,78% по мінеральних речовинах та 1,5...35,55% по вітамінах.

Таблиця 4.4 – Хімічний склад десертної продукції на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки (на 100 гр)

| Найменування страв та кулінарних виробів | Білки, г | Жири, г | Вуглеводи, г | Мінеральні речовини, мг |       |       |       | Вітаміни, мг |                |                |       |
|------------------------------------------|----------|---------|--------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------------|----------------|----------------|-------|
|                                          |          |         |              | Ca                      | Mg    | P     | Fe    | A            | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | PP    |
| Самбук ванільний                         | 8,82     | 0,19    | 19,83        | 94,84                   | 11,25 | 71,51 | 9,05  | 0,002        | 0,105          | 0,563          | 0,375 |
| Самбук «Особливий»                       | 4,37     | 0,09    | 15,7         | 50,7                    | 9,99  | 37,63 | 5,57  | 0,021        | 0,052          | 0,265          | 0,294 |
| Самбук фруктовий                         | 3,69     | 0,07    | 16,84        | 13,48                   | 8,7   | 13,98 | 5,8   | 0,334        | 0,05           | 0,22           | 0,624 |
| Самбук контроль                          | 3,46     | 1,02    | 34,53        | 35,16                   | 13,18 | 26,47 | 1,11  | сл           | 0,67           | 0,73           | 0,62  |
| Суфле «Ніжність»                         | 12,31    | 8,64    | 18,78        | 89,53                   | 32,88 | 99,48 | 8,73  | 0,002        | 0,575          | 0,711          | 0,775 |
| Суфле «Фруктова хмаринка»                | 9,05     | 7,23    | 32,7         | 13,35                   | 7,92  | 23,32 | 9,26  | 0,034        | 0,032          | 0,08           | 0,59  |
| Пудинг сухарний                          | 11,92    | 6,59    | 46,56        | 86,74                   | 19,51 | 88,97 | 0,53  | 0,024        | 0,182          | 0,641          | 0,636 |
| Суфле контроль                           | 3,05     | 1,04    | 51,14        | 36,45                   | 9,67  | 26,37 | 1,88  | сл           | 0,14           | 0,08           | 0,93  |
| Панна-котта лайт                         | 10,36    | 3,36    | 23,85        | 83,99                   | 13,38 | 75,05 | 11,13 | 0,013        | 0,118          | 0,645          | 0,457 |
| Крем «Живінка»                           | 8,4      | 8,36    | 20,25        | 73,46                   | 10,72 | 54,06 | 9,24  | 0,045        | 0,104          | 0,54           | 0,376 |
| Бланманже «Солодка»                      | 11,54    | 5,58    | 24,12        | 103,3                   | 32,4  | 104,6 | 11,24 | 0,003        | 0,139          | 0,695          | 0,817 |
| Крем контроль                            | 3,83     | 8,46    | 20,57        | 73,61                   | 11,04 | 35,57 | 1,32  | сл           | 0,05           | 0,03           | 0,24  |



Таблиця 4.5 – Відповідність розробленої десертної продукції основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки вимогам формули збалансованого харчування [24]

| Найменування страв та кулінарних виробів | % до вимог формули збалансованого харчування |         |                 |                         |      |       |       |                |                |      |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------|------|-------|-------|----------------|----------------|------|
|                                          | Білки,<br>г                                  | Жири, г | Вуглеводи,<br>г | Мінеральні речовини, мг |      |       |       | Вітаміни, мг   |                |      |
|                                          |                                              |         |                 | Ca                      | Mg   | P     | Fe    | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | PP   |
| Добова потреба в харчових                | 85                                           | 102     | 382             | 800                     | 400  | 1200  | 14    | 1,7            | 2,0            | 19   |
| Самбук ванільний                         | 10,38                                        | 0,19    | 5,19            | 11,86                   | 2,81 | 0,75  | 64,64 | 6,18           | 28,15          | 1,97 |
| Самбук «Особливий»                       | 5,14                                         | 0,09    | 4,11            | 6,34                    | 2,5  | 0,46  | 39,79 | 3,06           | 13,25          | 1,55 |
| Самбук фруктовий                         | 4,34                                         | 0,07    | 4,41            | 1,69                    | 2,17 | 0,48  | 41,43 | 2,94           | 11             | 3,28 |
| Самбук контроль                          | 4,07                                         | 1       | 9,04            | 4,39                    | 3,3  | 0,09  | 7,92  | 39,41          | 36,5           | 3,26 |
| Суфле «Ніжність»                         | 14,48                                        | 8,47    | 4,92            | 11,19                   | 8,22 | 0,73  | 62,36 | 33,82          | 35,55          | 4,08 |
| Суфле «Фруктова хмаринка»                | 10,65                                        | 7,09    | 8,56            | 1,67                    | 1,98 | 0,77  | 66,14 | 1,88           | 4              | 3,11 |
| Пудинг сухарний                          | 14,02                                        | 6,46    | 12,19           | 10,84                   | 4,88 | 43,77 | 3,78  | 10,71          | 32,05          | 3,35 |
| Суфле контроль                           | 3,59                                         | 1,02    | 13,39           | 4,56                    | 2,42 | 0,16  | 13,43 | 8,24           | 4              | 4,89 |
| Панна-котта                              | 12,19                                        | 3,29    | 6,24            | 10,5                    | 3,35 | 0,93  | 79,5  | 6,94           | 32,25          | 2,41 |
| Крем «Живінка»                           | 9,88                                         | 8,20    | 5,3             | 9,18                    | 2,68 | 0,77  | 66    | 6,12           | 27             | 1,98 |
| Бланманже «Солодка»                      | 13,58                                        | 5,47    | 6,31            | 12,91                   | 8,1  | 0,94  | 80,29 | 8,18           | 34,75          | 4,3  |
| Крем контроль                            | 4,51                                         | 8,29    | 5,38            | 9,20                    | 2,76 | 0,11  | 9,43  | 2,94           | 1,5            | 1,26 |

Як і передбачалося, спостерігається особливо великий ступінь задоволення розробленою продукцією потреб організму в білках. Це характеризує розроблені страви як джерело повноцінного білка та вітамінів.

Для визначення якості страв та виробів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки було проведено дослідження їх перетравлюваності, а саме придатності білків до атаки комплексом протеолітичних ферментів; пепсином і трипсином. Результати дослідження надані в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Ступінь перетравлення страв на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки (in vitro)

| Найменування страви       | Кількість розчинних продуктів гідролізу білка, мг тирозину на 1 г білку |         |        |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
|                           | Пепсин                                                                  | Трипсин | Всього |
| Самбук ванільний          | 134,0                                                                   | 13,3    | 147,3  |
| Самбук «Особливий»        | 114,2                                                                   | 29,1    | 143,3  |
| Самбук фруктовий          | 116,8                                                                   | 22,3    | 139,1  |
| Самбук контроль           | 96,0                                                                    | 26,4    | 122,4  |
| Суфле «Ніжність»          | 91,2                                                                    | 32,8    | 124,0  |
| Суфле «Фруктова хмаринка» | 90,4                                                                    | 24,8    | 115,2  |
| Пудинг сухарний           | 88,0                                                                    | 23,8    | 111,8  |
| Суфле контроль            | 86,7                                                                    | 32,8    | 119,5  |
| Панна-котта лайт          | 79,0                                                                    | 27,2    | 106,2  |
| Крем «Живінка»            | 76,8                                                                    | 33,1    | 109,9  |
| Бланманже «Солодка»       | 78,3                                                                    | 34,3    | 112,6  |
| Крем контроль             | 69,4                                                                    | 33,4    | 102,8  |

Аналіз даних таблиці свідчить, що ступінь перетравлення страв та виробів на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату перевищує контрольні зразки на 13...20% - для самбуків, 3% - для суфле та

3...9% - для кремів. Таким чином, перетравлення білку розроблених страв визначається високим рівнем біологічної цінності.

### 4.3 Розроблення комплексного показника якості виробів на основі білково-вуглеводного напівфабрикату

Якість продуктів харчування охоплює їх різні споживчі переваги, що обумовлюють харчову цінність, енергетичну цінність, біологічну повноцінність складу, засвоюваність, харчову нешкідливість, ціну і ефективність споживання.

На якість впливають різні чинники на всіх основних стадіях життєвого циклу продукції.

Було розроблено ієрархічну структуру властивостей солодких страв на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солоки, що необхідні для достовірної оцінки їх якості (рис. 4.7). «Основними доцільно виділити групи властивостей функціонального призначення (властивості продукції як продукту), специфічні (органолептичні) властивості та властивості надійності (мікробіологічні)» [160-163].

Показники функціонального призначення визначаються:

- харчовою цінністю (A):  $PA_1$  – вміст білків,  $PA_2$  – вміст жирів,  $PA_3$  – вміст вуглеводів,  $PA_4$  – вміст вітамінів,  $PA_5$  – вміст мінеральних речовин;
- біологічною цінністю (B):  $PB_1$  – ступінь перетравлення протеїназами шлунково-кишкового тракту (пепсин, трипсин),  $PB_2$  – збалансованість білків (відповідно до вимог ФАО/ВООЗ);
- структурно-механічними властивостями (C):  $PC_1$  – піноутворювальна здатність,  $PC_2$  – стійкість піни;

Специфічні показники визначаються :

- органолептичними властивостями (D):  $PD_1$  – зовнішній вигляд,  $PD_2$  – колір,  $PD_3$  – запах,  $PD_4$  – смак,  $PD_5$  – консистенція;

Показниками надійності:

– мікробіологічні показники (Е):  $PE_1$  – загальна мікробна обсіюваність, зокрема КМАФАМ,  $PE_2$  – БГКП,  $PE_3$  – патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели,  $PE_4$  – плісняві гриби,  $PE_5$  – *Staph. aureus*.



Рисунок 4.7 – Ієрархічна структура властивостей десертної продукції на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

Органолептична оцінка готової продукції на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату надана в табл. 4.7, характеристика органолептичних показників десертної продукції – в табл. 4.8.

Таблиця 4.7 – Органолептична оцінка готової продукції на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Показник                                | Коефі-<br>цієнт<br>вагомості | Коефіцієнт<br>вагомості<br>характе-<br>ристики<br>показника | Характеристика<br>показника | Зразки / Оцінка в балах |                    |                  |                  |                  |                  |                              |                  |                 |                  |                |                     |
|-----------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|---------------------|
|                                         |                              |                                                             |                             | Самбук (контроль)       | Самбук «Особливий» | Самбук фруктовий | Самбук ванільний | Суфле (контроль) | Суфле «Ніжність» | Суфле «Фруктова<br>хмаринка» | Пудинг сухарний» | Крем (контроль) | Панна-котта лайт | Крем «Живінка» | Бланманже «Солодка» |
| Зовнішній<br>вигляд                     | 0,25                         | 0,5                                                         | Однорідність                | 5,0                     | 4,97               | 4,95             | 5,00             | 4,85             | 4,85             | 4,88                         | 4,90             | 5,0             | 5,00             | 5,00           | 5,00                |
|                                         |                              | 0,5                                                         | Пористість                  | 5,0                     | 5,00               | 5,00             | 5,00             | 4,95             | 4,90             | 4,95                         | 4,95             | 4,0             | 5,00             | 5,00           | 5,00                |
| Загальна оцінка за дескрипторами        |                              |                                                             |                             | 5,0                     | 4,99               | 4,98             | 5,00             | 4,90             | 4,88             | 4,92                         | 4,93             | 4,5             | 5,00             | 5,00           | 5,00                |
| Загальна оцінка за показником           |                              |                                                             |                             | 1,25                    | 1,25               | 1,24             | 1,25             | 1,22             | 1,22             | 1,23                         | 1,23             | 1,1             | 1,25             | 1,25           | 1,25                |
| Колір                                   | 0,1                          | 0,4                                                         | Рівномірність               | 4,95                    | 4,95               | 5,00             | 4,95             | 4,90             | 4,95             | 4,95                         | 4,95             | 5,0             | 4,95             | 5,00           | 5,00                |
|                                         |                              | 0,2                                                         | Інтенсивність               | 4,0                     | 4,50               | 4,85             | 4,50             | 4,00             | 4,00             | 4,65                         | 4,50             | 4,8             | 4,95             | 4,85           | 4,85                |
|                                         |                              | 0,4                                                         | Натуральність               | 4,8                     | 4,80               | 4,90             | 4,70             | 3,90             | 4,20             | 4,20                         | 4,30             | 4,6             | 4,70             | 4,70           | 4,70                |
| Загальна оцінка характеристик показника |                              |                                                             |                             | 4,7                     | 4,8                | 4,93             | 4,76             | 4,32             | 4,46             | 4,59                         | 4,6              | 4,8             | 4,85             | 4,85           | 4,85                |

Продовження табл. 4.7

|                                         |      |     |                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------|------|-----|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Загальна оцінка показника               |      |     |                 | 0,47 | 0,48 | 0,49 | 0,48 | 0,43 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | 0,49 |
| Консисте<br>нція                        | 0,3  | 0,3 | Однорідність    | 4,80 | 4,80 | 5,00 | 4,80 | 4,65 | 4,65 | 4,70 | 4,65 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,90 |
|                                         |      | 0,5 | Збитість        | 4,90 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,95 | 5,00 | 4,95 | 4,95 | 4,98 | 5,00 | 4,98 | 4,95 |
|                                         |      | 0,2 | Ніжність        | 4,90 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,95 | 4,95 | 5,00 | 4,95 | 4,95 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| Загальна оцінка характеристик показника |      |     |                 | 4,87 | 4,94 | 5,00 | 4,94 | 4,86 | 4,89 | 4,89 | 4,86 | 4,98 | 5,00 | 4,99 | 4,95 |
| Загальна оцінка показника               |      |     |                 | 1,46 | 1,48 | 1,5  | 1,48 | 1,46 | 1,47 | 1,47 | 1,46 | 1,49 | 1,5  | 1,5  | 1,49 |
| Запах                                   | 0,1  | 0,4 | Виразність      | 3,90 | 3,95 | 4,90 | 4,65 | 3,90 | 4,00 | 4,80 | 4,00 | 4,20 | 4,50 | 4,20 | 4,60 |
|                                         |      | 0,2 | Інтенсивність   | 4,00 | 3,95 | 4,00 | 4,00 | 3,85 | 3,85 | 4,00 | 3,95 | 4,00 | 4,20 | 4,20 | 4,20 |
|                                         |      | 0,4 | Чистота         | 3,95 | 3,90 | 4,00 | 4,10 | 4,10 | 3,90 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,20 | 4,20 | 4,00 |
| Загальна оцінка характеристик показника |      |     |                 | 3,94 | 3,93 | 4,36 | 4,30 | 3,97 | 3,93 | 4,32 | 3,99 | 4,08 | 4,32 | 4,20 | 4,28 |
| Загальна оцінка показника               |      |     |                 | 0,39 | 0,39 | 0,44 | 0,43 | 0,40 | 0,39 | 0,43 | 0,40 | 0,41 | 0,43 | 0,42 | 0,43 |
| Смак                                    | 0,25 | 0,2 | Виразність      | 3,90 | 3,95 | 4,50 | 3,95 | 4,50 | 4,65 | 4,80 | 4,50 | 4,35 | 4,65 | 4,80 | 4,70 |
|                                         |      | 0,2 | Збалансованість | 3,90 | 4,20 | 4,00 | 4,00 | 4,30 | 4,55 | 4,75 | 4,30 | 4,00 | 4,00 | 4,65 | 4,30 |
|                                         |      | 0,3 | Чистота         | 4,00 | 3,90 | 3,95 | 4,00 | 4,30 | 4,00 | 4,20 | 4,00 | 4,25 | 4,30 | 4,30 | 4,30 |
|                                         |      | 0,3 | Натуральність   | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,30 | 4,00 | 4,15 | 4,50 | 4,15 | 4,20 | 4,25 | 4,85 | 4,50 |
| Загальна оцінка характеристик показника |      |     |                 | 4,11 | 4,15 | 4,24 | 4,08 | 4,25 | 4,29 | 4,52 | 4,21 | 4,21 | 4,30 | 4,64 | 4,44 |
| Загальна оцінка показника               |      |     |                 | 1,03 | 1,04 | 1,06 | 1,02 | 1,06 | 1,07 | 1,13 | 1,05 | 1,05 | 1,08 | 1,16 | 1,11 |
| Загальна оцінка готових страв           |      |     |                 | 4,60 | 4,64 | 4,73 | 4,66 | 4,58 | 4,60 | 4,72 | 4,60 | 4,56 | 4,75 | 4,82 | 4,77 |

Таблиця 4.8 – Характеристика органолептичних показників десертної продукції на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

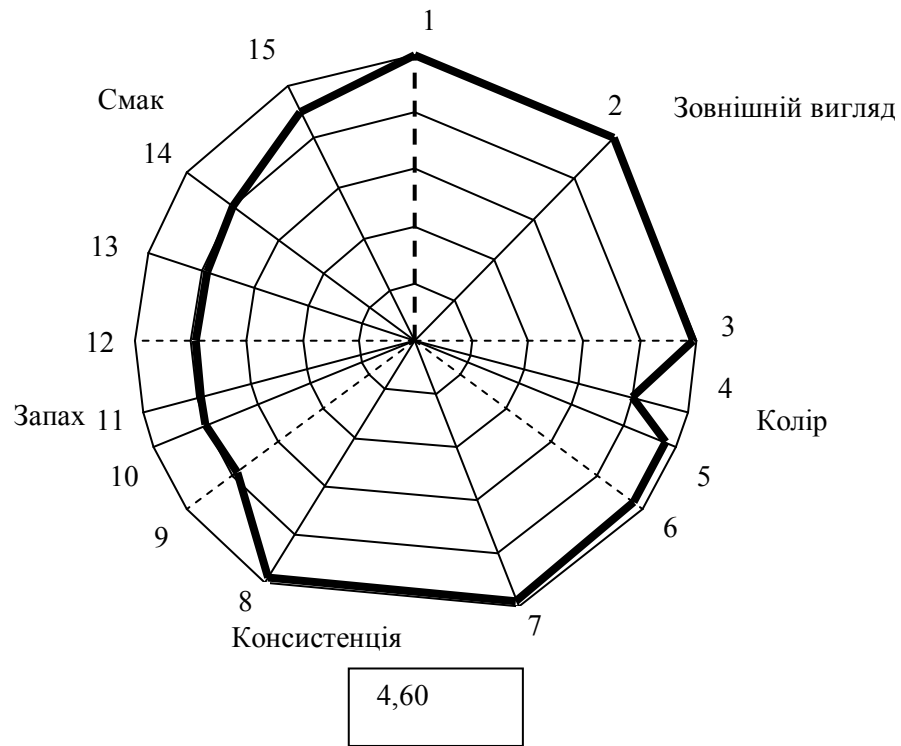
| Показники        | Самбук                                                                                                                  | Суфле                                           | Крем                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Пишна маса з оксамитовою поверхнею                                                                                      | Поверхня глянцева, без істотних тріщин і здуття | Драгледоподібна пружна пориста маса, без грудочок    |
| Колір            | Відповідає даному виду виробу. Допускаються незначні вкраплення часточок фруктів, без сторонніх домішок                 |                                                 |                                                      |
| Смак та запах    | Чисті, ярко виражені, характерні для даного виду страви та сировини, що в ній використовується, без сторонніх присмаків |                                                 |                                                      |
| Консистенція     | Піноподібна, пориста, однорідна по всій масі, нетекуча, стійка                                                          | Пориста, однорідна по всій масі, нетекуча       | Кремоподібна, ніжна, однорідна по всій масі продукту |

Загальна оцінка самбуків „Особливого”, фруктового та ванільного складає 4,64, 4,73, 4,66 відповідно, порівняно з контролем, загальна оцінка якого – 4,60 балів. Тобто, самбуки, що виготовлені на основі розробленого напівфабрикату перевищують контроль на 1...3%.

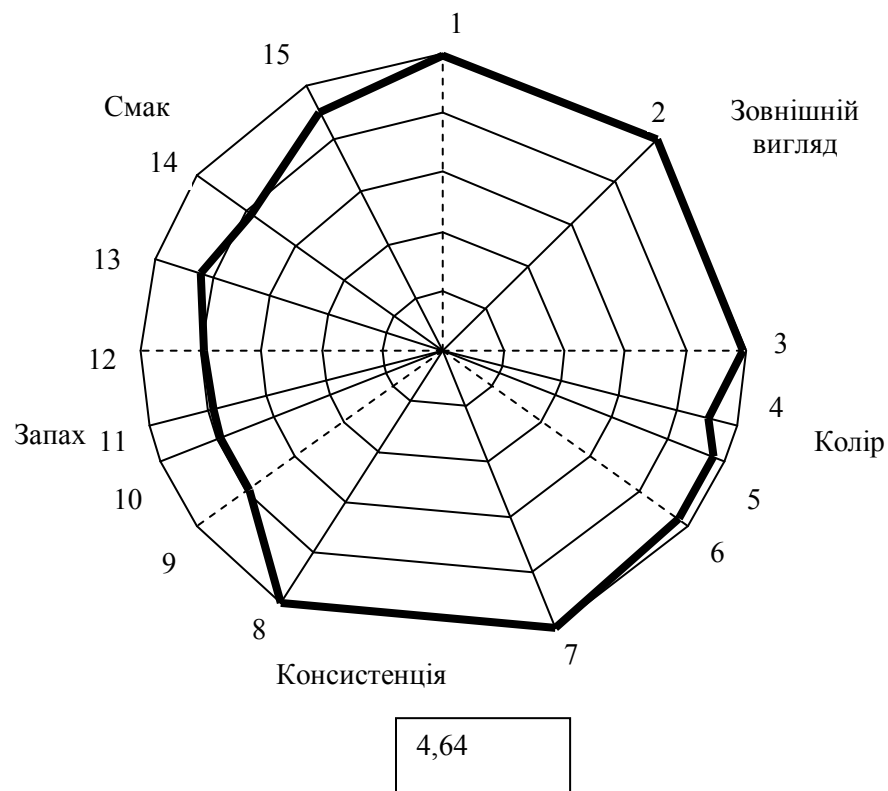
Оцінка суфле «Ніжність», «Фруктова хмаринка», пудингу сухарного – 4,60, 4,72, 4,60, що на 0,5...3% перевищує контроль (4,58).

Загальна оцінка панна-котта лайт, крему «Живінка» та бланманже складає 4,75, 4,82, 4,77 відповідно, перевищують оцінку контрольного зразка (4,56) на 4...6%.



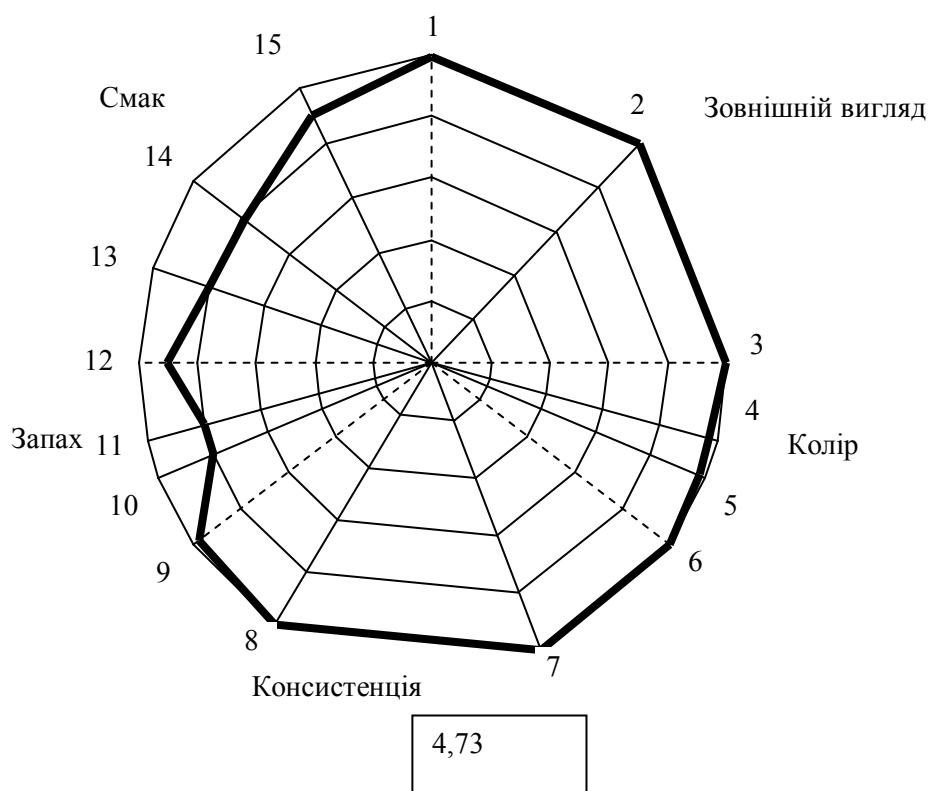


а)

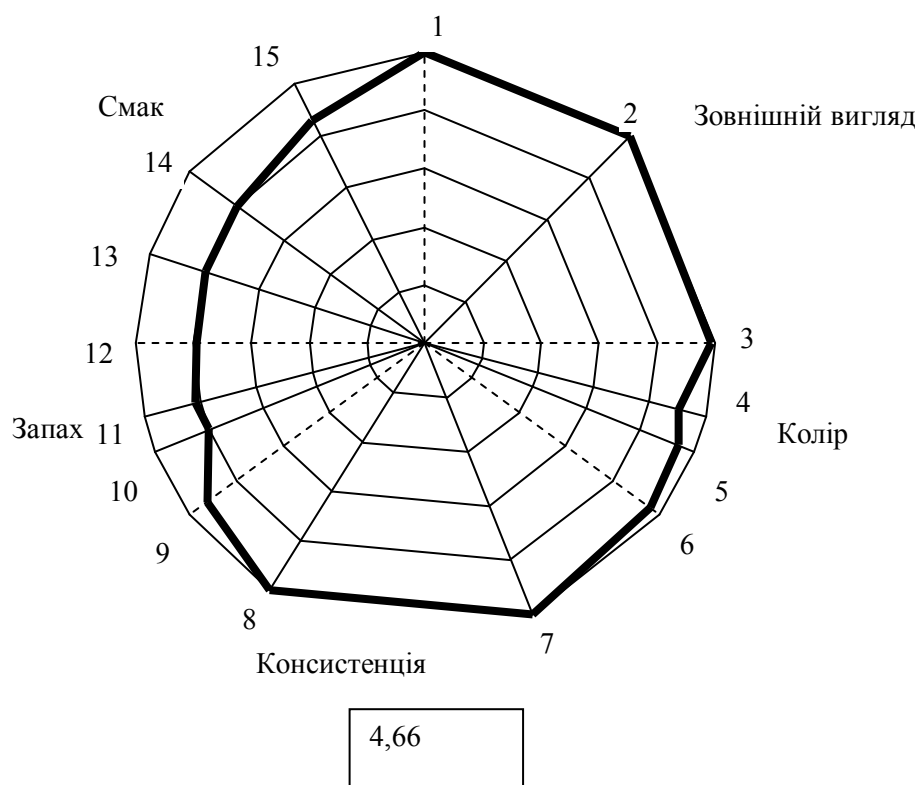


б)

Рисунок 4.8 – Органолептичні профілі самбуків: а – самбук (контроль);  
б- самбук «Особливий»

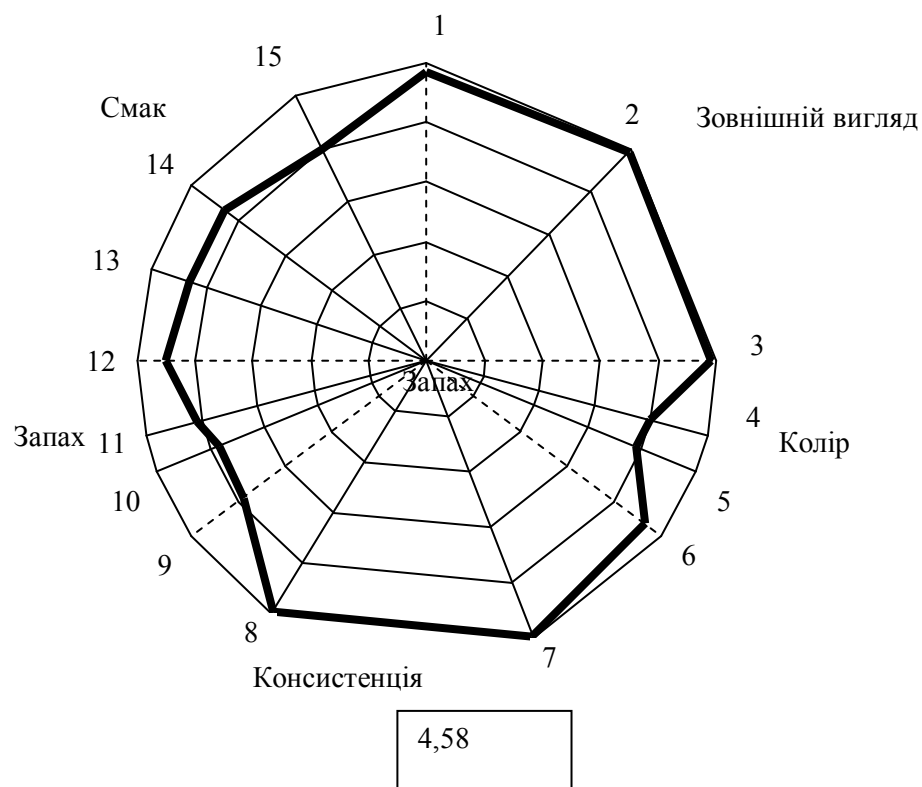


а)

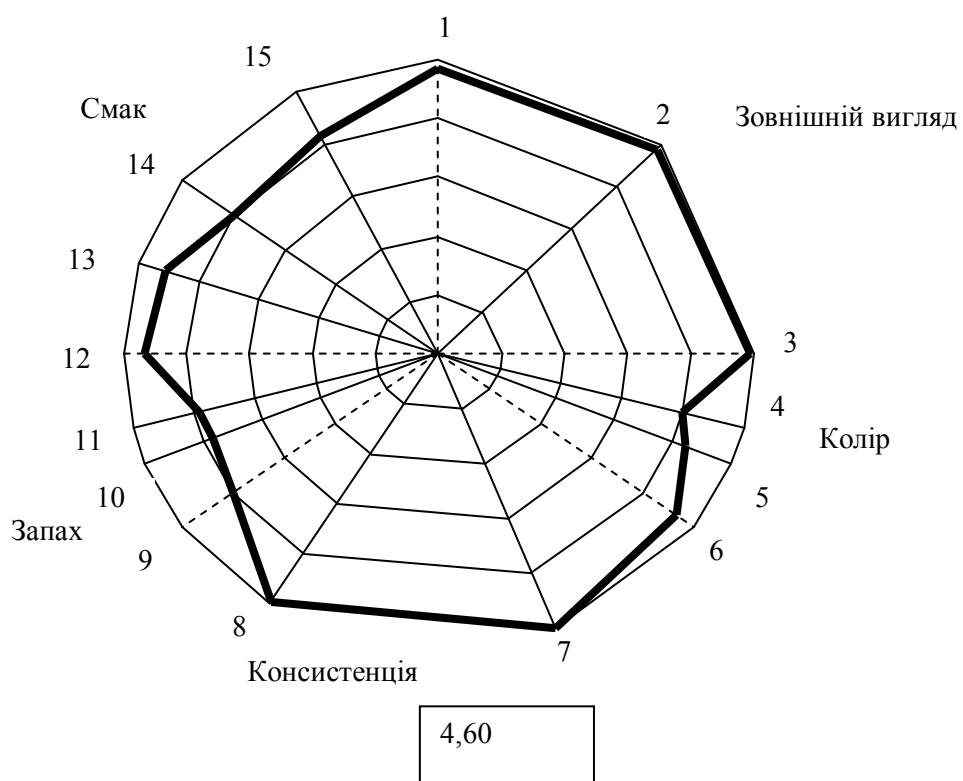


б)

Рисунок 4.9 – Органолептичні профілі самбуків: а - самбук фруктовый;  
б - самбук ванильный

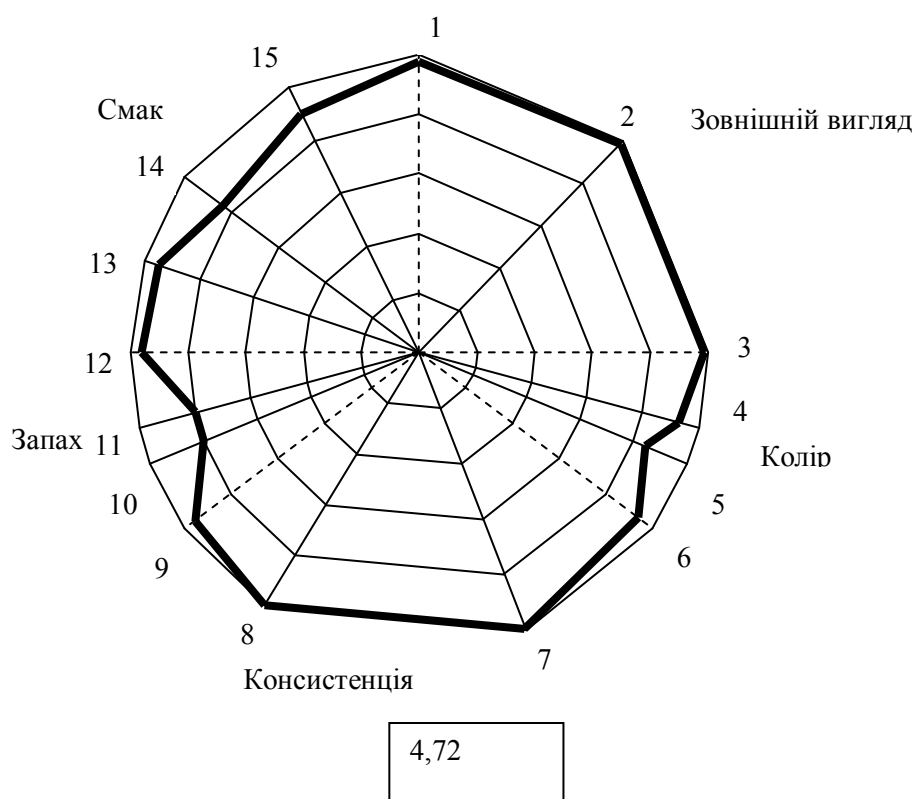


а)

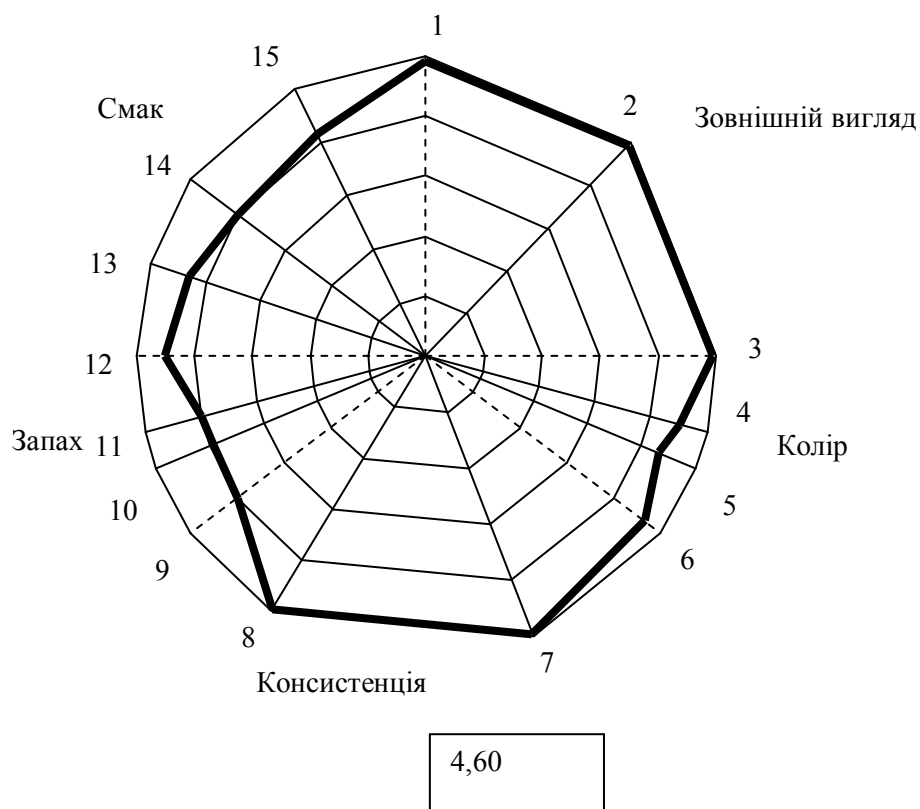


б)

Рисунок 4.10 – Органолептичні профілі суфле: а – суфле (контроль);  
б- суфле «Ніжність»



а)



б)

Рисунок 4.11 – Органолептичні профілі суфле: а - суфле «Фруктова хмаринка»; б - пудинг сухарний

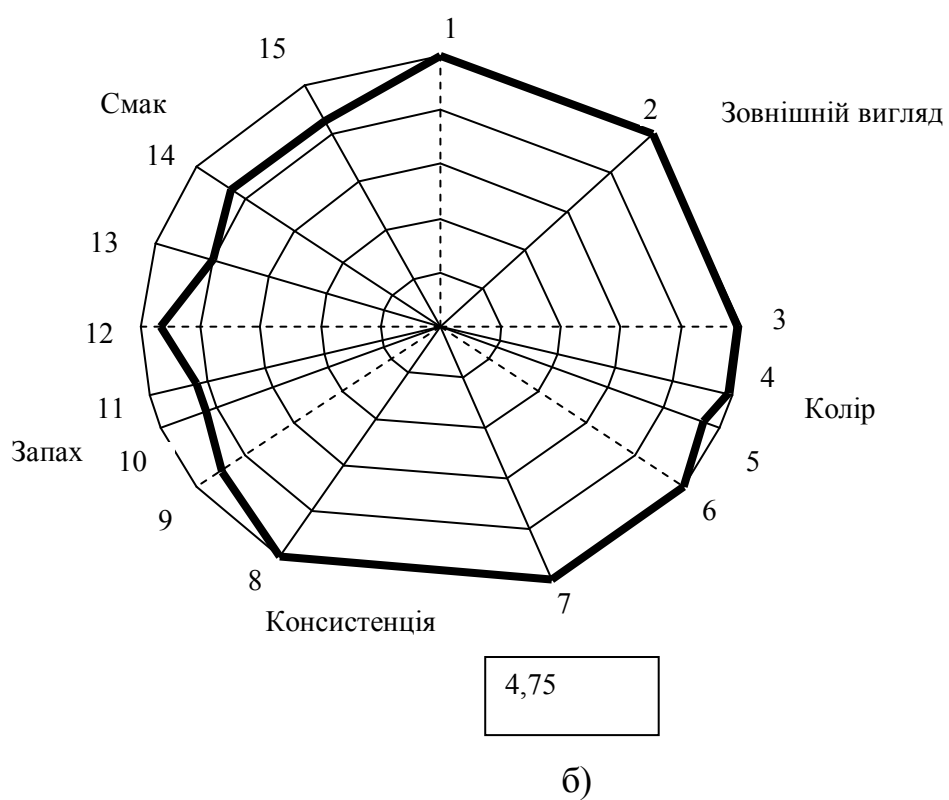
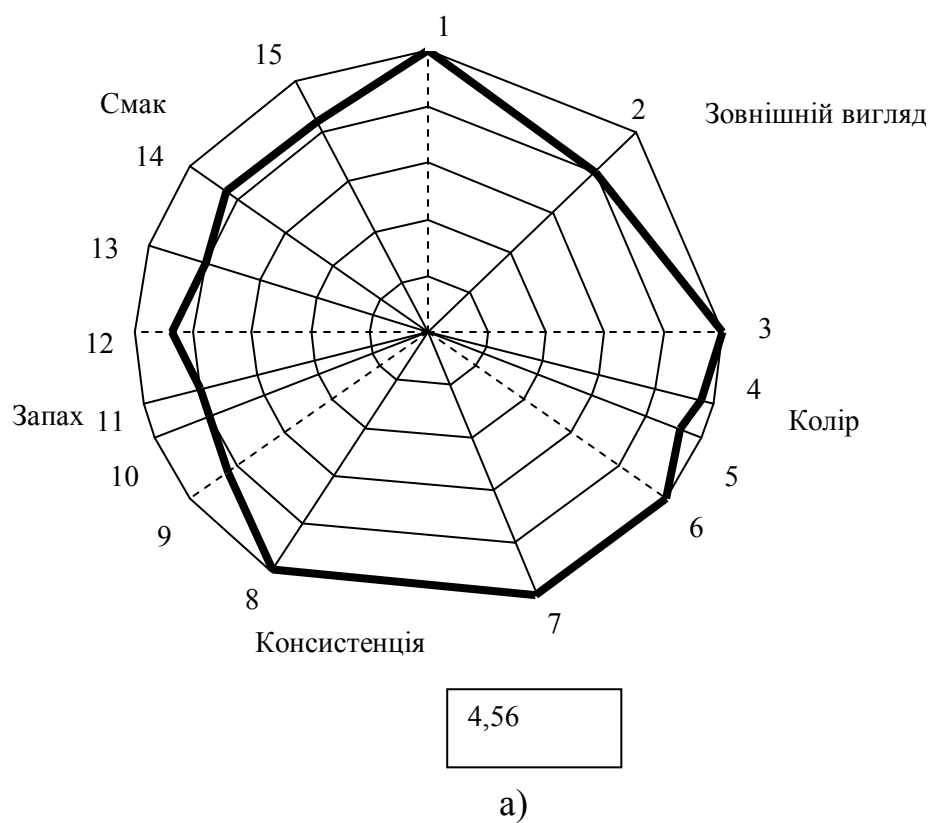
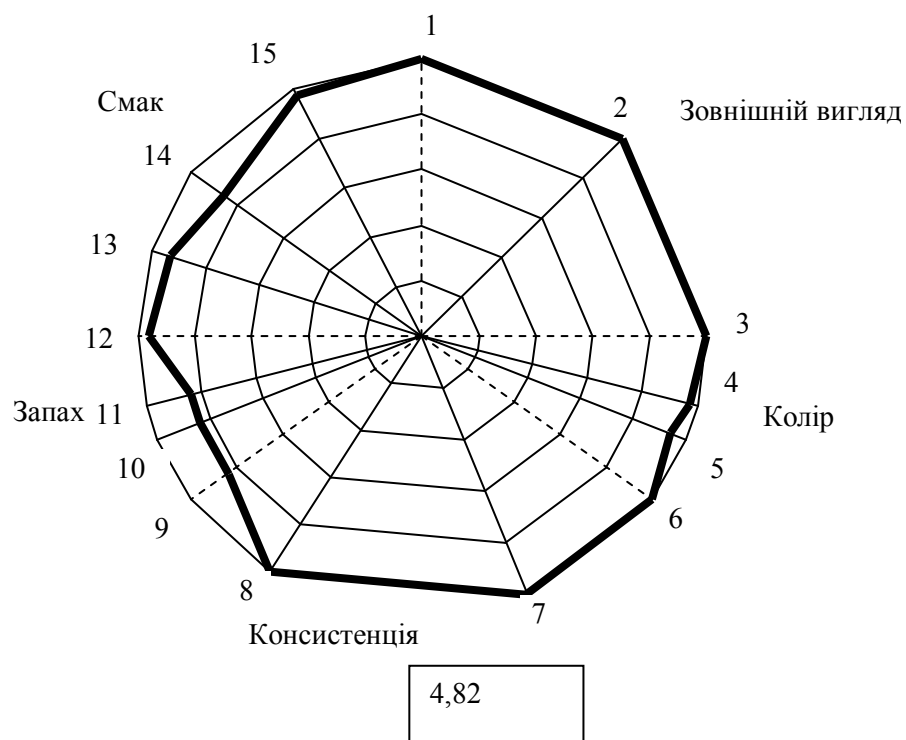
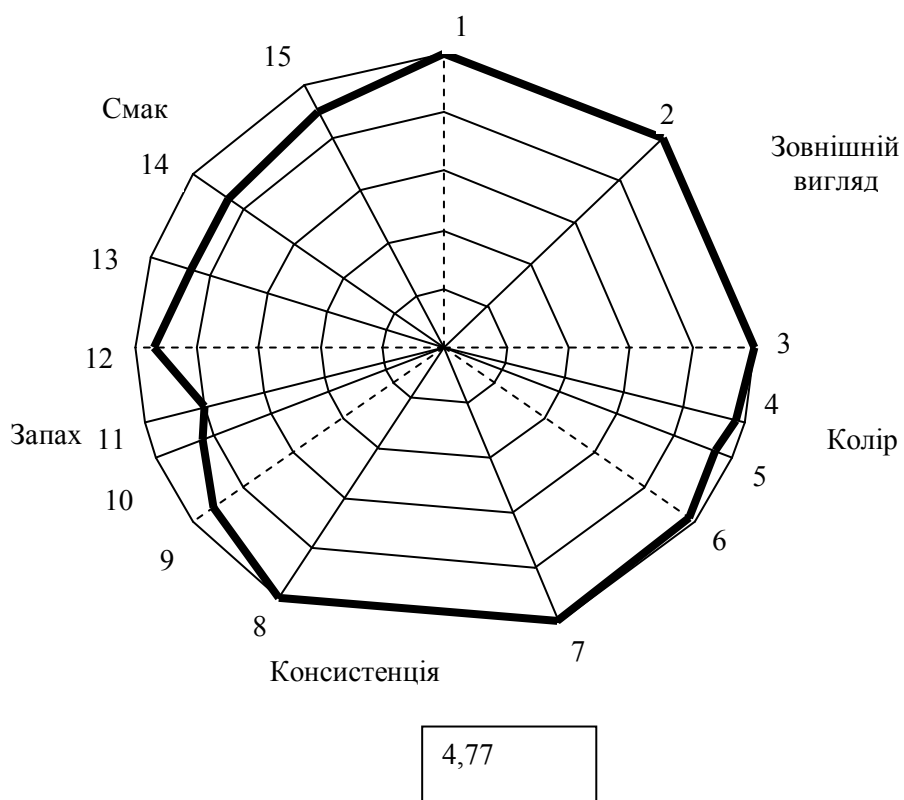


Рисунок 4.12 – Органолептичні профілі кремів: а – крем (контроль);  
б – панна-котта лайт



а)



б)

Рисунок 4.13 –Органолептичні профілі кремів: а – крем «Живінка»;  
б – бланманже «Солодка»

Обчислення оцінок якості  $K_i$  окремих властивостей визначали з використанням графіку функції бажаності Харрінгтона для властивостей груп А, В, С, D, Е на прикладі самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. Отримані результати розрахунків приведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Визначення відносних показників якості самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Одиниці виміру | Кількісні показники якості |                   |                    |                   |                   | Відносні показники якості |                  |                    |                  |          |
|----------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|--------------------|------------------|----------|
|                | Шифр                       | Самбук ванільний  | Самбук «Особливий» | Самбук фруктовий  | Контроль          | Шифр                      | Самбук ванільний | Самбук «Особливий» | Самбук фруктовий | Контроль |
| %              | РА <sub>1</sub>            | 8,82              | 4,37               | 3,69              | 3,46              | КА <sub>1</sub>           | 0,994            | 0,658              | 0,544            | 0,506    |
| %              | РА <sub>2</sub>            | 0,19              | 0,09               | 0,07              | 1,02              | КА <sub>2</sub>           | 0,396            | 0,822              | 0,876            | 0,056    |
| %              | РА <sub>3</sub>            | 19,83             | 15,7               | 16,84             | 34,53             | КА <sub>3</sub>           | 0,948            | 0,994              | 0,990            | 0,412    |
| %              | РА <sub>4</sub>            | 0,011             | 0,01               | 0,012             | 0,02              | КА <sub>4</sub>           | 0,233            | 0,230              | 0,234            | 0,394    |
| %              | РА <sub>5</sub>            | 1,87              | 1,04               | 0,42              | 0,76              | КА <sub>5</sub>           | 0,996            | 0,788              | 0,412            | 0,614    |
| (мг/екв%)      | РВ <sub>1</sub>            | 147,3             | 139,1              | 143,3             | 92,4              | КВ <sub>1</sub>           | 0,998            | 0,976              | 0,982            | 0,396    |
| г              | РВ <sub>2</sub>            | 10,38             | 5,14               | 4,34              | 4,07              | КВ <sub>2</sub>           | 0,997            | 0,568              | 0,398            | 0,452    |
| %              | РС <sub>1</sub>            | 320               | 280                | 300               | 240               | КС <sub>1</sub>           | 0,976            | 0,904              | 0,948            | 0,741    |
| %              | РС <sub>2</sub>            | 94                | 96                 | 98                | 94                | КС <sub>2</sub>           | 0,752            | 0,914              | 0,974            | 0,752    |
| ум.од          | РD <sub>1</sub>            | 48                | 49                 | 49                | 48                | КD <sub>1</sub>           | 0,982            | 0,993              | 0,993            | 0,982    |
| ум.од          | РD <sub>2</sub>            | 47                | 46                 | 47                | 45                | КD <sub>2</sub>           | 0,967            | 0,947              | 0,967            | 0,921    |
| ум.од          | РD <sub>3</sub>            | 48                | 49                 | 49                | 47                | КD <sub>3</sub>           | 0,982            | 0,993              | 0,993            | 0,967    |
| ум.од          | РD <sub>4</sub>            | 46                | 48                 | 47                | 46                | КD <sub>4</sub>           | 0,947            | 0,982              | 0,967            | 0,947    |
| ум.од          | РD <sub>5</sub>            | 46                | 48                 | 48                | 45                | КD <sub>5</sub>           | 0,947            | 0,982              | 0,982            | 0,921    |
| КУО/г          | РЕ <sub>1</sub>            | $3,5 \times 10^2$ | $4,7 \times 10^2$  | $3,8 \times 10^2$ | $5,0 \times 10^3$ | КЕ <sub>1</sub>           | 0,921            | 0,845              | 0,904            | 0,821    |

Комплексну оцінку якості самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки надано табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Комплексна оцінка якості самбуків на основі білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки

| Зразок             | Значення якості за групами властивостей |        |        |        |        | Комплексна оцінка $K_0$ |
|--------------------|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
|                    | $KA_0$                                  | $KB_0$ | $KC_0$ | $KD_0$ | $KE_0$ |                         |
| Самбук ванільний   | 0,789                                   | 0,997  | 0,874  | 0,958  | 0,921  | 0,909                   |
| Самбук «Особливий» | 0,709                                   | 0,760  | 0,909  | 0,980  | 0,845  | 0,840                   |
| Самбук фруктовий   | 0,621                                   | 0,672  | 0,960  | 0,977  | 0,904  | 0,825                   |
| Контроль           | 0,423                                   | 0,426  | 0,746  | 0,942  | 0,821  | 0,756                   |

Аналіз отриманих даних свідчить, що комплексний показник якості страв на основі розробленого напівфабрикату складає 0,909...0,825 од., в порівнянні з контролем (0,756 од.), що дає змогу позиціонувати їх в інтервалі «дуже доброї» якості.

Таким чином, визначений комплексний показник якості, що складається з одиничних показників, а саме енергетичної, біологічної цінності, структурно - механічних, органолептичних та мікробіологічних властивостей, що підтверджують високу якість розроблених страв та доцільність їх застосування.



## ВИСНОВКИ

1. На підставі проведеного аналізу та систематизації науково-технічної і патентної інформації встановлено, що без застосування сировини або харчових добавок, які мають поверхнево-активні властивості, виробництво десертної продукції неможливо, оскільки як піно- так і структуроутворювачі на пряму формують її якість, а саме високу збитість і тривалу стійкість. Визначено, що перспективною сировиною для виробництва солодких страв є екстракт кореня солодки. Дослідження хімічного складу кореня солодки дозволило спрогнозувати можливість використання його сапонінів у технології солодких страв для підвищення піноутворювальної здатності та стійкості піни продукції.

2. Обґрунтовано раціональні параметри екстрагування сапонінів із кореня солодки. Встановлено, що максимальний вихід екстрактивних речовин спостерігається за умов екстрагування у воді при температурі 98°C, розміру часток  $1 \cdot 10^{-3}$  м, при ГМ 1:8 протягом (90...100)·60с. За таких умов кількість гліциризинової кислоти в екстракті становить 23,5% на СР.

3. Визначено, що водний та молочний екстракти кореня солодки проявляють поверхневі властивості. Встановлено, що додавання водного та молочного екстракту кореня солодки до яєчного білка в кількості до 5% зменшує поверхневий натяг на 9...10% для водного екстракту кореня солодки та 1,2...2% для молочного. Встановлено, що ПУЗ композицій яєчного білка з екстрактом кореня солодки максимально зростає, якщо їх кількість складає 2...3% для водного екстракту кореня солодки та 4...5% - для молочного. Для композиції яєчного білка з масовою часткою водного ЕКС 5...7% СП знижується до 5,9%, молочного – до 11,9%. Таким чином, аналіз функціонально-технологічних властивостей екстракту кореня солодки свідчить, що використання водного екстракту доцільне в кількості 2...3%, молочного – 4...5%. Така концентрація екстракту максимально знижує поверхневий натяг модельних систем, сприяє підвищенню ПУЗ та СП.

4. За допомогою багатфакторного експерименту встановлено, що для прояву максимальних піноутворювальних властивостей оптимальною є температура в інтервалі 4,5...5°C та рН середовище в інтервалі 5,5...6. Зниження або зменшення цих факторів сприятиме зниженню ПУЗ та СП.

5. Обґрунтовано вибір стабілізатора структури та визначено його раціональну концентрацію. Встановлено, що у молочну суміш для виробництва напівфабрикату раціонально вносити стабілізатор ксантан. Визначено, що максимальна ПУЗ характерна для модельних систем із кількістю стабілізатору 0,7...0,8% і складає 335...345%. Збільшення або зменшення кількості стабілізатору призводить до зниження ПУЗ. Найбільша піноутворювальна здатність виявляється в системі при температурі 40...45°C. Тому раціональна кількість стабілізатора в системі 0,8% до маси молока.

6. Обґрунтовано рецептурний склад та технологічний процес виробництва білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. Встановлено раціональні параметри підготовки сировини та доцільність сушіння білково-вуглеводного напівфабрикату за температури сушильного агенту 60 °C, з товщиною плівки  $\leq 0,5 \cdot 10^{-3}$  м до вологості 5 %.

7. Досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники білково-вуглеводного напівфабрикату. Встановлено, що розроблений напівфабрикат має високий вміст білкових речовин, що є дуже важливим з точки зору забезпечення потреб організму повноцінними білками. Білки розробленого напівфабрикату збалансовані за амінокислотним складом та збалансовані за «триптофановим» і «треоніновим» індексами. Розроблений напівфабрикат відрізняється високим вмістом кальцію, калію, фосфору, феруму, аскорбінової кислоти, каротину, а також вітамінів B<sub>2</sub> і K. Результати мікробіологічних досліджень свідчать, що показники не перевищують допустимих санітарно-гігієнічних умов. Встановлено, що термін зберігання розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з

використанням екстракту кореня солодки становить 8 місяців при температурі 16...17 °С та вологості не вище 85% в герметичній упаковці.

8. Встановлено раціональні параметри відновлення білково-вуглеводного напівфабрикату: температура 50°C, ГМ для відновлення знежиреним молоком та фруктовим соком - 1:2...1:3, для відновлення питною водою 1:3 протягом 8-60 с при частоті обертання мішалки (1000...1200)·60с<sup>-1</sup>.

9. Доведено, що створення готової продукції з використанням білково-вуглеводного напівфабрикату в кількості 45...55% для самбуків та кремів й 60...70% для суфле та пудингів дозволяє отримати готову продукцію зі стабільними структурно-механічними властивостями.

10. Розроблено технології солодких страв із використанням білково-вуглеводного напівфабрикату, рецептурний склад страв і принципові технологічні схеми їх виробництва. Досліджено органолептичні властивості, харчову цінність та ступінь перетравлення готових страв. Визначено комплексні показники якості десертної продукції на основі розробленого білково-вуглеводного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. Розроблена продукція позиціонується в інтервалі «дуже доброї» якості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Храмцов А. Г., Васи́лисин С. В. Промышленная переработка вторичного молочного сырья. Москва: ДеЛипринт, 2013. 100 с.
2. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов та ін. СПб.: ГИОРД, 2011. 424 с.
3. Бредихин С. А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника переработки молока. Москва: Колос, 2013. 400 с.
4. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов: 3-е изд, перераб и доп. СПб.: ГИОРД, 2013. 320 с.
5. Храмцов А. Г. Молочная сыворотка: 2-е изд, перераб и доп. Москва: Агропромиздат. 2010. 240 с.
6. Храмцов А. Г. Экспертиза вторичного молочного сырья и получаемых из него продуктов. СПб.: ГИОРД, 2013. 120 с.
7. Применение экстрактов растительного сырья в качестве биологически активных добавок / Л. А. Маюрникова та ін. *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*. 2009. №2. С. 50.
8. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / Храмцов А. Г. и др.; под ред. А. Г. Храмцова, П. Г. Нестеренко. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 2012. 296 с.
9. Шакалова Е. В. Разработка технологии печенья на основе мучных композитных смесей : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.01. Воронеж, 2014. 22 с.
10. Зобкова З. С., Гаврилина А. Д. Витаминизированные молочные продукты. *Молочная промышленность*. 2012. № 6. С. 35–38.
11. Зобкова З. С. Молочные продукты с витаминами. *Молочная промышленность*. 2014. № 5. С. 28–30.
12. Промышленная переработка нежирного молочного сырья / Храмцов А. Г. и др. Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 2012. 192 с.

13. Козлов В. Н., Затирка А. Ф. Технологія молочно-белковых продуктов. К.: Урожай, 1988. 167 с.
14. Просеков А. Ю., Козлов С. Г., Муругова И. И. Гелеобразные напитки на основе гидролизованной сыворотки. *Пиво и напитки*. 2004. № 4. С. 76–78.
15. Остроумов Л. А., Просеков А. Ю., Жданов В. А. Влияние лактозы, активной и титруемой кислотности на пенообразующие свойства молока. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2011. № 2. С. 47–48.
16. Гаврилов Г. Б., Остроумов Л. А. Основные параметры сывороточных концентратов в процессе ультрафильтрации и деминерализации. *Молочное дело*. 2017. № 5. С. 34–35.
17. Кузнецов В. В., Шиллер Т. Т. Использование сухих молочных компонентов в пищевой промышленности: справочник. СПб. : ГИОРД, 2016. 283 с.
18. Сироватка – джерело здоров'я та інноваційної енергії. *Молокопереробка*. 2017. №6 (21). С.6–8.
19. Глаголева Л. А., Полянский К. К., Потакова Л. А., Агулов В. В. Оптимизация рецептур продуктов с природными энтеросорбентами. *Молочная промышленность*. 2014. № 3. С. 30.
20. Тёпел А. Химия и физика молока / пер. с нем. С. А. Фильчаковой. СПб. : Профессия, 2012. 832 с.
21. Просеков А. Ю. Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем : дисс. ... доктора техн. наук : 05.18.04 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2014. 342 с.
22. Сенкевич Т., Ридель К.-Л. Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе. М. : Агропромиздат, 1989. 270 с.

23. Новиков Р. С. Влияние активной и титруемой кислотности на пенообразующие свойства молока. *Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов*. 2012. № 4. С. 41–42.
24. Уманский М. С., Просеков А. Ю. Влияние липокомплекса молочных систем на пенообразующие свойства. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2013. № 8. С. 77–82.
25. Матвеева Т. М., Корячкина С. Я. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий : монография. Орел. : ФГБОУ ВПО Госуниверситет–УНПК, 2012. 947 с.
26. Спосіб виробництва пектиновмісного овочевого пюре : пат. 73050 Україна : МПК А 23L 1/06 (2006.01). № u 2012 02160; заявл. 24.02.12 ; опубл. 10.09.12 опубл. 10.09.12, Бюл. № 17.
27. Василенко З. В., Масанский С. Л., Болотько А. Ю. Изучение влияния основных технологических факторов на свойства многофункционального полуфабриката из мезги моркови. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. № 11. С. 50–52.
28. Литвинова Е. В., Лисицын А. Б., Магомедов Г.О. Функциональные свойства фруктово-овощных порошкообразных полуфабрикатов. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2012. № 6. С. 44–46.
29. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В. Використання ультрафільтраційного концентрату сколотин в техно-логії сумішей для м'якого морозива. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка : зб. наук. пр. Х. : ХНТУСГ*, 2014. Вип. 28. Т. 2. С. 85–90.
30. Кацерикова Н. В., Дроздова Т. М., Поздняковский В. М. Минеральные и органические компоненты порошка из корня ревеня и концентрата «Флора» на его основе. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*. 2000. № 2. С.70–71.
31. Касьянов Г. И., Кизим И. Е., Холодцов М. А. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности. *Пищевая промышленность*. 2000. № 5. С.33–35.

32. Лихацкая С. В. Разработка технологии сывороточных напитков и желе с использованием продуктов переработки свеклы : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2003. 123 с.
33. Козлов С. Г., Просеков А. Ю. Использование молока и растительного сырья в технологии продуктов специального назначения. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2013. №3. С.61–63.
34. Сергеев В. Н., Кокаев Ю. И. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности. *Пищевая промышленность*. 2011. № 6. С. 28–30.
35. Гаврилова Н. Б., Коновалова С. А. Фитокисломолочный напиток для геродиетического питания. *Молочная промышленность*. 2012. № 6. С. 38.
36. Шалыгина А. М., Енальева Л. В. Полисолодовые экстракты и листовой протеин для комбинированных напитков. *Молочная промышленность*. 2011. № 5. С. 46–47.
37. Зобкова З. С., Щербакова С. А. Новые экстрагенты для экстракции пищевых компонентов из нетрадиционных источников пищевого сырья. *Пищевая промышленность*. 2011. № 11. С.9–11.
38. Иванец В. Н., Романенко Ю. В., Чертилин Н. Г., Шахрай С. В. Переработка растительного сырья, используемого для приготовления чая и лечебных настоев. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2012. № 12. С.25–26.
39. Шатнюк Л. Н., Климантова Е. В. Витаминные смеси и каротиноиды для обогащения и окрашивания пищевых продуктов. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*. 2011. № 2. С.54–56.
40. Иванец В. Н., Романенко Ю. В., Чертилин Н. Г., Шахрай С. В. Переработка растительного сырья, используемого для приготовления чая и лечебных настоев. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2012. № 12. С.25–26.

41. Шатнюк Л. Н., Климантова Е. В. Витаминные смеси и каротиноиды для обогащения и окрашивания пищевых продуктов. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*. 2001. № 2. С. 54–56.
42. Фалькович Б. А., Магомедов Г. О. Полуфабрикаты лекарственных трав для кондитерской промышленности. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2001. № 3. С. 30–33.
43. Использование экстрактов пряно-ароматических и лекарственных растений в технологии хлебопечения / Т. Е. Лебеденко и др. *Наукові праці ОНАХТ*. 2012. Вип. 38, т.1. С. 248–253.
44. Ермош Л. Г. Технологические основы производства сливочных и белковых кремов с использованием растительных добавок : автореф. на. соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 1996. 24 с.
45. Комарова Н. А. Исследование и разработка технологии мороженого с использованием продуктов переработки дикорастущих и культивируемых ягод Сибири : автореф. на. соискание ученой степени канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2002. 19 с.
46. Новицкая Е. А. Использование пенообразующих свойств ржаной обдирной муки в технологи бисквитного полуфабриката : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / ГОУ ВПО Санкт-Петербургский торгово-экономический институт. СПб, 2006. 156 с.
47. Шевченко Р. І. Розробка технології хлібобулочних виробів з використанням рослинних білків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.01. Одеса, 2003. 17 с.
48. Иванов П. П. Разработка технологии и аппаратного оформления производства концентрированных плодово-ягодных экстрактов для молочной промышленности : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04, 05.18.12. Кемерово, 2002. 17 с.
49. Красикова Е. В. Разработка технологии натурального пищевого красителя из аронии черноплодной с использованием искусственного



- холода : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. СПб., 2003. 16 с.
50. Способ получения сока и пюре из овощей : пат. 1747005 СССР : МПК 5 А 23 L 1/212. № 4852861/13; заявл. 24.07.90; опубл. 15.07.92, Бюл. №26.
  51. Спосіб виробництва ягідного мусу : пат. 53133 Україна : МПК 7А 23 L1/06. № 2002032201; заявл. 19.03.02 ; опубл. 15.01.03, Бюл. №1.
  52. Каня И. П. Исследование и разработка технологии композиционного творожного продукта : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2003. 17 с.
  53. Бухтоярова З. Т., Дёмина Е. В., Осадчук Т. В. Использование плодовых и овощных пюре при приготовлении сладких блюд. *Известия вузов. Пищевая технология*. 1996. № 1–2. С. 38–40.
  54. Пронина Г. М., Васильева Т. И., Бибилашвили М. А. Технология сладких блюд из плодовых паст и пюре. *Проблемы индустриализации общественного питания страны* : тезисы докладов 2-й Всесоюзной науч. конф. X., 1989. С. 142–143.
  55. Гореньков Э. С. Новые напитки профилактического назначения. *Пищевая промышленность*. 1996. № 1. С. 30–31.
  56. Сейтпаева С. К., Супонина Т. А., Ноткина А. А. Производство напитков с использованием нетрадиционного сырья. *Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания. Медико-биологические аспекты, технология, аппаратное оформление, оптимизация* : тезисы докл. 3-й Всесоюзной науч.-технич. конф. М., 1988. С. 431.
  57. Кулиев Н. Ш. Влияние фруктово-овощного пюре на структуру мягкого мороженого. *Седьмые Плехановские чтения. Развитие экономических реформ в России* : тезисы докл. профессорско-препод. состава и науч. работников. М., 1994. Ч. 3. С. 105.
  58. Кулиев Н. Ш. Технология мягкого мороженого с фруктово-овощными стабилизаторами : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. М., 1995. 24 с.

59. Бондарчук Л. М. Розробка технології напоїв на основі молочної сироватки та знежиреного молока з пектином : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : 05.18.04. К., 1996. 21 с.
60. Новое поколение пищевых продуктов с биологически активными добавками / А. А. Кудряшева и др. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 1995. № 5. С. 35–36.
61. Бухтоярова З. Т., Дёмина Е. В., Осадчук Т. В. Использование плодовых и овощных пюре при приготовлении сладких блюд. *Известия вузов. Пищевая технология*. 1996. № 1–2. С. 38–40.
62. Джаруллаев Д. С., Аминов М. С., Гаммауаев К. Р. Новый десертный продукт. *Пищевая промышленность*. 1994. № 12. С. 25.
63. Способ приготовления жележных кондитерских изделий : пат. 1752321 СССР : МПК 5 А 23 L 1/06. № 4695151/13; заявл. 24.05.89; опубл. 07.08.92, Бюл. № 29.
64. Горетова О. В., Анкудинова М. В., Рязанова О. А. Использование растительного сырья Западной Сибири при производстве сладких блюд из клюквы. *Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания* : тезисы докладов Всесоюз. науч. конф. Х., 1990. 325 с.
65. Абрамова Ж. И., Крепс В. Э. Влияние стабилизирующих веществ на качество пен из соевой основы. *Проблемы индустриализации общественного питания страны* : 2-я Всесоюзная науч. конф. : тезисы докладов. Х., 1989. С. 92.
66. Артемова Е. Н. Научные основы пенообразования и эмульгирования в технологии пищевых продуктов с растительными добавками : дисс. ... докт. техн. наук : 05.18.16 / Российская экономическая академия им. Плеханова. СПб., 1999. 372 с.
67. Спосіб отримання сухих сумішей для молочних коктейлів та морозива : пат. 22593 Україна : МПК 6 А 23 G 9/00. № 94076136; заявл. 08.07.94; опубл. 30.06.98, Бюл. № 3.

68. Маюрникова Л. А., Николка А. И. Использование экстрактов целебных трав в качестве наполнителей к кисломолочным напиткам. *Технологии и процессы пищевых производств*: сб. науч. раб. Кемерово, 1999. С. 173.
69. Jakobek L., Seruga M., Medvidovic-Kosanovic M., Novak I. Antioxidant Activity and Polyphenols of Aronia in Comparison to other Berry Species. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2007. Vol. 72, №. 4. P. 301–306.
70. Способ производства продукта питания на основе молока : пат. 2139664 Россия : МПК 6 А 23 С 23/00. № 98117530/13; заявл. 23.09.98; опубл. 20.10.99, Бюл. № 29.
71. Клименко С. В. Кизил на Украине. К.: Наукова думка, 1990. 176 с.
72. Круглякова Г. В. Заготовка, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов. М.: Экономика, 1990. 159 с.
73. Грисюк Н. М., Елин Е. Я. Дикорастущие пищевые, технические и медоносные растения Украины. К.: Урожай, 1993. 207 с.
74. Николка А. И. Формирование и исследование свойств кисломолочных напитков с использованием дикорастущих целебных трав : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2002. 18с.
75. Волкова Т. А., Кравченко Э. Ф. Новые напитки на основе молочной сыворотки. *Сыроделие*. 2000. № 3. С. 41.
76. Генералова Н. А., Лихацкая С. В. Напиток «Биогран» из молочной сыворотки. *Молочная промышленность*. 2003. № 2. С. 39-40.
77. Шубін О. О., Коршунова Г. Ф., Дуленко Л. В., Гніцевич В. А. Використання дикорослих Донецького регіону у харчуванні : монографія. Донецьк : ДонДУЕТ, 2004. 192 с.
78. Лечебно – оздоровительные свойства крапивы двудомной (обыкновенной). *Пища, вкус, аромат*. 2001. № 2. с. 6–12.
79. Биологически активная растительная добавка и натуральный пищевой краситель из крапив. *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*. 1999. № 2. С. 14.

80. Газина Т. П., Печерський В. И. Крапива – какое чудо. *Пищевая промышленность*. 1999. № 12. С. 50.
81. Парфенова Т. В., Зорина И. А. Использование крапивы для производства консервированных продуктов. *Пищевая промышленность*. 2000. № 2. С. 18-19.
82. Пастушенкова Л. В., Пастушенкова А. Л., Пастушенков В. П. Лекарственные растения: Использование в народной медицине и в быту. Л.: Лениздат, 1990. 274 с.
83. Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С. Дикорастущие полезные растения. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 160 с.
84. Шатнюк Л. Н. Обогащение молочных продуктов микронутриентами. *Пищевая промышленность*. 2001. № 9. С. 49–50.
85. Сарафанов Л. А. Пищевые добавки : энциклопедия. СПб. : ГИОРД, 2003. 688 с.
86. Шур Е. А. Разработка технологии и комплексная оценка качества взбитых десертов на основе молочного и растительного сырья : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.15. Кемерово, 2003. 18 с.
87. Дмитрук О. Ф. Вивчення поверхневого натягу водяних екстрактів кизилу, горобини і калини. *Зб. тез доп. наук. конф.* Д.: ДонГУЕТ, 2004. С. 138–139.
88. Генералов Д. С. Исследование особенностей формирования пенообразных масс на основе творожной сыворотки и обезжиренного молока : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2003. 17 с.
89. Горальчук А. Б. Технологія термостабільних емульсійних соусів на основі овочевої сировини : дис... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2008. 298 с.
90. Сіндікаєва Н. В., Рашевська Т. О., Грек О. В. Дослідження розчинів пектину в молочній сировині. *Наукові здобутки молоді – виріш. пробл.*

*харч. людства у 21 ст.: прог. і мат. 70-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студ. К.: НУХТ, 2004. Ч. 2. С. 129.*

91. Генералов Д. С. Исследование особенностей формирования пенообразных масс на основе творожной сыворотки и обезжиренного молока : дис... канд. техн. наук : 05.18.04 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2003. 154 с.
92. Пивоваров П. П. Теоретична технологія продукції громадського харчування. Частина I. Білки в технології продукції громадського харчування: навч. посібник. Х. : ХДАТОХ, 2000. 212 с.
93. Fayed H. H., Morghed S. Functional properties of casein and fibs protein mixtures. *E.J. Dairy Science*. 1990. № 1. P.75–83.
94. Романов А. А., Романова А. И. Птичье яйцо. М. : Пищепромиздат, 1959. 600 с.
95. Грачев О. С. Исследование процесса пенообразования белково-сахарных масс с целью интенсификации и улучшения качества готовых изделий : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. М: МТИПП, 1978. 32 с.
96. Влияние рН на растворимость препаратов соевых белков / Д. П. Марташов и др. *Пища. Экология. Человек* : 2-я междунар. науч.-техн. конф.: материалы конф. М. : МГУПБ, 1997. С. 51.
97. Юрченко С. Л. Разробка технологии многофункциональных полуфабрикатов для производства сладких блюд с пенной структурой : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харьковская гос. академия технологии и организации питания. Х., 1999. 294 с.
98. Баканова О. А. Исследование и разработка технологии пенообразных молочно-растительных продуктов : дисс ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2006. 139 с.

99. Шевченко О. В. Технологія солодких страв і соусів із вітапектином та фітосорбентом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.16. К., 2002. 20 с.
100. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : монографія. К.: КНТЕУ, 2003. 322 с.
101. Взоров А. Л., Никитков В. А., Жгун А. Н., Соколов В. К. Применение стабилизаторов и эмульгаторов в современном производстве мороженого. *Пищевая промышленность*. 1998. № 2. С. 40-43.
102. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов : учебное пособие. М. : ДеЛи, 2000. 253 с.
103. Фішкіна Н. А. Пектин для мармеладно-пастильних виробів. *Харчова промисловість*. 1988. № 5. С. 23.
104. Думанский А. В. Пенообразующая способность диффузионного сока. *Сахарная промышленность*. 1930. № 7. С. 47–49.
105. Тужилкин В. И., Кочеткова А. А., Колеснов А. Ю. Теория и практика применения пектинов. *Известия вузов. Пищевая технология*. 1995. № 1. С. 78–83.
106. Крачанов Х., Карагъзов В., Кунчева М. Исследование пенообразующих свойств этиловых эфиров яблочного пектина с целью их применения в производстве пищевых продуктов. *Сб. науч. тр. Выш. ин-т хранит. и вкус. пром.* Пловдив : 1982. Т. 29. № 2. С. 139–150.
107. Суха суміш для молочних коктейлів : пат. 41198 Україна : МПК 7 А 23 G 9/02, А 23 С 9/18. № 2001032072; заявл. 29.03.2001; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.
108. Суха суміш для молочних коктейлів : пат. 47804 Україна : МПК 7 А 23 G 9/02. № 2001096521; заявл. 24.09.2001; опубл. 15.02.2005, Бюл. №2.
109. Светлов А. Н., Кузнецов С. В. Производство низкокалорийных пищевых продуктов с использованием карбоксиметилцеллюлозы. *Переработка молока*. 2005. № 2. С. 3–4.

110. Свідло К. В. Технологія збивної продукції з використанням натрій-карбоксиметилцелюлози : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.16. Х., 1995. 17 с.
111. Dejnichenko G., Gnitsevych V., Yudina T., Nazarenko I., Vasylieva O. Determining technological parameters for treating pectin-containing raw materials in the technology of milk-vegetable minces. *Eastern European Journal of Enterprise technologies. Technology and equipment of food production*. 2016. Vol. 5, №11 (83). P. 25-31.
112. Юдіна Т.І., Назаренко І.А., Никифоров Р.П. Дослідження якості молочно-рослинних фаршів на основі концентрату зі сколотин. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. Харків, 2015. № 3/10 (75). С. 10-14.
113. Никифоров Р.П. Технологія напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі нежирної молочної сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16. Донецьк, 2000. 136 с.
114. Бондарчук Л. М. Розробка технології напоїв на основі молочної сироватки та знежиреного молока з пектином : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : 05.18.04. К., 1996. 21 с.
115. Федотова Н.А. Технологія білково-рослинного напівфабрикату на основі молочної сироватки : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16. Донецьк, 2011. 178 с.
116. Павлюк Р.Ю., Дібрівська Н.В., Павлюк В.А., Яницький В.В., Крячко Т.В. Активація рослинних біологічно активних речовин фізичними методами : монографія. Х.: ХДУХТ, 2010. 152 с.
117. Голубева Л.В., Мельникова Е.И., Терешкова Е.Б. Овощные наполнители в комбинированных молочно-растительных системах. *Сборник научных трудов «Естествознание и гуманизм»*. Томск, 2006. С. 57.
118. Шур Е. А. Разработка технологии и комплексная оценка качества взбитых десертов на основе молочного и растительного сырья : дис. ...

канд. техн. наук : 05.18.15 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2003. 144 с.

119. Купцова С. В. Исследование и разработка технологии творожных десертов на основе бинарной композиции пищевых волокон и каррагинанов : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.04. М., 2003. 19 с.
120. Молочний десерт і спосіб його виробництва : пат. 54185 Україна : МПК 7 А 23 С 23/00. № 2002064535; заявл. 04.06.02; опубл. 17.02.03, Бюл. №2.
121. Суха суміш для молочних пудингів : пат. 47272 Україна : МПК 7 А 23 L 1/187, А 23 С 9/00. № 2001106774; заявл. 04.10.2001; опубл. 15.03.2005, Бюл. №3.
122. Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М. Використання екзополісахариду ксампану в виробництві структурованих молочних десертів. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини* : зб. тез І міжгалуз. міжнар. наук.-практ. конф. Д.: ДонДУЕТ, 2005. С. 165–167.
123. Ветров В. М. Технологія збитих кисломолочних десертів на основі нежирної молочної сировини. *Наукові здобутки молоді – виріш. пробл. харч. людства у 21 ст.*: прог. і мат. 70-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студ. К.: НУХТ, 2004. Ч.2. С. 129.
124. Zott Liegeois. Creamy dessert. URL: [http://www.zott.de/index.php/zott\\_en/en/our\\_brands/desserts/liegeois](http://www.zott.de/index.php/zott_en/en/our_brands/desserts/liegeois) (heading from the screen).
125. Светлов А. Н., Жендубаева Н. М. Знакомьтесь: компания «ТТК Центурон». *Переработка молока*. 2005. № 1. С. 4–5.
126. Назаренко Т.А., Гаврилова Н.Б. Исследование влияния растительных компонентов на биотехнологические параметры производства молочно-растительного ферментированного десертного продукта. *Вестник Инновационного Евразийского университета*. Павлодар, 2007. №2. С. 193-200.



127. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О. Використання натуральних порошків з рослинної сировини у виробництві молочних продуктів. *Наукові праці УДУХТ*. К., 2001. №10, ч.1. С. 68-69.
128. Банова С. І. Удосконалення технології збивних кондитерських виробів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.01. О., 2003. 20 с.
129. Пивоваров П. П., Гринченко О. О. Теоретичні основи технології громадського харчування : навч. пос. Ч. II. Вуглеводи в технологічному процесі виробництва продукції громадського харчування. Харків: ХДАТОХ, 2001. 161 с.
130. Ветров В. М. Технологія збитих кисломолочних десертів на основі нежирної молочної сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / ДонНУЕТ. Д., 2007. 220 с.
131. Chakraborty C., Bandyopadhyay K. Textural Analysis of Spongy Indian Milk Dessert (Rasogolla) Fortified with Potato Powder. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. Volume 6. Number 4. P. 2414-2420.
132. Priyanka Bakshi, Akanksha Yadav, Ramesh Chandra and Bhuvnesh Yadav. Development of a process to prepare milk based dessert using bottle gourd and rice powder. *Asian Journal Of Dairy and Food Research*. 2019. Volume 38. Issue 1. P. 1-6.
133. Юдіна Т. І. Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання у технологіях продуктів харчування : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харківська держ. академія технології та організації харчування. Х., 2001. 214 с.
134. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных. М. : Наука, 1976. 278 с.
135. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

136. Porshnev S., Belenkova I. Numerical methods on base MathCad. NY. : BVX-P., 2005. 464 p.
137. Гурський П. В. Технологія паст закусочних на основі сиру кисломолочного знежиреного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.16. Х., 2008. 17 с.
138. Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції : дис. канд. техн. наук : 05.18.16 / Харківський державний університет харчування та торгівлі. Х., 2006. 303 с.
139. Rizzolo A., Cortellino G. Beverages based on ricotta cheese whey and fruit juices. *Ital. J. Food Sci.* 2018. Vol. 30. P. 289–302.
140. Остроумова Т. Л., Агарова Е. Ю., Иванцова Е. Л. Новые виды взбитых продуктов. *Молочная промышленность*. 2004. № 9. С. 41–42.
141. Жарыкбасова К.С. Теоретические и практические основы производства функциональных молочных продуктов с учетом техногенной загруженности региона : автореф. дис. ... д-ра. техн. наук : 05.18.04. Республика Казахстан, Семей, 2010. 42 с.
142. Нурсеитова З.Т. Разработка технологии комбинированных мягких сыров из коровьего и козьего молока с ферментированными овощами: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. Республика Казахстан, Семей, 2010. 23 с.
143. Неповинных Н.В. Исследование и разработка технологии продуктов на молочной основе с использованием полисахаридных добавок : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2008. 146 с.
144. Sambhaji D. Nalkar, Ami R. Patel, Chandraprakashv Bhambure, Shrikant D. Kalyankar. Studies on suitability of incorporating probiotics in mango-based kulfi-a popular indian frozen dessert. *Food Science and Technology*. 2018. Volume 19. Issue 4. P. 714-721.

145. Пивоваров Є. П. Технологія драгледодібної десертної продукції з використанням систем крохмаль-функціональний полісахарид : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / ХДУХТ. Х., 2003. 157 с.
146. Тамова М. Ю. Создание композиционных натуральных структурообразователей. *Пищ. ингредиенты. Сырье и добавки*. 2002. № 2. С. 80–82.
147. Куличенко А. И. Совершенствование технологии зефира с применением растительных белков : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 / Московский государственный университет технологий и управления. М., 2006. 149 с.
148. Гніцевич В. А. Наукове обґрунтування технології кулінарної продукції з пінною та емульсійною структурою з використанням амаранту і топінамбуру : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.16 / КНТЕУ. К., 2010. 368 с.
149. Грачев Ю. П., Плаксин Ю. М. Математические методы планирования эксперимента. М. : ДеЛи принт, 2005. 347 с.
150. Спосіб одержання білково-рослинної основи для збитих солодких страв : пат. 20069 Україна : МПК 2006 A23C 23/00, A23C 9/152. № u200606861; заявл. 19.06.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.
151. Павлоцкая Л. Ф., Дуденко Н. В., Евлаш В. В. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки : учебник. К.: Фирма «Инкос», 2007. 287 с.
152. Щебукова А.С. Разработка и товароведная характеристика гелеобразных продуктов на основе молочной сыворотки и растительного сырья : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Кемерово, 2005. 134 с.
153. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов : монография / В. В. Погарская и др. Харьков : Харьк. гос. университет питания и торговли, 2007. 262 с.
154. Шалимінов О.В. [та ін.]. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів : для підприємств громад. харчування всіх форм власності. К. : А.С.К., 2003. 848 с.

155. Визначення реологічних показників какао тертого у процесі переробки в томильній камері / І. Б. Левіт, В. А. Хомічук, О. О. Декань, Л. О. Івченко. *Обладнання та технології харчових виробництв*: Темат. зб. наук. пр. Донецьк : ДонДУЕТ, 2006. Вип. 14. С. 232–237.
156. Юдіна Т. І., Назаренко І. А. Обґрунтування вибору рослинної сировини для виробництва комбінованих фаршів. *Обладнання та технології харчових виробництв*: темат. зб. наук. пр. 2012. Вип. 29. Том 2. С. 322–328.
157. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Химия пищи. М. : КолосС, 2007. 853 с.
158. Erdem Y. K., Ulusoy A. Manufacturing of white pickled cheese from the full concentrated whole milk's retentate. *IFD Symposium on cheese: Ripening, Characterization and Technology*. 2004. P. 130.
159. Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М. Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях : монографія. Донецьк : Донеччина, 2010. 176 с.
160. Топольник В. Г., Ратушный А. С. Квалиметрия в ресторанном хозяйстве : монография. Донецк, 2008. 243 с.
161. Нурсеитова З. Т. Разработка технологии комбинированных мягких сыров из коровьего и козьего молока с ферментированными овощами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.04. Республика Казахстан. Семей, 2010. 23 с.
162. Романова В. В. Проектирование гелеобразных продуктов с использованием молочной сыворотки и растительного сырья : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.18.04. Кемерово, 2005. 18 с.
163. Annenkova N. B. Quality change of combined extrusion products during storage. *Global safety of commodity and environment. Quality of life. The 15th Symposium of IGWT*. Kyiv : Knyga, 2006. С. 806 – 811.

Наукове видання

*Никифоров Радіон Петрович,  
Сімакова Ольга Олександрівна,  
Слащева Аліна Вячеславівна,  
Назаренко Ірина Анатоліївна,  
Попова Світлана Юріївна,  
Горайнова Юлія Артурівна*

Українська мова

Монографія

Формат 60х84/8. Ум. друк. арк. 8,8.

Донецький національний університет  
економіки і торгівлі імені  
Михайла Туган-Барановського,  
вул. Курчатова, 13, м. Кривий Ріг, 50042  
ДК № 4929 від 07. 07. 2015 р.