

УДК 664:613.2
№ держреєстрації 0123U101616
Інв. №

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, <http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua



ЗАТВЕРДЖУЮ

Професор з наукової роботи

Валерій МИХАЙЛОВ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

«ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З РЕГУЛЬОВАНИМ НУТРИЄНТНИМ СКЛАДОМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ» (остаточний)

Керівник НДР
д-р. техн. наук, професор,
завідувачка кафедри харчових технологій
в ресторанній індустрії

 Ольга ГРИНЧЕНКО

Рукопис закінчено "02" грудня 2024 р.

Результати цієї роботи розглянуто науково-технічною радою факультету переробних і харчових виробництв, протокол № 7 від 17.12.2024 р.

СПИСОК АВТОРІВ


Керівник НДР, завідувачка
кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії (ХТРІ),
д.т.н., професор
(планування робіт, укладання
програми дослідження, вступ,
узагальнення досліджень)


(підпис)
15.12.2024

О.О. Гринченко

(дата)


Виконавці від кафедри ХТРІ:
д.т.н., професор
(організація експериментальних робіт,
валідація результатів)


(підпис)
15.12.2024

П.П. Пивоваров

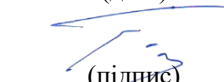
(дата)

д.т.н., професор
(підрозділи 1.1, 1.2, 3.1, додатки)


(підпис)
15.12.2024
(дата)

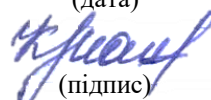
А.Л. Фошан

д.т.н., професор
(організація експериментальних
досліджень, програмне забезпечення)


(підпис)
15.12.2024
(дата)

Є.П. Пивоваров

к.т.н., професор
(організація експериментальних
досліджень у виробничих умовах,
валідація результатів)


(підпис)
15.12.2024

М.Б. Колеснікова

(дата)

к.т.н., доцент


(організація експериментальних
досліджень в науковій лабораторії,
організація перевірки обладнання)


(підпис)
15.12.2024

С.Л. Юрченко

(дата)

к.т.н., доцент
(підготовка зразків до досліджень
мікробіологічних показників, додатки)


(підпис)
15.12.2024

Т.В. Черемська

(дата)

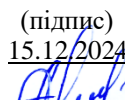
к.т.н., доцент
(організація обговорення результатів
дослідження, підготовка зразків до
досліджень показників безпечності,
розділ 2, підготовка остаточного звіту)


(підпис)
15.12.2024

С.С. Андрєєва

(дата)

к.т.н., доцент
(формулювання гіпотези дослідження,
підрозділи 1.3, 3.2, висновки,
розроблення ТУ , ПІ)


(підпис)
15.12.2024
(дата)

А.Е. Радченко


к.т.н., доц.
(аналіз продовольчого ринку харчової
продукції, підготовка остаточного
звіту, додатки)

(підпис)
15.12.2024

А.М. Діхтярь

асистент

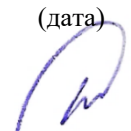
(підготовка (повідка) наукового
обладнання, підготовка реактивів,
забезпечення наукової лабораторії
необхідними ресурсами)

(дата)

(підпис)
15.12.2024

В.С. Семененко

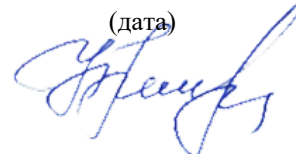
здобувач СО доктор філософії

(підрозділи 1.3, 3.2, розділ 2,
розроблення ТУ, ТІ, підготовка зразків
до участі у виставках та конкурсах)

(дата)

(підпис)
15.12.2024

В.В. Дегтярь

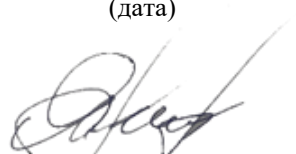
д.т.н., професор кафедри
технології м'яса
(розроблення ТУ, ТІ)

(дата)

(підпис)
15.12.2024
(дата)

Н.Г. Гринченко

здобувач СО доктор філософії

(розроблення ТУ, ТІ, підготовка
зразків до участі у виставках та
конкурсах)


(підпис)
15.12.2024
(дата)

О.І. Янушкевич

РЕФЕРАТ

Звіт про науково-дослідну роботу викладено на 133 стор, містить 29 табл., 23 рис., 157 літературних джерел.

Мета роботи – наукове обґрунтування та розроблення ресурсоефективних технологій харчової продукції, спрямованих на підвищення стійкості продовольчої системи.

Одержаний науковий результат. Технології кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи.

Доведено доцільність наукового обґрунтування та розроблення ресурсоефективних технологій кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження, спрямованих на підвищення стійкості продовольчої системи.

Аналітично доведено ефективність та доцільність використання гетерогенних драглеутворюючих систем у забезпеченні заданих реологічних та структурно-механічних властивостей кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження.

Науково обґрунтовано ефективність та доцільність поліпшення реологічних, структурно-механічних властивостей желейних і збивних н/ф шляхом створення агрегативно-стійких драглеутворюючих систем за допомогою структуроутворювачів БПП: «желатин – МК – агар» або «желатин – МК – фуцеларан» з покращеними технологічними властивостями.

Отримано математичні моделі залежності міцності розроблених драглеутворюючих систем від їх концентрації, що дозволяє розраховувати оптимальну масову концентрацію компонентів гетерогенної драглеутворюючих композицій із заданим рівнем міцності драглеподібних систем.

Встановлено оптимальні концентрації рецептурних компонентів високов'язкої желейно-фруктової начинки, а саме 30...40% цукру білого, 15...20% патоки крохмальної, 5...20% плодово-ягідного пюре полуниці,

малини або лимонів; модельних систем драглеутворення БПП «желатин – МК – агар» або «желатин – МК – фуцеларан» та 0,1..0,5% кислоти лимонної.

Науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад та технологію високов'язкої желеино-фруктової начинки з використанням функціональних гетерогенних композицій «желатин – МК – агар – вода» і «желатин – МК – фуцеларан – вода» з високими органолептичними, структурно-механічними та технологічними властивостями.

Науково підтверджено, що введення до складу начинки модельних систем БПП зменшує міграцію її вологи та сприяє зневоднюванню шару випічного н/ф, який межує з начинкою, що інтенсифікує процес та покращує якість готового виробу протягом всього терміну зберігання.

Проведене математичне моделювання, яке дозволяє вирішити два важливих науково-практичних завдання, а саме скласти композиції із гідролоїдів, які забезпечують необхідні органолептичні і структурно-механічні показники та заданий рівень міцності систем за технологічними вимогами до кулінарних виробів та розраховувати оптимальну концентрацію композицій гідролоїдів, що забезпечують заданий рівень міцності систем за показником найменшої вартості композицій.

Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність та доцільність використання аквафаби в технологіях харчової продукції з емульсійною структурою. Використання бобової сировини дозволить поліпшити органолептичні, реологічні властивості та стабільність продукту, підвищити харчову цінність та зробити виробництво більш ефективним та екологічно чистим.

Рецептурний склад та технології закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини. Впровадження розроблених технологій дозволить оновити асортимент закусок з емульсійною структурою та урізноманітити харчові раціони споживачів.

Новизна одержаних результатів: на підставі теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад та технології кулінарної та кондитерської продукції з

сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи:

- доведено, що розроблені технології відповідають основним принципам сталого виробництва, зокрема, подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, покращення харчування, забезпечення здорового способу життя та добробуту, відповідального споживання та виробництва;

- доведено ефективність та доцільність використання гетерогенних драглеутворюючих систем у забезпеченні заданих структурно-механічних властивостей кондитерської продукції з сировини рослинного походження;

- визначено закономірностей накопичення сухих речовин в аквафабі під час гідромеханічного оброблення бобових – нуту, квасолі, гороху та сочевиці;

- науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність та доцільність використання аквафаби в технологіях харчової продукції з емульсійною структурою.

Експериментальними дослідженнями споживчих властивостей нових продуктів доведено їх високі органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники та харчову та біологічну цінність.

Науковий рівень одержаних результатів: високий, має значне соціальне значення за рахунок можливості створення високоякісної продукції з підвищеною харчовою цінністю.

Значимість та практичне застосування: на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технології кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи. Розроблено рекомендації щодо формування їх якості та споживних властивостей під час виробництва та зберігання.

За темою отримано 2 ТУ, 2 ТІ; видано 5 монографій, 1 навчальний посібник; опубліковано 18 статей, 32 тез доповідей за темою отримано 2 ТУ, 2 ТІ.

Результати досліджень впроваджено: чотири акти впровадження в освітній процес (від 07.10.2024; 27.10.2024; 31.10.2024), два акти впровадження у виробництво (від 20.05.2024р.).

Ключові слова: нутрієнтний склад, бобова сировина, аквафаба, желейні напівфабрикати, збивні напівфабрикати, білково-полісахаридні структуроутворювачі, регульований склад, емульсія, емульсійна структура, закуси, ресурсоефективні технології, продовольча система

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ (ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ)	13
1.1 Продовольчі системи: комплексний погляд та взаємозв'язок між безпекою харчування, продовольчою безпекою, здоров'ям людини та соціальною справедливістю	13
1.2 Наукові та практичні аспекти виробництва желейних та збивних виробів на основі структуроутворювачів різної природи	18
1.3 Наукові та практичні основи використання бобової сировини в технологіях харчової продукції	20
2 МАТЕРІАЛИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
2.1 Організація, предмети, матеріали дослідження	35
2.2 Методи дослідження	37
3 НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З РЕГУЛЬОВАНИМ НУТРИЄНТИМ СКЛАДОМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ	43
3.1 Розроблення технологій желейних та збивних напівфабрикатів на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи	43
3.2 Обґрунтування технологічних параметрів, розроблення технологічної схеми виробництва та визначення показників якості та безпечності харчової продукції на основі бобової сировини	66
3.2.1 Інноваційний задум харчової продукції на основі бобової сировини	66
3.2.2. Визначення параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових	71
3.2.3 Технологія закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби	85
ВИСНОВКИ	102
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	104

ДОДАТКИ	120
Додаток А Технічні умови ТУ У 10.8-44234755:2024 «Закуски на основі бобової сировини»;	121
Технологічна інструкція (ТІ) з виробництва закуски на основі бобової сировини до ТУ У 10.8-44234755:2024	
Додаток Б Технічні умови ТУ У 10.8-44234755-001-2024	124
«Соуси гарячі на основі молочної сировини»;	
Технологічна інструкція (ТІ) з виробництва соусів гарячих на основі молочної сировини до ТУ У 10.8-44234755-001-2024	
Додаток В Акти впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладаів вищої освіти	127
Додаток Г Акт впровадження науково-дослідної роботи у виробництво	132

ВСТУП

Актуальність теми. Соціально-економічний розвиток країни передбачає поліпшення організації харчування, що сприяє зміцненню здоров'я людей, підвищенню продуктивності праці, раціональному використанню продовольчих ресурсів та розробку технологій харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи.

Заклади харчування – найважливіші ланки ланцюга, за яким продукція переробних і харчових галузей агропромислового комплексу доставляється до столу споживачів. Тільки через систему ресторанної індустрії можливо організувати харчування людей на науковій основі, забезпечити населення традиційними харчовими продуктами, продукцією профілактичного та функціонального призначення.

Вітчизняними та закордонними вченими встановлено, що використання рослинної сировини у вигляді натуральних овочевих, плодово-ягідних і злакових наповнювачів, рослинних білків сприяє ефективному поліпшенню асортименту продуктів харчування нового покоління, збагачених біологічно активними речовинами, які володіють функціональними властивостями. Актуальним є пошук та застосування нових видів сировини, яка містить значну кількість цінних та поживних речовин, що дає можливість створювати нові продукти з високими органолептичними показниками та харчовою цінністю. Сировиною, яка відповідає всім цим вимогам, є сировина рослинного та тваринного походження, як джерело значної кількості біологічно активних речовин, які впливають на процеси життєдіяльності людини, в тому числі на захисні сили організму.

Таким чином, наукове обґрунтування та розроблення технології технології кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи дозволить розширити наукові уявлення про комбіновані харчові системи, що представляє науковий та практичний інтерес,

а впровадження розробленої технології дозволить розширити асортимент харчової продукції.

Мета роботи – наукове обґрунтування та розроблення ресурсоефективних технологій харчової продукції, спрямованих на підвищення стійкості продовольчої системи.

Завдання:

– з урахуванням основних положень сучасної концепції харчування обґрунтувати науковий напрям створення кулінарної продукції, зокрема желейних, збивних виробів та харчової продукції на основі бобової сировини, з регульованим нутрієнтним складом, реалізація якого дозволить оновити асортимент харчової продукції та урізноманітнити харчовий раціон споживачів;

– науково обґрунтувати оптимальний рецептурний склад та технологічний процес виробництва желейних та збивних виробів на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи, із заданими органолептичними, структурно-механічними і функціонально-технологічними властивостями;

– науково обґрунтувати оптимальний рецептурний склад та технологічний процес виробництва харчової продукції на основі бобової сировини, із заданими органолептичними, структурно-механічними і функціонально-технологічними властивостями;

– дослідити основні показники якості та безпечності желейних, збивних виробів та харчової продукції на основі бобової сировини.

Об'єкт дослідження: Технології желейних та збивних напівфабрикатів на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи, високов'язкі желейно-фруктові начинки та закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини.

Предмети дослідження: вода питна; желатин харчовий П-11 (ТМ «Мрія», Україна); агар CERO Agar Agar powder Type 8925 S (CE Roepel GmbH, Німеччина); фуцеларан із водоростей *Furcellaria fastigiata* виробництва Естонії; модифіковані крохмалі (МК) – оксиаміловий крохмаль картопляний ОПВ-1; Farinex VA 40 – гідроксіпропілований дикрохмаль фосфат картопляний виробництва Нідерланди; оксипропілований гороховий крохмаль Emden ESH

15 виробництва “Emsland Starke GmbH”, бобові 2023 року врожаю, вирощені в помірно континентальному кліматі, нут (тип «Кабулі», сорт «Розанна», регіон вирощування Полтавська область), квасоля біла (сорт «Мавка», регіон вирощування Київська область), горох жовтий звичайний колотий (сорт «Девіз», регіон вирощування Одеська область), сочевиця червона (сорт «Канадка», регіон вирощування Одеська область), лимонна кислота, гідрокарбонат натрію, модельні системи, напівфабрикати, готова продукція.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад й технології кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи:

- желейні та желейно-фруктові напівфабрикати на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи;
- високов’язкої желейно-фруктової начинки з виристанням функціональних гетерогенних композицій «желатин – МК – агар – вода» і «желатин – МК – фуцеларан – вода»;
- закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини.

Експериментальними дослідженнями споживчих властивостей нових продуктів доведено їх високі органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники та харчову та біологічну цінність.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технології кулінарної та кондитерської продукції з сировини рослинного та тваринного походження з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи. Розроблено рекомендації щодо формування їх якості та споживних властивостей під час виробництва та зберігання

За результатами дослідження видано 5 монографій, 1 навчальний посібник; опубліковано 18 статей, в тому числі 7 у міжнародній наукометричній базі даних Scopus, 32 тез доповідей (одна з яких у міжнародній

наукометричній базі даних Scopus), затверджено 2 ТУ, 2 ТІ, подано 2 заявки на корисну модель.

Результати дослідження впроваджено в освітній процес (4 акти від 07.10.2024; 27.10.2024; 31.10.2024) та виробництво (2 акти від 20.05.2024р.)

1 РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ (ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1 Продовольчі системи: комплексний погляд та взаємозв'язок між безпекою харчування, продовольчою безпекою, здоров'ям людини та соціальною справедливістю

Продовольча система – це комплекс взаємопов'язаних елементів та процесів, які забезпечують виробництво, обробку, торгівлю, розподіл та споживання харчових продуктів. Вона включає в себе всі аспекти виробництва, обробки, доставки та споживання продуктів харчування.

Продовольча система складається з наступних основних компонентів:

1. *Виробництво*: Сільське господарство, рибальство, тваринництво та інші галузі, що виробляють харчові продукти.
2. *Обробка*: Переробка сировини у готові продукти, консервування, фасування тощо.
3. *Торгівля та розподіл*: Оптова та роздрібна торгівля, транспортування та складування продуктів.
4. *Споживання*: Харчування населення, ресторани, заклади швидкого харчування тощо.
5. *Управління та політика*: Галузеве та державне управління, законодавство та нормативно-правове регулювання.
6. *Інфраструктура*: Технічні та транспортні мережі, необхідні для функціонування системи.

Продовольчі системи можуть бути різними за своєю природою та масштабами – від малих сільськогосподарських господарств до великих міжнародних ланцюгів постачання харчових продуктів. Вони також можуть відрізнятися за специфікою продукції, методами виробництва, торгівлі та споживанням.

Головна мета продовольчої системи полягає в забезпеченні населення якісною, безпечною та доступною їжею, забезпечуючи при цьому стале виробництво та економічний розвиток [1].

Взаємозв'язок між безпекою харчування, продовольчою безпекою, здоров'ям людини та соціальною справедливістю визначається низкою взаємопов'язаних факторів:

Безпека харчування: Це поняття включає в себе безпеку харчових продуктів від моменту їх виробництва до споживання. Забруднення продуктів може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям, таким як захворювання, алергії та інші захворювання. Таким чином, безпека харчування безпосередньо пов'язана зі здоров'ям людини [2].

Продовольча безпека: Це концепція, що охоплює доступність та стабільність постачання харчових продуктів для всіх шарів населення. Відсутність продовольчої безпеки може вести до голоду та недохідності, що має серйозні наслідки для здоров'я та соціального благополуччя [3].

Здоров'я людини: Харчування впливає на здоров'я людини безпосередньо через забезпечення необхідних поживних речовин та енергії, а також через вплив на ризики захворювань, таких як серцево-судинні захворювання, діабет, ожиріння та інші [4].

Соціальна справедливість: Це поняття охоплює рівний доступ до ресурсів та можливостей для всіх членів суспільства. В контексті харчування це означає забезпечення доступності якісних та безпечних продуктів харчування для всіх, незалежно від соціального статусу чи доходів [5].

Таким чином, взаємозв'язок між цими концепціями полягає в тому, що забезпечення безпечного, якісного та доступного харчування є важливим для збереження здоров'я людини та досягнення соціальної справедливості у суспільстві.

Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO) приділяє велику увагу сталому розвитку, включаючи харчування та сільське господарство (рис. 1.1) [6]:

1. Закінчити голод, досягнути продовольчої безпеки та покращити харчування.
2. Покращити сільське господарство та підвищити продуктивність та дохід сільських господарств.
3. Забезпечити здорове життя та сприяти добробуту для всіх у будь-якому віці.
4. Забезпечити доступність та сталий розвиток сучасних енергетичних послуг для всіх.
5. Забезпечити відкритий, справедливий, ефективний ринок праці для всіх.
6. Побудувати стійку інфраструктуру, забезпечити надійні послуги та сприяти інклюзивному та сталому промисловому розвитку.
7. Зменшити нерівність в межах країни та між країнами.
8. Зробити міста та поселення відкритими, безпечними, інклюзивними та стійкими.
9. Забезпечити сталість споживання та виробництва.
10. Зберегти та відновити землю, ліси, рослинну та тваринну різноманітність.
11. Забезпечити стале використання та управління водними ресурсами.
12. Забезпечити стале використання та управління океанами, морями та морськими ресурсами.
13. Відверто діяти проти зміни клімату та її наслідків.
14. Забезпечити доступність та сталість використання земельних ресурсів та боротьбу з пустелями.
15. Захищати, відновлювати та сприяти сталому використанню екосистем на суші, здійснювати стале лісокористування, боротьбу зі втратою біорізноманіття.
16. Сприяти мирним та інклюзивним суспільствам для сталого розвитку, забезпечити доступ до правосуддя для всіх та побудувати ефективні, відкриті та відповідальні інституції на всіх рівнях.
17. Підтримувати партнерство для досягнення цілей.

У 2023 році FAO опублікувала щорічний звіт про стан продовольства та сільського господарства. У новій доповіді під назвою "Моніторинг досягнення показників ЦСР, пов'язаних із продовольством і сільським господарством" представлено аналіз показників, пов'язаних із Цілями у сфері сталого розвитку, що відображають успіхи та галузі, що потребують додаткових зусиль, а також описано тенденції в їхній зміні [7].



Рисунок 1.1 – Глобальні цілі сталого розвитку

Цьогорічний звіт зосереджений на справжніх економічних витратах поточної продовольчої системи. Згідно зі звітом, агропродовольчі системи мають значні приховані витрати, щонайменше \$10 трлн на рік. Це еквівалентно майже 10% світового ВВП. Понад 70% цієї цифри пов'язано з погіршенням здоров'я, спричиненого споживанням продукції з високим вмістом жиру, цукру та обробленої їжі, що призвело до ожиріння та хронічних захворювань, спричиняючи втрату продуктивності; ця проблема найбільше поширена в країнах із рівнем доходу вище середнього та з високим рівнем доходу. У країнах з низьким рівнем доходу є значні соціальні втрати від бідності та зниження продуктивності, спричиненого недоїданням.

Найважливішим завданням сучасних продовольчих систем стає забезпечення продовольством зростаючого населення й це вимагає невідкладного планетарного рішення. Незважаючи на те, що глобальний обсяг виробництва харчових продуктів зростає, більше 690 мільйонів людей хронічно голодують [8].

Узгодження дій учасників продовольчої системи та досягнення значного прогресу у забезпеченні продовольчої безпеки вимагає комплексного, науково обґрунтованого механізму трансформації всієї системи продовольчого забезпечення.

Успішне функціонування продовольчої системи світу є одним з ключових факторів досягнення цілей сталого розвитку. Сталий розвиток як стійкість трьох головних складових суспільного розвитку досліджений багатьма вітчизняними та зарубіжними дослідниками [9].

В Україні, під час обговорення питань продовольства, розглядається конкретна частина процесу – як сільське господарство чи раціон харчування й більшість вітчизняних досліджень зосереджено на конкретному товарі (виробник, ринки чи споживачі); конкретної проблеми (раціон, вплив на навколишнє середовище тощо) [10].

Такий підхід до вирішення продовольчого забезпечення створює серйозні проблеми для забезпечення продовольчої безпеки та безпеки харчування. Наукові підходи, принципи та умови формування системи продовольчого забезпечення, де виокремлено забезпеченість повноцінного і здорового харчування зазначені дослідниками [11, 12].

Для розгляду інтересів, пов'язаних з надійністю виробництва та споживання продовольства, екологічною стійкістю, здоров'ям населення як корисна аналітична основа все частіше застосовується системний підхід, а саме підхід на основі продовольчих систем. Такий підхід охоплює різні елементи продовольчої системи та взаємозв'язку між ними. Він розглядає, з одного боку, всі види діяльності, що пов'язані з виробництвом, переробкою, розподілом та використанням продовольства, а з іншого – результати цієї діяльності з погляду продовольчої безпеки (включаючи харчування), соціально-економічної сфери (доходи, зайнятість) та навколишнього середовища (біорізноманіття, клімат) [13].

Забезпечення стійкості продовольчої системи та взаємодії між її компонентами задля створення майбутнього, в якому всі люди матимуть доступ до здорового харчування потребує поглибленого дослідження.

1.2 Наукові та практичні аспекти виробництва желейних та збивних виробів на основі структуроутворювачів різної природи.

Серед широкого різноманіття харчових продуктів особливою популярністю у споживачів користується желейна продукція. Це різноманітні цукерки, желе, муси, мармелад, зефір, печиво і тістечка, оздоблені желейними напівфабрикатами, та ін. Ця продукція характеризується привабливим зовнішнім виглядом, високими смаковими властивостями, добре засвоюється організмом людини. Текстура желейної продукції забезпечується введенням у рецептуру різних структуроутворювачів. Вони можуть бути рослинного походження – продукти переробки морських водоростей (агар, агароїд, фуцеларан, каррагінани, альгінати), фруктів та овочів (пектини, крохмалі), насіння рослин (різноманітні камеді); тваринного (желатин) та мікробного походження (ксантан, ксампан) [14]. Проте виробництво цієї продукції здійснюється здебільшого з використанням імпортованих, а відповідно дорогих, структуроутворювачів.

Останнім часом у світі проводяться ґрунтовні дослідження у вирішенні важливого завдання харчової індустрії – раціонального використання харчової сировини, зокрема структуроутворювачів різного походження. Цими питаннями займалися такі вчені, як В.Б. Толстогузов [15], А.М. Дорохович [16], П.П. Пивоваров [17], Ф.В. Перцевий [18], К.Г. Іоргачова [19], В.В. Євлаш [20] та ін. Аналіз літературних даних показує, що увага вчених акцентується на розробці технологій желейної продукції з добавками, що корегують показники харчової цінності. Це передбачає не стільки скорочення витрат структуроутворювачів, скільки зменшення вмісту цукру, створення дієтичної продукції й збагачення виробів білками, вітамінами, мінеральними та баластними речовинами.

Щодо питання поліпшення драглеутворюючої здатності сульфатованих полісахаридів, аналіз літературних джерел свідчить про те, що якісно змінити

властивості можливо шляхом додавання до складу їх розчинів різних модифікаторів зокрема, буферних солей [21], багатоатомних спиртів [22], мікробних полісахаридів [23], Na-карбоксиметилцелюлози [24], а також за допомогою регулювання температурних режимів охолодження розчинів, зміни рН середовища для формування драглів [25].

Науковою основою процесів структуроутворення кондитерських мас є фізико-хімічна механіка дисперсних систем. Регуляторами пружно-пластично-в'язких властивостей дисперсних систем можуть бути драглеутворювачі, при введенні невеликої кількості яких у систему можна прискорити або уповільнити процес структуроутворення. При формуванні кондитерських мас з коагуляційною структурою, до яких відносяться желейні та збивні кондитерські маси, необхідним є створення напівфабрикатів з певними структурно-механічними властивостями за допомогою поверхнево-активних речовин та водорозчинних полімерів, які будуть сприяти зворотньому відновленню структури після її механічного руйнування.

Аналітичний огляд літератури свідчить, що в технологіях желейних напівфабрикатів широкого використання набули способи внесення в рецептурну суміш різних добавок, які сприяють процесу драглеутворення [26, 27]. Введення цих модифікаторів підвищує температуру плавлення і міцність драглів, що вказує на удосконалення гелеутворюючої дії. Використання запропонованих добавок і методів модифікації та обробки сировини, приводить до скорочення витрат гелеутворювачів сульфатованих полісахаридів на 25...35%.

Ми розглянули існуючі технології желейної продукції з використанням основних видів драглеутворюючої сировини, але однією із сучасних груп, що привертає увагу виробників та споживачів є комбіновані вироби, які складаються з двох або декількох напівфабрикатів з різними органолептичними властивостями. При певних технологічних умовах це може створювати синергетичний ефект та сприяти утворенню структур з новими властивостями [28].

В даному підрозділі аналізу літературних джерел, було розглянуто існуючі способи драглеутворення білкової і полісахаридної природи, технології виробництва желейних і збивних напівфабрикатів, виробництво традиційних та сучасних видів кондитерської продукції та методів їх формування, шляхи покращення структурно-механічних властивостей текстур завдяки комбінуванню сульфатованих полісахаридів із різними гідроколоїдами – ксантаном, пектином, целюлозою, багатоатомним спиртом та іншими видами добавок.

На сьогодні в літературі відсутні завершені теорії та концепції, що дозволяють б однозначно прогнозувати технологічні та споживчі властивості желейних кондитерських виробів на основі знання молекулярної структури та природи структуроутворювачів, що використовуються для їх виготовлення. Відсутні також і методики кількісного визначення функціонально-фізіологічних інгредієнтів, адаптовані для кондитерських виробів з використанням структуроутворювачів різного походження.

У зв'язку з вищевикладеним, наукове обґрунтування, розробка та запровадження нових ресурсозберігаючих технологій желейної продукції, які базуються на дослідженні функціонально-технологічних властивостей сировини, а саме структуроутворювачів різного походження, та дозволяють отримувати вироби із заздалегідь прогнозованими характеристиками є актуальною науково-технічною проблемою.

1.3. Наукові та практичні основи використання бобової сировини в технологіях харчової продукції

В Україні зростає проблема продовольчої безпеки, з 2014 по 2021 рік кількість людей з нехваткою продовольства зросла від 0,9 млн до 1,4 млн [29], а в 2023 році показник зріс до 8,9 млн [30]. Причиною значного підвищення показників стала затяжна війна, яка призвела до знищення інфраструктури, зменшення посівних площ, неможливості повноцінної роботи аграрного сектору. Враховуючи складність отримання тваринного білку, його зберігання,

особливо в умовах війни, має зростати відсоток вирощування та споживання саме рослинного білку. Так, при повній відмові від тваринництва на користь рослинництва, використання сільськогосподарських земель зменшиться на 75% у всьому світі [31].

В умовах наростаючої продовольчої кризи, пов'язаної з війнами, обмеженим доступом до природних ресурсів, збільшенням кількості населення, необхідність пошуку альтернативних джерел білка стає все більш актуальною. Так, джерела рослинного білку, більш доступні та стійкі до умов зберігання, потребують менше ресурсів для їх виробництва у порівнянні з джерелами тваринного білку. Однією з поширених аграрних культур, яка може стати важливим джерелом білка як в теперішньому часі так і в майбутньому, є бобові.

Бобові – це посухостійкі та холодостійкі культури, які пристосовуються до умов вирощування, завдяки чому їх вирощують та споживають у всіх країнах світу, але це впливає на їх хімічний склад, вміст білку, вітамінів, нутрієнтів. Вирощування бобових має позитивний вплив на ґрунт. Вони є природніми добривами, адже наповнюють ґрунт азотом, кальцієм, фосфором.

Після вирощування та очищення насіння бобових залишається лушпиння, яке володіє функціональними властивостями та можливо в майбутньому зможе використовуватися в харчовій промисловості, перетворившись з агровідходів в харчовий продукт з доданою вартістю. Лушпиння із нуту містить до 40% клітковини, до складу якої входять полісахариди, а саме целюлоза, геміцелюлоза, пектин [32], 4,5% білку [33], 80,43% вуглеводів, 1,5% фенолів [34]. З нутового лушпиння можливе екстрагування 8% пектину, який має властивості низькомолекулярного, та на 67% складається з галактуронової кислоти [35].

Варто звернути увагу на екологічний вплив виробництва харчових продуктів, а саме викиди парникових газів, оскільки кожен етап, від вирощування до переробки сировини суттєво впливає на навколишнє середовище. Для виробництва 100 г яловичини викиди CO₂ складають 25 кг, у той час як для свинини цей показник дорівнює 6,5 кг, для риби — 3,5 кг, а для

яєць — 3,8 кг. Натомість вирощування рослинних культур має значно менший вуглецевий слід: лише 0,65 кг для квасолі та 0,36 кг для гороху [36].

Згідно наказу № 107 «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії» норма споживання білку, в залежності від віку та коефіцієнту фізичного навантаження, становить 80...117 г для чоловіків і 58...87 г для жінок, з яких 48..52% саме рослинного білку [37]. Відповідно до статистичних даних сайту Our World in Data в Україні кількість білка в грамах на людину становить 87,23 г, з яких 46,17 г рослинний білок, 16,52 г м'ясо, 5,79 г яйця, 15,08 г молочна продукція, 3,66 г риба і морепродукти [38]. Таким чином, показники споживання білка в Україні загалом відповідають рекомендованим нормам, однак реальні дані споживання білку населенням в умовах повномасштабної війни росії проти України, можуть бути значно нижчими. Тому, враховуючи загострення проблем з продовольчим забезпеченням у населених пунктах України, особливо поблизу зон бойових дій, варто приділяти особливу увагу збільшенню виробництва та споживання харчових продуктів тривалого терміну зберігання та популяризації сировини, яка не потребує спеціальних умов зберігання, що допоможе забезпечити дотримання рекомендованих норм добової кількості білку для населення в умовах обмежених ресурсів.

В Україні в середньому за день споживається 0,6% бобових, в Італії 2,05%, США 1,23%, в середньому у світі 2,31% [39], що частково пов'язано із обмеженим асортиментом готових страв на основі бобових у продовольчих магазинах, що знижує їх доступність для споживачів. Однією з причин низького споживання бобових населенням України може бути недостатня обізнаність про їхні харчові та економічні переваги. Не зважаючи на те, що бобові є цінним джерелом рослинного білка, мікроелементів і вітамінів, проте їх споживання українцями залишається відносно низьким. Цю ситуацію частково пояснює, той факт, що споживання бобових часто асоціюється з тривалим процесом приготування та можливими дискомфорними відчуттями з боку травної системи, що може стримувати їх популярність серед населення. Попри економічну вигоду та екологічні переваги вирощування бобових, бракує

інформаційних кампаній та пропагування їхньої користі, що також впливає на рівень їх споживання.

Зважаючи на зростання кількості населення та збільшення потреби в білку, бобові можуть стати доступним і ефективним джерелом рослинного білка та необхідних нутрієнтів. Вони забезпечують організм важливими амінокислотами, вітамінами та мінералами, що робить їх ключовим компонентом для забезпечення збалансованого харчування, особливо в умовах обмежених ресурсів та зростання попиту на екологічно стійкі продукти. Після гідромеханічного та гідротермічного оброблення вага готових бобових збільшується на 110%, завдяки чому бобові доступний харчовий продукт з економічної точки зору. Крім зазначеного, у багатьох країнах Європи, Великої Британії та США спостерігається зростання відсотка споживачів вегетаріанських готових до споживання харчових продуктів. Це пов'язано із кількома факторами. По-перше, зростає усвідомлення населення щодо впливу харчування на здоров'я, а саме переваг рослинної дієти в запобіганні серцево-судинним захворюванням, ожирінню та діабету. По-друге, зростає усвідомлення впливу людської діяльності, зокрема виробництва харчових продуктів, на стан екології. Відповідно, етична свідомість та турбота про тварин сприяють поширенню вегетаріанства, зниженню відсотку споживання білку із тваринних джерел. Крім того, харчова промисловість пропонує високоякісні вегетаріанські продукти з широким асортиментом та відмінними органолептичними властивостями, що значно полегшує перехід до нового стилю харчування або зменшення споживання звичних страв. Це допомагає зберігати смакові уподобання споживачів, роблячи зміну раціону менш стресовою та більш привабливою. Так, у Великій Британії кожного року зростає кількість споживачів на 2,5% [40], у США лише за останній рік на 18,4% [41], а в Німеччині на 11% [42]. Основним сегментом споживачів вегетаріанських готових до споживання харчових продуктів є молоді люди, що підтверджується статистично, так в Німеччині основними споживачами рослинних джерел білку є споживачі 16...24 років які становлять 76% від

загальної кількості [43], у Великій Британії споживачі 25...34 років 39%, в США споживачі 25...34 років 44% [44].

На харчову алергію викликану різними алергенами страждає 8% дітей, 3..4% дорослих [45]. Найпопулярнішими алергенами є яйця, молоко, арахіс, соя, молочні продукти. Яечний білок містить ряд білкових алергенів, а саме овомукоїд, овальбумін, овотрансферрин і лізоцим [46], в жовтку алергенами виступають водорозчинний глобулярний глікопротеїн, сироватковий альбумін, жовтковий глікопротеїн [47]. Білок, який входить до складу арахісу, сої, люпину містить алерген – імуноглобулін класу E [48], крім того соєвий білок негативно впливає на когнітивні функції людини [49]. В молоці окрім алергенів, наявні вуглеводи, які викликають їх непереносимість, викликану порушенням всмоктування лактози. Серед існуючих джерел білку, квасоля, нут, горох не поширені алергени серед дітей та дорослого населення. Серед дітей зареєстрований показник алергічної реакції на сочевицю становить 5,9%, нут 3,8%, горох 2,3% [50], для дорослих цей показник становить 6,9%, проте дані стосовно захворювань алергічного характеру викликаних бобовими в Україні відсутні [51]. Основні алергени які містяться в бобових, це: сіс а 2s Albumin, сіс а 11s globulin (нут), ріс s1, ріс s 2 (горох жовтий), len c1, len c2, len c 2 (сочевиця) [45], вміст яких зменшується після гідромеханічного та гідротермічного оброблення.

Вирішення зазначених вище проблем можливе завдяки розширенню виробництва різноманітної харчової продукції на основі бобової сировини.

Бобові в Україні переважно застосовуються в харчовій промисловості як рослинний наповнювач для ковбасних виробів, напівфабрикатів, фаршів, консервів. Бобові як додатковий компонент рецептури дозволяють покращити структурно-механічні показники, соковитість виробів, насичують додатково рослинним білком.

Завдяки своїм функціонально-технологічним властивостям бобові широко використовуються для приготування борошна, білкових ізолятів та концентратів, екструдованих харчових продуктів, які застосовуються в харчовій промисловості.

Борошно виготовлене із певного виду бобових підвищує харчові, функціональні властивості отриманих хлібобулочних виробів, підвищуючи кількість білка, клітковини, калорійність, вміст магнію, заліза, цинку, вітаміну Е, вітамінів групи В та каротиноїдів [52], незамінних амінокислот [53].

Композиційна суміш борошна, яка поєднує бобові та зерно має кращий амінокислотний баланс, адже поєднується лізин бобових та метіонін зернових [54].

Так, Гоменюк О.Л., Сахутою Л.А., Коленченко А.Ю. [55] розроблено композиційну суміш борошна пшеничного з гороховим борошном. При використанні суміші в технології хлібобулочних виробів поліпшуються органолептичні властивості, формостійкість, подовжується тривалість зберігання, збільшується вологість порівняно із виробами аналогами.

Коняєва І.М., Атанасова В.В. [56] розробили композиції інгредієнтів для приготування профітролів, до складу якого входить борошно з пророщених зерен нуту. Використання зазначеного борошна дозволило підвищити харчову цінність та збалансованість амінокислотного складу готового продукту.

Колективом авторів з Одеського національного технологічного університету, розроблено суху борошняну суміш, що містить борошно пшеничне хлібопекарське вищого сорту та борошно бобової культури [57]. Випечений хліб на основі борошняної суміші відрізнявся пористістю, гладкою без тріщин і бічних підривів поверхні скоринки, підвищеним вмістом білку, амінокислот.

Бобові використовують і в макаронному виробництві, що підвищує біологічну цінність макаронних виробів, знижує в них кількість вуглеводів та змінює їх органолептичні показники, в особливості смак та забарвлення [53].

Замінники молочних продуктів, альтернативні вегетеріанські аналоги молока, достатньо поширені, як з етичних переконань так і тому, що вони не є алергеном, не містять лактозу. Хоча на ринку аналогів молока представлено достатньо, проте кількість білку в них мінімальна, із-за чого вирішення даної проблеми потребувало наукових пошуків. Так на сьогодні існує розроблене нутове молоко [58-59], горохове, сочевичне [60], але виробництво та реалізація

розпочата тільки горохового молока. Існування даних розробок свідчить про широкі наукові пошуки застосування бобової сировини у харчовій промисловості та їх актуальність.

Білкові ізоляти та концентрати із нуту, гороху набувають популярності, та витісняють соєві ізоляти, адже мають нижчу собівартість та вміст антинутрієнтів, не алергічні, добре засвоюються організмом людини, до 98% [61, 62]. Ізоляти містять в своєму складі до 90% білку, а концентрати до 70%. Традиційно для екстракції білку бобових використовують, наступні методи екстракції: суха, рідинна, ферментативна, ультразвукова [63]. Широко білкові ізоляти використовуються в спортивному та дієтичному харчуванні, а також для виробництва вегетаріанських аналогів м'ясних харчових продуктів.

Вченими в патенті [64] запропоновано способи отримання білкового ізоляту із гороху маш, використанням осадження білку при рН поряд з ізоелектричною точкою, мікрофільтрації, ультрафільтрації чи іонообмінної хроматографії.

Науковцями [65] запропоновано використання фумарової кислоти, що дозволяє прибрати специфічний смак у готовому білковому концентраті на основі нуту. Отримання концентрату зазначеним способом розширяє потенціал виробництва на його основі вегетаріанських аналогів сиру та м'ясних продуктів, повністю прибравши обмежуючий фактор – гіркоту.

У результаті пошуку товарів на основі білкового ізоляту чи концентрату із білка бобових було виявлено лінійки спортивного харчування від виробників «MyProtein», «Feel Power», які реалізуються в Україні.

Текстурований білок бобових широко використовують для створення аналогів м'ясних продуктів, надаючи їм схожу текстуру, смакові властивості до продуктів аналогів. Так, авторами в роботі [66] розроблено аналог котлет для бургерів на основі білку гороху та борошна пшона.

Для розширення потенціалу використання зерен бобових в технологіях вегетаріанських аналогів м'ясних продуктів застосовується їх екструзія. Екструзія зерен бобових – процес технологічного оброблення, який ефективно нейтралізує наявні антинутрієнти, скорочує термін гідротермічного

оброблення, підвищує засвоювання білку. Екструзія поділяється на: холодну, яка нижче температури клейстеризації крохмалю; гарячу, вище температури клейстеризації крохмалю; високотемпературну, вище 120°C. Екструзія бобових використовується для приготування сухих сніданків, снєків, борошна, супів та других страв швидкого приготування [67].

Мікронізація – метод короткотривалого нагрівання інфрачервоним випромінюванням зерен бобових, що знижує тривалість їх приготування, вміст антинутрієнтів, зберігаючи вміст нутрієнтів. В роботах [68-71] вченими висувуються гіпотези, що дану технологію можливо використовувати для отримання пластівців, для наступного виробництва борошняних виробів, готових сніданків, батончиків, проте на сьогодні дана технологія поширена тільки для виробництва тваринних кормів.

Пластівці із зерен бобових миттєвого приготування, використовуються для приготування на їх основі супів, гарнірів, сухих сніданків. Пластівці одержують поєднанням різноманітних технологічних операцій та обробленням ІЧ-променями, тиском, або пропарюванням. Перевагою пластівців є миттєва тривалості приготування, адже досить часто достатньо їх залити окропом та залишити на кілька хвилин. Проте, складність технологічного процесу їх отримання та необхідність використання спеціального устаткування призвела до їх високої вартості, порівняно із горохом цілим чи крупою гороховою колотою.

Соц С.М., Кустов І.О., Жигунов Д.О. розробили спосіб виробництва пластівців із зерен гороху шляхом очищення, зволоження, відволоження, лущення, подрібнення, сортування, зволоження, відволоження, пропарюванням під тиском та плющення [72]. Розроблена технологія дозволяє зменшити відсоток технологічних втрат, утворення побічних продуктів.

Популярність використання бобових у технологіях харчових продуктів зумовлена їх багатим хімічним складом та унікальними функціонально-технологічними властивостями. Вони є джерелом рослинного білку, клітковини, вітамінів і мінералів, що сприяє покращенню харчової цінності кінцевих продуктів. Окрім цього, бобові мають здатність утримувати вологу,

покращувати текстуру та структуру продуктів, що робить їх незамінними рецептурними компонентами.

Вміст білку в ста грамів відварних бобових 8,86...9,73 г [73]. Основна частина білків бобових – запасного типу, з яких до 45...70% складають глобуліни, які представлені в основному леугумінами та віцелінами, а 10..20% альбуміни, до складу яких входять інгібітори трипсину, лектину, амілази [74], 9,99...12,0% глютеліни, 0,48...3,5% проламіни [75]. Серед незамінних амінокислот найбільший вміст фенілаланіну, гістидину, треоніну (табл.1.1), проте білки бобових неповноцінні із-за майже повної відсутності в них сірковмісних амінокислот, метіоніну та цистеїну [76]. Амінокислотний коефіцієнт засвоюваності білків нуту 0,52 у.о., гороху 0,64 у.о., квасолі 0,67 у.о., сочевиці 0,54 у.о., [77]. Білок бобових володіє широкими функціонально-технологічними властивостями, такими як емульгування, водопоглинання, піноутворення, в залежності від методів його фізико-хімічного оброблення.

Таблиця 1.1 – Вміст амінокислот, мг на 100 г готового продукту [78]

Назва амінокислот	Вміст мг на 100 г					
	Нут	Горох	Квасоля	Сочевиця	Варені яйця	Куряча грудка
Незамінні						
Гістидин	244	203	250	254	298	963
Ізолейцин	380	344	396	390	298	1638
Лейцин	631	598	716	654	686	2328
Лізін	593	602	616	630	1075	2635
Метіонін	116	85	135	77	392	859
Фенілаланін	475	384	485	445	668	1231
Треонін	329	296	377	323	604	1310
Триптофан	85	93	106	81	153	362
Валін	372	394	469	448	767	1539
Частково замінні						
Аргінін	835	744	555	697	755	1871
Цистин	119	127	98	118	292	397
Гліцин	369	371	350	367	423	1524
Пролайн	366	344	380	377	501	1275
Тирозин	220	242	253	241	513	1074
Замінні						
Аланін	380	367	376	377	700	1692
Аспарагінова	1042	984	1085	998	1264	2764

кислота						
Бетанін	–	–	–	–	–	6
Глутамінова кислота	1550	1426	1368	1399	1644	4645
Серин	447	367	488	416	936	1067

Бобові цінне джерело клітковини, якої в сухих бобових міститься 3,8...12,4 г [79], а в порції на 100 г відварних бобових 2,8...7,7 г [29], при рекомендованій нормі споживання 25,0...30,0 г для дорослої людини на добу [80]. В нуті вміст харчових волокон становить 18,0...22,0%, з яких розчинних харчових волокон 4,0...8,0%, нерозчинних 10,0...18,0% [81]. Для гороху вміст нерозчинних харчових волокон становить 22,3...28,0%, розчинних харчових волокон 14,2...19,8%, вміст олігосахаридів 4,1...5,4% [82]. Для квасолі вміст нерозчинних харчових волокон становить 12,3...15,7%, розчинних харчових волокон 5,7...9,8%, вміст олігосахаридів 3,6...5,2% [83]. Для сочевиці вміст нерозчинних харчових волокон становить 18,4...21,3%, розчинних харчових волокон 12,2...14,7%, вміст олігосахаридів 3,0...3,7% [83].

Включення в денний раціон всього ста грамів відварних бобових насичує організм людини: кальцієм 13,8...48,8 мг, залізом 1,28...3,38 мг, тіаміном 0,12...0,19 мг, рибофлавіном 0,06...0,07 мг, ніацином 0,54...1,06 мг. При цьому вміст цих же нутрієнтів в джерелах тваринного білку становить: кальцію 27,05 мг, заліза 0,94 мг, тіаміну 1,41 мг, рибофлавіну 0,31 мг, ніацину 5,64 мг в смаженій свинині; кальцію 16,47 мг, заліза 1,17 мг, тіаміну 0,07 мг, рибофлавіну 0,13 мг, ніацину 13,4 мг в смаженій курці; кальцію 12,94 мг, заліза 3,0 мг, тіаміну 0,07 мг, рибофлавіну 0,24 мг, ніацину 2,47 мг в смаженій яловичині; вміст кальцію 50 мг, заліза 0,12 мг, тіаміну 0,06 мг, рибофлавіну 0,52 мг, ніацин відсутній у відварних в круту яєць [84]. Вказані дані відображають необхідність вживання різноманітних харчових продуктів в денному раціоні харчування, для забезпечення організму людини всіма необхідними вітамінами, мікро- та макроелементами.

Бобові джерело сапонінів, які складаються з сапогенінів типу DDMP та В, які проявляють антиоксидантну та антипроліферативну активність, знижують

рівень холестерину, контролюють дієтичну гіперхолестеринемію [85], запобігають розвитку раку [86]. Окрім біологічних властивостей сапоніни проявляють поверхнево-активні властивості. Високий вміст сапонінів в денному раціоні призводить до зниження засвоєння мінеральних речовин [87]. Із-за наявності в складі бобових сапонінів, вони є потужним інгібітором активності ліпази, α -амілази та α -глюкозидази [88].

Бобові мають низький глікемічний індекс і глікемічне навантаження, що на 150 грамів відповідно становить: нут 28 ± 6 у.о., 39 ± 8 у.о.; горох лущений 32 ± 1 у.о., 45 ± 4 у.о.; квасоля 38 ± 6 у.о., 54 ± 8 у.о.; сочевиця червона 26 ± 4 у.о., 36 ± 5 у.о.; сочевиця зелена 30 ± 4 у.о., 42 ± 6 у.о. [89]. Включення в раціон бобових підвищує відчуття насичення на 31% [90], покращує стан і перебіг серцево-судинних хвороб [91-92], покращує перебіг метаболічних порушень та лікування синдрому полікістозних яєчників [93], знижує систолічний артеріальний тиск [94], крім того бобові володіють протидіабетичною та протизапальною дією [94].

Окрім високої харчової та біологічної цінності до складу бобових входять антинутриєнти, фітати, дубильні речовини, інгібітори тріпсину, які викликають метеоризм, здуття, загальну не перетравлюваність харчових продуктів та пригнічують засвоєння організмом людини нутрієнтів, в особливості мінеральних речовин. В сухих бобових вміст сапонінів 3,6...5,6%, фітинової кислоти 0,4...6,4%, поліфенолів 34...1710 мг/100г [95]. Олігосахариди, переважно рафіноза та стахіоза, фруктани викликають метеоризм та здуття. Інгібітори ферментів знижують засвоєння білку, фітинова кислота пригнічує засвоєння мінеральних речовин. Для зниження кількості антинутриєнтів використовується гідромеханічне та гідротермічне оброблення зерен бобових. При традиційному способі гідротермічного оброблення бобових зменшується вміст таніну на 20,8...26,8%, фітинової кислоти на 24,0...35,1%, проте одночасно зменшується і вміст білку на 0,86...2,63%, крохмалю на 0,86...3,38% [96].

Традиційний спосіб приготування бобових складається із гідромеханічного та гідротермічного оброблення. На першому етапі бобові

замочують у воді, яка проникає в міжклітинні стінки та відбувається процес їх набухання, завдяки чому знижується механічна міцність та тривалість наступного гідротермічного оброблення, збільшується маса бобових, рівномірно розподіляється волога в середині насіння. Під час гідротермічного оброблення відбувається деструкція клітинних стінок, в особливості пектину та геміцелюлози, денатурація білків, клейстеризація крохмалю, додаткове поглинання рідини клітинними стінками, та можливий їх розрив та перехід внутрішнього складу бобових у варильне середовище.

На тривалість гідротермічного та гідромеханічного оброблення бобових впливає: вид бобових, адже вони мають різну товщину насінневої оболонки та розмір насіння; рН; гідромодуль; наявність солі; обраний спосіб приготування бобових.

Ізоелектрична точка бобових лежить в межах 4...5 рН, тому при доведенні їх до кулінарної готовності кислоти не додаються, адже подовжується тривалість гідротермічного оброблення, погіршується розварюваність бобових. Додавання харчової солі при гідромеханічній обробці бобових зменшує тривалість гідротермічного оброблення, але одночасно знижується відсоток білку [97], так у розчин води переходять солерозчинні глобулярні білки бобових. Додавання NaHCO_3 прискорює тривалість доведення до кулінарної готовності бобових, але органолептичні показники погіршуються [98-99].

Окрім приготування бобових основним способом, можливе їх кулінарне доведення до готовності у мікрохвильовій печі, скороварці, харчових котлах.

Бобові – альтернативне джерело доступного рослинного білку для широкої верстви населення України, не викликають алергію, не вимагають спеціальних умов зберігання, завдяки функціонально-технологічним властивостям можливе їх широке використання у харчовій промисловості [100].

Нутрієнти, які входять до складу бобових в процесі їх гідротермічного оброблення завдяки процесу дифузії переходять у варильне середовище, кількість яких збільшується при остиганні бобових в цій же рідині. Згідно даних продовольчої та сільськогосподарської організації ООН хімічний склад відварних бобових на 100 г становить: білок 7,8...9,4 г, вуглеводи 15,2...24,0 г,

клітковина 4,4...5,8 г, калорійність 113...160 ккал, в бобових, після гідротермічного оброблення яких, водне середовище зливали; білок 4,8...6,6 г, вуглеводи 9,4...15,5 г, клітковина 2,8...4,1 г, калорійність 75...114 ккал в бобових, які після гідротермічного оброблення залишили остигати у водному середовищі [101]. Рідина, яка залишається після гідротермічного оброблення бобових – аквафаба, все більше набуває популярності, як альтернативна вегетаріанська заміна яєчного білку при виробництві харчової продукції.

На основі проведеного аналітичного огляду літературних джерел складено таблицю хімічного складу аквафаби (табл.1.2), що відображає залежність вмісту речовин і їх кількості від виду бобових, їх гідротермічного та гідромеханічного оброблення.

В дослідженні [106] в аквафабі отриманої після гідротермічного оброблення нуту виявлено загальну кількість цукрів 1,3%, а в роботі [104] зазначено які саме цукри: $0,3 \pm 0,1\%$ глюкоза, $14,2 \pm 0,2\%$ сахароза, $0,2 \pm 0,0$ фруктоза, $10,0 \pm 0,1\%$ стахіоза, $4,0 \pm 0,0$ рафіноза. Окрім білку, клітковини, сапонінів, вуглеводів, жиру та ліпідів, вміст яких зазначено в табл.2, до складу аквафаби входить: $0,30 \pm 0,20\%$ крохмаль [105], $0,0053 \pm 0,02\%$ фітинова кислота, $0,00212 \pm 0,0015\%$ таніни [103], $0,03 \pm 0,00\%$ поліфеноли [102], $0,0073 \pm 0,00\%$ кальцій, $0,005 \pm 0,00\%$ залізо [106].

Таблиця 1.2 – Аналітичний огляд хімічного складу аквафаби, % на 100 г

Найменування сировини	Вміст, %						Джерел а посилань
	Білок	Жир	Вуглеводи	Клітк овина	Сапон іни	Зола	
Із сухого нуту	0,4... 1,2	0,1... 0,1	3,3... 3,8	0,5... 2,4	0,30... 0,45	0,5... 0,8	70–76
Із консервованого нуту	1,0... 2,0	0,15... 0,2	2,9... 1,5	–	–	0,4... 1,1	70; 78
У вигляді порошку з відвару нуту	21,7... 22,6	0,00... 0,01	–	6,0... 8,7	–	13,1... 13,4	77
Із колотого жовтого гороху	$1,3 \pm$ $0,02$	–	–	$1,63 \pm$ $0,18$	$0,47 \pm$ $0,04$	$0,40 \pm$ $0,00$	71

Із квасолі продовольчої	0,70± 0,00	–	–	0,93± 0,05	0,59± 0,05	0,75± 0,03	71
Із цілої зеленої сочевиці	1,51± 0,01	–	–	2,09± 0,02	1,20± 0,10	0,48± 0,00	71

Через свій хімічний склад аквафаба може проявляти піноутворюючі, емульгуючі, гелеутворюючі властивості, завдяки чому її функціонально-технологічні властивості можна буде широко використовувати в різних галузях харчової промисловості, конкуруючу з яечним білком та можливо повністю замінивши його в майбутньому.

В США та Європі зареєстровано, харчові продукти з використанням аквафаби: Esti foods LLC «aquafaba tzatziki» рослинна заміна молочного йогурту, Fabalish LLC різні вегетаріанські соуси на основі аквафаби, Funky Mello LLC зефірний крем, SIR KENSINGTON'S LLC веганський майонез, EVOLVING KNEAD LLC шоколадне веганське печиво, MOMMY KNOWS BEST LLC печиво, Terrapin Ridge Farms LLC соус. Хоча на ринку і представлені харчові продукти при виробництві яких застосовується аквафаба, проте необхідні технологічні параметри досягнуто іншими рецептурними компонентами. Аквафаба в рецептурах використана з маркетингової точки зору, як нова харчова сировина яка набирає популярності та зможе привернути увагу споживачів. В повній мірі функціонально-технологічні властивості аквафаби не досліджені, чим зумовлена актуальність досліджень даного напрямку.

Патентно-інформаційний пошук в базі даних Укрпатенту дозволив виявити отримані патенти на корисну модель на виробництво харчових продуктів в технологіях яких використано аквафабу. Це свідчить про активне впровадження інноваційних підходів у харчову промисловість, зокрема шляхом використання альтернативних джерел рослинного білку.

Колективом науковців з Національного університету харчових технологій отримано патент на корисну модель [107] на спосіб виробництва зефіру на основі рослинного піноутворювача, який включає підготовку сировини,

уварювання цукрово-агаро-патокового сиропу, приготування зефірної маси шляхом збивання піноутворювача з пюре із поступовим додаванням цукрово-агаро-патокового сиропу, формування, вистоювання зефіру. В якості піноутворювача використано аквафабу з додаванням камеді гуару. Технологія дозволяє розширити асортимент пастильних кондитерських виробів з високими органолептичними показниками.

Науковцями [108] з Державного торговельно-економічного університету отримано патент на корисну модель спосіб виготовлення емульсійного соусу для спеціального дієтичного споживання. В якості рецептурних компонентів використано білковий напівфабрикат на основі згущеної ферментованої низьколактозної молочної сироватки та аквафабу. Технологія соусу дозволяє запобігти у кінцевих споживачів виникнення здуття, болю в животі, діареї, що спричинені недостатністю продукування тонким кишечником лактази (мальабсорбція лактози малабсорбція лактози) або її повною відсутністю (інтолерантність до лактози).

Колектив авторів з Української інженерно-педагогічної академії розробив спосіб виробництва самбуку яблучного вегетаріанського [109]. Технологією передбачено приготування самбуку загальновідомою технологією із збірника рецептур страв та кулінарних виробів, проте додавання аквафаби з консервованих бобових замість яєчного білку. Розроблена корисна модель розширяє асортимент десертної продукції, при одночасному досягненні подовжених термінів зберігання порівняно із відомою технологією.

Проведений патентно-інформаційний пошук показав, що використання аквафаби у харчовій промисловості має значний потенціал для розширення асортименту продуктів та покращення їх властивостей. Зокрема, запатентовані технології дозволяють підвищити органолептичні характеристики виробів, покращити харчову цінність. Застосування аквафаби як піноутворювача в зефірі, замітника яєчного білка в самбуці, соусі, демонструє переваги її функціонально-технологічних властивостей для розроблення на її основі харчових продуктів для різних категорій споживачів, включаючи вегетаріанців і людей з непереносимістю лактози. Це свідчить про перспективи та

актуальність дослідження та популяризації впровадження аквафаби в харчову промисловість, та дослідження бобових в цілому.

Враховуючи неможливість тривалого зберігання аквафаби в ємкостях після гідротермічного оброблення бобових використовуються методи сушіння, заморозки. Вченими Dana Edleman та Clifford Hall порівняно розпилювальну, сублімаційну, дегідратійну сушку та згідно результатів підтверджено відповідність сушеної аквафаби властивостям та хімічному складу свіжозвареної аквафаби [105]. Для очищення аквафаби використовують метод зворотного осмосу або фільтри.

З огляду на вищесказане, бобові, завдяки високій біологічній цінності, функціонально-технологічних властивостей, екологічності, доступності, позитивного впливу при вирощуванні на ґрунт, можна вважати одним з перспективних видів альтернативного джерела рослинного білку в харчовій промисловості.

2 МАТЕРІАЛИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація, предмети та матеріали дослідження

Відповідно до мети дослідження розроблено план аналітичних та експериментальних робіт, який спрямовано на розроблення технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи

Предметами дослідження роботи були:

- модельна система «желатин – вода»;
- модельна система «агар – вода»;
- модельна система «фурцеларан – вода»;
- модельні системи «желатин – МК – агар – вода»;
- модельні системи «желатин – МК – фурцеларан – вода»;
- модельні системи «желатин – МК картопляний Оксиаміл ОПВ 1 – агар»;
- модельні системи «желатин – МК картопляний Оксиаміл ОПВ 1 – фурцеларан»;
- желейно-фруктові начинки з додаванням плодово-ягідних і фруктового пюре – полуниці, малини й лимонів на основі систем «желатин – МК картопляний Farinex-40 – агар», «желатин – МК картопляний Farinex-40 – фурцеларан»;
- збивні напівфабрикати типу «суфле» з використанням систем «желатин – МК гороховий Emden ESH-15 – агар» і «желатин – МК гороховий Emden ESH-15 – фурцеларан»;
- бобові 2023 року врожаю, які вирощені в помірно континентальному кліматі: нут (тип «Кабулі», сорт «Розанна», регіон вирощування Полтавська область), квасоля біла (сорту «Мавка», регіон вирощування Київська область), горох жовтий звичайний колотий (сорт «Девіз», регіон вирощування Одеська

область), сочевиця червона (сорт «Канадка», регіон вирощування Одеська область);

- модельні системи «бобові – вода – лимонна кислота»;
- модельні системи «бобові – вода – гідрокарбонат натрію»;
- водні розчини аквафаби.

Інші сировина та матеріали, які використовували під час проведення дослідження, за показниками якості та безпечності відповідали вимогам нормативної документації чи сертифікатам відповідності фірм-виробників та дозволені до використання в Україні Центральним органом виконавчої влади в сфері охорони здоров'я у харчових продуктах: желатин харчовий П-11 (ТМ «Мрія», Україна), агар CERO Agar Agar powder Type 8925 S (CE Roepel GmbH, Німеччина), фурцеларан із водоростей *Furcellaria fastigiata* виробництва Естонії, модифіковані крохмалі (МК) – оксиаміловий крохмаль картопляний ОПВ-1, Farinex VA 40 – гідроксіпропілований дикрохмаль фосфат картопляний виробництва Нідерланди, оксипропілований гороховий крохмаль Emden ESH 15 виробництва “Emsland Starke GmbH”, лимонна кислота, гідрокарбонат натрію, вода дистильована, вода питна, цукор білий, патока крохмальна, пюре фруктове.

Всі модельні системи готували розчиненням відповідних наважок сухих компонентів у воді. Зважування проводили на вагах ІКЕА (ІКЕА GmbH, Німеччина) з точністю 0.01 г.

Розчини желатину готували наступним чином. До точної кількості желатину додавалася вода, після чого желатин набрякав протягом 30-40 хвилин. Далі на водяній бані ІКЕА (ІКЕА GmbH, Німеччина) з контролем температури проводилося розчинення желатину при температурі 323 К з наступним охолодженням до кімнатної температури. В охолоджений розчин додавалася вода з розрахунком отримання потрібної концентрації розчину. Далі розчин ретельно перемішувався для рівномірного розподілу желатину.

Розчини агару і фурцеларану у воді готували за процедурою, аналогічною для приготування водних розчинів желатину, з тією різницею, що розчинення проводили при температурі 368 К.

Приготування водного розчину суміші зазначених компонентів проводили з наважок сухих компонентів. Спочатку розчиняли агар при температурі 368 К в пів обсязі води, потім додавали желатин та модифікований крохмаль в охолодженій до температури 323 К розчин і після його повного розчинення доводили водою до маси, що відповідає зазначеним концентраціям компонентів.

Бобові перебирали, пошкоджене насіння видаляли, залишаючи візуально однакове за розміром і формою для виключення впливу цих параметрів на перебіг експерименту.

2.2 Методи дослідження

Визначення міцності гелів та напівфабрикатів виконували на приладі Валента. Метод заснований на встановленні граничного навантаження, необхідного для зруйнування структури гелів грибоподібною насадкою. Тривалість структуроутворення визначали методом, заснованим на встановленні максимальної міцності структури в кінці процесу структуроутворення. Суть методу полягає в тому, що досліджуваний зразок піддавали руйнуванню навантаженням на приладі Валента. Величину навантаження при цьому фіксували при остаточному руйнуванні структури.

Методика моделювання. Для моделювання отриманих експериментальних даних міцності модельних систем «желатин – МК – агар – вода» і «желатин – МК – фуцеларан – вода» було обрано дві конкуруючі математичні моделі з числом ступені вільності $n=3$:

$$\text{лінійна} \quad y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2, \quad (2.1)$$

$$\text{нелінійна} \quad y = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}, \quad (2.2)$$

де y – міцність систем,

x_1, x_2 – масові концентрації компонентів, що варіюються.

a_0, a_1, a_2 - емпіричні коефіцієнти.

Для моделювання даних про міцність контрольних систем «агар – вода», «фурцеларан– вода», «желатин–вода» було обрано дві конкуруючі математичні моделі з числом ступенів вільності $n=2$:

$$\text{лінійна} \quad y = a_0 + a_1 x, \quad (2.3)$$

$$\text{нелінійна} \quad y = a_0 \cdot x^{a_1}, \quad (2.4)$$

де y – міцність контрольної системи,

x – масова концентрація драглеутворювача.

Для перевірки адекватності математичних моделей використовували критерій Фішера. Для цього обчислювали відношення дисперсій регресії для двох конкуруючих математичних моделей

$$F = \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right)^2, \quad (2.5)$$

де F - критерій Фішера,

σ_1, σ_2 - стандартні похибки регресії відповідних математичних моделей.

Причому σ_1 - стандартна похибка регресії для математичної моделі, яка має більшу похибку.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y(x_i))^2}{f}, \quad (2.6)$$

де y_i – експериментальні данні про міцність системи,

$y(x_i)$ – значення міцності за математичною моделлю,

$f=n-m-1$ - число ступенів вільності моделі;

n - число експериментальних точок,

m - число коефіцієнтів емпіричної формули.

Якщо значення критерію Фішера було меншим його критичного значення $F > F_k$, то обиралась математична модель, яка має меншу похибку та навпаки. Критичне значення критерію Фішера розраховувалось залежно від числа ступенів моделі при надійності виводу 0,95. Статистична обробка експериментальних даних проводилась в середовищі пакету Mathcad.

Динамічну в'язкість розчинів досліджували в діапазоні температур 30...95 °C, підігріваючи і охолоджуючи зразки з інтервалом 5 °C на рео–

віскозиметрі Хеплера, який працює за принципом падаючого в рідині скляного шару, виготовленого заводом ФЕБ Карл Цейсс з допуском на точність розміру і форми менше 0,001 мм, швидкість падіння якого і є мірилом в'язкості. Дослідження проводили по черзі у двох мірних циліндрах, один з яких характеризує число 1 (нормальна рідина NF 1000), інший характеризує число 10 (нормальна рідина NF 10000). Напруження зсуву змінювали застосуванням спеціальних важелів, які входять в комплект приладу [128]. Динамічну в'язкість досліджуваних систем розраховували за формулою:

$$\eta = P \cdot t \cdot K \cdot 30, \quad (2.7)$$

де: P – навантаження, зсувальний натяг, г/см²;

t – час дослідження, с;

K – коефіцієнт мірного циліндра.

*Органолептичний аналіз*__ готової продукції проводили за певною кількістю дескрипторів профільним методом з використанням п'ятибальної шкали за усередненими даними [129, 130]. Результати аналізу представляли графічно у вигляді діаграми. Осі на діаграмі відповідали обраним дескрипторам, величина органолептичної оцінки відзначалась за відповідною віссю за п'ятибальною шкалою. Оцінку безпечності готової продукції за системою НАССР проводили згідно з [131].

Гідромеханічне оброблення бобових здійснювали наступним чином. Підготовлені бобові замочували у питній воді протягом 14 год при гідромодулі від 1:1.5 до 1:3.0 за температури 18,0±0,5 °С. Кожні 30 хв визначили поточну масу системної води. Набрякання бобових відбувалось до моменту припинення зміни маси зразків.

Гідротермічне оброблення регідратованих бобових здійснювали двома способами. Перший спосіб гідротермічного оброблення (основний спосіб) полягає у використанні наплитного посуду та варильної поверхні, приготуванні бобових за гідромодуля 1:1.5, 1:2.5 для нуту, квасолі, гороху, 1:2.0, 1:3.0 для сочевиці протягом 40–80 хв за температури 99±1 °С. Другий спосіб

гідротермічного оброблення полягає у приготуванні бобових під тиском з використанням скороварки за гідромодуля 1:1.5 для нуту, квасолі, гороху, 1:2 для сочевиці протягом 5-40 хв за температури 120 ± 1 °С.

Окремо проведено дослідження за умови додавання у водний розчин для гідротермічного оброблення бобових, здійсненого першим способом, лимонної кислоти або гідрокарбонату натрію.

Вологовміст зерен бобових визначали за формулою 2.8

$$w = \frac{m_w}{m_{s.s.}} \cdot 100\%, \quad (2.8)$$

де w – поточний вологовміст, %;

m_w – поточна маса системної води, яку утримують зерна бобових, кг;

$m_{s.s.}$ (solid substances) – маса сухих речовин зерен бобових, кг.

Масу сухих речовин $m_{s.s.}$ визначали шляхом висушування 1 г зразку подрібненої сировини в аналізаторі вологи Radwag MA 50/C/1 за температури 105 °С до постійної маси [111].

Враховуючи використання удосконалених підходів до методів аналізу вологовмісту зерен бобових, використано поняття «системна вода», суть якого висвітлено в роботі [112].

Поточну масу системної води m_w визначали як різницю між значенням поточної маси зерен бобових $m_{r.m.}$ (raw material) та масою сухих речовин, які зерна бобових утримують:

$$m_w = m_{r.m.} - m_{s.s.} \quad (2.9)$$

Отримані експериментальні точки апроксимували функцією виду

$$f_{wi}(\tau) = a_{wi} - e^{b_{wi} + c_{wi} \cdot \tau}, \quad (2.10)$$

де a_{wi} , b_{wi} , c_{wi} – апроксимаційні коефіцієнти.

Із застосуванням отриманої математичної моделі (2.9) для кожного виду бобових одержували масив даних, який містив значення поточного вологовмісту сировини за різної тривалості її гідромеханічного оброблення із

діапазону 0...840 хв. Дискретність значень тривалості оброблення, для якої проводили розрахунок значень поточного вологовмісту, становила 10 хв. Із вихідного масиву виділяли підмасив, починаючи зі значення вологовмісту, який відповідає максимальній тривалості гідромеханічного оброблення. Далі додаючи до підмасиву по чергово у зворотному порядку точки із основного масиву, проводили апроксимацію значень поточного вологовмісту із отриманого підмасиву. Апроксимаційна функція при цьому являла собою лінійну функцію виду

$$f(\tau) = a + b \cdot \tau, \quad (2.11)$$

де a та b – апроксимаційні коефіцієнти.

Вміст сухих речовин у водних розчинах аквафаби досліджували рефрактометричним методом на рефрактометрі моделі УРЛ-1 відповідно до ДСТУ 8402:2015 [113].

Апроксимацію експериментальних даних, що являли собою вміст сухих речовин в аквафабі, проводили з використанням фізико-математичної моделі Пелега [114]. Для моделі Пелега математичний вираз має вигляд

$$C(\tau) = \frac{\tau}{K_1 + K_2 \cdot \tau}, \quad (2.12)$$

де C – вміст сухих речовин в аквафабі, %;

τ – тривалість гідротермічного оброблення, хв.;

K_1 та K_2 – константи Пелега, %/хв. та % відповідно.

The margin of error in studies was $\sigma=3...5$ %, the number of repeated experiments was $n=3$, the probability was $p \geq 0.95$.

Розроблення рецептури та технології закусок з емульсійною структурою на основі рослинної сировини проводилася згідно з ДСТУ 3946:2018 «Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на виробництво нових та новітніх харчових продуктів» [115].

Вміст вологи в досліджуваних зразках визначали в аналізаторі вологи EM120-NR.

Мікробіологічні показники закусок овочевих з емульсійною структурою визначали: МАФAM – за ДСТУ 8446 [116], *L. monocytogenes* – за МВ 10.10.2.2–132–2006 [117], патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії роду *Salmonella* – за ДСТУ EN 12824 [118], дріжджі та плісняві гриби – ДСТУ 8447 [119], *Staphylococcus aureus* – за ГОСТ 10444.2 [120], БГКП за ГОСТ 30518 [121].

Визначення токсичних елементів та солей важких металів у складі закусок овочевих з емульсійною структурою здійснювали за ДСТУ ISO 6637 [122], ДСТУ EN 14082 [123], ДСТУ ISO 6634 [124], ГОСТ 30178 [125], ГОСТ 31262 [126].

Органолептичну оцінку якості готової продукції здійснювали аналітичними методами для оцінювання органолептичних показників продукту, а саме за зовнішнім виглядом, смаком, консистенцією, запахом, кольором [127].

3 НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З РЕГУЛЬОВАНИМ НУТРИЄНТИМ СКЛАДОМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розроблення технологій желейних та збивних напівфабрикатів на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи

Даний розділ присвячений розробці технологій виробництва желейних і збивних напівфабрикатів з використанням структуроутворювачів білково-полісахаридної природи.

Одним із шляхів скорочення витрат драглеутворювачів при виробництві желейної продукції, є їх комбінування або часткова заміна одного, більш дорогого іншим, більш дешевим [132].

Так, у теперішній час все більшою мірою використовується желатин (або колаген) – структуроутворювач білкової природи, що виробляється на підприємствах м'ясної промисловості, в тому числі і України. Однак, до недоліків желатину можна віднести наявність незначного забарвлення і присмаку, залежно від його сорту, недостатню желюючу здатність і низьку температуру плавлення утворених ним драглів, що серйозно ускладнює виробництво і реалізацію желейних страв у весняно-літній період. Збільшення концентрації желатину призводить до посилення фарбування і присмаку, але не забезпечує потрібного підвищення температури плавлення драглів [133].

На відміну від желатину, модифіковані крохмалі, які застосовують як стабілізатор гелеподібної структури, мають стійкість до різних зовнішніх дій та технологічних факторів – високих температур, тривалого нагрівання, низьких показників рН, механічного навантаження [133].

Нами була вивчена можливість спільного використання сульфатованих полісахаридів, желатину та модифікованого крохмалю при виробництві желейних страв і виробів з метою скорочення витрат більш дорогих і дефіцитних полісахаридів, більш дешевшими і поширеними желатином та модифікованим крохмалем.

Показником високої якості желейної продукції є міцність виробу. Підвищення міцності драглів рівносильно зменшенню витрати драглеутворювача. Нами досліджувалася зміна міцності комплексних драглів, залежно від вмісту в них драглеутворювачів різного походження.

Згідно плану експерименту було досліджено 6 модельних гетерогенних систем (МС) на основі комбінацій гідроколоїдів та модифікованих крохмалів (МК). У таблицях 3.1 та 3.2 наведено експериментальні дані про склад та міцність досліджених систем.

Таблиця 3.1 – Експериментальні показники міцності модельних систем на основі агару, желатину та модифікованих крохмалів

Вміст гідроколоїдів у модельній системі, %			Показники міцності модельних систем з різними МК, г Валента		
			МС 1	МС 2	МС 3
Агар	Желатин	МК	Оксиаміл ОПВ – 1	Farinex VA - 40	Emden ESH - 15
0.25	1	1,5	90±5.0	80±4.0	85±4.2
0.25	2	1,5	180±9.0	175±8.7	185±9.2
0.25	3	1,5	280±14.0	260±13.0	270±13.5
0.25	4	1,5	350±17.5	320±16.0	340±17.0
0.5	1	1,5	140±7.0	130±6.5	130±6.5
0.5	2	1,5	240±12.0	230±11.5	245±12.2
0.5	3	1,5	370±18.5	350±17.5	360±18.0
0.5	4	1,5	410±10.5	390±18.5	400±20.0

Таблиця 3.2 – Експериментальні показники міцності модельних систем на основі фурцеларану, желатину та модифікованих крохмалів

Вміст гідроколоїдів у модельній системі, %			Показники міцності модельних систем з різними МК, г Валента		
			МС 4	МС 5	МС 6
Фурцеларан	Желатин	МК	Оксиаміл ОПВ – 1	Farinex VA - 40	Emden ESH - 15
1	2	3	4	5	6
1	1	1,5	110±5.5	100±5.0	105±5.2
1	2	1,5	200±10.0	180±9.0	190±9.5
1	3	1,5	270±13.5	250±12.5	260±13.0
1	4	1,5	350±17.5	320±16.0	340±17.0

Закінчення таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
1.5	1	1,5	150±7.5	130±6.5	140±7.0
1.5	2	1,5	270±13.5	250±12.5	260±13.0
1.5	3	1,5	360±13.0	330±16.5	350±17.5
1.5	4	1,5	430±21.5	400±20.0	420±21.0

У якості контрольних зразків досліджувались гомогенні системи з традиційних драглеутворювачів, дані про які наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Експериментальні показники міцності контрольних систем на основі традиційних драглеутворювачів

КС1. Агар		КС2. Фурцеларан		КС3. Желатин	
Вміст гідроколоїду, %	Показник і міцності, г	Вміст гідроколоїду, %	Показники міцності, г	Вміст гідроколоїду, %	Показники міцності, г
0.25	70±3.5	1.0	70±3.5	2.0	70±3.5
0.5	110±5.5	1.5	130±6.5	3.0	140±7.0
0.75	150±7.0	2.0	180±9.0	4.0	240±12.0
1.0	240±12.0	2.5	270±13.5		
1.5	330±16.5				

Після статистичної обробки даних про міцність гетерогенних драглеутворюючих систем наведених у таблицях 3.1-3.2 встановлено, що ці експериментальні данні адекватно описуються нелінійною математичною моделлю (2.2), а данні про міцність контрольних систем, наведених у таблиці 3.3 - лінійною математичною моделлю (2.3).

На рис. 3.1 наведено кореляційна залежність експериментальних та розраху кових даних за математичною моделлю (2.2) для гетерогенних систем МС1-МС6. На рис. 3.2 наведено кореляційна залежність експериментальних та розрахункових даних за математичною моделлю (2.2) для контрольних систем КС1-КС3.

Відносна похибка апроксимації експериментальних даних гетерогенних модельних систем складає від 2% до 5%. Відносна похибка апроксимації експериментальних даних контрольних систем складає від 5% до 7%.

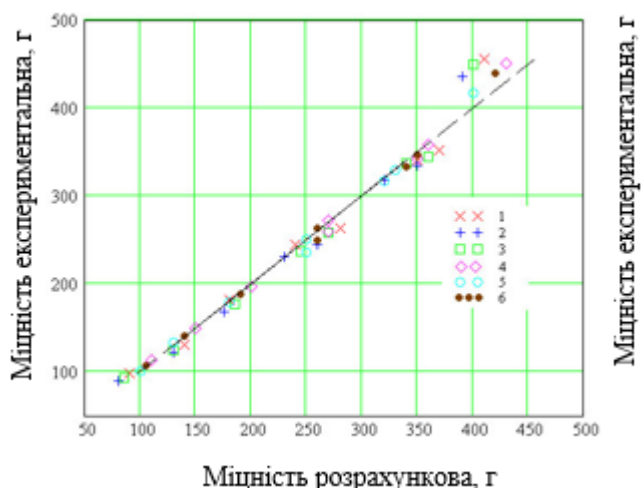


Рис.3.1. Кореляційна залежність експериментальних та розрахункових даних про міцність модельних систем «желатин – МК – агар – вода» і «желатин – МК – фуцеларан – вода»: 1 – МС1, 2 – МС2, 3 – МС3, 4 – МС4, 5 – МС5, 6 – МС6.

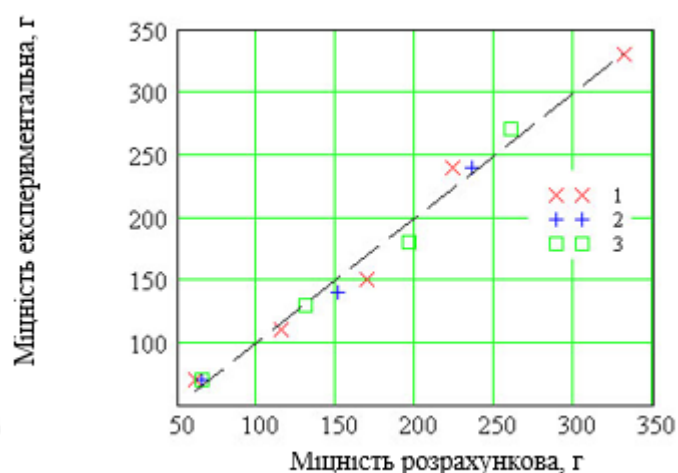


Рис.3.2. Кореляційна залежність експериментальних та розрахункових даних про міцність контрольних систем «гідроколоїд – вода»: 1 – КС1, 2 – КС2, 3 – КС3.

В таблицях 3.4 та 3.5 наведено параметри математичних моделей, що описують залежність міцності драгле утворюючих систем від їх складу.

Таблиця 3.4 – Параметри математичних моделей модельних систем

Модельна система	$y = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}$, у – міцність, г; x_1 – масова концентрація агару, %; x_2 – масова концентрація желатину, %			
	a_0	a_1	a_2	Відносна похибка, %
МС1	174.7	5.116	5.116	5.3
МС2	1.523	0.452	0.417	5.4
МС3	2.464	0.919	0.924	5.2
Модельна система	$y = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}$, у – міцність, г; x_1 – масова концентрація фуцеларану, %; x_2 – масова концентрація желатину, %			
	a_0	a_1	a_2	Відносна похибка, %
МС4	113.4	4.616	4.672	2.1
МС5	1.975	0.673	0.684	1.9
МС6	2.218	0.825	0.819	2

Таблиця 3.5 – Параметри математичних моделей контрольних систем

Модельна система	$y = a_0 + a_1 x$, y – міцність, г; x – масова концентрація гідроколоїду, %		
	a_0	a_1	Відносна похибка, %
КС1	7.02	216	7.7
КС2	-105	85	5.5
КС3	-65	130	4.8

Як впливає з отриманих даних гетерогенні модельні системи у досліджених діапазонах концентрацій мають більшу драглеутворюючу здатність ніж контрольні системи. Максимальна міцність контрольної системи 330 г при масовій концентрації агару 1,5%, 270 г при масовій концентрації фурцеларану 2,5% та 240 г при масовій концентрації желатину 4,0%. Тоді як у модельних системах з додаванням 1,5% модифікованих крохмалів максимальна міцність збільшується майже на 30% - від 350 г до 450 г.

На рис. 3.3 та 3.4 наведено розрахункові міцності модельних систем залежно від масових концентрацій їх компонентів. Наведений діапазон розрахункових значень міцності було обрано з огляду на літературні дані про рекомендовану міцність окремих кулінарних виробів. Так міцність желе для десертів за збірником рецептур на желатині 50% сухих речовин (СВ) складає 200-250 г, желе для оздоблення тортів і фігурок 50% СВ - 350 г, начинки желейні - 350-400 г, желейні цукерки в глазурі кондитерської або шоколаді - 350-400 г.

Як впливає з даних на рис. 3.3 та 3.4 однакова задана міцність драглеутворюючої системи може бути отримана за різної комбінації гідроколоїдів та їх концентрацій.

Отримані математичні моделі дозволяють розраховувати необхідні концентрації драглеутворюючих речовин при заданій міцності композиції. З рівняння (2.2) впливають наступні формули для визначення необхідних концентрацій драглеутворюючих речовин, якщо задана міцність системи

$$x_1 = \left(\frac{P}{a_0 \cdot x_2^{a_2}} \right)^{\frac{1}{a_1}}, \quad (3.1)$$

$$x_2 = \left(\frac{P}{a_0 \cdot x_1^{a_1}} \right)^{\frac{1}{a_2}}, \quad (3.2)$$

де P – задана міцність драглеутворюючої системи, г

x_1, x_2 – масові концентрації гідроколоїдів для певної композиції при постійній концентрації відповідного модифікованого крохмалю, %.

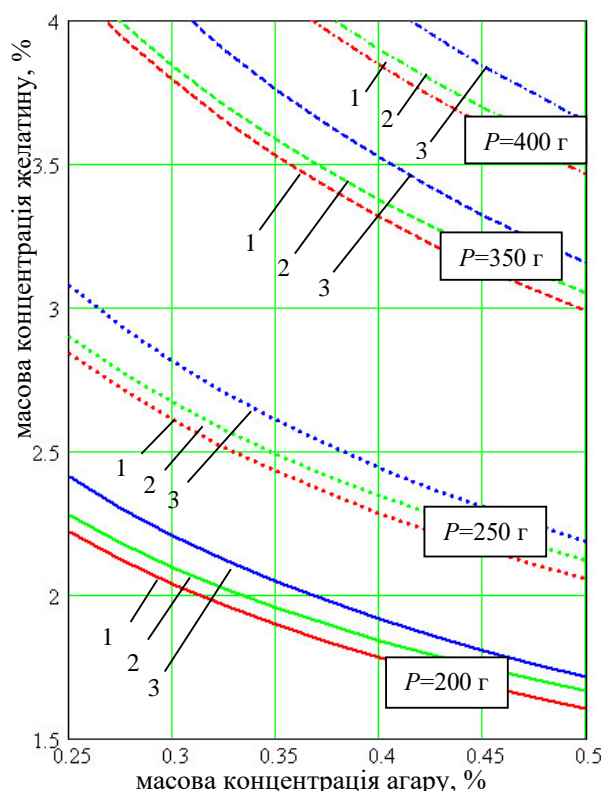


Рис.3.3. Розрахункова міцність модельних систем «желатин – МК – агар – вода» залежно від масової концентрації желатину та агару: 1 – МС1, 2 – МС2, 3 – МС3.

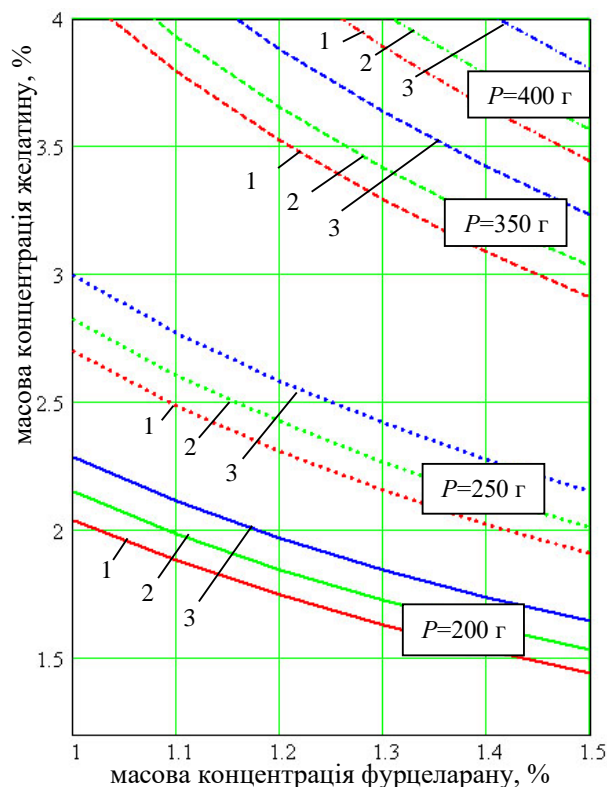


Рис.3.4. Розрахункова міцність модельних систем «желатин – МК – фурцеларан–вода» залежно від масової концентрації желатину та фурцеларану: 1 – МС4, 2 – МС5, 3 – МС6

Зрозуміло, що таких комбінацій для однієї заданої міцності системи може бути скільки завгодно, зважаючи на монотонний характер формул (3.1), (3.2). Тому виникає питання, яким чином можна визначити необхідну концентрацію компонентів драглеутворюючої композиції із заданим показником міцності.

Існують два варіанти вирішення цієї проблеми: перший концентрації компонентів обираються за органолептичними показниками драглеутворюючої композиції, другий - концентрації компонентів обираються виходячи із вартості цих компонентів. Другий шлях можна проаналізувати аналітично, зважаючи на отримані математичні моделі.

Вартість модельної системи можна приблизно оцінити за сумарною вартістю її компонентів (без урахування води). В нашому випадку, враховуючи, що модельна система складається з трьох компонентів

$$C = C_1 \cdot x_1 + C_2 \cdot x_2 + C_3 \cdot x_3, \quad (3.3)$$

де C – загальна ціна модельної системи,

C_i – ціна окремого компонента системи,

x_1 – масова концентрація агару або фуцелорану в системі,

x_2 – масова концентрація желатину в системі,

x_3 – масова концентрація модифіковано крохмалю в системі.

Якщо врахувати співвідношення, що пов'язують міцність системи та концентрацію компонентів (3.7), то отримуємо

$$C = C_1 \cdot \left(\frac{P}{a_0 \cdot x_2^{a_2}} \right)^{\frac{1}{a_1}} + C_2 \cdot x_2 + C_3 \cdot x_3. \quad (3.4)$$

Останнє рівняння є функцією тільки однієї змінної (x_2) при заданій міцності системи (P) та заданій концентрації модифікованого крохмалю ($x_3=1,5\%$). Легко переконатися, що функція ціни (3.10) має локальний мінімум, графічно зображений на рис. 3.5.

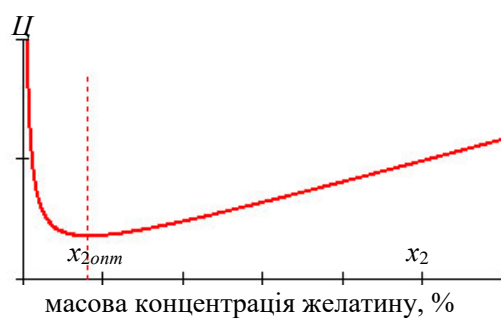


Рис.3.5. Ціна драглеутворючої композиції залежно від концентрації желатину: x_{2opt} – оптимальна концентрація желатину, що відповідає мінімальній ціні композиції.

Цей мінімум ціни можна визначити диференціюванням (3.10) за змінною x_2

$$\frac{dЦ}{dx_2} = Ц_2 - Ц_1 \frac{a_2}{a_1 \cdot x_2} \cdot \left(\frac{P}{a_0 \cdot x_2^{a_2}} \right)^{\frac{1}{a_1}} = 0 \quad (3.5)$$

Звідки отримуємо оптимальну концентрацію желатину в модельній системі, яка відповідає мінімальній ціні драглеутворючої композиції

$$x_{2opt} = \left[\frac{Ц_2}{Ц_1} \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot P^{\frac{1}{a_2}} \cdot \exp\left(-\frac{a_0}{a_2}\right) \right]^{\frac{a_2}{a_1+a_2}} \quad (3.6)$$

Враховуючи (3.7), отримуємо оптимальну концентрацію іншого компонента в модельній системі

$$x_{1opt} = \left[\frac{Ц_1}{Ц_2} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdot P^{\frac{1}{a_2}} \cdot \exp\left(-\frac{a_0}{a_1}\right) \right]^{\frac{a_1}{a_1+a_2}} \quad (3.7)$$

На підставі рівнянь (3.12), (3.13) та даних про параметри математичної моделі з таблиці 3.4 розрахована залежність масової оптимальної концентрації гідроколоїдів для заданої міцності системи. Ці графіки представлено на рис. 3.6 та 3.7. На рис. 3.8 наведено вартість таких оптимальних за ціною систем.

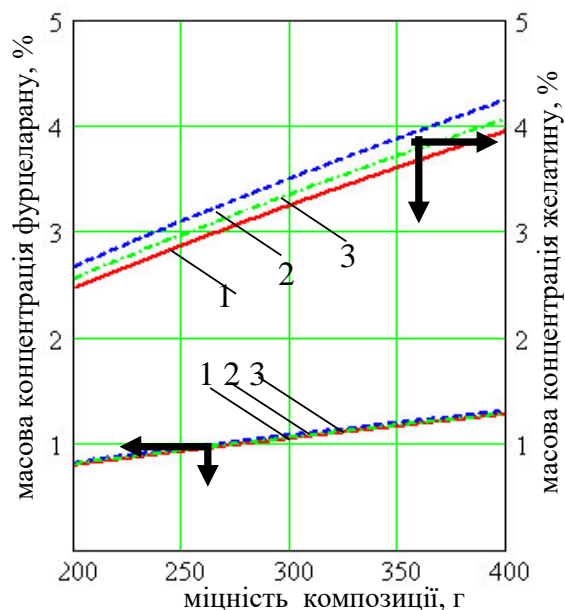
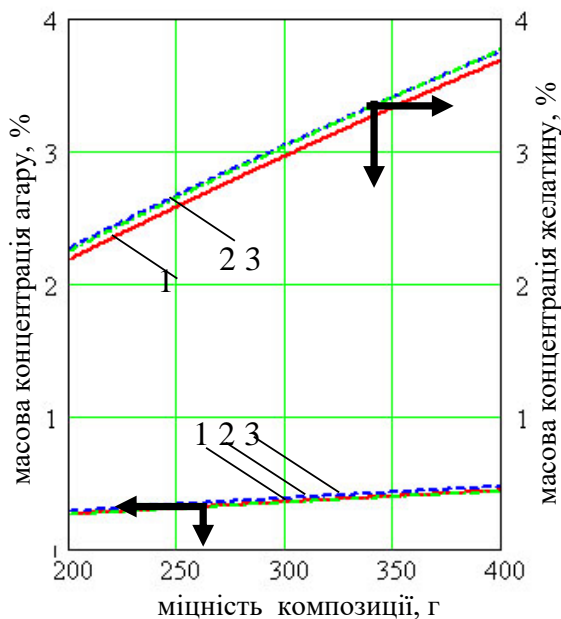


Рис.3.6. Оптимальна концентрації гідроколоїдів драглеутворючої композиції для заданої міцності системи: 1 – МС1, 2 – МС2, 3 – МС3
 Рис.3.7. Оптимальна концентрації гідроколоїдів драглеутворючої композиції для заданої міцності системи. 1 – МС4, 2 – МС5, 3 – МС6

При розрахунку вартості композицій за формулою (3.10) були взяті середні ціни на драглеутворювачі: агар - 550 грн/кг, фурцеларан - 350 грн/кг, желатин - 140 грн/кг, крохмаль ОПВ 1 - 30 грн/кг, крохмаль Farinex VA 40 - 58 грн/кг, крохмаль ESH 15 - 58,5 грн/кг.

Як показують результати розрахунків наведених на рис. 3.6. оптимальна масова концентрація агару в діапазоні рекомендованої міцності для кулінарних виробів від 200 г до 400 г складає від 0,25% до 0,43%, а оптимальна концентрація желатину відповідно від 2,1% до 3,7%, При чому для модельних систем 1,2,3 практично не має різниці у оптимальних концентраціях агару.

Оптимальна масова концентрація фурцеларану, згідно результатів наведених на рис. 3.7, складає від 0,79% до 1,31%, а оптимальна концентрація желатину відповідно від 2,47% до 4,20%, При чому для модельних систем 4,5,6 практично не має різниці у оптимальних концентраціях фурцеларану.

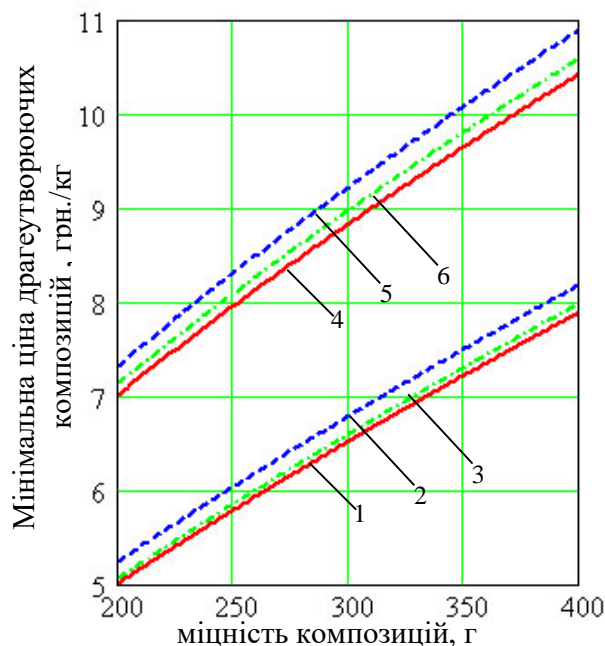


Рисунок 3.8 – Мінімальна ціна драглеутворюючих композицій залежно від міцності системи: 1 – МС1; 2 – МС2; 3 – МС3; 4 – МС4; МС5, 6 – МС6.

З рис. 3.8 випливає, що композиції з додаванням крохмалю Farinex VA – 40 (МС2, МС5) мають більшу вартість у порівнянні з крохмалю Оксиаміл ОПВ 1 та Emden ESH – 15 при однаковій з ними масовій концентрації у композиціях – 1,5%.

В цілому модельні драглеутворюючі системи «желатин – МК – фуруцеларан – вода» у 1,5 рази дорожче ніж системи «желатин – МК – агар – вода» незважаючи на те, що фуруцеларан дешевше ніж агар у 1,5 рази. Це пояснюється тим, що системи з фуруцелараном (рис. 3.7) за рівної міцності з системами, що містять агар (рис. 3.6) мають більшу загальну концентрацію гідроколоїдів, а відповідно і більшу вартість.

Таким чином проведене математичне моделювання драглеутворюючої здатності гетерогенних систем на основі структуроутворювачів різної природи дозволяє вирішити два важливих науково-практичних завдання:

1 – складати композиції із досліджених гідроколоїдів, які забезпечують необхідні органолептичні показники та заданий рівень міцності систем за технологічними вимогами до кулінарних виробів;

2 – розраховувати оптимальну концентрацію композицій гідроколоїдів, що забезпечують заданий рівень міцності систем за показником найменшої вартості композицій.

Нами запропоновано, науково обґрунтовано та розроблено інноваційний спосіб виробництва желейних напівфабрикатів для кондитерських виробів із використанням в якості структуроутворювачів модельних систем білково-полісахаридної природи (БПП) «желатин – модифікований крохмаль – сульфатований полісахарид (агар або фуцеларан)», комплексне використання яких обґрунтовано у раціональному співвідношенні 4:3:1 для агару, та 2:1,5:1 для фуцеларану відповідно. Це дозволяє отримати напівфабрикати, які відрізняються від традиційних поліпшеними структурно-механічними характеристиками, та дають можливість зменшити витрати агару на 50...70%, фуцеларану на 40...60% у порівнянні з традиційними рецептурами на основі сульфатованого полісахариду – агару або фуцеларану [133-135].

У зв'язку з цим нами були проведені технологічні дослідження желейних напівфабрикатів з використанням модельних систем драглеутворення «желатин – МК картопляний Оксиаміл ОПВ 1 – агар», «желатин – МК картопляний Оксиаміл ОПВ 1 – фуцеларан», желейно-фруктових начинок з додаванням плодово-ягідних і фруктових пюре – полуниці, малини й лимонів на основі систем «желатин – МК картопляний Farinex-40 – агар», «желатин – МК картопляний Farinex-40 – фуцеларан», та збивних напівфабрикатів типу «суфле» з використанням систем «желатин – МК гороховий Emden ESH-15 – агар» і «желатин – МК гороховий Emden ESH-15 – фуцеларан».

Для встановлення раціонального використання структуроутворювачів білково-полісахаридної природи, були проведені дослідження впливу різних концентрацій сульфатованого полісахариду, цукру білого, патоки крохмальної і кислоти лимонної на показники в'язкості сиропів, тривалості структуроутворення та міцності желейних структур. Для проведення досліджень готували цукрово-патокові сиропи на основі агару або фуцеларану, які уварювали до вмісту сухих речовин в інтервалі 18...92%, з наступним змішуванням із розчином «желатин – МК картопляний» за

температурою $60\pm 2^{\circ}\text{C}$. Сироп із структуроутворювачами білково-полісахаридної природи піддавали тепловій обробці протягом 3...5 хвилин за температури $95\pm 2^{\circ}\text{C}$ до максимального заварювання МК. Гідромодуль сульфатованих полісахаридів за температурою води $18...20^{\circ}\text{C}$ складає для агару 1:10, для фуцеларану 1:11, а діапазон гідромодуля сумішей «желатин – МК» складає з 1:2 до 1:7 [136].

Перелік рецептурних компонентів, межі їх концентрацій та прогнозований вплив на властивості оздоблювальних напівфабрикатів наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Рецептурні компоненти, що плануються до використання у складі напівфабрикатів з використанням структуроутворювачів БПП

Найменування рецептурного компонента	Вміст, %	Прогнозований результат від застосування
Цукор білий	10,0...60,0	- регулювання в'язкості; - регулювання тривалості процесу драглеутворення; - регулювання структурно-механічних властивостей н/ф; - формування органолептичних показників, зокрема, текстури та смаку; - підвищення харчової цінності
Патока крохмальна	5,0...30,0	- регулювання в'язкості; - регулювання тривалості процесу структуроутворення; - регулювання структурно-механічних показників н/ф; - формування органолептичних показників, зокрема, текстури та смаку;
Пюре фруктове	5,0...20	- регулювання в'язкості; - регулювання тривалості процесу структуроутворення; - регулювання структурно-механічних показників н/ф; - формування органолептичних показників, зокрема, текстури та смаку; - підвищення біологічної та харчової цінності н/ф
Кислота	0,1...0,6	- формування органолептичних показників смаку

Вплив рецептурних компонентів на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні показники н/ф «желе» вивчали за фіксованих концентрацій модельних систем структуроутворювачів у порівнянні з контрольним зразком сульфатованого полісахариду. В табл. 3.7 наведено показники в'язкості желейних сиропів контрольних зразків за температури введення смако-ароматичних добавок $70\pm 2^\circ\text{C}$.

Таблиця 3.7 – Результати реологічних досліджень еталонів н/ф «Желе»

Еталон	Вміст рецептурних компонентів контрольних зразків, %					Показник в'язкості η , Па·с	Міцність н/ф «желе», г
	Агар	Фуцеларан	Цукор білий	Патока крохмальна	Кислота лимонна		
№ 1	1,0	-	41,43	10,33	0,2	5,1	$350\pm 17,5$
№ 2	-	2,0	40,60	10,33	0,2	8,1	$345\pm 17,5$

На рис. 3.9 наведено залежності в'язкості сиропів від концентрацій цукру білого, патоки крохмальної та 50% розчину кислоти лимонної за температур $75\dots 80^\circ\text{C}$.

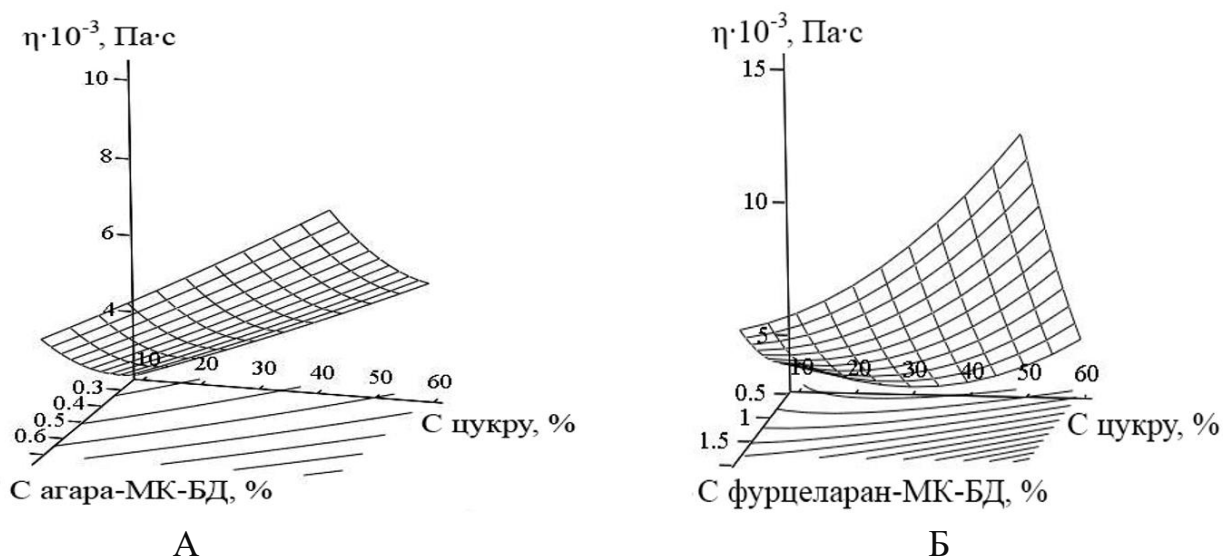


Рисунок 3.9 – Залежність в'язкості желейних сиропів на основі структуроутворювачів БПП: А – «агар–желатин–МК Оксаміл ОПВ-1», Б –

«фурцеларан–желатин–МК Оксаміл ОПВ-1» від концентрацій цукру білого та патоки крохмальної в співвідношенні 2:1 відповідно.

Встановлено збільшення в'язкості сиропів від $4,7 \cdot 10^{-3}$ до $7,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с, за умов введення до агаро-цукрово-патокового сиропу розчину суміші «2% желатину – 1,5% МК» за температури 60 °С, та від $5,6 \cdot 10^{-3}$ до $14,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с, за умов введення до фурцеларан-цукрово-патокового сиропу.

Одночасно, нами було досліджено вплив 50% розчину кислоти лимонної в концентраціях 0,1...0,6% за температур введення 70..80°C на показники в'язкості сиропів та встановлено, що їх введення ($\leq 0,5$ %) не впливає на загальний хімічний потенціал желейних сиропів з використанням структуроутворювачів БПП, подальше введення ($\geq 0,5\%$) сприяє зниженню показників в'язкості системи на 3...5%, особливо за температур введення кислоти вище 80°C і знижує показники міцності желейних структур на 5...15%.

За результатами досліджень можна зробити висновок, що зростання в'язкості цукрово-патокових сиропів на основі структуроутворювачів БПП залежить від збільшення рецептурних концентрацій інгредієнтів. В процесі драглеутворення рухливість молекул желатину, СП та МК поступово зменшується. Під дією флуктуацій на окремих ділянках сиропу може накопичуватись велика кількість дегідратованих сахарозою, глюкозою, фруктозою молекул, які асоціюються одна з другою через десольватовані ділянки. Сили притягнення молекул зосереджені на їх кінцях, що сприяє утворенню просторової сітки за допомогою водневих зв'язків. Вільний простір структурного каркасу заповнюється зором модифікованого крохмалю та дисперсійним середовищем, яке адсорбційно зв'язується з сіткою каркасу і твердіє разом з дисперсійною фазою колоїдного розчину в одну суцільну масу без видимого поділу фаз. Після формування напівфабрикатів відбувається поступове ущільнення просторової сітки за рахунок взаємодії полярних груп макромолекул, іонізованих груп, які несуть електричний заряд різного знаку. При цьому відбувається упорядкування окремих ділянок молекул. Такі ділянки, як правило орієнтуються паралельно одна одній, так як таке орієнтування сприяє зменшенню вільної енергії системи. Такій структурі притаманні

властивості, як твердого так і рідкого тіла. Желейні структури, в одиниці об'єму яких мала кількість постійних мономолекулярних зв'язків, більш еластичні. Навпаки, структури з великою кількістю зв'язків між макромолекулами володіють більшою міцністю [137].

Таким чином, підвищення міцності желейних н/ф обумовлене властивостями кожного рецептурного компонента та взаємодією одного з одним, а саме утворенням полімерної сітки білково-полісахаридної природи.

В табл. 3.8 та 3.9 зазначено загальну залежність показників якості желейних н/ф з використанням структуроутворювачів БПП від їх в'язкості та міцності.

Таблиця 3.8 – Залежність якості желейних н/ф на основі модельних систем драглеутворення БПП з агаром від показників міцності

Концентрації інгредієнтів, %			Цукор білий, %	Патока, %	50% розчин кислоти лимонної	$\eta \times 10^{-3}$ Па·с	Міцність, Р, г	Бальні оцінки якості
агар	желатин	Оксиаміл ОПВ-1						
1,0	-	-	41,4	10,3	0,2	6,7±0,33	350±17,5	5
0,5	2,0	1,5	10,0	5,0	0,1	5,6±0,28	270±13,5	3
0,5	2,0	1,5	20,0	10,0	0,2	5,9±0,3	310±15,5	4
0,5	2,0	1,5	30,0	15,0	0,3	6,4±0,32	350±17,5	5
0,5	2,0	1,5	40,0	20,0	0,4	7,1±0,35	410±20,5	4
0,5	2,0	1,5	50,0	25,0	0,5	7,7±0,38	540±27,0	3
0,5	2,0	1,5	60,0	30,0	0,6	8,2±0,41	580±29,0	2

Таблиця 3.9 – Залежність якості желейних н/ф на основі модельних систем драглеутворення БПП з фуцелараном від показників міцності

Концентрації інгредієнтів ДБПП, %			Цукор білий, %	Патока %	50% розчин кислоти лимонної	$\eta \times 10^{-3}$ Па·с	Міцність Р, г	Бальні оцінки якості
фуцеларан	желатин	Оксиаміл ОПВ-1						
2,0	-	-	40,6	10,3	0,2	9,1±0,45	350±17,5	5
1,0	2,0	1,5	10,0	5,0	0,1	6,7±0,33	270±13,5	3
1,0	2,0	1,5	20,0	10,0	0,2	7,8±0,39	300±15,0	4
1,0	2,0	1,5	30,0	15,0	0,3	9,0±0,45	350±17,5	5

1,0	2,0	1,5	40,0	20,0	0,4	10,2±0,5	410±20,5	4
1,0	2,0	1,5	50,0	25,0	0,5	11,5±0,5	480±24,0	4
1,0	2,0	1,5	60,0	30,0	0,6	12,8±0,6	570±28,5	3

Проведені експериментальні дослідження залежності показників якості н/ф «желе» від показників міцності Р та рецептурних концентрацій цукру і патоки крохмальної (рис. 3.10) дозволили визначити співвідношення раціональних концентрацій основних компонентів у базовій рецептурі желейних н/ф в моделях із структуроутворювачами БПП.

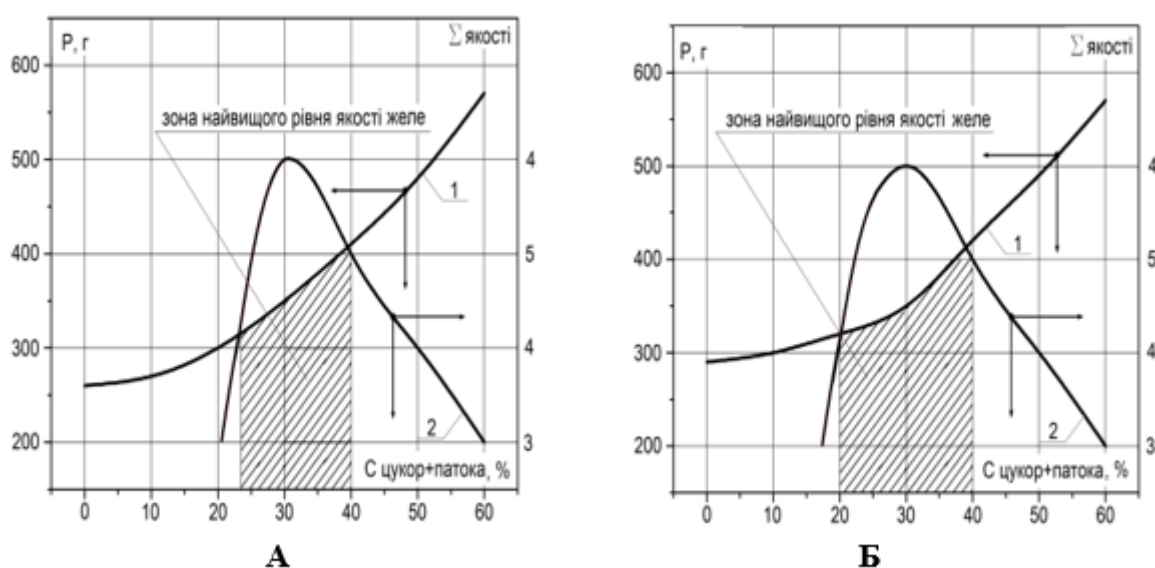


Рисунок 3.10 – Залежність показників якості н/ф «желе» (Σ 1-5 бал) з використанням структуроутворювачів БПП:

А – на основі «желатину – МК Оксиаміл ОПВ-1 – агару»;

Б – на основі «желатину – МК Оксиаміл ОПВ-1 – фурацеларану»

від показників міцності Р (г) та рецептурних концентрацій цукру і патоки крохмальної в співвідношенні 2:1 відповідно.

З табл. та рисунку видно, що додавання патоки та цукру білого підвищує міцність н/ф, але ступінь підвищення міцності для різних моделей суттєво відрізняється. За рецептурним складом модельних систем драглеутворення «2% желатину – 1,5% МК Оксиаміл ОПВ-1 – 0,5% агару» та цукру 20...40%, патоки 10...20%, кислоти лимонної 0,2...0,4% на рис. 3.10 (А) і в табл. 3.8 міцність н/ф складає 310...410±16,0 г порівняно з «еталоном» на основі 1%

агару, який має міцність $350 \pm 17,5$ г та якісну оцінку 5 балів, а за рецептурним складом системи «2% желатину – 1,5% МК Оксиаміл ОПВ-1 – 1,0% фурцеларану» та цукру 20...40%, патоки 10...20%, кислоти лимонної 0,2...0,4% на рис. 4.3 (Б) і в табл. 5.6 міцність дорівнюється $300 \dots 410 \pm 16,0$ г порівняно з «еталоном» н/ф «желе» на основі 2,6% фурцеларану, де міцність складає $350 \pm 17,0$ г.

В табл. 3.10 наведено рецептури н/ф «желе» з використанням структуроутворювачів білково-полісахаридної природи з агаром у співвідношенні 4 : 3 : 1 та з фурцелараном 2 : 1,5 : 1, відповідно, у порівнянні з традиційними технологіями виробництва рецептури «желе» на основі агару.

Таблиця 3.10 – Рецептура н/ф «желе» з використанням драгеутворювачів БПП

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1000 кг н/ф					
		Еталон н/ф «желе»		Н/ф «желе» з використанням структуроутворювачів БПП			
		на основі агарі		з агаром		з фурцелараном	
		в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах
Желейний н/ф «Лимончик»		на 1000 кг					
Цукор білий	99,85	414,30	413,68	389,35	388,77	385,11	384,53
Патока крохмальна	78,00	103,30	80,57	103,30	80,57	103,30	80,57
Желатин	80,00	-	-	20,00	16,00	20,00	16,00
МК – Оксиаміл ОПВ-1	86,00	-	-	15,00	12,90	15,00	12,90
Агар	85,00	10,30	8,76	5,00	4,26	-	-
Фурцеларан	85,00	-	-	-	-	10,0	8,50
Кислота лимонна	98,00	2,06	2,02	2,06	2,02	2,06	2,02
Барвник харчовий жовтий	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
Ароматизатор натуральний	99,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Кислота сорбінова	98,00	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01
Разом	-	534,06	505,03	535,27	505,03	536,03	505,03
Вихід	50,00	1000,00	500,00	1000,00	500,00	1000,00	500,00

1. В рецептурах досліджено 1% структуроутворювач Агар-1000, який взаємозамінний з агаром із фурцеларії – фурцелараном (виробництва Естонія) та перераховується по показникам міцності гелю (2,0%) згідно НД.

2. Крохмаль картопляний желюючий Оксиаміл ОПВ-1 (виробництва Україна) взаємозамінний на модифікований крохмаль картопляний Farinex-40 (Нідерланди).

3. Кислота сорбінова використовується для подовження терміну зберігання напівфабрикатів згідно

На рис. 3.11 наведено принципову технологічну схему виробництва «желе» і желейно-фруктових напівфабрикатів з використанням структуроутворювачів білково-полісахаридної природи. В табл. 3.11 представлено хімічний склад розроблених н/ф.

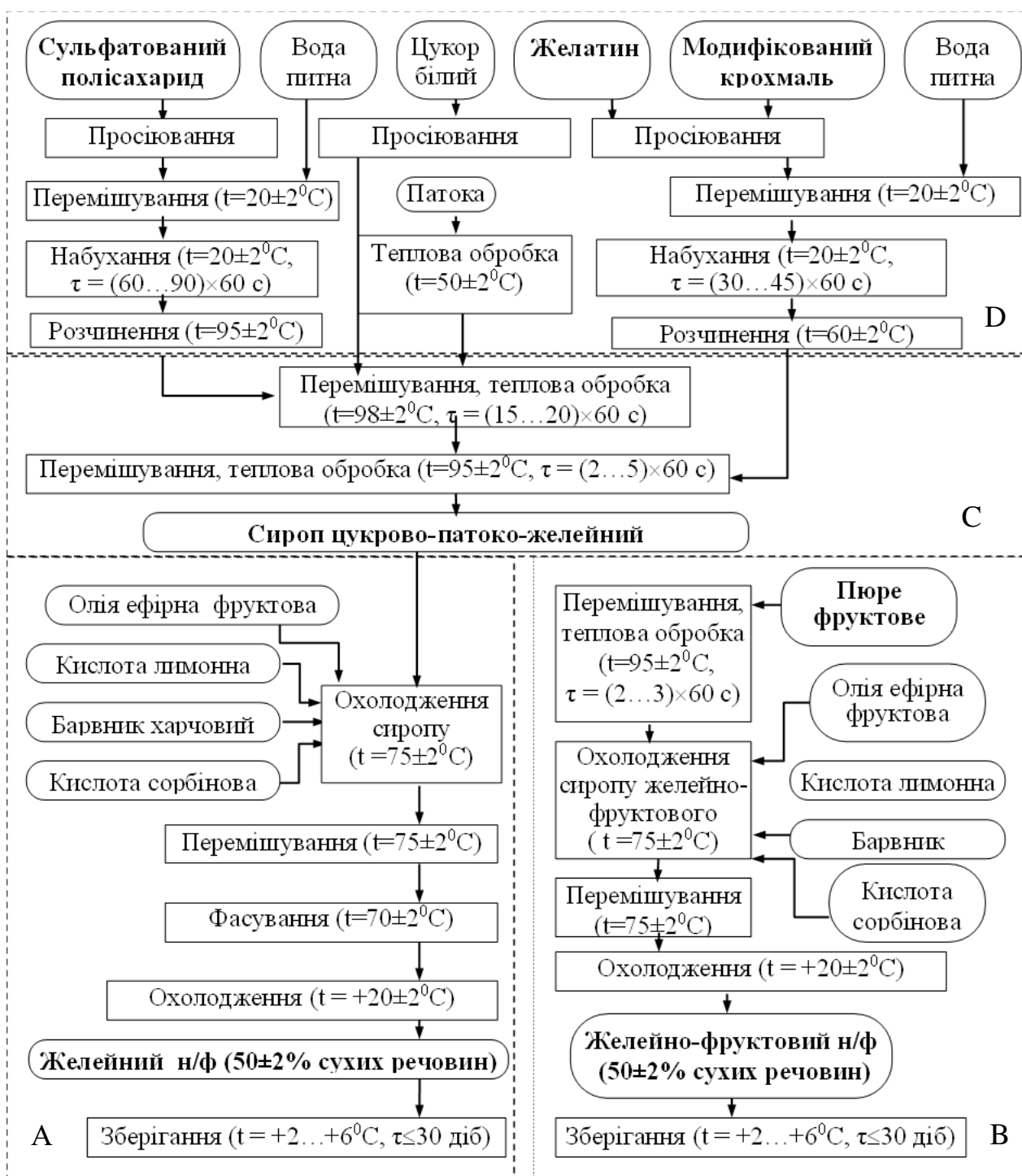


Рисунок 3.11. Принципова технологічна схема виробництва желейних та желейно-фруктових напівфабрикатів на основі структуроутворювачів білково-полісахаридної природи.

Виробництво розроблених н/ф желейно-фруктових і «желе» надасть можливість досить швидко впровадити запропоновану технологію на будь-якому кондитерському виробництві. Окрім цього, застосування структуроутворювачів БПП збагачує н/ф біологічно активними речовинами, органічними кислотами, амінокислотним складом і мікроелементами (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Хімічний склад желейних н/ф з використанням модельних систем структуроутворювачів БПП у порівнянні з аналогами

Масова частка	Напівфабрикати желейні (аналоги)		Напівфабрикати желейно-фруктові з поре полуниці на основі БПП	
	на агарі	на фурцеларан	Модель 1	Модель 2
Сухі речовини, %	50,2±0,50	50,4±0,50	50,8±0,40	50,5±0,40
Білок, %	-	-	1,97±0,01	1,97±0,01
Пектинові речовини, %	-	-	0,14±0,01	0,14±0,01
Геміцелюлоза, %	0,21±0,01	0,57±0,03	1,93±0,01	2,33±0,01
Органічні кислоти, %	0,04±0,01	0,11±0,01	0,21±0,01	0,28±0,01
Вітаміни (мг у 100 г): L-аскорбінова кислота	-	-	2,84±0,01	2,84±0,01
α-токоферол	-	-	0,06±0,01	0,06±0,01
Мікроелементи, (мкг у 100 г): Fe	-	0,02±0,01	0,61±0,01	0,63±0,01
Ca	0,06±0,01	0,05±0,01	0,06±0,01	0,05±0,01
Mg	0,02±0,01	0,12±0,01	0,02±0,01	0,12±0,01
I	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
SO ₄	0,02±0,01	0,13±0,01	0,01±0,01	0,05±0,01
Zn	-	-	0,12±0,01	0,12±0,01

Приготування желейних і желейно-фруктових н/ф передбачає: використання гарячого н/ф за температурою 70±2°C або охолодженого н/ф з драгледоподібною структурою протягом 30 діб в залежності від умов їх зберігання та від виду пакувальних матеріалів. Відмінність запропонованої

схеми виробництва н/ф «желе» від традиційної полягає в уварюванні цукрово-патокового сиропу з СП до вмісту сухих речовин $65\pm 2\%$, уведенні розчину суміші гідроколоїдів «желатин – МК – вода» з гідромодулем 1 : 5 за температурою $60\pm 2^\circ\text{C}$, змішування структуроутворювачів білково-полісахаридної природи на стадії теплової обробки до температури сиропу $95\pm 2^\circ\text{C}$ протягом $(2\dots 5)\times 60\text{с}$, що забезпечить збереження структуроутворюючої здатності гідроколоїдів. Наступну послідовність операцій технологічного процесу приготування н/ф «желе» залишили без змін. В технологічній схемі виробництва желейно-фруктового н/ф відмінність полягає в додаванні фруктового пюре в цукрово-патоковий сироп з структуроутворювачами БПП, який отримують, як для н/ф «желе» і проведенням теплової обробки желейно-фруктової маси за температурою $95\pm 2^\circ\text{C}$ протягом $(2\dots 5)\times 60\text{с}$.

Для визначення основних органолептичних показників якості желейних та желейно-фруктових н/ф з використанням модельних систем драглеутворення БПП були проведені дослідження, направлені на розробку кількісної шкали їх сенсорної оцінки за 5-ти бальною системою (табл.3.12). В ході сенсорних досліджень свіжовиготовлених желейних і желейно-фруктових н/ф встановлено, що у формуванні органолептичних показників найбільш визначальними є однорідність та глянцеvidність поверхні, однорідність та натуральність кольору, пластичність текстури, чистота, натуральність, виразність та швидкість вивільнення запаху і смаку, а також збалансованість смаку.

Таблиця 3.12 – Шкали сенсорної оцінки желейних н/ф

Рівень якості, бал	Показники якості				
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Текстура
1	2	3	4	5	6
5	Поверхня чиста, рівна глянцева, однорідна	Однорідний, натуральний, виражений, притаманний желе з	Натуральний, чистий, виражений, відповідає назві,	Натуральний, збалансований, виражений, чистий, відповідає	Пластична, структурована, гомогенна

		відповідною назвою	повільно вивільнюється	назві, повільно вивільнюється	
4	Поверхня рівна глянцева	Однорідний, натуральний притаманний желе з відповідною назвою	Натуральний, чистий, відповідає назві, але швидко вивільнюється	Натуральний, виражений, чистий, відповідає назві, але швидко вивільнюється	Пластична, структурована

Закінчення таблиці 3.12

1	2	3	4	5	6
3	Поверхня рівна зі слабким глянцем	Натуральний притаманний желе з відповідною назвою	Натуральний, невиражений, швидко вивільнюється	Натуральний, невиражений, відповідає назві, швидко вивільнюється	Недостатньо пластична, злегка щільна або соковита, структурована
2	Поверхня, матова, нерівна	Натуральний, інтенсивний, притаманний желе з відповідною назвою	Невиражений, дуже швидко вивільнюється	Невиражений з присмаком, дуже швидко вивільнюється	Непластична, ламка, або липка, текуча, слабо структурована
1	Поверхня нерівна, матова	Натуральний, неоднорідний	Різкий, не натуральний запах ароматизатора	Зі смаком основних рецептурних інгредієнтів, з невираженим присмаком	Ламка, або клейка, текуча, не структурована

Проведені дослідження показали, що органолептичні показники нових желейних н/ф з терміном зберігання 30 діб майже не змінюються за текстурними показниками та наближаються до свіжовиготовлених зразків (табл.3.13). Відмічено незначне підвищення пружності (оцінка 4,9 бали) та зниження глянцевої поверхні (оцінка 4,7 бали), спостерігається зниження (в межах допустимих норм) виразності смаку та запаху (оцінка 4,7 та 4,7 балів відповідно), швидкості їх вивільнення (оцінка 4,5 та 4,7 балів відповідно).

Таблиця 3.13 – Результати сенсорної оцінки желейних н/ф з використанням модельних систем драглеутворення БПП № 1 (з агаром) і № 2 (фурцелараном)

Найменування показника	№ дескриптора	Характеристика	Оцінка, бал			
			свіжо-виготовлена		після 30 діб зберігання	
			№1	№2	№1	№2
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішній вигляд	2	Глянець на поверхні	5,0	5,0	4,7	4,7
	3	Зберігання форми	5,0	5,0	4,9	4,9
	3	Відповідність виду сировини	5,0	5,0	4,7	4,7

Закінчення таблиці 3.13

1	2	3	4	5	6	7
Запах	1	Чистий	5,0	5,0	5,0	5,0
	2	Натуральний	5,0	5,0	5,0	5,0
	3	Виражений	5,0	5,0	4,7	4,7
	4	Швидкість вивільнення	5,0	5,0	4,6	4,6
Смак	1	Чистий	5,0	5,0	5,0	5,0
	2	Натуральний	5,0	5,0	4,7	4,7
	3	Виражений	5,0	5,0	4,7	4,7
	4	Збалансований	5,0	5,0	4,7	4,7
	5	Швидкість вивільнення	5,0	5,0	4,5	4,7
Текстура	1	Однорідна	5,0	5,0	4,8	4,8
	2	Пластична	5,0	5,0	4,5	4,8
	3	Липка	5,0	5,0	4,9	4,9
	4	Пружна	5,0	5,0	4,9	4,9
	5	Наявність синерезису	5,0	5,0	4,8	4,8

На рис. 3.12 зображено графіки сенсорного аналізу показників якості желейно-фруктових н/ф протягом 30 діб їх зберігання. Дуже важливо з точки зору зберігання, щоб рецептурні інгредієнти не надавали вплив друг до друга, тобто знаходились в рівноважному стані, що буде важливим для тривалого зберігання н/ф.

Желейно-фруктові н/ф є новими в існуючому асортиментному переліку традиційних н/ф і можуть бути використані як уособлено, так і в складі оздобленої кондитерської продукції. Реалізація в межах нової технології інновацій – контрольоване драглеутворення модельних систем «желатин – МК – агар», «желатин – МК – фуцеларан», індустриальне виробництво желейних та желейно-фруктових н/ф на їх основі, формування певних технологічних

властивостей та інше, спрямовано на отримання нових конкурентоспроможних кондитерських виробів.

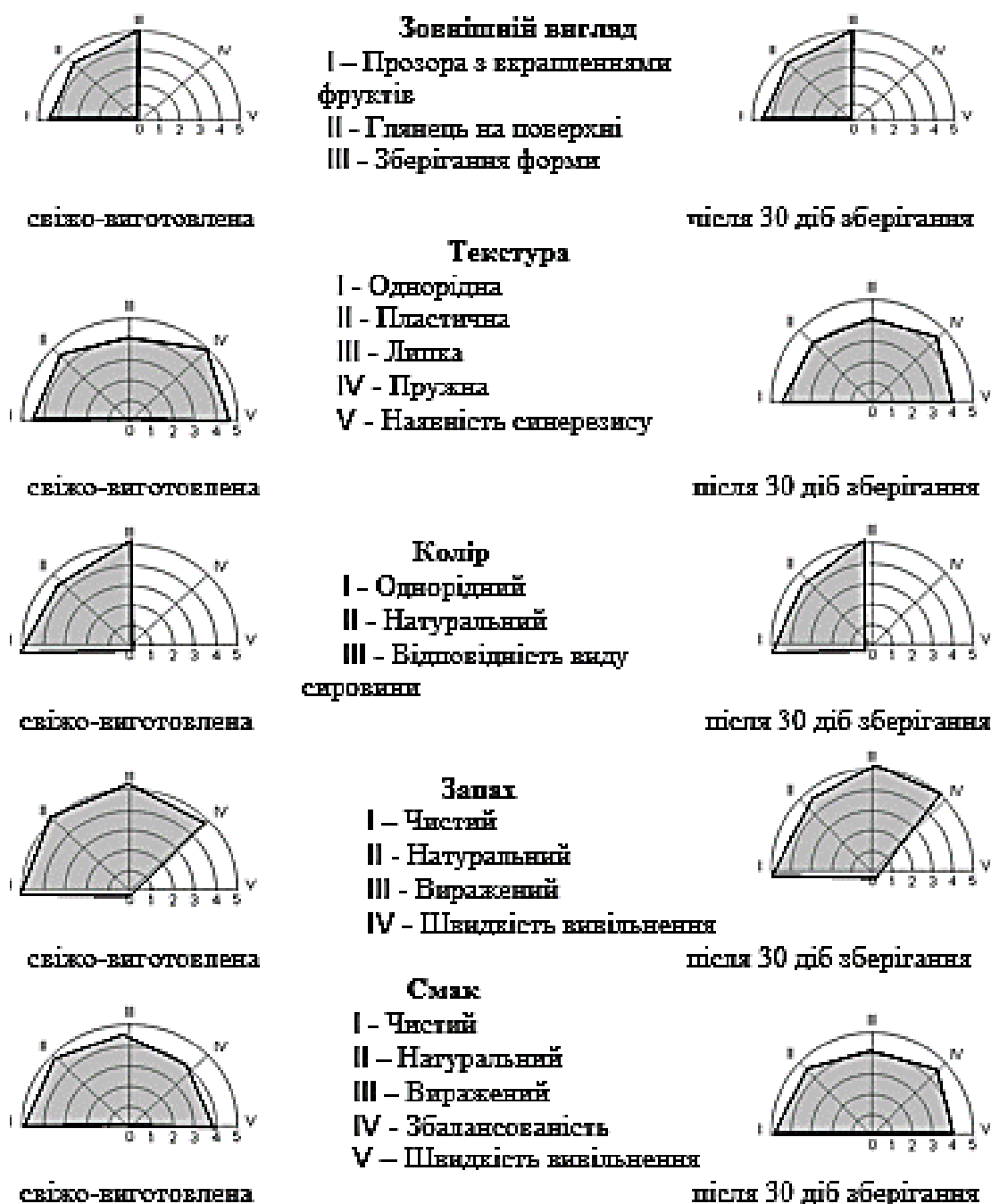


Рисунок 3.12 – Результати сенсорної оцінки желеино-фруктових н/ф з використанням модельних систем драглеутворення БПП № 1 протягом 30 днів їх зберігання

3.2 Обґрунтування технологічних параметрів, розроблення технологічної схеми виробництва та визначення показників якості та безпеки харчової продукції на основі бобової сировини.

3.2.1. Інноваційний задум харчової продукції на основі бобової сировини

Сучасний темп життя, постійна зайнятість і брак умов для самостійного приготування їжі сприяли популярності готових до вживання харчових продуктів. Ринок зазначених продуктів представлений переважно борошняними та цукровими виробами, які не завжди відповідають вимогам здорового та збалансованого харчування. Водночас, закуски на основі овочевої сировини представлені у значно меншому асортименті, незважаючи на зростаючий попит на харчові продукти із зручним форматом споживання вегетаріанського сегменту у зв'язку із релігійними, етичними чи дієтичними обмеженнями.

Бобові – локальна сировина, яка характеризується поширеністю вирощування, високою врожайністю, адаптацією до різноманітних природно-кліматичних умов та насиченню ґрунту азотом завдяки симбіотичному взаємозв'язку із азотофіксуючими бактеріями. Використання бобових у технологіях закусок є перспективним напрямом, оскільки вони є сировиною з високим вмістом рослинного білка, клітковини. Крім того, споживання бобових позитивно впливає на здоров'я людини, оскільки вони є джерелом різноманітних нутрієнтів, що покращує травлення, знижує рівень холестерину, сприяє зменшенню ризику серцево-судинних захворювань, нормалізацію рівня цукру в крові та підтримує здоров'я кишкової мікрофлори. Завдяки цим властивостям бобові є важливим компонентом раціону для профілактики хронічних захворювань і загального позитивного впливу на організм людини.

Прикладом реалізації принципів циркулярної економіки є аквафаба, яка є надлишковою рідиною, яка утворюється в ході технологічного процесу отримання відварних бобових. Реалізація функціонально-технологічних властивостей аквафаби в харчовій промисловості дозволяє раціонально використовувати наявні ресурси, одночасно створюючи інноваційні харчові продукти.

Сьогодні надзвичайно важливо, щоб харчові продукти не тільки відповідали смаковим уподобанням споживачів, а й задовольняли їх загальні очікування будучи корисними для здоров'я, виробленими на основі локальної сировини за принципами екологічності, етичності. Відповідно використання в технології закусок бобових спонукатиме споживачів надавати свій вибір на користь свідомого та сучасного виробника.

Призначення та сфера застосування. Закуси овочеві є готовими до споживання, мають пастоподібну вершкову консистенцію, є універсальними, зручними у використанні і відповідають сучасним тенденціям здорового харчування. Вони багатофункціональні, підходять як для швидкого перекусу, так і для приготування на їх основі страв.

Порівняння зі світовими аналогами, основні переваги розробки. Розроблена технологія закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби є перспективним напрямком, дозволяє отримати ресурсозберігаючу технологію враховуючи принципи екологічного, етичного, маловідходного виробництва на основі локальних харчових продуктів, що позитивно впливатиме на місцеву аграрну та харчову промисловість.

Перевагами розробленої технології є використання українських харчових продуктів, популяризація бобових, досягнення маловідходного виробництва шляхом перетворення залишкової рідини, яка утворюється в ході технологічного процесу отримання відварних бобових в інноваційний харчовий продукт, що сприяє ефективному використанню наявних ресурсів.

Використання локальної сировини дозволить скоротити обсяги використання імпортованої сировини одночасно підтримуючи місцеве

виробництво та створюючи нові робочі місця, що підтримуватиме економічну стабільність країни, сприяючи розвитку національної промисловості.

Реалізація розробленої технології закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби є важливим кроком у забезпеченні реалізації принципів «від лану до столу» та циркулярної економіки в межах харчової промисловості України.

Основні характеристики, суть розробленої технології закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби. Розроблено технологію закусок з емульсійною структурою, яка дозволяє реалізувати функціонально-технологічні властивості бобової сировини та супутнього напівфабрикату (аквафаби).

Соціальний та економічний ефект досягається за рахунок виробництва – закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби, розширення їх асортименту, використання сировини вітчизняного походження. Впровадження технології дозволить знизити залежність від імпортованої сировини, підтримати розвиток локального агросектору, що призведе до створення нових робочих місць та стимулювання економічного зростання. Крім того, використання бобових в технології сприятиме трендам на екологічні, здорові та локальні харчові продукти, що є важливим для сталого розвитку промисловості та зміцнення продовольчої безпеки.

Впровадження закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби дозволить підвищити ефективність технологічних процесів, налагодити виробництво ресурсозберігаючих харчових продуктів.

Затребуваність на ринку. Практична реалізація технології закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби дозволить задовольнити зростаючий попит серед споживачів на вегетаріанський сегмент харчових продуктів. У зв'язку із збільшенням відсотку людей які надають перевагу корисним харчовим продуктам на основі рослинного білку споживання овочевих закусок з року в рік буде тільки зростати, що підтверджується статистичними даними. Так, згідно аналізу від Data Bridge Market Research прогнозується середньорічний темп зростання ринку овочевих

закусок на 5,5% до 2029 року [138], при цьому аналіз ринку від Global Market – на 6,2% до 2032 року [139].

Таблиця 3.14 – Інноваційний задум закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби

Інноваційні показники	Характеристика
Найменування продукту	Технічне – закуски овочеві з емульсійною структурою з використанням аквафаби
Опис продукту, формування асортименту	Продукт являє собою закуску з емульсійною структурою, яка споживається в холодному вигляді, може виступати самостійною стравою, намазкою на крутони хліба чи як соус для овочів. До складу закусок (залежно від асортименту) входять смакові наповнювачі (овочі, прянощі, спеції). Закуси перед споживанням не потрібно піддавати додатковому кулінарному обробленню, адже вони готові до споживання.
Концепція продукту	Новий продукт представляє собою закуску овочеву з емульсійною структурою з використанням аквафаби. Технологічний процес виробництва є ресурсозберігаючим (використання залишкової рідини– аквафаби).
Органолептичні властивості	Консистенція – ніжна, однорідна. Колір – властивий використаним овочам Смак, запах – в міру солоний, характерний використаним спеціям, прянощам
Маса продукту	B2B – 0,2...0,3 кг
Асортимент	Формування асортименту досягається шляхом варіювання рецептурного складу. Смакові показники закусок овочевих з емульсійною структурою розроблені з урахуванням класичних та сучасних смакових уподобань, що дозволяє задовольнити різноманітні уподобання споживачів та пристосувати продукт під актуальні смакові тренди.
Сегмент користувачів	B2B: HoReCa (заклади ресторанного господарства різних форматів, кейтеринги)
Строки та умови зберігання	Строк придатності до вживання закусок у запакованому вигляді від дати виготовлення складає 30 діб за температури повітря від 1 °C до 6 °C та відносної вологості повітря не більше 75 %. Після відкриття термін зберігання 24 години.

Виходячи з інноваційного задуму закусок розроблено паспорт нової продукції, табл.3.15.

Таблиця 3.15 – Паспорт нового продукту

Найменування показників	Характеристика показника
Вихідні дані проєкту:	
Мета проєкту	Задоволення потреб споживачів (у якісній їжі за відсутності часу на її приготування)
Характеристика продукту:	
Найменування	Технічне – закуски овочеві з емульсійною структурою з використанням аквафаби
Ціновий сегмент	Середній
Органолептичні показники продукту:	
Опис продукту, формування асортименту	Закуски – однорідної, ніжної текстури, здатні вирішити проблему швидкого і корисного перекусу Наповнювачі – подрібнені, однорідної текстури
Технічні характеристики продукту:	
Строк та умови зберігання	Строк придатності до вживання закусок у запакованому вигляді від дати виготовлення складає 30 діб за температури повітря від 1 °С до 6 °С та відносної вологості повітря не більше 75 %. Після відкриття термін зберігання 24 години.
Маса нетто одиниці споживчого пакування	200...300 г
Характеристика потенційних споживачів:	
Демографічні показники	
Стать	Жінки, чоловіки
Вік	15...70 років

В технологічному процесі виробництва харчової продукції з бобових відокремлюють декілька етапів. Етап гідромеханічного оброблення передбачає замочування бобових з метою набухання клітковинних гідроколоїдів та зниження вмісту антинутрієнтів. Етап гідротермічного оброблення, який супроводжується подальшою зміною вологовмісту зерен бобових, структурними змінами білків, крохмалю та вуглеводів клітковинних стінок, має за мету доведення бобових до стану кулінарної готовності та подальшого використання у складі закусок.

Перехід сухих речовин (білків, крохмальних полісахаридів та інших компонентів) у варильне середовище є ключовим фактором формування функціонально-технологічних властивостей аквафаби. Інтенсивність цього процесу визначається параметрами технологічного процесу отримання відварних бобових.

Оскільки аналіз літературних джерел виявив відсутність параметризованих технологічних підходів до отримання аквафаби, то актуальне дослідження гідратаційної поведінки бобових у взаємозв'язку доведення бобових до кулінарної готовності та отримання аквафаби із бажаним вмістом сухих речовин. Розуміння цих процесів є необхідним для прогнозування перебігу технологічного процесу та отримання аквафаби із заданими емульсійними властивостями, що дозволить її використовувати у технології харчових продуктів з емульсійною структурою, забезпечуючи високу якість кінцевої продукції.

3.2.2. Визначення параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових

Гідромеханічне оброблення бобових (замочування) – важливий етап технологічного процесу, адже дозволяє підвищити біодоступність поживних речовин, зменшити тривалість доведення зерен до кулінарної готовності, знизити вміст антинутрієнтів [140]. Під час гідромеханічного оброблення бобових змінюється забарвлення рідини, в якій відбувається замочування. Це пов'язано із наявністю в насіннєвій оболонці бобових водорозчинних пігментів, вилуговуванням антинутрієнтів, вітамінів та білків. Візуально це супроводжується зміною кольору водного середовища, частковою появою осаду та каламутності. Під час гідратації бобових відбувається їх розм'якшення завдяки активації ферментів клітинних стінок і зниження полімеризації рамногалактуронану [141]. На швидкість кінетики водопоглинання в бобових впливає тривалість гідромеханічного оброблення, температура, ультразвукове оброблення [141].

Кінетика вологовмісту визначається властивостями бобових, а саме, хімічним складом та фізичним станом сухих речовин зерен бобових, дифузійними властивостями їх оболонки тощо, а також рідини, в якій зерна знаходиться, а саме її хімічним складом та фізичними властивостями. Встановлення аналітичної залежності швидкості зміни вологовмісту через поглинання досліджуваними зразками змочуючої рідини є складною задачею, особливо з огляду на те, що така сировина, як бобові, є рослинною нативною сировиною.

Дослідження зміни вологовмісту нуту, квасолі, гороху, сочевиці під час гідромеханічного оброблення. Кінетику вологовмісту досліджуваних зразків бобових, яка являє собою зміну вологовмісту сировини w з часом її обводнення τ , наведено на рис.3.13. Коефіцієнт кореляції для отриманих апроксимаційних функцій знаходився у діапазоні від 0,96 до 0,98.

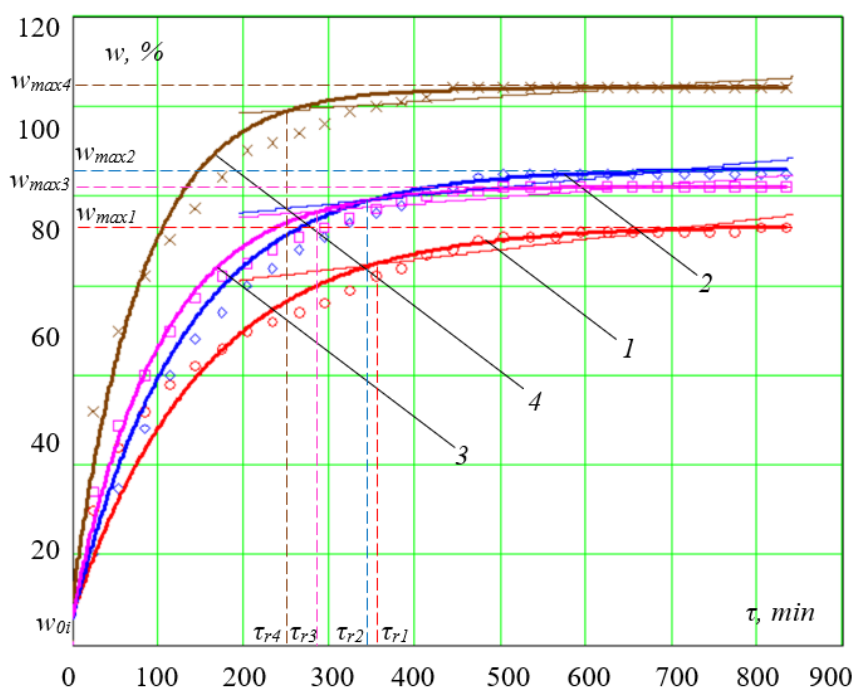


Рисунок 3.13 – Кінетика вологовмісту під час гідромеханічного оброблення бобових: 1 – нут; 2 – квасоля; 3 – горох; 4 – сочевиця ($t=18.0\pm 0.5^\circ\text{C}$).

Початковий вміст вологи у всіх видах бобових знаходився в межах 8,0...11,9%. Отримані кінетики вологовмісту мають однаковий характер. Поточний вологовміст зі збільшенням тривалості обводнення досліджуваних зразків монотонно збільшується від початкового значення вологовмісту зразка w_{0i} . За збільшення тривалості обводнення відносно визначених значень, вологовміст асимптотично прагне до максимального значення, яке для різних зразків має різну величину w_{maxi} .

З урахуванням цього та аналітичного виду апроксимаційної функції, можна вважати, що початкове значення вологовмісту i -го зразка w_{0i} відповідає апроксимаційному коефіцієнту a_{wi} , а коефіцієнт b_{wi} – максимальному значенню вологовмісту i -го зразка w_{maxi} . Виходячи з цього, можна отримати аналітичний вираз кінетики вологовмісту.

Таким чином, враховуючи вигляд апроксимаційної функції та порівнюючи значення апроксимаційних коефіцієнтів (a_{wi} , b_{wi} , c_{wi}) і значення початкового (w_{0i}) та кінцевого вологовмісту (w_{maxi}) сировини, для кінетики вологовмісту запропоновано наступний аналітичний вираз:

$$w_i(\tau) = w_{maxi} - e^{w_{0i} + c_{wi} \cdot \tau}. \quad (1)$$

де w_i – поточний вологовміст у відсотках, %; w_{0i} – початковий вологовміст вихідної сировини, %г; w_{maxi} – кінцевий вологовміст сировини після гідромеханічного оброблення, %; $i=1, 2, 3, 4$, залежно від номера зразка: $i=1$ – нут; $i=2$ – квасоля; $i=3$ – горох; $i=4$ – сочевиця.

Щодо апроксимаційного коефіцієнту c_{wi} , то його розмірність, виходячи із показника ступеня експоненти у формулі (1), відповідає зміні вологовмісту з часом – %/хв. Тобто розмірність цього коефіцієнту відповідає швидкості зміни вологовмісту через поглинання зразком змочуючої рідини, в середовищі якої він знаходиться. Відповідно до закону Фіка ця величина визначається температурою та коефіцієнтом водопоглинання.

Значення коефіцієнтів, що входять до отриманої фізико-математичної моделі для різних видів бобових, наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16 – Коефіцієнти фізико-математичної моделі кінетики вологовмісту під час гідромеханічного оброблення

Найменування Бобових	Початкове значення вологовмісту, w_0 , %	Максимальне значення вологовмісту, w_{max} , %	Апроксимаційний коефіцієнт, $c_w \cdot 10^3$, %/хв
Нут	4,5	93,4	6,536
Квасоля	4,6	106,0	7,746
Горох	4,6	102,2	9,813
Сочевиця	4,4	86,2	6,658

Виходячи із виду кінетики вологовмісту (рис.3.13.) та даних табл. 3.16, вологовміст асимптотично прагне до максимального значення. Тобто існує таке значення тривалості гідромеханічного оброблення, за якого подальше збільшення тривалості несуттєво підвищує кількість вологи, яку можуть поглинути зерна бобових. Саме це значення тривалості гідромеханічного оброблення вважалось раціональним

Раціональною тривалістю гідромеханічного оброблення вважали ту, для якої кінетика вологовмісту досліджуваних видів сировини була близька до лінійної, де кінцевою точкою є значення максимального вологовмісту бобових.

При цьому знаходили коефіцієнт кореляції Пірсона між даними, що підлягають апроксимаційному обробленню, та апроксимаційною лінійною функцією. Додавання значень поточного вологовмісту до підмасиву даних, що підлягали апроксимаційному обробленню, проводили до досягнення коефіцієнтом кореляції значення 0,9. Із застосуванням апроксимаційної функції, яка задовольняє значенню коефіцієнта кореляції 0,9 (прямі лінії відповідного кольору на рис.3.13.), шукали точку її перетину із кінетикою вологовмісту, отриманою за запропонованою фізико-математичною моделлю. Саме значення тривалості гідромеханічного оброблення, які відповідають цим точкам перетину, вважались максимальними (на рис.3.13. позначені як τ_{r1} , τ_{r2} , τ_{r3} , τ_{r4}). Для досліджуваних видів бобових ці значення відповідно дорівнюють, хв.: $\tau_{r1}=400$, $\tau_{r2}=347$, $\tau_{r3}=290$, $\tau_{r4}=240$.

В табл.3.17 наведено діапазони значень тривалості, за яких досягається максимальний вологовміст бобових під час гідромеханічного оброблення.

Таблиця 3.17 – Діапазони значень тривалості, за яких досягається максимальний вологовміст бобових під час гідромеханічного оброблення

Найменування бобових	Тривалість водопоглинання, τ_r , хв.
Нут	380...420
Квасоля	329...365
Горох	275...305
Сочевиця	228...252

Очевидно, наведення діапазонів тривалості, які відповідають досягненню максимального вологовмісту бобовими, є більш зручним під час їх практичного застосування. Ці діапазони тривалості обирались таким чином, що мінімальне та максимальне значення тривалості відрізняються від значень отриманих із рис.1 не більше ніж на 5%.

Різниця кінетики водопоглинання бобовими пов'язана із біологічними особливостями різних видів бобових, що відображається у відмінних фізичних параметрах. До зазначених параметрів відноситься товщина насінневої стінки, розмір і площа насіння, початкова вологість, цілісність бобових. Так, бобові з більшою площею поверхні характеризуються довшою тривалістю гідратації сухих бобових, що підтверджується на прикладі нуту. У колотих або дрібного розміру бобових процес водопоглинання відбувається швидше, що відображається в отриманих результатах кінетики водопоглинання для гороху та сочевиці.

Рівноважна вологість насіння досягається, коли вода дифундує через напівпроникні клітинні мембрани та насінневий рубчик в середину насіння, заповнюючи всі міжклітинні простори, що супроводжується набуханням клітинних стінок, крохмальних зерен, білкової матриці, збільшенням ваги порівняно з початковою. Водопоглинання насіння бобових має прогнозовану поведінку, швидке водопоглинання на початку та уповільнення процесу до настання повної рівноваги поглинання рідини.

Збільшення тривалості гідромеханічного оброблення досліджуваних бобових відносно діапазонів значень, наведених в табл. 3.17, не приводить до суттєвого збільшення вологовмісту цієї сировини. Тобто збільшення вологовмісту відбувається не більше, ніж на 10%, за умови збільшення тривалості гідромеханічного оброблення у 2...2,5 рази, що є недоцільним.

Таким чином, розраховані діапазони значень максимального водопоглинання бобових під час гідромеханічного оброблення обрано як раціональні для практичного використання у технологічному процесі приготування нуту, квасолі та гороху. Проте біологічні особливості сочевиці, зокрема товщина зернової оболонки, розмірні характеристики зерен, сприяють значно швидшому процесу гідратації порівняно з іншими видами бобовими. Через що тривале гідромеханічне оброблення, яке перевищує 2 години, призводить до надмірного розм'якшення, але цей етап є необхідним для зниження вмісту антинутриєнтів.

Дослідження впливу співвідношення бобових до води та температури гідротермічного оброблення на вміст сухих речовин в аквафабі. Більш вагомим з огляду на формування функціонально-технологічних властивостей як відварних бобових, так і аквафаби є етап їх гідротермічного оброблення. Досліджено накопичення сухих речовин в аквафабі залежно від співвідношення бобові : вода, температури, тривалості гідротермічного оброблення та внесення у варильне середовище лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію.

На першому етапі досліджено вплив співвідношення сировина : вода на вміст сухих речовин в аквафабі. На рис. 3.14 наведено кінетику вмісту сухих речовин в аквафабі під час гідротермічного оброблення бобових за температури $99\pm 1^\circ\text{C}$ за умови співвідношення між сировиною та водою: 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці, а на рис.3.15 для співвідношення – 1:2,5 для нуту, квасолі, гороху, 1:3,0 для сочевиці.

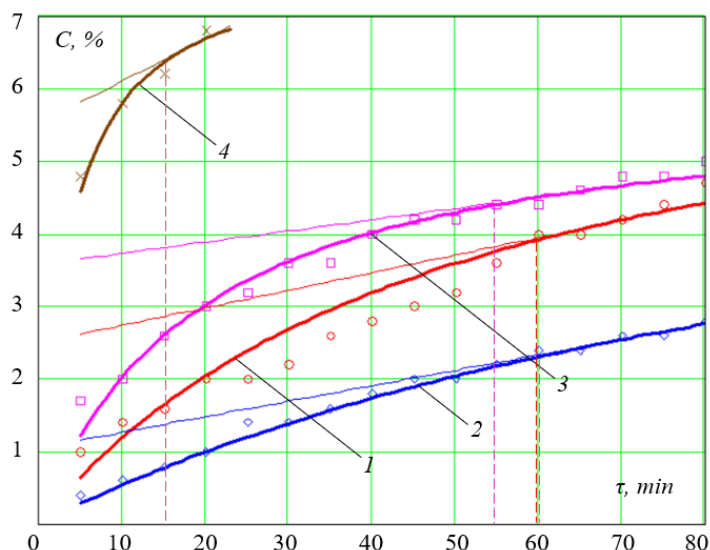


Рисунок 3.14 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за температури гідротермічного оброблення $99\pm 1^\circ\text{C}$: 1 – нут; 2 – квасоля; 3 – горох; 4 – сочевиця (співвідношення сировина : вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці)

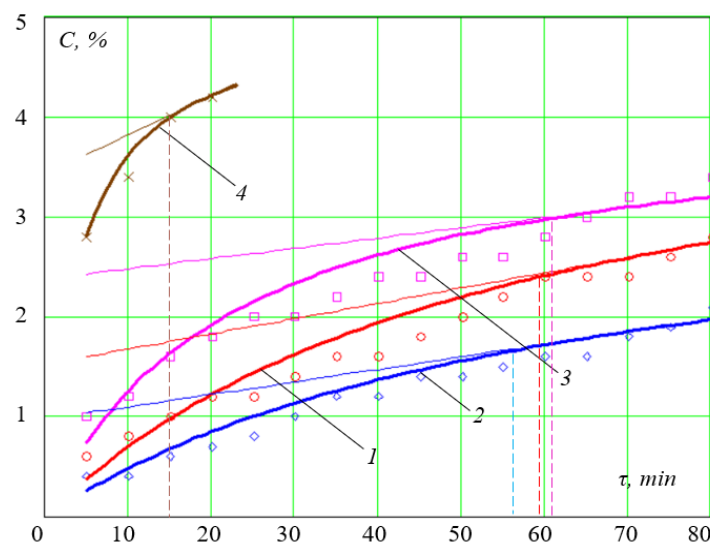


Рисунок 3.15 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за температури гідротермічного оброблення $99\pm 1^\circ\text{C}$: 1 – нут; 2 – квасоля; 3 – горох; 4 – сочевиця (співвідношення сировина : вода – 1:2,5 для нуту, квасолі, гороху, 1:3,0 для сочевиці)

Апроксимація експериментальних даних проводилась з використанням фізико-математичної моделі Пелега (формула 5). Отримані константи Пелега для бобових за різного співвідношення бобові : вода наведено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18 – Константи Пелега та раціональна тривалість гідротермічного оброблення бобових за температури $99\pm 1^\circ\text{C}$ за різного співвідношення бобові : вода

Найменування бобових / співвідношення бобові : вода	Значення констант Пелега		Діапазони раціональної тривалості гідротермічного оброблення, хв.
	K_1	K_2	
Нут / 1:1,5	7,000	0,138	54...66
Нут / 1:2,5	12,000	0,214	54...66
Квасоля / 1:1,5	17,000	0,150	54...66
Квасоля / 1:2,5	17,750	0,286	49...61
Горох / 1:1,5	3,235	0,168	50...62
Горох / 1:2,5	5,500	0,244	54...66
Сочевиця / 1:2,0	0,458	0,127	14...16
Сочевиця / 1:3,0	0,786	0,198	14...16

Кінетики вмісту сухих речовин в аквафабі для бобових за різного співвідношення бобові : вода мають схожий характер: вміст сухих речовин збільшується по мірі збільшення тривалості оброблення, монотонно прагнучи до максимального значення. Виходячи з такого характеру, очевидно, існує раціональна тривалість гідротермічного оброблення. Під раціональною тривалістю розуміється час оброблення, при збільшенні якої на величину не менше ніж на 20 % від загальної тривалості, вміст сухих речовин збільшується не більше ніж на 10 % від загального вмісту.

Такими значеннями для досліджуваної сировини є, хв.: нут (1:1,5) – 60; нут (1:2,5) – 59; квасоля (1:1,5) – 60; квасоля (1:2,5) – 55; горох (1:1,5) – 56; горох (1:2,5) – 62; сочевиця (1:2,0) – 15; сочевиця (1:3,0) – 15, В табл. 3.1.3 раціональну тривалість досліджуваної сировини наведено у вигляді діапазонів, де мінімальне та максимальне значення тривалості відрізняється не більше ніж на 5 % від значень визначених графічно.

Обрано гідромодуль 1:1.5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2 для сочевиці для досягнення вищих значень вмісту сухих речовин в аквафабі, що одночасно дозволяє забезпечити умови для доведення бобових до кулінарної готовності, Крім того, накопичення сухих речовин в аквафабі залежить від тривалості гідротермічного оброблення, відповідно 60...80 хв для нуту, квасолі, гороху та 5 хв для сочевиці дозволяє отримати відварні бобові з високими органолептичними показниками та аквафабу з вмістом сухих речовин 2,8-4,8%. Подовжена тривалість гідротермічного оброблення призводить до пошкодження і розриву насінневої оболонки бобових та переходу сухих речовин у варильне середовище.

На наступному етапі досліджено кінетику вмісту сухих речовин в аквафабі за температури $99\pm 1^\circ\text{C}$ та $120\pm 1^\circ\text{C}$. Отримані результати наведено на рис.3.16.

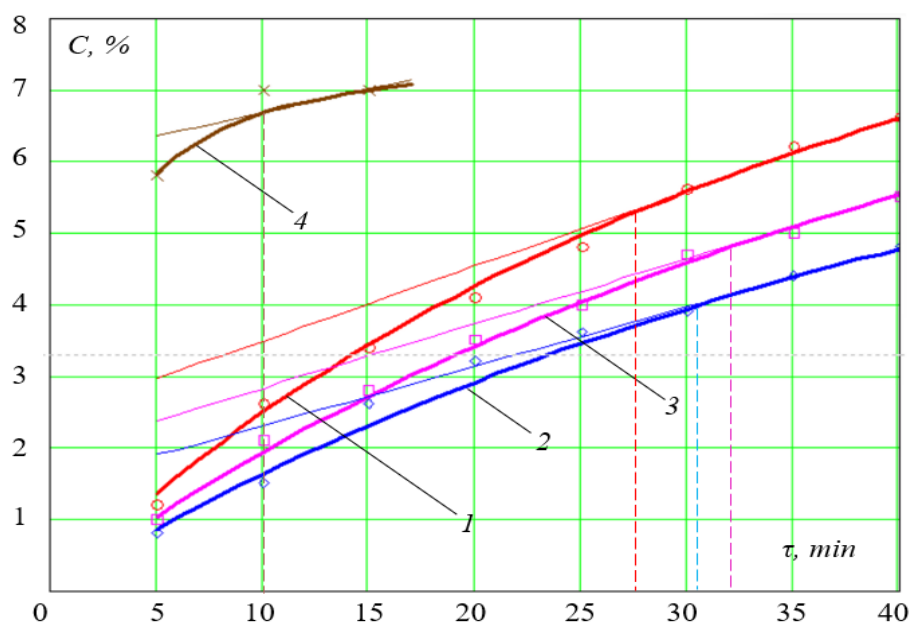


Рисунок 3.16 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за температури гідротермічного оброблення $120\pm 1^\circ\text{C}$: 1 – нут; 2 – квасоля; 3 – горох; 4 – сочевиця (співвідношення бобові : вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці)

Кінетики вмісту сухих речовин апроксимувались з використанням аналітичного виду фізико-математичної моделі Пелега. Коефіцієнти Пелега наведено у табл. 3.19.

Таблиця 3.19 – Константи Пелега та раціональна тривалість гідротермічного оброблення бобових за температури $120\pm 1^\circ\text{C}$ за співвідношення бобові : вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці

Найменування бобових	Значення констант Пелега		Діапазони раціональної тривалості оброблення, хв.
	K_1	K_2	
Нут	3,333	0,068	26...29
Квасоля	5,375	0,075	28...33
Горох	4,500	0,068	30...34
Сочевиця	0,215	0,129	9...11

У табл. 3.19 також наведено діапазони раціональної тривалості гідротермічного оброблення досліджуваної сировини за температури $120\pm 1^\circ\text{C}$. Ці діапазони визначались аналогічно до діапазонів тривалості наведених в табл. 3.18.

Використання основного способу доведення до готовності регідратованих бобових дозволяє оптимізувати технологічний процес, варіюючи такі параметри, як гідромодуль та тривалість варіння, що дозволяє отримати аквафабу з раціональним вмістом сухих речовин та виходом 70-75% від початкового вмісту використаної води.

Варіння під тиском $120\pm 1^\circ\text{C}$ дозволило зменшити загальну тривалість доведення до готовності бобових у два рази, одночасно збільшивши вміст сухих речовин в аквафабі. Проте використання цього способу призводить до отримання аквафаби у кількості 30–35% від початкового вмісту води для нуту та квасолі, 20–25% для гороху та сочевиці.

Дослідження впливу кислоти лимонної та гідрокарбонату натрію на накопичення сухих речовин в аквафабі. Результати дослідження впливу лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію на накопичення сухих речовин в

аквафабі з нуту, квасолі, гороху, сочевиці наведено на рис. 3.17–3.20. Співвідношення сировина : вода для вихідних зразків складала відповідно – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці. Температура гідротермічного оброблення при цьому становила $99\pm 1^\circ\text{C}$.

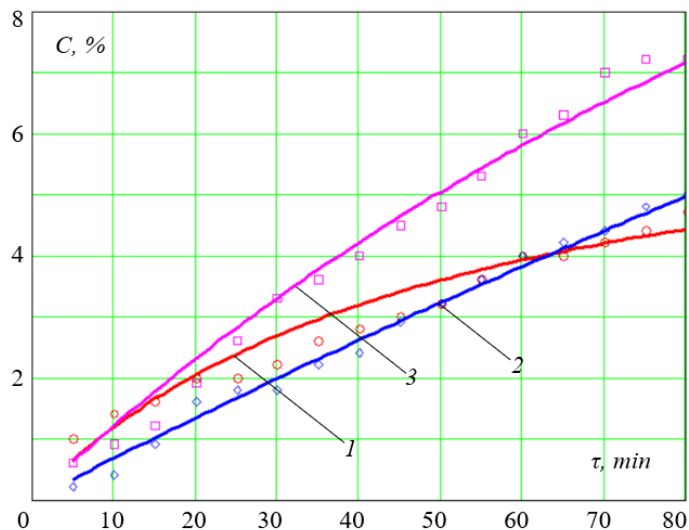


Рисунок 3.17 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення нуту у варильному середовищі: 1 – вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти ($\text{pH } 5,0\pm 0,1$); 3 – розчин гідрокарбонату натрію ($\text{pH } 8,0\pm 0,1$)

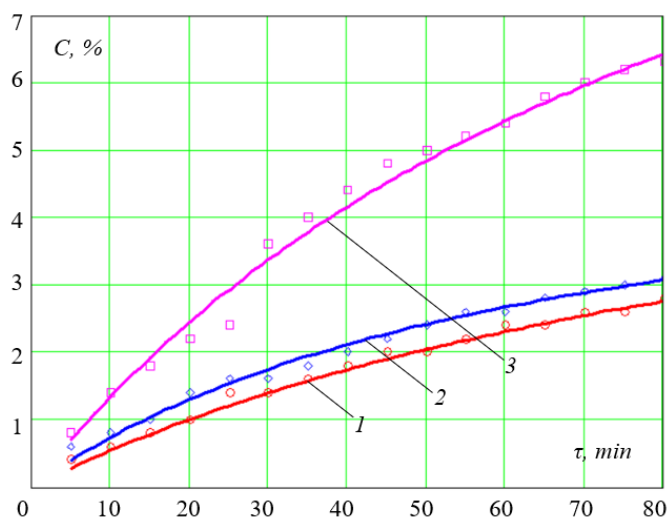


Рисунок 3.18 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення квасолі у варильному середовищі: 1 –

вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти (рН $5,0\pm 0,1$); 3 – розчин гідрокарбонату натрію (рН $8,0\pm 0,1$)

Залежності зміни кількості сухих речовин у аквафабі, отриманої в результаті гідротермічного оброблення бобових у різних середовищах, мають близький характер. Кількість сухих речовин монотонно збільшується за збільшення тривалості гідротермічного оброблення. Очевидно, слід очікувати, що за збільшення тривалості гідротермічного оброблення відносно значень розглянутих в експерименті, кількість сухих речовин в аквафабі буде прагнути до свого максимального значення.

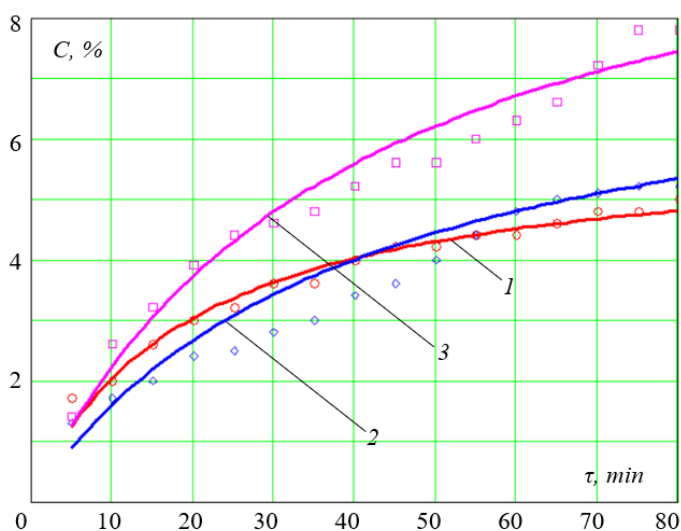


Рисунок 3.19 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення гороху у варильному середовищі: 1 – вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти (рН $5,0\pm 0,1$); 3 – розчин гідрокарбонату натрію (рН $8,0\pm 0,1$)

В табл. 3.20 наведено значення констант Пелега для кінетики вмісту сухих речовин у аквафабі, отриманій під час гідротермічного оброблення бобових у середовищі води питної, розчину лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію для досліджуваних видів бобових.

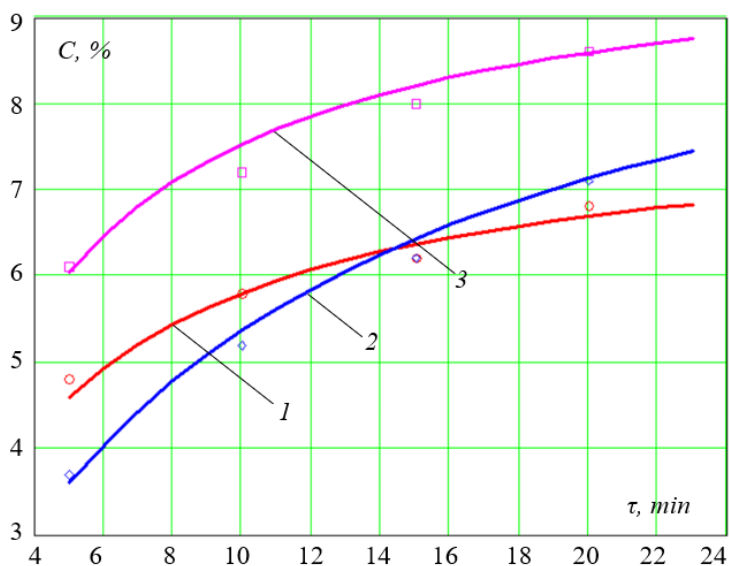


Рисунок 3.20 – Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення гороху у варильному середовищі: 1 – вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти ($\text{pH } 5,0 \pm 0,1$); 3 – розчин гідрокарбонату натрію ($\text{pH } 8,0 \pm 0,1$)

Необхідно відмітити, що K_1 – константа Пелега, розмірність якої $\%/xв$, відповідає швидкості переходу сухих речовин у розчин під час гідротермічного оброблення сировини, K_2 – константа ємності Пелега, яка обернено пропорційна максимальному рівню сухих речовин, які дифундують у розчин. Виходячи з цього, наведені в таблиці константи дають можливість формулювати рекомендації щодо того, у якому саме середовищі проводити гідротермічне оброблення відповідно до виробничих вимог.

Під час гідротермічного оброблення бобових у варильному середовищі з $\text{pH } 5,0 \pm 0,1$ йде кислотний гідроліз крохмалю, що викликає фізико-хімічні зміни. Має місце руйнування цілісності крохмальних зерен та деполімеризація крохмальних полісахаридів з утворенням речовин з більш меншою молекулярною масою (декстринів). Зазначений процес може пояснювати дещо вищий вміст сухих речовин в аквафабі, одержаної за визначених параметрів. Проте, одночасно із описаними змінами в аквафабі гідротермічне оброблення бобових у варильному середовищі з $\text{pH } 5,0 \pm 0,1$ призвело до уповільнення

процесу розм'якшення насінневої оболонки, переходу протопектину в пектин, що збільшило тривалість доведення бобових до кулінарної готовності.

Таблиця 3.20 – Константи Пелега для кінетики вмісту сухих речовин в аквафабі за додавання у варильне середовище бобових лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію

Найменування бобових	Варильне середовище			
	Розчин лимонної кислоти (рН 5,0±0,1)		Розчин гідрокарбонату натрію (рН 8,0±0,1)	
	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂
Нут	14,500	0,020	7,833	0,042
Квасоля	11,830	0,177	6,75	0,071
Горох	5,000	0,125	3,571	0,090
Сочевиця	0,919	0,094	0,328	0,100

Гідротермооброблення бобових у варильному середовищі з рН 8,0±0,1 зменшило тривалість гідротермічного оброблення за рахунок розривання міжмолекулярних зв'язків, що інтенсифікувало набухання зерен крохмалю, пришвидшило деструкцію протопектину з накопичення розчинного пектину. Лужне середовище впливає і на розчинність наявних білків, посилюючи їх екстракцію за рахунок розриву білкової матриці. Зазначені фізико-хімічні зміни призвели до значно вищих значень вмісту сухих речовин в аквафабі порівняно із зразками без додавання гідрокарбонату натрію, проте це негативно вплинуло на органолептичні показники як відварених бобових, так і аквафаби. Це проявилось у зміні кольору бобових та аквафаби та наявності залишкового лужного присмаку.

Теоретичне і експериментальне дослідження закономірностей накопичення сухих речовин в аквафабі, кінетики вологовмісту різних видів бобових дозволило визначити раціональні параметри гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових – нуту, квасолі, гороху, сочевиці з одержанням відварених бобових та аквафаби.

Для масиву даних кінетики вологовмісту досліджуваних бобових застосовано фізико-математичну модель, проведено апроксимацію експериментальних значень, що дозволило сформулювати раціональні параметри гідромеханічного оброблення. Визначено, що при гідромеханічному обробленні інтенсивне поглинання води відбувається за перші години та сягає до 80% від початкової маси, після чого інтенсивність водопоглинання дещо знижується, але продовжується збільшуватись на 1...3% за пів години, поки не досягається рівновага. Враховуючи вищезазначене, раціональною тривалістю гідромеханічного оброблення бобових прийнято таку тривалість, за якої досягається 90% набухання зерен бобових від початкової маси, тобто 7,0...8,0 годин для нуту, 4,5...5,0 годин для квасолі, 4,0...4,5 годин для гороху, 1,5...2,0 години для сочевиці.

Встановлено раціональні технологічні параметри гідротермічного оброблення бобових у взаємозв'язку «досягнення готовності бобових – вміст сухих речовин в аквафабі». Останній визначається кінетикою накопичення сухих речовин в аквафабі і буде впливати на її технологічне призначення. Для майбутніх досліджень може бути обрано дві стандартизовані технології гідротермічного оброблення бобових.

Отримані експериментальні дані відображають вплив параметрів гідромеханічного і гідротермічного оброблення бобових на вміст сухих речовин в аквафабі. Результати досліджень дозволили сформувати технологічні параметри отримання закусок овочевих з емульсійною структурою, на основі чого розроблено технологічну документацію.

3.2.3 Технологія закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби

Розроблено принципову схему отримання закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби, рис.3.21. Результатом функціонування підсистем С₁ (отримання напівфабрикату «Овочі відварні подрібнені»), С₂ (отримання напівфабрикату «Бобові відварні подрібнені») та

напівфабрикату «Аквафаба»), С₃ (отримання напівфабрикату «Емульсійна система на основі аквафаби»), С₄ (утворення вихідної смако–ароматичної суміші), В (перемішування до рівномірного розподілу всіх напівфабрикатів) є отримання кінцевого продукту – закусок овочевих з емульсійною структурою (підсистема А), яка характеризується заданими органолептичними, стабільними фізико-хімічними властивостями, високими показниками якості та безпечності протягом встановлених строків зберігання.

На основі аналітичного дослідження обрано вид бобових та овочевої сировини для формування певного смаку закуски, що підходить під різні сезонні періоди, а виробництво не потребує спеціалізованого устаткування. Рецептúra закуски, зазначена в табл.3.21, розроблена таким чином, щоб при необхідності можливо було змінити смакові наповнювачі без погіршення органолептичних властивостей.

Технологічний процес. Перед використанням зерна бобових сортували та промивали з метою видалення сторонніх домішок, забруднень. Попередньо підготовлені бобові заливали водою питною за температури $18,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ та замочували крупу горохову колоту протягом $(4,0 \dots 4,5) \cdot 60^2$ за гідромодулю 1:2,5, що дозволило знизити вміст антинутрієнтів, зменшити термін гідротермічного оброблення.

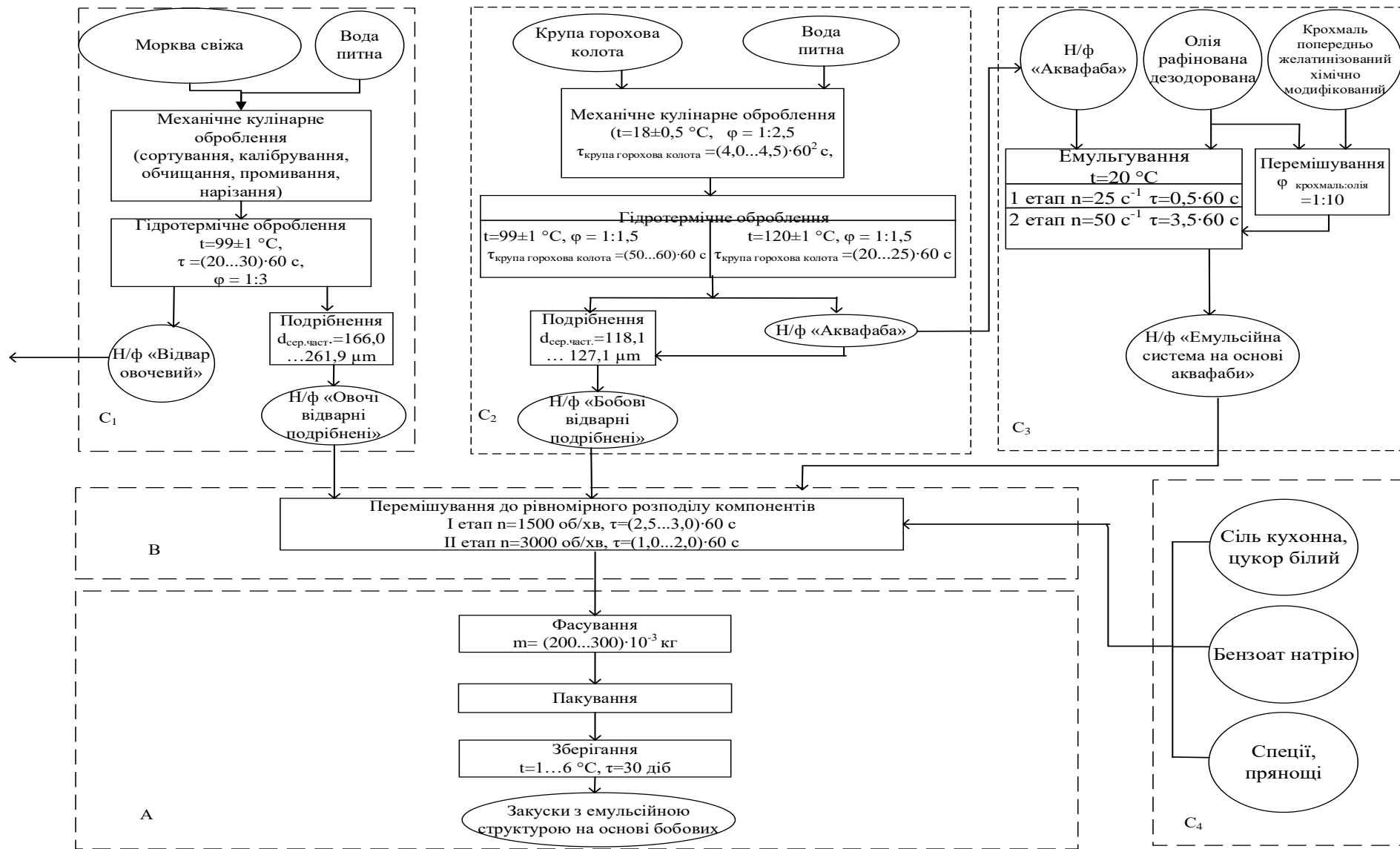


Рисунок 3.21 – Принципова схема отримання закуски овочевої з емульсійною структурою

Таблиця 3.21 – Рецептūra закуски овочевої

Найменування сировини	Маса бруutto (г)	Маса нетто (г)
Крупа горохова колота	11,80	11,70
Вода питна	–	23,60/33,60 ¹
Аквафаба	7,00	7,00
Морква свіжа	–	–
до 1 січня	31,41	25,13
з 1 січня	33,51	25,13
Селера коренева свіжа	2,76	1,88
Аквафаба	15,96	15,96
Олія соняшникова рафінована дезодорована	25,20	25,20
Крохмаль з воскової кукурудзи желатинізований модифікований	0,84	0,84
Продукт томатний концентрований (паста томатна)	1,13	1,13
Цукор білий	0,25	0,25
Приправа «До курки» 60% (паприка копчена, імбир сушений, куркума мелена, базилік) та цибуля ріпчаста гранульована 40%	0,50	0,50
Сіль кухонна	0,50	0,50
Бензоат натрію	0,118	0,118
Всього	–	105,00
Вихід	–	100,00
¹ Чисельник – вода для гідромеханічного оброблення бобових, знаменник – вода для гідротермічного оброблення.		

Технологією передбачено доведення крупи горохової колотої до стану кулінарної готовності основним способом (варіння за температури $99\pm 1^\circ\text{C}$) або під тиском (варіння за температури $120\pm 1^\circ\text{C}$). Зазначені способи та параметри гідротермічного оброблення бобових дозволяють отримати напівфабрикати «бобові відварні подрібнені» та «аквафаба» з заданими органолептичними та функціонально-технологічними властивостями, що забезпечує отримання емульсійної структури закусок. За використання

основного способу термооброблення регідратовані зерна бобових попередньо заливали водою питною у співвідношенні 1:1,5 та варили крупу горохову колоту протягом (50...60)·60с. За умови варіння під тиском регідратовані зерна бобових заливали водою питною за гідромодулю 1:2,0 та варили крупу горохову колоту протягом (20...25)·60с. Аквафаба, отримана при зазначених параметрах технологічного процесу, характеризується вмістом сухих речовин 4,2...5,2 %.

Одержані відварні зерна бобових подрібнювали, використовуючи технологічне обладнання відповідного призначення до отримання однорідної текстури, яка досягається за середнього діаметру частинок 118,1...127,1 μm . На цьому етапі до зерен бобових відварних додається 10...20% аквафаби, що покращує процес подрібнення відварних зерен бобових, забезпечує більш однорідну консистенцію.

Технологічний процес доведення обраних овочів до стану кулінарної готовності здійснено за типових параметрів шляхом відварювання та подрібнення моркви свіжої чи інших локальних овочів.

З метою одержання напівфабрикату «овочі відварні подрібнені» овочі сортували, калібрували, промивали, очищали, промивали. Підготовлені овочі варили у воді за температури $99\pm 1^\circ\text{C}$ та гідромодулю 1:3. Відварені овочі у воді не зберігали, а подрібнювали з одержанням пореподібної маси з визначеними розмірними характеристиками часточок.

Отримані напівфабрикати «овочі відварні подрібнені» характеризуються вмістом сухих речовин від 4,5% до 16,9%, та середнім діаметром частинок 166,0...261,9 μm .

Напівфабрикат «емульсійна система» отримано в два етапи: одержанням емульсії та її стабілізації. Емульсійну систему отримано шляхом диспергування жирової фази в аквафабу протягом 30с за 1500 обертів/хв з наступним збільшенням до 3000 обертів/хв протягом 3,5·50с. Попередньо проведені дослідження стійкості емульсійних систем аквафаба–жир виявили необхідність додаткового введення полісахаридів. Відповідно, для

стабілізації утвореної емульсійної системи використовували гідроколоїди шляхом їх перемішування із олією (співвідношення гідроколоїд: олія як 1:10) та введенням отриманої масляної дисперсії наприкінці диспергування. Як гідроколоїд використано крохмаль попередньо желатинізований хімічно модифікований чищений із воскової кукурудзи, що надає кінцевому продукту коротку пастоподібну текстуру.

Попередньо підготовлені напівфабрикати «бобові відварні подрібнені», «овочі відварні подрібнені», «емульсійна система на основі аквафаби» з'єднували, перемішували до рівномірного розподілення компонентів з утворенням пастоподібної мазкої консистенції.

Визначено органолептичні показники закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби до розробленої технологічної документації (табл. 3.22), при зміні смакових наповнювачів зазначені показники не дійсні.

Таблиця 3.22 – Органолептичні показники закуски овочевої з емульсійною структурою з використанням аквафаби

Найменування продукції	Найменування показників і характеристика				
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція
Закуска овочева	Рівномірно подрібнена маса, із включенням и прянощів	Від жовтого до світло-коричневого, рівномірний за всією масою	Ніжний, виражений, відповідає вареному гороху з присмаком моркви	Яскраво виражений запах відварного гороху, з легким ароматом відварних овочів	Однорідна, кремоподібна, мазка маса

Сировина для виробництва закуски овочевої з емульсійною структурою з використанням аквафаби відповідає вимогам діючих державних стандартів (табл.3.23).

Таблиця 3.23 – Нормативна документація, яка регламентує безпечність та якість сировини

Найменування сировини	Нормативна документація
Крупа горохова розколота	ДСТУ 7701:2015
Олія соняшникова рафінована дезодорована	ДСТУ 4492:2017
Вода питна	ДСТУ 7525:2014
Селера	ДСТУ 289-91
Морква свіжа	ДСТУ 7035:2009
Продукт томатний концентрований (паста томатна)	ДСТУ 5081:2008
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015
Приправи	ТУ У 10.8-01553439-006:2013
Куркума	ГОСТ ISO 5562–2017
Паприка молота, порошкоподібна	ISO 7540
Коріандр	ДСТУ 8007:2015
Чорний перець	ДСТУ ISO 959-1:2008
Перець червоний подрібнений (гострий)	ДСТУ ISO 972:2008
Імбир, сухий	ДСТУ ISO 1003:2018 (ISO 1003:2008, IDT)
Крохмаль з воскової кукурудзи попередньо желатинізований модифікований	ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014
Цукор білий	ДСТУ 4623:2023
Бензоат натрію	ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014

Розроблена закуска овочева з емульсійною структурою з використанням аквафаби відповідає вимогам діючого законодавства України, вимогам конкурентного ринку харчової промисловості, бажанням споживача та може бути рекомендована для упровадження в заклади ресторанного господарства.

Показники якості та безпечності закуски овочевої з емульсійною структурою з використанням аквафаби має відповідати системі управління безпечністю НАССР.

На першому етапі, здійснено детальний опис розробленого проєкту харчового продукту для ідентифікації можливих небезпек і ризиків, які можуть перебувати в інгредієнтах або матеріалі упаковки. Опис проєкту

харчового продукту, де визначено його основні властивості та стан, зазначено в таблиці 3.24.

Таблиця 3.24 – Опис розробленого проєкту харчового продукту

Інформація, що Зазначається	Пояснення
1	2
Назва продукту	Закуска овочева з емульсійною структурою з використанням аквафаби
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	Технічні умови ТУ У 10.8-44234755-002:2024.
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	<ul style="list-style-type: none"> – олія соняшникова за ДСТУ 4492; – сіль кухонна за ДСТУ 3583; – крупа горохова колота за ДСТУ 7701:2015; – перець чорний горошком чи змелений за ДСТУ ISO 959-1; – морква свіжа за ДСТУ 7035; – селера ДСТУ 289-91; – цукор білий за ДСТУ 4623:2023; – продукт томатний концентрований (паста томатна) за ДСТУ 5081:2008; – перець стручковий червоний цілий чи змелений (порошкоподібний) за ДСТУ ISO 972; – прянощі, імбир за ДСТУ ISO 1003; – прянощі, коріандр за ДСТУ 8007; – прянощі, куркума за ГОСТ ISO 5562–2017; – паприка молота, порошкоподібна за ISO 7540; – перець червоний подрібнений (гострий) за ДСТУ ISO 972:2008; – крохмаль з воскової кукурудзи попередньо желатинізований модифікований за ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014; – бензоат натрію за ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014; – приправи ТУ У 10.8-01553439-006:2013.
Потенційно можливе використання не за призначенням	Обов'язкове дотримання проєкту технічних умов ТУ У 10.8-44234755-002:2024

Закінчення таблиці 3.24

1	2
Вимоги до безпечності	Відповідає вимогам: – Державних гігієнічних правил і норм відповідно наказу МОЗ України від 13.05.2013 №368; – наказу МОЗ України від 03.05.2006 р. №256; – наказу МОЗ України від 19.07.2012 р. №548; – проєкт технічних умов ТУ У 10.8-44234755-002:2024.
Споживче пакування	Полімерна тара – полімерні ємності круглої форми. Скляна тара.
Транспортне пакування	Картонні ящики
Вимоги до маркування	Маркування споживчої тари відповідає вимогам проєкту технічних умов ТУ У 10.8-44234755-002:2024; Закону України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів», Закону України «Про основні принципи та вимоги до якості та безпечності харчових продуктів», ДСТУ OIML R 79.
Умови зберігання та строк придатності	Строк придатності закуски від дати виготовлення складає 30 діб. Температура зберігання 1...6 °С.
Транспортування та реалізація	Закуску транспортують всіма видами транспорту відповідно до правил перевезень харчових продуктів за умов забезпечення температури транспортування від 1 °С до 6 °С. Закуска є продуктом, готовими до вживання, і призначені для реалізації в торгівельній мережі та закладах ресторанного господарства за наявності холодильного устаткування, що забезпечить належні умови зберігання.
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Підприємства роздрібної та оптової торгівлі, ЗРГ, пересічні громадяни. Обмеження споживання харчового продукту: після настання кінцевої дати споживання або закінчення строку придатності, у випадках індивідуальної алергічної реакції або непереносимості одного із складника харчового продукту.

Спосіб вживання	Продукт готовий до споживання, не потребує додаткового оброблення (термічного оброблення, охолодження тощо)
-----------------	---

Для визначення критичних контрольних точок використана інформація, отримана в результаті проведеного аналізу небезпечних чинників, враховано всі етапи технологічного процесу, на яких ризик перевищення небезпечним фактором допустимого рівня залишається значним і може призвести до загрози безпеці харчового продукту. Визначення критичних контрольних здійснено завдяки застосуванню «дерева рішень».

Аналіз небезпечних чинників поєднує в собі ідентифікацію небезпечних чинників та їх оцінювання. На цьому етапі враховано всі реальні або потенційні небезпеки, які можуть виникати на кожному етапі технологічного процесу. Розглянуто всі інгредієнти, які використовуються для виробництва харчового продукту, кожен етап виробничого процесу, що відображений у блок-схемі, кінцевий продукт, метод його зберігання й постачання, звичайне споживання продукту та споживачі харчового продукту, зокрема чуттєві групи споживачів. На основі вище зазначеного складено перелік потенційних небезпек, які можуть виникнути, збільшитись і які можна усунути на кожному етапі технологічного процесу, що зазначено в таблиці 3.25.

Алергени при аналізі етапів технологічного процесу небезпек алергічного типу не виявлено, відповідно до ЗУ «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» та зазначеному в ньому переліку речовин та харчових продуктів, які спричиняють алергічні реакції або непереносимість.

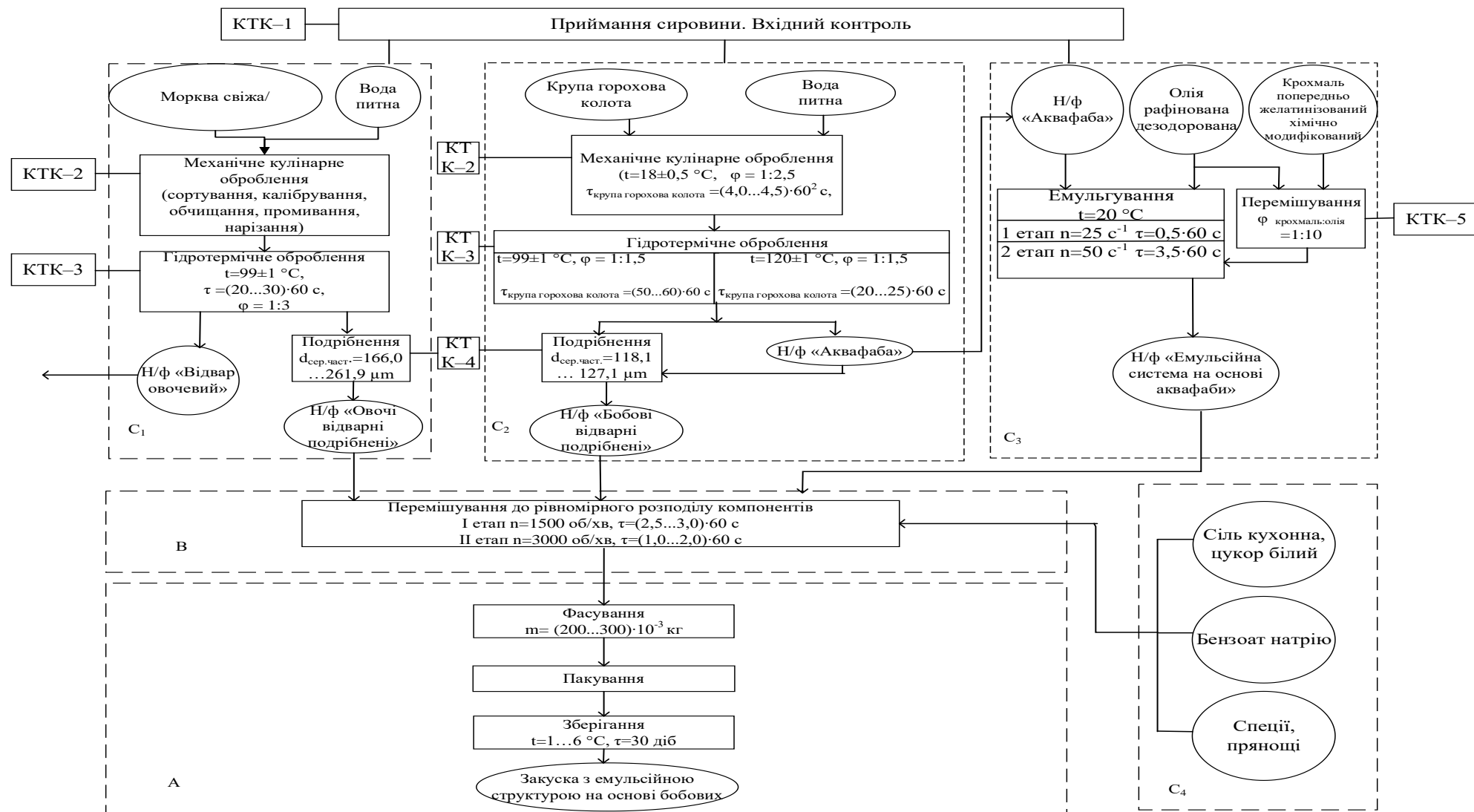


Рисунок 3.22 – Проєкт технологічної схеми виробництва закуски овочевої з емульсійною структурою з використанням аквафаби із зазначенням критичних точок контролю

Таблиця 3.25 – Аналіз етапів технологічного процесу

Етап технологічного процесу	Шифр небезпеки (Б-біологічна, Ф-фізична, Х-хімічна, А-алергічна)	Опис небезпеки	Запобіжні дії
1	2	3	4
Вибір, прийом сировини	Б	Неналежна температура в транспортному засобі при транспортуванні сприяє розвитку мікроорганізмів, скорочує термін реалізації. Неналежний санітарний стан транспортного засобу. Довгий час приймання товару. Відсутність або порушення цілісності упаковки	Журналу контролю сировини. Роздільне приймання харчових і не харчових продуктів. Перевірка супроводжуючих документів. Перевірка температури продукту при прийманні. Контроль часу перебування сировини при незадовільному температурному режимі. Попередній візуальний огляд зовнішньої тари, його сан. оброблення і акуратне перетарювання продукту у внутрішню тару
	Х	Забруднення хімічними сполуками в разі коли транспортний засіб використовують з порушенням вимог до транспортування харчових продуктів (хімічні продукти разом з харчовими) Перевищення допустимих значень показників безпеки	Візуальне спостереження. Підтвердження від постачальника, що продукт відповідає допустимим стандартам на наявність хімічних потенційно небезпечних чинників (наявність документації з безпеки та якості)
	Ф	Сторонні домішки	При прийманні візуальний контроль

			санітарного стану транспортного засобу. Упаковка неушкоджена.
--	--	--	---

Продовження таблиці 3.25

1	2	3	4
			Не забруднена. Замовлення та приймання упакованої сировини.
Зберігання сировини	Б	Неналежна температура зберігання, вологість, можливе виникнення бактеріальних харчових захворювань. Перехресне забруднення – невиконання вимог до зберігання.	Контроль температури в холодильному обладнанні. Контроль вологості та температури в приміщенні. Зберігання в упакованому, закритому вигляді. Контроль терміну зберігання. Контроль товарного сусідства. Контроль за спільним зберіганням продуктів з однаковим режимом зберігання
	Х	Якщо хімічні речовини зберігаються на складі в тісному контакті з сировиною чи готовою продукцією, можливе перехресне зараження.	Контроль температури в холодильному обладнанні. Контроль вологості та температури в приміщенні. Зберігання в упакованому, закритому вигляді. Контроль терміну зберігання. Контроль товарного сусідства. Контроль за спільним зберіганням продуктів з однаковим режимом зберігання
	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Зберігання в упакованому, закритому вигляді
Механічне оброблення	Б	Неналежна температура зберігання, перехресне забруднення. Ріст шкідливих мікроорганізмів в разі	Не допустити перехресного забруднення при обробленні (поділ за часом технологічних процесів). Періодичний контроль якості води.

		невиконання санітарно-гігієнічних норм до способів та режимів оброблення.	
--	--	---	--

Продовження таблиці 3.25

1	2	3	4
	Х	При недотриманні санітарних вимог при використанні миючих засобів, їх зберігання, потрапляння залишків миючого засобу на посуд.	Роздільне зберігання харчової сировини і хімічних речовин. Не дозволяється мити руки в виробничих раковинах, де обробляються продукти. Контроль виконання процедури санітарного оброблення обладнання, інвентарю
	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Додержання процедури оброблення сировини. Візуальний контроль.
Теплове оброблення	Б	Недотримання температури і тривалості теплового оброблення може привести до захворювання людини	Контроль температур продукту. Дотримання температурного режиму оброблення.
	Х	При недотриманні санітарних вимог при використанні миючих засобів, потрапляння залишків миючого засобу на посуд.	Контроль використання дезінфекційних та мийно-дезінфекційних засобів для санітарного оброблення обладнання, інвентарю
	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Контроль гігієни персоналу. Додержання процедури оброблення сировини. Візуальний контроль
Подрібнення	Б	Недотримання технологічних умов подрібнення	Контроль тривалості подрібнення, середній розмір частинок

	Х	При недотриманні санітарних вимог при використанні миючих засобів, потрапляння залишків миючого засобу на посуд.	Належна гігієна персоналу. Контроль концентрації миючих засобів. Процедури належного санітарно-гігієнічного стану протирального механізму.
	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Контроль цілісності деталей устаткування, належного санітарного стану.
Емульгування	Б	Недотримання технологічних умов емульгування може привести до псування	Контроль тривалості та температури емульгування, належна гігієна персоналу.

Закінчення таблиці 3.25

1	2	3	4
		харчового продукту	
	Х	При недотриманні санітарних вимог при використанні миючих засобів, попадання остатків миючого засобу на посуді.	Контроль концентрації миючих засобів. Процедури належного санітарно-гігієнічного стану гомогенізатору.
	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Контроль цілісності деталей устаткування
Зберігання	Б	Неналежна температура зберігання, можливе виникнення бактеріальних харчових захворювань. Перехресне забруднення – невиконання вимог до зберігання.	Контроль температури в холодильному обладнанні. Контроль товарного сусідства. Контроль додержання санітарних вимог до стану приміщення, інвентарю. Контроль маркування. Контроль терміну зберігання.
	Х	При недотриманні санітарних вимог при використанні миючих засобів, їх зберіганні, потрапляння залишків миючого засобу на посуд.	Контроль використанню дезінфекційних та мийно-дезінфекційних засобів для санітарного оброблення обладнання, інвентарю.

	Ф	Забруднення сторонніми домішками	Контроль гігієни персоналу. Візуальний контроль.
--	---	----------------------------------	--

Враховуючи особливості технології закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби, ідентифіковано небезпечні чинники та визначено критичний діапазон показників критичних контрольних точок (табл. 3.26).

Таблиця 3.26 – Критичні контрольні точки в технології виробництва харчової системи з використанням бобової сировини

№ КТК	Етап виробничого процесу	Критичний діапазон показників КТК
1	2	3
КТК-1	Вибір, прийом сировини	Відповідно до виду бобової сировини
КТК-2	Механічне оброблення	Відповідно до виду сировини

Закінчення таблиці 3.26

1	2	3
КТК-3	Теплове оброблення	Відповідно до виду сировини та використаного способу (варіння основним способом чи під тиском)
КТК-4	Контроль подрібнення	$D_{\text{сер.част.бобові}}=118,1 \dots 127,1 \mu\text{m}$ $D_{\text{сер.част.відварні овочі}}=166,0 \dots 261,9 \mu\text{m}$
КТК-5	Емульгування	$n=25\text{c}^{-1}$, $\tau=0,5 \cdot 60\text{c}$, $t=20^{\circ}\text{C}$ $n=50\text{c}^{-1}$, $\tau=3,5 \cdot 60\text{c}$, $t=20^{\circ}\text{C}$

Критичні межі потенційних ризиків у визначених КТК встановлені на підставі нормативної документації на всі види сировини, технологічні етапи що застосовують у виробництві закусок.

Важливе місце у визначенні потенційних ризиків та КТК функціонування моделі технологічної системи належить якості сировини, безпечності матеріалів, що використовуються в процесі виробництва закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби. У зв'язку з цим здійснено аналіз існуючих небезпек, які можуть виникнути за рахунок використання сировини (табл. 3.27).

Таблиця 3.27 – Визначення існуючих небезпек при використанні сировини

Найменування сировини	Нормативний документ	Потенційні ризики		
		Б	Х	Ф
1	2	3	4	5
Крупа горохова колота	ДСТУ 4523		Залишки пестицидів	Сторонні домішки
Продукт томатний концентрований (паста томатна)	ДСТУ 5081:2008		Залишки пестицидів	Сторонні домішки
Олія соняшникова рафінована дезодорована	ДСТУ 4492:2017			Сторонні домішки
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015		Солі важких металів, залишки мінеральних добрив, токсичні елементи	Сторонні домішки

Закінчення таблиці 3.27

1	2	3	4	5
Вода питна	ДСТУ 7525:2014			Сторонні домішки
Морква свіжа	ДСТУ 7035:2009			
Шпинат свіжий	ДСТУ 8061:2015		Залишки пестицидів	Сторонні домішки
Селера	ДСТУ 289-91			
Куркума	ГОСТ ISO 5562-2017			
Коріандр	ДСТУ 8007:2015	Амбарні шкідники та екскременти гризунів Вас. mesentericus Вас. subtilis Pseudomonas fluorescens Leuc. Mesenteroide s Анаеробні термофіли Осмофільна	Солі важких металів, залишки мінеральних добрив, токсичні елементи. Збільшується кількість м/о за рахунок обсіменіння сировини з рук робітників, інвентарю та	Сторонні домішки
Перець червоний подрібнений (гострий)	ДСТУ ISO 972:2008			
Перець чорний змелений	ДСТУ ISO 959-1			
Імбир, сухий	ДСТУ ISO 1003:2018			
Папrika молота, порошкоподібна	ISO 7540			
Перець стручковий червоний цілий чи змелений	ДСТУ ISO 972			

(порошкоподібний)		плісень и дріжджові гриби	повітря приміщення	
Цукор білий	ДСТУ4623:2023			
Крохмаль з воскової кукурудзи попередньо желатинізований модифікований	ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014			
Бензоат натрію	ДСТУ-Н CODEX STAN 192:2014			
Приправи	ТУ У 10.8-01553439-006:2013			

Було розглянуто і проаналізовано можливі біологічні, хімічні та фізичні ризики, пов'язані з виробництвом продукту: від етапу прийому та вибору сировини до реалізації готового харчового продукту.

У результаті проведених досліджень розроблено технологію закусок овочевих з емульсійною структурою, яка відповідає сучасним вимогам до харчової продукції. Встановлено оптимальні параметри рецептурного складу, підібрано функціональні інгредієнти та визначено раціональні параметри технологічної операції, які забезпечують стабільність емульсійної системи та задані текстурні властивості кінцевого продукту.

Інноваційність полягає у використанні аквафаби як основного емульгатора в поєднанні з іншими стабілізуючими компонентами, що дозволило створити продукт із покращеними реологічними характеристиками. Такий підхід сприяє зниженню витрат на виробництво, мінімізації харчових відходів та підтриманню екологічної стійкості.

ВИСНОВКИ

1. Визначено наукові та практичні аспекти виробництва желейних та збивних виробів на основі структуроутворювачів різної природи; досліджено наукові та практичні аспекти використання бобової сировини в технологіях харчової продукції.

2. Розроблено технологію желейних та збивних напівфабрикатів, які передбачають додавання до їх складу 30...40% цукру білого, 15...20% патоки крохмальної, 5...20% плодово-ягідного пюре полуниці, малини або лимонів; модельних систем драглеутворення БПП «желатин – МК – агар» або «желатин – МК – фуцеларан» та 0,1..0,5% кислоти лимонної. Підтверджено ефективність застосування модельних систем БПП, які містять у своєму складі інгредієнти: «2% желатину – 1,5% МК Оксаміл ОПВ-1 – 0,5% агару»; «2% желатину – 1,5% МК Farinex VA-40 – 0,5% агару»; «2% желатину – 1,5% МК Оксаміл ОПВ-1 – 1% фуцеларану»; «2% желатину – 1,5% МК Farinex VA-40 – 1% фуцеларану»; для стабілізації текстури желейних і желейно-фруктових н/ф, начинок з використанням 20% пюре плодово-ягідного в технологіях їх виробництва та протягом визначеного терміну зберігання.

3. Досліджено та обґрунтовано оптимальні параметри виробництва желейних і збивних н/ф. Розроблено технології, рецептури та принципові технологічні схеми їх виробництва. Доведено, що введення до складу начинки модельних систем БПП зменшує міграцію її вологи та сприяє зневоднюванню шару випічного н/ф, який межує з начинкою, що інтенсифікує процес та покращує якість готового виробу протягом всього терміну зберігання.

4. З урахуванням результатів дослідження технологічних параметрів та показників якості желейних, желейно-фруктових та збивних н/ф проведено математичне моделювання, яке дозволяє вирішити два важливих науково-практичних завдання: скласти композиції із гідроколоїдів, які забезпечують необхідні органолептичні показники та заданий рівень міцності систем за технологічними вимогами до кулінарних виробів; та розраховувати оптимальну

концентрацію композицій гідроколоїдів, що забезпечують заданий рівень міцності систем за показником найменшої вартості композицій.

7. Інноваційний задум харчової продукції на основі бобової сировини пропонує нові можливості для виробництва закусок овочевих з емульсійною структурою, які відповідають принципам сталого виробництва, за рахунок перетворення надлишкової рідини виробництва (аквафаби) у функціональний інгредієнт. Такий підхід дозволяє підтримувати екологічну сталість виробництва, сприяє зниженню витрат, підвищенню економічної ефективності та відповідає сучасним запитам споживачів щодо екологічно відповідального виробництва. Завдяки нутрієнтному складу та функціонально-технологічним властивостям використання бобової сировини та аквафаби дозволяє створювати продукцію, що відповідає тенденціям здорового харчування, є доступною, екологічно безпечною та задовольняє потреби різних категорій споживачів, включаючи вегетаріанців та людей з харчовими алергіями.

8. Визначено раціональні параметри гідротермічного оброблення бобових у взаємозв'язку «досягнення готовності бобових – вміст сухих речовин в аквафабі». Визначені параметри дозволили досягти високої концентрації водорозчинних речовин в аквафабі, завдяки чому набуті нею емульгуючі властивості реалізовано в технології закусок овочевих.

9. Розроблено технологію закусок овочевих з емульсійною структурою, яка відповідає сучасним вимогам до харчової продукції. Розроблено рецептурний склад, обґрунтовано раціональні параметри виробництва, які забезпечують стабільність емульсійної системи та задані текстурні властивості кінцевого продукту. Такий підхід сприяє зниженню витрат на виробництво, мінімізації харчових відходів та підтриманню екологічної стійкості. Визначено показники якості та безпечності харчової продукції на основі бобової сировини.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кундєєва, Г.О. Стійкість розвитку: продовольча безпека та безпека харчування як результат стійкості продовольчої системи / Г. О. Кундєєва, Н. С. Скопенко // Наукові праці НУХТ. – 2022. – Том 28, № 2. – С. 36-53.
2. Candel, J.J. (2014). Food security governance: A systematic literature review. *Food Security*. 6 (4), 585–601.
3. Батюк, Л.А. (2010). Продовольча безпека та досвід її забезпечення в деяких розвинутих країнах світу. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства : економічні науки*. 105, 72–79.
4. Morze, J., Danielewicz, A., Hoffmann, G., Schwingshackl, L. (2020). Diet quality as assessed by the Healthy Eating Index, alternate Healthy Eating Index, dietary approaches to stop hypertension score, and health outcomes: A second update of a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 120, 1998–2031.
5. Reinhardt, S.L., Boehm, R., Blackstone, N.T., El-Abbadi, N.H., McNally Brandow, J.S., Taylor, S.F., DeLonge, M.S. (2020). Systematic review of dietary patterns and sustainability. *Advances in Nutrition*. 11, 1016–1031.
6. https://www.fao.org/sustainable-development-goals/en/?utm_source=twitter&utm_medium=social+media&utm_campaign=fao
7. FAO. 2023. *Tracking progress on food and agriculture-related SDG indicators 2023*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc7088en>.
8. World Hunger. (2021). Key Facts and Statistics Action against Hunger. <https://www.actionagainsthunger.org/world-hunger-facts-statistics>
9. Van Berkum. S. Ruben, R. (2021). Exploring a food system index for understanding food system transformation processes. *Food Security*. 13:1179–1191
10. Гришова, І.Ю., Крюкова, І.О. (2014). Сучасний стан та проблеми забезпечення продовольчої безпеки України. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Економіка і менеджмент»*. 8 (61), 101—109

11. Мостенська, Т.Л., Кундєєва, Г.О. (2016). Харчування як складова продовольчої безпеки. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 22, 3. 113-122.
12. Скидан, О.В., Гринишин, В.Є. (2020). Забезпечення продовольчої безпеки: сучасне бачення та ієрархічні рівні. *Наукові горизонти*. 6 (91), 68–77.
13. Nguyen, H. (2018). Sustainable food systems Concept and framework. ФАО. Rome, Italy <https://www.fao.org/publications/card/ru/c/CA2079EN/>
14. Phillips G.O., Williams P.A. (2009), *Handbook of Hydrocolloids*, 2 nd edition, Woodhead Publishing, Cambridge.
15. Tolstoguzov V. B. Ingredient interactions in complex foods: aggregation and phase separation. In *Understanding and controlling the microstructure of complex foods / McClements, D. J. (ed.)*. Woodhead Publishing, Cambridge. 2007. P. 185–206.
16. Дорохович, А. М. Використання гідроколоїдів у кондитерському виробництві / А. М. Дорохович, В. І. Оболкіна, О. О. Кохан, С. Г. Кияниця // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*.— 2005. — № 2. — С. 9-11.
17. Пивоваров П.П., Пивоваров Е.П., Кондратюк Н.В. Перспективы использования агаро-пектиновой смеси в технологии желе // *Новое в технике и технологии пищевых производств*. - 2013. - №2. - С. 142-148.
18. Pertsevoy F., Foshchan A., Garncarek B., Miskiewicz T. *Modifying additives in jelly products*, Publishing house of National University of Food Technologies, Kiev, 2005, 260 pp.
19. Іоргачова К.Г., Банова С.І. Удосконалення технології збивних кондитерських мас // *Наукові праці ОДАХТ*. – 2001. – № 22. – С. 8 – 11.
20. Євлаш В. В., Кузнецова Т. О., Артамонова М. В., та інші. Розробка науково обґрунтованих технологій продукції підвищеної харчової цінності з використанням структуроутворювачів різного походження // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Київ, 2017. Т. 23, № 5. С. 115–123.
21. Перцевой Ф. В. Технология переработки продуктов питания с использованием модификаторов : монография / Ф. В. Перцевой, Ю. А. Савгира, О. А. Гринченко, А. Л. Фощан. – Х. : ХГТУСХ, 1998.

22. Перцевой Ф.В. Технология желейной продукции на основе студнеобразователей с качественно измененными функциональными свойствами: Дис... д-ра техн. наук. - Харьков, 1996. - 412 с.

23. Артамонова М.В. Розробка технології желейної продукції з використанням мікробних полісахаридів: Дис...канд.техн.наук,- Харків, 2000.- 172 с.

24. Фощан А.Л. Технологія желейних виробів на основі полісахаридів червоних морських водоростей з використанням натрій-карбоксиметилцелюлози: Дис... канд. техн. наук. - Харків, 1995. -148 с.

25. Василенко З. В. Вплив параметрів гідролізу протопектину вичавлених яблук на вихід и показники якості пектину - Наукові праці НУХТ, 2017. Том 23, № 5.

26. Збірник рецептур на пастильні й мармеладні вироби та цукерки з желейними корпусами: посібник для фахівців кондитерської промисловості / укл.: В. І. Оболкіна, І. О. Крапивницька, Ф. В. Перцевий, Ю. Г. Кожанов, В. І. Ладика, О. М. Шаніна, А. Л. Фощан. Харків: ХДУХТ, 2020. 98 с.

27. Збірник технологічних інструкцій на пастильні й мармеладні вироби та цукерки з желейними корпусами: посібник для фахівців кондитерської промисловості / укл.: В. І. Оболкіна, І. О. Крапивницька, Ф. В. Перцевий, Ю. Г. Кожанов, В. І. Ладика, О. М. Шаніна, А. Л. Фощан. Харків: ХДУХТ, 2020. 95 с.

28. Фощан А. Л., Григоренко А. М. Обґрунтування удосконалених технологій оздоблення кондитерських виробів з використанням гелеутворювачів різної природи // Харчова наука і технологія ОНАХТ, 2012. № 3 (20). С. 98–100.

29. FAO/INFOODS Global food composition database for pulses – version 1.0 (uPulses1.0) - 2017.

30. FSIN and Global Network Against Food Crises. 2023. GRFC 2023. Rome. URL: <https://www.fsinplatform.org/global-report-food-crises-2023>

31. Hannah Ritchie. If the world adopted a plant-based diet we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares. URL: <https://ourworldindata.org/land-use-diets>

32. Niño-Medina G, Muy-Rangel D, de la Garza AL, Rubio-Carrasco W, Pérez-Meza B, Araujo-Chapa AP, Gutiérrez-Álvarez KA, Urías-Orona V. Dietary Fiber from

Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Husk Byproducts as Baking Additives: Functional and Nutritional Properties. *Molecules*. 2019; 24(5):991. <https://doi.org/10.3390/molecules24050991>

33. Muy, Dolores & Garza-Juárez, Aurora & Vazquez - Rodriguez, Jesus & Urías-Orona, Vania & Niño-Medina, Guillermo. (2017). Husk Chickpea (*Cicer arietinum*) Compositional and Nutraceutical Characterizations. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 67.

34. Niño-Medina, Guillermo & Muy, Dolores & Urías-Orona, Vania. (2016). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Hulls: Byproducts with Potential Use as a Source of High Value-Added Food Products. *Waste and Biomass Valorization*. 8. In Press. 10.1007/s12649-016-9700-4.

35. Urias-Orona, Vania, Agustin Rascón-Chu, Jaime Lizardi-Mendoza, Elizabeth Carvajal-Millán, Alfonso A. Gardea, and Benjamín Ramírez-Wong. 2010. "A Novel Pectin Material: Extraction, Characterization and Gelling Properties" *International Journal of Molecular Sciences* 11, no. 10: 3686-3695. <https://doi.org/10.3390/ijms11103686>

36. J. Poore T. Nemecek ,Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers.*Science*360,987-992(2018).DOI:10.1126/science.aag0216

37. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. Наказ від 03.09.2017 № 1073. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/377533__377598 (дата звернення 14.11.23)

38. Per capita sources of protein, 2020 Daily protein sources are measured as the average supply of protein, in grams per capita per day.https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-sources-of-protein?time=latest&country=IND~USA~CHN~JPN~NGA~GBR~BRA~BGD~ESP~ZAF~OWID_WRL~UKR

39. Dietary compositions by commodity group, 1961 to 2020 Average per capita dietary energy supply by commodity groups, measured in kilocalories per person per day https://ourworldindata.org/grapher/dietary-compositions-by-commodity-group?country=UKR~ITA~USA~OWID_WRL

40. Mintel. UK Attitudes towards Lunch at Home Market Report 2022 URL: <https://store.mintel.com/report/uk-attitudes-towards-lunch-at-home-market-report> (дата звернення 25.09.23).
41. STRATEGIC MARKET RESEARCH. <https://www.strategicmarketresearch.com/blogs/plant-based-food-statistics>
42. Good Food Institute [GFI] Europe. <https://gfieurope.org/state-of-the-industry-germany-2023/>
43. Mintel. Germany Meat Substitutes Market Report 2023 URL: <https://store.mintel.com/report/germany-meat-substitutes-market-report> (дата звернення 25.09.23).
44. Vegan Bits. How Many Vegans in The World? In the USA? (2023) <https://veganbits.com/vegan-demographics/>
45. Verma, Alok & Kumar, Sandeep & Dwivedi, Premendra. (2012). Impact of Thermal Processing on Legume Allergens. *Plant Food for human Nutrition* (impact Factor. 2.5). 67. 10.1007/s11130-012-0328-7.
46. Freitas, Maria, Mariana del Rio, Henri P. A. Nouws, and Cristina Delerue-Matos. 2022. "Tracking a Major Egg Allergen to Assess Commercial Food Label Compliance: Towards a Simple and Fast Immunosensing Device" *Biosensors* 12, no. 12: 1109. <https://doi.org/10.3390/bios12121109>
47. Dona, Dulashi Withanage, and Cenk Suphioglu. 2020. "Egg Allergy: Diagnosis and Immunotherapy" *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 14: 5010. <https://doi.org/10.3390/ijms21145010>
48. Verma, A. K., Kumar, S., Das, M., & Dwivedi, P. D. (2013). A comprehensive review of legume allergy. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 45(1), 30–46. <https://doi.org/10.1007/s12016-012-8310-6>
49. Balwinder Singh, Jatinder Pal Singh, Narpinder Singh, Amritpal Kaur, Saponins in pulses and their health promoting activities: A review, *Food Chemistry*, Volume 233, 2017, Pages 540-549, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.161>.
50. Hailey V. Hildebrand, Ana Arias, Elinor Simons, Jennifer Gerdts, Beatrice Povo, Janet Rothney, Jennifer L.P. Protudjer, *Adult and Pediatric Food Allergy to*

Chickpea, Pea, Lentil, and Lupine: A Scoping Review, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, Volume 9, Issue 1, 2021, Pages 290-301.e2, ISSN 2213-2198, <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.10.046>.

51. Bennetau-Pelissero, C. (2018). Plant Proteins from Legumes. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (eds) *Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham. p.30. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8_3-1

52. Jahreis, Gerhard & Brese, Melanie & Leiterer, Matthias & Schäfer, Ulrich & Böhm, Volker. (2016). Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber. *Ernährungs Umschau*. 63. 36-42. 10.4455/eu.2016.007.

53. Teterycz, D., Sobota, A., Zarzycki, P. et al. Legume flour as a natural colouring component in pasta production. *J Food Sci Technol* 57, 301–309 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04061-5>

54. Kwaku Gyebi Duodu, Amanda Minnaar, Chapter 18 - Legume Composite Flours and Baked Goods: Nutritional, Functional, Sensory, and Phytochemical Qualities, Editor(s): Victor R. Preedy, Ronald Ross Watson, Vinood B. Patel, *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*, Academic Press, 2011, Pages 193-203, ISBN 9780123808868, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380886-8.10018-2>.

55. Гуменюк О. Л., Коленченко А. Ю., Сахута Л. А. Композиційна суміш горохового борошна і солоду житнього як поліпшувач для хлібобулочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту. – 2023.

56. Композиція інгредієнтів для приготування профітролів: пат. 135735 Україна : A21D 13/00. № u 2019 01656; заявл. 18.02.2019; опубл. 10.07.2019, Бюл.№ 13 <https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a1b9a5c7-fa54-4011-ab99-d5e602890a4b/content>

57. Суха борошняна суміш: пат. 82063 Україна : A23L 1/16. № u 2012 12572; заявл. 05.11.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл.№ 14

58. Luana Rincon, Raquel Braz Assunção Botelho, Ernandes Rodrigues de Alencar, Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut, *LWT*, Volume 128, 2020, 109479, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109479>.

59. Duarte CM, Mota J, Assunção R, Martins C, Ribeiro AC, Lima A, Raymundo A, Nunes MC, Ferreira RB and Sousa I (2022) New Alternatives to Milk From Pulses:

Chickpea and Lupin Beverages With Improved Digestibility and Potential Bioactivities for Human Health. *Front. Nutr.* 9:852907. doi: 10.3389/fnut.2022.852907

60. Jeske, S., Bez, J., Arendt, E.K. et al. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation. *Eur Food Res Technol* 245, 1519–1531 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03286-0>

61. Oni Yuliarti, Muhammad Faiz Bin Muhd Faizal Abdullah Tan, Jun Kiat Kovis Tay, Chapter 9 - Plant-based meat analogue, Editor(s): Sangeeta Prakash, Bhesh R. Bhandari, Claire Gaiani, *Engineering Plant-Based Food Systems*, Academic Press, 2023, Pages 169-183, ISBN 9780323898423, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89842-3.00009-9>.

62. Fizi. <https://fizi.com.ua/blogs/news/peaprotein>

63. Neji C, Semwal J, Kamani MH, Máthé E, Sipos P. Legume Protein Extracts: The Relevance of Physical Processing in the Context of Structural, Techno-Functional and Nutritional Aspects of Food Development. *Processes*. 2022; 10(12):2586. <https://doi.org/10.3390/pr10122586>

64. Mung bean protein isolates. WO2017143298A1 <https://patents.google.com/patent/WO2017143298A1/en>

65. Chickpea protein concentrate. AU2017294711A1. <https://patents.google.com/patent/AU2017294711A1/en>

66. Neo, Cynthia Wen Xuan, Yuhsuan How, Ianne Kong, Rosnita A. Talib and Liewphing Pui. Development of plant-based burger patties with pea protein isolate and barnyard millet flour and its storage stability in aerobic and vacuum packaging. *Journal of Food Safety*, 2024.

67. Pasqualone, A., Costantini, M., Coldea, T. E., & Summo, C. (2020). Use of Legumes in Extrusion Cooking: A Review. *Foods* (Basel, Switzerland), 9(7), 958. <https://doi.org/10.3390/foods9070958>

68. C., Deepa & Hebbar, Umesh. (2016). Effect of High-Temperature Short-Time ‘Micronization’ of Grains on Product Quality and Cooking Characteristics. *Food Engineering Reviews*. 8. 10.1007/s12393-015-9132-0.

69. M. ZH. Sultanova, M. E. Kizatova, A. M. Omaralieva, KH. A. Abdrahmanov, A. YU. Borovskii, ZH. M. Chakanova. JUSTIFICATION MODES MICRONIZED SUBSTANCE LEGUMES. The Journal of Almaty Technological University. 2019;(3):69-73.

70. Donna Ryland, Marion Vaisey-Genser, Susan D. Arntfield, Linda J. Malcolmson, Development of a nutritious acceptable snack bar using micronized flaked lentils, Food Research International, Volume 43, Issue 2, 2010, Pages 642-649, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.032>.

71. Tanya J. Der. "EVALUATION OF MICRONIZED LENTIL AND ITS UTILIZATION IN LOW-FAT BEEF BURGERS. A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research In Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master of Science .Canada, Saskatchewan, 2010, p. 1-154.

72. Спосіб виробництва пластівців з гороху: пат. 112114 Україна : A23L 11/00, B02B 3/00, B07B 1/00, A23N 15/10. № u 2016 03493; заявл. 04.04.2016; опубл. 12.12.2016, Бюл.№ 23

73. FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/about-us.html>

74. Onyango E. Legume Protein: Properties and Extraction for Food Applications [Internet]. Legumes Research - Volume 2. IntechOpen; 2022. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100393>

75. Joyce Boye, Fatemeh Zare, Alison Pletch, Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed, Food Research International, Volume 43, Issue 2, 2010, Pages 414-431, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>.

76. S. A. Misquitta, D. N. Kshirsagar, P. R. Dange, V. G. Choudhari, and M. M. Kabra, 'Digestibility of Proteins in Legumes', Production and Utilization of Legumes - Progress and Prospects. IntechOpen, Jul. 12, 2023. doi: 10.5772/intechopen.110372.

77. Protein Quality of Cooked Pulses (PDCAAS Method). URL: <https://ontariobeans.on.ca/wp-content/uploads/2020/06/Protein-Quality-of-Cooked-Pulses.pdf>

78. Amino Acid Protein Calculator. URL: <https://nodetools.myfooddata.com/protein-calculator/171477/100g/1/1>

79. <https://lactofiltrum.ua/vmist-klitkovini-u-productah-harchuvannya/>

80. McKeown, N. M., Fahey, G. C., Jr, Slavin, J., & van der Kamp, J. W. (2022). Fibre intake for optimal health: how can healthcare professionals support people to reach dietary recommendations?. *BMJ (Clinical research ed.)*, 378, e054370. <https://doi.org/10.1136/bmj-2020-054370>

81. Susan M. Tosh, Sylvia Yada, Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications, *Food Research International*, Volume 43, Issue 2, 2010, Pages 450-460, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.005>

82. McKeown, N. M., Fahey, G. C., Jr, Slavin, J., & van der Kamp, J. W. (2022). Fibre intake for optimal health: how can healthcare professionals support people to reach dietary recommendations?. *BMJ (Clinical research ed.)*, 378, e054370. <https://doi.org/10.1136/bmj-2020-054370>

83. Gebhardt, Susan E., and Robin G. Thomas. 2002. Nutritive Value of Foods. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin 72. URL: https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/80400525/data/hg72/hg72_2002.pdf

84. Balwinder Singh, Jatinder Pal Singh, Narpinder Singh, Amritpal Kaur, Saponins in pulses and their health promoting activities: A review, *Food Chemistry*, Volume 233, 2017, Pages 540-549, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.161>.

85. Srivastava, Rajendra & Vasishtha, Hina. (2013). Soaking and cooking effect on saponins of Chickpeas (*Cicer arietinum*). *Current Advances in Agricultural Sciences*. 5. 141-143.

86. Kartik Sharma, Ramandeep Kaur, Satish Kumar, Ramesh Kumar Saini, Surabhi Sharma, Subhash V Pawde, Vikas Kumar, Saponins: A concise review on food related aspects, applications and health implications, *Food Chemistry Advances*, Volume 2, 2023, 100191, ISSN 2772-753X, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100191>

87. Ercan P, El SN. Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase, α -amylase and α -glucosidase. *Food Chemistry*. 2016 Aug;205:163-169. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.012. PMID: 27006227.

88. Kaye Foster-Powell and others, International table of glycemic index and glycemic load values: 2002, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 76, Issue 1, July 2002, Pages 5–56, <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.1.5>

89. Li, S.S., Kendall, C.W.C., de Souza, R.J., Jayalath, V.H., Cozma, A.I., Ha, V., Mirrahimi, A., Chiavaroli, L., Augustin, L.S.A., Blanco Mejia, S., Leiter, L.A., Beyene, J., Jenkins, D.J.A. and Sievenpiper, J.L. (2014), Dietary pulses, satiety and food intake: A systematic review and meta-analysis of acute feeding trials. *Obesity*, 22: 1773-1780. <https://doi.org/10.1002/oby.20782>

90. Clark JL, Taylor CG, Zahradka P. Rebellng against the (Insulin) Resistance: A Review of the Proposed Insulin-Sensitizing Actions of Soybeans, Chickpeas, and Their Bioactive Compounds. *Nutrients*. 2018; 10(4):434. <https://doi.org/10.3390/nu10040434>

91. Li, H., Li, J., Shen, Y., Wang, J., & Zhou, D. (2017). Legume Consumption and All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality. *BioMed research international*, 2017, 8450618. <https://doi.org/10.1155/2017/8450618>

92. Kazemi M, McBreaarty LE, Chilibeck PD, Pierson RA, Chizen DR, Zello GA. Knowledge, Attitudes, and Barriers towards Dietary Pulse Consumption in Women with Polycystic Ovary Syndrome Participating in a Multi-Disciplinary Lifestyle Intervention to Improve Women's Health. *Sexes*. 2021; 2(1):88-103. <https://doi.org/10.3390/sexes2010008>

93. Yanni Papanikolaou & Victor L. Fulgoni III (2008) Bean Consumption Is Associated with Greater Nutrient Intake, Reduced Systolic Blood Pressure, Lower Body Weight, and a Smaller Waist Circumference in Adults: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002, *Journal of the American College of Nutrition*, 27:5, 569-576, DOI: 10.1080/07315724.2008.10719740

94. Grdeń, P., & Jakubczyk, A. (2023). Health benefits of legume seeds. *Journal of the science of food and agriculture*, 103(11), 5213–5220. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12585>

95. Owusu-Apenten, Richard. (2003). Antinutritional factors in food legumes and effects of processing. The role of food, agriculture, forestry and fisheries in human nutrition. Editors Victor R Squires. Publisher Encyclopedia of Life Support Systems. Pages 82-116. Volume 4. ISBN (Print)1848266456. 2003

96. Zia-ur Rehman, W.H. Shah, Thermal heat processing effects on antinutrients, protein and starch digestibility of food legumes Food Chemistry, Volume 91, Issue 2, 2005, Pages 327-331, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.019>.

97. Aquafaba Nutrition. URL: <https://www.aquafaba.com/nutrition.html>

98. L.F. de León, L.G. Elías, R. Bressani, Effect of salt solutions on the cooking time, nutritional and sensory characteristics of common beans (*Phaseolus vulgaris*), Food Research International, Volume 25, Issue 2, 1992, Pages 131-136, ISSN 0963-9969, [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(92\)90154-W](https://doi.org/10.1016/0963-9969(92)90154-W).

99. Fuentes Choya P., Combarros-Fuertes P., Abarquero Camino D., Renes Bañuelos E, Prieto Gutiérrez B, Tornadijo Rodríguez ME, Fresno Baro JM. Study of the Technological Properties of Pedrosillano Chickpea Aquafaba and Its Application in the Production of Egg-Free Baked Meringues. Foods. 2023. Vol. 12. No 4:902. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12040902>

100. Stantiall S. E., Dale K. J., Calizo F. S. et al. Application of pulses cooking water as functional ingredients: the foaming and gelling abilities. Eur Food Res Technol. 2018. Vol. 244. No 11. P. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2943-x>

101. Grossi Bovi Karatay, Grazielle, Ana Paula Rebellato, Caroline Joy Steel, and Miriam Dupas Hubinger. Chickpea Aquafaba-Based Emulsions as a Fat Replacer in Pound Cake: Impact on Cake Properties and Sensory Analysis Foods. 2022. Vol. 11, No 16: 2484. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11162484>

102. Crawford Kaelyn, Catrin Tyl, and William Kerr. Evaluation of Processing Conditions and Hydrocolloid Addition on Functional Properties of Aquafaba. Foods. 2023. Vol. 12. No 4: 775. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12040775>

103. Echeverria-Jaramillo, Esteban, Yoon-ha Kim, Ye-rim Nam, Yi-fan Zheng, Jae Youl Cho, Wan Soo Hong, Sang Jin Kang, Ji Hye Kim, Youn Young Shim, and Weon-Sun Shin. 2021. "Revalorization of the Cooking Water (Aquafaba) from Soybean Varieties Generated as a By-Product of Food Manufacturing in Korea" Foods 10, no. 10: 2287. <https://doi.org/10.3390/foods10102287>

104. Alsalman Fatemah B., Mehmet Tulbek, Michael T. Nickerson and Hosahalli S. Ramaswamy. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. Legume Science 2020. Vol. 2 DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.30>

105. Shim, Y. Y., Mustafa, R., Shen, J., Ratanapariyanuch, K., Reaney, M. J. T. Composition and Properties of Aquafaba: Water Recovered from Commercially Canned Chickpeas. *J. Vis. Exp.* (132), e56305, doi:10.3791/56305 (2018).

106. Edleman D., Hall C. Impact of Processing Method on AQF Functionality in Bakery Items. *Foods*. 2023. Vol. 12. No 11:2210. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112210>

107. Спосіб виробництва зефіру на основі рослинного піноутворювача: пат. 154234 Україна : A23G 3/52, A23J 1/12. №u202300903; заявл. 07.03.2023; опубл. 25.10.2023, бюл. № 43

108. Спосіб виготовлення емульсійного соусу для спеціального дієтичного споживання: пат. 152736 Україна : A23L 23/00, A23D 9/02, A23L 3/00, B01F 23/00. № u202203237; заявл. 06.09.2022; опубл. 05.04.2023, бюл. № 14

109. Спосіб виробництва самбуку яблучного вегетаріанського: пат. 148537 Україна : A23L 29/281. № u202203237; заявл. 26.03.2021; опубл. 18.08.2021, бюл. № 33.

110. Technical, A. (2009). Method for Determining Water Hydration Capacity and Percentage of Unhydrated Seeds of Pulses. AACC International Approved Methods, 10–12. <https://doi.org/10.1094/aaccintmethod-56-35.01>

111. Technical, A. (2009). Moisture--Air-Oven Methods. AACC International Approved Methods, 3–6. <https://doi.org/10.1094/aaccintmethod-44-15.02>

112. Pogozhikh, M., Pak, A., Chekanov, M., Ishtvan, E., & Pavliuk, I. (2014). Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11(71)), 42–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.27790>

113. ДСТУ 8402:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. (n.d.). Retrieved August 19, 2024, from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82515. ISO 2173:2003 Fruit and vegetable products. Determination of soluble solids. Refractometric method.

114. PELEG, M. (1988). An Empirical Model for the Description of Moisture Sorption Curves. *Journal of Food Science*, 53(4), 1216–1217.

<https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1988.TB13565.X>

115. ДСТУ 3946:2018. Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на виробництво нових та новітніх харчових продуктів. [Чинний від 01-10-2019]. Київ : Держспоживстандарт України, 2019.

116. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів

117. МВ 10.10.2.2-132-2006 Методичні вказівки. Організація контролю і методи виявлення бактерій *Listeria monocytogenes* у харчових продуктах та продовольчій сировині

118. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT)

119. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів

120. ГОСТ 10444.2-94 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості *Staphylococcus aureus*

121. ГОСТ 30518-97 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій)

122. ДСТУ ISO 6637-2001 Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту ртуті. Спектрометричний метод безполуменевої атомної абсорбції (ISO 6637:1984, IDT)

123. ДСТУ EN 14082:2019 Продукти харчові. Визначення вмісту свинцю, кадмію, цинку, міді, заліза та хрому методом атомно-абсорбційної спектрометрії (AAS) після сухого озолення (EN 14082:2003, IDT)

124. ДСТУ ISO 6634:2004 Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту миш'яку спектрометричним методом із застосуванням діетилдитіокарбамату срібла (ISO 6634:1982, IDT). З Поправкою

125. ГОСТ 30178-96 Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів

126. ДСТУ ГОСТ 31262:2009 Продукти харчові та продовольча сировина. Інверсійно-вольтамперометричні методи визначення вмісту токсичних елементів (кадмію, свинцю, міді та цинку) (ГОСТ 31262-2004, IDT). З Поправкою

127. Аналіз органолептичний. Метод дослідження смакової чутливості (ISO 3972:1991, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. В. Косюра та ін. Офіц. вид. Чинний від 01.05.2006. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. IV, 7 с.

128. Фощан А.Л. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій виробництва желейної продукції // В кн. Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries : Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2022. С. 287- 330.

129. Foshchan A. Scientific fundamentals of resource-saving technologies of jelly production // В кн: Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. 724 p. (с.290-328)

130. Foshchan A. The use of combined structuring agents of various origins in the production of jelly products // The Journal of Almaty Technological University. 2023; (2) P.147-156. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-2-147-156>

131. Фощан А.Л. Молекулярне моделювання процесів структуроутворення у водних розчинах желатину // Abstracts of I International Scientific and Practical Conference «Modern methods for the development of science», January 09 – 11, 2023 Haifa, Israel. P.373-377

132. Фощан А.Л. Наукове обґрунтування ресурсозберігаючих технологій виробництва желейної продукції // I Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» ДБТУ, 18.05.2023 р. С. 85-86

133. N. Zhexenbay, M. Kizatova, Zh. Nabiyeva, O. Grinchenko, A.Foshchan Functional soft ice cream using beet pectin concentrate and probiotic // I Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» ДБТУ, 18.05.2023 р. С.99-100.

134. ДСТУ 6019:2008. Нут. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2008. 11 с. (Інформація та документація).

135. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Київ, 2017. 26 с. (Інформація та документація).
136. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою. [Чинний від 2017-07-01]. Київ, 2015. 31 с. (Інформація та документація).
137. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2015. 28 с. (Інформація та документація).
138. ДСТУ 7035:2009. Морква свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2009. 28 с. (Інформація та документація).
139. ДСТУ 3190-95. Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови. [Чинний від 1997-01-01]. Київ, 1995. 15 с. (Інформація та документація).
140. ДСТУ 8007:2015. Прянощі. Коріандр. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2015. 11 с. (Інформація та документація).
141. ДСТУ ISO 972:2008. Перець стручковий червоний, цілий чи змелений (порошкоподібний). Технічні умови (ISO 972:1997, IDT). [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2008. 10 с. (Інформація та документація).
142. ДСТУ ISO 1003:2018 (ISO 1003:2008, IDT). Пряности. Имбирь (*Zingiber officinale* Roscoe). Технические условия (ISO 1003:2008, IDT). [Чинний від 2018-07-20]. Київ, 2018. (Інформація та документація).
143. Global Vegetable Snacks Market – Industry Trends and Forecast to 2029
URL: <http://surl.li/lqkwv>
144. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthy-snacks-market>
145. Global Vegetable Snacks Market – Industry Trends and Forecast to 2029
URL: <http://surl.li/lqkwv>
146. Healthy Snacks Market Size - By Product Type (Whole Grains & Seeds Snacks, Fruit-Based Snacks, Nut & Seed-Based Snacks, Yogurt & Dairy Snacks, Vegetable Snacks, Protein Bars & Snacks, Gluten-free & Vegan Snacks), Distribution Channel & Forecast, 2024–2032. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthy-snacks-market>
147. M. Ghafoor, N. N. Misra, K. Mahadevan, and B. K. Tiwari, “Ultrasound assisted hydration of navy beans (*Phaseolus vulgaris*),” *Ultrason. Sonochem.*, vol. 21, no. 1, pp. 409–414, Jan. 2014, doi: 10.1016/J.ULTSONCH.2013.05.016.

148. D. Perera, L. Devkota, G. Garnier, J. Panozzo, and S. Dhital, “Hard-to-cook phenomenon in common legumes: Chemistry, mechanisms and utilisation,” *Food Chem.*, vol. 415, p. 135743, Jul. 2023, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2023.135743.

149. A. Yildirim, M. D. Öner, and M. Bayram, “Fitting Fick’s model to analyze water diffusion into chickpeas during soaking with ultrasound treatment,” *J. Food Eng.*, vol. 104, no. 1, pp. 134–142, May 2011, doi: 10.1016/J.JFOODENG.2010.12.005.

150. ДСТУ 6019:2008. Нут. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2008. 11 с. (Інформація та документація).

151. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Київ, 2017. 26 с. (Інформація та документація).

152. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. З поправкою. [Чинний від 2017-07-01]. Київ, 2015. 31 с. (Інформація та документація).

153. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2015. 28 с. (Інформація та документація).

154. ДСТУ 7035:2009. Морква свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2009. 28 с. (Інформація та документація).

155. ДСТУ 3190-95. Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови. [Чинний від 1997-01-01]. Київ, 1995. 15 с. (Інформація та документація).

156. ДСТУ 8007:2015. Прянощі. Коріандр. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2015. 11 с. (Інформація та документація).

157. ДСТУ ISO 972:2008. Перець стручковий червоний, цілий чи змелений (порошкоподібний). Технічні умови (ISO 972:1997, IDT). [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2008. 10 с. (Інформація та документація).

ДОДАТКИ

Додаток А

**Технічні умови ТУ У 10.8-44234755:2024
«Закуски на основі бобової сировини»;**


**Технологічна інструкція (ТІ) з виробництва закуски на основі бобової
сировини до ТУ У 10.8-44234755:2024**

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДКПІ 10.85.13-00.00 – ДК 016:2010

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

 Валерій МИХАЙЛОВ

«01» 02 2024 р.



ЗАКУСКИ НА ОСНОВІ БОБОВОЇ СИРОВИНИ

Технічні умови

ТУ У 10.8-44234755-002:2024

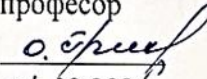
(Вводяться вперше)

Дата надання чинності 01.02.2024 р.

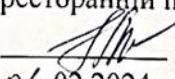
Чинні до 01.02.2029 р.

РОЗРОБЛЕНО

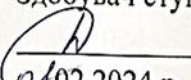
Завідувачка кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії, д.т.н.,
професор

 Ольга ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.

Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент

 Анна РАДЧЕНКО
01.02.2024 р.

Здобувач ступеню доктор філософії

 Валентина ДЕГТЯР
01.02.2024 р.

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

 Валерій МИХАЙЛОВ

« 01 » 02 2024 р.



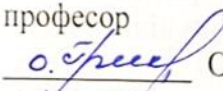
**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
З ВИРОБНИЦТВА
ЗАКУСОК НА ОСНОВІ БОБОВОЇ СИРОВИНИ
до ТУ У 10.8-44234755-002:2024**

Дата надання чинності 01.02.2024 р.

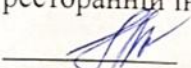
Чинні до 01.02.2029 р.

РОЗРОБЛЕНО


Завідувачка кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії, д.т.н.,
професор

 Ольга ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.

Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент

 Анна РАДЧЕНКО
01.02.2024 р.

Здобувач ступеню доктор філософії

 Валентина ДЕГТЯР
01.02.2024

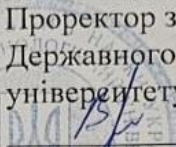
Додаток Б

**Технічні умови ТУ У 10.8-44234755-001-2024
«Соуси гарячі на основі молочної сировини»;**

**Технологічна інструкція (ТІ) з виробництва соусів гарячих на основі
молочної сировини до ТУ У 10.8-44234755-001-2024**

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

 Валерій МИХАЙЛОВ

01 / 02 2024 р.

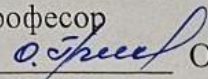


**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
З ВИРОБНИЦТВА СОУСІВ ГАРЯЧИХ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ
СИРОВИНИ
до ТУ У 10.8-44234755-001-2024**

Дата надання чинності 01.02.2024 р.
Чинні до 01.02.2029 р.

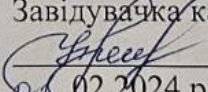
РОЗРОБЛЕНО

Завідувачка кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії, д.т.н.,
професор

 Ольга ГРИНЧЕНКО

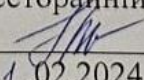
01.02.2024 р.

Завідувачка кафедри технології м'яса

 Наталя ГРИНЧЕНКО

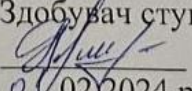
01.02.2024 р.

Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент

 Анна РАДЧЕНКО

01.02.2024 р.

Здобувач ступеню доктор філософії

 Олександр ЯНУШКЕВИЧ

01.02.2024 р.

ТУ У 10.8-44234755-001-2024

ДКПП 10.85.13-00.00

ЗАТВЕРДЖУЮПроректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

Валерій МИХАЙЛОВ


«01» 02 2024 р.

**СОУСИ ГАРЯЧІ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ**Технічні умови
ТУ У 10.8-44234755-001-2024
(Вводяться вперше)Дата надання чинності 01.02.2024 р.
Чинні до 01.02.2029 р.**РОЗРОБЛЕНО**Завідувачка кафедри харчових технологій
в ресторанній індустрії, д.т.н., професор
О. Гринченко Ольга ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.Завідувачка кафедри технології м'яса
Н. Гринченко Наталя ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент
А. Радченко Анна РАДЧЕНКО
01.02.2024 р.Здобувач ступеню доктор філософії
О. Янушкевич Олександр ЯНУШКЕВИЧ
01.02.2024 р.

Додаток В

Акти впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладаів вищої освіти

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету


Валерій МИХАЙЛОВ
« 27 » жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету


Максим СЕРІК
« 27 » жовтня 2024 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
В.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи: 0123U101616
«Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення
стійкості продовольчої системи»

(назва роботи)

виконаної на кафедрі: харчових технологій в ресторанній індустрії з 01.01.2024 по
31.12.2024р.

впроваджено в освітній процес кафедр: ФПХВ, кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)


1. Вид впроваджених результатів: алгоритм дослідження та моніторингу елементів
харчової безпечності в технології соусів
2. Форма впровадження: лекції, елементи практичного заняття за темою
«Ідентифікація та методи оцінювання небезпечних факторів»
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт: розроблено нові рецептури та
технології

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких впроваджено результати НДР:

- по кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії, (спеціальність 181 ОПП «Харчові
технології» перший (бакалаврський) РВО) 2 курс приск. та 4 курс денної та заочної форм
навчання дисципліна «Харчова безпечність в ресторанній індустрії».

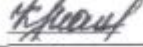
5. Соціальний і науково-економічний ефект: полягає у розробленні алгоритму
дослідження та моніторингу елементів харчової безпечності в технології соусів

Керівник НДР:
професор кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії

Ольга ГРИНЧЕНКО
« 27 » жовтня 2024 р.

Завідувач кафедрою
Харчових технологій в ресторанній
індустрії

Ольга ГРИНЧЕНКО
« 27 » жовтня 2024 р.

Відповідальний за впровадження:
проф. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії



Марина КОЛЕСНИКОВА
доц. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії


Тетяна ЧЕРЕСЬКА
« 27 » жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету


Валерій МИХАЙЛОВ
«07» жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету


Максим СЕРІК
«07» жовтня 2024 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
В.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи: 0123U101616
«Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення
стійкості продовольчої системи»

(назва роботи)

виконаної на кафедрі: харчових технологій в ресторанній індустрії з 01.01.2024 по
31.12.2024р.

впроваджено в освітній процес кафедр: ФПХВ, кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

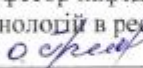
1. Вид впроваджених результатів: технологія виробництва страв з драглеподібною
структурою
2. Форма впровадження: лекції, елементи лабораторної роботи за темою
«Технологічні принципи виробництва солодких страв та напоїв»
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт: розроблено нові рецептури та
технології

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких впроваджено результати НДР:

- по кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії, (спеціальність 181 ОПП «Харчові
технології» перший (бакалаврський) РВО) 2 курс приск. та 4 курс денної та заочної форм
навчання дисципліна «Технологія харчової продукції в ресторанній індустрії».

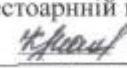
5. Соціальний і науково-економічний ефект: полягає у розробленні технологій
солодких страв з використанням модифікованих структуроутворювачів білково-
полісахаридної природи.

Керівник НДР:
професор кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії

Ольга ГРИНЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

Завідувач кафедрою
Харчових технологій в ресторанній
індустрії


Ольга ГРИНЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

Відповідальний за впровадження:
проф. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії


Марина КОЛЕСНИКОВА
доц. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії


Світлана ЮРЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету


Валерій МИХАЙЛОВ
«07» жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету


Максим СЕРІК
«07» жовтня 2024 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
найменування організації
В.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи: 0123U101616
«Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи»

(назва роботи)

виконаної на кафедрі: харчових технологій в ресторанній індустрії з 01.01.2024 по 31.12.2024р.

впроваджено в освітній процес кафедр: ФПХВ, кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії

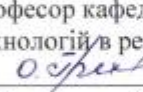
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів: технологія виробництва соусів
2. Форма впровадження: лекції, елементи лабораторної роботи за темою «Технологія соусів»
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт: розроблено нові рецептури та технології
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких впроваджено результати НДР:

- по кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії, (спеціальність 181 ОПП «Харчові технології» перший (бакалаврський) РВО) 1 курс приск. та 3 курс денної та заочної форм навчання дисципліна «Харчові технології. Розділ 3».

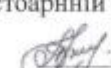
5. Соціальний і науково-економічний ефект: полягає у розробленні технологій соусів з використанням функціонально-технологічних властивостей сировини рослинного походження

Керівник НДР:
професор кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії

Ольга ГРИНЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

Завідувач кафедрою
Харчових технологій в ресторанній
індустрії

Ольга ГРИНЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

Відповідальний за впровадження:
доц. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії


Світлана АНДРЕЄВА
доц. кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії


Світлана ЮРЧЕНКО
«07» жовтня 2024 р.

УЗГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету
д.т.н., професор

Валерій МИХАЙЛОВ
«04» листопада 2024 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету
к.т.н., доцент

Максим СЕРІК
«05» листопада 2024 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
(найменування організації)
в.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.
(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З РЕГУЛЬОВАНИМ НУТРИЄНТИМ
СКЛАДОМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИСТЕМИ

(найменування теми, № держ. реєстрації)
виконаної кафедрою харчових технологій в ресторанній індустрії
(найменування кафедри)
виконуваної з 01.01.2024 по 31.12.2024
(терміни виконання)
впроваджені _____
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів технологія, методики
(технологія, обладнання, методики, тощо)
2. Форма впровадження: Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Фаховий колоквиум» для здобувачів спеціальності 181 «Харчові технології» ОНП «Харчові технології» третього (доктор філософії) освітньо-наукового рівня денної форми навчання / Гринченко О.О., Фошан А.Л.: Харків: ДБТУ; Харків: 2024. 62 с.
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт якісно нове
(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)
4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР Фаховий колоквиум
5. Соціальний і науково-економічний ефект підвищення якості освіти

Зав. кафедрою
Ольга ГРИНЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР
Ольга ГРИНЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження
Андрій ФОШАН
(підпис) (ініціали, прізвище)

«31» жовтня 2024 р.

«31» жовтня 2024 р.

Додаток Г
Акт впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ПОСВЯТЧЕНО

Проректор наукової роботи ДБТУ

Валерій МИХАЙЛОВ
 (ініціали, прізвище)

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник підприємства
 пивної фірми «Ковбасофф»

Вячеслав ОВЧАРЕНКО
 (ініціали, прізвище)

(підпис)

УКРАЇНА-ЦЕНТР
 -32653997.
 УКРАЇНА м. ЧЕРКАСИ

2024 р.

А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»
 (найменування організації)

Овчаренко В.М.
 (П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи» (0123U101616)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії ДБТУ

вартістю _____
 (цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2024 по 31.12.2024
 впроваджені ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів технології кейк-попсів з використанням стабілізаційних систем

(експлуатація виробу, роботи, технології;

виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одностороннє, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) виробничий випуск

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: нова технологія виробництва кейк-попсів дозволяє забезпечити стабільні органолептичні та фізико-хімічні характеристики кондитерської продукції протягом визначеного терміну зберігання та не потребує додаткового залучення виробничих ресурсів

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка № 1 від 15 травня 2024 р.

(вказати номер і дату актів випробувань,

ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво кондитерський цех

(участок, цех/и, процес)

- в проектні роботи _____
(вказати об'єм, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)
 очікуваний _____ тис. грн.
(від впровадження в проект)
 фактичний _____ тис. грн.
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн.
(%, профінанс і протектом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ грн/грн.

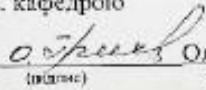
9. Обсяг впровадження _____ від обсягу впровадження,
 що становить _____ від обсягу впровадження,
 що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по
 закінченні НДР: Егар. _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під
 час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект _____ розроблення кейк-полсів за новою
 рецептурою та технологією забезпечує стабільні споживні характеристики (органолептичні та
(зокрема підвищення середньої, напр. оздоровлення та
 фізико-хімічні) протягом визначеного терміну зберігання, не потребує залучення додаткових
покращення умов праці, удосконалення структури управління,
 коштів для реалізації технології _____
науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

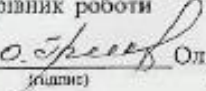
Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.
 Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження в проект річного економічного ефекту,
 підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДР), технічного
 відділу, гл. бухгалтером (для розрахунку фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.
 2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового
 відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою


 Ольга ГРИНЧЕНКО
(ініціали, прізвище)

Керівник роботи



 Ольга ГРИНЧЕНКО
(ініціали, прізвище)

Доцент, відповідальний виконавець


 Світлана ЮРЧЕНКО
(ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Керівник підприємства
 Ірина ресторація «Ковбасофф»


 Вячеслав ОВЧАРЕНКО
(ініціали, прізвище)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ

Валерій МИХАЙЛОВ

(підпис) (ініціали, прізвище)

17 червня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник підприємства

пивна ресторація «Ковбасофф»

Вячеслав ОВЧАРЕНКО

(підпис) (ініціали, прізвище)

17 червня 2024 р.

А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»
 (найменування організації)

Овчаренко В.М.

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи» (0123U101616)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

кафедрі харчових технологій в ресторанный індустрії ДБТУ

вартістю _____

(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2024 по 31.12.2024

впроваджені ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини

(експлуатація виробу, роботи, технології;

виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) шляхом впровадження у виробництво закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини, дослідно-промислова партія, обсяг виробництва – 50,0 кг

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання № 2 від 15 травня 2024 р.

(вказати номер і дату актів випробувань,

ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

- в проектні роботи _____

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) _____
 очікуваний _____ тис. грн. _____
 (від впровадження в проєкт)
 фактичний _____ тис. грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн. _____
 (% , цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження закуси з емульсійною структурою на основі бобової сировини з різними смаковими наповнювачами що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар.= _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробленні закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини за новою рецептурою та технологією з використанням супутнього напівфабрикату бобових – аквафаби, яка має високу здатність до емульгування, що дозволить отримати ресурсозберігаючу технологію, забезпечити населення високоякісною харчовою продукцією, розширити асортимент закускової продукції представленої на ринку України.
 (охорона навколишнього середовища, надр, оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.

Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проєкт річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою

Ольга ГРИНЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи

Ольга ГРИНЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Доцент, відповідальний виконавець

Анна РАДЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти
 ступеня доктор філософії

Валентина ДЕГТЯР
 (підпис) (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Керівник підприємства
 пивна ресторація «Ковбасофф»

Вячеслав ОВЧАРЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)