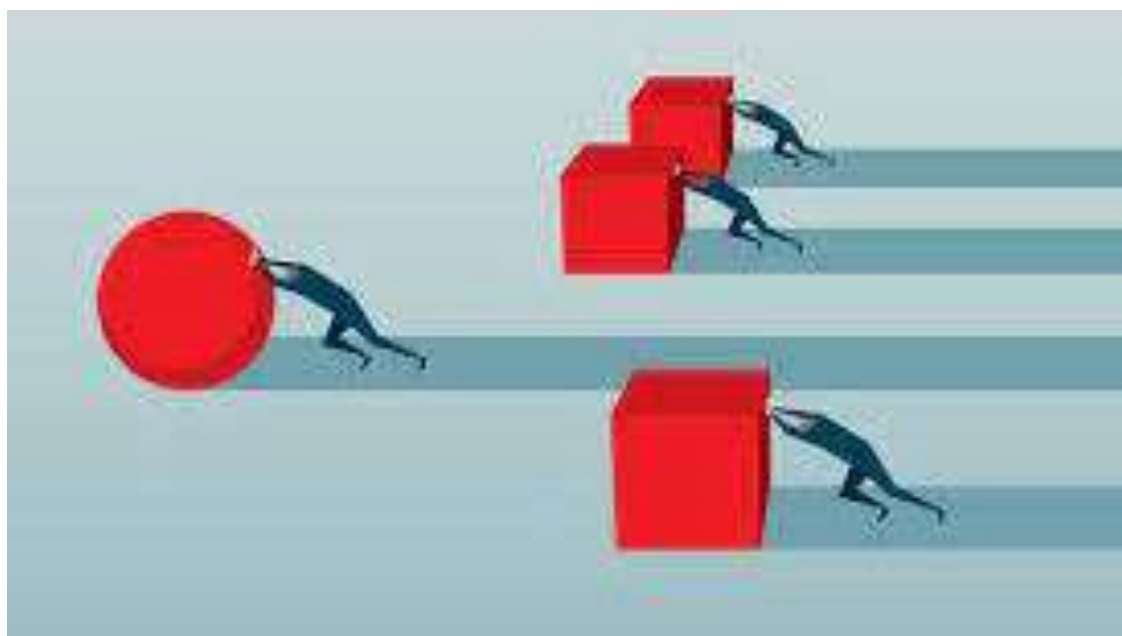


**Ірина БЕРНИК, Надія НОВГОРОДСЬКА, Алла СОЛОМОН,  
Світлана ОВСІЄНКО, Мар'яна БОНДАР**

# **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Монографія*



**Вінниця 2022**

**Ірина БЕРНИК, Надія НОВГОРОДСЬКА, Алла СОЛОМОН,  
Світлана ОВСІЄНКО, Мар'яна БОНДАР**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Монографія*

**Вінниця 2022**

**УДК 664 (02.064)**

*Рекомендовано Вченою радою  
Вінницького національного аграрного університету  
(Протокол № 6 від 23 грудня 2022 року)*

**АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:**

**Ірина БЕРНИК** – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій і мікробіології Вінницького національного аграрного університету (розділ 1, 2, 3, 5);

**Надія НОВГОРОДСЬКА** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри харчових технологій і мікробіології Вінницького національного аграрного університету (розділ 1, 2, 3);

**Алла СОЛОМОН** – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету (розділ 1, 2).

**Світлана ОВСІЄНКО** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри харчових технологій і мікробіології Вінницького національного аграрного університету (розділ 4);

**Мар'яна БОНДАР** – асистент кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету (розділ 1, 2).

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**Любомир ХОМІЧАК** – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН України завідувач відділом технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів НААН України

**Анжела Д'ЯКОНОВА** – доктор технічних наук, професор кафедри готельно-ресторанного бізнесу Одеського національного технічного університету

**Іван СЕВОСТЬЯНОВ** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету

**I - 66**

Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с. (ум. – друк. арк. 11,4).

**ISBN 978-618-7721-22-9**

Монографія присвячена актуальній проблемі підвищення ефективності технологій харчової промисловості шляхом удосконалення існуючих або створення нових, що істотно поліпшить структуру та якість харчової продукції, позитивно впливаючи на стан здоров'я споживачів і забезпечуючи їм активне творче довголіття.

Монографія буде корисною, як для студентів, магістрантів, аспірантів, докторантів спеціальності 181 харчові технології, так і для спеціалістів харчової галузі.

УДК 664 (02.064)

© І.М. Берник, Н.В. Новгородська, А.М. Соломон,  
С.М. Овсієнко, М.М. Бондар  
© ВНАУ, 2022

## ЗМІСТ

	<b>ВСТУП</b>	6
<b>РОЗДІЛ 1</b>	<b>МОЛОЧНА ГАЛУЗЬ: АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ</b>	8
1.1	Сучасні погляди на молочні продукти.	8
1.2	Технологія первинної обробки молока за використання ультразвукової кавітації	15
1.3	Ультразвукова технологія виробництва питного молока	26
1.4	Сиропридатність молока та якість сиру	46
1.5	Вплив високотемпературної обробки молока-сировини на придатність для виготовлення твердих сичужних сирів	55
1.6	Удосконалення існуючих технологій виробництва твердих сичужних сирів	59
1.7	Використання ультразвуку у виробництві ферментованих молочних продуктів	70
<b>РОЗДІЛ 2</b>	<b>НАУКОВО - ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</b>	75
2.1	Роль функціональних молочних продуктів у харчуванні людини	75
2.2	Біфідобактерії при виробництві ферментативних молочних продуктів з пробіотичними властивостями	79
2.3	Виробництво функціональних продуктів десертного призначення	86
2.3.1	Інгредієнтний склад функціональних продуктів	86

2.3.2	Функціональні продукти – незамінні складові харчування	90
2.3.3	Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів	107
2.3.4	Визначення складу молочної основи для десертних ферментованих продуктів	114
2.4	Технологія молочних продуктів на основі фітосировини	121
2.5	Продукти бджільництва при виробництві молочних продуктів	131
2.6	Молочні продукти з імуномодулюючими властивостями	144
2.7	Молочні продукти підвищеної біологічної цінності	152
2.8	Морозиво для веганів	156
<b>РОЗДІЛ 3</b>	<b>ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ В М'ЯСОПЕРЕРОБНІЙ ГАЛУЗІ</b>	<b>162</b>
3.1	Сучасний стан виробництва м'ясних продуктів	162
3.2	Визначення терміну післязабійного зберігання м'яса свиней	165
3.3	Масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини	173
3.4	Технологія виробництва напівфабрикатів з м'яса птиці за використання кавітаційно активованих рідких середовищ	185
3.5	Використання рослинної сировини у м'ясних виробках	198
3.6	Технологія ковбасних виробів за використання мікробіологічних процесів	208
3.7	Розробка базової рецептури сосисок дитячих	213

<b>РОЗДІЛ 4</b>	<b>ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У</b>	219
	<b>ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ</b>	
<b>РОЗДІЛ 5</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛІСАХАРИДІВ</b>	252
5.1	Використання полісахаридів в якості добавок функціонального призначення	252
5.2	Безвідходна екологічно безпечна технологія виробництва пектинового концентрату	261
5.3	Дослідження фізико-хімічних властивостей пектинових екстрактів	265
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	270

## ВСТУП

В умовах сучасного ринку виробництво якісної, рентабельної, конкурентної продукції просто неможливо без використання передових технологій та інноваційних рішень у сфері забезпечення людей продуктами харчування.

Інновації у сфері харчових технологій підпорядковані пошуку способів та засобів, що забезпечують економічне отримання та гарантують максимальні безпеку та якість харчових продуктів, включаючи харчову цінність, органолептичні властивості, а також властивості, що визначають користь здоров'ю, сукупність яких безпосередньо залежить від інгредієнтного складу харчового продукту.

Пріоритетними інноваційними напрямками у сфері харчових виробництв є розробка перспективних способів виробництва, зберігання, транспортування та переробки продукції; формування механізмів щодо раціонального використання сировини; розробка нових видів високоякісних харчових продуктів; вдосконалення способів просування продукції споживача.

Інтенсифікація наукових досліджень і накопичення великого практичного матеріалу сприяють поглибленню теоретичних відомостей щодо інновацій та удосконалення сучасних технологій.

Розробка нових технологій у харчовій промисловості і створення широкої гами якісно нових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу і властивостей є важливим напрямком сучасної нутриціології, сприяє збереженню здоров'я населення.

Розвиток досліджень в області харчування, розробка нових технологій сприяють розширенню асортименту продуктів, стимулюють пошук нових джерел продовольчої сировини. Актуальним є виробництво продуктів харчування для профілактики поширених аліментарних, тобто пов'язаних з

їжею захворювань. Крім того, вирішення проблеми збереження здоров'я та довголіття населення корелює забезпечення адекватним біологічно повноцінним харчуванням всіх вікових та соціальних груп. Важливою умовою для реалізації державних проектів у цій галузі є виробництво спеціальних продуктів харчування на сучасному обладнанні з використанням інгредієнтів як молочного, так і немолочного походження, що задовольняють фізіологічним потребам організму людини в речовинах та енергії і виконують різні функції.

Якісне харчування є одним з головних факторів забезпечення здоров'я людини. Споживачі починають все більше уваги приділяти функціональним продуктам харчування, тобто їх здатності зменшувати загрозу захворювання людини найбільш поширеними хворобами цивілізації - діабетом, серцево-судинними, алергією, шлунково-кишковими.

Пріоритетною проблемою можна вважати створення принципово нових технологій, глибокої комплексної переробки сировини у продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту білків, вітамінів, мікро- і макроелементів, інших есенціальних речовин. Цим вимогам відповідають продукти з функціональними інгредієнтами, біологічно активними добавками та інші групи. За допомогою харчової комбінаторики можна послабити негативні впливи зовнішнього середовища завдяки проектуванню і конструюванню харчових продуктів не лише безпечних для людини, але й таких, що захищають його генетичні структури.

Одним із ефективних заходів корекції раціону і профілактики є застосування сучасних молочних продуктів, зокрема, для масового споживання зі зміненим складом, але традиційним смаком. Такі продукти надають додаткову користь здоров'ю завдяки збалансованому та збагаченому складу, відповідності норм добового споживання нутрієнтів.

# РОЗДІЛ 1

## МОЛОЧНА ГАЛУЗЬ: АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

### 1.1. Сучасні погляди на молочні продукти

Одним з основних напрямків розвитку харчової промисловості в теперішній час є виробництво високоякісної та безпечної для життя і здоров'я людини продукції, яка відповідає вимогам міжнародних стандартів. Молоко і молочні продукти займають особливо важливе місце у харчуванні дітей і людей похилого віку. Компоненти молока характеризуються оптимальною збалансованістю за хімічним складом, легко засвоюються і мають високу ступінь використання в організмі людини для пластичних цілей і синтезу нових речовин. Білки дозволяють покращити амінокислотний баланс всього харчового раціону людини. Жири молока вміщують дефіцитну арахідонову кислоту і білок-ліцитинів комплекс, який зустрічається тільки в молоці і продуктах його переробки. Кальцій молока знаходиться у формі, яка здатна найкраще засвоюватись організмом людини. В молоці міститься збалансований комплекс вітамінів, особливо А і В, D і каротину, холіну і токоферолів, тіаміну і аскорбінової кислоти. Комплекс речовин, які входять до молока, характеризуються антисклеротичною спрямованістю, яка проявляється впливом на рівень холестерину у сироватці крові. Все це дозволяє розглядати молоко як універсальний продукт з високою харчовою і біологічною цінністю, який забезпечує нормальний ріст і розвиток організму людини [1]. Одночасно з цим молоко швидко псується під дією різних мікроорганізмів, а також в ньому можуть бути присутні токсиканти, вміст яких залежить від кормів і зовнішніх факторів.

Одною з головних задач є досягнення високої якості і безпечності молока, попередження бактеріального забруднення і зниження рівня вмісту

небезпечних хімічних речовин. Відомо, що безпечність і споживча якість харчових продуктів забезпечується насамперед безпечністю і якістю сировини, яка використовується для їх виробництва [2].

Нинішня екологічна ситуація і стан харчування населення України оцінюється провідними вченими як загрозливі фактори для національної безпеки. Значні масштаби індустріального розвитку призвели до швидких темпів зростання забруднення довкілля шкідливими промисловими відходами.

За останні роки до 75 % усіх захворювань прямо чи опосередковано зумовлені саме несприятливим станом навколишнього природного середовища, його надмірним забрудненням. Забруднення води, повітря і ґрунтів стали на заваді вирощування і заготівлі сировини рослинного і тваринного походження для виготовлення безпечної високоякісної харчової продукції [3].

Відомо, що молоко з бактеріальним забрудненням від 50 до 100 тис. клітин/см (біля 20 %) відноситься до вищого ґатунку, від 100 тис до 300 тис. (біля 80 %) – першого ґатунку, якщо більше - несортове [4].

За кордоном в 1 см сирого молока допускається не більше 1 млн. клітин мезофільних і не більше 30 тис. терmostійких мікроорганізмів. Згідно до рекомендації ЄС, в сирому молоці вміст МАФAM повинен бути не більше 100 тис. клітин в 1 см, в той час як в нашій країні використовують сире молоко вищого ґатунку, в якому показники МАФAM складають від 300 тис. до 4 млн. КУО/см<sup>3</sup> [2]. Майже 80% вітчизняного молока відноситься до першого ґатунку [5].

Згідно до вимог, які висуваються в країнах-членах ЄС і СОТ до молокопродуктів, сире молоко, що використовується для виробництва молокопродуктів, не повинно мати патогенних мікроорганізмів і містити нормовану кількість загальної мікрофлори та психрофільних мікроорганізмів.

Для вітчизняної молочної промисловості найбільш слабкою ланкою нормативної бази є мікробіологічні вимоги до молока як до сільськогосподарської сировини. Вони являються найбільш низькими порівняно з країнами Європи і Америки [6].

Така увага до психрофільних мікроорганізмів обумовлена тим, що серед них є багато патогенних мікроорганізмів, крім того, ці мікроорганізми в процесі росту та розмноження представляють собою небезпеку при виробництві молочних продуктів, оскільки продукують терморезистентні ферменти – протеазу та ліпазу, які викликають вади молока та готової продукції [7].

Прагнення України інтегруватися в європейські й світові структури передбачає необхідність кардинальних змін у всіх підрозділах аграрно-промислового комплексу. Згідно з новою постановою Європейського парламенту всі виробники харчових продуктів, які працюють на ринку Євросоюзу, зобов'язані впровадити на своїх підприємствах систему НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points).

Окремі аспекти контролю якості продукції розглядалися у багатьох працях вітчизняних та закордонних авторів [8]. Важливою складовою у виробництві молочних продуктів є поліпшення ветеринарно-санітарних показників якості молока. Особливе місце займає бактеріальна чистота молока, це пов'язано з масовими спалахами харчової інфекції у багатьох країнах світу.

Проблема бактеріального забруднення сирого молока виходить на перший план також у зв'язку з впливом на якість готової продукції. Молоко, яке має високе бактеріальне обсіменіння і вміщує сторонню мікрофлору, малопридатне для виробництва повноцінних молочних продуктів в силу кількох причин [9]:

- мікроорганізми, які розвиваються в молоці, руйнують біологічно цінні речовини сировини;

- токсини, які утворюються в процесі життєдіяльності присутньої мікрофлори, не руйнуються при подальшій обробці молока, що може привести до харчових отруєнь;

- при надмірному обсіменінні молока психотрофами, посилюються процеси руйнування білка і жиру, що є причиною появи вади смаку, запаху і консистенції молочних продуктів.

Сире молоко повинно бути отримано від здорових тварин на території, яка є безпечною у відношенні інфекційних та інших захворювань, які притаманні для людей і тварин. Найбільш стійкими з патогенних мікроорганізмів є бактерії туберкульозу, тому загибель цих бактерій є основним критерієм надійності режимів пастеризації. Не допускається постачання сирого молока, отриманого від корів з небезпечної по туберкульозу ферми, на ринки, їдальні, дитячі та шкільні установи. Молоко підлягає знезаражуванню безпосередньо в господарстві шляхом пастеризації при температурі 90 °С протягом 5 хв., або при 85 °С протягом 30 хв., а при відсутності пастеризаторів – обов'язковим кип'ятінням. На якість сирого молока впливає багато факторів, до яких слід віднести умови утримання тварин, годівлю, гігієну, умови отримання молока, наявність сторонньої води, яка є наслідком індустріалізації і автоматизації способів отримання і обробки молока. Мікрофлора молока відразу після доїння і резервування представлена переважно нестійкими до нагрівання психрофільними бактеріями, тому ефективність теплової обробки такого молока достатньо висока.

Фахівці вважають, що для покращення якості молока-сировини необхідно визначити ряд необхідних комплексних заходів, до складу яких відноситься забезпечення молочного стада повноцінними кормами, забезпечення ферм сучасним обладнанням для первинної переробки молока, гармонізація вітчизняної нормативної документації з міжнародними вимогами і стандартами, суворе дотримання строків і умов зберігання та транспортування сировини на молочні підприємства [6].

У забезпеченні випуску молочної продукції високої якості, стійкої до зберігання і безпечної для споживання, винятково велике значення має постійна підтримка належної чистоти усього обладнання, з яким молоко контактує на всіх етапах від приймання сировини до випуску готової продукції [10].

З обладнання у молоко потрапляють бактерії групи кишкової палички, психрофільні бактерії, мезофільні молочнокислі стрептококи і терmostійкі палички, дріжджі та оцтовокислі бактерії. Уся ця мікрофлора разом із залишковою мікрофлорою пастеризованого молока становить загальну мікрофлору питного молока [6].

Необхідно удосконалювати методи виявлення патогенної мікрофлори у молоці і молочних продуктах, підвищувати їх специфічність, швидкість і доступність при використанні. Забезпечення якісними кормами, впровадження нових технологій і сучасних засобів виробництва, побудова систем менеджменту якості на основі принципів НАССР дозволять підвищити якість молока-сировини і молочної продукції відповідно до вимог ЄС, що забезпечить вихід продукції молокопереробної галузі на міжнародні ринки. Для тривалого зберігання молоко і молочні продукти піддають пастеризації, стерилізації, згущенню і висушуванню при температурних режимах від 63 до 140 °С.

Відомо, що мікроорганізми можуть розвиватися при різних температурах: психрофіти розвиваються при температурі від мінус 10 до мінус 20 °С, мезофіли - від 5 до 45 °С, термофіли - від 15 до 70 °С. Найбільш стійкими до низьких температур є плісняви, які можуть розвиватися при температурі (- 9) і навіть при (- 12) °С. Гнилісні бактерії здатні розмножуватись при (-5) °С, тобто при температурних режимах зберігання молочних продуктів.

Фахівці вважають, що проблему підвищення якості молока-сировини необхідно вирішувати за рахунок зниження його мікробіологічного

забруднення ще до технологічної обробки [9, 10]. На бактеріальному шляху молока-сировині пропонується м'яка теплова обробка – термізація, яка суттєво не впливає на склад і біологічні властивості молока як, системи, але в той же час забезпечує значне зниження загального обсіменіння молока. Термізація не викликає денатурації білків сироватки, не змінює склад казеїнового комплексу, але стабілізує рН молока протягом зберігання. Найбільш доцільним визнано проведення термізації молока не на молочних заводах, а безпосередньо на місцях виробництва – фермах, збірно-приймальних пунктах, з послідуєчим терміновим глибоким охолодженням.

Згідно до рекомендацій ЄС сире молоко необхідно охолоджувати до температури нижче 6 °C і зберігати не більше 4 год. В більшості випадків термізація молока достатня, щоб не допустити розмноження бактерій в готовій продукції до небезпечної межі протягом 3 діб за температури нижче 8 °C.

Тривала витримка молока в охоложеному стані може призвести до фізико-хімічних змін в структурі міцел казеїну з порушенням рівноваги кальцію і фосфору у розчинній і колоїдній формах, а також у жировій фазі. При цьому відбувається кристалізація тригліцеридів, що викликає розрив мембран, витікання жиру, грудкування, відділення жиру від водної фази. Механічна обробка такого молока може призвести до пошкодження оболонки жирових кульок і в продукті більш активно відбувається ліполіз та окислення ліпідів [8].

Ліполіз може відбуватися як за рахунок активації ліпази молока, так і під впливом ліполітичних ферментів психротрофних бактерій. Наслідком ліполізу є підвищення в молоці кількості вільного жиру і вільних жирних кислот, які адсорбуються на міцелах казеїну і протидіють згортанню молока. Погіршення згортання молока пов'язано також з зміною іонної рівноваги внаслідок утворення нерозчинних солей при взаємодії іонів кальцію з жирними кислотами.

Прагнення забезпечити споживачів широким асортиментом молочних продуктів з тривалими строками придатності для споживання може бути реалізовано за рахунок удосконалення технологічних процесів переробки молочної сировини. За кордоном при тривалому зберіганні молока на фермах, використовують термізацію при 65 °С з витримкою 15...25 с і послідуєчим охолодженням до температури не вище 10 °С. Перед переробкою його знову піддають короткотерміновій пастеризації. Встановлено, що основну мікрофлору термізованого молока, після зберігання при 6...11 °С протягом 18...42 год., складають психротрофні бактерії і бактерії групи кишкових паличок (БГКП).

Проведене дослідження мікрофлори пастеризованого молока при тривалому зберіганні при температурі 4...6 °С показало, що термін зберігання залежить від ступеню бактеріального обсіменіння і пов'язаного з санітарними умовами проведення подальших технологічних операцій [10].

При розливі молока в умовах асептики, бактеріальне обсіменіння молока є сталим протягом всього терміну зберігання. При відсутності асептичних умов, бактеріальне обсіменіння молока збільшується за рахунок додаткових джерел зараження і складається з 10...20 % залишкової мікрофлори пастеризованого молока, 78...88 % – мікрофлори, яка потрапляє з поверхні обладнання, 1 % – мікрофлори повітря, 1 % – мікрофлори пакувального матеріалу. Встановлено, що термін зберігання питного молока, яке пройшло другу пастеризацію при режимі  $t = 95 \pm 2$  °С  $t = 4$  с, складає 25 діб, в той час як молоко, пастеризоване при режимі  $t = 85 \pm 2$  °С  $t = 4$  с, має тривалість зберігання не більше 15 діб.

Пастеризація знешкоджує більшу частину первинної мікрофлори молока, але при цьому відбуваються небажані зміни його біохімічних і фізико-хімічних властивостей. При підвищенні температури зменшується в'язкість молока, при підвищенні кислотності – казеїн випадає в осад.

Таким чином, одним із способів підготовки молока, що сприяють

покращенню його бактеріологічних показників і підвищенню стійкості при зберіганні, є подвійна теплова обробка. Запропоновано проводити попередню теплову обробку молока для виробництва всіх молочних продуктів у технологічному циклі молочного виробництва при температурі  $(62 \pm 1) ^\circ\text{C}$  з послідуєчим охолодженням до  $(6 \pm 2) ^\circ\text{C}$  і витримкою від 6 год до 3 діб. Така обробка не має негативного впливу на фізико-хімічні і технологічні властивості молока [9].

## **1.2. Технологія первинної обробки молока за використання ультразвукової кавітації**

До найбільш актуальних проблем харчової індустрії сучасності належить рівень якості харчових продуктів. Під якістю продукції найчастіше розуміють сукупність її властивостей, які зумовлюють рівень здатності задовольняти певні потреби споживачів відповідно до їх призначення. Відповідно, до досвіду роботи японських підприємств випуск високоякісної продукції дозволяє отримати потрібну вигоду у вигляді більш низьких виробничих витрат, більш високих чистих доходів, більшої частки ринку [11].

Показник якості визначає ефективність діяльності підприємств галузі та, як наслідок, утримання існуючих і завоювання нових позицій на ринках збуту в Україні та поза її межами. До основних чинників, що впливають на даний показник належать якість сировини, технічний та технологічний рівень підприємств, системи управління якістю та безпечністю харчової продукції.

У молочній промисловості України якість молока-сировини є найбільш ваговою проблемою. Відповідно до нового стандарту ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» передбачено підвищенні вимоги до органолептичних, фізико-хімічних та гігієнічних показників щодо оцінювання якості закупівельного молока, для впровадження систем

аналізування небезпечних чинників та контролювання в критичних точках [12].

У Європейській спільноті регулюючим документом є Регламент ЄС № 853/2004 Європейського Парламенту та Ради від 29 квітня 2004 р. секція XI «Сире молоко та молокопродукти», яким встановлено вимоги щодо гігієни молока-сировини (табл. 1.1) [13].

Таблиця 1.1

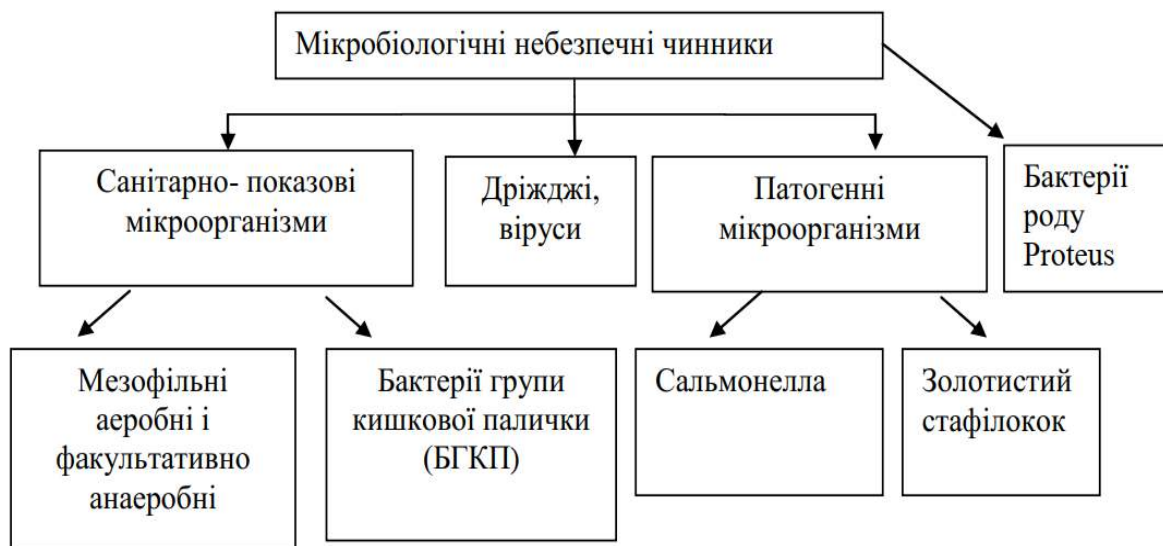
**Порівняння показників якості та безпечності молока-сировини коров'ячого за стандартами України та країн ЄС**

Показник, одиниця вимірювання	ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови»			Регламент ЄС № 853/2004
	Норма для гатунків			
	екстра	вищий	перший	
Кислотність, °Т	від 16 до 17	від 16 до 18	від 16 до 19	–
pH	від 6,6 до 6,7		від 6,55 до 6,8	
Група чистоти, не нижче ніж	I			–
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікро-організмів (КМАФАнМ за температури 30 °С), тис. КУО/см <sup>3</sup>	≤100	≤300	≤500	<100
Температура молока, °С, не вище ніж	8			<6
Кількість соматичних клітин, тис./см <sup>3</sup>	≤400	≤400	≤500	<400
Точка замерзання, °С, не вище ніж	–0,520			–0,52

Виробники молока керуються системою управління якістю продукції НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), в основу якої покладено аналіз та оцінка небезпек, з метою своєчасного становлення причини та застосування коригувальних дій. В основі концепції системи НАССР лежить управління небезпечними факторами різного походження (біологічного, хімічного або фізичного), які впливають на безпечність продукції в процесі виробництва, шляхом створення механізмів контролю в кожній точці виробничої системи. З трьох основних типів небезпек мікробіологічна –

найнебезпечніша.

На будь-якому етапі отримання, зберігання, транспортування та переробки молока можливе обсіменіння його мікроорганізмами. До мікробіологічних небезпечних чинників відносяться шкідливі бактерії, віруси, пріони та паразити (рис. 1.1) [14].



*Рис. 1.1. Мікробіологічні небезпечні чинники*

Основними небезпеками біологічного характеру у молоці слід вважати початкову і залишкову кількість мікроорганізмів, тобто:

– токсини патогенних мікроорганізмів необхідно створювати несприятливі умови для їх розмноження в процесі одержання молока та переробки;

– умовно патогенні мікроорганізми, які викликають псування продукту і за певних умов можуть викликати розлади чи алергенні реакції.

Для споживача молоко є якісним, якщо воно має високу харчову цінність (у ньому достатньо жирів, білка, мінеральних речовин, вітамінів) та безпечно для здоров'я – тобто не містить шкідливих бактерій чи антибіотиків. Для підприємств молочної промисловості якість молочної сировини, зокрема показники мікробіологічної чистоти є визначальним фактором безпечності та якості молочних продуктів.

Санітарно-гігієнічна якість виробництва молока – комплексна проблема, яка визначається рядом чинників, які об'єднуються поняттям «технологія та культура виробництва» [15].

Виявлені небезпечні фактори отримання безпечного та якісного молока-сировини включали порушення виробничих умов, зокрема: параметрів мікроклімату, санітарно-гігієнічного та технічного стану корівника, гігієни кормів/води, ветеринарного менеджменту, гігієни та охорони праці осіб зайнятих у догляді корів та молочному блоці ферми, процедур підготовки корів до доїння, доїння, заходів після доїльної обробки вимені, технічної справності молочного обладнання, належного санітарно-гігієнічного стану молочного обладнання та мікроклімату молочного блоку. Зазначені фактори є небезпечними у зв'язку з встановленим їх безпосереднім та опосередкованим впливом на безпечність і якість молока-сировини [16].

Розглянемо більш детально вплив цих факторів. Параметри мікроклімату утримання тварин (температурно-вологісний режим, освітлення, рух повітря, вміст шкідливих газів) при неналежних значеннях викликають у тварин захворювання запального характеру, стреси, травматизм та, як наслідок підвищення показника забруднення молока мікрофлорою. Незбалансований раціон відповідно до фізіологічного стану тварин, забруднення води та кормів призводить до загального погіршення стану тварин та контамінації молока патогенними мікроорганізмами. Порушення гігієни у корівнику є джерелом розмноження паразитичних грибів, патогенних і спорових бактерій на тілі корів, що негативно впливає на здоров'я корів. Бактерії групи кишкових паличок можуть перебувати в гною і підстилці. Несправність конструкцій призводить до травмувань корів. Розвиток інфекційних та паразитарних захворювань, що згубно впливає на хімічний склад молока та збільшує мікробне обсіменіння; потрапляння антибіотиків або інших інгібіторів у молоко викликає неналежний рівень ветеринарного менеджменту в господарстві.

Рівень санітарно-гігієнічних показників якості отриманого молока визначається гігієною доїння корів. Виключення обробки вимені до та після доїння збільшує ризик потрапляння небажаної мікрофлори в молоко [17].

Якісна обробка вимені спеціальними засобами – ефективне рішення у забезпеченні належної гігієни. Але для досягнення позитивного ефекту недостатньо просто обробляти вим'я будь-якими засобами. Вони повинні бути високоякісними, ефективними та володіти знезаражувальним ефектом [18].

Не належне виконання процедур підготовки корів до доїння створює умови потрапляє мікрофлори з дійок вимені в молоко; зумовлює високий рівень обсіменіння молока КМАФАнМ, патогенними і спороутворюючими бактеріями. Неправильне надягання та знімання доїльних стаканів може спричинити травми сфінктерів дійок, гіперкератоз та потрапляння сторонніх домішок.

За спонтанного від'єднання доїльних стаканів із дійок можливе потрапляння механічних домішок (гною) в молоко. Несправність вакууму призводить до травм та патологій сфінктерів дійок і як наслідок, збільшення КСК молока. За збільшення температури охолодження (понад 6°C) можливий надмірний розвиток патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, утворення їх спор і накопичення токсинів [16].

Збільшення кількості мікроорганізмів, високий вміст патогенних і спороутворюючих мікроорганізмів, а також їх токсинів виникає за неналежного очищення молочного обладнання. Відсутня очистка доїльних стаканів після кожного доїння провокує поширення збудників маститу в стаді. За умови залишку мийного засобу у молокопроводах, забруднюється молоко-сировина [16].

Недотримання гігієни особами, зайнятими під час догляду корів зумовлює появу зоонозних інфекцій чи інших інфекцій та паразитарних хвороб; травмування тварин внаслідок неправильної фіксації, гону, тощо.

Може мати місце перехресне зараження патогенними мікроорганізмами. Як наслідок, поява у молоці сировинні патогенних мікроорганізмів.

Отже, навіть за умови хороших санітарних умов отримати стерильне молоко неможливо, оскільки вже в момент видоювання воно зазнає бактеріального забруднення сапрофітними бактеріями, які постійно знаходяться в сосковому каналі.

Після доїння молоко неодмінно забруднюється мікрофлорою з навколишнього середовища: бактеріями групи кишкової палички, ентерококами, молочнокислими і маслянокислими бактеріями, спороутворювальними бацилами, псевдомонадами, коринібактеріями, дріжджами та пліснявими грибами.

Джерелом контамінації може бути молочне обладнання, на поверхні якого мікроорганізми утворюють стійкі до дії зовнішніх факторів біоплівки, часточки бруду, що потрапили в молоко з вимені, корм, підстилка, ґрунт, вода, повітря тощо (табл. 1.2) [19].

Таблиця 1.2

**Джерела забруднення молока технічно шкідливою і патогенною мікрофлорою**

Мікроорганізми	Джерело забруднення
<i>Bacillus cereus</i>	Навколишнє середовище (корм гній, ґрунт) доїльне обладнання
Маслянокислі бактерії	Навколишнє середовище (корм, гній)
<i>Escherichia coli</i>	Навколишнє середовище (гній та підстилка)
<i>Pseudomonas spp.</i>	Навколишнє середовище (підстилка, ґрунт, молочне обладнання)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Секрет вимені маститних корів
<i>Listeria monocytogenes</i>	Навколишнє середовище (корм, гній)
<i>Salmonella spp.</i>	Навколишнє середовище (гній)

Під час резервування і транспортування молока відбувається розмноження мікроорганізмів, внаслідок чого зростає їх кількість і може змінюватись якісний склад та співвідношення між окремими групами і видами. Характер цих змін залежить від температури і тривалості зберігання молока, початкового ступеня його забруднення та складу мікрофлори.

Для збільшення терміну придатності молока до переробки у молочній промисловості запроваджено холодильне його зберігання за температури 6-8 °С, після досягнення якої всі процеси, пов'язані з ростом і розвитком бактерій, істотно уповільнюються. Однак за цих умов може відбуватися ріст деяких мікроорганізмів, у тому числі *B. cereus*, бактерій родів *Alkaligenes*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* та ін., а деякі психротрофи, як, наприклад, *Pseudomonas* spp. та *L. monocytogenes*, здатні репродукуватись навіть за температури, нижчої за 6 °С. Внаслідок цього психротрофи стають однією з головних екологічних груп сирого молока.

Дослідженнями встановлено [19], що домінуючу частину мікрофлори сировини становили лактобактерії, досить чисельною виявилась група психротрофних мікроорганізмів, переважну більшість яких складали бактерії роду *Pseudomonas*. Виявлено також представників роду *Acinetobacter*, родини *Enterobacteriaceae* та холодостійкі плісені. Забруднення психротрофною мікрофлорою спричиняють ліполітичні та протеолітичні процеси, призводять до утворення у молоці вільних жирних кислот і низькомолекулярних поліпептидів, що надають продукту неприємного прогірклого чи мильного присмаку, невластивого забарвлення. Під час пастеризації ферменти не інактивуються. Деякі зразки молока містили умовно-патогенні бактерії роду *Staphylococcus*, що є доказом наявності домішки маститного молока. Небезпечність присутності їх пов'язана з тим, що за неналежних умов виробництва можлива контамінація ними оброблених молочних продуктів, внаслідок чого знижується рівень мікробіологічної безпечності продукту. Крім того, отруєння людей можуть спричинити термостійкі токсини

стафілококів [19].

Наявність спорових форм бацил небезпечно у зв'язку з їх стійкістю до високотемпературної обробки. Розвинувшись у вегетативну форму, вони здатні продукувати протеази, що спричиняють коагуляцію казеїну при відносно високих значеннях рН, внаслідок чого відбувається псування молока під час тривалого його зберігання [20].

Споживання продуктів дуже забруднених *Bacillus cereus* може призвести до розвитку отруєнь (гастроентеритів). Інтоксикацію викликає ентеротоксин, продукований вегетативними формами, що проростають зі спор. Таким чином, підвищена бактеріальна забрудненість результат недотримання правил гігієни під час виробництва молока чи його зберігання. Рівень бактеріального забруднення впливає на смак і поживну цінність сирого молока, значно скорочує термін його зберігання. Відповідно до досліджень [21] встановлено, що для відправлення молока як сировини на переробне підприємство із загальним бактеріальним обсіменінням у межах 100 тис. КУО/см<sup>3</sup> (гатунок "екстра") необхідно, щоб у свіжовидоєному молоці кількість бактерій не перевищувала 20-25 тис. КУО/см<sup>3</sup>.

Якість молока неможливо поліпшити в процесі переробки, у кращому випадку воно може бути стабілізовано (призупинено або загальмовано його погіршення), тому система управління якістю молока-сировини повинна акцентувати увагу на технологічних процесах його виробництва та первинної обробки з використанням превентивного підходу. Сутність превентивного підходу ґрунтується на своєчасній ідентифікації негативних елементів (джерел забруднення) та передбачає розробку комплексу техніко-технологічних заходів спрямованих на запобігання небезпечних явищ (підвищення бактеріального забруднення).

Загальне бактеріальне обсіменіння молока-сировини (тис. КУО/см<sup>3</sup>) доцільно розглядати як сукупність наступних джерел потрапляння мікроорганізмів до технологічного середовища: мікрофлора поверхні вимені

та дійок ( $K_1$ ), мікрофлора каналів вимені ( $K_2$ ); мікроорганізми доїльного обладнання, молокопроводів, молочної тари ( $K_3$ ); мікрофлора персоналу та довкілля ( $K_4$ ). Ієрархічне дерево загального бактеріального обсіменіння молока-сировини на рис. 1.2.

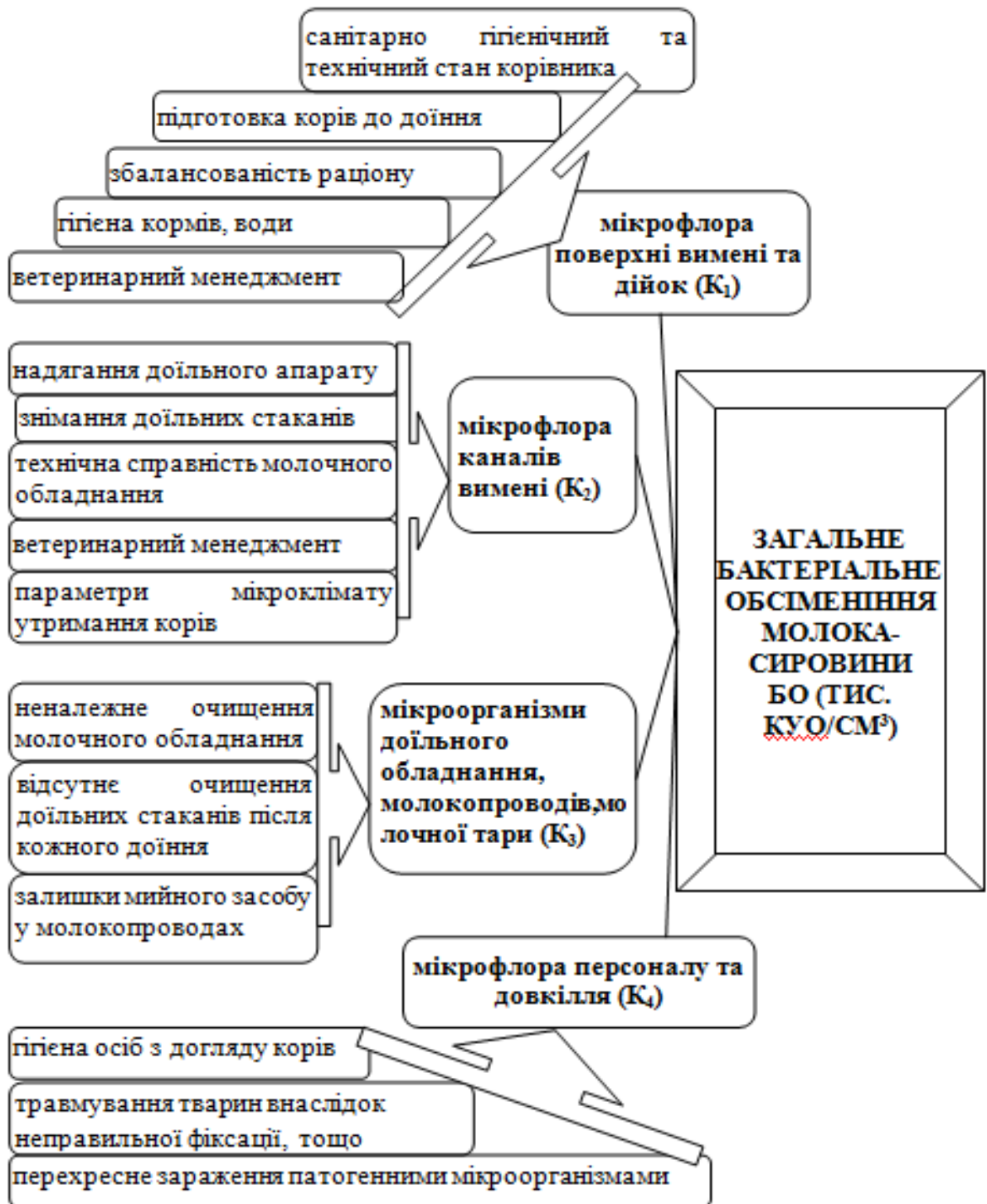


Рис. 1.2. Ієрархічне дерево загального бактеріального обсіменіння молока-сировини

Функціональна залежність загального бактеріального обсіменіння молока-сировини має наступний вигляд:

$$BO = \sum_{i=1}^n K_i$$

Значення загального бактеріального обсіменіння молока-сировини БО (тис. КУО/см<sup>3</sup>) порівнюють з показниками якості та відповідно до стандарту ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче» разом з іншими показниками якості встановлюють гатунок.

Таким чином, група чинників, що об'єднуються поняттям “технологія та культура виробництва” та безпосередньо або опосередковано впливають на кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів молоці-сировині визначають загальне бактеріальне обсіменіння.

Наступним етапом є первинна обробка молока. Під поняттям первинна обробка молока розуміють комплекс операцій, яким піддають свіжовидоєне молоко з метою збереження його якості та запобігання псування. Для молочних ферм і комплексів виконання операцій первинної обробці молока безпосередньо після доїння є безумовно необхідною.

Первина обробка молока включає в себе такі етапи: очищення молока від механічних домішок (фільтрування, сепарування), охолодження та зберігання молока, транспортування і реалізація молока. Очищення молока не забезпечує отримання чистого молока, оскільки частина механічних домішок розчиняється і разом із мікроорганізмами потрапляє в молоко.

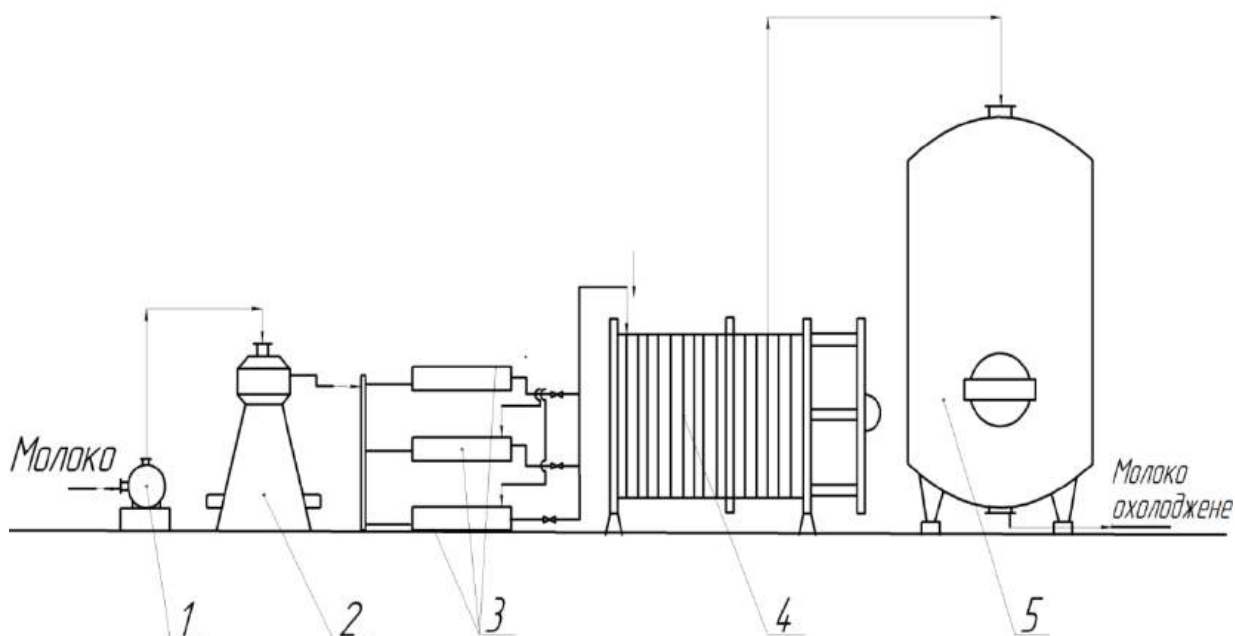
Неохолоджене молоко швидко втрачає свої бактерицидні властивості і через 2-3 год. починає скисати, тому зразу після одержання його охолоджують. Значно швидше і до нижчої температури можна охолодити молоко за допомогою охолодників, ванн і танків. Охолодники працюють за принципом теплообміну між молоком та холодоагентом. Охолоджене молоко зберігають при низьких температурах в залежності від терміну зберігання.

Отже, традиційна схема первинної обробки молока забезпечує сталу картину показників якості та безпечності молока-сировини, які були отримані в результаті його виробництва.

З метою підвищення якості та безпечності молока-сировини доцільно під час первинної обробки використовувати операцію знезараження.

Сучасні способи знезараження рідинних технологічних середовищ ґрунтуються на використанні фізичних полів (магнітного, електричного, інфрачервоного випромінювання та ін.), серед яких заслуговують уваги ультразвукові технології [22].

Дію ультразвуку на біологічні системи пояснюють низкою фізичних та фізико-хімічних процесів пов'язаних з комплексом явищ, що відбуваються при накладанні механічної енергії (акустичні течії, мікропотоки, акустична кавітація, акустичний флотаційний ефект, пандеромоторні сили, радіаційний тиск) [23–26]. Первинна обробка має містити наступні основні операції: очищення, знезараження та охолодження (рис. 1.3).



*Рис. 1.3. Лінія первинної обробки молока: 1 – насос, 2 – сепаратор-молокоочищувач, 3 – ультразвукова система, 4 – пластинчастий охолоджувач, 5 – ємність для зберігання молока*

Технологічний процес первинної обробки молока відбувається у такій послідовності. Видоєне молоко, що надходить у молокозбірник, спрямовується на очищення (сепаратор-молокоочисник), потім до ультразвукової кавітаційної установки та на охолодження [27].

Використання ультразвукових кавітаційних технологій для знезараження молока дозволяє вирішити ціле коло проблем, зокрема підвищення сортності молока та отримати більше коштів для господарства, якісна сировина для молокопереробних підприємств [28].

Таким чином загальне бактеріальне обсіменіння молока-сировини доцільно розглядати як сукупність джерел потрапляння мікроорганізмів до технологічного середовища, зокрема мікрофлори поверхні вимені та дійок; мікрофлори каналів вимені; мікроорганізмів доїльного обладнання, молокопроводів, молочної тари; мікрофлори персоналу та довкілля. Запропоновано заходи щодо підвищення якості та безпечності молока-сировини шляхом додаткового використання процесу знезараження. Використання ультразвукових кавітаційних технологій для знезараження молока дозволяє підвищити ґатунок молока та отримати більше коштів для господарства, забезпечити якісною сировиною молокопереробні підприємства.

### **1.3. Ультразвукова технологія виробництва питного молока**

З метою подовження термінів зберігання в харчовій промисловості використовують різні способи обробки [29].

Найбільш широко в технологічній практиці використовується вплив на бактерії високих температур протягом визначеного часу.

На вибір режиму обробки продуктів впливають такі фактори:

1. Вміст жиру який утворює навколо бактерій жирову капсулу, що зменшує ефективність дії тепла. Тому зі збільшенням вмісту жиру в

продуктах використовується більш жорсткий режим обробки.

2. Кислотність середовища. У кислому середовищі мікроорганізми гинуть швидше. Найбільші бактерицидні властивості притаманні молочній кислоті, менший ефект у присутності оцтової і лимонної кислот.

3. Вміст солі, у присутності якої процес стерилізації відбувається більш ефективно.

4. Вміст повітря, у присутності якого стійкість мікробів підвищується.

Літературні дані за цим питанням найчастіше суперечливі [30], узагальнення даних у вигляді графіка залежності між температурою та тривалістю теплової обробки представлено на рис. 1.4. Для порівняння також представлені відповідні криві для руйнування ферментів та фізико-хімічних властивостей продуктів.

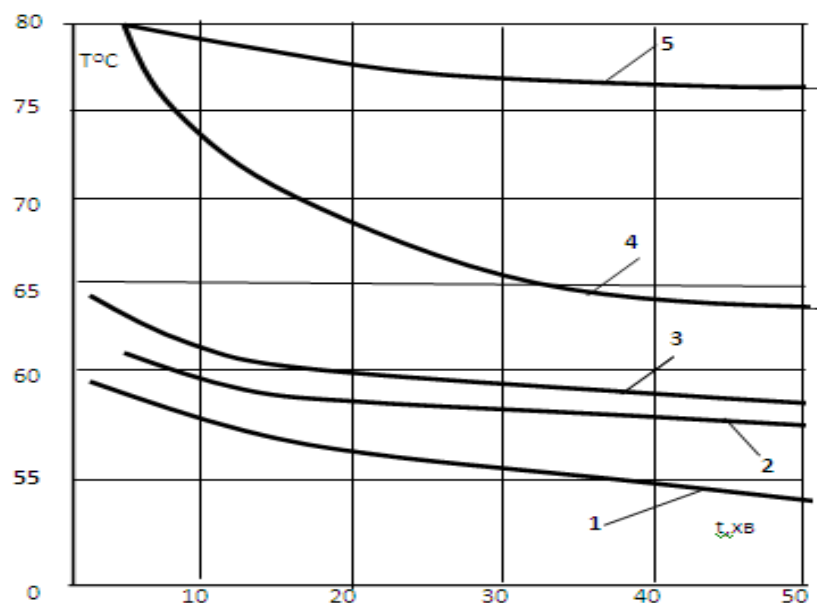


Рис. 1.4. Графік режимів теплової обробки: 1 – крива загибелі дифтерійної палички; 2 – загибель тифозної палички; 3 – загибель туберкульозної палички; 4 – руйнування ферментів; 5 – зміна фізико-хімічних якостей

Графічні залежності описують емпіричною залежністю тривалості процесу  $\tau$  від його температури  $t$  виду:

$$\ln \tau = \alpha - \beta t, \quad (1.1)$$

де  $\alpha$  і  $\beta$  – чисельні коефіцієнти, що підлягають експериментальному визначенню.

Тоді умова досягнення заданого ефекту теплової обробки має вигляд:

$$\theta = \tau, \quad (1.2)$$

де  $\tau$  – дійсний час впливу на технологічне середовище.

За умов  $\theta > \tau$  можуть виникнути небажані зміни властивостей продукту, за умов  $\theta < \tau$  ефект пастеризації не буде досягнутий.

Оцінку ефективності процесу теплової обробки проводять шляхом визначення коефіцієнту швидкості загибелі мікроорганізмів  $C$ :

$$C = \frac{1}{\theta} \ln \frac{N_0}{N_K} \quad (1.3)$$

де  $N_0$  – початковий вміст бактерій в одиниці об'єму продукту,  $m^{-3}$ ;  $N_K$  – кінцевий вміст бактерій після пастеризації,  $m^{-3}$ .

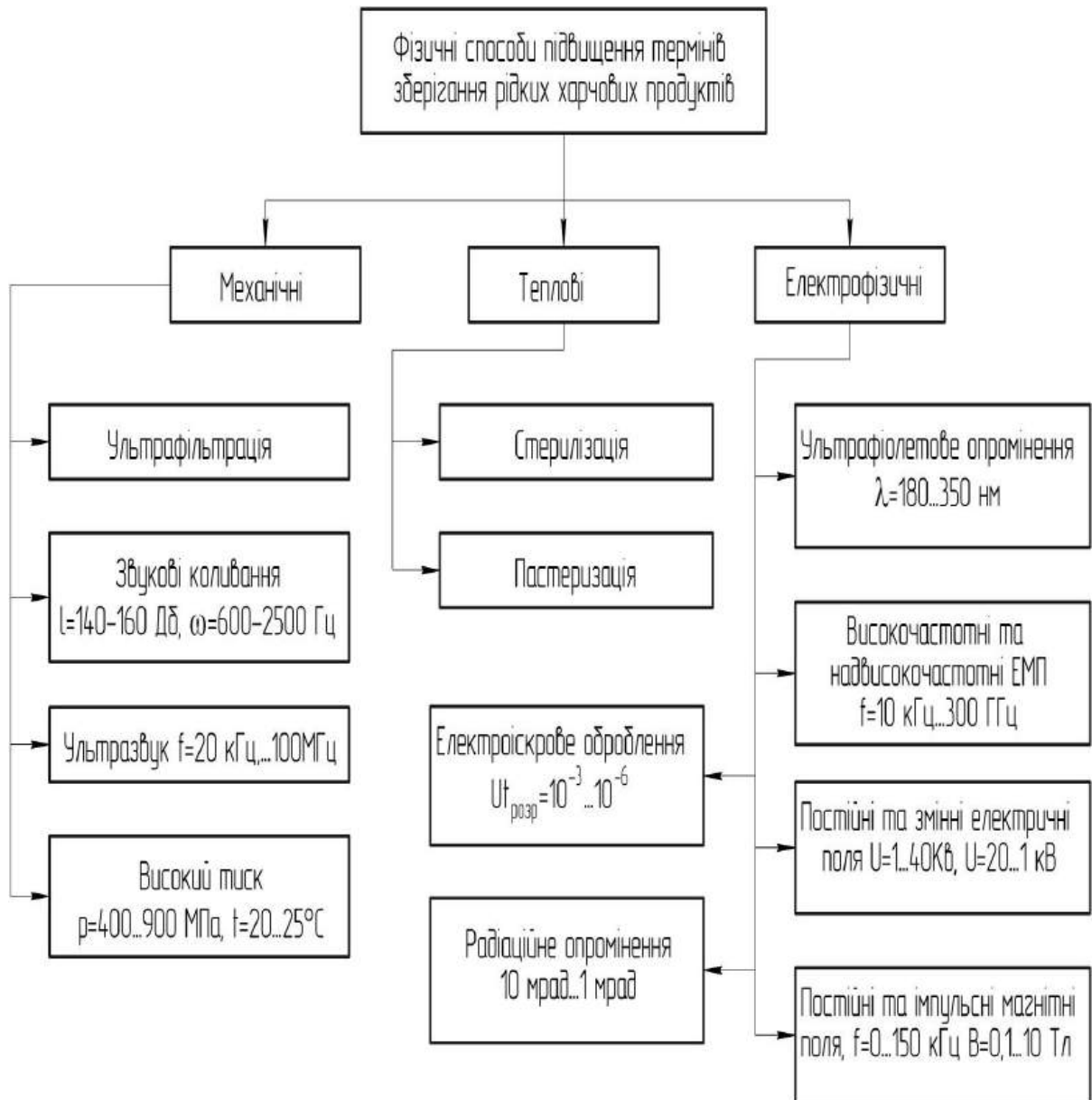
Використання, даного критерію обумовлено реальними умовами пов'язаними з властивостями технологічного середовища та наявної к мікрофлори.

До недоліків теплової обробки можна віднести високі питомі енерговитрати на одиницю продукції, не рівномірність нагріву продукту в об'ємі, складність конструкції і незручність технічного обслуговування установок.

Попри найбільше застосування теплової обробки з метою інактивації мікрофлори на сьогоднішній день відома також ціла низка інших альтернативних способів обробки.

Аналіз способів та обладнання для подовження термінів зберігання та інактивації мікрофлори дав можливість виконати їх класифікацію в

широкому спектрі характеристик, які сьогодні є технічно досяжними (рис. 1.5) [22].



**Рис. 1.5. Фізичні способи підвищення термінів зберігання рідких харчових продуктів**

Розглянемо більш детально фізичні способи підвищення термінів зберігання рідких харчових продуктів.

Обробка електромагнітним полем високої та надвисокої частоти. Електромагнітне поле являє собою особливий вид матерії, що виявляє силовий вплив на заряджені частинки, і визначається як сукупність змінних

взаємозалежних, електричного і магнітного полів, що впливають один на одного.

Електромагнітне поле характеризується довжиною хвилі,  $m$  або частотою коливання  $f$ , Гц. Інтервал довжин радіохвиль становить від міліметрів до десятків кілометрів, що відповідає частотами коливань в діапазоні від  $3 \times 10^4$  Гц до  $3 \times 10$  Гц. Інтенсивність електромагнітного поля в будь-якій точці простору залежить від потужності генератора і відстані від нього. Джерелами електромагнітних полів є НВЧ-пристрої.

НВЧ-пристрої широко застосовуються у ядерній фізиці для розганяння елементарних частинок до швидкостей, близьких до швидкості світла, за допомогою електромагнітних полів хвилеводів. Широке застосування знаходить НВЧ-нагрівання у харчовій промисловості з метою прискореного готування їжі, пастеризації, стерилізації та зневоднення харчових продуктів.

Особливо широке застосування останнім часом мають хвилі НВЧ-діапазону для стерилізації харчових середовищ. Така теплова обробка виробів здійснюється в спеціальних високочастотних пастеризаторах. В активній зоні НВЧ-пастеризатора, завдяки високій концентрації енергії електромагнітного поля  $800\text{--}1000 \text{ Вт/см}^3$  темп нагрівання становить  $200\text{--}400^\circ\text{C}$  за секунду і більше, достатній час витримки становить  $0,05\text{--}0,08$  секунди, при цьому середня температура рідини не перевищує  $65^\circ\text{C}$ . Цей режим забезпечує  $99,9\%$  знищення бактерій і іншої мікрофлори, залишаючи неушкодженими важливі компоненти продукту [31].

Незважаючи на суб'єктивні причини, через які НВЧ-пастеризація (стерилізація) не набула широкого застосування, зацікавленість у розвитку цього напрямку досліджень не зникає. Пояснюється це можливістю створити в НВЧ-пристроях енергетичний режим, який неможливий у традиційних теплових пастеризаторах, тобто забезпечити високу концентрацію енергії в малих об'ємах і надзвичайно короткий час дії на об'єкт [31].

Крім того, вплив НВЧ-енергії на мікроорганізми має особливу специфіку, яка полягає в розігріванні мікроорганізму з середини і одночасній силовій дії на клітинні мембрани і на весь організм, що, в результаті, приводить до його швидкого руйнування. Що вища концентрація енергії, то швидше руйнуються і гинуть мікроорганізми.

Особливістю теплової обробки в електричному полі надвисокої частоти є прогрів харчових продуктів одночасно по всьому об'ємі (об'ємний прогрів), надзвичайно короткий час дії на продукт, сильна бактерицидна дія, рівномірне виділення тепла, але порівнянні із традиційним тепловим обладнанням, НВЧ установки відрізняються підвищеною складністю, що і є суттєвим недоліком.

Таким чином, застосування НВЧ-нагріву дозволяє: прискорити процес теплової обробки; поліпшити якість і збільшити вихід готової продукції; збільшити потужність і поліпшити санітарно-гігієнічні умови підприємств; полегшити працю працівників виробництва.

Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання. Інфрачервоне випромінювання – електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі  $\lambda=0,74$  мкм) і мікрохвильовим випромінюванням ( $\lambda \sim 1-2$  мм).

Зараз весь діапазон інфрачервоного випромінювання ділять на дві складових:

- короткохвильова область:  $\lambda = 0,74-2,5$  мкм;
- середньохвильова область:  $\lambda = 2,5-50$  мкм;

Інфрачервоне випромінювання також називають "тепловим" випромінюванням, так як інфрачервоне випромінювання від нагрітих предметів сприймається шкірою людини як відчуття тепла. При цьому довжини хвиль, що випромінюються тілом, залежать від температури нагрівання: чим вище температура, тим коротше довжина хвилі і вище інтенсивність випромінювання [22].

Нагрівання інфрачервоним випромінюванням здійснюється наступним чином. Джерело або ІЧ-випромінюванням нагрівається від звичайних джерел (наприклад, електричною енергією для світлих випромінювачів і тенів, енергією згорання газу для газових пальників і так далі. Електромагнітне випромінювання спрямованим потоком опромінює оброблюваний продукт.

При зіткненні квантів випромінювання з електронами в молекулі продукту вони передають всю свою енергію електронам, які внаслідок цього переходять в збуджений стан і потім повертаються на основну орбіту, втрачаючи при цьому надлишок енергії у вигляді тепла, в результаті чого відбувається нагрівання продукту [32].

Застосування ІЧ-нагрівання дозволяє значно скоротити тривалість процесу теплової обробки, зменшити металоємність і розміри апаратів, автоматизувати виробництво, отримати продукт високої якості. Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання знайшло досить широке застосування в різних галузях харчової промисловості. Необхідно зазначити, що практично у всіх випадках ІЧ-обробки спостерігається підвищення якості і виходу готової продукції, зниження енергетичних витрат, спрощення конструкції апаратури.

Окрім цього, ІЧ-випромінювання чинить на продукти специфічний вплив (бактерицидний, каталітичний), завдяки чому можна гарантувати безпеку та високі споживчі властивості готової продукції.

Перевагами цього способу є зниження енергетичних витрат, спрощення конструкції апаратури, мала металоємність і розміри апаратів, висока якість продукції. Недоліками – мала глибина проникнення, несприятлива глибина проникнення ІЧ-променів.

Високий тиск. В останні десятиліття, альтернатива технологіям обробки продуктів, пропонується до розгляду нова харчова технологія, принцип якої заснований на впливі високого тиску (ВТ) на харчові продукти [33].

Обробка харчового продукту відбувається рівномірно по всьому об'єму завантаження. За необхідності можлива зміна температури. Використання

високого тиску призводить до інактивації мікроорганізмів і ензимів, при цьому зберігається запах, смак. Процес обробки високим тиском має низькі витрати води. Механізм впливу високого тиску на мікроорганізми ще не до кінця вивчений. Але відомо, що тиск у кілька сотень МПа стимулює в біосистемах реакції, що протікають зі зменшенням їх об'єму. Реакція білкових молекул на тиск зазвичай пов'язують з особливостями гідрофобної взаємодії, тоді як інактивація ферментів пояснюється конформаційними змінами в їх молекулярній структурі [34].

Одні з перших повідомлень про обробку соків ВТ і можливості використання цієї технології в промисловості були приведені в роботах японських авторів. Вони повідомили, що обробка ВТ може стерилізувати соки, отримані з різних фруктів і цитрусів, без помітних змін в їх поживності, натурального аромату і смаку. У Японії, крім того, в промислових масштабах виробляють мандариновий сік, який з метою збільшення періоду зберігання (тривалістю до 6 мінімальних термінів) обробляють тиском в 400 МПа за температури 20–25 °С. Дана обробка збільшує вартість одного літра соку на 80-90 ієн, в той час як вартість установки для обробки тиском приблизно дорівнює тій, що використовує метод пастеризації. Продуктивність установки складає 4 т/добу за встановленої потужності 220 кВт [33].

У Європі запатентований японський спосіб стерилізації фруктових соків та інших кислотомісних напоїв ВТ (при 200-600 МПа в період 10-30 хв.). Контроль персикового і гранатового соків протягом 5 років після дії ВТ був здійснений групою голландських дослідників. Стабільність продуктів забезпечувалася загибеллю мікроорганізмів, дріжджових клітин і молочнокислих бактерій, які були найбільш чутливі до ВТ, а низький рН пригнічував розвиток спор. Приклади надійної стерилізації апельсинового і ананасового соків ВТ дали привід промисловцям-харчовикам звернути серйозний вплив на цей метод консервування [33].

Одні з перших установок нового покоління для вивчення поведінки

різних біоматеріалів при тисках 100-1000 МПа з великими об'ємами робочих камер (у фізиці використовуються камери з об'ємами на порядок менше, але працюють при більш високих тисках) були сконструйовані в минулому десятилітті. Серед них перші конструктивні розробки вже стали класичними: «Standart for Treatment of Microbial Cultures»; «Stands for Treatment of Food Samples»; «High Pressure Food Processor»; «Gas Pressure Cells» [34].

Широке застосування методу стримується високою вартістю обладнання, складністю конструкцій, але більш висока якість продуктів робить цей метод перспективним.

Радіаційне (іонізуюче) випромінювання. Відомо багато типів радіаційних (іонізуючих) випромінювань, але більшість з них не можна застосовувати для обробки харчових продуктів. Для цієї мети використовують тільки рентгенівське і  $\gamma$ -випромінювання та потік прискорених електронів. Рентгенівські та  $\gamma$ -випромінювання мають електромагнітну хвильову природу [35]. Вони, вільно проникаючи через багато речовин (дерево, металеві пластинки, живу тканину), викликають іонізацію, тобто процес, при якому з нейтральних молекул і атомів речовини утворюються іони (позитивно і негативно заряджені частки).

Відомо, що  $\gamma$ -випромінювання найбільш широко застосовується в практиці променевої обробки самих різних харчових продуктів. Це пояснюється тим, що джерела  $\gamma$ -випромінювання порівняно дешеві. В якості джерел  $\gamma$ -випромінювання найчастіше використовують препарати  $\text{Co}^{60}$ .

Велика проникаюча здатність  $\gamma$ -випромінювання дозволяє обробляти продукти великого розміру і у великій упаковці. Енергія  $\gamma$ -випромінювання від  $\text{Co}^{60}$  знаходиться в межах, при яких не виникає наведеної радіоактивності в опромінених продуктах, тобто продукт не стає радіоактивним.

Застосування іонізуючих випромінювань відкриває нові можливості збереження харчових продуктів, так як при цьому не відбувається істотне

підвищення температури. Це положення дає можливість вирішити по-новому питання упаковки, використовуючи для м'ясних продуктів полімерні матеріали. Однак, проблемою при використанні іонізуючих випромінювань є запобігання самого продукту від впливу тих доз радіації, які потрібні для знищення мікроорганізмів. На жири, сушені продукти іонізуючі випромінювання надають пряму дію, яке і є основною причиною всіх змін. На м'ясо та інші продукти, що містять велику кількість води, іонізуючі випромінювання надають в основному непряму дію. Це пов'язано з тим, що під дією іонізуючої радіації змінам піддається в першу чергу вода. Відбувається радіоліз води утворення вільних радикалів, які мають великі реакційні можності. Вони можуть з'єднуватися не тільки один з одним, але і легко реагувати з розчиненими у воді речовинами, утворюючи різні особисті з'єднання. При використанні іонізуючих випромінювань для обробки будь-яких об'єктів вирішальне значення має точне визначення кількості іонізуючого випромінювання, яке поглинається речовиною, тобто поглиненої дози.

Однією з відмінностей променевої стерилізації від термічної являється те, що між опроміненням продуктів, абсолютно смертельним для мікроорганізмів, і загибеллю останніх проходить проміжок часу, протягом якого ще тривають процеси обміну речовин в мікробних клітинах. Відмирання мікроорганізмів після опромінення абсолютно смертельними дозами може тривати протягом декількох десятків годин.

У зв'язку зі специфічністю дії іонізуючого випромінювання на мікрофлору групою фахівців Міжнародного агентства з використання атомної енергії розроблена спеціальна термінологія. Промислове консервування за допомогою іонізуючого випромінювання запропоновано називати радіаційною аппертизацією (за ім'ям Аппера, який запропонував теплову стерилізацію).

Обробку, достатню лише для продовження тривалості зберігання, запропоновано називати радурізацією (*radiare* – випромінювати і *durare* –

продовжувати) замість термінів «променева пастеризація», «опромінення нестерілізуючими дозами». Крім того, запропонований термін радісація (radiare – випромінювати і oxidere – вбивати), призначений для позначення обробки іонізуючим випромінюванням, що забезпечують придушення певних небажаних мікроорганізмів або найпростіших організмів, наприклад, сальмонел, трихінела.

У результаті впливу іонізуючого випромінювання в живих клітинах виникають різноманітні патологічні зміни, які призводять до порушення нормальних біохімічних, фізіологічних та інших процесів. Дія іонізуючих випромінювань на мікроорганізми залежить від парціального тиску кисню, вмісту води в продукті, наявності в середовищі «захисних» речовин, таких як деякі амінокислоти, органічні кислоти, альдегіди, спирти та ін. Має також значення фізіологічний стан мікроорганізмів в момент опромінення.

Мікроорганізми, що знаходяться в буферному розчині, як правило, менш стійкі до опромінення, ніж в середовищах, що містять у своєму складі глюкозу, амінокислоти та інші сполуки, володіючи захисними властивостями.

Біологічна дія випромінювання залежить не тільки від величини, але і від потужності дози. Характерною особливістю дії іонізуючого випромінювання є велика різниця в дозах, потрібних для припинення життєдіяльності 50 і 100 % мікроорганізмів. Якщо в першому випадку потрібно кілька сотень Дж/кг, то в другому – необхідна доза становить (1,5–4,5) 10<sup>1</sup> Дж/кг.

Спори бактерій дуже стійкі до опромінення, тому для зниження дози опромінення бажано знизити їх радіостійкість. Це досягається комбінованим впливом нагрівання або антибіотиків і іонізуючого опромінення. Попередня теплова обробка більш ефективна, ніж теплова обробка, використана після опромінення. Під дією іонізуючих випромінювань структурні елементи клітин змінюються, головним чином ядро, що призводить до зниження їх фізіологічної активності і порушення функцій розмноження.

Перевагою радіаційних випромінювань є висока якість процесу, але вагомим недоліком є наявність токсичних продуктів і ускладнення обробки непрозорих та в'язких середовищ.

Застосування механічної стерилізації – ультрафільтрації дає можливість перевести технологічні схеми очищення, переробки та збереження колоїдних і макромолекулярних розчинів на якісно новий технічний і технологічний рівень [36].

У процесі ультрафільтрації за рахунок перепаду тиску з рідини відділяються частинки малої молекулярної маси. Це властивість сприяє відокремленню дрібних біологічних структур, в тому числі і мікроорганізмів.

Ультрафільтрація мікроорганізмів пов'язана не тільки з процесом їх фільтрування, а і з процесом адсорбції на мембранному фільтрі.

В даний час для механічної стерилізації шляхом ультрафільтрації застосовують фільтри "Владіпор" типу МФА-А, МФА-МА, МФЦ, фільтрувальні елементи яких виготовлені на основі ацетатів целюлози мембрани з капрону МІФІЛ 1-2-0,2, фільтрувальні мембрани типу SWP, HAWP, DAWP, Millipor (США) та ін [37, 38].

За такого способу обробки зберігається смак, вітаміни і аромат продукту. Недоліком цього методу є складність обладнання і трудомісткість його експлуатації; невеликий термін служби мембран внаслідок утворення осаду в порах і на їх поверхні; висока чутливість до зміни зовнішніх умов: через досить високих температур і тиску мембрана може стискуватися і сповільнювати процес фільтрування; матеріал фільтру повинен бути біологічно інертним, з низьким вмістом компонентів, які можуть переходити в розчин.

Безконтактне високовольтне електричне оброблення. Спосіб безконтактного електричного оброблення рідких харчових продуктів в потоці. Він базується на впливі електричного поля на поверхневий заряд мікроорганізмів.

При безконтактному обробленні нефільтрованого пива, спостерігався ефект збільшення коагуляції колоїдних частинок та дріжджів в 1,5...2 рази, очевидно, за рахунок електроповерхневих явищ з частковим руйнуванням подвійного електричного шару, внаслідок чого швидкість фільтрації пива збільшувалась в 1,5 рази. Змін фізико-хімічних та органолептичних властивостей пива не відбувалося.

Ультразвукові коливання – це пружні, механічні коливання з частотою вище порога чутності людського вуха (більше 20 кГц або 20000 коливань в секунду), що поширюються в різних матеріальних середовищах і використовуювані для впливів на рідкі, тверді і газоподібні речовини [39].

Акустичне поле створює направлену дію пружних коливань на технологічне середовище, які спричиняють фізико-хімічні ефекти (рис. 1.6).



*Рис. 1.6. Схема дії акустичних коливань на хіміко-технологічну систему*

Найбільш успішне використання ультразвуку пов'язане з обробкою рідинних середовищ, оскільки саме в них виникає явище – ультразвукової кавітації, що є ефективним механізмом концентрації енергії звукової хвилі низької щільності у високу щільність енергії, яка зумовлена пульсаціями кавітаційних бульбашок [40–42].

Кавітація, тобто розрив рідини, є результатом змінного тиску в об'ємі, що створює джерело ультразвукових коливань. Утворення кавітаційних бульбашок відбувається у фазі розрідження за наявності зародків кавітації (нерозчинні гази, незмочуванні тверді частинки, парогазові бульбашки) [43–46].

У фазі стиснення пара конденсується, а газ зазнає сильного адіабатичного стиснення. Пульсації кавітаційних бульбашок та їх сплескування створюють у мікрооб'ємах інтенсивні мікротечії, ударні хвилі, кумулятивні струмені та локальні температури.

Поєднання настільки різних фізичних ефектів, впливають одночасно на оброблювані середовища дозволяє ініціювати невідомі раніше процеси, що призводять до отримання нових речовин і композицій, а також додавання відомим речовинам нових унікальних властивостей.

Механізм стерилізуючого дії ультразвуку дуже складний і розкритий не повністю [47]. Доведено, що основним фактором впливу є кавітація.

При стерилізації різних рідких середовищ ультразвуком необхідно враховувати наступне:

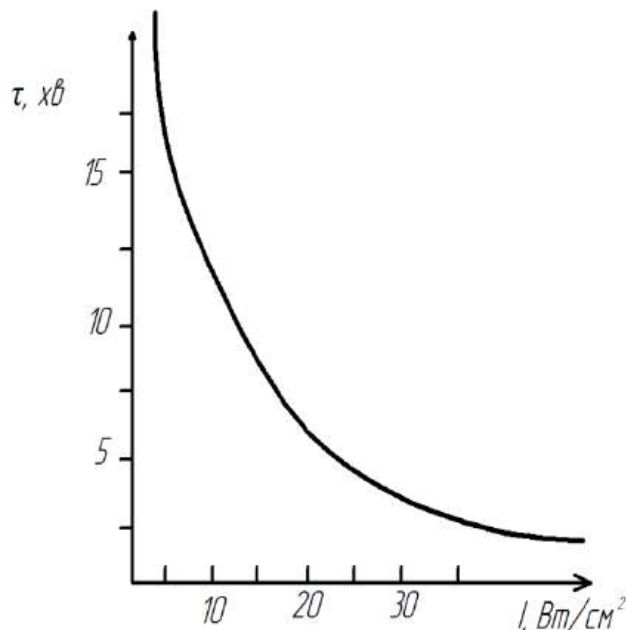
- бактерицидна дія ультразвуку залежить від стану середовища і його складу, а також від початкової кількості мікроорганізмів.
- за ультразвукової обробки в першу чергу гинуть цвілі, потім дріжджі, слизоутворючі і в останню чергу спорозносні бактерії.
- руйнуються кишкова, дифтерійна, сінна палички, бацили дизентерії, правця, сальмонели, коки, гонококи, збудник паратифу, тифу та ін.
- з патогенних мікроорганізмів найбільшу стійкість проявляють

штами туберкульозних паличок.

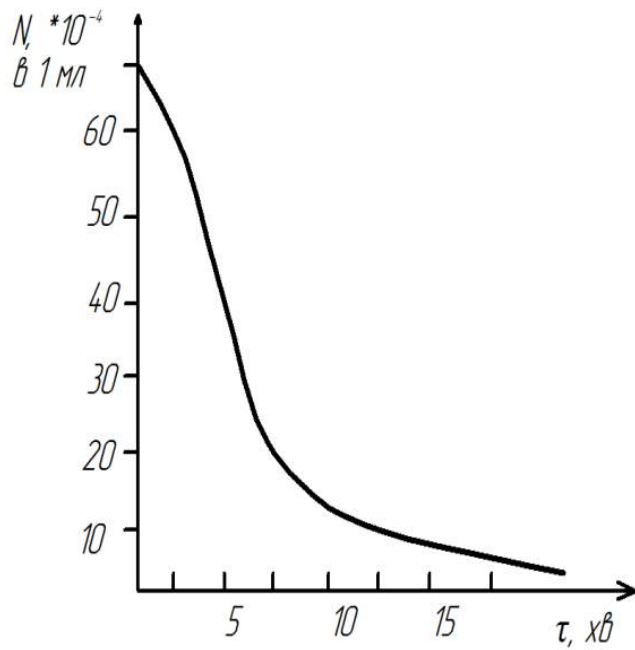
На підставі викладеного можна вважати, що за використання ультразвукових технологій стерилізацію можна проводити значно швидше, ніж звичайними способами, з меншими енергетичними витратами, зберігаючи біологічно активні речовини, ферменти, вітаміни.

Для досліджень використовували молоко, яке відповідало ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Молоко було натуральним незбираним, чистим, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією – однорідна рідина від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків [12].

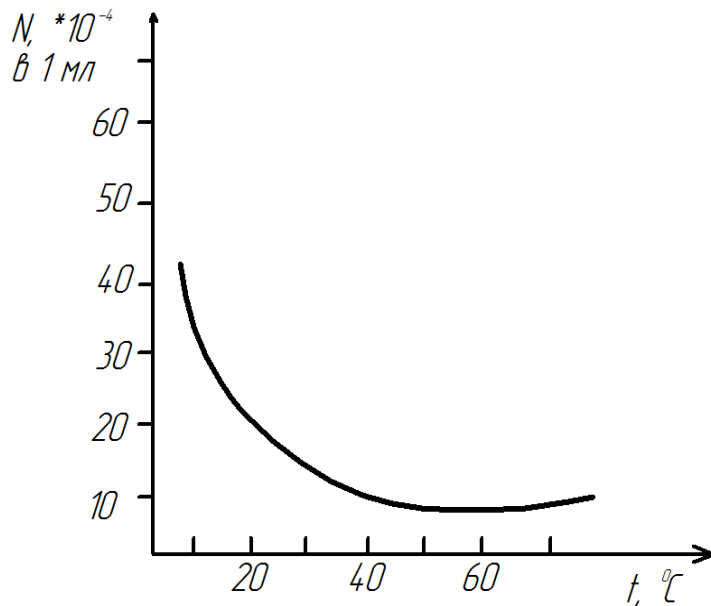
Було проведено серію дослідів з визначення раціональних параметрів обробки молока з метою дезактивації мікрофлори, зокрема розглянуто вплив наступних показників – інтенсивності, тривалості та температури обробки, (рис. 1.7 – 1.9).



**Рис. 1.7. Визначення бактерицидної дії ультразвуку в залежності від параметрів ультразвукового поля**



**Рис. 1.8. Залежність кількості мікроорганізмів у молоці в залежності від часу обробки:  $I=20 \text{ Вт/см}^2$  та  $t=40^\circ\text{C}$**



**Рис. 1.9. Залежність кількості мікроорганізмів у молоці в залежності від температури обробки:  $I=20 \text{ Вт/см}^2$  та  $t=40^\circ\text{C}$**

Таким чином, відповідно до отриманих експериментальних даних можна рекомендувати наступні параметри технологічного процесу

пастеризації молока за використання ультразвукових коливань:

- тривалість обробки – 8 хв.,
- інтенсивність ультразвуку – 20 Вт/см<sup>2</sup>,
- температура обробки –  $t=40^{\circ}\text{C}$ .

Також за такої обробки молока спостерігається ще один важливий позитивний ефект – гомогенізація жирової фази.

У молоці жир розподілений у вигляді жирових кульок, оточених складної білковою оболонкою, тобто являє собою емульсію молочного жиру у воді. Розмір жирових кульок коливається від 1 до 5 мкм. Причому, кількість жирових кульок, що мають розмір більше 2 мкм, складає більше 50 % і залежить від породи та індивідуальних особливостей тварин [48].

Поживна цінність молока в значній мірі визначається розмірами частинок жиру в молоці. Як відомо, надтонке дроблення жиру в емульсіях дуже сильно змінює властивості вихідного продукту [49].

Більше 100 років в промисловості використовуються плунжерні гомогенізатори, конструктивно представляють собою насоси високого тиску з додатковим невеликим пристроєм на виході. У 1960-х рр. був запропонований ще один тип гомогенізатора, в основі роботи якого застосований інший принцип – заміна механічного продавлювання на ультразвукові коливання. Незважаючи на сприятливі результати досліджень в 1960-1970-х рр. промислового впровадження ця технологія не отримала. Самою слабкою ланкою виявилася надійність роботи, так як рівень ідеї набагато випередив елементну базу генераторів коливань і робочих органів нової техніки.

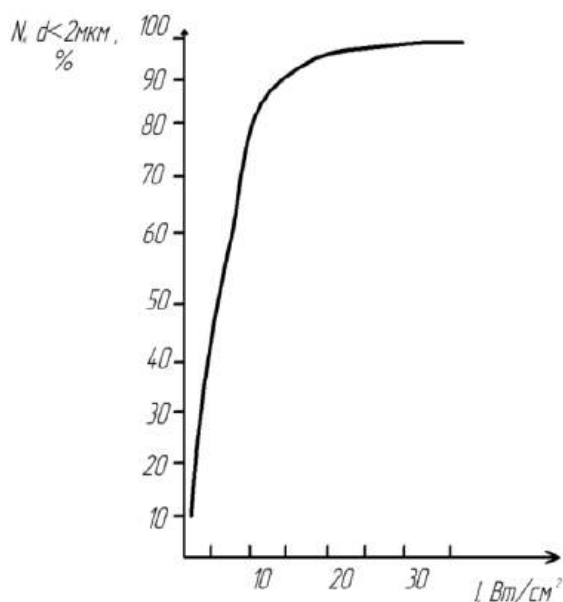
Закономірно виникає питання: чому, власне кажучи, треба щось змінювати? Тому, що металоємність і енерговитратність традиційного процесу гомогенізації великі, а результати не зовсім відповідають сучасним вимогам до процесу і продукції.

Так, традиційні методи гомогенізації призводять поряд з руйнуванням

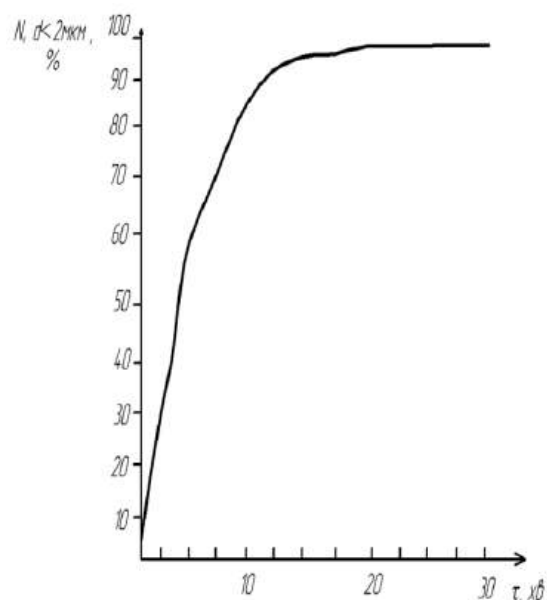
жирових кульок і до зміни їх структури, до підвищення активності ферментів, зниження стабільності білків і вмісту казеїну в плазмі [50, 51].

На противагу цьому, час дозрівання сирів з високим рівнем молочнокислого бродіння, що виготовляються з молока, що пройшов ультразвукову гомогенізацію, скорочується з 30 діб до 20, що дозволяє знизити енергетичні витрати, а також заощадити допоміжні матеріали, що йдуть на виробництво сиру.

В роботі проведено дослідження рівня ефективності ультразвукової гомогенізації молока, результати представленні на рис. 1.10 – 1.12.



**Рис. 1.10. Вплив інтенсивності ультразвуку на ефективність гомогенізації**



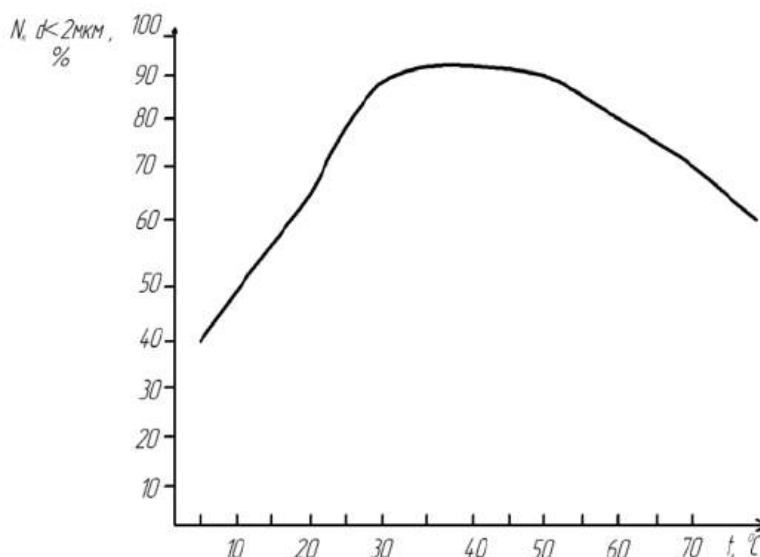
**Рис. 1.11. Вплив тривалості обробки ультразвуком на ефективність гомогенізації**

Дослідження раціональних параметрів реалізації ультразвукової дії на жирову фазу молока проводили по визначенню значень інтенсивності та тривалості обробки, температури на кількість кульок діаметром менше 2 мкм в емульсії.

Як випливає з наведених експериментальних даних, оптимальні

параметри обробки для реалізації гомогенізації узгоджуються зі значеннями параметрів бактерицидної дії, зокрема:

- Тривалість обробки – 8–10 хв.,
- Інтенсивність ультразвуку – 15 – 20 Вт/см<sup>2</sup>,
- Температура обробки –  $t=40 - 45$  °С.



**Рис. 1.12. Вплив температури обробки на ефективність ультразвукової гомогенізації**

Типовий технологічний процес виробництва усіх видів питного молока складається з наступних операцій: приймання і підготовка сировини, очищення, нормалізація (при виробництві нормалізованого молока), складання суміші (для десертних видів молока з харчовими добавками), гомогенізація, пастеризація і охолодження, вітамінізація (при виробництві вітамізованого молока), розливання, пакування, маркування, зберігання й транспортування.

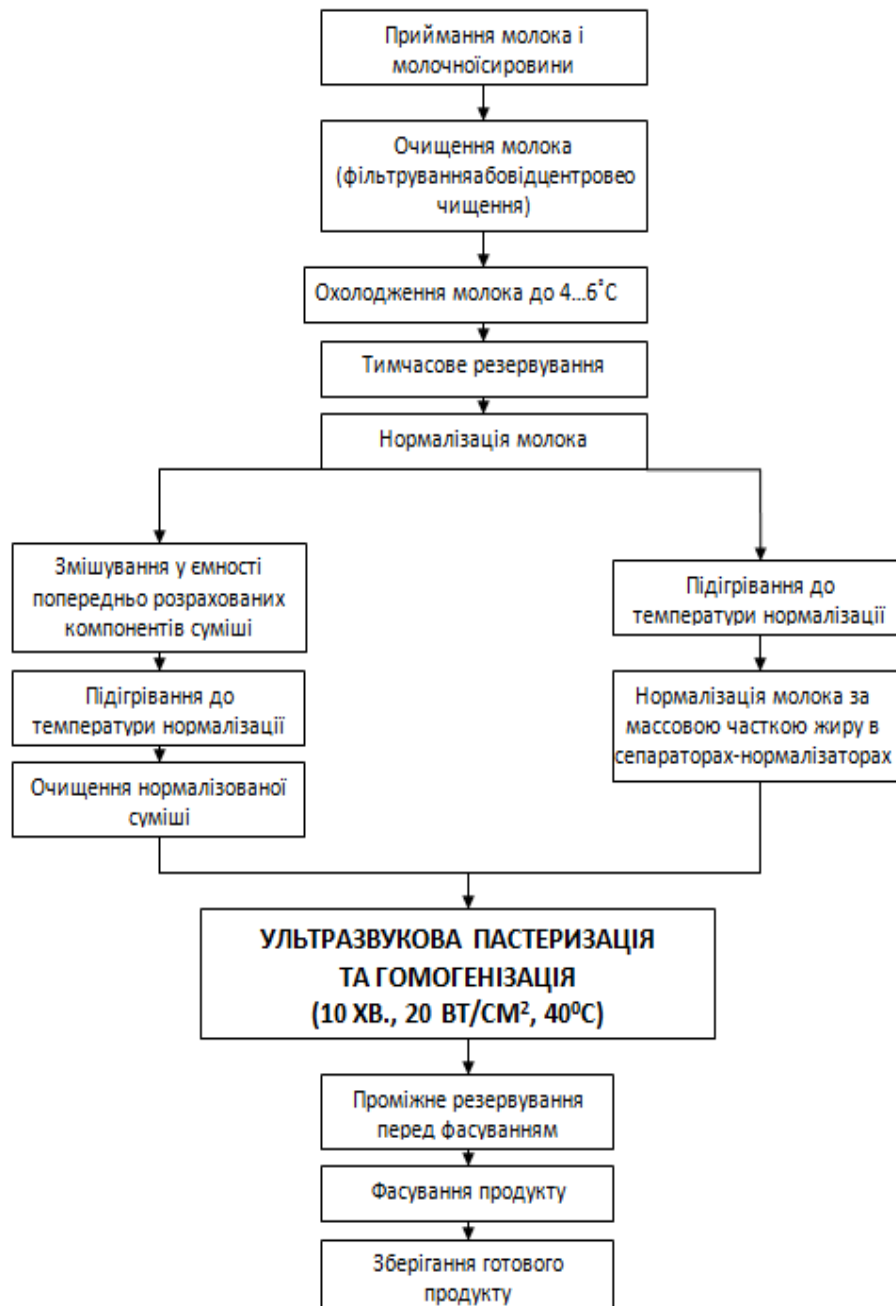
Згідно проведених експериментальних досліджень запропонована технологія отримає певні зміни, зокрема:

1. оскільки ультразвукова пастеризація відноситься до «холодної пастеризації», що також було підтверджено дослідженнями (встановлено

температура процесу –  $40^{\circ}\text{C}$ ) у схемі відсутні операції – підігрівання молока до пастеризації та охолодження молока після пастеризації;

2. об'єднання процесів пастеризації та гомогенізації молока (встановлено, що параметри цих процесів за ультразвукової дії співпадають).

Принципова технологічна схема виробництва питного молока представлена на рис. 1.13 [52].



**Рис. 1.13. Принципова технологічна схема виробництва питного молока**

Таким чином, за результатами експериментальних досліджень запропоновано нову технологічну схему виробництва питного молока за використання ультразвукових кавітаційних технологій на стадії пастеризації та гомогенізації. У порівнянні з типовими вона має низку переваг: спрощення процесу, зниження температури, покращення якості продукту та безпечність виробництва.

#### **1.4. Сиропридатність молока та якість сиру**

Особливе місце серед молочних продуктів приділяється сиру. Це легкозасвоюваний продукт, що містить велику кількість білків, жирів, мінеральних солей та ін. Енергетична цінність 100 г сиру сягає 400 ккал. Найбільшою проблемою ресурсного забезпечення сироварної області залишається низька якість молока продукції, що виготовляється.

До якості молока, призначеного для сироробства, пред'являються особливі вимоги, які є причиною того, що тільки 30% молока, яке надходить на молокозаводи, можна використовувати для виготовлення з нього сиру. Українське молоко має найгірші у світі показники за кількістю білків, мікроорганізмів.

Сиропридатність молока – це здатність його швидко згортатися під дією ферментів з утворенням щільного згустку, добре відокремлювати сироватку і утримувати жир. Крім того, молоко має бути сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори, необхідної для формування органолептичних показників сирів. Масова частка казеїну впливає на сиропридатність молока та вихід сирів. При збільшенні кількості казеїну зростає вміст кальцію і фосфору, підвищується титрована кислотність, прискорюється сичужне згортання, підвищується щільність і здатність згустку до синерезису, знижується кількість сирного пилу, що утворюється при обробці згустку, а також втрати жиру і білка показники молока, як

сировини для сирів.

До якості сировини у сироварінні пред'являють підвищені вимоги. Це з тим, що якість сиру залежить від якості молока значно більше, ніж будь-який інший молочний продукт. Молоко, яке використовується для виробництва сирів, має відповідати вимогам стандарту «Молоко незбиране коров'яче. Вимоги щодо закупівлі» (ДСТУ 3662:2018) [12].

Сиропритатність молока та якість сиру перебувають у значно більшій залежності від раціонів та типів годівлі корів, ніж інші молочні продукти, оскільки виробництво сиру базується на ферментативних та мікробіологічних процесах, пов'язаних із складом та біологічними властивостями молока.

Молоко непридатне для сиру часто отримують при неповноцінній годівлі корів, введення в раціон одноманітних компонентів і великої кількості кормів, які негативно впливають на сиропритатність.

Сичужне згортання молока підлягає сезонним змінам: більше молока, надходить у літньо-осінній період і значно менше у зимово-весняний. Це пояснюється кормовим раціоном, який включає взимку та на початку весни силос, а це, у свою чергу, може бути причиною обсіменіння молока олійно-кислими бактеріями. У цей період різко зростає вміст соматичних клітин у молоці та знижується здатність молока до сичужного згортання.

Аналізуючи якість молока за показниками, що впливають на сиропритатність молока, а саме вміст жиру та білка в молоці, співвідношення між жиром та білком, кількість соматичних клітин, можна спостерігати тенденцію зменшення вмісту жиру та білка з березня до серпня та його збільшення у зимовий період.

Дослідження про дію температури охолодження та тривалість зберігання на сичужне згортання наведено в таблиці 1.3. Як свідчать результати досліджень, при глибокому охолодженні молока до температури 2-6°C, здатність його до сичужного згортання помітно погіршується.

**Вплив температури зберігання на сичужне згортання молока**

Температура зберігання молока, °С	Тривалість згортання, хвилин	Тип молока
8-10	25	II
6-8	30	II
2-6	46	III

Тривалість згортання молока збільшилася на 21 хвилину порівняно з температурою 8–10°C та на 16 хвилин порівняно з температурою 6–8°C. При цьому знижувалася щільність згустку і погіршувалась енергія кислотоутворення. При температурі зберігання молока 8-10 °С або 6-8 °С якість згустку і тривалість згортання оптимальні для сироробства, але при температурі 10 °С знижується сорт молока за чинним стандартом, тому краще зберігати молоко не нижче 6 °С і не вище 8 °С. Результати впливу тривалості зберігання молока наведено у таблиці 1.4.

**Вплив тривалості зберігання молока при температурі 8 °С на сичужне згортання**

Тривалість зберігання при 8 °С, годин	Тривалість згортання, хвилин	Тип молока
24	49	III
18	42	II
6	31	II

Отримані дані свідчать, що термін зберігання молока 24 години, навіть за оптимальної температури, також негативно впливає на процес сичужного згортання, тривалість до 49 хвилин, погіршується виділення сироватки. Кращим виявилось зберігання молока при температурі 8 °С тривалістю трохи більше 6:00.

У цьому спостерігається оптимальне згортання молока під дією сичужного ферменту – 31 хвилина, що відносить молоко другого типу.

Встановлено, що для сировиробництва найкращим є молоко, одержане на 3–6-му місяці лактації корів. Воно швидко згортається під дією сичужного ферменту, згусток виходить щільним та еластичним, потрібно менше часу для його обробки.

Результати дослідження, на який день після отелення можна використовувати молоко виробництва сиру наведено у таблиці 1.5.

*Таблиця 1.5*

### **Сиропридатність молока залежно від фізіологічного стану корів**

Фізіологічний стан корів	Тривалість сичужного згортання, молока
Після отелу, днів	-
7	41
10	28
12	23
За 10 днів перед запуском	54

Як видно, молозиво погано піддається впливу сичужного ферменту – тривалість згортання, крім того, має недоліки смаку, які неминуче перейдуть у сир, тому використовувати молоко за результатами наших досліджень можна на 10–12 день після отелення.

Стародійне молоко за цими ознаками також не придатне для сироробства. Потрібно враховувати, що таких корів слід видавати окремо і не змішувати молоко із загальним надоем.

Поряд із молочністю слід здійснювати селекцію на підвищення в молоці вмісту білка, поліпшення його структури, підвищення біологічно цінних фракцій та збереження високих технологічних якостей молока. У стійловий період виключити надмірну порцію силосу, що погіршує

органолептичні показники молока, знижує сичужне згортання та збільшує ймовірність масляно-кислих бактерій у молоці. При проведенні первинної обробки молока виключити глибоке охолодження та обмежити тривале зберігання молока. Запобігати попаданню в збірне молоко домішок молозива, стародойного молока та молока від хворих на мастит корів. Проводити контроль за вмістом соматичних клітин у молоці, щоб своєчасно реагувати на їх підвищення [53, 54].

Для забезпечення нормального сичужного згортання і розвитку молочнокислих бактерій проводять дозрівання молока. Під час дозрівання уповільнюється розвиток молочнокислої мікрофлори, фізико-хімічні властивості молока дещо змінюються. Якість продукції, що виробляється, знаходиться в прямій залежності від якості сировини, що переробляється, до якої в сироварінні пред'являють підвищені вимоги. Звідси слідує висновок, що якісний сир можна зробити тільки з молока, яке відповідає певним властивостям [55, 56].

Свіжовидоєне парне молоко непридатне для вироблення сиру. Воно є несприятливим середовищем для розвитку молочнокислих бактерій і погано згортається сичужним ферментом. Сир з такого молока виходить в'ялий, погано віддає сироватку, згусток слабкий, молочнокислий процес йде повільно. Для отримання сиру високої якості необхідно, щоб свіже молоко дозріло при температурі 10-12 °С протягом 12-14 годин з додаванням або без додавання закваски молочнокислих бактерій. Під час дозрівання змінюються склад і властивості молока. Процес дозрівання відбувається при низькій температурі і тривалій витримці, при цьому підвищується розчинність солей кальцію і колоїдний фосфат кальцію переходить в розчинний [57].

Вплив процесу резервування та дозрівання молока на технологічні параметри сиру представлено в таблиці 1.6.

## Технологічні параметри сиру

Показник	Молоко	
	свіже	дозріле
Тривалість сичужного згортання, хв.	34	29
Якість згустку	Менш щільніший	Щільний
Тривалість постановки зерна, хв.	23	21
Величина зерна, мм	6-8	6-8
Температура другого нагрівання, °С	42	42
Тривалість другого нагрівання, хв.	36	35
Тривалість вимішування після другого нагрівання, хв	41	36
Загальна тривалість варки до формування, хв.	195	180

Дозрівання молока позитивно впливає на його сиропридатність, значно поліпшується згортання молока сичужовим ферментом, що забезпечує нормальну обробку згустку, збільшується швидкість виділення сироватки із зерна та енергійніше наростає кислотність. Дані свідчать про те, що резервування-дозрівання молока призвело до зміни фізико-хімічних і технологічних властивостей молока, а це, в свою чергу, вплинуло на технологічні параметри вироблення сиру.

Відповідно загальна тривалість варіння з моменту нормалізації і до формування склала 195 хв. і 180 хв. Отже, дані наведеної таблиці свідчать про позитивний вплив резервування – дозрівання молока на технологічні параметри вироблення сиру, так загальна тривалість варіння сиру з моменту нормалізації до формування скоротилася на 15 хв.

Резервування-дозрівання молока вплинуло на якісні показники готового продукту (табл. 1.7).

**Кількісні показники сиру**

Показник	Молоко	
	свіже	дозріле
Вміст жиру у сухій речовині дозрілого сиру, %	50	51
Вміст вологи, %	41	41
Оцінка, балів	85,5	93,2
в т. ч. за смак і запах, балів	37	44
Гатунок	1	вищий

За вмістом жиру і вологи сир зі свіжого та зрілого молока відповідав вимогам нормативних документів (НД), а ось за органолептичними показниками були відмінності. Вимоги органолептичних показників на відповідність нормативним документам наведено в таблиці 1.8.

**Вимоги стандарту за органолептичними показниками**

Показник	Вимоги стандарту
Зовнішній вигляд	Кірка рівна, тонка, без пошкоджень і товстого підкіркового слою, покрита парафіновими, полімерними, комбінованим складом або полімерними плівкам під вакуумом, щільно прилеглими до поверхні сиру.
Смак і запах	Виражений сирний, злегка кислуватий, без сторонніх присмаків і запахів.
Консистенція	Тісто ніжне, пластичне, однорідне, по всій масі. Допускається злегка щільне тісто.
Рисунок	На розрізі сир має рівномірно розташований малюнок, що має вічки неправильної форми.
Колір тіста	Від слабо-жовтого до жовтого, рівномірний по всій масі.

Органолептичну оцінку якості дослідних зразків визначали за такими показниками: упаковка, маркування, зовнішній вигляд і консистенція, малюнок, колір сирного тіста, смак і запах сиру.

Результати органолептичної оцінки представлені в таблиці 1.9.

*Таблиця 1.9*

### **Органолептична оцінка якості твердих сичугових сирів**

Показник	Характеристика зразка	
	з свіжого молока	з дозрілого молока
Зовнішній вигляд	Відповідає	Відповідає
Смак і запах	Занадто кислий	Властивий, сирний
Консистенція	Властива, пластична маса	Однорідна по всій масі
Рисунок	Мало вічок по всій масі	Відповідає
Колір тіста	Властивий	Слабо-жовтого кольору

Залежно від заключної бальної оцінки тверді сичужні сири відносять до одного із сортів: вищого – при загальній бальній оцінці 87-100 і оцінці за смак і запах не менше 37 балів; першого – при загальній бальній оцінці 75-86 балів [58].

Сир зі зрілого молока відрізнявся кращими смаковими якостями: виражений сирний смак з легкою кислинкою та наявністю гострого запаху. Спостерігалися відмінності в консистенції: сир зі зрілого молока мав більш ніжну консистенцію і пластичне тісто. Колір сиру від білого до слабо жовтого. Малюнок сиру у вигляді рваних вічок. Кірка рівна, тонка, без пошкоджень, покрита спеціальною полімерною плівкою. Сир зі свіжого молока мав дещо мазку консистенцію, недостатньо виражений смак.

Бальна оцінка сиру зі свіжого молока та зрілого молока (табл. 1.10).

## Статистичні результати середньої балової оцінки

Показник	Максимальна кількість балів	Зразки	
		зі свіжого молока	з дозрілого молока
Смак і запах	45	41,0	41,8
Консистенція	25	21,5	24
Малюнок	10	6,1	8,8
Колір тіста	5	4,1	4,8
Зовнішній вигляд	10	8,0	9,2
Упаковка	5	4,8	4,6
Разом, балів	100	85,5	93,2

Для кращої наочності результати балової оцінки представлені у вигляді гістограми, яка представлена на рис. 1.14

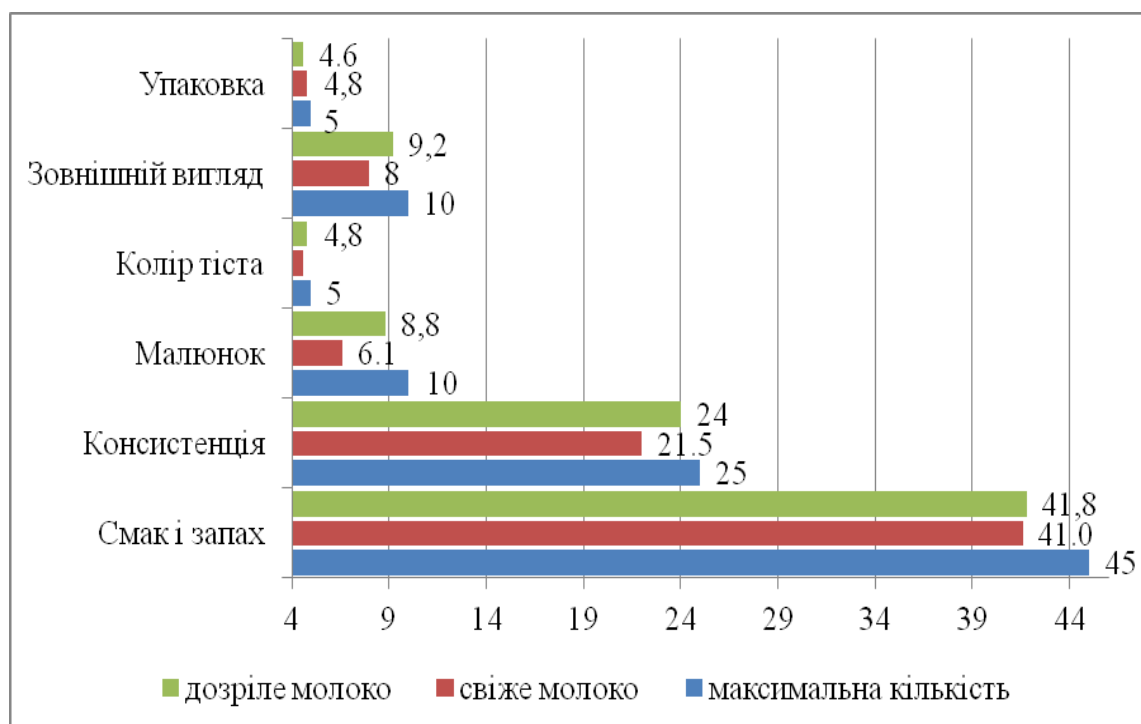


Рис. 1.14. Гістограма балової оцінки твердих сичугових сирів

Дегустаційна оцінка дослідних зразків сирів показала, що найбільшу кількість балів за органолептичними показниками набрав сир, виготовлений із дозрілого молока – 93,2 балів, а зразок сиру зі свіжого молока набрав лише 85,5 балів. Зразку сира зі свіжого молока було знижено оцінку за такими показниками: смак, запах та рисунок.

Отже, з метою створення в молоці сприятливого середовища для дозрівання сиру необхідно, щоб свіже молоко дозріло при його витримці за температури 10-12 °С протягом 12-14 годин. Що, в свою чергу, змінить фізико-хімічні властивості молока, позитивно вплине на його сиропридатність, поліпшення згортання сичуговим ферментом та забезпечить нормальну обробку згустку і прискорення виділення сироватки з зерна.

### **1.5. Вплив високотемпературної обробки молока-сировини на придатність для виготовлення твердих сичужних сирів**

За даними фахівців, в процесі зберігання молока при низьких температурах відбувається порушення цілісності міцелярної структури і перехід іонного кальцію у водну фазу, що погіршує процес сичужного зсідання, а отриманий згусток – є недостатньо міцним. Температура є одним з найбільш значущих факторів, які впливають на вміст активного кальцію у системі. На відміну від інших солей молока, розчинність фосфатів і цитратів кальцію при пастеризації молока знижується, внаслідок чого покращується сичужне зсідання і фізико-хімічні властивості сирних згустків [59].

На якість і безпечність молока-сировини великий вплив чинить сапрофітна мікрофлора, яка при певних умовах здатна викликати різні вади молока, зокрема кількість спор лактатзброджуючих маслянокислих мікроорганізмів є одним з визначальних факторів, які впливають на сиропридатність молока. Для пригнічення спорової мікрофлори

використовують біологічні і хімічні засоби, призначені для їх інгібування, але вони занадто змінюють нативні властивості молока-сировини і його біологічну цінність. Для запобігання харчових отруєнь продуктами метаболізму, утвореними токсичними збудниками, великого значення набувають температурні режими оброблення молока-сировини.

Найбільш ефективним способом боротьби з бактеріальним обсіменінням молока-сировини є кероване теплове оброблення.

Сьогодні, при виробництві більшості сичужних сирів, використовується тільки біля 80 % білків молока, що є наслідком втрат розчинних сироваткових білків при отриманні казеїнового згустку.

Попереднє охолодження і зберігання молока при низьких температурах, яке використовують для резервування і накопичення певної кількості сировини, обумовлює підвищення вмісту розчинного кальцію та неорганічного фосфату і зменшення міцелярних форм комплексів цитратів і фосфатів кальцію. Вільні іони кальцію частково переходять у водну фазу.

За результатами наших досліджень масова частка загального кальцію у молоці-сировині знаходилась в межах 110-115 мг/100г, що узгоджується з нормативними вимогами до молока-сировини.

Привабливим способом підвищення ефективності виробництва твердих сирів є використання високотемпературної обробки молока, яка у сировиробництві спрямована на максимальне зниження вмісту мікроорганізмів, особливо патогенних та технічно шкідливих.

Слід відзначити, що одночасно із знищенням небезпечної мікрофлори відбувається термокоагуляція сироваткових білків, перехід яких у сирну масу підвищує вихід і біологічну цінність продукту завдяки збільшенню вмісту незамінних амінокислот, а також зростає вологоутримувальна здатність сирного згустку за рахунок гідрофільних властивостей сироваткових білків.

Крім того високотемпературна обробка молока-сировини надає сирам при зберіганні підвищеної стійкості у зв'язку із значним бактеріоцидним

ефектом дії високих температур на мікрофлору молока. Одночасно фахівці відзначають, що високотемпературна обробка призводить до зміни фізико-хімічних і технологічних характеристик молока-сировини, які можуть негативно вплинути на його сиропридатність [60].

Нами проведено дослідження впливу високотемпературної обробки молока-сировини на його безпечність і придатність для виготовлення твердих сичужних сирів. В якості контролю використали молоко, яке пастеризували за стандартним температурним режимом ( $73\pm 1$ ) °C з витримкою 20-25 с (варіант I). Дослідні зразки молока піддавали дії високих температур: високотемпературному (ВТ) обробленні при температурі ( $81\pm 1$ ) °C з витримкою 20-25 с (варіант II) і ультрависокотемпературному (УВТ) обробленні при температурі ( $120\pm 5$ ) °C з витримкою 3-5 с.

Молоко, яке витримували перед переробленням в охолоджену стані ( $t = 6$  °C) протягом 24 год, пастеризували за стандартним режимом, а також піддавали високотемпературному обробленню за вказаними температурними режимами, і визначали залишкову кількість мікроорганізмів (табл. 1.11).

Отримані дані свідчать, що залишкова мікрофлора при режимі пастеризації молока ( $73\pm 1$ ) °C протягом 25 с (контроль), складає 2,0 % незалежно від виду господарювання. Але у пастеризованій сировині, яка надійшла від приватних господарств, кількість залишкових бактерій в  $1\text{ см}^3$  вища, ніж з фермерських господарств на 4900 мікробних тіл.

При нормальному розвитку молочнокислого бродіння в процесі виробництва сиру клітини термостійких мікроорганізмів, що витримали пастеризацію, небезпеки не представляють.

Значне бактеріальне забруднення сирого молока, яке надійшло від приватних господарств, пов'язано з низькою санітарною культурою отримання молока, а також відсутністю необхідних умов для його охолодження після доїння. Внаслідок цього на сировиробничі підприємства надходить велика кількість молока, бактеріальне забруднення якого навіть

перевищує встановлені стандартом граничні вимоги.

Таблиця 1.11

**Бактеріальне забруднення молока-сировини до і після  
високотемпературної обробки (n=3, P≥0,95)**

Постачальники молока	КМАФАнМ, (t=6°C) протягом 24 год КУО/см <sup>3</sup>	Режим пастеризації молока- сировини	КМАФАнМ КУО/см <sup>3</sup>	Ефективність пастеризації, %
Фермерські господарства (n=10)	920±41	(73±1)°C з витримкою 25 с (контроль)	20±1,3	99,35
Фермерські господарства (n=18)	95900±9100	(73±1)°C з витримкою 25 с (контроль)	188±13,76	99,81
Фермерські господарства (n=10)	920±41	(82±1)°C з витримкою 25 с	16±1,4	99,88
Фермерські господарства (n=18)	95900±9100	(81±1)°C з витримкою 25 с	97±7,76	99,94
Фермерські господарства (n=10)	920±41	(120±1)°C з витримкою 3-5 с	0	100,0
Фермерські господарства (n=18)	95900±9100	(73±1)°C з витримкою 3-5 с	12±0,63	99,99

Після теплової обробки залишкова мікрофлора у молоці-сировині в залежності від температурного режиму становила: варіант I (контроль) – 2,14 %, варіант II (ВТ оброблення) – 0,16 %, варіант III (УВТ оброблення) – менше 0,01 % від загальної кількості мікроорганізмів у сирому молоці. Короткотермінова УВТ обробка молока дозволяє повністю знищити вегетативні клітини мікроорганізмів, а також у значній мірі їх спорові форми.

Таким чином при використанні високотемпературного оброблення спостерігається високий ефект покращення бактеріологічного стану молока-

сировини, що дуже важливо при його використанні для виробництва і зберігання твердих сичужних сирів.

### **1.6. Удосконалення існуючих технологій виробництва твердих сичужних сирів**

Традиційно основу асортименту сирів виробничої галузі складають сичужні сири, в складі яких переважають тверді сири з тривалим строком визрівання. Інтенсивний розвиток молочної промисловості, зокрема сирів виробничої галузі, передбачає впровадження нових способів обробки молока, що в свою чергу потребує вивчення зміни складу і властивостей молока під дією технологічних факторів в процесі виробництва сирів [61].

Згідно до існуючої технології молоко-сировина, що надходить на молокопереробні підприємства, піддається механічному очищенню і охолодженню до температури 2...10 °С, з метою його резервування або зберігання до перероблення протягом 1...3 діб. При цьому зберігається весь склад бактерій, які потрапили в молоко під час отримання, охолодження і короткотермінового зберігання до відправлення на підприємство та транспортування. В цих умовах особливо активно діє психрофільна мікрофлора, яка продукує стійкі до нагрівання ферменти – протеазу та ліпазу, що викликають вади молока та готової продукції.

Інша гостра проблема полягає у високому бактеріальному забрудненні молока-сировини і, як наслідок цього, постійно існуючій небезпеці для якості сиру і здоров'я його споживачів.

Найбільш ефективним способом боротьби з бактеріальним обсіменінням молока-сировини є теплове оброблення. Але не всі режими теплового оброблення забезпечують збереження фізико-хімічних властивостей молока, особливо його сиропридатність.

Для покращення фізико-хімічних властивостей молока як середовища

для розвитку мікрофлори заквасок і молокозгортаючих ферментів проводиться його визрівання. З метою визрівання молока після пастеризації в охолоджене молоко до температури 20-22 °С вносять лактококову закваску у кількості 0,5-0,8 % і витримують при цій температурі не більше 1 години, потім охолоджують до 10 °С і зберігають 8-12 годин. Такий режим створює умови для розвитку молочнокислих лактококів, які вносяться з закваскою. Молоко після визрівання потребує додаткової пастеризації, гранична кислотність його в цьому випадку становить 22...23 °С. Враховуючи, що при пастеризації молока порушується рівновага між різними формами солей кальцію, що перешкоджає його згортанню сичужним ферментом, в молоко додають солі кальцію у вигляді 40 %-го розчину хлориду кальцію.

При виробництві сичужних сирів молочний згусток утворюється під дією молокозгортаючих ферментів, але велике значення для формування органолептичних і фізико-хімічних властивостей, притаманних певному виду сиру, має склад використаних заквасок. Молочнокислі бактерії є основною складовою мікрофлори, необхідної для виробництва будь-якого виду натурального сиру. Їх головна дія полягає в продукуванні ферментів, під дією яких відбуваються глибокі біохімічні зміни сирної маси, які призводять до того, що вона набуває специфічного смаку, аромату, формуються консистенція і рисунок. Крім того, молочнокислі бактерії створюють умови, які пригнічують або прискорюють розвиток шкідливої і патогенної мікрофлори. В процесі виробництва сиру вони прискорюють синерезис молочних згустків за рахунок підкислення середовища внаслідок збродження лактози до молочної кислоти. На склад та вихід м'яких сичужних сирів суттєво впливають показники закваски, що використовуються для біотехнологічної обробки молока, а також режими пастеризації молока. Для виробництва м'яких біфідовмісних сирів рекомендовано використання симбіотичних комплексів, що включають змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L.*

*diacetylactis* (або чисті культури *Str. thermophilus*), чисті (*B. animalis*) або змішані (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*) культури біфідобактерій, а також фруктозу (концентрація фруктози – 0,1 % від маси заквашуємого молока) як стимулятор росту біфідофлори в молоці.

Розроблені склади трьох симбіотичних комплексів: перший – закваска FD DVS СН N-19, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L. diacetylactis*, + закваска LD DVS Bb-12, що включає чисті культури *B. animalis*, + фруктоза; другий – закваска Liobac MCL-24, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококів *L. lactis* + *L. diacetylactis*, + закваска Liobac BIFI, що включає змішані культури *B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*, + фруктоза; третій – закваска Liobac MO-36, що включає чисті культури *Str. thermophilus*, + закваска Liobac BIFI, що включає змішані культури *B. bifidum* + *B. longum* + *B. breve*, + фруктоза.

Основними представниками необхідної мікрофлори для сирів з низькою температурою другого нагрівання є лактококи (по старій номенклатурі мезофільні молочнокислі стрептококи) і ароматоутворюючі лейконостоки. До їх складу входять лактококи кислотоутворюючі (*Str. lactis*, *Str. cremoris*) і ароматоутворюючі (*Str. citrovorus*, *Str. paracitrovorus*, *Str. diacetylactis*, *Str. acetoinicus*). Вони є головними компонентами заквашувальних бактеріальних концентратів [59].

Окрім лактококів і лейконостоків до складу заквасок можуть бути введені мезофільні лактобацили для прискорення визрівання сирів або пригнічення шкідливих газоутворюючих бактерій. Лактобацили слабо атакують казеїн. Проте лактококи стимулюють їх розвиток у молоці шляхом утворення низькомолекулярних азотистих сполук при гідролізі казеїну та інших чинників росту, зниження рН і Eh. За спільного використання лактококів і культур *Lb. casei* вихід біомаси збільшується на 39 %, протеолітична активність по відношенню до  $\alpha 1$ -казеїну зростає майже у

6 разів [60].

Лактобацили мають більшу протеолітичну активність у порівнянні з лактококами. Наприклад, при дії на молочні білки ферментів, які виділяються термофільними паличками *Lb. acidophilus* і *Lb. helveticum*, вміст такої амінокислоти як тирозин серед продуктів протеолізу білків було, відповідно, в 1,5 і 1,6 рази більше, ніж при культивуванні *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*.

В останнє десятиріччя термофільні молочнокислі палички широко використовують у складі заквасок. Окрім підвищеної, порівняно з лактококами, протеолітичної активності лактобацили мають антагоністичну дію на технологічно шкідливу мікрофлору і патогенні бактерії. У складі заквасок разом з лактококами використовують штами мезофільної палички *Lb. plantarum*, що продукують антибіотик лактолін, який гнітюче діє на бактерії групи кишкових паличок і маслянокислі бактерії [62].

Антагоністичну дію до ряду представників шкідливої мікрофлори має *Lb. acidophilus*. Внаслідок продукування антибіотиків ацидофіліну і лактоцидину *Lb. acidophilus* пригнічує розвиток сальмонел, шигел, стафілококів та інших патогенних мікроорганізмів [63, 64].

В Україні розроблена технологія сиру з низькою температурою другого нагрівання, яка виключає використання нітратів. На заміну хімічного оброблення молока азотнокислим натрієм або калієм, використане біологічне оброблення молока *Lb. acidophilus*, яке забезпечило придушення у молоці і сирі технічно шкідливої мікрофлори, яка викликає такі вади у сирів, як раннє та пізнє здуття.

За рахунок своїх пробіотичних характеристик ацидофільна паличка дозволяє виробляти якісний сир з скороченим терміном визрівання – 1,5 доби, при цьому продукт витримує тривалий строк зберігання без виникнення вад смаку та консистенції. Біологічною перевагою *Lb. acidophilus* у порівнянні з іншими молочнокислими паличками є здатність приживатися у середовищі кишечника людини.

*Lb. acidophilus* має високу кислотоутворюючу здатність і використовується у складі заквасок для твердих сирів для глибшого розкислювання сироватки на стадії оброблення сирного зерна [65].

Найбільш суттєві зміни при виробництві сирів відбуваються під час процесів зсідання білків молока і відділення сироватки із згустку. Тому при виробництві сирів важливу роль відіграють молокозгортаючі препарати, які поряд з коагуляцією білків молока стимулюють розвиток молочнокислих бактерій закваски, які перетворюють лактозу у молочну кислоту, а їх ферменти здійснюють подальший гідроліз всіх складових частин сирної маси. Таким чином молокозгортаючий фермент відноситься до найважливіших компонентів в технології виробництва натуральних сирів, тому що впливає на характер утворення згустку, становлення і формування сирного зерна, відділення сироватки, втрати білка і жиру з сироваткою, направлено регулює протеолітичні процеси у сирі при його визріванні. Основою цього процесу є первинна протеолітична реакція, яка викликає коагуляцію казеїну під дією молокозгортаючого ферменту. Внаслідок цієї реакції утворюються пептиди, які є субстратами в інших протеолітичних реакціях, що відбуваються при визріванні сиру під дією ферментів молочнокислої мікрофлори бактеріальних заквасок. Отримання сирів високої якості тісно пов'язано з інтенсивністю і спрямованістю цих ферментативних перетворень сирної маси, внаслідок яких готовий продукт набуває характерний для кожного виду сиру смак і аромат.

В якості молокозгортаючого препарату широко використовують сичужний фермент, що містить два активні компоненти – хімосин і пепсин, в складі якого переважає вміст хімосину. Він володіє високою специфічністю по відношенню до білка молока і має мінімальну здатність до протеолізу. Хімосин сичужного ферменту викликає первинний розклад параказеїнат-кальцій-фосфатного комплексу на фрагменти з великою молекулярною масою.

Позаклітинні і внутрішньоклітинні ферменти молочнокислих бактерій діють в основному на продукти розкладу параказеїну. При спільній дії на білки молока сичужного ферменту і бактеріальних ферментів ефективність кожного з них посилюється. Але провідна роль у ферментативному розпаді білків сирної маси належить молочнокислим бактеріям. Тому для прискорення визрівання сирів необхідно використовувати закваски до складу яких входять культури з високою протеолітичною активністю.

Коагуляція білків молока є одним з найбільш важливих етапів в процесі виробництва сирів. Сичужне зсідання білків молока або сичужна коагуляція казеїну носить незворотній характер і за даними дослідників з цього питання включає дві стадії – ферментативну і коагуляційну.

На сьогоднішній день триває наукова дискусія з питання механізму розщеплення казеїну упродовж сичужного зсідання молока. Найбільш розповсюдженими є три теорії: фосфоамідазна (Дяченко П.Ф.), гідролітична (Нічман, Але, Гаріньє) та теорія Пайєнса (Payens T.A.). Автори гідролітичної теорії вважають, що під дією молокозсідаючого ферменту відбувається розривання пептидного ланцюга, к-казеїну. Від міцели казеїну відщеплюється глікомакропептид. Внаслідок цього к-казеїн перетворюється в пара- к-казеїн і втрачає свою властивість забезпечувати колоїдну стійкість казеїнових міцел.

В основу фосфоамідазної теорії Дьяченко П.Ф. покладено гідроліз фосфоамідазних зв'язків (-N-P-) у казеїні під дією сичужного ферменту. При цьому збільшується кількість активних гідроксильних груп (-ОН) у залишку фосфорної кислоти, а атом водню приєднується до залишку амінокислоти, з утворенням параказеїну, який легко віддає водень і приєднує кальцій. Враховуючи, що кальцій має дві валентності, він зв'язує дві гідроксильні групи і утворює «кальцієві містки» між молекулами параказеїну. Таким чином, під дією сичужного ферменту відбувається агрегування часточок параказеїну і утворення згустку.

Від швидкості отримання сичужного згустку, його структурно-механічних і синергетичних властивостей, залежить структура, консистенція, рисунок та інші показники сиру. Подальші зміни білка при визріванні сиру відбуваються під дією протеїназ і пептидаз заквасочної мікрофлори.

Технологічні параметри зсідання білків молока визначають спрямованість процесу виробництва певного виду сиру з характерними органолептичними властивостями, які закладаються у сироробній ванні і формуються під час визрівання сиру. Процес визрівання тісно пов'язаний з інтенсивністю і спрямованістю ферментативних процесів за участю всіх компонентів сирної маси.

До найбільш важливих з них відноситься протеоліз білкових і гідроліз ліпідних компонентів сирної маси. Ферментативні перетворення протікають з утворенням багаточисельних сполук, що формують специфічний смак і аромат твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Таким чином, для прискорення визрівання сичужних сирів та біологічного захисту їх від негативного впливу сторонньої мікрофлори, а також для підвищення безпеки сирів для здоров'я споживачів, доцільно у складі бактеріальних заквасок використовувати молочнокислі палички, які дозволяють створити нові технології і розширити асортимент сирів.

Проводиться постійний пошук методів покращення якості молока-сировини, підвищення його сиропридатності, питанням дослідження впливу температури і активної кислотності на концентрацію іонного кальцію у молоці, сичужному згустку і сироватці; дослідженню впливу солей-стабілізаторів на властивості сичужних згустків. Додавання солей-стабілізаторів дозволяє скоротити тривалість згортання молока молокозсідальним препаратом, отримати більш щільний згусток, прискорити процес оброблення сирного зерна, підвищити вихід сиру на 3-5 %.

Запропоновано спосіб обробки молока-сировини газоподібним азотом під тиском 1,0-1,5 МПа з послідовним різким зниженням тиску до

атмосферного . Насичення сирого молока азотом дозволяє підвищити його сиропридатність і значно покращити мікробіологічні показники. Психротрофні, маслянокислі бактерії і їх спори після такого оброблення молока гинуть навіть при значному бактеріологічному забрудненні молока у зимово-весняний період. Відбувається активний протеоліз білку і зниження виходу сиру, тому що продукти розпаду білка втрачаються разом з сироваткою. Далі ці ферменти потрапляють у сир і викликають появу смакових вад сиру і збільшується кількість бракованої продукції.

Спори маслянокислих бактерій під час пастеризації молока не гинуть. Маслянокислі бактерії є суворими анаеробами і отримують енергію від лактатів, які накопичуються при визріванні сирів (розвиваються в них навіть при рН 5,0) і викликають бродіння, яке супроводжується виділенням двоокису вуглецю, водню і масляної кислоти з неприємним смаком і запахом, що викликає псування сиру, а пізніше – його здуття.

Таким чином, запропонований спосіб оброблення молока під високим тиском 1,0-1,5 МПа газоподібного азоту дозволяє за рахунок насичення азотом зробити молоко сиропридатним, знизити кислотність на 1-2 °Т, покращити термостійкість за рахунок знищення або пригнічення бактеріальної мікрофлори, виключити здуття сирів, покращити органолептичні властивості, підвищити стійкість при зберіганні і збільшити вихід сирів до 5,0 %.

Отримання сиру з вираженим смаком і запахом, доброю пластичною консистенцією і характерним для нього рисунком залежить від специфічної спрямованості тих мікробіологічних і біохімічних процесів, які протікають в сирній масі, а також від її механічного і теплового оброблення [62, 66].

Натуральні сичужні сири поділяються на дві великі групи: сири з високою температурою другого нагрівання (до 55 °С) і сири з низькою температурою другого нагрівання (до 43 °С) [59].

Виробництво сирів з низькою температурою другого нагрівання більш

поширене, ніж з високою температурою другого нагрівання. Основний вплив на мікробіологічні і біохімічні процеси при виробництві цих сирів має ряд чинників: видовий склад мікрофлори бактеріальної закваски, температура другого нагрівання, вміст вологи в сирі після пресування, рівень активної кислотності сирної маси, вміст кухонної солі у сирі і параметри визрівання. Перераховані умови, які визначають процес визрівання сирів, називають чинниками видоутворення сиру [59, 67].

Видовий склад мікрофлори сиру визначається складом використаних бактеріальних заквасок. Кількість рідкої лактококової закваски зазвичай складає від 0,5 до 2 %, а молочнокислих паличок – від 0,1 до 0,3 % до об'єму молока. Температура другого нагрівання для більшості дрібних сичужних сирів знаходиться у межах від 37 до 43 °С [62, 67].

Вміст вологи у сирі після пресування залежить від ряду технологічних факторів, з яких найбільш вагомими є температура згортання (від 28 до 35 °С), температура другого нагрівання (від 37 до 43 °С) і тривалість оброблення (обсушування) сирного зерна після другого нагрівання (від 10 до 60 хв). З ростом величини цих чинників вологоємність сирної маси знижується.

Якщо узагальнити дані відносно величини масової частки вологи після процесу пресування в сирах з низькою температурою другого нагрівання, то отримаємо: в сирах жирних – 48-54 %, в сирах з низькою жирністю – 54-60 %. Для розвитку мікробіологічних і біохімічних процесів у сирі важливе значення має інтенсивність зміни активної кислотності під час визрівання, яка підвищується в першій період, а потім плавно знижується.

Для сирів голландської групи після пресування оптимальне значення активної кислотності знаходиться в межах рН 5,3-5,6. При такій активній кислотності зрілий сир виходить найбільш високої якості, ніж при інших величинах рН.

Регулювання активної кислотності сирної маси в основному

здійснюється шляхом зниження масової частки молочного цукру і, відповідно, утворення молочної кислоти при його бродінні. Це досягається розведенням сироватки пастеризованою водою під час оброблення сирного зерна. Вода вноситься у кількості 5-15 % від об'єму молока, а для окремих видів сирів – до 25 % [68].

Кухонна сіль є не лише смаковим компонентом сиру, але і регулятором процесу визрівання. Найбільш поширеним способом соління твердих сичужних сирів є соління в циркулюючих розсолах концентрацією 18-22 % і температурою 8-12 °С. Оптимальний вміст кухонної солі для сирів з низькою температурою другого нагрівання складає 1,5-2,5 %.

Важливий вплив на розвиток мікрофлори і біохімічні процеси у сирах має температура визрівання. Для сирів голландської групи вона знаходиться в межах від 10 до 16 °С. Тривалість визрівання натуральних сичужних сирів з короткими термінами визрівання становить 20-30 діб.

Таким чином, основними параметрами технологічних процесів, яких необхідно дотримуватись при розробці технології нового виду сиру з молока, що пройшло високотемпературне оброблення, слід вважати наступні: видовий склад і кількість внесених бактеріальних заквасок – мезофільні молочнокислі стрептококи у кількості від 0,5 до 2 % і молочнокислі палички – від 0,1 до 0,3 %; температура другого нагрівання – 40-42 °С; масова частка вологи в сирі після пресування – 42-48 %; активна кислотність сирної маси після пресування, рН 5,3-5,6; масова частка кухонної солі в сирі – 1,5-2,5 %; температура визрівання сиру – 10-16 °С; тривалість визрівання – 20-30 діб.

Процес визрівання сиру забезпечують мікробіологічні, фізико-хімічні і біохімічні процеси, швидкість і спрямованість яких залежить від ряду технологічних факторів. Основною рушійною силою цього процесу є молочнокисла мікрофлора.

Визрівання – це тривалий процес, який для більшості видів твердих сирів займає від 1,5 до 6 місяців. У зв'язку з цим скорочення термінів

визрівання традиційних сирів і розробка нових видів сирів з короткими термінами визрівання є актуальною проблемою, оскільки успішне вирішення її знизить собівартість продукції і збільшить потужність сировиробничих підприємств. Ефективність мікроорганізмів, що входять до складу закваски, залежить від їх комбінації при спільному використанні. Фізіологічна і біохімічна характеристика мікроорганізмів продуцентів, як основи будь-якого процесу промислової біотехнології, визначають перебіг технологічних процесів. Сьогодні розроблено сублімаційно висушений бактеріальний концентрат, один грам такого сухого концентрату містить до десятка мільярдів життєздатних клітин.

Інтенсифікації процесу визрівання сирів присвячено значна кількість дослідних робіт. Ефективним стимулятором розвитку мікрофлори в сирах, як вважає ряд дослідників, є мікроелементи. Для розвитку мікроорганізмів і стимуляції їх життєдіяльності необхідно використовувати не окремі мікроелементи, а їх суміш. При внесенні останніх в молоко термін визрівання сирів (Швейцарського, Радянського, Вірменського і Чанах) скорочується на 20-25 %. Проте, прискорення визрівання сирів може бути викликане не лише загальною активізацією заквашувальної мікрофлори, але і введенням до складу заквасок молочнокислих бактерій з підвищеною протеолітичною активністю.

Використання заквасок з *Str. thermophilus*, *L. casei*, *L. helveticus* при виробництві Українського сиру і температури згортання молока до 36°C, а другого нагрівання – до 44-46 °C, призвело до активізації розвитку мікрофлори. Наслідком цього стала інтенсифікація протеолізу, що проявилось у збільшенні в дослідних сирах масової частки розчинного азоту в 1,2 рази, у порівнянні з контрольними зразками сирів.

Сьогодні для прискорення визрівання сирів частіше використовують бактеріальні концентрати, що випускаються рядом біофабрик, які містять у своєму складі мезофільні палички *Lb. casei*. Це, пов'язано з значними

об'ємами виробництва сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Шляхи прискорення визрівання сирів не зводяться до приведених вище способів. Одним з перспективних напрямків досліджень з прискорення визрівання сирів і покращення їх якості є активація життєдіяльності мікрофлори закваски і створення необхідних умов для її подальшого розвитку в процесі визрівання сирів [69, 70].

Таким чином, наведені дані свідчать, що найбільш ефективним шляхом прискорення визрівання твердих сичужних сирів на сьогодні є використання заквасок, які у своєму складі містять молочнокислі бактерії з активованими протеолітичними властивостями [71, 72], для чого можна використати внесення біологічно активних речовин, що здатні активізувати протеолітичну активність закваски і проводити процес визрівання сирів в оптимальних технологічних умовах розвитку молочнокислих бактерій.

### **1.7. Використання ультразвуку у виробництві ферментованих молочних продуктів**

Протягом останніх років спостерігається постійна динаміка росту споживання кисломолочних продуктів. Популярність їх зумовлена приємними смаковими і лікувальними властивостями, специфічною консистенцією, різноманітністю складу, що дозволяє задовольняти вимоги широкого кола споживачів. Якість і безпечність молочної продукції залежить від якості вихідного молока – сировини, яка визначається його санітарно-гігієнічним станом, хімічним складом і фізико-хімічними властивостями [73, 74].

У кисломолочних продуктів найбільш тривалішою стадією є процес ферментації. Перспективним напрямком для вирішення завдань з метою зменшення тривалості ферментації є ультразвукова обробка. В останні десятиліття ультразвук зарекомендував себе як потужний і економічний

інструмент для зміни агрегатного стану речовини, диспергування, емульгування, зміни швидкості дифузії, кристалізації та розчинення речовин, а також активізації хімічних та біохімічних реакцій.

Застосування ультразвукової інтенсифікації біотехнологічних процесів виробництві ферментованих молочних продуктів поряд з іншими методами ультразвукової обробки молочної сировини дозволить підвищити продуктивність праці, скоротити енерговитрати, покращити якість готової продукції, продовжити терміни зберігання, а також створити функціональні та інноваційні продукти із підвищеними споживчими якостями.

В даний час ультразвукові коливання застосовуються в технологічних процесах для зміни агрегатного стану речовини, диспергування, емульгування, зміни швидкості дифузії, кристалізації та розчинення речовин, а також активізації хімічних та біохімічних реакцій [75, 76].

Ефект ультразвукової обробки частотою  $30 \pm 1$  кГц, що відповідає режимам роботи промислових гомогенізаторів, на активність мезофільних культур закваски прямого внесення також визначали за результатами вимірювань низки показників ферментованих зразків, отриманих у результаті чотирьох паралельних культивувань.

Бактерії культивувалися при постійній температурі  $32 \pm 2$  °С. Обробка зразків молока, що заквашується, ультразвуком проводилася перед культивуванням і через 2 год після початку культивування за допомогою ультразвукової установки з п'єзокерамічним перетворювачем на частоті  $30 \pm 1$  кГц. Тривалість обробки різних зразків становила від 60 до 180 с, загальна потужність обробки варіювалася від 80 до 320 Вт/дм<sup>3</sup>.

Протягом культивування проводився моніторинг титрованої кислотності зразків. Закінчення культивування визначалося формування стійкого згустку в контрольному зразку.

Титрована кислотність зразків вимірювалася після ультразвукової обробки на початку культивування і через дві години після початку

культивування, потім вимірювання проводилися щогодини до готовності згустку (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

**Титрована кислотність зразків ферментованого молока після закінчення ферментації мезофільною закваскою прямого внесення при різних режимах ультразвукової обробки**

Потужність обробки, Вт/дм <sup>3</sup>	Титрована кислотність, °Т		
	Тривалість обробки, с		
	60	120	180
80	69±1	70±2	70±2
120	70±1	72±2	72±2
160	71±2	73±1	72±2
200	72±2	72±2	74±2
240	73±1	71±2	72±2
280	71±2	71±3	71±1
320	72±1	73±3	70±3
Контроль	68±2		

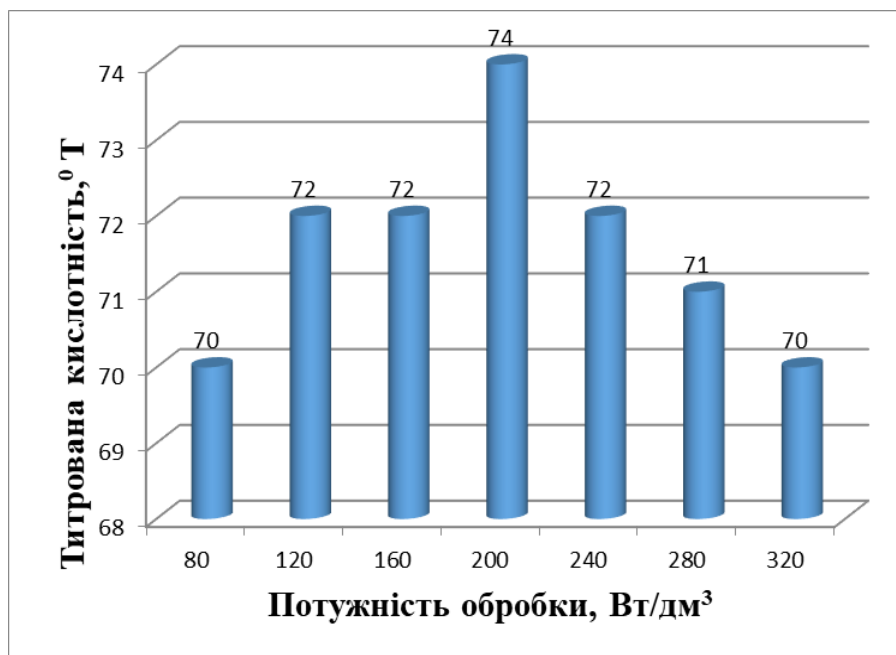
Динаміка наростання титрованої кислотності у зразках ферментованого молока протягом 6 годин культивування показана на рис. 1.15 – 1.17.



Рис. 1.15. Динаміка титрованої кислотності у зразках молока при тривалості ультразвукової обробки 60 секунд та різній потужності



*Рис. 1.16.* Динаміка титрованої кислотності у зразках молока за тривалості ультразвукової обробки 120 секунд та різної потужності



*Рис. 1.17.* Динаміка титрованої кислотності у зразках молока за тривалості ультразвукової обробки 180 секунд та різної потужності

Активність закваски прямого внесення виявилася вищою, ніж у сублімованої культури; загальна тривалість кожного культивування до

готовності згустку становила 6 годин.

Використання ультразвуку дає можливість прискорювати обмін між клітинами та живильним середовищем, зменшувати тривалість ферментного гідролізу та підтримувати активність деяких ферментів, що дозволяє стимулювати зростання мікроорганізмів та збільшити швидкість біосинтезу біологічно активних речовин, накопичення біомаси, а також прискорити адаптацію клітин до нових умов і, відповідно, прискорити ефективність ферментаційних процесів. Тривалість дозрівання кефіру складає 6-10 год, під час дозрівання активізуються дріжджі, відбувається спиртове бродіння, в результаті чого в продукті утворюються спирт, діоксид вуглецю та інші речовини, які надають цьому продукту специфічні властивості. Після закінчення часу дозрівання, перед початком розливу кефір в резервуарі перемішують 2-10 хв.

Пакування та маркування проводять відповідно до вимог стандарту на цей продукт. З метою поліпшення консистенції готового продукту, упакований кефір рекомендується витримувати в холодильній камері перед реалізацією. При досягненні кефіром необхідного показника умовної в'язкості і температури 6 °С технологічний процес вважається закінченим і продукт готовий до реалізації.

В даний час спостерігається споживчий попит на натуральні харчові продукти високої якості, які не містять консерванти та будь-які інші хімічні добавки, завдяки чому в харчовій промисловості набирають популярності різні нехімічні методи модернізації виробничих технологій, одним з яких є ультразвукова обробка. В ході проведення експериментів було виявлено, що обробка ультразвуковими хвилями частотою  $30 \pm 1$  кГц, тривалість обробки 60 с потужністю 240 Вт дозволяє домогтися найвищих показників ферментації мезофільною закваскою прямого внесення [77].

## РОЗДІЛ 2

### НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

#### 2.1 Роль функціональних молочних продуктів у харчуванні людини

Протягом останніх років особлива увага приділяється функціональним продуктам харчування як до нового перспективного напрямку у харчовій промисловості, який дозволяє вирішити проблему збереження здоров'я і тривалості життя людини. Термін «функціональне харчування» відноситься до продуктів природного походження, основні інгредієнти яких при систематичному вживанні регулюють обмінні процеси в організмі в цілому або мають позитивний вплив на роботу тих чи інших органів і систем в організмі людини, забезпечуючи безмедикаментозну корекцію їх функції [78].

Розвиток ринку продуктів функціонального харчування обумовлений головним чином тенденцією погіршення здоров'я населення. Функціональне харчування входить в якості обов'язкового компонента у систему попереджуючих і оздоровлюючих заходів при багатьох захворюваннях організму людини. За призначенням функціональне харчування поділяється на дієтичне, лікувально-профілактичне і лікувальне [79].

Сучасний ринок продуктів функціонального харчування на 65% складається з молочних продуктів, які можна поділити на групи: молочні продукти, які володіють пробіотичними і пребіотичними властивостями; продукти спеціального призначення. До першої групи відносяться традиційні кисломолочні продукти, кисломолочні продукти, збагачені пробіотичними культурами, молочні продукти з пребіотиками і синбіотиками. До третьої – дитяче харчування, геродієтичні, лікувальні та лікувально-профілактичні продукти [80].

Молочні білки мають значний вміст метіоніну, який належить до ліпотропних речовин, необхідних для функціонування печінки, виконують роль буферів, приймають участь у підтримці постійної реакції середовища у плазмі, цереброспінальній рідині, кишковій секреції, знижують вміст холестерину у крові. Крім того, молочні білки, на відміну від білків м'яса, не містять пуринові основи, надлишок яких шкідливо впливає на функцію нирок. Молочний білок має оптимальне співвідношення незамінних амінокислот, а його розчинні білки легкодоступні для дії ферментів.

Збільшення споживання молочного білка з молочними продуктами шляхом підвищення його вмісту у продукті є одним з напрямків роботи підприємств молочної промисловості [80]. Для цієї мети використовують тільки білки з високою біологічною цінністю, головним чином, білки тваринного походження. Сухе і загуще молоко не завжди можливо використовувати в якості білкових збагачувачів у зв'язку з великою кількістю лактози (більше ніж 50 %, при вмісті білка біля 30 %), що по-перше, знижує долю білків у продукті, по-друге, лактоза, як редукуючий цукор, знижує біологічну цінність білків при нагріванні, і, по-третє, певний контингент людей має несприятливість до лактози. В зв'язку з цим у багатьох випадках використовують молочно-білкові концентрати (МБК), які вміщують максимальну кількість білку (від 70 до 90 %) при мінімальній кількості лактози (від 0,5 до 10 %). На молочній основі розроблена широка гама нових продуктів функціонального призначення, які можуть при постійному вживанні впливати на організм людей хворих на цукровий діабет і попереджувати прогресування цього захворювання.

Нині знайшли практичну реалізацію багато засобів корекції мікробної екології людини. Серед них найбільш розповсюдженим є використання спеціально підібраних пробіотичних мікроорганізмів (переважно представників нормальної мікрофлори шлунково-кишкового факту) у вигляді пробіотичних лікарських препаратів, дієтичних добавок до харчових

продуктів, функціональних продуктів харчування, що містять пробіотичні мікроорганізми її пребіотики (харчові волокна).

Враховуючи те, що у 70 % населення розвинених країн світу спостерігаються дисбактеріальні зміни, проблему створення, підтримки і відновлення нормальної кишкової мікрофлори організму необхідно розглядати як одну з найбільш актуальних для здоров'я людини. Лакто-, і особливо біфідобактерії сприяють нормалізацію мікробіоценозу кишечника і підвищенню імунного статусу організму людини [81].

Ферментовані кисломолочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів в організм людини. Крім того, лактобактеріям та біфідобактеріям властива висока здатність до колонізації епітелію травного тракту, що є захисним бар'єром на шляху проникнення патогенної мікрофлори і, в свою чергу, забезпечує стабілізацію нормального складу мікробіоценозу кишківника. Особлива увага приділяється виробництву продуктів з використанням пребіотиків – натуральних речовин, які стимулюють ріст і розвиток ендогенної, унікальної за складом для кожної людини захисної мікрофлори організму. До пребіотиків, які використовуються при виробництві кисломолочних продуктів функціональної спрямованості, відносяться: фруктоза, лактулоза, пектин, крохмаль.

Результати досліджень останніх років доводять, що продукти харчування володіють не тільки поживною цінністю, але і певними фізіологічними властивостями, регулюючи численні функції організму. Фізіологічний вплив на організм людини функціональних продуктів харчування визначають за такими напрямками:

- ✓ позитивний вплив на метаболізм різних субстратів;
- ✓ позитивний вплив на серцево-судинну систему;
- ✓ позитивний вплив на фізіологію шлунково-кишкового тракту;
- ✓ позитивний вплив на стан кишкової мікрофлори;

- ✓ фізіологічний вплив на стан імунної системи.

При захворюванні шлунково-кишкового тракту в організмі людини зменшується кількість біфідобактерій і, відповідно, збільшується загальна кількість анаеробів, в тому числі таких, які мають токсичну дію на організм людини. Зниження корисної мікрофлори відбувається із збільшенням патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму, що призводить до виникнення і загострення хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, а також інших пов'язаних з цим захворювань. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговує питання підтримки мікроекологічної рівноваги у шлунково-кишковому тракті як найважливішого захисного фактору життєдіяльності людини.

Найбільш ефективний шлях нормалізації дисбалансу кишкового мікробіоценозу полягає у використанні синбіотиків (комплекс пробіотиків і пребіотиків) і продуктів на їх основі, тому що при цьому відбувається не тільки імплантування мікрофлори, яка вводиться в організм людини, але і стимулюється власна мікрофлора кишково-шлункового тракту. Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів в організм людини.

Структура харчування населення України нині не відповідає сучасним принципам раціонального харчування і практичної дієтології. Проблема організації і забезпечення правильного харчування людей, його адекватності і збалансованості є однією з найважливіших задач сумісної діяльності медиків, технологів, соціологів, системних аналітиків і розробників інформаційних систем [82]. Тому створення функціональних харчових продуктів для різних вікових та етнічних груп населення необхідно вирішувати на основі медико-біологічних вимог, які враховують їх хімічний склад і біологічну цінність - вміст білка, жиру, вуглеводів, вітамінів, структурне співвідношення показників, що визначають їх біологічну цінність [83].

## **2.2. Біфідобактерії при виробництві ферментативних молочних продуктів з пробіотичними властивостями**

До найбільш масових функціональних продуктів харчування на молочній основі відносяться насамперед пробіотичні кисломолочні продукти, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. Спостерігається динамічне зростання об'ємів виробництва і розширення асортименту кисломолочних напоїв з їх високою харчовою цінністю, а також дієтичними, лікувальними та смаковими властивостями [84].

Пробіотики призначені для лікування і профілактики певних захворювань, які обумовлені порушенням нормальної мікрофлори кишково-шлункового тракту. Класичними пробіотиками є молочнокислі мікроорганізми і біфідобактерії, які широко використовуються в якості біологічно активних компонентів при виробництві харчових продуктів і фармацевтичних препаратів. Біфідобактеріям належить провідна роль в підтримці і нормалізації мікробіоценозу кишківника. До корисних властивостей біфідобактерій відноситься здатність ефективно засвоюваності лактози, синтез вітамінів, стимулювання імунної системи, зниження рівня холестерину в крові, а також антиканцерогенний ефект. Таким чином, біфідобактерії продукують велику кількість різноманітних біологічно активних з'єднань – медіаторів, які приймають участь у підтримці здоров'я споживачів [85].

Молочнокислі культури володіють достатньо високою лактазною активністю порівняно з іншими мікроорганізмами. Крім того встановлено, що внаслідок дії на молочний цукор ферменту  $\beta$ -галактозидази, утворюються продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток [86].

Із молочнокислих мікроорганізмів найбільший лактозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи. Фермент

$\beta$ -галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно здійснює гідроліз лактози молока, проявляючи високу активність при рН 6,7. Тому при виробництві кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями бажано використовувати штами термофільного стрептококу для стимулювання розвитку біфідобактерій.

Антагоністична активність лактобактерій обумовлена продукуванням перекису водню, молочної і оцтової кислот, метаболітів, які знижують рН середовища. Позитивний вплив лактобактерій на здоров'я людини визначається тим, що вони синтезують вітаміни групи В і К, незамінні амінокислоти, біологічно активні речовини (БАР), покращують засвоєння лактози, знижують вміст холестерину у крові, проявляють імуномодельную, антимуtagenну і антиканцерогенну активність. Чисті культури *Str. termophilus* зброджують галактозу гліколітичним шляхом з утворенням L(+) ізомеру молочної кислоти. Глюкоза, яка утворюється при ферментному гідролізі лактози, не утилізується даними мікроорганізмами і залишається у продукті [87].

Велика кількість кисломолочних продуктів вміщує антибіотичні речовини, які утворюються внаслідок метаболічної активності мікроорганізмів, таких як ацидофільні палички, біфідобактерії, молочнокислі і вершкові лактококи. Ефект їх дії пов'язаний з придушенням або затримкою росту збудників кишкових захворювань, стафілококів, туберкульозних паличок. Біфідобактерії у стаціонарній фазі росту виділяють стійкі до нагрівання антибіотичні речовини, активні при рН 6,8. У зв'язку з широким використанням антибіотиків в медицині, наростанням стресових факторів, погіршенням екологічної обстановки, яка може призвести до придушення нормальної мікрофлори кишечника, значно підвищилась роль біопродуктів з пробіотичними культурами у харчуванні людини [88].

Існує значна кількість біотехнологічних принципів отримання ферментованих молочних продуктів. До основних відноситься

конструювання комбінацій і консорціумів заквасок із мікроорганізмів і бактеріальних концентратів, які забезпечують біфідогенний фактор і кількість життєздатних клітин мікроорганізмів в 1 см (г) на рівні  $10^{10}$ , в тому числі не менше 40 % біфідобактерій. Біологічна цінність пробіотичних кисломолочних продуктів обумовлена не тільки компонентним складом сировини, але і корисною мікрофлорою, яка використовується при їх виготовленні. До пробіотиків, які найбільш часто використовуються, відносяться *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, пропіоновокислі і біфідобактерії.

В'язкі раси термофільного *Streptococcus thermophilus* мезофільного *Lactococcus cremoris*, які входять до складу концентратів, в процесі розвитку створюють в'язкий полісахарид, який дозволяє отримати готовий продукт в'язкої консистенції без відокремлення сироватки при зберіганні. На основі мікроорганізмів різних видів компанія «Christian Hansen» (Данія) розробила і впровадила у виробництво закваски прямого внесення (глибокозаморожені і ліофілізовані) для ферментування продуктів у вигляді монокультур і консорціуму мікроорганізмів. На їх основі розроблено нові кисломолочні продукти – сметана, сир, ряжанка, кисляк, йогурт, кефір з тривалим строком зберігання. В цих кисломолочних продуктах в комплексі з молочнокислими мікроорганізмами використовуються пробіотичні культури, в першу чергу біфідобактерії і ацидофільні палички, які являються найбільш значущими представниками мікрофлори кишечника людини і позитивно впливають на функції організму, а продукти, до складу яких вони входять, відносяться до функціональних.

Використання заквасок прямого внесення дозволяє розширити випуск ферментованих продуктів високої якості без додаткових витрат на приготування материнської і виробничої заквасок.

В теперішній час відомо більше 20 видів біфідобактерій. Основу мікрофлори людини складають *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B.*

Brevei, *B. infantis*. Вид *B. Bifidum* виявляється у здорових людей всіх вікових груп. У дітей, які вживають грудне молоко, *B. bifidum* виявлено у 70 % досліджених, у дітей 4-6 річних – до 40 %. Вид *B. longum* також характерний для дітей і дорослих і виділяється у дітей першого року життя у 40-60 %, у дітей старшого віку і дорослих людей – у 70-75 %, у людей похилого віку – у 30 % [89].

Тому *B. bifidum*, *B. longum*, які використовувались у полікомпонентній заквасці, рекомендують для виробництва молочних продуктів всіх вікових груп населення. Використання розробленої полікомпонентної закваски на основі лакто- і біфідобактерій при виробництві молочних продуктів дозволяє отримати більш стійкий терапевтичний ефект, а також розширити асортимент пробіотичних молочних продуктів для людей різних вікових груп.

Вченими України проведено досконалий аналіз і обґрунтовано склад заквашувальних композицій для виробництва функціональних молочних продуктів, визначено закономірності спільного культивування чистих та змішаних культур біфідобактерій з мезофільними молочнокислими лактококами, дана оцінка антоганістичних властивостей заквашувальних композицій для виробництва молочних продуктів функціонального призначення.

На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено науково обґрунтовані технології ферментованих молочних напоїв - кефіру, кисляку і йогурту діабетичного призначення без використання цукрозамінників. Встановлено технологічні параметри – режими гомогенізації, ферментації і зберігання, які забезпечують виробництво високоякісної продукції з пробіотичними і антиоксидантними властивостями.

Створюючи продукти, які вміщують живі клітини біфідобактерій з певним лікувально-профілактичним ефектом на організм людини, неможливо підібрати один штам, який міг би одночасно володіти оздоровчим

ефектом та ефективно інгібувати ріст кишкових паличок, проявляти антиалергенну активність. Для прискорення технологічного процесу отримання продукту і збільшення строку зберігання біфідобактерій у життєдіяльному стані рекомендується їх комбінувати з іншими мікроорганізмами, насамперед з культурами, які мають високу кислотоутворюючу і виражену протеолітичну активність - ацидофільною паличкою і термофільним стрептококом. В змішаній культурі слід підтримувати необхідне співвідношення штамів, а також отримувати в готовому продукті не менше  $1-10^6$  КУО/г життєздатних клітин біфідобактерій.

Таким чином отримання молочних продуктів функціонального призначення засновано на використанні полікомпонентних заквасок з високою біохімічною активністю, багатоконпонентні закваски більш стійкі до несприятливих факторів середовища і мають більш високу активність порівняно з заквасками, виготовленими на монокультурах. Важливо, щоб використані культури були біологічно сумісні і стійкі до антибіотиків. Сумісне використання антибіотиків і антибіотикостійких штамів мікроорганізмів сприяє ефективному відновленню нормальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Останніми роками зростає інтерес до кисломолочних продуктів, які вміщують пробіотики і пребіотики. В якості пробіотиків часто використовують біфідобактерії і молочнокислі мікроорганізми роду *Lactobacterium*. Вони здатні продукувати ферменти, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Велику роль відіграють біфідогенні фактори - пребіотики, які стимулюють ріст і розвиток пробіотиків, зокрема біфідобактерій.

Перспективним напрямком є створення продукції на молочній основі, яка володіє синбіотичними властивостями. Синбіотик це фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, який є комбінацією пробіотиків і

пребіотиків, які взаємно посилюють дію на фізіологічні функції і процеси обміну речовин в організмі людини. Використання синбіотиків дозволяє стимулювати ріст мікрофлори людини і покращити виживання бактеріальних добавок, які вносяться в шлунок. Вживання кисломолочних продуктів і харчових добавок, отриманих на їх основі, є найбільш ефективним способом терапії дисбактеріозу.

В теперішній час пошук і впровадження у виробництво компонентів природного походження є перспективним методом у створенні симбіотичних продуктів, які володіють одночасно технологічною і фізіологічною функціональністю. До них відносяться розчинні харчові волокна, які в раціоні харчування сучасної людини представлені недостатньо.

Здатність харчових волокон позитивно впливає на корисну мікрофлору кишківника, посилює бактеріальну ферментацію, проявляє адсорбуючий ефект впливу на оболонку шлунково-кишкового тракту. Ферментативна активність більшості штамів біфідобактерій при вирощуванні чистих культур у коров'ячому молоці дуже низька, внаслідок чого складаються умови для розвитку сторонньої мікрофлори. До пребіотиків відносять цілий ряд різноманітних за будовою, природою і властивостям речовин.

В якості біфідогенних факторів використовують лактулозу, гідролізат казеїну, сироваткові білки, дріжджовий екстракт, екстракт моркви, олігосахариди. Лактулоза відноситься до потужних пребіотиків, які стимулюють ріст розвиток біфідобактерій та широко використовуються як профілактичний і терапевтичний засіб при цілому ряд захворювань. Специфічність дії лактулози полягає у тому, ще вона не гідролізується ферментами травлення і не адсорбується у верхніх відділках шлунково-кишкового тракту людини.

Органічні кислоти, які утворюють біфідобактерії, пригнічують розвиток патогенної мікрофлори кишківника. Встановлено, що лактулоза покращує функцію товстої кишки, активізує імунітет, сприяє засвоєнню

кальцію, синтезу вітамінів і важливих для організму біологічно активних речовин.

Токсикологічними і клінічними дослідженнями виявлено наявність синергетичних медико-біологічних ефектів при використанні лактулози спільно з іншими компонентами їжі, зокрема з розчинними нерозчинними харчовими волокнами, які надходять в організм людини з рослинною їжею. Крім того, лактулоза пригнічує дію гнилісної мікрофлори кишківника і робить її більш доступною для подальшої дії лізоциму [90].

До нових напрямків концепції створення синбіотичних молочних продуктів відноситься використання синергетичних пребіотиків.

Встановлено, що підвищити пробіотичні властивості біойогуртів можливо за рахунок використання чистих культур *Bifidobacterium adolescentis* фруктози як біфідогенного фактору у складі розроблених заквасочних композицій. Розроблено умови адаптації і виживання чистих або змішаних заквашувальних культур *Bifidobacterium* кисломолочного середовища біойогуртів.

В якості біфідостимулятора доцільно використовувати також сухий концентрат топінамбуру, до складу якого входять інулін і поліфруктозанін. Завдяки вмісту фруктози, інуліну, різних мінеральних компонентів, вітамінів, пектинових речовин топінамбур являється цінною речовиною для харчової промисловості. Вуглеводи топінамбуру, які представлені фруктозою і її похідними, становлять до 60 % від маси сухих речовин. До складу білків топінамбуру входять всі незамінні амінокислоти. Використання топінамбуру нормалізує вуглеводний і жировий обмін, сприяє зниженню концентрації глюкози в крові, що дуже важливо для людей хворих на цукровий діабет та порушення обміну речовин. Важливою особливістю топінамбуру є посилення імунізаційної функції організму, очищення від радіонуклідів, важких металів.

## **2.3. Виробництво функціональних продуктів десертного призначення**

### **2.3.1. Інгредієнтний склад функціональних продуктів**

Найвживанішою категорією функціонального харчування є кисломолочні продукти, які нормалізують мікрофлору кишечника та підвищують імунного статусу організму людини. Кисломолочні продукти характеризуються високою біологічною та харчовою цінностями. Це, означає високий ступінь збалансованості амінокислотного складу молочних білків, у порівнянні з так званим ідеальним харчовим білком, амінокислотний склад якого відповідає потребам організму людини. До того ж білки кисломолочних продуктів добре перетравлюються протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту [91].

Причому основні білки казеїни здатні однаково добре розщеплюватися протеолітичними ферментами в нативному та денатурованому стані.

Макроорганізм та кишкова мікрофлора є відносно стабільною та збалансованою екологічною системою, рівновага якої, з одного боку, визначається фізіологічними та імунологічними особливостями макроорганізму, з іншого боку - видовим та кількісним складом мікробних асоціацій та різноманітністю їхньої біологічної активності. У нормальному фізіологічному стані взаємовідносини між макроорганізмом та мікрофлорою носять симбіотичний характер, і остання істотно впливає на загальний імунітет та природну резистентність хазяїна до інфекцій, приймає активну участь у процесах травлення, синтезу різноманітних біологічно активних речовин. У свою чергу, макроорганізм регулює склад кишкової мікрофлори завдяки таким факторам як кислотність шлункового соку, вміст жовчних солей [92].

На думку японських вчених, які є засновниками цього напрямку,

функціональне харчування згодом зможе успішно конкурувати з багатьма лікарськими препаратами, оскільки несе у собі великий потенціал для підтримки та відновлення здоров'я людини. Пріоритетною задачею функціональне харчування є профілактика різноманітних захворювань. Розрізняють три основні риси функціональних продуктів: харчова цінність, смакові якості та фізіологічна дія, яка формується за рахунок інгредієнтів, уведених до складу продукту. Повноцінне та здорове харчування є одним з найбільш важливих та необхідних умов для підтримання життя та здоров'я людини, особливо в дитячому та підлітковому віці. Сучасна фізіологія стверджує, що харчовий раціон людини повинен містити продукти, які належать до всіх основних груп: м'ясо, рибу, молоко, яйця, зернові та бобові продукти, овочі, фрукти, рослинне масло. Введення до повсякденного харчування різноманітних продуктів дозволяє забезпечити організм людини усіма необхідними йому речовинами в оптимальному співвідношенні.

Накопичено достатньо багато наукових знань про те, як можна завдяки різним системам харчування зберегти здоров'я. Крім системи раціонального харчування існує ряд інших систем, які розрізняються набором рекомендованих до вживання харчових продуктів, способами їх кулінарної обробки, правилами поєднання або окремого використання тих або інших продуктів [93].

Серед найвідоміших систем харчування можна назвати вегетаріанство з його різновидами, сирієство яке відхиляє повністю або частково теплову обробку їжі, окреме харчування, основою якого є твердження про небезпеку для людини одночасного вживання ряду продуктів.

В Україні все більше популярності набувають молочні продукти десертного призначення. Молочні десерти – це молочні продукти, які мають густу консистенцію і виготовлені з додаванням харчових добавок, стабілізаторів, наповнювачів. Десертні вироби мають добрі споживчі властивості, високу харчову і біологічну цінність. Молочні десерти

виготовляють на основі молока, вершків, сироватки, кисломолочних напоїв, кисломолочного сиру, сметани. Вони поділяються на свіжі, термізовані, збиті, заморожені. До десертних молочних продуктів відносяться желе, пасти, пудинги, заправки, до збитих десертів - насичені повітрям креми, суфле, муси.

В природних умовах дуже рідко зустрічаються штами молочнокислих бактерій, що володіють добре вираженими цінними властивостями (високою активністю згортання молока, здатністю утворювати діацетил).

У зв'язку з цим, в науково-дослідних лабораторіях біохімічно активні штами корисних мікроорганізмів отримують у вигляді мутантів, тобто клітин мікроорганізмів, що перебувають під дією різних мутагенних чинників, у яких змінені властивості, що передаються по спадку.

Виробничо цінні штами молочнокислих бактерій отримують також їх адаптацією (приспосовуванням) до певних умов. Популяція культури складається з великої кількості клітин, що розрізняються по біохімічній активності. Ці особливості мікроорганізмів обумовлюють їх мінливість і дозволяють отримати різноякісні особини з необхідними властивостями.

Процес отримання виробничих мутантів складається з основних етапів: дії на клітини мікроорганізмів сильнодіючого мутагенного чинника та подальшого відбору. У відповідь на мутагенну дію, частина клітин у культурі (популяції) гине, інші змінюють свої морфологічні, культуральні і біохімічні властивості, що обумовлено змінами в структурі ДНК клітини. Різний ступінь мінливості мікроорганізмів під дією мутагенних чинників веде до появи в популяції клітин, що розрізняються по біохімічній активності [94].

З таких клітин, по загальноприйнятій методиці, виділяють чисті культури молочнокислих бактерій, вивчають біологічні властивості і відбирають штами, що володіють вираженими корисними властивостями. Як мутагенні чинники застосовують фізичні і хімічні дії. З фізичних чинників, найбільш часто використовують ультрафіолетове проміння, яке володіє

хорошою мутагенною дією, оскільки проміння цієї довжини вибірково поглинається молекулами ДНК. Хімічні мутагени дають значно більше корисних мутацій ніж фізичні, будучи в той же час менш летальними.

Застосовують також поєднання фізичних і хімічних чинників. В таких випадках, для отримання мутантів молочнокислих бактерій частіше використовують нітроз'єднання, ультрафіолетове проміння, гамма-промені, рентгенівське проміння. Метод селекції молочнокислих бактерій дією мутагенних чинників є високоефективним і доступним для практичного використання. В процесі адаптації мікроорганізмів до нових умов існування вони набувають властивостей, що не є спадково закріпленими. Такі властивості поступово зникають, якщо зникає чинник, що зумовив їх появу. Селекція мікроорганізмів адаптацією складається з двох основних етапів: підвищення резистентності культури і відбору поліпшених варіантів.

Шляхом адаптації можна підвищити стійкість молочнокислих бактерій до антибіотиків, хімічних препаратів, куховарської солі. Отримані культури молочнокислих бактерій, резистентні до антибіотиків - низину, пеніциліну і стрептоміцину. Доведена пристосованість молочнокислих бактерій до підвищеної або зниженої температури розвитку і висушування. Поліпшені форми молочнокислих бактерій, отримані шляхом адаптації, застосовують у виробництві кисломолочних продуктів і лікувально-профілактичних препаратів.

Розроблено технології і запропоновано для функціонального харчування кисломолочні десертні продукти з іммобілізованими пробіотиками [95].

Для іммобілізації, бактеріальні клітини розташовуються у гелі желатину натурального білкового продукту, який складається із суміші поліпептидів з різною молекулярною масою. Іммобілізація пробіотичних культур дозволяє підтримувати життєдіяльність клітин у несприятливих умовах шлунку і відкриває широкі можливості створення молочних

продуктів для функціонального харчування. Використання вівсяного та рисового борошна в якості пребіотиків збагачує молочні продукти біологічно активними речовинами і надає певних реологічних властивостей.

Розроблена композиція для виробництва молочних десертів, що містить сухе молоко знежирене, ванілін, картопляний крохмаль, стабілізатор, ванілін. Порошок кореня (мільний корінь) широко використовується у харчовій промисловості в якості піноутворювача та емульгатора. Отримана композиція має нейтральний смак, що дає змогу розробити широкий асортимент десертів з різними рослинними добавками і значно скоротити тривалість технологічного циклу виготовлення десертів. Готові вироби мають пористу консистенцію і за рахунок рівномірного розподілення вологи довгий час зберігають свіжість.

Розроблено спосіб виробництва десертних продуктів, який включає змішування рідкої молочної основи з круп'яною. В якості круп'яної складової [88] використовують борошно (рисове або кукурудзяне), що пройшло попередню теплову обробку при 100-150 °С, і заварене водою у співвідношенні 1:9. Суміш пастеризують, охолоджують, вводять желатин у вигляді капсул з іммобілізованими мікроорганізмами та підсолоджувач.

### **2.3.2. Функціональні продукти – незамінні складові харчування**

Ферментовані молочні продукти є основними постачальниками пробіотичних мікроорганізмів, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. До пробіотичних культур, які забезпечують корисну дію на організм споживача і нормалізують склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, відносяться такі види лакто- та біфідобактерій, як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* spp. (*B. adolescentis*, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*). Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп

мікроорганізмів кишківника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки [96, 97].

Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в яких міститься не менше  $1^{10}$  біфідобактерій в 1 см. Слід відзначити, що для більшості мікроорганізмів, які є представниками нормальної мікрофлори кишкового тракту людини, молоко є несприятливим середовищем для їх розвитку. Це пов'язано з тим, що в молоці практично відсутні необхідні для розвитку мікроорганізмів низькомолекулярні сполуки, такі як вільні амінокислоти, моноцукри тощо, а також з тим, що більшість бактерій роду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Bifidobacterium* відносяться до облігатних анаеробів, на які негативно діє розчинений в молоці кисень повітря. Тому біфідобактерії, які відносяться до анаеробів, в молоці розвиваються дуже повільно [97].

Фахівцями досліджено можливість сумісного використання біфідо- і лактобактерій. Визначено, що значна кількість видів молочнокислих стрептококів і паличок стимулюють ріст біфідофлори в молоці, сприяють збільшенню кількості активних клітин біфідобактерій та інтенсивному накопиченню продуктів їх метаболізму [98].

Біфідобактерії приймають активну участь у поновленні нормальної мікрофлори кишківника при кишково-шлункових захворюваннях та після лікування антибіотиками. Для стимулювання їх розвитку необхідно використовувати адаптовані до молока штами біфідобактерій, забезпечити необхідний склад поживного середовища і стимуляторів росту для їх розвитку, а також культивувати їх разом з молочнокислими бактеріями, які володіють високою  $\beta$ -галактозидазною активністю, за рахунок якої підвищується власна ( $\beta$ -галактозидазна активність біфідобактерій [99].

Необхідно визначити склад високоефективних культур мікроорганізмів, які поряд з високою продуктивністю, володіють високою та різноманітною біохімічною активністю. Правильний вибір біологічно

активних штамів біфідо- та лактокультур для виробництва ферментованих молочних продуктів дозволяють отримати якість, що відповідає вимогам нормативних документів за органолептичними і фізико-хімічними показниками [100].

В теперішній час для збагачення молочних продуктів біологічно активними речовинами і надання їм певних реологічних властивостей використовується велика кількість харчових добавок функціональних інгредієнтів: пребіотики, соєві компоненти стабілізуючі добавки, злакові та фруктово – ягідні, плодово-овочеві наповнювачі харчові ароматизатори і барвники.

Головними аргументом на користь функціонального харчування є незадовільний стан здоров'я людей спровокований медико-соціальним становищем несприятливою екологією, стресами, значним погіршення якісного складу споживаної їжі.

Нераціональне, розбалансоване харчування розглядають як одну з передумов розладу ліпідного обміну і підвищеного вмісту холестерину, що, в свою чергу призводить до виникнення розвитку серцево-судинних захворювань. Споживання харчових продуктів, що містять у високих концентраціях лакто- і біфідобактерій, не тільки забезпечує енергетичні та структурні потреби, а й сприятливі діє на організм людини в цілому чи на певні його системи та органи. Для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів з імуномодельючими властивостями можуть бути використані синбіотичні комплекси, до яких належать молочні екстракти коренів *Echinaceae purpurea* та *Echinacea pallida*, бактеріальний концентрат *Liobas*, *Liobas LACID*. Отримані ферментовані молочно-рослинні згустки можуть бути основою для виробництва ферментованих напоїв, кисломолочного та домашнього сиру, сирних виробів.

Запропоновано в якості збагачувача використовувати мальтодекстрин, який отримано шляхом ферментативної обробки крохмалю. Він є не тільки

вуглеводною добавкою, яка переважає в напоях спортсменів, але і виступає в якості пребіотика в деяких біологічних препаратах. Мальтодекстрин суттєво впливає на вологоутримуючу здатність згустку, на стійкість його до порушення, а також здатність до відновлення. Встановлено, що добавка мальтодекстрину у кількості 5 %, забезпечує високу вологоутримуючу здатність і покращує реологічні властивості кисломолочного напою. При використанні асептичного розливу і термізації тривалість зберігання таких йогуртів при 6 °С зростає до 90 діб.

Розроблено кисломолочний синбіотичний напій на основі молочної і рослинної сировини, який ферментовано пробіотичними бактеріями. В якості молочної основи використано знежирене молоко, рослинних компонентів – рисове та вівсяне борошно, які містять у своєму складі мінеральні речовини – кальцій, магній, калій, фосфор, вітаміни – В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, ненасичені жирні кислоти – олеїнову і ліноленову, харчові волокна – β-глюкан [101].

При використанні вівсяної муки продукти збагачуються речовинами протиатеросклеротичної дії, солями калію і магнію, що особливо корисно для людей похилого віку, а також для людей з захворюванням серцево-судинної системи, печінки, підшлункової залози.

Вівсяна мука містить велику кількість β-глюкану, який сприяє зниженню холестерину, уповільнює підвищення рівня цукру у крові після прийому їжі, забезпечує баланс цукру і інсуліну.

Рисова мука добре перетравлюється, багата крохмалем і ненасиченими жирними кислотами – олеїною і ліноленою, використовується для відновлення апетиту після важкої хвороби.

Досліджено вплив теплової обробки на кисломолочні напої з стабілізаторами. Ступінь залежності ефективної вологи від температури майже для всіх зразків кисломолочних напоїв з стабілізаторами була на 25 % вища, ніж у контрольних зразках. Ступінь втрати ефективної в'язкості в діапазоні температур 4...18 °С може слугувати критерієм для оцінки

стабілізуючого ефекту добавок, які характеризують стійкість структури до теплового навантаження.

Пектини, які містяться в рослинній сировині і використовуються при виробництві широкого спектру продуктів в харчовій і фармацевтичній промисловості, відносяться до полісахаридів – гідроколоїдів.

Пектини володіють функціональними властивостями стабілізатора з драглеутворюючими властивостями, що надає харчовим продуктам специфічної консистенції. Досліджено вплив пектину на коагуляцію білків молока та фізико-хімічні показники кисломолочних продуктів, отриманих при використанні кислотного та термокислотного методів коагуляції. Встановлено, що присутність пектину суттєво впливає на процес утворення гелю та осаду у разі коагуляції білків. Підвищення температури призводить до ущільнення та зневоднення білків молока, а присутність пектину дещо нейтралізує ці процеси. Значно поширився інтерес до використання біофлавоноїдів в якості харчової добавки в продуктах лікувально-профілактичного призначення. Це можна пояснити широким спектром їх біологічної активності, насамперед вітамінної, антимікробної та антиоксидантної дії.

Для уповільнення процесу окиснення вітаміну С в харчові продукти вводять антиоксиданти. Введення антиокислювача в молочні продукти також попереджає та гальмує процес окиснення жирів молока [102].

Молоко після теплової обробки заквашували симбіотичною сумішшю чистих культур термофільної молочнокислої болгарської палички (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*) і термофільного молочнокислого стрептококу (*Streptococcus thermophilus*) у співвідношенні 1:4. В якості антиокислювача використали дигідрокверцетин, який сертифіковано як харчова добавка.

Досліджено кислотоутворюючу активність використаних молочнокислих культур в процесі зберігання, життєдіяльність

молочнокислих мікроорганізмів і їх морфологію. Встановлено, що додання дигідрокверцетину і аскорбінової кислоти в кількості 0,02 % до маси жиру, стимулює ріст і розвиток молочнокислих бактерій. Запропоновано технологію отримання молочно-полісахаридних концентратів з певним складом і функціональними властивостями, в основі якої використовується процес фракціонування компонентів молочної сировини полісахаридами – пектином, похідними целюлози, альгінатами, мікробними полісахаридами, що дозволяє отримати казеїновий комплекс сконцентрований у п'ять - сім разів, який не змінює свого розчинного колоїднодисперсного стану. Це рідина подібна до вершків 15-30 % жирності, яка повністю розчиняється у воді і молочної сировині. Теплова обробка до 100 °С не змінює його розчинності [103].

Комбінація кисломолочного продукту з полісахаридами рослинного походження стимулює ріст і активує корисну мікрофлору організму людини, посилює всмоктування кальцію. При виробництві функціональних напоїв запропоновано використовувати сироватко-полісахаридну фракцію (СПФ), яку отримують при розподіленні молока пектином. Встановлено, що СПФ сприяє збільшенню вмісту фосфоліпідів і зниженню рівня тригліцеридів, внаслідок чого зростає антиоксидантна активність крові, зменшується джерело утворення гідроперекисів, знижується кількість перекисних продуктів крові, що сприяє стабілізації клітинних мембран і підвищує стійкість організму до дії несприятливих факторів.

Перспективною сировиною для продуктів функціонального призначення визнано зернові культури та продукти їх переробки. Зародки і висівки пшениці багаті на мінеральні речовини – кальцій, фосфор, магній, залізо; вітаміни – токофероли, тіамін, рибофлавін, піридоксин, ніацин, поліненасичені жирні кислоти.

Вуглеводи представлені у вигляді крохмалю, клітковини, геміцелюлози, лігніну, гумі та розчинних вуглеводів, до складу яких

відноситься сахароза і вільні редукуючі цукри. Висівки вміщують велику кількість харчових волокон. Сполучення зернових компонентів з молочною основою значно підвищує харчову і біологічну цінність готового продукту.

При розробці кисломолочних функціональних продуктів використовували добавки з топінамбуру у вигляді порошоків подрібнених коренів топінамбуру, інуліну, фруктозо глюкозного сиропу. Визначена оптимальна кількість добавок для йогуртів, ацидофіліну, сирної маси. Розроблені продукти мають однорідну консистенцію, приємний фруктовий присмак, кремовий колір, рН 4,1...4.6.

Таким чином, до основних шляхів розвитку молочної промисловості в теперішній час слід віднести впровадження нових технологій кисломолочних продуктів, які дають змогу гарантувати безпечність і високу якість продукції, а також підбір відповідних мікроорганізмів і рослинних інгредієнтів, що дозволить значно розширити асортимент ферментованих молочних продуктів функціональної спрямованості і задовольнити вимоги споживачів.

Виробництво структурованих продуктів, в тому числі кисломолочних десертних виробів, є одним з секторів молочної промисловості, який швидко і динамічно розвивається. Визначення стабілізуючої системи для певних молочних десертних продуктів достатньо складно, тому що необхідно приховувати комплекс різних факторів, таких як фізико-хімічні властивості сировини і готової продукції, взаємодію складових компонентів, органолептичні показники, безпечність, вартість, і зручність при використанні. Зростання попиту на молочні десертні продукти стимулює розробку і опановування нових технологій на багатьох молочних підприємствах [103].

Вітчизняні виробники молочних продуктів почали опановувати випуск нових на нашому ринку десертних продуктів з використанням стабілізаторів, які завозяться із-за кордону. Але конкуренція поступово збільшується, що

спонукає до відмови від використання імпортованих стабілізуючих систем і перехід на більш дешеві вітчизняні аналоги.

Населення України відчуває гостру потребу в продуктах, збагачених БАД, вітамінами, особливо антиоксидантного ряду, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, комплексами фенольних сполук, різними наповнювачами, які мають оздоровчі та лікувально-профілактичні властивості. Створення і виробництво нових видів комбінованих кисломолочних продуктів дозволяє розширити асортимент, максимально використати всі компоненти молока, вторинну молочну сировину і різні збагачуючі компоненти рослинного походження, які сприяють підвищенню імунного статусу організму людини.

Одним з перспективних напрямків створення функціональних кисломолочних ферментованих продуктів є розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур.

Критеріями відбору штамів лакто- і біфідобактерій для заквашувальних композицій є їх біологічна активність, тобто здатність забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволяють отримати десертні кисломолочні продукти з певними фізико-хімічними і реологічними властивостями [104].

Вибір біологічно активних штамів лакто- та біфідокультур для виробництва молочних ферментованих десертних продуктів здійснювали з числа штамів, які знайшли широке використання при виробництві кисломолочних функціональних продуктів. Нами проведено дослідження лактобактерій, що культивуються на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, для визначення штамів, які мають найбільшу здатність зброджувати лактозу,

протеолітичну активність, стійкість до кухонної солі, фенолу та антибіотиків, а також дослідження, які пов'язані з визначенням оптимальних умов культивування молочнокислих бактерій при виробництві десертних ферментованих продуктів функціонального призначення [104].

Для цього використали штам *Lactococcus lactis ssp. lactis*, який широко застосовується при виробництві кисломолочних продуктів. Культивування молочнокислих бактерій проводили на стандартному рідкому середовищі. Облік результатів досліджень проводили шляхом вимірювання оптичної щільності рідких поживних середовищ в залежності від часу культивування на фотоелектроколориметрі КФК-3 за загально прийнятою схемою.

Результати визначення оптимальних умов вирощування мікроорганізмів в залежності від рН і температури наведено у табл. 2.1 та табл. 2.2.

Таблиця 2.1

**Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від рН поживного середовища**

рН	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО10 <sup>7</sup> /1 см <sup>3</sup>
5,5	275±3,3
6,0	288±23,2
6,5	475±3,5
7,0	496±26,0
7,5	450±21,4
8,5	10±4,5

Результати свідчать, що найбільший ріст молочнокислих бактерій *Lactococcus lactis ssp. lactis* – при рН 7,0 і температурі 37...40 °С, мінімальний – при рН 8,5 і температурі 50 °С. Лактоза, що міститься у молоці, є основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски.

Нами проведено скринінг молочнокислих бактерій, які оцінювали за

такими показниками як здатність зброджувати лактозу, рівень кислотоутворення та протеолітична активність.

Таблиця 2.2

**Залежність росту *Lactococcus lactis ssp. lactis* від температури**

Температура, °C	Кількість клітин мікроорганізмів, КУО 10 <sup>7</sup> в 1 см <sup>3</sup>
32	203±35,5
37	495±7,1
40	461±18,4
45	161±18,4
50	19±1,2

В якості поживного середовища використовували знежирене молоко, стерилізоване при температурі (121±2) °C з витримкою (15±5) хв. Енергію кислотоутворення визначали за накопиченням молочної кислоти методом титрування розчином лугу [103].

Результати проведених досліджень найбільш поширених штамів молочнокислих бактерій за кількістю збродженої за 24 год. лактози, рівнем кислотоутворення та кількістю життєздатних клітин мікроорганізмів наведено в табл. 2.3.

Серед досліджених нами штамів високий рівень споживання лактози спостерігається у *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *S. thermophilus*, що узгоджується з літературними даними. Відомо, що найбільший лактозозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи, серед яких найвищою β-галактозидазною активністю володіє використаний нами штам *Str. thermophiles*.

Фермент β-галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно гідролізує лактозу молока при рН 6,7. Стимулюють активність β-галактозидази катіони молока [104].

## Характеристика властивостей досліджених штамів лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількості штамів	Кількість споживаної лактози, %	Рівень кислотоутворення, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку,
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	17,2±4.7	157,6±2.1	8,9±0,2
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	15,1±6,5	100,8±4,4	8,5±0,2
<i>Lactobacillus casei</i>	3	9,4±6,3	145,7±1,3	8,6±0,2
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	5,9±2,6	127,2±3,2	8,1±0,2
<i>S. thermophilus</i>	3	38,0±7,3	99,8±1,4	8,3±0,2
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	45,3±6,9	291,9±3,3	8,6±0,2
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	40,5±7,1	305,0±5,1	8,4±0,2

При дії ферменту  $\beta$ -галактозидази на молочний цукор утворюються біфідогенні продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток. Представлені данні свідчать, що всі досліджені штами придатні до розвитку у молоці.

Аналізуючи кислотоутворюючу здатність дослідних штамів молочнокислих бактерій, слід відзначити, що лактококи і стрептококи характеризуються високим рівнем кислотоутворення, але лактобацили *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *Lactobacillus acidophilus* перевищують інші молочнокислі бактерії за рівнем кислотоутворення. За даними фахівців, штами молочнокислих стрептококів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *S. thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* продукують переважно L(+) –молочну кислоту, яка є більш фізіологічно сприятливою для

організму людини. Ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи, тощо, внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілія і лактоцидин, дія яких посилюється в присутності молочної кислоти [94].

Оцінку протеолізу білків зазначеними молочнокислими бактеріями визначали за приростом кількості вільних амінокислот у плазмі, після осадження білків молока 5,0 % розчином трихлороцтової кислоти, відносно контролю – вмісту вільних амінокислот у стерилізованому молоці до процесу ферментації (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

### Протеолітична активність лактобактерій

Вид лактобактерій	Кількість досліджених штамів	Приріст вільних амінокислот у плазмі молока, %	
		циклічні	ациклічні
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	3	15-85	17-58
<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>	3	1-35	(-3) - 27
<i>Lactobacillus casei</i>	3	(-4)-16	98-175
<i>Lactobacillus plantarum</i>	3	45-60	101-187
<i>S. thermophilus</i>	3	(-24) - 78	(-30)-115
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	22-154	191-673
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	3	98-147	180-710

Наведені в табл. 2.4. дані свідчать, що досліджені штами лактобактерій мають різну протеолітичну активність. За думкою фахівців, сумарна кількість вільних амінокислот, що міститься у продукті, залежить від процесів протеолітичного розщеплення білків молока, тобто вивільнення амінокислот і пептидів, та одночасного їх споживання в процесі розвитку молочнокислих культур. Найбільший приріст вільних амінокислот спостерігається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *L. Acidophilus* [102].

Серед досліджених штамів лактобактерій присутні такі, що знижують кількість вільних амінокислот, порівняно з початковим рівнем. Такі штами мікроорганізмів для розвитку у молоці потребують додаткового внесення азотовмісних сполук або сумісного використання з іншими молочнокислими культурами, які володіють значною протеолітичною активністю, такими як *L. acidophilus* або *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. Результати проведених нами пошуків свідчать, що всі досліджені штами молочнокислих бактерій здатні розвиватися у молоці, мають високу активність до зброджування лактози та протеолізу білків молока. Значний вплив на життєздатність лакто- та біфідокультур, які надходять з молочними ферментованими продуктами до організму людини, має травна система. Тому, поряд з визначенням кількості зродженої лактози, здатністю до кислотоутворення і протеолітичною активністю молочнокислі бактерії оцінювались нами за стійкістю до умов інгібіторів їх росту – шлункового соку, жовчі, фенолу, хлориду натрію та антибіотиків [98].

Встановлено, що всі дослідні штами лактобактерій мають стійкість до інгібіторів їх розвитку: кислого середовища, характерного для рН шлунку (рН 2,0), 40 % жовчі, 0,3 % розчину фенолу, 4,0 % кухонної солі, пеніциліну і стрептоміцину, фагочутливість їх знаходиться на рівні 1,33%. Враховуючи відомості щодо видового складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини, а також досвід з використання чистих культур при виробництві продуктів спеціального призначення [99], нами для отримання симбіотичних систем і використання їх при створенні ферментованих десертних продуктів функціонального призначення були вибрані кілька штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum subsp. longum* B 379 M, *Bifidobacterium adolescentis* B-1. Проведено дослідження вказаних штамів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту, а також їх технологічних властивостей за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН),

кількість життєздатних клітин у згустку.

В роботі використали стерилізоване знежирене молоко, яке нагрівали до температури 40°C, очищували, нагрівали до температури 65°C, гомогенізували при тиску P=15 МПа, стерилізували при температурі (121±2) °С з витримкою (15±5) хв., охолоджували до температури заквашування – (37±1) °С і вносили закваску з чистих культур біфідобактерій у кількості 5,0 %, яка містить  $1 \times 10^7$  КУО/см<sup>3</sup>, та проводили ферментацію при температурі (37±1) °С.

Результати проведеної перевірки вибраних видів біфідобактерій на стійкість до інгібіторів росту наведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5

**Стійкість досліджених штамів біфідобактерій  
до інгібіторів росту**

Вид біфідобактерій	pH 2 од.	Ph 9 од.	40 % жовчі	0,4 % фенолу	4,5 % NaCl
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium longum subsp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	+	+	+	+	+

Примітка: «+» – позитивний результат, «-» – негативний результат

Нами встановлено, що дослідні штами біфідобактерій в процесі розвитку мають стійкість до високої концентрації жовчі, фенолу, низьких та високих показників рН, а також не утворюють каталазу і сірководень, не відновлюють нітрати і нітроти, не розріджують желатину. Враховуючи, що між штамми біфідобактерій можливий синергізм, внаслідок чого при їх сумісному використанні можуть покращитися їх технологічні властивості, нами проведені дослідження з визначення можливості використання досліджених штамів біфідобактерій у консорціумі співвідношення 1:1:1 із

вмістом біфідобактерій кожного штаму  $1 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup>.

Дослідження технологічних властивостей вибраних штамів біфідобактерій та їх консорціуму проводили за такими показниками, як активність ферментації молока, енергія кислотоутворення, активна кислотність після ферментації (рН), кількість життєздатних клітин у згустку (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

#### Технологічні властивості дослідних штамів біфідобактерій

Вид біфідобактерій	Активність ферментації, год.	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см <sup>3</sup>
<i>B. bifidum</i>	49±3	4,8±0,2	63±4	8,1±0,2
<i>B. longum</i>	48±5	4,8±0,2	61±2	7,9±0,2
<i>B. adolescentis</i>	49±4	4,7±0,2	64±3	7,8±0,2
Консорціум	32±2	4,7±0,1	66±3	8,9±0,1

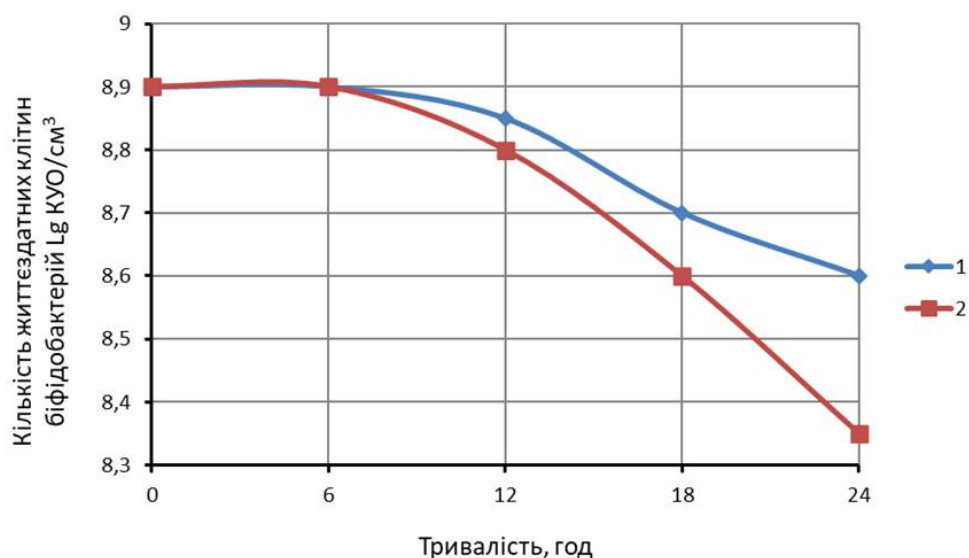
Результати експериментів показали, що всі досліджені штами біфідобактерій, а також їх консорціум, дуже повільно ферментують молоко і утворюють нещільні згустки з відокремленням сироватки. Отримані згустки мають низькі показники титрованої кислотності і рН. Це можливо пояснити тим, що при ферментації лактози, як встановлено рядом дослідників [101, 102], біфідобактерії разом з молочною кислотою накопичують також оцтову кислоту (до 30...40 %), яка має значно вищий ступінь дисоціації, що призводить до зниження активної кислотності молока.

Іони водню, які утворюються внаслідок дисоціації молочної та оцтової кислот, приєднуються до вільних карбоксильних груп кислот і кислотних груп фосфорної кислоти казеїну, придушують їх дисоціацію і тим самим знижують від'ємний заряд міцел казеїну. Під дією молочної і оцтової кислот відбувається дестабілізація міцели казеїну внаслідок відщеплення від

казеїнат кальцій фосфатного комплексу і переходу у плазму фосфату кальцію та органічного кальцію, які є його структурними елементами. Фосфат кальцію під дією молочної і оцтової кислот переходить із нерозчинного стану у розчинний лактат кальцію. Таким чином отримані нами дані свідчать, що біфідобактерії здатні розвиватися в присутності лактози, накопичувати біомасу і знижувати активну кислотність молока.

Для визначення стійкості отриманого нами консорціуму біфідобактерій до несприятливих умов кислотності шлунку та в залежності від тривалості зберігання готової продукції, опираючись на результати дослідів фахівців з визначення стійкості окремих видів біфідобактерій в умовах наближених до шлунку (соляна кислота рН 2,0 і рН 3,0), а також в умовах зберігання готової продукції (молочна кислота рН 3,0 і рН 4), нами проведено дослідження з визначення життєздатності клітин отриманого консорціуму біфідобактерій до аналогічних несприятливих умов, використовуючи обрану фахівцями тривалість витримки, при використанні НС1 – 5,0 годин, при використанні молочної кислоти – 24 год. В якості контролю використали стерилізоване заквашене молоко [101]

Дослідження показали, що кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму протягом 5 годин зберігання в присутності соляної кислоти поступово зменшується. Але слід відзначити, що порівняно з контролем кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму втрачається на рівні (%): протягом першої години зберігання при рН 3,0 – 0, другої – 0,6, третьої – 1,7, четвертої – 2,5, п'ятої – 5,2; при рН 2,0, відповідно. Втрати життєздатних клітин біфідобактерій у консорціумі після п'яти годин зберігання при рН 2,0 майже в 2 рази більше, ніж при рН 3,0. Результати дослідження життєздатності клітин біфідобактерій у консорціумі в умовах зберігання готової продукції (в присутності молочної кислоти) наведені на рис. 2.1.



**Рис. 2.1. Кількість життєздатних клітин консорціуму біфідобактерій від тривалості зберігання в присутності молочної кислоти: 1 - рН 4,0; 2 - рН 3,0**

В присутності молочної кислоти при зберіганні отриманих згустків протягом 24 год. кількість життєздатних клітин біфідобактерій консорціуму після 6 годин зберігання починає поступово зменшуватись і через 24 години втрата їх при рН 4,0 становить 3,4 %, при рН 3,0 – 6,2 %.

Наведені дані дозволяють зробити висновок, що створений консорціум із використаних штамів біфідобактерій є ефективним і його можливо використовувати при виробництві ферментованих десертних продуктів. Отримані експериментальні дані слід розглядати як основу для прогнозування збереження активності біфідобактерій при проходженні через шлунково-кишковий тракт і можливість прижитися у кишківнику, а також дозволяє прогнозувати виживання біфідобактерій у складі молочних ферментованих десертних продуктів в процесі зберігання.

Отримані результати свідчать, що створення консорціумів з окремих штамів біфідобактерій дозволяє значно покращити технологічні властивості біфідобактерій, якщо при використанні окремих культур згустки

утворювались через 48...49 годин, то при використанні консорціуму біфідобактерій термін утворення згустків скоротився до 28...32 годин, а кількість життєздатних клітин підвищується у середньому в 3...4 рази, що вказує на відсутність взаємного пригнічення використаних штамів біфідобактерій консорціуму, а також на те, що використані штами біфідобактерій у консорціумі стимулюють розвиток одне одного [98]. При цьому органолептичні показники отриманих кисломолочних згустків не змінюються.

Отже можна зробити висновок, що для розвитку чистих культур біфідобактерій необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них азотистими та іншими поживними речовинами.

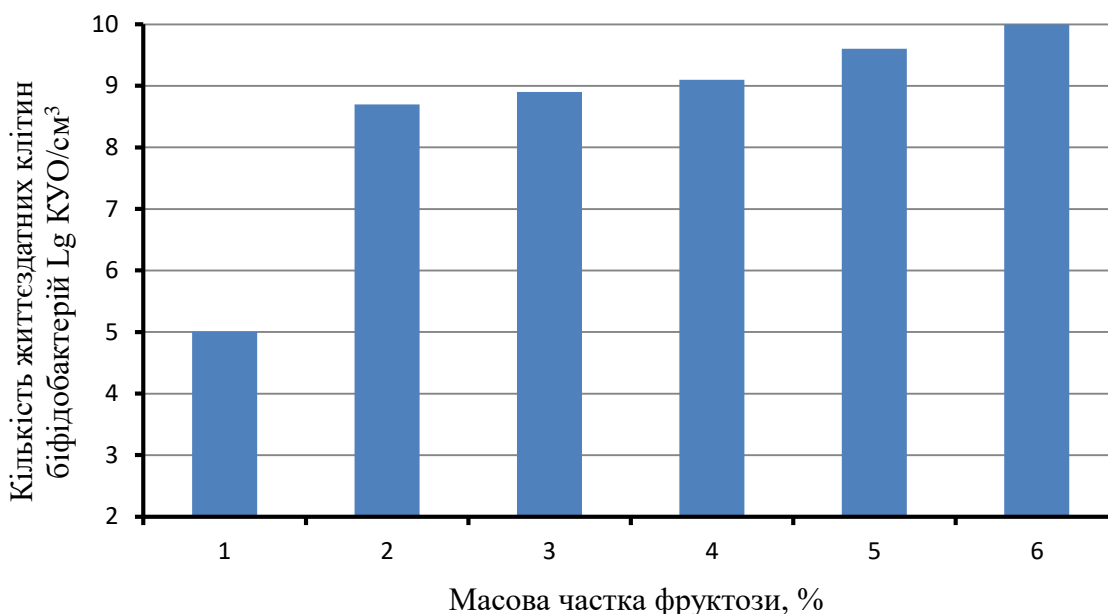
### **2.3.3. Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів**

Створення синбіотичних функціональних продуктів з використанням пребіотиків – інгредієнтів природного походження, які здатні стимулювати розвиток пробіотичних культур відноситься до перспективних напрямків розширення асортименту функціональних продуктів харчування.

Нами проведено дослідження впливу фруктози, лактулози та інуліну як біфідогенних факторів на розвиток біфідобактерій. В якості контролю використали стерилізоване знежирене молоко без біфідостимуляторів, заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості.

У стерилізоване знежирене молоко додавали від 0,1 до 0,5 % фруктози. Отриману суміш нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску  $P=(15\pm 2)$  МПа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі

(121±2) °C з витримкою (15±5) хв., охолоджували до температури заквашування – (37±1) °C. В охолоджену суміш вносили стартову культуру і проводили ферментацію до рН 4,6...4,7, тобто до утворення згустку. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки фруктози як біфібостимулюючого фактора наведені на рис. 2.2.



**Рис. 2.2. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках в залежності від масової частки фруктози: 1 - контроль; 2-0,1 %; 3 - 0,2 %; 4 - 0,3 %; 5 - 0,4 %; 6 - 0,5 %.**

Значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, за думкою фахівців, можна пояснити тим, що в процесі молочнокислого бродіння фруктоза є первинною ланкою у метаболізмі біфідофлори. У вигляді фруктозо-6-фосфату фруктоза включається у процес бродіння, що сприяє більш швидкому накопиченню біомаси біфідобактерій [105].

Лактулоза є найбільш дослідженим пребіотиком у світі. Відмінність лактулози від інших цукрів полягає в тому, що вона не перетравлюється у верхньому відділку шлунково-кишкового тракту, а надходить в товсту кишку

у незмінному вигляді, де слугує стимулятором росту і розвитку власної біфідофлори «господаря». В той же час лактулоза не слугує субстратом для патогенної мікрофлори, в тому числі кишкової палички і сальмонели [106, 107].

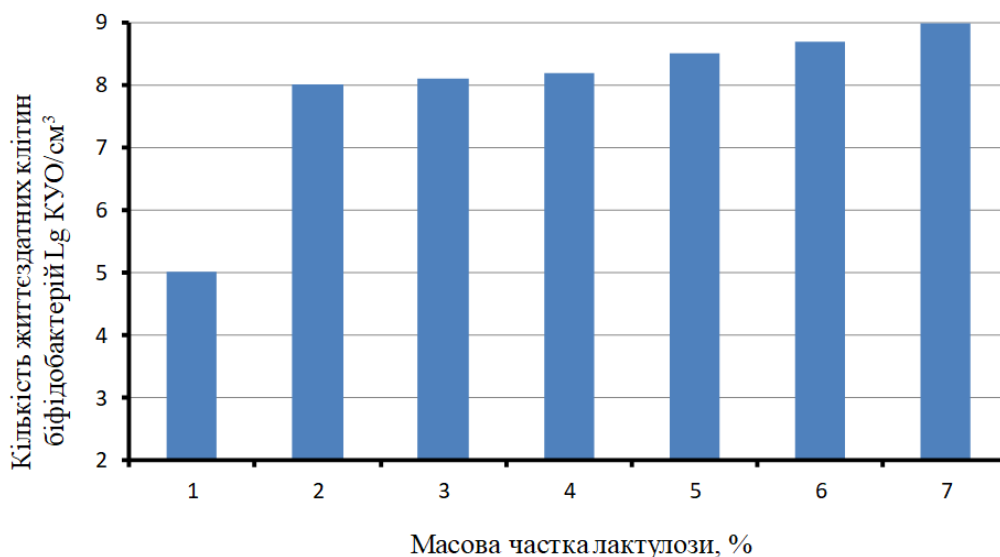
Сьогодні на ринку України присутній концентрат лактулози «Лактусан» у вигляді сиропу, який містить 40 % лактулози. Клінічними дослідженнями доведено, що він може бути рекомендований як пребіотична добавка при виготовленні ферментованих кисломолочних продуктів функціональної спрямованості при захворюваннях шлунково-кишкового тракту [108].

Для визначення оптимальної кількості сиропу «Лактусан» у десертних ферментованих кисломолочних продуктах, нами *in vitro* проведено дослідження, які пов'язані з визначенням пребіотичних властивостей сиропу лактулози при використанні консорціуму біфідобактерій (*B. bifidum* + *B. longum* + *B. adolescentis*). Опіраючись на відомості з використання лактулози при виробництві молочних продуктів, сироп лактулози вносили у стерилізоване знежирене молоко у кількості, яка відповідала збільшенню концентрації лактулози у молоці від 0,1 до 0,6 %. В підготовлену суміш вносили 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією  $1 \times 10^4$  КУО/см<sup>3</sup>.

Контролем слугувало стерилізоване знежирене молоко заквашене консорціумом біфідобактерій без додавання лактулози. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само, як і з використанням біфідостимулятора фруктози. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій від масової частки лактулози у знежиреному молоці наведено на рис. 2.3.

Наведені дані свідчать, що для досягнення пробіотичного ефекту достатньо внести 0,1 % лактулози, і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в процесі ферментації протягом 6 годин, порівняно з

вихідною кількістю  $1 \times 10^2 \text{ КУО/см}^3$  збільшується до  $6 \times 10^9 \text{ КУО/см}^3$ . Це свідчить, що кількість біфідобактерій, яка утворюється в присутності 0,1 % лактулози, здатна забезпечити пробіотичний ефект впливу на організм людини.



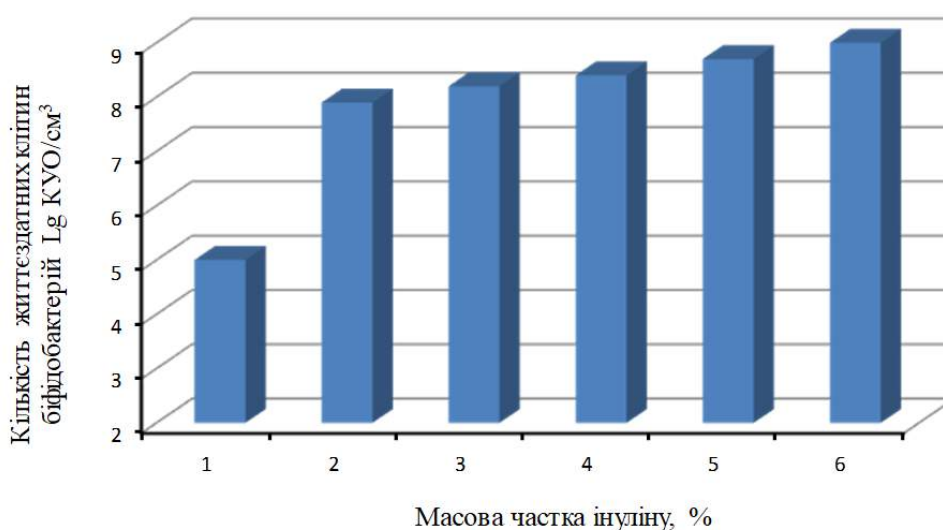
*Рис. 2.3. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустках від масової частки лактулози: 1 – контроль; 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %; 7 – 0,6 %*

Відомо, що поряд з пребіотичним ефектом, який забезпечує лікувально-профілактичний вплив на стан пробіотичної мікрофлори кишківника, лактулоза впливає також на функціонування печінки та нервової системи, тому вміст її у кисломолочних продуктах повинен складати не менше 0,6%.

В якості біфідостимулятора нами було використано інулін у вигляді сухого водорозчинного концентрату топінамбура, до вуглеводного складу якого входить не менше 70 % інуліну. Наважки концентрату топінамбуру від 0,1 до 0,5 % розчиняли у невеликій кількості стерилізованого знежиреного молока, нагрівали при постійному перемішуванні до температури  $(90 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ , витримували протягом 5 хв., охолоджували до температури  $(55 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  і

додавали до стерилізованої молочної основи. Технологічну підготовку отриманої суміші до заквашування і процес заквашування проводили так само і у тій же кількості, як і з використанням біфідостимуляторів фруктози та лактулози.

Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках від масової частки інуліну, як біфібостимулюючого фактора, наведені на рис. 2.4.



**Рис. 2.4. Залежність кількості життєздатних клітин біфідобактерій у кисломолочних згустках в залежності від масової частки інуліну: 1 – контроль; 2 – 0,1 %; 3 – 0,2 %; 4 – 0,3 %; 5 – 0,4 %; 6 – 0,5 %.**

При використанні в якості біфідостимулятора інуліну відбувається значне зростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, що можна пояснити хімічним складом концентрату топінамбура, вуглеводи якого представлені інуліном, фруктозою і її похідними.

Крім того, до складу концентрату топінамбура входять повноцінні білки, вітаміни, мінеральні речовини, пектини, які теж сприяють покращенню росту і розвитку біфідобактерій.

Таким чином, представлені результати з дослідження дії обраних нами

біфідостимуляторів свідчать, що добавки фруктози, лактулози та інуліну навіть у кількості 0,1 % здатні забезпечити пробіотичний ефект, стимулювати ріст і розвиток біфідобактерій у знежиреному стерилізованому молоці в кількості значно вищій, ніж  $1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>.

За думкою фахівців, лактулоза і лактоза гідролізуються до моноцукрів, які виконують роль енергетичного матеріалу для розвитку біфідобактерій.

Для визначення раціональних технологічних параметрів процесу зброджування проведено дослідження процесу ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій в сумісній присутності вибраних нами біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну. У стерилізоване знежирене молоко вносили попередньо підготовлені біфідостимулятори при температурі  $(55 \pm 2)$  °С.

Подальші операції обробки отриманої суміші проводили у послідовності і технологічних режимах наведених раніше. В підготовлену суміш вносили 5,0 % закваски у вигляді консорціуму біфідобактерій із концентрацією  $1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>. Контролем було знежирене стерилізоване молоко без стимуляторів росту заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості.

Процес ферментації проводили до утворення згустків (рН 4,6...4,7). В процесі заквашування визначали зміну активної кислотності, титрованої кислотності, а також в'язкість отриманих згустків.

За час ферментації стерилізованого знежиреного молока консорціумом біфідобактерій, який до утворення згустків триває 6 год., активна кислотність в присутності біфідостимулятора фруктози досягла рівня рН 4,64, лактулози – рН 4,6, інуліну – рН 4,5, без біфідостимуляторів – рН 4,7, в той час як титрована кислотність досягла, відповідно, 68, 72, 74 і 52 %.

Більш низьку активну кислотність у порівнянні з контролем і значно вищу титровану кислотність зразків з біфідостимуляторами можна пояснити підвищеною активністю біфідобактерій в присутності біфідостимуляторів,

під дією яких в процесі бродіння поряд з молочною кислотою утворюється оцтова кислота, яка є більш сильним електролітом порівняно з молочною кислотою [99].

В'язкість зразків, одержаних з використанням біфідостимуляторів, залишається майже незмінною протягом перших двох годин процесу заквашування і кислотність зразків майже не змінюється. Особливо швидко відбувається наростання в'язкості наприкінці процесу заквашування.

Протягом шести годин процесу ферментації адаптованими культурами середнє значення в'язкості зразків з використанням фруктози досягло 48 с, лактулози – 46 с, інуліну – 52 с, в той час як в'язкість контрольного зразка становила тільки 41 с.

Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій після шести годин зброджування в присутності біфідостимуляторів показало, що всі отримані згустки мають високі пробіотичні властивості (рис. 2.5).

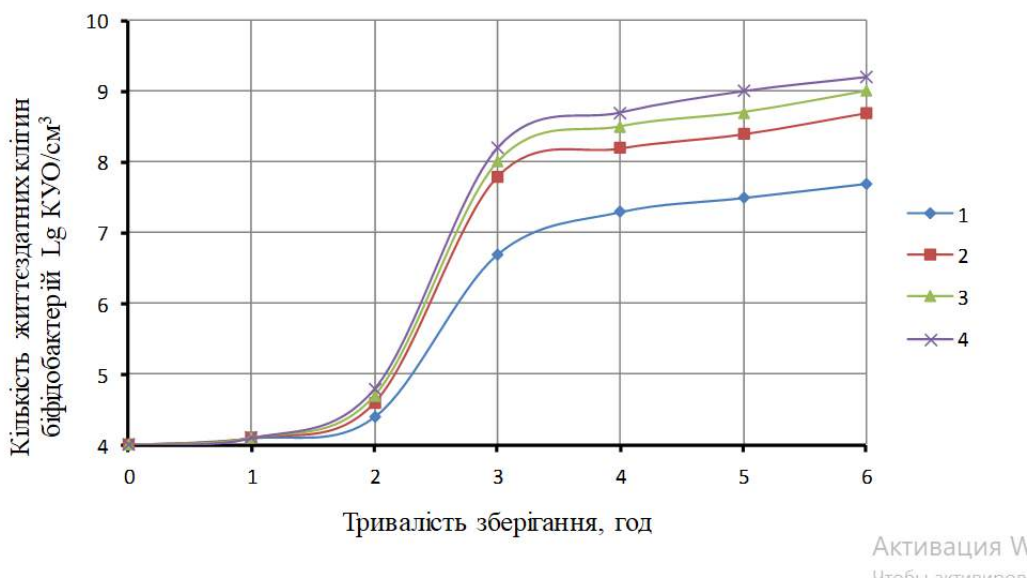


Рис. 2.5. Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у знежиреному молоці, від тривалості ферментації: 1 - контроль; 2 - фруктоза; 3 - лактулоза; 4 – інулін

Таким чином можна відзначити, що для росту і розвитку біфідобактерій найбільш сприятливим середовищем є активна кислотність в інтервалі рН 6,6...5,5. Процес ферментації знежиреного молока супроводжується поступовим збільшенням титрованої кислотності і зниженням активної кислотності за рахунок накопичення молочної і оцтової кислот, що призводить до уповільнення наростання кількості життєздатних клітин біфідобактерій, які при досягненні стану гелеутворення (рН 4,6...4,7), погано розвиваються [109].

Отже, отримані нами результати свідчать, що при використанні біфідостимуляторів – фруктози, лактулози та інуліну не тільки збільшується кількість життєздатних клітин біфідобактерій, але й значно зростає в'язкість отриманих згустків, що сприятливо впливає на органолептичні властивості готового продукту. Таким чином, отриману композицію біфідобактерій з стимуляторами активності їх росту і розвитку можна використовувати для створення синбіотиків комбінації про- і пребіотиків, призначених для виготовлення продуктів функціональної спрямованості.

#### **2.3.4. Визначення складу молочної основи для десертних ферментованих продуктів**

Основна сировина, тобто молочна основа, формує певну структуру продукту з необхідними механічними і реологічними властивостями, а немолочні рослинні компоненти, такі, як плодово-ягідні або овочеві добавки, надають ферментованим десертним продуктам привабливий зовнішній вигляд, підвищують харчову цінність, покращують структуру, подовжують строки зберігання [105].

При виробництві молочних десертних ферментованих продуктів знежирених або з низьким вмістом жиру в якості основної сировини доцільно використовувати знежирене молоко, яке у великій кількості залишається на

молочних заводах при виробництві вершкового масла і відноситься до вторинної сировини, що суттєво позначиться на собівартості готової продукції. Лактоза, що міститься у молоці, являється основною поживною речовиною для мікроорганізмів закваски, в той час як білки відіграють важливу роль в формуванні структури згустку кисломолочних продуктів. Суттєвим фактором, що визначає якість структури кисломолочних продуктів та її стабільність, є вміст сухих речовин (СР) у молочній основі, який безпосередньо пов'язаний з його густиною [106]. Підвищення вмісту СР у вихідному молоці може бути досягнуто різними методами: шляхом випаровування або концентрування; доданням сухого знежиреного молока (СЗМ); яєчних білків; білків рослинного походження - соєвого або кокосового молока; вівсяного, рисового, сочевичного, перлового, гречаного, кукурудзяного борошна.

Якщо кислотність і вміст цукру або цукрозамінника в продукті можна регулювати в процесі виробництва, то в'язкість і консистенція продукту визначається вмістом білка у молочній основі, видом і вмістом доданих до десертних ферментованих продуктів структуроутворювачів. У зв'язку з цим дуже важливо нормалізувати молоко за кількістю СР, збільшуючи у його складі масову частку сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) [107].

Підвищення у молочній основі вмісту СЗМЗ сприяє збільшенню кількості контактів між частинами казеїну при коагуляції на одиницю об'єму дисперсійного середовища і призводить до більш інтенсивної їх взаємодії. Внаслідок цього зростає в'язкість продукту і покращується його консистенція. Відомо також, що збільшення концентрації СЗМЗ у поживному середовищі суттєво стимулює ріст і розвиток біфідобактерій за рахунок збільшення кількості сірковмісних амінокислот [49].

Підвищення їх вмісту у молочній основі підвищує титр біфідобактерій, а збільшення у молочній суміші вмісту казеїнат кальційфосфатного комплексу (ККФК) – утворює буферну систему, яка стримує наростання

кислотності при збільшенні біомаси.

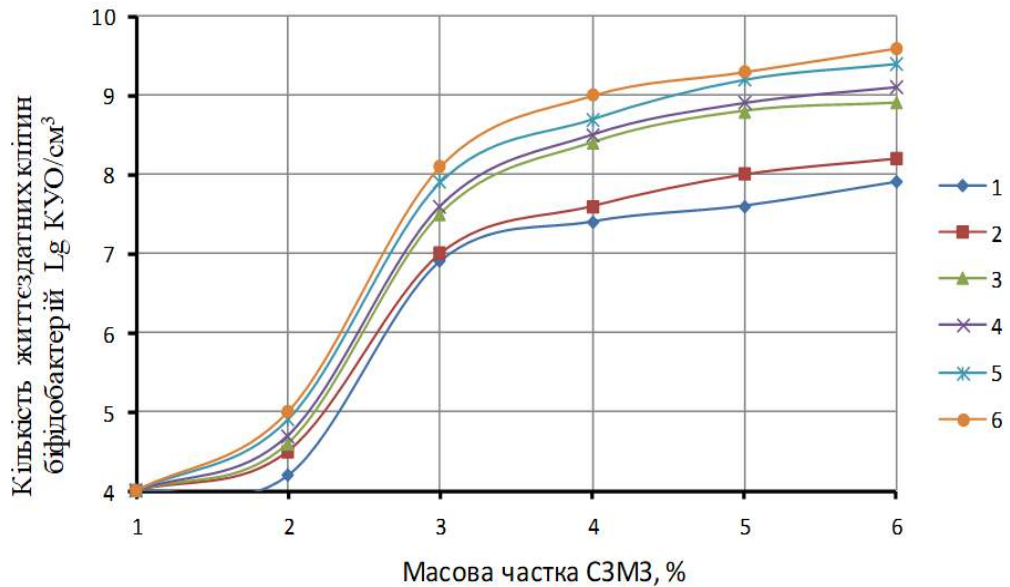
Таким чином, при виготовлені молочних десертних ферментованих продуктів необхідною технологічною операцією є нормалізація молока за масовою часткою СЗМЗ з використанням СЗМ, а нормалізацію молочної основи за жиром доцільно проводити вершками. Для забезпечення певної консистенції кисломолочних ферментованих продуктів знежирених, або з низьким вмістом жиру рекомендується збільшити вміст СЗМЗ у молочній основі до 18...20 %.

В якості основної сировини в роботі використали знежирене молоко кислотністю 18 °Т і густиною 1032 кг/м<sup>3</sup>, яке нормалізували СЗМ для отримання оптимального складу молочної основи за СЗМЗ як поживного середовища для біфідобактерій [108].

Тому нами проведена робота з визначення необхідної кількості СЗМ для отримання молочної основи, яка забезпечить збільшення титру біфідобактерій і забезпечить певні фізико-хімічні властивості кисломолочним згусткам. Для визначення раціональної концентрації СЗМЗ, у стерилізоване знежирене молоко, яке містить СР 9,0 % , СЗМЗ – 8,95 %, білка – 3,0 %, додавали СЗМ у кількості, яка дозволила збільшити вміст СЗМЗ на 10, 20, 30, 40, 50 %, і становила, відповідно, 9,8 %, 10,7 %, 11,6 %, 12,5 і 13,4 % СЗМЗ у молоці, при цьому кількість білка у молочній основі збільшувалась і становила, відповідно, 3,4, 3,7, 4,1, 4,4, 4,8 %, що стимулює розвиток біфідобактерій. Контролем було знежирене стерилізоване молоко заквашене консорціумом біфідобактерій у тій же кількості, але без додавання СЗМ. Процес ферментації проводили до рН 4,6.

В процесі роботи контролювали кількість життєздатних клітин біфідобактерій у згустках і термін їх утворення [109].

Результати дослідження накопичення клітин біфідобактерій у процесі ферментації при використанні молочного середовища з різною масовою часткою СЗМЗ представлено на рис. 2.6.



**Рис. 2.6. Ріст біфідобактерій в залежності від масової частки СЗМЗ у молоці:** 1 – 8,95 % (контроль); 2 – 9,8 % СЗМЗ; 3–10,7 % СЗМЗ; 4 – 11,6 % СЗМЗ; 5 – 12,5 % СЗМЗ; 6 – 13,4% СЗМЗ

Різке зростання кількості життєздатних клітин у молоці спостерігається при СЗМЗ 12,5 %. При подальшому збільшенні СЗМЗ у молоці до 13,4 %, кількість життєздатних клітин біфідобактерій підвищується, але при цьому попередити агрегацію білків молока при використанні фруктових-ягідних наповнювачів.

У світовій практиці, при виробництві різних кисломолочних продуктів в якості закваски використовують комбінації біфідо- і лактобактерій. Продукти життєдіяльності лактобактерій здатні забезпечити необхідний склад поживного середовища для стимуляції росту та розвитку біфідобактерій у молоці, а також надати продукту певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей [109].

Біфідобактерії підтримують слабкокисле рН у товстому кишечнику за рахунок синтезу оцтової і молочної кислот, що пригнічує ріст багатьох видів патогенної і умовно-патогенної мікрофлори, а молочнокислі бактерії,

зокрема *Lactobacillus acidophilus*, продукують антибіотики ацидофілія і лактоцидин, які володіють значно вищою антагоністичною активністю порівняно з біфідобактеріями по відношенню до таких тест-культур, як *E. coli*, *B. subtilis*, *S. Epider-mitidis* тощо [110].

В результаті проведених нами попередніх досліджень встановлено, що при виробництві молочних десертних ферментованих продуктів доцільно використовувати молочнокислі бактерії *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* або *Lactobacillus acidophilus*, які мають високий рівень кислотоутворення і продукують значну кількість вільних циклічних і ациклічних амінокислот необхідних для розвитку біфідобактерій, а також *S. thermophilus* чи *L. acidophilus*, які володіють значно вищою  $\beta$ -галактозидазною активністю необхідною для гідролізу лактози, у порівнянні з іншими мезофільними культурами [111].

Термофільні стрептококи мають здатність поряд з (3-галактозидазною активністю, підвищувати в'язкість і стабільність кисломолочного згустку, знижувати кислотність. Для підвищення пробіотичних і антагоністичних властивостей молочних десертних ферментованих продуктів в роботі використали консорціум лактобактерій *S. thermophilus* і *L. acidophilus* у співвідношенні 1:1. Співвідношення біфідо- і лактобактерій має певний вплив на процес заквашування і якість отриманих згустків. Підвищення у складі закваски кількості біфідобактерій, призводить до зниження в'язкості кисломолочних згустків, подовження процесу сквашування і погіршення органолептичних властивостей, а збільшення вмісту лактобактерій – до підвищення кислотності і погіршення росту і розвитку біфідобактерій.

У зв'язку з цим нами проведені дослідження з визначення впливу сумісного використання консорціумів біфідо- і лактобактерій на енергію кислотоутворення і кількість життєздатних клітин біфідобактерій в отриманих згустках [112].

Знежирене молоко підігрівали до  $t = 40...45$  °C, нормалізували за

вмістом СЗМЗ до рівня 12,5 % за допомогою СЗМ, що за результатами наших досліджень забезпечує покращення консистенції ферментованих молочних продуктів і стримує процес синерезису утворених згустків.

Результати дослідження впливу консорціумів адаптованих лакто- і біфідобактерій, а також їх комбінації, на енергію кислотоутворення і кількість життєздатних клітин у згустку протягом 6 год. (табл. 2.7).

Отримані результати свідчать, що при використанні композиції консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення композиції, порівняно з консорціумом біфідобактерій, зростає, але зменшується порівняно з консорціумом лактобактерій, що є сприятливим явищем для росту біфідобактерій [113].

Таблиця 2.7

**Дослідження технологічних властивостей композицій  
мікроорганізмів**

Консорціум мікроорганізмів	Активна кислотність, рН	Енергія кислото- утворення, °Т	Кількість життєздатних клітин, Lg КУО/см <sup>3</sup>	
			біфідобактерії	лактобактерії
Консорціум лактобактерій ( <i>Lb. acidophilus</i> + <i>Str. thermophilus</i> ) (1:1)	4,5±0,2	73±0,5	-	7,2±0,2
Консорціум біфідобактерій ( <i>B. bifidum</i> + <i>B. longum</i> + <i>B. adolescentis</i> ) (1:1:1)	4,7±0,2	66±0,3	8,9±0,2	-
Композиція (консорціум біфідобактерій + консорціум лактобактерій) (2:1)	4,6±0,2	69±0,5	9,5±0,3	8,0±0,2

Також у розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, що накопичується в результаті життєдіяльності використаних штамів лактобактерій, і як наслідок, зростає кількість життєздатних клітин

біфідобактерій [114].

Важливою характеристикою штамів пробіотичних бактерій, які використовуються при виробництві функціональних продуктів, є їх антагоністична дія по відношенню до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

У зв'язку з цим нами в умовах *in vitro* досліджено антагоністичну активність консорціуму штамів біфідобактерій і їх композиції з консорціумом лактобактерій. Для визначення антагоністичної активності використали тест-культури патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *B. subtilis*. Аналіз антагоністичної активності дослідних зразків проводили, використовуючи метод лунок. В чашках Петрі контролювали розміри зон пригнічення росту патогенних і умовно-патогенних тест-культур при внесенні створених нами консорціумів і їх композиції [115].

Отримані нами дані свідчать, що антагоністична активність консорціуму біфідобактерій вища, ніж консорціуму лактобактерій. При їх спільному використанні антагоністична активність підвищується, що свідчить про можливість використання отриманої композиції з біфідо- і лактобактерій при виготовленні молочних десертних ферментованих продуктів функціональної спрямованості.

Використання комплексних заквасок на основі композиції пробіотичних мікроорганізмів, які дозволяють отримати готовий продукт з великою кількістю життєздатних клітин біфідобактерій і значною антимікробною активністю, є новим підходом до створення молочних десертних ферментованих продуктів нового покоління [116].

## 2.4. Технологія молочних продуктів на основі фітосировини

Лікарсько-технічна сировина є найважливішим джерелом надходження в організм людини вітамінів, клітковини й інших біологічно активних речовин, характеризується рядом технологічних властивостей; солі природних мінеральних вод є джерелом комплексу мінеральних речовин. Дані види сировини є перспективними у виробництві продуктів на основі молочної сироватки, тому що сировинні можливості дозволяють задовольнити харчову промисловість у цих видах сировини і виробництво товарів з їх використанням не створює передумов до виникнення різних алергічних захворювань, пов'язаних із вживанням населенням незвичних імпортованих продуктів і напоїв [117].

Дикорослі плоди та ягоди і продукти їх переробки багаті на комплекс натуральних БАП, серед яких особливе місце посідають фенольні речовини, за складом і вмістом яких вони значно перевершують культурні сорти. Фенольні речовини здатні нейтралізувати, зв'язувати і виводити з організму шкідливі для здоров'я людини компоненти, а також стимулювати імунну систему організму. Ці чинники особливо важливі за нинішньої екологічної ситуації у світі [110].

Харчова та біологічна цінність рослинної сировини зумовлена її хімічним складом, який залежить від сорту, місця зростання, часу збору, кліматичних умов, технології переробки та інших чинників. Водночас актуальною проблемою у переробці плодово-ягідної сировини є забезпечення найбільш повного вилучення його цінних компонентів (вуглеводи, багатоатомні спирти, пектин, азотисті речовини, вітаміни, мінеральні речовини і т. д.).

Аналіз літературних даних показав, що хімічний, вітамінний і мінеральний склад фітосировини (бузини чорної) варіює в широких межах, тому що залежить від багатьох факторів (місця зростання, погодно-

кліматичних умов, технології виробництва в цілому і методів обробки, умов і термінів зберігання).

Сировину аналізували на стадії споживчої стиглості. За органолептичною оцінкою ягоди бузини чорної мали фіолетово-чорний колір, солодкуватий, специфічний смак та аромат, що відповідає ягодам бузини. Як видно з табл. 2.8, основну частину плодово-ягідної сировини становить вода (у вільному і зв'язаному стані). У вільній воді розчинені цукри, органічні кислоти та інші речовини.

*Таблиця 2.8*

**Склад органічних кислот та цукрів у ягодах бузини чорної, %, n=3**

Сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри	
	лимонна	яблучна	бурштинова	глюкоза	фруктоза
18,61	0,971	0,212	0,192	4,269	4,133

Як видно із даних таблиці, що головну частку розчинних сухих речовин у ягодах бузини чорної становлять цукри, а саме вони представлені – глюкозою та фруктозою.

Крім цукрів, смакові властивості сировини визначаються наявністю органічних кислот. Гармонійність смаку визначається співвідношенням цукрів і кислот (цукрово-кислотним індексом), яке залежить від строку досягання плодів.

У таблиці 2.9 представлений цукрово-кислотний індекс плодово-ягідної сировини.

*Таблиця 2.9*

**Цукрово-кислотний індекс плодово-ягідної сировини, відносних одиниць**

Сировина	Показник
Ягоди чорної бузини	6,11
Сік чорної бузини	6,17

З даних таблиці 2.9 видно, що цукрово-кислотний індекс (співвідношення вмісту цукрів до кількості органічних кислот) незначно вище у свіжоприготовленого соку (приблизно на 1 %) у порівнянні зі свіжими ягодами. Це збільшення можна пояснити гідролітичним розпадом сахарози на глюкозу і фруктозу під час переробки.

Найважливішим показником ступеня використання плодово-ягідної сировини є вихід натурального соку. Він залежить від виду сировини, його фізіологічних і біохімічних властивостей. Щоб вихід соків був максимальним, використовують плоди з певним ступенем стиглості (вони не повинні бути ні недозрілими, ні перезрілими). У таблиці 2.10 представлений вихід соку із плодово-ягідної сировини бузини чорної.

*Таблиця 2.10*

**Вихід соку із ягід чорної бузини**

Сировина	Вихід соку із 1 кг сировини, г
Зрілі ягоди	620±30
Перезрілі ягоди	570±10

Як видно з таблиці 2.10, найбільший вихід соку – 62% із зрілих плодів чорної бузини, тоді як вихід соку із перезрілих всього – 57%. Сік із недозрілих плодів містить недостатню кількість сухих розчинних речовин, а з перезрілих чи тонкоподрібнених плодів виходить маса, яка погано фільтрується, забиваючи фільтрувальний матеріал, та освітлюється і залишається каламутною.

Важливою задачею є не тільки вилучення із сировини біологічно активних речовин, але й збереження їх у готовому продукті. З цією метою було проведено пастеризацію одержаного соку різними температурними режимами і встановлено, що термічна обробка до температури 78±2 °С для інактивації власного оксидазного комплексу ферментів дає змогу отримати сік, який максимально зберігає антоціанові речовини.

Сік із бузини чорної має хороші органолептичні властивості і високий вміст біологічно активних речовин – вітамінів, мінеральних солей, поліфенолів.

Сироп виробляли за загальноприйнятою технологією напівгарячим способом. У суміш води і частини соку (за рецептурою) температурою 50°C при перемішуванні вносили всю кількість цукру, призначеного для приготування цукрового сиропу. Після цього суміш швидко доводили до кипіння і кип'ятили 30 хвилин, видаляючи періодично піну, що утворюється.

Суміш фільтрували в гарячому стані, швидко охолоджували до температури 20 °C. Усі зазначені компоненти ретельно перемішували і охолоджували до температури  $8 \pm 2$  °C.

Сиропа, виготовлені за вказаною технологією, є прозорою в'язкою рідиною без осаду і сторонніх часток, темно-фіолетового кольору, кисло-солодкого, терпкого смаку з ароматом, властивим використовуваній сировині. Сироп містить біологічно активні речовини, що дозволяє підвищити харчову цінність нових комбінованих продуктів харчування.

Для органолептичної оцінки якості сиропи розводили водою, охолодженою до температури  $12 \pm 2$  °C у співвідношенні 1:10 і дегустували за загальноприйнятими методами.

У світі існує проблема повного та раціонального використання молочної сироватки, одержуваної значними обсягами при виробництві білково-жирових продуктів (кисломолочних сирів, сичужного сиру, казеїну). Тому, в сучасних умовах, абсолютно очевидно одне з перспективних напрямків використання сироватки у виробництві напоїв з підвищеними органолептичними і харчовими властивостями (шляхом внесення фітосиропів).

Для проведення дослідження використовували сирну сироватку, що має наступні показники: масова частка сухих речовин –  $5,6 \pm 0,15\%$ , в тому числі лактози –  $3,5 \pm 0,3\%$ ; масова частка жиру –  $0,2 \pm 0,03\%$ ; щільність – 1018 -

1027 кг/м<sup>3</sup>; кислотність – 60-75°Т; активна кислотність (рН) – 4,5.

Для розробки технології виробництва напоїв на основі молочної сироватки експериментально досліджувався вплив на їх органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники фітосиропу у різних співвідношеннях. Нами були випробувані різні варіанти напоїв, що містять сироп і сироватку в таких пропорціях: 10:90, 15:85, 25:75. На підставі проведених органолептичних досліджень найвищу оцінку – 17 балів, отримали напої із співвідношенням сироп: сироватка – 15:85. Таким чином, доза сиропу в напоях становить 15 %.

Для дослідження готували напій на основі молочної сироватки наступним способом: сирну сироватку фільтрували, нагрівали до температури 93±2°С, витримували 30 хвилин і охолоджували до температури 35°С протягом 5-6 годин для освітлення, знову фільтрували і змішували з сиропом, охолоджували до температури 4±2°С.

Дегустація напоїв на основі молочної сироватки за загальноприйнятими методами дегустаційної оцінки безалкогольних напоїв. Результати статистичної обробки дегустаційної оцінки якості свіжоприготовлених напоїв наведені в таблиці 2.11.

*Таблиця 2.11*

**Органолептична оцінка якості напоїв на основі молочної сироватки**

Співвідношення сироп : сироватка	Показники якості в балах		Рівень якості в балах
	прозорість, колір, зовнішній вигляд	смак і аромат	
10:90	7,0±0,3	7,5±1,1	14,5±0,4
15:85	7,0±0,1	11,5±0,6	18,5±0,6
25:75	6,8±0,4	6,3±0,7	13,1±0,3

Як видно з даних таблиці, розроблені напої за рівнем якості отримали

різну кількість балів і відповідно різну комплексну оцінку. Серед напоїв різного складу за зовнішнім виглядом, кольором і прозорістю отримали найвищу оцінку при співвідношенні сироп : сироватка 15:85 – 18,5 бала. Напої із наповнювачами 10:90 і 25:75 отримали найнижчу оцінку (14,5 і 13,1 балів), вони були прозорі, але не мали блиску. За смаком і ароматом найкращим визнано варіант при співвідношенні сироп:сироватка 15:85 – 11,5 бала. Варіант при співвідношенні сироп:сироватка 10:90 отримав 7,5 бала, так як відчувався надто кисломолочний присмак і аромат молочної сироватки.

Технологічна схема виробництва напоїв із додаванням сиропу чорної бузини на основі молочної сироватки наступна: отриману при виробництві сиру сироватку фільтрують, сепарують, потім пастеризують при  $93\pm 2^{\circ}\text{C}$  із витримкою 30 хвилин і охолоджують до температури  $35^{\circ}\text{C}$  протягом 5-6 годин для осадження білка. Після осадження білка сироватку обережно зливають в інший резервуар, не допускаючи дроблення білкового згустку. У резервуар з підготовленою сироваткою подають сироп. Готовий напій охолоджують до температури  $6\pm 2^{\circ}\text{C}$  і розливають на розливних машинах у тару місткістю  $0,5\text{ дм}^3$  і направляють в холодильну камеру на зберігання.

Готові напої на основі молочної сироватки досліджували за органолептичними показниками (табл. 2.12).

*Таблиця 2.12*

### **Органолептичні показники напою на основі молочної сироватки**

Назва показника	Характеристика	
	Співвідношення сироп : сироватка	
	15:85	25:85
Зовнішній вигляд	Прозора однорідна рідина	Прозора однорідна рідина
Колір	Світло-фіолетовий, рівномірний по всій масі	Насичено фіолетовий, рівномірний по всій масі
Смак та аромат	Смак кисло-солодкий, освіжаючий, властивий використуваному сиропу	Кислий, виражений смак сиропу

Отже, доведено можливість використання лікарсько-технічної сировини (продуктів переробки плодів бузини чорної) у виробництві продуктів на основі молочної сироватки як джерело вітамінів і мінеральних речовин [111].

Сиркові маси мають високу калорійність і фізіологічну повноцінність. Найбільшою мірою вимогам адекватного харчування відповідають багатокомпонентні продукти із сировини тваринного та рослинного походження. Використання рослинної сировини дозволяє не тільки збагатити їх функціональними інгредієнтами, підвищити їх засвоюваність, а й отримати продукти, що відповідають фізіологічним нормам.

Кисломолочні сири, сиркові вироби та різні їх вироби повинні входити до щоденного раціону людини, зокрема дітей дошкільного і шкільного віку, у яких є потреба в кальції особливо висока у зв'язку з їх зростанням.

При виробництві сирової маси в якості наповнювача була обрана морська капуста. Морська капуста є відмінним профілактичним засобом, що містить значну кількість вітамінів, мікроелементів і амінокислот, це також чудовий засіб для очищення організму від шлаків.

За рахунок збагачення кисломолочного сиру морською капустою (ламінарією) в отриманому сирному продукті збільшиться кількість білка, мінеральних речовин, вітамінів, сирна маса збагачується рослинними жирами (поліненасиченими жирними кислотами – олеїновою, лінолевою та ліноленою кислотами), вміст альгінатів сприяє виведенню з організму патогенних мікроорганізмів, виводить з організму холестерин.

В результаті ми отримуємо сирний продукт (сирну масу) багатшу за своїм хімічним складом, і готовий продукт можна використовувати для профілактики йододефіциту.

Для подальших досліджень були складені рецептури на основі традиційних рецептур виробництва сиру з додаванням рослинної сировини.

В ході підбору складу сирного продукту з морською капустою, були

досліджені різні співвідношення молочної основи рослинного компонента:

Зразок 1: співвідношення кисломолочного сиру, морської капусти, кухонної солі і стабілізатора 83,9: 15: 1,0: 0,1

Зразок 2: співвідношення кисломолочного сиру, морської капусти, кухонної солі і стабілізатора 88,2: 10: 1,5: 0,3

Зразок 3: співвідношення кисломолочного сиру, морської капусти, кухонної солі і стабілізатора 93: 5: 1,5: 0,5

Розроблені рецептури сиркових виробів наведені із розрахунку на 1000 кг готового продукту (без врахування виробничих витрат).

У табл. 2.13, наведено 3 варіанти пропонованих рецептур солоних сиркових мас із використанням морської капусти.

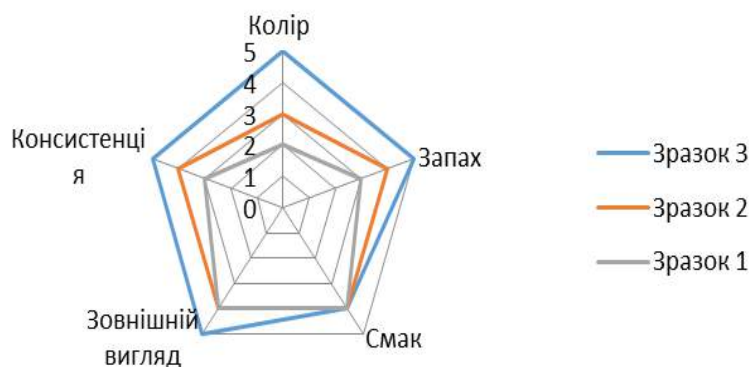
*Таблиця 2.13*

**Рецептури солоних сиркових мас із додаванням морської капусти**

№ п/п	Компоненти	Види рецептур		
		1	2	3
1	Сир кисломолочний м. ч. ж. 5%	839,0	882,0	930,0
2	Морська капуста	150,0	100,0	50,0
3	Кухонна сіль	10,0	15,0	15,0
4	Стабілізатор (желатин)	1,0	3,0	5,0
	Всього	1000	1000	1000

У результаті представлених розрахунків по математичній моделі оптимізації продукту функціонального призначення і комплексу проведених досліджень були встановлені концентрації рецептурних компонентів для сиркової маси з додаванням морської капусти, солі та стабілізатора.

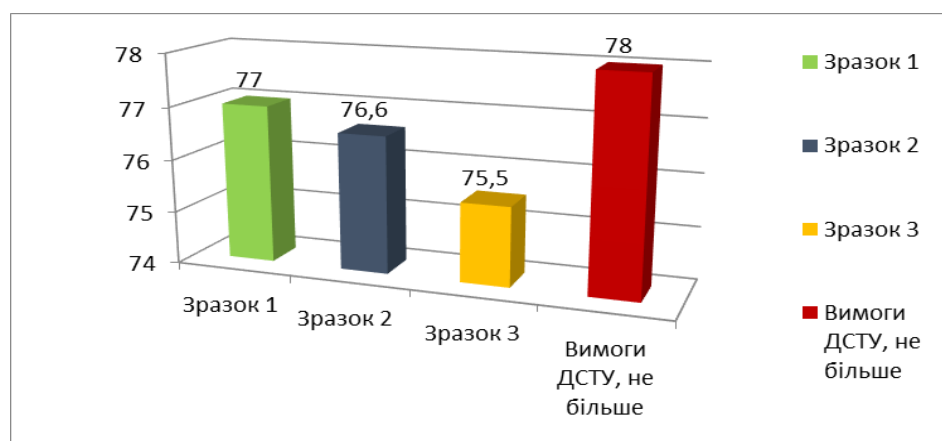
Для оцінки органолептичних показників якості нових рослинно-сиркових мас використовували профільний метод. Були розроблені профілограми зовнішнього вигляду, консистенції, запаху та смаку, рис. 2.7.



**Рис 2.7. Профілограма сирної маси з вмістом наповнювача дослідних зразків**

Ще однією важливою групою показників для характеристики сиркових мас є фізико-хімічні їх показники. Для дослідження якості рослинно-сиркових мас було обрано наступні фізико-хімічні показники: титрована кислотність, вміст вологи та масова частка кухонної солі. Масова частка вологи в сиркових масах з рослинним наповнювачем не повинна перевищувати 78,0 %, за вимогами діючих нормативних документів встановленими ДСТУ 4503:2005.

Результати визначення масової частки вологи у дослідних зразках представлені на рис. 2.8.



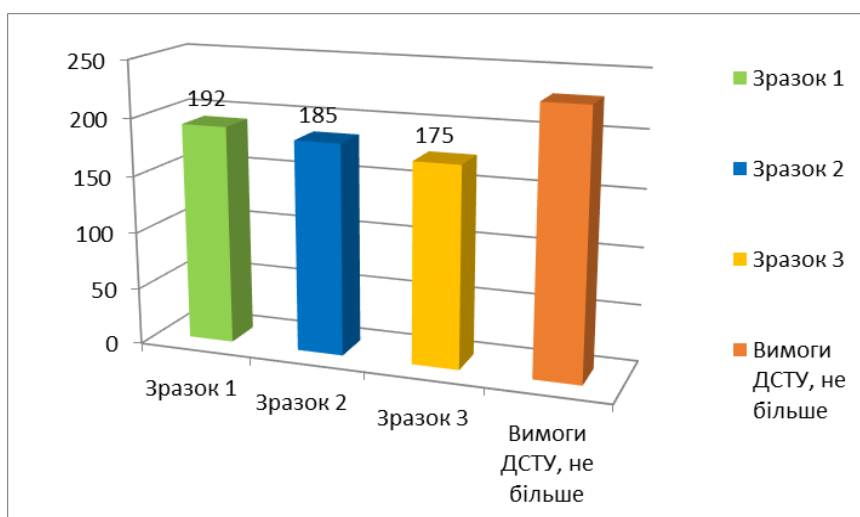
**Рис. 2.8. Масова частка вологи, % у сиркових масах з рослинним наповнювачем**

Загалом показник масової частки кухонної солі відповідно до чинної нормативної документації не повинен перевищувати 1,5 %, результати показані на рис. 2.9.



**Рис. 2.9. Масова частка солі, % у сиркових масах з рослинним наповнювачем**

Титрована кислотність коливається у межах від 140 до 220 °Т. Кислотність – є одним з основних показників якості у кисломолочних продуктів. Розроблені дослідні зразки – знаходяться в допустимих межах (рис. 2.10).



**Рис. 2.10. Титрована кислотність сиркових масах з рослинним наповнювачем, °Т**

Так, титрована кислотність дослідних зразків солених сиркових мас складала 175-192 °Т, масова частка вологи 75-77 %. Слід відзначити, що додавання морської капусти суттєво не впливає на фізико-хімічні характеристики дослідних зразків не виводячи їх за межі нормативних величин.

Найкращими показниками за органолептичною та фізико-хімічною оцінкою була сиркова маса із вмістом морської капусти (ламінарія) 5%.

## **2.5. Продукти бджільництва при виробництві молочних продуктів**

Згідно багатьох досліджень із збалансованого харчування у щоденному раціоні людини мають міститися не тільки білки, жири і вуглеводи, а також незамінні амінокислоти, вітаміни, макро– та мікроелементи у визначених, корисних для людини, пропорціях.

Молочним продуктам, враховуючи їх біологічну цінність, в організації здорового харчування відводиться першочергове значення. Це відноситься і до такого молочного десерту, як морозиво, харчова цінність якого обумовлена наявністю повноцінних білків, легкозасвоюваних жирів, незамінних амінокислот, солей кальцію та фосфору, що є життєво необхідними для нормального функціонування організму людини.

На основі теоретичних даних був визначений принциповий склад нового морозива з функціональним харчовим інгредієнтом: морозиво повинно бути по виду – молочним, до складу має входити гречане бджолине обніжжя.

Для отримання морозива молочного з використанням гречаного бджолиного обніжжя на першому етапі були проведені дослідження якості основних видів сировини згідно з типовою рецептурою.

Квітковий пилок є складним концентратом цінних харчових, фізіологічно активних речовин, склад яких досить різноманітний і залежить

від походження пилку, періоду збору та особливостей обробки бджолами [112]. Тому на першому етапі досліджень було вивчено органолептичні, хімічний і біохімічний склад квіткового пилку з гречки (табл. 2.14; рис. 2.11).

Таблиця 2.14

**Органолептичні показники сухого квітового пилку із гречки**

Показник	Згідно ДСТУ3127 – 95	Квітковий пилок із гречки
Зовнішній вигляд	Грудочки неправильної форми, масою 5-20 мг	Грудочки овальної форми, масою 10-15 мг
Консистенція	Грудкувата, розсипчаста. Грудочки пилку тверді, пальцями не розминаються	Грудкувата, розсипчаста, тверда
Колір	Від білого до чорного	Зелено-жовтий
Запах	Специфічний, приємний, характерний для бджолиного обніжжя	Специфічний, приємний
Смак	Специфічний, приємний, солодкуватий, може бути гіркуватий чи солодкуватий	Специфічний, приємний, солодкуватий



Рис. 2.11. Бджолине обніжжя з гречки

Результати хімічного і біохімічного складу квіткового пилку з гречки представлено у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

**Склад квіткового пилку (бджолиного обніжжя)**

Показник	Вміст, %	
	середній вміст за літературними даними	пилкок з гречки
Білок	11,0-35,0	17,9
Вуглеводи	20,0-39,0	48,1
Жири	1,0-20,0	13,5

Масова частка білків і вуглеводів квіткового пилку наближена до максимальних значень, а вміст жиру відповідає середньому значенню показників квіткового пилку наведених в літературних джерелах, що говорить про повноцінність введення у продукт функціонального інгредієнта.

Білкові речовини квіткового пилку представлені альбумінами, глобулінами і пептонами, небілкові – амінокислотами, пептидами і ін. Загальний амінокислотний склад представлений в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16

**Загальний амінокислотний склад квіткового пилку**

Амінокислоти	Кількість мг в 1 г пилку	
	вміст за літературними даними	пилкок з гречки
Лейцин	14-19	18,6
Ізолейцин	7-10	8,9
Валін	10-12	11,3
Лізин	14-18	16,0
Метіонін+цистеїн	3,5-5,7	4,6
Фенілаланін	8-11	8,7
Треонін	9-12	10,3
Триптофан	2	1,6

Як видно з даних в бджолиному обніжжі з гречки містяться всі природні амінокислоти і вміст незамінних амінокислот на 2,4 % перевершує аналізовані дані літературних джерел.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що квітковий пилко є природним джерелом біологічно активних речовин і перспективною сировиною для збагачення молочних продуктів, зокрема морозива.

На наступному етапі досліджень було вивчено спосіб підготовки і доза квіткового пилку, що вноситься в суміш для морозива. Квітковий пилко випускається за ДСТУ 3127–95 і використовується в якості харчової добавки має тверду консистенцію і розмір зерен від 1 до 4 мм. Для рівномірного розподілу бджолиного пилку по всій масі морозива її необхідно розчинити до утворення дисперсного розчину. Тому були проведені дослідження з вибору розчинника і умов розчинення гранул квіткового пилку.

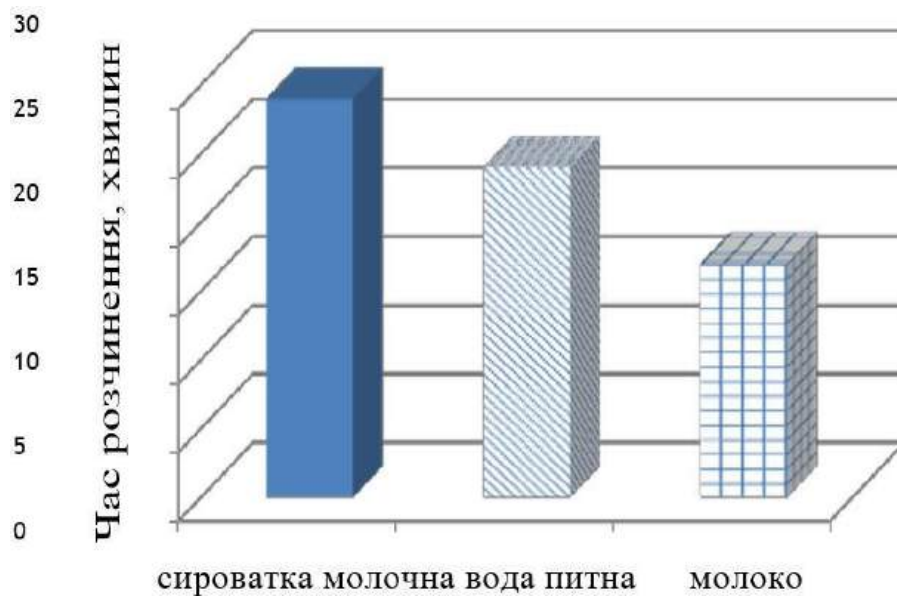
Як розчинник були використані різні середовища, такі як вода питна, молоко, сироватка сирна.

Попередньо була обрана температура розчинення квіткового пилку. В результаті проведених досліджень встановлено, що при температурі розчинення 30 °С в квітковому пилку зберігаються біологічно активні речовини і процес розчинення гранул пилку відбувається інтенсивніше.

Розчинники підігрівали до температури 30 °С, засипали гранули квіткового пилку і вели процес розчинення при інтенсивному перемішуванні. Результати досліджень представлені на рис. 2.12.

Як видно з представлених даних, в залежності від розчинника час розчинення виявився різним. Найбільш інтенсивно розчинення гранул квіткового пилку відбувається в молоці.

Встановлено, що оптимальна температура розчинення гранул квіткового пилку 30 °С, час розчинення при цьому 15 хвилин.



**Рис. 2.12. Вплив виду розчинника на час розчинення квіткового пилку**

Оскільки в розчиненому молоці містяться домішки (фрагменти рослин, з яких бджоли збирають пилок, волоски опушення самої бджоли та ін.), то потім були проведені дослідження за визначенням розмірів осередків фільтра, рис. 2.13.



**Рис. 2.13. Розчинення бджолиного обніжжя**

Встановлено, що для фільтрування розчиненого в молоці квіткового пилку необхідно використовувати фільтр з розміром отворів 1,0 мм.

Для розробки рецептур і технології морозива з використанням

бджолиного обніжжя з гречки, на першому етапі отримували контрольний зразок молочного морозива без наповнювача. В якості сировини використовували молоко незбиране, молоко сухе, вершки, цукор і воду. Як структуроутворювач використовували комплексний емульгатор-стабілізатор.

Розрахунок рецептури суміші для молочного морозива проводили, згідно ДСТУ 4733:2007. Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови [113].

Контрольний зразок морозива відповідав ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови», його фізико-хімічні показники наведені в табл. 2.17.

*Таблиця 2.17*

**Фізико-хімічні показники морозива молочного  
(контрольний зразок)**

Найменування показника	Морозиво молочне (контрольний зразок)	Значення відповідно ДСТУ 4733:2007
Масова частка жиру, %	5,5	не менше 5
Масова частка цукру, %	15,0	не менше 14,5
Масова частка сухих речовин, %	30,5	не менше 28
Масова частка білка, %	2,9	не нормується
СЗМЗ, %	15,7	не нормується
Щільність, кг / м <sup>3</sup>	19,4	не нормується
Кислотність, °Т	18	не більше 22

Органолептичні характеристики контрольного зразка морозива також відповідали ДСТУ 4733:2007. Смак і запах у контрольного зразка молочного морозива були чисті, приємні молочні; структура – щільна з однорідною консистенцією; колір – рівномірний білий.

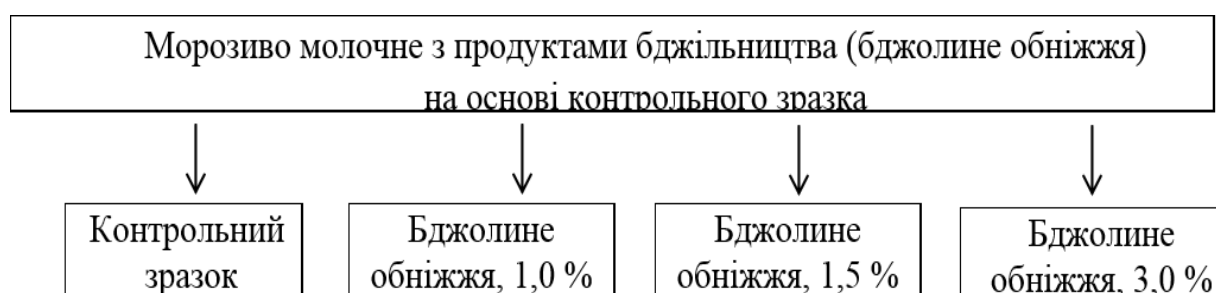
Для розробки рецептур нового молочного морозива в асортименті були проведені дослідження заміни ряду рецептурних компонентів контрольного

зразка на продукти бджільництва (квітковий пилок).

Як було показано вище, продукти бджільництва, а саме бджолине обніжжя містять вуглеводи, повний набір амінокислот, близько 30 % білків, що не поступаються білкам молока, яловичини, яєць. До складу бджолиного обніжжя входять: коферменти, ферменти (каталаза, амілаза, інвертаза, АТФ тощо), вітаміни, нуклеїнові та органічні кислоти, нуклеопротейди, дезоксирибоза, фолікулярні гормони (естрон), жирні кислоти (лінолева та ліноленова), ліпіди й ліпоїди (лецитин), тритерпенові, фенольні сполуки (фенолокислоти, флавоноли, лейкоантоціани, катехіни тощо), пектини, целюлоза, фітонциди, пігменти й багато інших БАР.

З урахуванням добової задоволеності фізіологічної потреби організму в даних функціональних інгредієнтів був обґрунтований і розрахований діапазон внесення продуктів бджільництва (квітковий пилок) до складу молочного морозива, він склав – від 1 % до 3 %.

Варіанти вмісту бджолиного обніжжя, що вводяться в суміш для приготування морозива молочного на основі контрольного зразка, представлені на рис. 2.14.



**Рис. 2.14. Варіанти рецептур сумішей для морозива молочного з різними концентраціями бджолиного обніжжя**

При дослідженні споживчих переваг було показано, що при оцінці якості різного асортименту морозива, найбільш значущими для споживачів є

органолептичні показники. Тому для визначення оптимальних концентрацій бджолиного обніжжя, що вносяться до суміші, проводили дослідження експериментальних зразків по найбільш важливим споживчим показниками – органолептичним.

В результаті органолептичних досліджень експериментальних зразків сумішей для морозива з використанням бджолиного обніжжя було показано наступне. У досліджуваних зразках № 1 (з концентрацією бджолиного обніжжя 1 %) присмак квіткового пилку абсолютно не відчувався, але незначно змінювався колір. При збільшенні концентрації до 2 % (зразок № 2) визначався явний запах і смак, властивий квітковому пилку. А в зразку № 3 з концентрацією бджолиного обніжжя – 3 %, з'явився виражений смак квіткового пилку, що органічно не поєднувався з молочним смаком, і крім того, мав насичений колір.

Визначивши оптимальні технологічні параметри, виготовили морозиво, збагачене квітковим пилком. На підставі експериментальних досліджень зразок № 1 (з концентрацією бджолиного обніжжя 1 %) отримав найвищі органолептичні оцінки і його рецептура була обрана для подальшого використання при приготуванні нового морозива (в асортименті) з продуктами бджільництва. Квітковий пилок добре поєднується з молочними продуктами за рахунок свого кольору, підбраного для внесення, надає гарний, ніжний відтінок і пряно-медовий смак, що при правильно підібраній дозуванні позитивно позначається на органолептичних показниках готового продукту.

Результати досліджень фізико-хімічних і органолептичних показників експериментальних зразків морозива з продуктами бджільництва підтвердили можливість отримання якісного молочного морозива.

Отже, встановлено, що квітковий пилок є природним джерелом біологічно активних речовин і перспективною сировиною для збагачення молочних продуктів [114].

Асортимент кисломолочних продуктів на світовому ринку досить різноманітний, але біфідогенні збагачені молочні продукти зустрічаються не часто. Великий інтерес представляє використання у виробництві кисломолочних продуктів пробіотиків з метою відновлення корисної мікрофлори кишечника в комплексі з пребіотиками і натуральними інгредієнтами рослинного походження

Використання бджолиного обніжжя при виробництві ацидофільних продуктів дозволить надати їм біфідогенні та імуностимулюючі властивості, що сприяють поліпшенню стану здоров'я людини.

Бджільництво здавна служить людині джерелом не тільки меду, але й інших цінних продуктів. Віск застосовується в різних галузях промисловості. Бджолине обніжжя, що збирається бджолами, знаходить широке застосування в медицині і, особливо в лікарській косметиці. Бджолине обніжжя останнім часом користується таким величезним успіхом, що її за значенням цілком можна поставити поруч з медом. Бджолине обніжжя є дрібний порошок, забарвлений в різні кольори, в залежності від виду

Нове покоління харчових продуктів із заданою харчовою та енергетичною цінністю, органолептичними і фізичними властивостями відповідають сучасним уявленням науки про харчування і запитам споживачів. Характеризують споживчі властивості функціональних продуктів три складові: харчова цінність, смакові якості і спрямована фізіологічна дія. На сучасному ринку традиційні продукти харчування характеризуються тільки першими двома складовими.

Бджолине обніжжя, або квітковий пилок – складний, концентрований рослинно-бджолиний продукт з унікальними споживчими й лікувальними якостями. Це сукупність пилкових зерен, або чоловічих гаметофітів, насінних рослин, зібраних і оброблених нектаром та секретом слинних залоз бджіл.

Бджолине обніжжя – джерело цінних поживних речовин. На відміну від меду, воно містить ще й ліпіди (фосфоліпіди, моно- та диацилгліцероли,

вільний фітостерол, тригліцероли, етерифікований фітостерол). Бджолиному обніжжю притаманний високий вміст жирних кислот, зокрема мононенасичених і поліненасичених. Залежно від видової належності обніжжя, вміст цих кислот коливається в таких межах: пальмітинова (22–25 % від суми всіх кислот), олеїнова (12– 17 %), лінолева та ліноленова кислоти (дві останні становлять 22–25 %).

З метою вибору дози внесення бджолиного обніжжя при виробництві ацидофільного кисломолочного продукту проводилися дослідження. Для цього в пастеризоване і охолоджене до  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$  молоко вносили суху закваску молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilus* і *Bifidobacterium complex* і, попередньо розчинене у молоці, бджолине обніжжя в кількості 1%, 1,5% і 2%, перемішували і залишали для сквашування в термостаті при температурі  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$  до утворення щільного згустку і досягнення титрованої кислотності 65-70 °Т. Отримані результати представлені в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18

**Органолептичні показники ацидофільних напоїв за різних концентрацій бджолиного обніжжя**

Назва показника	Концентрація бджолиного обніжжя		
	1%	1,5%	2%
Смак і запах	Кисломолочні, з гармонійним приємним медово квітковим присмаком і ароматом	Кисломолочні, з різко вираженим медово квітковим присмаком і ароматом	Слабо виражений кисломолочний із надмірно вираженим смаком бджолиного обніжжя
Зовнішній вигляд і консистенція	Щільна, однорідна з не пошкодженими згустком з незначним осадом	Щільна, однорідна з не пошкодженими згустком, тонкою плівкою жовтого кольору на поверхні, з добре помітним осадом на дні	Щільна, однорідна з не пошкодженими згустком, тонкою плівкою жовтого кольору на поверхні, з добре помітним осадом на дні
Колір	Світло-кремовий з жовтуватим відтінком рівномірний по всій масі	Кремово-жовтий, нерівномірний по всій масі	Виражений яскраво-жовтий колір по всій масі

Харчова цінність кисломолочних продуктів в основному визначається

кількісним вмістом в їх складі білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, макро- і мікроелементів. Аналіз таблиці показує, що найбільш гармонійні смак і запах у зразка ацидофільного кисломолочного напою з концентрацією бджолиного обніжжя 1%. Також вивчена ефективність процесу кислотоутворення в присутності різних концентрацій бджолиного обніжжя (1,0%; 1,5%; 2%).

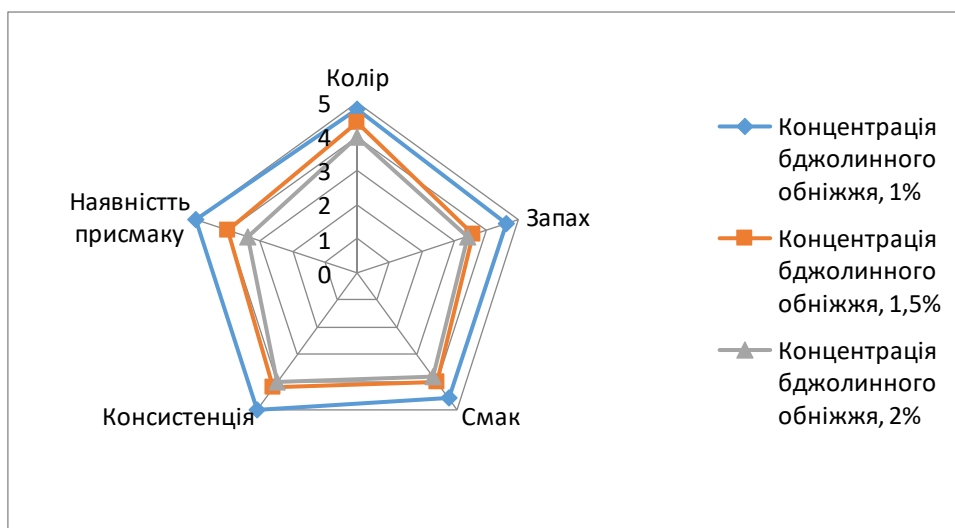
У табл. 2.19. результати бальної оцінки дегустації готових ацидофільних кисломолочних продуктів.

*Таблиця 2.19*

**Органолептична бальна оцінка продукту з різною концентрацією бджолиного обніжжя**

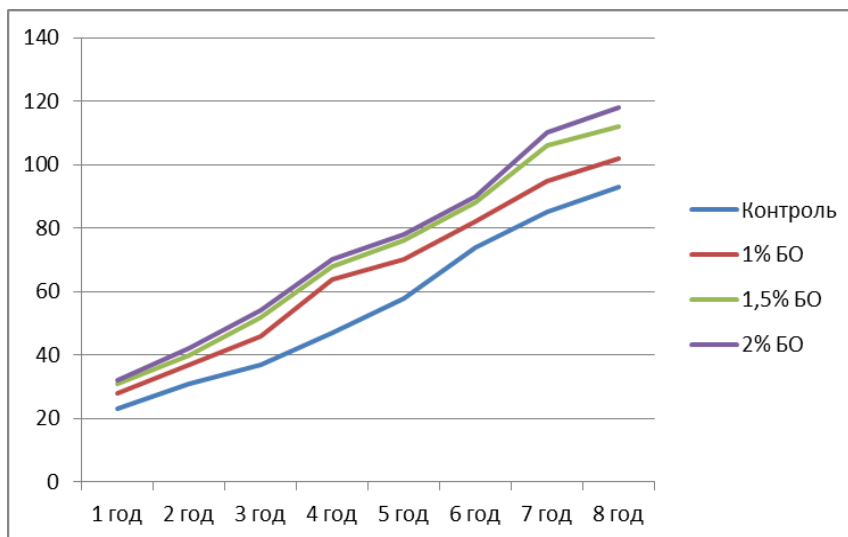
№ зразка	Назва показника	№ дегустатора				
		1	2	3	4	5
1%	Колір	5	5	5	5	5
	Запах	5	4	5	5	5
	Смак	4	4	4	5	5
	Консистенція	5	5	4	5	5
	Наявність присмаку	5	5	5	5	5
Середнє	4,8	4,8	4,6	4,6	5	5
1,5%	Колір	4	4	4	4	4
	Запах	5	4	5	5	4
	Смак	4	3	4	4	3
	Консистенція	4	3	3	4	4
	Наявність присмаку	5	4	4	4	5
Середнє	4,0	4,4	3,6	4	4,2	4
2%	Колір	4	4	4	4	4
	Запах	4	3	4	4	3
	Смак	4	3	3	4	3
	Консистенція	4	4	4	5	3
	Наявність присмаку	4	3	4	3	4
Середнє	3,7	4	3,4	3,8	4	3,4

На рис. 2.15, представлено графічне зображення профілограми органолептичної оцінки якості готових ацидофільних продуктів з різною концентрацією бджолиного обніжжя.



**Рис. 2.15. Профілограма органолептичної оцінки ацидофільного продукту за середніми показниками**

Сквашування проводили до утворення згустку і досягнення титрованої кислотності 65-70 °Т. Через кожну годину визначали титровану кислотність. Результати представлені на рис. 2.16.



**Рис. 2.16. Ефективність кислотоутворення ацидофільного продукту в залежності від внесеної дози бджолиного обніжжя, °Т**

Отримані результати показали, що внесення в ацидофільні кисломолочні продукти бджолиного обніжжя впливає на зростання титрованої кислотності продукту і його органолептичні показники. Так внесення 1%, 1,5% і 2% бджолиного обніжжя сприяло збільшенню титрованої кислотності в порівнянні з контролем і досягненню необхідної кислотності 70-75 °Т через 5 годин, в той час як контрольний зразок цієї кислотності досягає через 6,5 годин сквашування.

Отримані результати свідчать про скорочення процесу сквашування на 1,5 години, що дозволить заощадити енергоресурси. Необхідно відзначити, що в зразках з бджолиним обніжжям навіть при досягненні титрованої кислотності 90-95 °Т смак був приємним і гармонійним по сприйняттю.

Таким чином, виходячи з отриманих результатів проведених досліджень, слідує, що в подальших дослідженнях буде використовуватися концентрація бджолиного обніжжя – 1%.

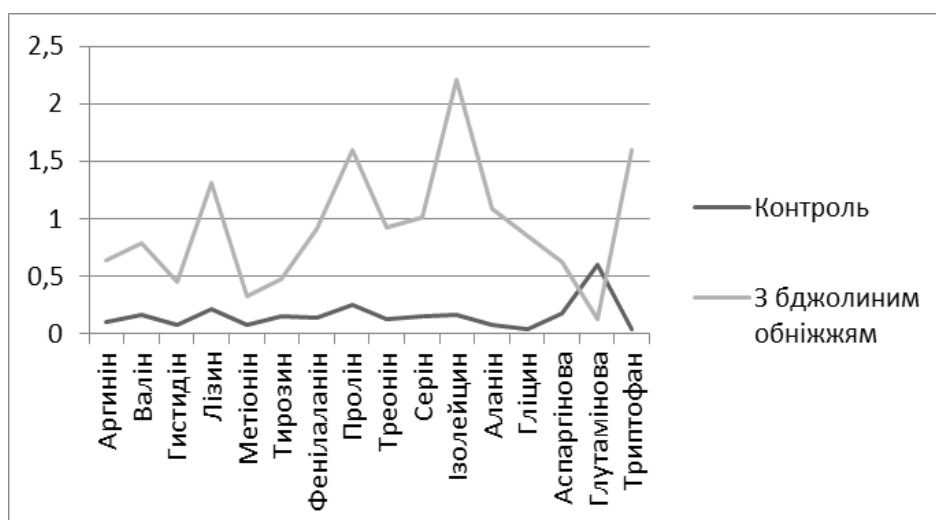
Біологічна цінність продукту характеризує якість білкового компонента продукту, обумовлене ступенем збалансованості складу амінокислот. Біологічна цінність білків залежить від співвідношення в них незамінних амінокислот (лізин, метіонін, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін), які не можуть синтезуватися в організмі людини і повинні надходити тільки з повсякденною їжею.

Досліджували біологічну цінність ацидофільних продуктів і їх складових оцінювали за вмістом амінокислот (рис. 2.17), в першу чергу незамінних, в кінці передбачуваного терміну зберігання (на 10 добу).

В результаті дослідження встановлено, що в порівнянні з контролем відбулося збільшення вмісту деяких амінокислот за рахунок введення в рецептуру бджолиного обніжжя.

Лізин – ця одна з незамінних амінокислот, необхідна для нормального росту, регенерації тканин, вироблення антитіл, ферментів, гормонів. Лізин бере участь в будівництві м'язів і утворенні колагену, формує сполучні

тканини організму. Збагачення продукту бджолиним обніжжям сприяло збільшенню лізину на 1,1 г.



**Рис. 2.17. Вміст амінокислот в розробленому ацидофільному продукті з бджолиним обніжжям у порівнянні з ацидофільним напоєм (контролем), (г / 100 г)**

Отже, досліджено якісні показники ацидофільного продукту. Встановлено, що їх харчова цінність і споживчі властивості вище, ніж у традиційних напоїв. Внесення бджолиного обніжжя сприяє збільшенню вмісту вітамінів і мінеральних речовин, а також підвищенню біологічної цінності розробленого продукту – сума незамінних амінокислот збільшилася на 20% [115].

## **2.6. Молочні продукти з імуномодулюючими властивостями**

Харчова цінність сирів зумовлена наявністю у ньому комплексу, що визначає його калорійність, біологічну цінність [116].

Для розробки технології виготовлення бринзи з імуномодулюючими властивостями у якості фітосировини використовували сушений часник, імбир та ламінарію (морську капусту). Органолептичні показники зразків

бринзи з використанням часнику (часник додавали у соляний розчин) приведено у табл. 2.20, рис. 2.18.



Рис. 2.18. Бринза з додаванням часнику

Таблиця 2.20

#### Органолептичні показники бринзи з використанням часнику

Назва показника	Згідно ДСТУ 7065:2009 Бринза. Загальні технічні умови	Дослідження
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з (або) без відбитків серп'янки чи перфорації	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з відбитками перфорації
Смак і запах	Чистий кисломолочний, в міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів. Для бринзи з наповнювачами – з присмаком наповнювачів	Чистий кисломолочний, солоний, з присмаком часнику сушеного
Консистенція	Пластична, у міру щільна. Тісто бринзи злегка ламке, але не крихке	Пластична, у міру щільна, злегка ламка
Рисунок	Відсутній або вічки неправильної, щілиноподібної форми	Щілиноподібної форми
Колір	Від білого до слабо жовтого, однорідний за всією масою чи обумовлений кольором внесених наповнювачів	Від білого до слабо жовтого, однорідний за всією масою

За даними літературних джерел, жодна інша пряність не має настільки дивовижних поєднань смакових і лікувальних якостей, як імбир (жарознижуючу, знеболюючу, протизапальну та гіпотензивну активність, що

сприяє розширенню кровоносних судин, зменшенню в'язкості крові, зниженню рівню холестерину та стимуляції серцевої діяльності [117].

Органолептичні показники зразків бринзи з використанням імбиру (імбир додавали у соляний розчин) приведено на рис. 2.19 та у табл. 2.21.



Рис. 2.19. Бринза з додаванням імбиру

Таблиця 2.21

#### Органолептичні показники бринзи з імбиром

Назва показника	Згідно ДСТУ 7065:2009 Бринза. Загальні технічні умови	Дослідження
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з (або) без відбитків серп'янки чи перфорації	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з відбитками перфорації
Смак і запах	Чистий кисломолочний, у міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів. Для бринзи з наповнювачами – з присмаком наповнювачів	Чистий кисломолочний, гостро- солоний, з присмаком імбиру
Консистенція	Пластична, у міру щільна. Тісто бринзи злегка ламке, але не крихке	Щільна, злегка ламка
Рисунок	Відсутній або вічки неправильної, щілиноподібної форми	Щілиноподібної форми
Колір	Від білого до слабо жовтого, однорідний за всією масою чи обумовлений кольором внесених наповнювачів	Від білого до слабо жовтого, однорідний за всією масою

У таблиці 2.22 наведено органолептичну характеристику бринзи, при виробництві якої використали різний відсоток ламінарії з різним ступенем подрібнення.

Таблиця 2.22

**Органолептичні показники бринзи з ламінарією**

Показник	Характеристика показника
<b>Бринза з додаванням 5 % ламінарії подрібненої</b>	
Смак і запах	Ледь відчутний присмак ламінарії
Консистенція	Пластична, злегка ламка
Рисунок	Вічки неправильної форми
Колір сирного тіста	Білий, злегка виражений кольором внесених наповнювачів
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня з незначною деформацією
<b>Бринза, з додаванням 10 % ламінарії подрібненої</b>	
Смак і запах	Слабо виражений, з присмаком ламінарії, в міру солоний,
Консистенція	Пластична, в міру щільна
Рисунок	Відсутній
Колір сирного тіста	Білий, злегка виражений кольором внесених наповнювачів
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня з деформацією головок
<b>Бринза, з додаванням 5 % ламінарії блендерованої</b>	
Смак і запах	Слабо виражений смак ламінарії
Консистенція	Ламка
Рисунок	Щілиноподібної форми
Колір сирного тіста	Білий, злегка виражений кольором внесених наповнювачів
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня з незначною деформацією
<b>Бринза, з додаванням 10 % ламінарії блендерованої</b>	
Смак і запах	Виражений смак ламінарії
Консистенція	Крихка
Рисунок	Вічки неправильної форми
Колір сирного тіста	Білий, злегка виражений кольором внесених наповнювачів
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня з деформацією головок

За результатами бальної оцінки якості бринзи, виявлено, що за смаком, запахом і консистенцією, бринза з 10 % подрібненої ламінарії мала вищу кількість балів. У неї також кращий зовнішній вигляд завдяки одноріднішій консистенції. Тому у подальших наших дослідженнях ми використовували 10 % подрібнену ламінарію.

Підготовлене молоко нагрівали до температури 35-38 °С, вводили сичужний фермент і залишали у спокої на 30 хв для утворення згустку. Сичужний згусток виходив досить щільний, витриманий, розрізається на крупне зерно (10-15 мм). З метою прискорення виділення сироватки через марлю відокремлювали сироватку. У згусток вносили подрібнену ламінарію, перемішували, а далі формували сирні головки.

Формування сиру проводили насипом сирного зерна у форми. Самопресування – (6-8 годин), з декількома (3-4) перевертаннями форм із сирною масою. Посол і дозрівання сиру проводився у розсолі 10 % концентрації за температури 8-12 °С.

Виходячи із попередніх досліджень використання морської капусти (ламінарії), найкращі органолептичні показники виявлено у зразках бринзи де, кількість ламінарії становила 10 %.

Відповідно до норми згідно досліджень органолептичних показників контрольних зразків бринзи з коров'ячого молока, зауважимо, що бринза характеризується щільнішою консистенцією порівняно з бринзою, яка виготовлена із додаванням ламінарії, та білим кольором (табл. 2.23).

Запах контрольного зразка – чистий, кисломолочний, характерний коров'ячому молоку, без сторонніх речовин, і повністю відповідає вимогам діючого стандарту [118].

Фізико-хімічні показники бринзи, виготовленої з коров'ячого молока з додаванням ламінарії, наведені у таблиці 2.24.

На кінець процесу визрівання сиру знижується масова частка вологи, оскільки завершується розщеплення білків, і під впливом солі ущільнюється

сирне тісто.

Таблиця 2.23

### Органолептичні показники бринзи

Назва показника	Зразки	
	Контрольний (згідно ДСТУ 7065:2009. Бринза. Загальні технічні умови)	Дослідний (ламінарії 10 %)
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з (або) без відбитків серп'янки чи перфорації	Кірка відсутня, поверхня з деформацією головок
Смак і запах	Чистий кисломолочний, у міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів. Для бринзи з наповнювачами – з присмаком наповнювачів	Слабовиражений, з присмаком ламінарії
Консистенція	Пластична, у міру щільна. Тісто бринзи злегка ламке, але не крихке	Пластична, у міру щільна
Рисунок	Відсутній або вічки неправильної, щілиноподібної форми	Відсутній
Колір	Від білого до слабо жовтого, однорідний за всією масою чи обумовлений кольором внесених наповнювачів	Білий, злегка виражений кольором внесених наповнювачів

Титрована кислотність зростає у всіх дослідних зразках бринзи, а масова частка жиру залишається постійною величиною з незначними відхиленнями (табл. 2.25).

Таблиця 2.24

## Фізико-хімічні показники бринзи з додаванням ламінарії

Назва показника	Норма для бринзи жирної	Зразок			
		5% подрібненої	10% подрібненої	5% блендерованої	10% блендерованої
Масова частка жиру у сухій речовині, %, не менше ніж	50	45	46	46	46
Масова частка вологи, %, не менше ніж	65	66,25	60,75	52,5	55
Масова частка кухонної солі, %	від 2 до 5	4,2	4,5	4,3	3,8

Таблиця 2.25

## Кислотність бринзи з коров'ячого молока

Зразок	Доба визрівання бринзи			
	Активна кислотність, од рН		Титрована кислотність, °Т	
	10 діб	20 діб	10 діб	20 діб
Контрольний	4,208±0,11	4,163±0,13	186,0±0,10	223,0±0,11
Дослідний (10 % ламінарії)	4,208±0,12	4,163±0,11	193,0±0,10	201,0±0,13

Отже, титрована кислотність на 10-ту добу визрівання бринзи у контрольних зразках становила 186 °Т, відповідно у дослідному зразку з додаванням ламінарії у кількості 10 % – 193 °Т. Слід зазначити, що на 20-ту добу визрівання значення кислотності змінилося і дослідні зразки на 22 °Т мали нижчу кислотність, порівняно з контрольними зразками, ці дані підтверджуються тим, що біологічно активні речовини сповільнюють

накопичення молочнокислих бактерій.

Якісні показники продуктів харчування оцінюють за хімічним складом, фізичними властивостями, та харчовою і біологічною цінністю. Біологічна цінність харчових продуктів є важливим показником якості, так як визначає відповідність використовують хімічні, біологічні та мікробіологічні методи.

Найбільш доступними і оперативними для застосування у наукових дослідженнях є хімічні (розрахункові) методи визначення біологічної цінності білка.

Амінокислотний скор дослідних зразків бринзи з додаванням ламінарії наведено у табл. 2.26.

Таблиця 2.26

### Амінокислотний скор бринзи

Показник	Амінокислоти								
	Валін	Лейцин	Лізин	Ізолейцин	Метіонін+ Цистин	Фенілаланін+ тирозин	Треонін	Триптофан	
Еталонний білок за ФАО/ВОЗ, г/100 г білка	5,0	7,0	5,5	4,0	3,5	6,0	4,0	1,0	
Контрольний зразок (згідно ДСТУ)	вміст г/100 г	6,7	7,3	7,6	5,5	2,2/ 1,2	5,6/ 5,9	6,1	2,3
	скор, %	135,2	104,1	142,5	133,7	96,4	210,2	149,6	212,3
Дослідний зразок (ламінарії 10 %)	вміст г/100 г	11,8	14,4	13,3	9,4	5,8/4,6	11,8/11,9	10,5	3,2
	скор, %	236,0	205,7	241,8	235,0	165,7	198,3	175,0	320,0

Аналізуючи біологічну цінність білків виготовленої бринзи на основі розрахунку амінокислотного скору (табл. 2.26), можна відзначити, що білки усіх зразків бринзи добре збалансовані за всіма незамінними амінокислотами.

Контрольний зразок є лімітуючим за кислотою метіонін+цистин – 97,1 %, додавання ламінарії у кількості 10 % у подрібненому вигляді підвищує вміст незамінних амінокислот готового продукту. За органолептичними показниками бринза з ламінарією мала кращі результати, ніж з часником та імбирем.

Ламінарію у сирне зерно вносили у кількості 5 та 10 % у подрібненому стані та блендерованому. За смаком, запахом і консистенцією, бринза з 10 % подрібненої ламінарії відзначалась вищою кількістю балів і мала кращий зовнішній вигляд завдяки одноріднішій консистенції [119].

## **2.7. Молочні продукти підвищеної біологічної цінності**

Серед великої кількості груп функціональних продуктів харчування заслуженою популярністю користуються кисломолочні напої, тобто молоко, отримане від різних видів тварин, сквашене різними видами молочнокислих бактерій [120–122]. Традиційними для українців є кефір, йогурт, ряжанка, сметана тощо [123, 124]. Доведено, що кисломолочні продукти представляють дуже важливу роль в дієтичному, лікувальному і геродієтичному харчуванні, тому що мають високу поживну цінність і біологічно активні речовини.

Сметана є традиційним слов'янським кисломолочним продуктом, який користується високим попитом в Україні.

Для зміцнення кисломолочного сметанного згустку у складі сметанних виробів застосовують згущувачі рослинного і тваринного походження.

Для покращення структури та реологічних властивостей

кисломолочних продуктів набуло використання молочно-білкових концентратів [125].

Виробництво білкових концентратів (казеїнати, сухе знежирене молоко, концентрати сироваткових білків, одержані методом ультрафільтрації) досить розвинене в усьому світі та в Україні також. Таким чином розробка сметани підвищеної біологічної цінності за використання молочно-білкового концентрату є актуальним напрямом.

Білки молока, а особливо сироваткові, за своїм амінокислотним складом можна віднести до найбільш цінних серед інших тваринного походження. Додавання сироваткових білків у харчові продукти особливо актуально в наш час, коли гостро відчувається недолік у повноцінних білків у харчовому раціоні населення. Амінокислотний склад концентратів сироваткових білків має позитивний вплив на функції шлунково-кишкового тракту і його мікрофлору, структуру тіла (співвідношення м'язів та жиру), енергетичний метаболізм, імунітет, запальні процеси, а також сприяє зниженню маси тіла, підвищенню фізичної активності та синтезу білка м'язових тканин. Крім того, приблизно 14 % сироваткових білків є ініціаторами перетравлювання і беруть участь у синтезі більш шості життєво важливих ферментів та гормонів.

Сутність технології виробництва концентрату сироваткових білків полягає в концентруванні сироватки методом ультрафільтрації/діафільтрації, за якої отримують ультраконцентрат, який в подальшому концентрують шляхом випарювання та розпилювального сушіння. Сухі КСБ зазвичай містять від 25 до 80% білків. Наявність нативних сироваткових білків надають КСБ вологоутримуючі, гелеутворюючі та піноутворювальні властивості [126].

Продукт Milei 80 – природний розчинний у воді концентрат протеїнів сироватки, виготовлений на основі свіжої молочної сироватки в процесі просушування потоком повітря (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Концентрат протеїнів сироватки Milei 80

Це високоякісний дієтичний продукт протеїну з багатьма функціональними властивостями: зв'язування води, емульгація, забезпечує в'язкість, утворює гель. Завдяки різноманітному поєднанню фракцій білкових протеїнів сироватки Milei можна використовувати в дитячому і дієтичному харчуванні, в молочній промисловості, при виробництві делікатесних продуктів, кондитерських і хлібобулочних виробів, в м'ясних продуктах.

Під біологічною цінністю розуміють залежний від амінокислотного складу та структурних особливостей білка ступінь утримування азоту або ефективність його утилізації для підтримки азотистого балансу в організмі людини. Біологічна цінність білків залежить від збалансованості складу, в першу чергу, за незамінними амінокислотами.

Біологічну цінність білків визначають шляхом порівняння амінокислотного складу досліджуваних білків з довідковою шкалою амінокислот гіпотетичного ідеального білка.

Розрахунок скору, як правило, здійснюється на основі розрахунку процентного відношення кількості кожної незамінної амінокислоти у досліджуваному білку до кількості тієї ж амінокислоти в гіпотетичному білку

з ідеальною амінокислотою шкалою за формулою:

$$\text{Амінокислотний скор} = \frac{\text{мг АК в 1 г досліджуваного білка}}{\text{мг АК в 1 г ідеального білка}} \times 100\%$$

де АК – амінокислота.

Лімітуючою є незамінна амінокислота, скор якої менше, ніж 100 %.

Відповідно до результатів дослідження амінокислотного скору білків БСК Milei 80 встановлено достатньо високу біологічну цінність (табл. 2.27).

*Таблиця 2.27*

**Біологічна цінність білків концентрату протеїнів сироватки  
Milei 80**

Амінокислоти	Еталонний білок ФАО/ВОЗ г/100 г білка	концентрат протеїнів сироватки Milei 80 г/100 білка	Амінокислотний скор, %
Ізолейцин	4,0	6,4	160
Лейцин	7,0	10,3	147
Сума ароматичних (фенілаланін+тирозин)	6,0	3,1	52
Сума сірковмісних (метіонін+цистин)	3,5	4,0	114
Треонін	4,0	7,0	175
Валін	5,0	5,7	114
Лізін	5,5	8,7	158
Триптофан	1,0	2,4	240

Лімітуючими амінокислотами виявилася лише сума ароматичних (фенілаланін+тирозин) 52%. Скори інших амінокислот були вищими до еталонного білка. Таким чином використання концентрату протеїнів сироватки Milei 80 у технології сметани сприятиме підвищенню біологічної цінності кисломолочного продукту.

Дослідні зразки сметани з масовою часткою жиру 10% виготовляли з вмістом концентрату сироваткових білків (Milei 80) в діапазоні від 0,5 до 1,0% та визначали їхні органолептичні показники якості для встановлення раціонального вмісту у готовому продукті сироваткових білків як стабілізуючого інгредієнта (табл. 2.28) [127].

Таким чином, обґрунтовано технологічну доцільність використання концентрату протеїнів сироватки Milei при виробництві сметани з масовою часткою жиру 10 %.

Таблиця 2.28

### Органолептичні показники сметани

Показник	Зразки			
	контроль	0,5%	0,75%	1,0%
Запах	Без сторонніх запахів			
Смак	Чистий, кисломолочний, приємний	Чистий, кисломолочний, приємний	Чистий, кисломолочний, приємний, ледь відчутний в'язучий після смак	Чистий, кисломолочний, приємний, яскраво виражений після смак
Колір	Білий, рівномірний за всією масою			
Зовнішній вигляд	Недостатньо густа	Недостатньо густа	Густа	Дуже густа

## 2.8. Морозиво для веганів

Згідно з соціальним опитуванням, дедалі більше українців зацікавлені у зниженні споживання м'яса на користь альтернативних продуктів, виготовлених з рослин. Ідеться про так зване рослинне м'ясо, яке вже з'явилося на українському ринку, рослинне молоко (виготовлене з вівса,

рису, гречки тощо) та ін. В результаті цього дослідження було визначено, що на 14,8% населення України включають у свій раціон рослинні альтернативи м'ясу, 13,9% – молока [128, 129]. Готовність українців вживати рослинні альтернативи у разі доступної ціни проявили 65,3% респондентів.

Основною сировиною морозива є молоко. У зв'язку з особливостями харчування веганів для виробництва морозива необхідно використовувати рослинне молоко. Аналіз наукової та патентної інформації показав, що сьогодні існує близько 35 видів «рослинного молока». Їх можна поділити на п'ять груп [130]:

- «рослинне молоко» зі злакових – вівсяне, рисове, гречане, кукурудзяне, пшеничне, житнє, ячмінне, полб'яне, з тритікале (гібрид жита та пшениці);

- «рослинне молоко» з зернобобових – соєве, арахісове, люпинове, з бобів вігні і мукуни, чуфи;

- «рослинне молоко» з горіхів – мигдальне, кокосове, фісташкове, кедрове, з волоського горіха, кеш'ю і фундука;

- «рослинне молоко» з олійного насіння – кунжутне, льняне, конопляне, соняшникове, гарбузове, горлянки;

- «рослинне молоко» з псевдо-зернових культур – амарантове, макове, з кіноа, чіа, тефа, і т. д.

Перед запуском даного продукту було досліджено декілька видів рослинного молока, а саме гречаного, мигдального та вівсяного. Так, як вівсяне молоко має нейтральний смак, який можна посилити добавками, наприклад ваніллю, полуницею чи авокадо було запропоновано рослинне молоко, на основі якого був вироблений продукт, а саме вівсяне.

Доцільність використання вівсяних пластівців у технології молочних десертів, зумовлена тим, що вівсяні пластівці містять велику кількість природних харчових компонентів, які перебувають у легкодоступному для організму стані. Вівсяні пластівці – вівсяна крупа, розплющена у вигляді

рифлених або гладких пелюсток. Вівсянка включена в систему здорового харчування, знижує рівень цукру і холестерину в крові, захищає шкіру від подразнень [131].

Фосфор і кальцій зміцнюють кісткову систему, коріння волосся і нігтьову пластину. І тут користь вівсянки очевидна для людей, які страждають патологіями опорно-рухового апарату. Нормалізує вівсянка роботу багатьох органів та систем організму. Не виняток і щитовидна залоза, печінка, нирки. Сприяє вівсянка і підвищенню імунітету, очищає організм від шлаків.

Вітамін В нормалізує процес перетравлювання їжі, позитивно впливає на шкіру. Людям, страждаючим дерматитами або алергією, медики рекомендують вівсянку в якості однієї з основних страв. Протеїни і клітковина сприяють збільшенню саме м'язової тканини, а не жирового прошарку.

Для людей, що страждають на вегето-судинну дистонію, захворюваннями крові, серця або інших судин, користь вівсянки також велика. Завдяки високому вмісту в ній заліза і мінералів вівсянка – прекрасний продукт для профілактики цих захворювань. Йод – для розумового розвитку, вітаміни А і Е – для краси, калій і магній знімають м'язову втому, а також рекомендуються при зведенні м'язів.

Експериментальні дослідження проводились в умовах виробничо-вимірювальної лабораторії. Визначення якості готового продукту проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості згідно вимог ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід. Загальні технічні умови».

Технологія виробництва вівсяного молока. Вівсяні пластівці замочують у воді за температури 18-20°C, перемішують, тривалість набухання становить 3 години. Потім суміш направляють на диспергування тривалістю 5-10 хв, відбувається подача диспергованої суміші на фільтрування. Готовий вівсяний

напій подається на приготування суміші для морозива з подальшим підігрівом, внесенням додаткових компонентів, гомогенізацією та пастеризацією.

Вівсяне молоко має наступні характеристики. Суміш однорідна, смак – солодкуватий, слабовиражений вівсяного молока, без сторонніх присмаків та запахів. Для виробництва морозива для веганів на основі вівсяного молока запропоновано технологічну схему (рис. 2.21) [132].



**Рис. 2.21. Технологічна схема виробництва морозива для веганів**

Для визначення якості експериментального морозива було проведено його органолептичну оцінку. Зовнішній вигляд продукту:

Морозиво одношарове від білого до білого з сірим відтінком кольору,

обумовлене формою картонного відерця та з запаюванням стаканів мембраною (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Вигляд продукту (зверху) та в розрізі

Процес виробництва морозива здійснюється у відповідності до затверджених рецептур (рис. 2.22).

Таблиця 2.22

**Технологічна карта по виробництву морозива на лінії №6 Ice-rack (Наповнювальна машина Ice Group «Robot») Десерт ТМ «Три Ведмеді» «З вівсяного МО» зі смаком ванілі та наповнювачем «Полуниця», 8,0 % жиру, заморожений, 320 г**

Назва морозива	Маса нетто порції, г	Суміш		Наповнювач		Споживче пакування	Кількість порцій в ящику, шт	Розмір ящика	Кількість ящиків на піддоні, шт/кг
		Вид (м.ч.ж.) %	Вага, г	Вид	Кількість г/порцію				
Десерт «З вівсяного МО» «Ваніль-Полуниця»	320 г± 3%	8% десертна	288,0	Полуниця 650784	32	Картонний стакан	8	390*390*140	132/337,92

Таким чином на підставі системних досліджень встановлено можливість і доцільність використання рослинної сировини для виробництва морозива функціонального призначення. Розроблено технологію вівсяного морозива, яке характеризується оригінальними органолептичними властивостями. Завдяки використанню вівсяних пластівців отримано морозиво підвищеної біологічної цінності. Це рослинне морозиво збагачене каротиноїдами, мінеральними речовинами, природними вуглеводами тощо. Введення у суміш морозива вівсяного напою позитивно впливає на технологічні властивості нового морозива, зокрема на його збитість.

## РОЗДІЛ 3

# ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ В М'ЯСОПЕРЕРОБНІЙ ГАЛУЗІ

### 3.1. Сучасний стан виробництва м'ясних продуктів

М'ясна промисловість – найбільша галузь харчової індустрії, випускає широкий асортимент продукції. М'ясо і вироби з нього є одним з найважливіших продуктів харчування, оскільки містять майже всі необхідні для організму людини поживні речовини. Одне з основних завдань для розробників нових видів м'ясних виробів – створення продуктів, що володіють комплексом заданих корисних властивостей і мають високі споживчі якості.

М'ясо – це один із основних продуктів харчування людини. М'ясо є основним джерелом високоякісного тваринного білка, що містить повний комплекс незамінних амінокислот, тваринного жиру, вуглеводів, жиророзчинних та водорозчинних вітамінів, кальцію, фосфору та інших макро- та мікроелементів, ферментів та інших біологічно активних речовин.

Крім того, слід зазначити, що за хімічним складом м'ясо є найважливішим джерелом білка, оскільки містить усі незамінні амінокислоти у значній кількості та у сприятливому для організму людини співвідношенні. По амінокислотному складу білків м'язова тканина різних видів м'яса мало відрізняється. М'ясо використовується як основна сировина для виробництва ковбасних виробів, копченостей, консервів, пельменів, фрикадельок та інших напівфабрикатів.

Збагачення харчових продуктів есенціальними речовинами – це серйозне втручання в традиційно сформовану структуру харчування людини. В зв'язку з цим виділяють ряд аспектів, які надають визначальний вплив на використання натуральних добавок рослинного походження в

м'ясопереробній галузі. По-перше, існує досить чітко сформована орієнтація населення на споживання «здорових» продуктів харчування, що обумовлено широким поширенням інформації про теорію адекватного харчування. По-друге, використання рослинних компонентів при виробництві м'ясних продуктів сприяє поліпшенню якісних характеристик вихідної м'ясної сировини, підвищення харчової і біологічної цінності готових виробів. По-третє, постійний пошук найбільш успішних аналогів, ніж модифікована соя, що так часто застосовується у виробництві м'ясопродуктів [133].

Виробництво функціональних м'ясних продуктів є новим перспективним напрямком для сучасної м'ясопереробної галузі. Зростаючий інтерес до так званої «здорової їжі» обумовлює необхідність виробництва продуктів, що не тільки задовольняють фізіологічні потреби організму в поживних речовинах і енергії, але і надають профілактичну і лікувальну дію. Такі продукти називають функціональними.

В даний час у виробництві продуктів харчування спостерігається прагнення до заміщення традиційних технологій на інноваційні, які дозволяють отримувати продукти харчування з поліпшеними складом – продукти для спортсменів, дітей, вагітних жінок і т.д. Продукти харчування масового споживання, які повинні бути доступні в повсякденному харчуванні всіх груп населення необхідно збагачувати біологічно активними речовинами. При цьому погіршення споживчих властивостей продуктів, зниження засвоюваності інших харчових речовин, а також зміна смаку, аромату, свіжості і терміну їх зберігання не повинно при цьому спостерігатися.

Сьогодні існує проблема незбалансованості харчування. Тому особливого значення має створення і впровадження у виробництво продуктів, що містять широкий спектр біологічно активних сполук, здатних компенсувати дію агресивних чинників навколишнього середовища, підтримуючи здоров'я і активний спосіб життя.

Використання в технології комбінованих м'ясних продуктів рослинних компонентів забезпечує високу харчову і біологічну цінність, сприяють підвищенню гнучкості рецептур, стійкого і рівномірного розподілу інгредієнтів, мінімізації втрат в процесі виробництва, що в кінцевому підсумку призводить до створення продукту стабільної якості.

Внесення в м'ясний фарш сировини рослинного походження можна розглядати як один із способів отримання високоякісних м'ясних продуктів з регульованими властивостями. Існує багато різних видів рослинної сировини, за допомогою якого можна створити комбінований продукт, що володіє корисними для здоров'я людини властивостями [133].

Сучасні технологічні рішення орієнтовані на підвищення ефективності використання сировини, її якості, безпечності та функціональних властивостей. Особлива увага приділяється оцінці функціональних властивостей, оскільки саме вони впливають на ефективність використання сировини під час переробки [134-136].

Вибір правильного рішення технологічного перероблення м'ясної сировини з вадами не є легким, оскільки вади м'яса спостерігаються не у всіх тварин, а лише у частини, тому необхідно як можна швидше розпізнати вади якості і прийняти вірне рішення про можливість і способи перероблення такої сировини [137].

М'ясо і продукти на його основі можна розглядати як перспективну сировину для створення функціональних продуктів, що забезпечують організм людини не тільки повноцінним білком, а й містять біологічно активні компоненти, що володіють певною мірою і захисними властивостями. З м'ясом в організм, крім білків і ліпідів, можуть надходити такі нутрицевтики, як харчові волокна, вітаміни, мікроелементи, поліненасичені жирні кислоти, біологічно активні пептиди, амінокислоти [138].

Більш ефективним і досягаючим максимальної функціональної дії є

збагачення м'ясних продуктів вітамінами, мінеральними речовинами та іншими функціонально спрямованими компонентами за рахунок використання рослинної сировини. Обговорюючи проблему створення продуктів заданого складу, збагачених незамінними харчовими речовинами, вчені в даний час звертають дедалі більшу увагу на нетрадиційні джерела, що підвищують харчову та біологічну цінність харчових продуктів, які мають широкий спектр функціональних властивостей [139].

Таким чином в сучасних умовах спостерігається постійно зростаючий попит на м'ясну продукцію, обмеженість сировинної продовольчої бази та зміна структури харчування населення, що, як наслідок, змушує виробників впроваджувати ефективні ресурсозберігаючі технології, безперервно розширювати асортимент виробів, при цьому не залишати поза увагою гарантованість стійких показників якості і безпечності готової продукції.

### **3.2. Визначення терміну післязабійного зберігання м'яса свиней**

Сьогодні, в усьому світі, вимоги, що висувуються споживачем до якості продукції, стали жорсткішими. Визначення якості м'яса – одна з найважливіших задач ветеринарно-санітарної експертизи [135].

Перехід тваринництва на промислову основу і пов'язані з цим зміни умов утримання тварин привели до появи нестандартної продукції. М'ясо одних тварин відрізняється підвищеною жорсткістю, в м'ясі інших не протікають процеси дозрівання. При цьому оцінка свіжості продукції залишається головним показником. Свіжість м'яса досліджують стандартними методами [135].

Дослідження м'яса на свіжість, як правило, починають із визначення його органолептичних показників, а потім, за необхідності, проводять лабораторні дослідження. При виражених негативних органолептичних показниках м'ясо може бракуватися і тоді проведення лабораторних

досліджень не є обов'язковим. Органолептичні дослідження свіжості м'яса проводять за допомогою органів чуття: зору, нюху, дотику [140, 141].

При цьому визначають: зовнішній вигляд та колір, консистенцію, запах м'яса, стан жиру, сухожилля, кісткового мозку, аромат та прозорість бульйону. Кожну відібрану пробу аналізують окремо (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Визначення ступені свіжості м'яса за органолептичними показниками**

Показники	Характерні ознаки м'яса		
	Свіже	Сумнівної свіжості	Несвіже
1	2	3	4
Зовнішній вигляд і колір туші	Поверхня вкрита кірочкою підсихання рожевого або блідо-червоного кольору; у розморожених туш – червоного кольору, жир м'який, частково забарвлений в яскраво-червоний колір	Поверхня місцями зволожена, злегка липка, потемніла	Поверхня дуже суха або вкрита слизом, сірувато-коричневого кольору чи пліснявою
М'язи на розрізі	Злегка вологі; на фільтрувальному папері залишають незначну пляму, або не залишають зовсім; колір, характерний для м'яса певного виду тварин: яловичина – від світло- до темно-червоного, свинина – від світло-рожевого до червоного, баранина – від червоного до червоно-вишневого, ягнятина – рожевого	Вологі, залишають пляму на фільтрувальному папері, площею рівною площі дотику злегка липкі, темно-червоного кольору. Для розмороженого м'яса – з поверхні розрізу стікає злегка мутнуватий м'ясний сік	Вологі, на фільтрувальному папері залишають пляму за площею більшу від площі дотику червоно-коричневого кольору. Для розмороженого м'яса з поверхні розрізу стікає мутний м'ясний сік
Консистенція	На розрізі м'ясо щільне, пружне; при натискуванні ямка швидко виповнюється	На розрізі м'ясо недостатньо щільне та пружне, ямка при натискуванні виповнюється повільно (протягом 1 хв), жир м'який, у розмороженого м'яса – дещо пухкий	На розрізі м'ясо дрябле; ямка при натискуванні не виповнюється, жир м'який, у розмороженого м'яса – пухкий, з ознаками осалювання
Запах	Специфічний, властивий кожному виду свіжого м'яса	Злегка кислуватий або відтінком затхлості	Кислий, або затхлий, або слабо-гнильний

1	2	3	4
Стан жиру	Яловичий – білий, жовтуватий або жовтий; консистенція – тверда, кришиться при натискуванні. Свинячий – білий, блідо-рожевий; м'який, еластичний. Баранячий – білий, щільний. Запах жиру – без осалювання або прогіркання	Сухожилля менш щільні, матово-білого кольору. Суглобові поверхні злегка вкриті слизом	Сухожилля розм'якшені, сірого кольору. Суглобові поверхні вкриті слизом
Кістковий мозок	Заповнює всю порожнину трубчастих кісток, твердий, жовтого кольору, має фарфороподібний блиск	Заповнює всю порожнину трубчастих кісток, твердий, жовтого кольору, матовий	Не заповнює простір порожнини кітки м'якої консистенції, брудно-сірого або темного кольору
Прозорість та аромат бульйону	Прозорий, ароматний, жир на поверхні у вигляді великих крапель	Прозорий або мутний, із запахом, не властивим свіжому бульйону. Дрібні краплини жиру на поверхні	Мутний, з великою кількістю пластівців, з різким неприємним запахом; жирові краплини майже відсутні

При цьому недосвідченому досліднику буде дуже важко визначити ступінь свіжості та якості м'яса, тому деякою мірою доводиться перевіряти також лабораторними методами.

**Метод мікроскопічного аналізу свіжості м'яса.** Контамінація м'яса може бути прижиттєва (ендогенна) у хворих тварин і екзогенна – при порушенні ветеринарно-санітарних вимог щодо забою, розбирання зберігання, транспортування туш тощо [135, 142].

Якщо має місце ендогенна контамінація, то псування м'яса починається в усіх ділянках туші, якщо екзогенна, то псування починається, як правило, біля кісток.

Метод базується на визначенні кількості бактерій та ступеня розпаду м'язової тканини шляхом мікроскопії мазків-відбитків. Для мікроскопічного дослідження необхідно приготувати два мазки-відбитки один з поверхневого

шару, інший з глибоко розташованих м'язів. Поверхню досліджуваних м'язів стерилізують розпеченим шпателем або обробляють тампонами, змоченими спиртом, вирізають стерильними ножицями шматочки розміром 2,0x1,5x2,5 см, поверхнями зрізів прикладають до предметного скла (по три відбитки на двох предметних скельцях).

М'ясо вважають свіжим, якщо в мазках – відбитках не виявлено мікрофлори або в полі зору препарату видимі поодинокі (до 10 клітин) коки та палички і немає слідів розпаду м'язової тканини, препарат фарбується погано.

М'ясо вважається сумнівної свіжості, якщо в полі зору мазка-відбитка виявлено 20-30 коків або паличок, а також сліди розпаду м'язової тканини: ядрі м'язових волокон у стані розпаду, посмугованість волокон слабо виражена. Препарати фарбують добре.

М'ясо несвіже, якщо в полі зору мазка – відбитка виявлено більше 30 коків або паличок, спостерігається значний розпад тканин: майже повне зникнення ядер, повне зникнення посмугованості м'язових волокон. Препарати інтенсивно фарбуються. Проте, мікроскопія дозволяє визначати кількість мікроорганізмів лише на поверхні продукту, навіть на свіжому м'ясі може бути різноманітна палітра мікроорганізмів, які можна легко усунути за допомогою води та інших дезінфікуючих засобів.

**Реакція з міді сульфатом у бульйоні на визначення продуктів первинного розпаду білків** [135, 143]. Під час варіння бульйону білки м'яса переходять у воду і під дією високої температури коагулюють, при фільтруванні бульйону вони осідають на фільтрі. У бульйоні, отриманому із несвіжого м'яса, залишаються первинні продукти розпаду білків м'яса і пептони, поліпептиди, які можна виявити шляхом осадження міді сульфатом.

Фільтрат із свіжого м'яса не змінюється або злегка темніє. Бульйон із м'яса сумнівної свіжості каламутний, утворюються крупні пластівці. Бульйон із неякісного м'яса з міді сульфатом переходить у желеподібний стан, а в

бульйоні із розмороженого м'яса утворюються крупні пластівці.

Таким чином така реакція показує залишкову кількість білку, який є у м'ясі і якого згодом стає все менше і менше, тобто показує його поживність, а не свіжість.

**Визначення рН м'яса.** Концентрація водневих іонів у м'язах туші змінюється з перших годин після забою тварин [144]. рН парного м'яса – в межах 6,8-7,2. У результаті перебігу процесів дозрівання м'яса, під дією аутолітичних ферментів (катепсинів), рН м'яса зміщується в кислий бік і становить 5,5-6,2 (дозріле якісне м'ясо). Під час псування та гниття м'яса ферменти мікроорганізмів викликають глибокі зміни білків з накопиченням лужних продуктів розпаду, в результаті цього м'ясо сумнівної свіжості має рН 6,3-6,7 (таке ж значення рН може мати і м'ясо хворих та перевтомлених тварин), а несвіже – 6,8 і вище. М'ясо, отримане від тварин у стані агонії, погано знекровлене з синюшним відтінком лімфовузлів, має рН 6,6 і вище.

Необхідно зауважити, що в концентрованій м'ясній витяжці (1:4) із остиглого м'яса здорових тварин рН, як правило, не перевищує 6,2. В менш концентрованих м'ясних витяжках (1:10) рН м'яса здорових тварин може досягати величини 6,4-6,5, а м'ясо хворих – 6,5 і вище. Для свіжого м'яса і, особливо, м'яса сумнівної свіжості, як показують наукові дослідження, важко встановити характерний інтервал значень рН. Це можна пояснити тим, що в початковій стадії псування м'яса зсув рН у нейтральний бік відбувається внаслідок накопичення лужних еквівалентів – утворення аміаку та інших азотистих сполук (початкова стадія гниття м'яса). Тому рН м'яса сумнівної свіжості у більшості випадків не збігається з тими межами коливань, які характеризують свіже і несвіже м'ясо. Отже, рН не завжди є вірогідним показником свіжості м'яса, але має важливе значення при виявленні м'яса з ознаками FDF (темне, тверде, сухе) та PSE (бліде, м'яке, водянисте) через 1 год. Після забою тварин, як правило, нормальне м'ясо від здорових тварин має рН 6,6-6,8, а м'ясо з ознаками DFD – 6,3-6,6, а з ознаками PSE – 5,5-6,2.

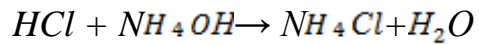
Згідно з ДСТУ ISO 2917-2001 метод застосовують під час вимірювання рН м'яса у тушах, півтушах, четвертинах, шматках м'яса та гомогенізованих м'ясних продуктах [144].

**Реакція на пероксидазу.** Пероксидаза – це окисний фермент, який завжди присутній у свіжому м'ясі здорових тварин. За своєю природою даний фермент є білковою речовиною. Під дією високої температури, солей важких металів, протеолітичних ферментів мікроорганізмів (протеаз) тощо пероксидаза інактивується. В організмі тварин вона каталізує реакції розкладання тканинних перекисів з використанням вивільненого кисню для подальшого окиснення фенолів та ароматичних амінів [145].

Суть реакції полягає у тому, що фермент пероксидаза розкладає пероксид водню із звільненням кисню, який і окислює бензидин. При цьому утворюється парахінон-діамід, який з недоокисленим бензидином дає сполуку синьо-зеленого кольору, що з часом переходить у бурий. Важливе значення має активність пероксидази. У свіжому м'ясі здорових тварин вона дуже активна, у несвіжому м'ясі, м'ясі хворих тварин і забитих у агональному стані активність її значно знижується або вона взагалі відсутня.

Проте такі дослідження можна провести лише в умовах лабораторії, маючи певний набір реактивів, а також багато підприємств із переробки нехтує проведенням цієї реакції.

Оцінка свіжості м'яса свиней і жуйних тварин базується на його гомогенізації, за додавання до проби дистильованої води і кип'ятіння впродовж 20 хвилин для переходу водорозчинних фракцій білків і сечовини у водний розчин. Потім додають уреазу в розчині сої з рН 5,7-5,8, змішують обидва розчини із визначенням рН під контролем рН-метра. Тривалість інкубація 1 година за  $t +37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Суміш розчинів охолоджують, визначають значення рН і титрують 0,001н HCl під контролем рН-метра до попередньої величини рН розчинів перед інкубацією. Вміст сечовини в мг% у м'ясі тварин визначається відповідно до реакції:



Відповідно до запропонованої методики оцінки свіжості м'яса тварин проведено дослідження та встановлено їх закономірності.

Розчин сої (уреази) готується при розчиненні 4 г тонко розмеленої сої в 100 см<sup>3</sup> дистильованої води з витримкою впродовж 1 год, після проціджується через тканину. До 10 мл одержаного фільтрату водної витяжки сої додається 20 мл дистильованої води і краплями 0,1 н HCl в такому розчині рН доводиться до 5,7-5,8 під контролем рН-метра. Наважка 5 г м'яса свинини гомогенізується і додається 100 мл дистильованої води при кип'ятінні протягом 20 хв для переходу сечовини і водорозчинних білків у розчин.

Після чого фіксується рН розчину, який має кислу реакцію і додається 30 мл розчину сої (уреази) з рН 5,7-5,8.

Після обидва розчини змішуються (100 мл води і 5 г м'яса з додаванням 30 мл уреази (розчину сої) з рН 5,7-5,8) і заміряється рН під контролем рН-метра та ставиться на 1 год для інкубації у водяну баню +37°C. Після охолодження розчину після інкубації, заміряється показник рН і титрується 0,001 н HCl під контролем рН-метра до попередньої величини рН-розчину до інкубації.

Розраховуємо вміст мг% сечовини в 100 г м'язової тканини (м'яса).

1. Для нейтралізації аміаку сечовини в 5 г м'яса, яка під дією уреази розщеплюється до аміаку, витрачено 52 мл 0,001н HCl, тоді як на 100 г м'яса відповідно буде в 20 разів більше

$$52 \text{ мл} \times 20 = 1040 \text{ мл } 0,001 \text{ н HCl} \text{ або } 1,040 \text{ мл } 1 \text{ н HCl}$$

2. Відповідно до реакції ( $HCl + NH_4OH = NH_4Cl + H_2O$ ) 1 мл 1н HCl відповідає 14 мг% N, а 1,040 мл буде становити

$$14 \text{ мг\%} \times 1,040 \text{ мл} = 14,560 \text{ мг N.}$$

3. Молекулярна маса сечовини – 60 г/моль з вмістом азоту 28 г, тоді:

14,560 мг N буде міститись в 31,2 мг сечовини ( $\frac{14,56 \times 60}{28}$ ).

Звідси а 100 г м'яса вміст сечовини становитиме 31,2 мг%.

Дослідження проводили з м'ясом у перший день забою свиней і впродовж 6-ти діб із визначенням у ньому вмісту сечовини. Проби м'яса знаходились у холодильнику за  $t^{\circ}+4^{\circ}\text{C}$ . Результати досліджень представлено в табл. 3.2 та рис. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.2

### Результати дослідження

Доба після забою	рН розчину		Кількість 0,001 нНСІ витраченого на титрування, мл
	до інкубації	після інкубації	
I	5,37	5,92	50
II	5,42	5,68	45
III	5,55	5,76	35
IV	5,52	5,72	25
V	5,50	5,70	15
VI	5,83	5,83	0

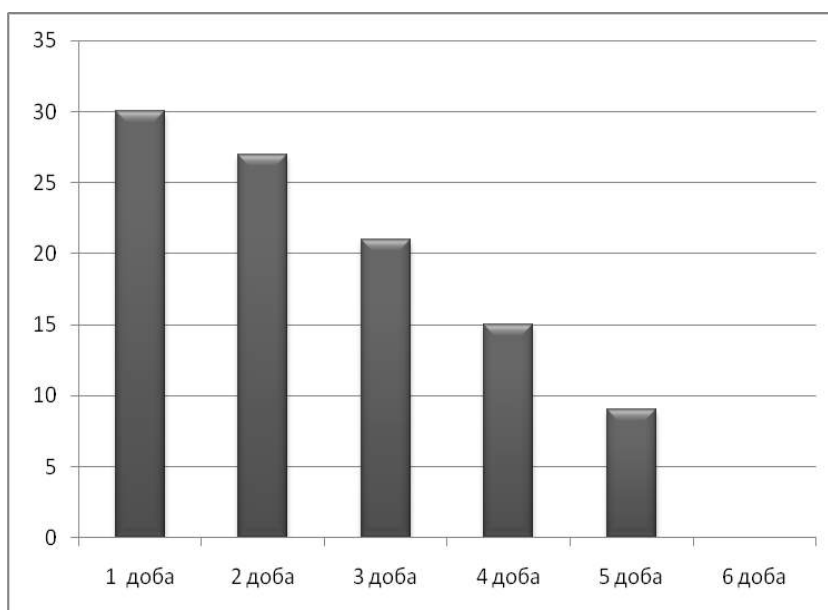
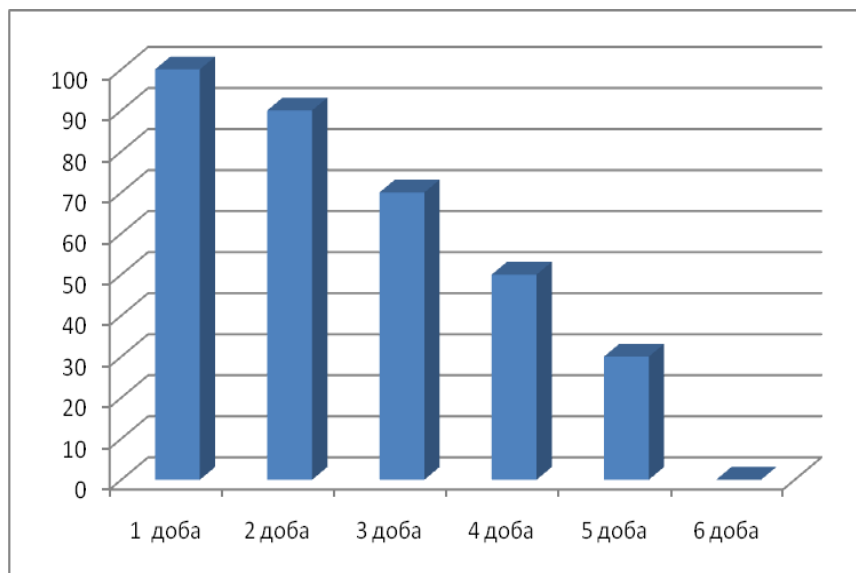


Рис. 3.1. Вміст сечовини в м'ясі свиней, мг%

Результати досліджень вмісту сечовини в м'ясі свиней впродовж 6-ти днів свідчать, що через добу після забою становить 90% третя доба – зменшився на 30%, четверта доба – зменшення вмісту сечовини на 50%, на п'яту добу – фактично в м'ясі залишилися тільки сліди сечовини, а на 6-ту добу сечовина відсутня [134].



*Рис.3. 2. Динаміка зміни вмісту сечовини в м'ясі свиней, %*

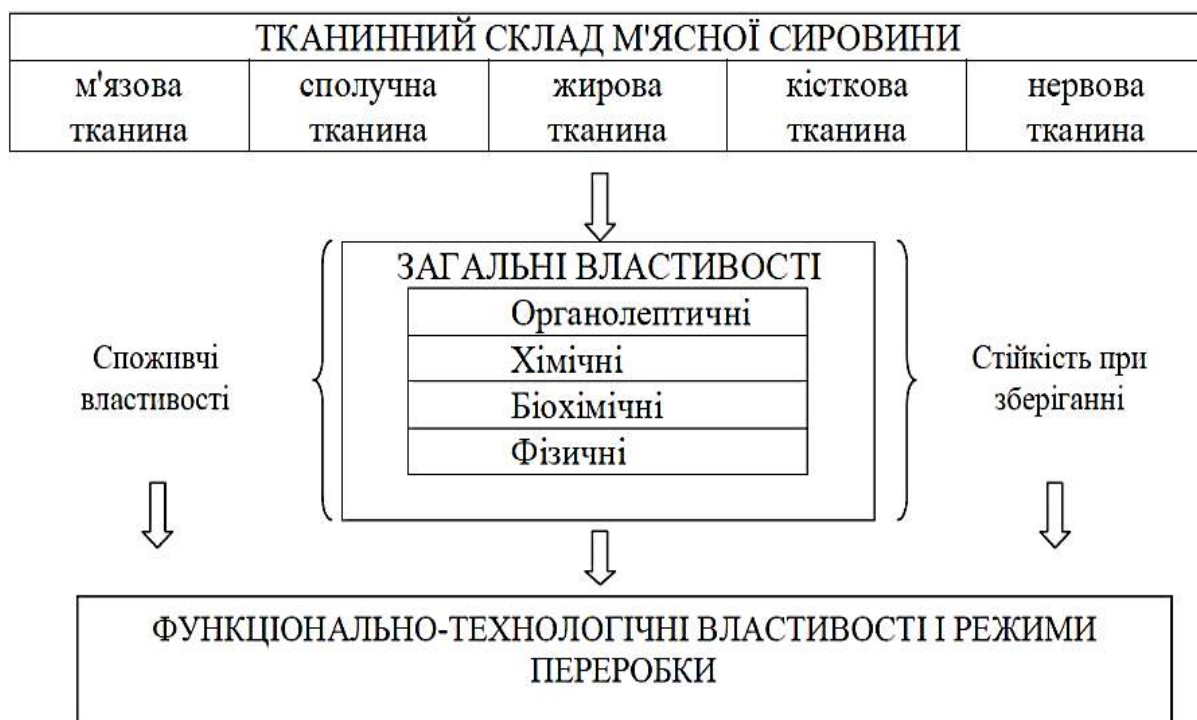
Таким чином в м'ясі після забою тварин і впродовж декількох днів наявний високий вміст сечовини, яка розщеплюється під дією уреаз м'язової тканини і через кожен добу зберігання її вміст зменшується, а на 5-ту добу сечовина повністю розщеплюється. Встановлення терміну після забійного зберігання м'яса свиней і жуйних тварин полягає у дослідженні динаміки зміни вмісту сечовини в м'ясі після забою тварин впродовж 6-ти днів.

### **3.3. Масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини**

В умовах переробних підприємств м'ясом називають тушу, яка містить м'язову тканину з іншими прилеглими до неї тканинами і утвореннями – жиром, кістками, кров'ю та інше [143]. В залежності від співвідношення

тканин у складі м'яса, змінюється його хімічний склад, органолептичні, фізичні якості, харчова цінність, здатність до переробки (рис. 3.3) [146].

Тканини м'яса відмінні за гістологічною будовою та харчовою цінністю. Співвідношення окремих тканин залежить від виду і породи тварин, статі, віку, вгодованості, частини туші.



**Рис. 3.3. Взаємозв'язок складу та властивостей м'ясної сировини**

Технологія виробництва продуктів переробки м'яса включає ряд операцій, зокрема підготовка сировини і компонентів, посол, механічна і термічна обробка та ін., які визначають у результаті якість готового продукту. Проте в сучасних умовах доцільно враховувати особливості початкової сировини і регулювати процеси виробництва мінімізуючи недоліки сировини [146-149].

Оцінюючи окремі операції технологічного циклу з урахуванням їх впливу на формування споживчих властивостей готових виробів можна виділити етап посолу м'ясної сировини, який є складною сукупністю різних за своєю природою процесів:

- масообмін (накопичення в м'ясній сировині в необхідних кількостях компонентів суміші посолу і їх рівномірний перерозподіл в об'ємі), перехід водорозчинних речовин м'яса у водну фракцію розсолу;
- гідроліз білкових структур і інших нутрієнтів м'яса, зміни вологоутримуючої здатності м'ясної сировини;
- зміни мікроструктури м'ясної сировини та формування смаку і аромату в результаті розвитку ферментативних процесів за присутності речовин розсолу та механічних дій, стабілізація забарвлення продукту [150, 151].

Серед класичних методів посолу виділяють сухий, мокрий і змішаний [152].

У теоретичному плані їх вивчення, процес зводиться до міграції сухих речовин на основі законів дифузії у системі «розсіл-м'ясна сировина». Визначальний вплив на якість готових виробів мають наступні чинники: зовнішні, обумовлені властивостями зовнішнього середовища, і внутрішні, обумовлені властивостями внутрішнього середовища (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Визначальні чинники системи «розсіл-м'ясна сировина»

За традиційного мокрого соління доцільно розглядати дифузійний процес, тобто проникнення молекул однієї речовини в іншу речовину з наступним мимовільним вирівнюванням концентрації молекул цих речовин в обох фазах. Ефективність процесу визначається принципом Ле Шательє-Брауна «якщо на систему, що знаходиться в умовах рівноваги, впливати ззовні, змінюючи яку-небудь з умов рівноваги, то в системі посилюються процеси, спрямовані на компенсацію зовнішніх дій». Рушійною силою процесу посолу є різниця концентрацій солі в системі «розсіл-м'ясна сировина».

Опір процесу розподілу речовин дифузійного потоку та ускладнення переміщення речовин чинить дифузійний шар, що лежить на межі. З метою збільшення швидкості процесу необхідно забезпечити зменшення товщини примежового шару. Критерієм процесу посолу служить коефіцієнт дифузії (проникність). Встановлено, що кількісне співвідношення між проникністю м'язовою, сполучною і жировою тканинами м'яса складає 8:3:1 [152].

Відмічені анізотропні властивості м'язової тканини, тобто її проникність уздовж волокон приблизно на 11 % вище, ніж упоперек, що свідчить про переміщення речовин розсолу, переважно по міжклітинному простору тканини. В зв'язку з цим, очевидно, що дії, що ведуть до ліквідації бар'єрного шару і збільшення проникності тканинних мембран, сприяють швидшому і рівномірному розподілу речовин розсолу та інтенсифікації технологічного процесу.

Згідно з другим законом Фіка, дифузійне перенесення речовин обумовлюється наявністю градієнта концентрації в ізотермічних умовах [151]. Температурний градієнт викликає додаткове переміщення речовини у напрямі теплового потоку - термодифузію. Отже, швидкість розподілу солі в системі розсіл-продукт, а також усередині самого продукту, залежить від температури, яка є чинником, що найбільш істотно змінює величину коефіцієнта проникнення [152]. Таким чином, підвищення температури

розсолу сприяє швидшому розподілу компонентів сумішей розсолу при будь-якому з вказаних вище методів посолу.

Переважає більшість наукових робіт, що до пошуку способів підвищення ефективності процесу посолу зосереджена на застосуванні комбінації вже існуючих способів інтенсифікації процесу посолу або модифікації основних режимів. Спрямування таких техніко-технологічних рішень: скорочення тривалості процесу, як наслідок зменшення біохімічних і мікробіологічних змін у м'ясній сировині та отримання продукту заданої якості (рис. 3.5).

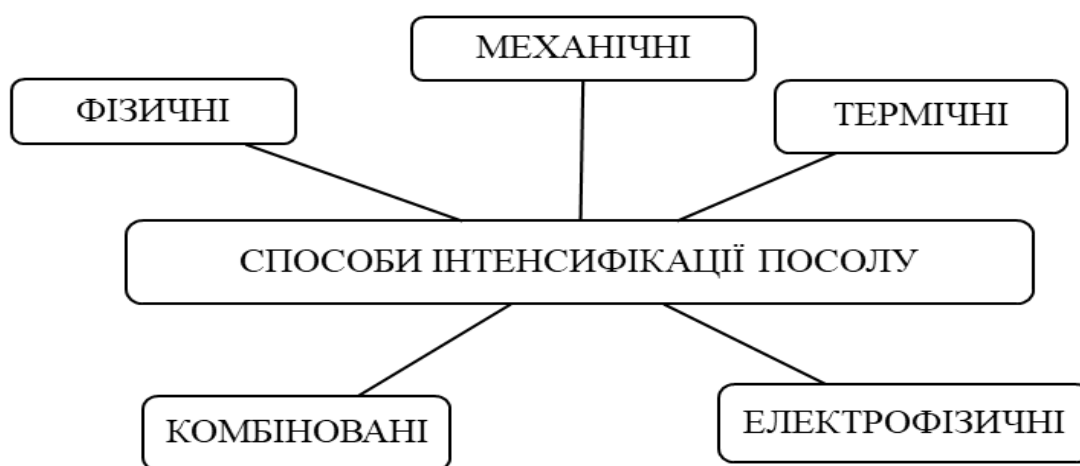


Рис. 3.5. Методи інтенсифікації посолу м'яса

Термічні методи засновані на терморегуляції процесу посолу та може бути представлено емпіричною залежністю тривалості ( $t$ , добу) дозрівання від температури ( $t$ , °C) [146]:

$$\lg T = 0,0515 - (23,5 - t)$$

Вплив температури обумовлено зміною значення коефіцієнта дифузії та підвищення активності ферментативних систем, які роблять сприятливу дію на продукт.

При цьому застосування підвищення температур паралельно супроводжується високою мікробіологічною активністю, що може привести

до псування сировини. Тому виникає необхідність використання додаткових інактивуєчих чинників, таких, як ультрафіолетове випромінювання, ультразвук, вакуумування, використання харчових кислот або антибіотиків, а також розсолів на основі активованої води [153, 154].

До електрофізичних методів відносять електростимулювання та електромасажування м'ясної сировини. Електростимулювання (ЕС) є методом, що передбачає обробку електричним струмом в парному стані. ЕС застосовується для запобігання стрімкому зміщенню рН середовища в кислую сторону і активізації ферментативних систем, що викликають автоліз м'яса, а також надання ніжності готовому продукту. При цьому способі можливе зниження вологоутримуючої здатності, втрати м'ясного соку за теплової обробки та загальна втрата маси. Підвищення ефективності процесу посолу можливе шляхом електромасажування м'яса. Принцип його дії полягає в дії електричних імпульсів на заздалегідь ін'єктоване м'ясо в парному стані [154].

Імпульсна механічна дія впливає на процес перерозподілу речовин фільтраційним шляхом, як наслідок підвищується швидкість дифузії солі за рахунок деструктивних змін м'язової тканини. Встановлено наявність розпушування і разволокнення мікроструктури м'язових м'яса. Також відбуваються локальні руйнування сарколеми, що також прискорює проникнення розсолу всередину волокон і деструктивні зміни в процесі витримки. Встановлено, що каталіз фільтраційно-дифузійних процесів (особливо деструктивних змін м'язової тканини) за електромасажування викликають швидше утворення дрібнозернистої білкової маси.

Науковий і практичний інтерес представляє застосування ультразвукової кавітаційної дії, як чинника спрямованого на коригування функціонально-технологічних властивостей м'ясної сировини [136].

Встановлено позитивний вплив ефектів ультразвукового впливу на консистенцію, смак і аромат м'яса.

До сучасних методів інтенсифікації посолу також відносяться методи механічної дії на м'ясну сировину, серед яких виділяють віброобробку, тендеризацію, масажування. Ці методи можуть застосовуватися як в комплексі, так і самостійно. Використання енергії механічної дії до сировини значно прискорює розподіл інгредієнтів розсолів за об'ємом м'ясопродуктів, особливо при використанні багатокomпонентних білкововмісних функціональних розсолів.

Набули значного поширення гідрофізичні методи внутрішньом'язового введення розсолу шляхом шприцювання. При цьому методі різні рідкі і газоподібні компоненти вводяться в м'ясо під тиском  $10^6$  Па [154, 155]. Уколами в м'язову тканину здійснюють за допомогою латунних, нікельованих або з корозійностійкої сталі порожнистих перфорованих голок. При використанні раціональної схеми шприцювання забезпечуються задовільні результати.

Найбільш перспективною є струминна ін'єкція, яка є гідромеханічною дією струменя на м'язову тканину при її витіканні під тиском  $(2-4) \cdot 10^4$  Па через сопловий отвір  $(2-4) \cdot 10^{-4}$  м з швидкістю до 160 м/с. За таких умов витікання струмінь набуває властивість твердого тіла. Струмені проявляють додаткову тендеризуючу дію на структуру тканини.

При цьому забезпечується проникнення струменя не лише в міжм'язовий простір, але і всередину м'язового волокна, що значною мірою покращує структурно-механічні властивості продукту, водозв'язуючу здатність, а також його вихід. Особлива увага приділяється режиму обробки, перевага віддається імпульсному.

Відоме використання в м'ясній промисловості розчинів на основі електрохімічний активованої води [136, 156].

У технології холодильного зберігання м'ясних продуктів використання ЕХО-розчинів при їх виробництві дозволяє зменшити усихання. Застосування ЕХО-розчинів для посолу яловичого фаршу, у виробництві

варених ковбас досягається інтенсифікація процесу та збільшення виходу ковбасних виробів.

Використання високого гідростатичного тиску як альтернативи термічної обробки дозволить виробляти м'ясну продукцію з поліпшеними функціонально-технологічними і споживними властивостями [157].

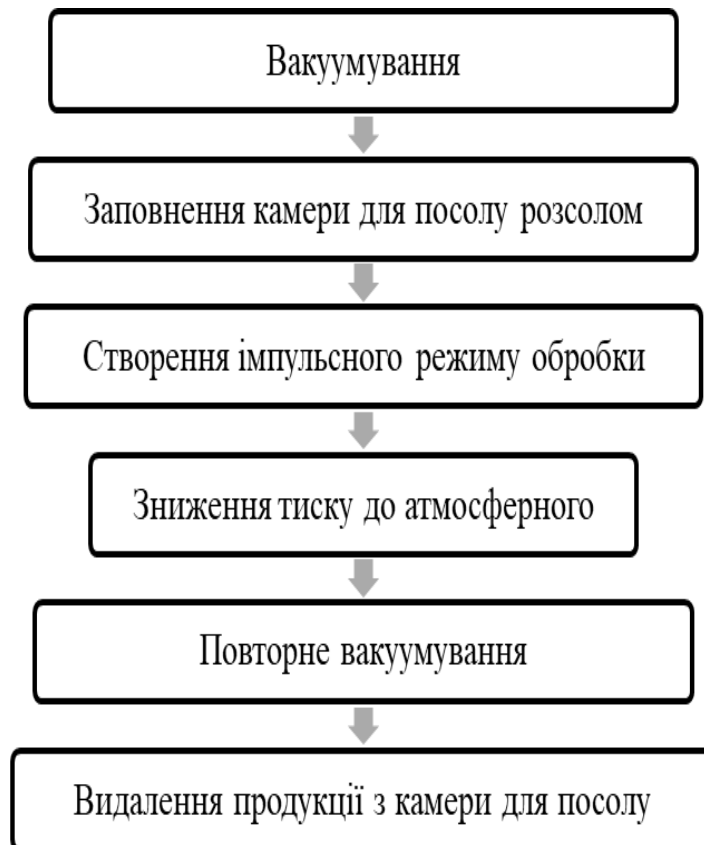
Встановлено оптимальні режими обробки м'яса високим гідростатичним тиском для отримання барооброблених цільном'язових м'ясних виробів зі свинини:  $P=630\dots635$  МПа;  $\tau=(14,5\dots15,5)\cdot601$  с, за яких вологозв'язуюча здатність має найвище значення 92,42%, продукт вважається кулінарно готовим та має якісні властивості вищі за термічно оброблені вироби, які полягають у підвищенні соковитості та ніжності, збільшенні виходу готової продукції, зменшенні втрат розсолу.

Таким чином, посол м'яса можна розглядати, як один з прийомів технологічної обробки, що дозволяє модифікувати властивості основної сировини з метою отримання продуктів, орієнтованих на високі споживчі властивості.

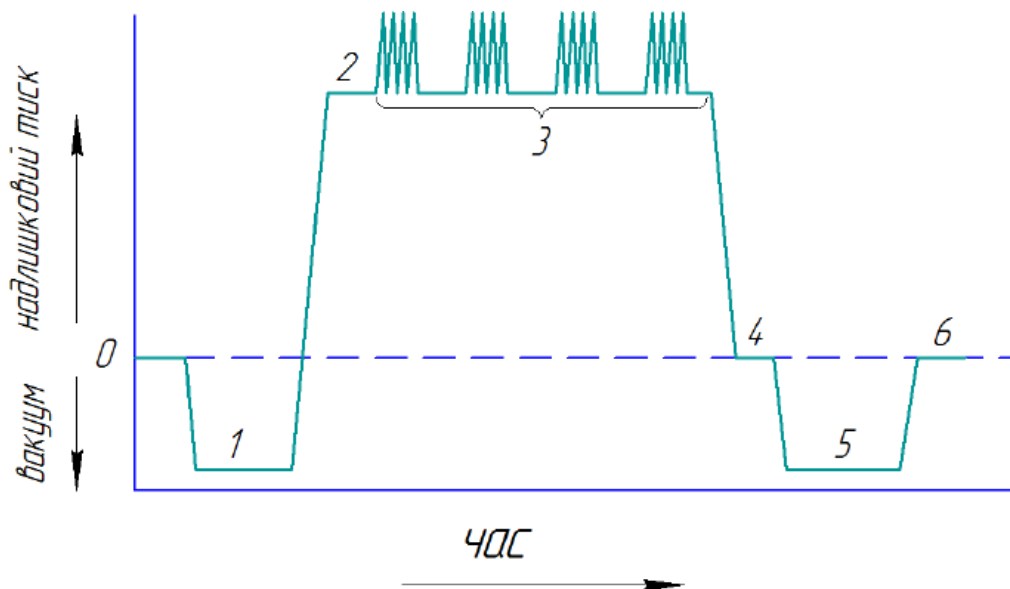
Вивчення хімізму процесу посолу м'ясної сировини, виявлення основних закономірностей і чинників його інтенсифікації у поєднанні з різними методами електрофізичної дії складає певний інтерес наукових досліджень в частині перспектив розробки способів посолу в технології продуктів переробки м'яса. За результатами розроблення технології масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини було запропоновано наступну послідовність операцій (див. рис. 3.6).

Нами запропоновано гідроімпульсне обладнання, яке містить герметичну камеру для посолу з системами подачі розсолу, вакуумуванням м'ясної сировини, а також з можливістю термічної обробки продуктів [158].

В основі використання гідроімпульсного способу масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини покладено змінну тиску в робочій камері (рис. 3.7).



**Рис. 3.6. Технологія технології масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини**



**Рис. 3.7. Графік зміни тиску запропонованого технологічного процесу**

Розглянемо більш детально особливості запропонованого технологічного рішення.

1. Вакуумування: створення розрідження глибиною 0,02 атм у камері для посолу, яку завантажено м'ясною сировиною.

2. Не перериваючи процесу вакуумування заповнення камери для посолу розсолем, і створення статичного надлишкового тиску. Витримка під тиском на протязі 2..5 хв. За необхідності підігрів просочувального розчину (розсолу) до потрібної температури.

3. Приведення в дію імпульсного клапана керування. Створення імпульсів просочувального складу із заданою частотою та заданою амплітудою зміни тиску протягом 2..3 хв. Імпульсний режим витримується циклічно, по чергово зі статичним режимом з інтервалом до 10 хв.

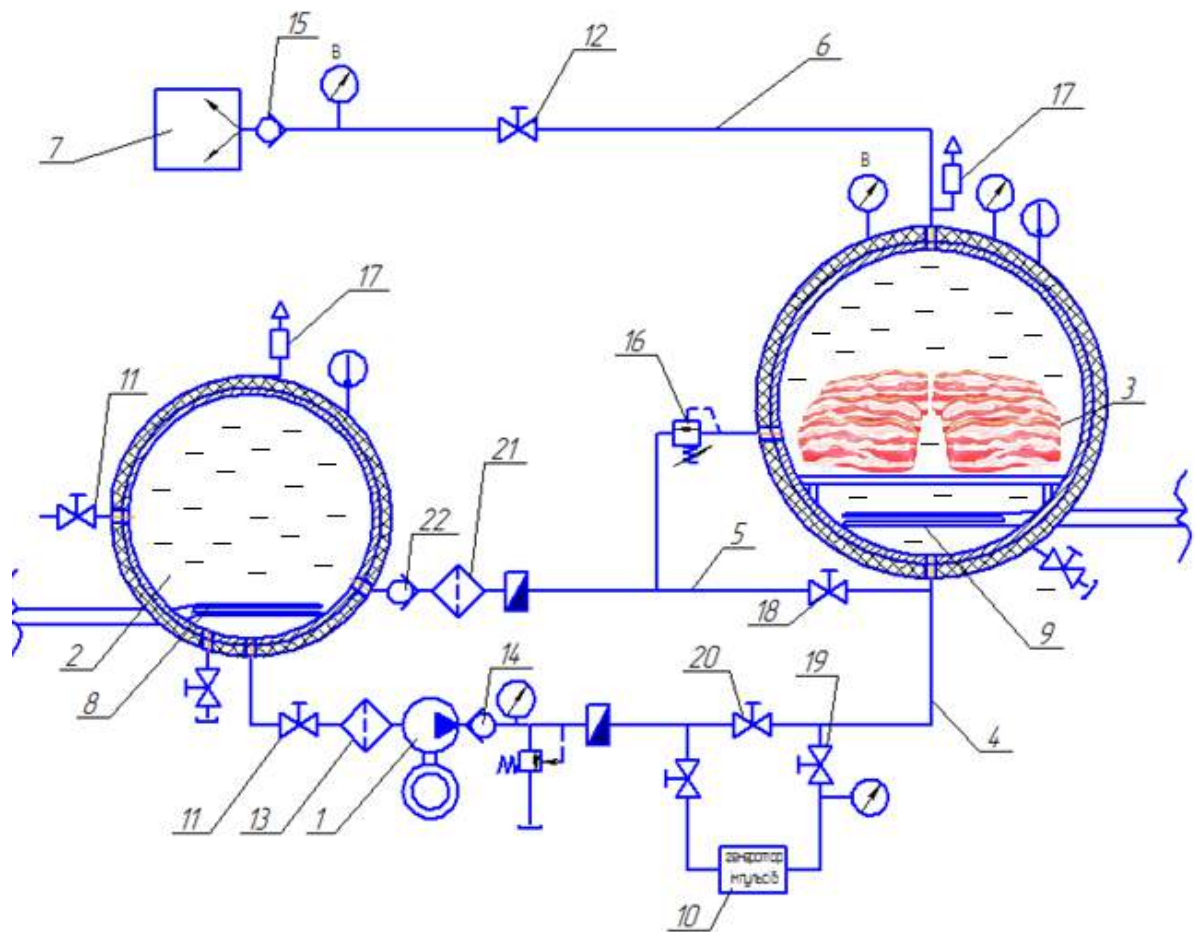
4. Скидання тиску до атмосферного та злив залишків розсолу до маневрової камери.

5. За необхідності вакуумування: створення розрідження на протязі 2 ... 4 хв.

6. Видалення продукції з камери для посолу. Після вирівнювання тиску у робочій камері до статичного, розгерметизувати камеру для посолу і видалити м'ясну продукцію.

У зв'язку з вищенаведеним запропоновано принципову схему обладнання для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини (рис. 3.8).

Принцип роботи гідроімпульсного устаткування для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини. В процесі заповнення камери для посолу 3, повітря що залишилось у ній видаляється через дихальний клапан 17. Насос 1, що повністю заповнив рідиною камеру для посолу 3, створює у ній проектний статичний тиск, після чого відключається. Одночасно з цим відкривається засувка 19 і закривається засувка 20.



**Рис. 3.8. Принципова схема гідроімпульсного устаткування для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини:** 1, 7 – насос, 2 – ємність для інгредієнтів, 3 – камера для соління, 4 – лінія розсолу, 5 – лінія для зливання розсолу, 6 – вакуумна лінія, 7 – вакуумний насос, 8 – пристрій для розміщення сировини, 9 – нагрівач, 10 – генератор імпульсів, 11, 12, 18, 19, 20 – засувки, 15, 16, 17, 22 – клапан, 13, 21 – фільтр, 14 – гідроклапан

Далі включається у роботу генератор імпульсів 10, що створює імпульси тиску заданих параметрів у камері для посолу 3. Робота генератора імпульсів та рідинного насоса виконується по чергово із заданими інтервалами часу.

В процесі насичення за необхідності терморегулятор із термоелектричних нагрівачем 9 підтримує задану температуру розсолу в камері для посолу 3. При перевищенні проектних величин тиску,

відбувається скидання надлишкової кількості просочувального складу через запобіжний клапан 16.

Після завершення процесу насичення генератор імпульсів 10 та рідинний насос 1 відключаються, засувки 19 та 20 перекриваються. Після цього, відривається засувка 18 і залишок розсолу по зливній лінії 5 перетікає до ємності для інгредієнтів 2 через фільтр 21 та зворотній клапан 22, де змішується із підготовленим просочувальним складом.

Після повного відведення залишків просочувального складу, засувка 18 перекривається одночасно з відкриттям засувки 12. Далі вмикається вакуумний насос 7, що виконує вакуумування камери для посолу 3 через вакуумну лінію 6 і зворотній клапан 15.

Після завершення процесу, вакуумний насос 7 відключається. Далі проводиться розгерметизація і видалення м'ясної продукції із камери для посолу 3.

Конкретні режими насичення м'ясної сировини розсоллом встановлюються технічними умовами підприємств та чинними нормами і рекомендаціями. Тривалість витримки м'ясної сировини під вакуумом та надлишковим тиском залежить від виду м'ясної сировини. Слід відзначити, що на 1 етапі вакуумування проводиться з метою дегазації сировини, а також підвищення здатності до насичення розсоллом.

Таким чином в умовах зростання попиту на м'ясну продукцію, проблемами забезпечення сировиною та її якості доцільно проводити науковий пошук таких способів і режимів підготовки, які забезпечать оптимальні функціонально-технологічні характеристики, що дозволяють досягати заданих показників готових продуктів.

Посол м'ясної сировини є важливим етапом технології її переробки, забезпечує формування споживчих властивостей готових виробів за врахування якості вихідної сировини. Даний процес досить складний та включає масообмін в системі «розсіл - м'ясна сировина», гідроліз білкових

структур і інших нутрієнтів м'яса, вплив на мікроструктуру та формування органолептичних властивостей. Використання гідроімпульсного устаткування для масажування і насичення інгредієнтами м'ясної сировини забезпечує зменшення тривалості процесу насичення.

За рахунок використання циклічного способу створення надлишкового тиску передбачається збільшення глибини проникнення інгредієнтів та їх рівномірний розподіл в об'ємі м'ясної сировини, що призведе до поліпшення якості кінцевого продукту та його смакових характеристик.

Окрім цього, комбінація процесів вакуум-тиск-вакуум призводить до максимального видалення залишків повітря як з м'ясної сировини, так і з просочувального розсолу, що подовжує термін придатності м'ясної продукції. За рахунок використання вмонтованих нагрівачів забезпечується можливість поєднання термічної обробки сировини із процесами імпрегнування.

#### **3.4. Технологія виробництва напівфабрикатів з м'яса птиці за використання кавітаційно активованих рідких середовищ**

Показники якості м'яса птиці залежать від складу та властивостей вихідної сировини, умов та режимів технологічної обробки і зберігання. Хімічний склад м'яса відрізняється залежно від віку, вгодованості, статі, типу годівлі птиці та відсоткового співвідношення складових його тканин. Загалом основні складові компоненти м'яса птиці такі самі, як і компоненти м'яса забійних сільськогосподарських тварин: вода, білки, жири, екстрактивні та мінеральні речовини, ферменти. Перебіг біохімічних процесів у м'ясі птиці є набагато інтенсивнішим у порівнянні з іншими забійними тваринами [159, 160].

М'ясо птиці за харчовою цінністю і технологічними властивостями не поступається м'ясу забійних тварин, а за деякими параметрами перевершує

його, тому варто приділити більшу увагу вивченню чинників, що формують його якість.

На якість та безпечність м'ясної продукції в процесі зберігання, зокрема охолодженого м'яса курчат-бройлерів, впливають, перш за все, первинний рівень якості та безпечності продукції та фактори зберігання, які обумовлюють фізичні та мікробіологічні зміни у м'ясі [161].

У сучасних умовах розвитку птахівництва, при збільшенні обсягів виробництва і насичення ринку м'ясом птиці, підвищення якості продукції стає найважливішим критерієм ефективності роботи підприємств, пов'язаних з вирощуванням і переробкою птиці.

В даний час велика кількість вітчизняних і зарубіжних досліджень спрямовані на вивчення впливу різних чинників на якість м'яса птиці [162-168]. Проблема забезпечення населення якісним м'ясом птиці надзвичайно актуальна.

У сучасній м'ясопереробній промисловості чітко простежується тенденція до пошуку й розробки інноваційних технологічних рішень для виробництва продукції, що характеризується високим рівнем якості, екологічності, біологічної безпеки, а також функціональністю [159, 169].

Все більшої уваги та, відповідно, розвитку набуває використання фізичних полів, зокрема ультразвукових технологій [170-173].

Якісну кавітаційну обробку можливо забезпечити шляхом врахування реологічних властивостей технологічного середовища та використання резонансних приводів-випромінювачів [173, 174].

З метою забезпечення максимальної передачі енергії на протікання технологічного процесу необхідно враховувати фізичні та математичні моделі середовища і процес їх трансформації у часі [175].

Застосування кавітаційно-активованої води в технологіях зберігання і переробки сільськогосподарської сировини істотно інтенсифікує процеси масопереносу, каталізує протікання біохімічних процесів в ньому [29].

Крім того, акустичні коливання в присутності кавітації з науково-обґрунтованими параметрами впливу дозволяють істотно поліпшити мікробіологічні показники оброблюваних об'єктів [26, 45].

Найбільш перспективним і актуальним є вивчення можливості застосування гідрофізичного способу інтенсифікації процесу шприцювання м'яса птиці шляхом використання розчинів на основі води, обробленої ультразвуком.

При забої птиці існує частка сировини худого гатунку вгодованості. Сировина такого гатунку має певні характерні особливості:

- мала маса,
- слаборозвинена мускулатура,
- низькі органолептичні властивості після термічної обробки,
- значні втрати за термічної обробки,
- низькі функціонально-технологічні властивості.

У відповідності до вище означеного така сировина вимагає технологічного доведення до відповідної кондиції.

З метою дослідження зразків для визначення якості був проведений органолептичний аналіз, досліджені споживчі властивості, оцінка харчової цінності і ступінь свіжості, визначено рівень рН, функціонально-технологічні властивості [135].

Залежно від вгодованості і якості обробки тушки курей і курчат-бройлерів поділяють на 1-й і 2-й гатунок.

**Органолептичні дослідження** полягають у визначенні зовнішнього вигляду, кольору тушок, стану м'язів на розрізі, їх консистенції, запаху.

За вгодованістю та якістю обробки тушки поділяють на перший й другий гатунок та нестандартні. Категорію визначають за розвитком м'язів (добре, задовільно розвинені), відкладенням підшкірного жиру на животі й спині (різні вимоги в залежності від виду птиці) та випуклістю кіля грудної клітки (виділяється, не виділяється). До нестандартних відносять тушки, які

не відповідають вимогам другого ґатунку, з викривленнями спини та грудної кістки, з подряпинами на спині, погано знекровлені, із саднами, кров'яними плямами, відкритими переломами гомілки та крил, заморожені більше від одного року, з темною пігментацією.

При огляді шкіри тушок можна виявити наступні показники: шкіра свіжих тушок має завжди світлий жовтуватий з рожевим відтінком колір. Яскраво-жовтий колір властивий тушкам старої птиці. Зміна кольору вказує на псування чи на незадовільний стан птиці перед забоєм. Так, яскраво-сірий колір властивий тушкам птиці незадовільної вгодованості та тушкам, які піддалися вивітрюванню. В початковій стадії псування колір шкіри стає жовто-сірим, в наступному він набуває зеленкуватого відтінку, при розвитку процесів гниття стає зеленувато-сірим або блакитно-зеленим. Шкіра тушок замороженої птиці має ті самі кольори, але вони менш виражені і мають тьмяний відтінок. Для визначення консистенції на поверхні тушки птиці на ділянках грудних і тазостегнових м'язів, легко натискаючи пальцем, роблять ямку і визначають час її вирівнювання. М'ясо птиці вважається слабкої консистенції, якщо ямка не зникає протягом 1 хв.

Під час визначення запаху м'яса особливу увагу звертають на наявність стороннього запаху (затхлого, пліснявого, гнильного), не властивого даному виду птиці. У сумнівних випадках вводять тонку, щойно підточену дерев'яну шпильку під крило в грудну частину і після видалення визначають її запах.

Органолептичний аналіз зразків показав, що у всі вони не мали дефектів за показниками запаху, консистенції і кольору.

Проте в деяких зразках спостерігалися дефекти в знятті оперення (поодинокі пеньки) і стану шкіри. Дефекти зняття оперення знаходяться в встановлених межах для тушки першого ґатунку.

Причиною виникнення крововиливу на кінчиках крил стало недостатнє знекровлення тушки птиці. Погане знекровлення викликає підвищена напруга електрооглушення, в результаті цього в організмі птиці порушується

серцева діяльність, викликається параліч серцевого м'яза і летальний результат.

Погане зняття оперення виникає також в результаті теплової обробки тушок птиці. При використанні для шпарення зниженої температури води, для курчат менше 53 – 54 °С, а для курей менше 56 – 58 °С і за тривалості обробки менше 120 секунд відбувається погіршення зняття оперення.

Погане зняття оперення і крововиливи на кінчиках крил при зберіганні є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, що призводить до швидкого псування при зберіганні тушок м'яса птиці.

За вгодованістю тушки курчат-бройлерів і курей поділяють на два гатунки: перший та другий. М'ясо птахів 1-го гатунку має добре розвинену мускулатуру, є значні відкладення підшкірного жиру.

Мускулатура птахів 2-го гатунку характеризується задовільним розвитком м'язів, підшкірний жир відсутній, або є незначні відкладення.

М'ясні породи птахів, зокрема й курчата-бройлери, відрізняються досить великими розмірами, добре розвиненим кістяком і мускулатурою, великою вагою.

При аналізі сировини встановлено частку некондиційної сировини, яка характеризується малою масою, слаборозвиненою мускулатурою і низькими органолептичними показниками (табл. 3.3).

*Таблиця 3.3*

### **Характеристика споживчих властивостей м'яса птиці**

Показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вихід їстівної частини, %	75,1	69,2	56,1
Відношення частин їстівної/неїстівної	2,9 : 1	2,2 : 1	1,4 : 1

Таким чином, у зразків відмінних за категорією, вихід їстівної частини відмінний, що пов'язано з різним розвитком мускулатури. У зразків першого гатунку вихід їстівної частини більше, це пояснюється більш розвиненою

мускулатурою. Співвідношення їстівних і неїстівних частин у птиці залежить від віку: у тушках курчат бройлерів відношення м'язової тканини і кісток до шкіри і підшкірного жиру більше, ніж в тушках дорослої птиці. Залежить цей показник і від вгодованості: більше їстівних частин в тушках з добре розвиненими м'язами і значним відкладенням жиру.

Для м'ясопереробної промисловості перш за все має значення м'ясна продуктивність, яка характеризується в основному забійною масою тварин та забійним виходом м'яса. Сировина худого гатунку становить збитки для підприємства і тому дана проблема вимагає пошуку рішень. На етапі формування якості виробник закладає ряд характеристик продукції і гарантує їх збереження на наступних етапах переробки, найважливішими з яких є процес зберігання, транспортування та реалізації. Індикатором успішного зберігання є показники ступеня свіжості жиру, який найбільш схильний до псування щодо інших нутрієнтів.

Ступінь свіжості досліджуваних зразків і дотримання умов зберігання характеризують такі показники, як кислотне і перекисне число жиру.

Кислотне число характеризує наявність в жирі вільних жирних кислот, перекисне число свідчить про наявність перекисів і гідроперекисів (табл. 3.4).

*Таблиця 3.4*

#### **Дослідження кислотного числа м'яса птиці**

Найменування	Показник, мг КОН	Норма	
		свіжого	сумнівної свіжості
Зразок 1	0,621	До 1	1...1,6
Зразок 2	0,557		
Зразок 3	0,554		

Всі досліджувані зразки за показником кислотного числа знаходяться в межах до 1 мг КОН, що відповідає вимогам до свіжого жиру та свідчить про дотримання усіх температурних режимів при зберіганні. Для запобігання

появи в жирі вільних жирних кислот необхідно вести моніторинговий контроль температури при зберіганні.

Перекисне число є показником окисних змін жиру. За наявності кисню повітря жирні кислоти, які входять до складу жирів, можуть частково окиснюватися та утворювати перекиси, і чим довше йде процес окиснювання, тим вище буде перекисне число (табл. 3.5).

*Таблиця 3.5*

**Показники перекисного числа жиру для досліджуваних зразків м'яса птиці**

Найменування	Показник, % йода	Норма	
		свіжого	сумнівної свіжості
Зразок 1	Перекиси та гідроперекиси не виявлено	До 0,01	0,01...0,03
Зразок 2	Перекиси та гідроперекиси не виявлено		
Зразок 3	Перекиси та гідроперекиси не виявлено		

Таким чином, в жодному зі зразків не виявлено вмісту перекисів і гідроперекисів, тобто показники свіжості у всіх зразків відповідають нормі.

Значення м'яса та м'ясопродуктів в харчуванні населення визначається тим, що вони служать перш за все джерелом повноцінних білків, жиру, споживання яких є необхідним для нормального функціонування організму.

Важливим показником сировини та готової продукції є харчова цінність (табл. 3.6).

Відповідно чинного стандарту ДСТУ 3143-2013 «М'ясо птиці (тушки). Загальні технічні умови» вміст білків та жирів, а також масової частки вологи були в межах норми. М'ясо птиці 1 гатунку містить більше білків, ніж м'ясо 2 гатунку, що пояснюється більш розвиненою мускулатурою, їх високою вгодованістю.

Зразки 2 гатунку мають більш високий вміст вологи (рис. 3.9), але в той

же час характеризується меншим вмістом жиру.

Таблиця 3.6

**Хімічний склад досліджуваних зразків**

Найменування	Білки, г		Жири, г		Калорійність, ккал	
	Стандартне значення, не менше	Дійсне значення	Стандартне значення, не менше	Дійсне значення	Стандартне значення, не менше	Дійсне значення
Зразок 1	16	19,8	14	12	190	176
Зразок 2	18	18	7	8	135	141
Зразок 3	17	22	20	16	250	218

Зразки 1 гатунку мають більш високий вміст жиру в порівнянні з 2 гатунком, оскільки мають значні відкладення підшкірного жиру. Вміст масової частки води в зразках відповідає значенням стандарту, підвищене значення є ознакою фальсифікації.

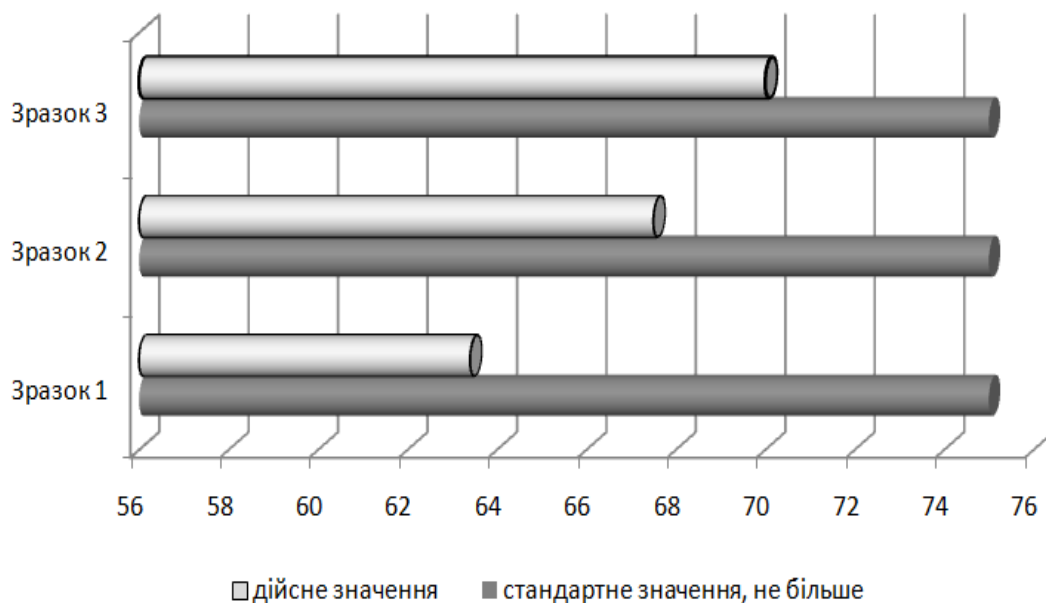


Рис. 3.9. Вміст масової частки води в досліджуваних зразках, %

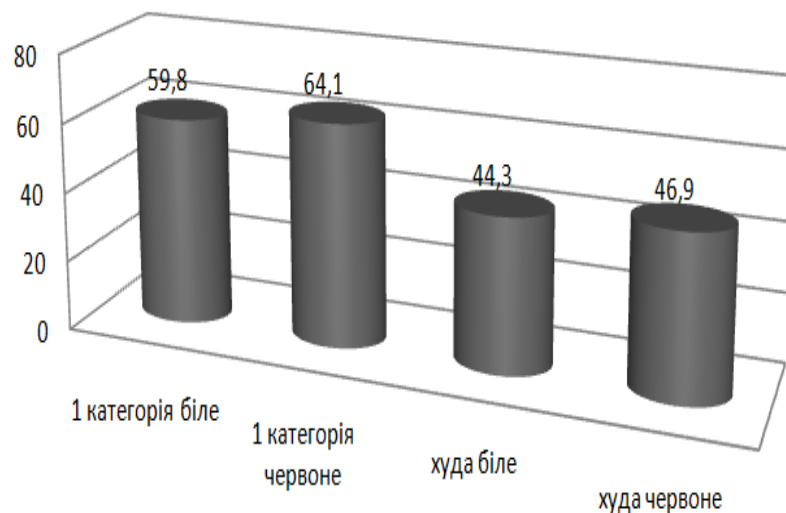
Рівень споживних та функціонально-технологічних властивостей м'яса птиці значною мірою залежить від того, наскільки будуть збережені органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості в процесі зберігання за низьких температур.

Вода є природною складовою м'яса і певним чином зв'язана з його елементами, утворюючи стійкі структуровані системи. Форми і міцність зв'язку води із структурними елементами тканин зумовлюють здатність м'яса більш-менш міцно утримувати ту чи іншу кількість вологи. Кількість зв'язаної води та її розподілення за формами і міцністю зв'язку впливає на властивості м'яса, у тому числі на його консистенцію. Оскільки кількісно переважаючими компонентами м'яса є м'язова і сполучна тканини, їх вологозв'язуюча здатність має найбільше практичне значення. Основний структурний матеріал цих тканин – білкові речовини, властивості й стан яких і, визначає вологозв'язуючу здатність м'яса.

Вологозв'язуюча здатність м'яса визначає властивості й поведінку м'яса за різних умов. Вона впливає на вологозв'язуючу здатність м'ясопродуктів, вироблених з нього, і отже, на їхні властивості й вихід. Проте цей вплив важко піддається кількісній інтерпретації. Справа у тому, що навіть у межах однієї форми зв'язку її вплив на властивості тканин неоднаковий. Водночас залежно від умов і особливостей технологічного оброблення практичні наслідки змін вологозв'язуючої здатності м'яса специфічні. Вологоутримуюча здатність м'яса (ВУЗ) – один із показників його якості.

Вивчення функціонально-технологічних властивостей проводили для курчат-бройлерів 1 гатунку та худа. Дослідження були проведені на різних групах м'язів – грудні і стегові. Ефективне використання сировини під час переробки, розробки нових видів продукції та модифікації існуючих визначається функціональними властивостями. У зв'язку з вищезначеним виникає необхідність розглянути дані показники більш детально. Результати

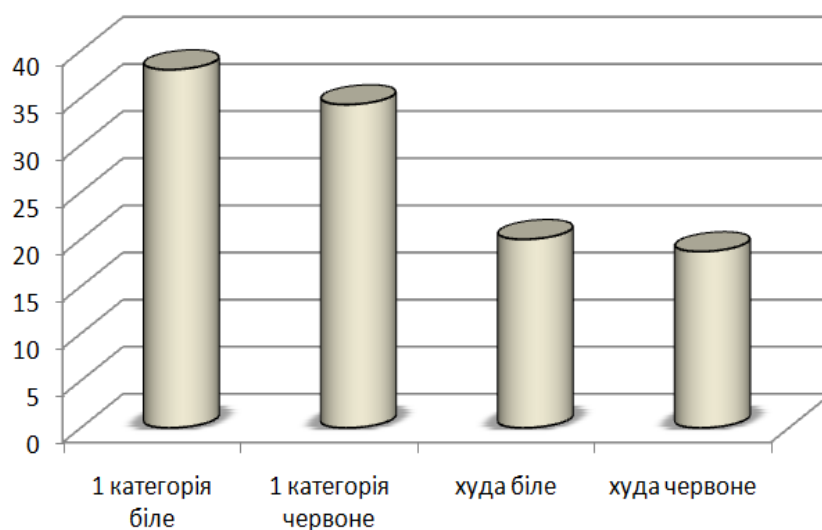
дослідження вологозв'язуючої здатності дослідних зразків представлені на рис. 3.10.



**Рис. 3.10. Показники вологозв'язуючої здатності м'яса птиці, %**

Вологозв'язуюча здатність визначається станом і властивостями білкових речовин сировини. Відмінність білкових речовин в м'ясі різних категорій підтверджено значеннями вологозв'язуючої здатності, так, зокрема, сировина гатунку м'яса худе має знижений показник.

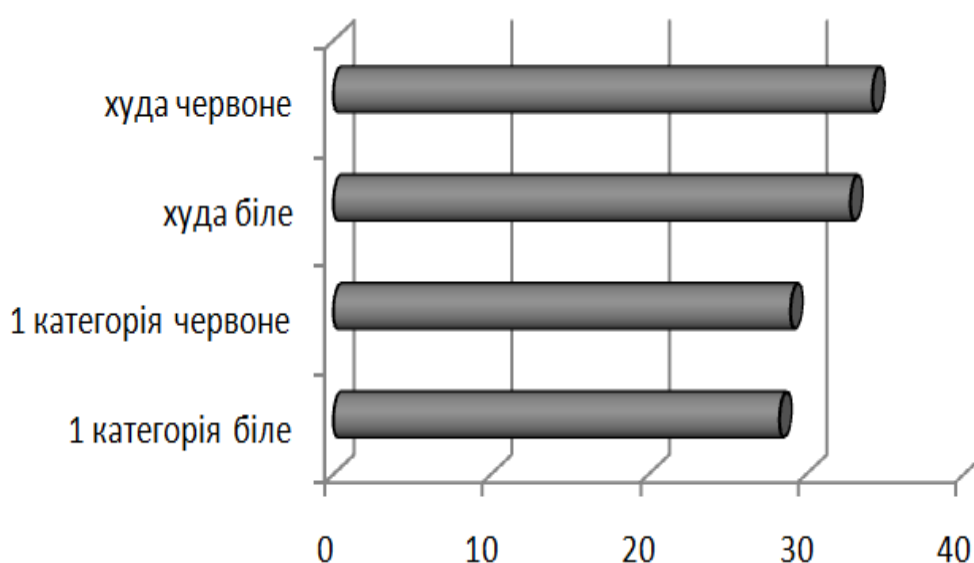
Результати дослідження вологоутримуючої здатності представлені на рис. 3.11.



**Рис. 3.11. Показники вологоутримуючої здатності м'яса птиці, %**

Аналіз графічних даних показує, що вологоутримуюча здатність м'яса птиці характеризується підвищеним значенням в грудних м'язах. Це обумовлено тим, що зі збільшенням вмісту жиру, ВУЗ знижується, так як збільшується відношення вологи до білка.

Також грудні м'язи характеризуються підвищеним вмістом міозину, який має високу вологоутримуючу здатність. Зразки гатунку худа мають низькі значення ВУС, і вимагають поліпшення даного показника. Результати дослідження втрат за термічної обробки представлені на рис. 3.12.



**Рис. 3.12. Показники втрат за термічної обробки в досліджуваних зразках, %**

Втрати за термічної обробки характеризуються втратою маси, зменшення якої відбувається за рахунок випаровування вологи. Найбільша стійкість необхідна для отримання більшого виходу і необхідної якості продукту. Втрати некатегорійної сировини значно перевершують втрати сировини 1 гатунку, що пояснюється недостатніми вологозв'язуючими властивостями.

Таким чином, представлені дані свідчать про те, що худа сировина значно поступається за показниками якості виробів 1 гатунку.

Обробку досліджуваних зразків проводили методом шприцювання з наступним витримуванням зразків за температури 2-4°C протягом 2 годин. Шприцювання проводили вручну голчастим методом. Кількість розчину становило 20% до маси сировини.

На етапі приготування розчину використовували обробку води ультразвуком частотою 22 кГц, потужністю 180 Вт і тривалістю 3 хв.

Результатами досліджень властивостей зразків функціонально-технологічними показниками встановлено, що м'язова тканина пісного м'яса птиці характеризуються невисокою вологоутримуючою здатністю і значними втратами за термічної обробки.

Тому до складу розчину прийнято було включити фосфатний препарат, який сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності, однак його кількість була зменшена на 50% від стандартного за рецептурою.

Результатами досліджень встановлено, що за використання розчину «активована вода – фосфатний препарат» відбувається покращення функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів (табл. 3.7).

*Таблиця 3.7*

**Показники функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів сировини гатунку худа**

Показник	Сировина гатунку худа	
	біле	червоне
Вологозв'язуюча здатність, %	52	54
Вологоутримуюча здатність, %	28	24
Втрати за термічної обробки, %	26	28

Аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати про значну позитивну динаміку покращення функціонально-технологічних властивостей досліджуваних зразків.

Зокрема, показники вологозв'язуюча здатність та вологоутримуюча здатність збільшилися, втрати за термічної обробки знизилися.

Оцінку якості м'яса провели шляхом дегустації продукції (табл. 3.8). Зразки оцінювалися за 10-бальною шкалою.

Отримані вироби не поступаються за органолептичними показниками виробам першого гатунку, до того ж була відзначена особлива соковитість зразків.

*Таблиця 3.8*

**Результати дегустаційної оцінки**

Показник	Характеристика	Оцінка, балів
Зовнішній вигляд	Властивий продукту	9
Колір на розрізі	Рівномірний	9
Запах, аромат	Приємний, властивий продукту	9
Смак	Властивий продукту, без стороннього смаку	8
Консистенція	Ніжна	8
Соковитість	Соковите	9

Що сприяє підвищенню функціональних властивостей м'язових тканин та в подальшому складе основу у виробництві м'ясопродуктів з високими споживчими властивостями.

Відповідно до результатів проведених досліджень запропоновано технологічну схему виробництва напівфабрикатів з м'яса птиці з використанням кавітаційно активованих рідких середовищ (рис. 3.13) [136].

Таким чином використання кавітаційно активованого розчину «активована вода – фосфатний препарат» сприяє покращенню функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів.



**Рис. 3.13. Технологічна схема виробництва напівфабрикатів з м'яса птиці з використанням активованих рідких середовищ**

Виготовлені вироби не поступаються за органолептичними показниками виробам першого ґатунку, до того ж була відзначена особлива соковитість зразків. Що сприяє підвищенню функціональних властивостей м'язових тканин та в подальшому складе основу у виробництві м'ясопродуктів з високими споживчими властивостями.

### **3.5. Використання рослинної сировини у м'ясних виробках**

Тривалий час харчові волокна вважали непотрібними речовинами у раціоні харчування. Вважалось, що вони не мають ніякої цінності для організму. Харчові волокна (суміш полісахаридів та лігніну) відносять до пребіотиків, які не перетравлюються ендogenousними секретами шлунково-кишкового тракту людини, але в цілому надають позитивний вплив на розвитокі баланс мікрофлори шлунково-кишкового тракту людини.

Ці волокна містяться у великій кількості в їжі рослинного походження (до 80 % від маси сухих речовин): фрукти, овочі, зернові та ін. Багато представників сфери охорони здоров'я рекомендують споживати до 30 г на

добу харчових волокон, у будь-якому можливому вигляді. Це активно обговорюється на просторах Інтернету і навіть пропонуються різного роду біологічно активні добавки, що містять харчові волокна.

Перевагою застосування клітковини є те, що при її використанні стабілізуються реологічні властивості фаршу, завдяки високій вологозв'язуючій здатності, поліпшується процес формування виробів, збільшується вихід готового продукту, зменшуються втрати при термообробці, покращуються органолептичні показники. Окрім цього, відбувається збагачення продуктів харчування баластними речовинами, а також зменшується їх калорійність.

Перспективною рослинною сировиною, що володіє широким спектром фізіологічних властивостей, унікальним біохімічним складом і набором біологічно активних речовин, є насіння льону і продукти його переробки. Насіння льону є цінною харчовою сировиною, так як містить у своєму складі всі необхідні для життєдіяльності людини макро- і мікроелементи: білки, ліпідиз високим вмістом ПНЖК, засвоювані вуглеводи (сахароза, крохмаль, декстрини), харчові волокна, вітаміни групи В ( В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, РР), вітамін С, токофероли, мінеральні речовини (фосфор, калій, магній, залізо, марганець, цинк, кальцій, натрій) [176].

Льняне насіння є найбагатшим джерелом лігнанів, які відносяться до класу фітоестрогенів. Лігнани насіння льону мають потужну антиоксидантну дію. Через це вони рекомендуються при лікуванні атеросклерозу і серцево-судинних захворювань.

Льняне насіння містить багато слизу – цінної водорозчинної клітковини. Льняне насіння містить розчинну і нерозчинну клітковину. Особливу цінність має водорозчинна, гелеутворююча клітковина, надзвичайно комфортна для шлунково-кишкового тракту. Обволікаючий слиз запобігає занадто швидкому спорожненню вмісту шлунка в тонкий кишечник, що покращує поглинання поживних речовин. Саме тому льняне

насіння є цілющим при різних захворюваннях травної системи [177].

Особливого значення набуває розробка рецептур і технологій нових комбінованих м'ясних напівфабрикатів з високою біологічною цінністю на основі поєднання м'ясної сировини з білками тваринного та рослинного походження. З огляду на хімічний склад і корисні властивості насіння льону, його можна рекомендувати для використання у харчовій промисловості в якості функціонального інгредієнта [176].

При виробництві функціональних продуктів важливе значення має сировина, найбільш цінується яловичина, що отримується від м'ясних порід худоби, і особливо ніжна телятина – отримувана від статевонезрілих бичків і теличок. Дослідженнями [168] встановлено позитивну дію метіонату та органічної солі заліза на показники якості м'яса яловичини, а саме: покращуються забійні показники, морфологічний склад туш, фізичні властивості (рН, вологоємність), збільшення кількості протеїну. Тому дослідження фаршевих систем з використанням харчових волокон на основі клітковини із льону є актуальними.

При створенні нових видів м'ясних продуктів необхідно розробити такі рецептури з використанням комбінацій рослинних і тваринних білків, які б найбільшою мірою відповідали вимогам, що пред'являються до сучасних продуктів з урахуванням традиційно звичних для споживача органолептичних показників продукту, одночасно знижуючи витрати м'ясної сировини. У розроблених нових видах м'ясних напівфабрикатів при частковій заміні м'ясної сировини рослинними інгредієнтами необхідною умовою є збереження органолептичних показників, котрі відповідають традиційним.

М'ясною сировиною для напівфабрикатів було взято яловичину, що містить повноцінні, добре засвоювані білки, які мають величезне значення у раціоні харчування людини (табл. 3.9).

**Органолептичні та фізико-хімічні показники яловичини**

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Присутня шкірочка підсихання
Колір	Темно-червоний, білі прожилки
Запах	Властивий яловичині
Консистенція	Поверхня розрізу м'язової тканини щільна, пружна
Вміст білку, %	19,8
Вміст жиру, %	10,6
Масова частка вологи, %	67,7
pH	6,49

З метою визначення параметрів процесу формування фаршевої маси для м'ясних січених напівфабрикатів було досліджено вплив різних рецептурних композицій з внесенням різної кількості клітковини насіння льону для визначення вологоутримуючої здатності модельного фаршу (табл. 3.10).

Встановлено, що збільшення кількості клітковини насіння льону привело до зменшення масової частки вологи і підвищення ВЗЗ та ВУЗ фаршевих систем, що швидше за все обумовлено значним вмістом клітковини у добавці, що утримує вологу, у тому числі і при термічній обробці.

Згідно досліджень було визначено оптимальну кількість добавки, що не викликає негативного впливу на функціонально-технологічні властивості фаршевих систем – 7,5% клітковини насіння льону.

На рис. 3.14 і 3.15 представлено результати бальної оцінки якості напівфабрикатів у розрізі окремих органолептичних показників та їх середню оцінку у балах.

## Технологічні показники фаршевих систем

Варіанти	Показник			
	масова частка вологи, %	ВЗЗ, %	ВУЗ, %	втрати при тепловій обробці, %
Контроль	65,6 ±0,1	58,6±0,3	47,4±0,4	31,8±0,11
Яловичина + 5% клітковини	63,2±0,2	72,4±0,2	57,1±0,1	10,1±0,06
Яловичина + 7,5% клітковини	62,3±0,1	100±0,3	62,1±0,2	2,8±0,05
Яловичина + 10% клітковини	60,2±0,3	98,5±0,1	58,7±0,3	5,9±0,06

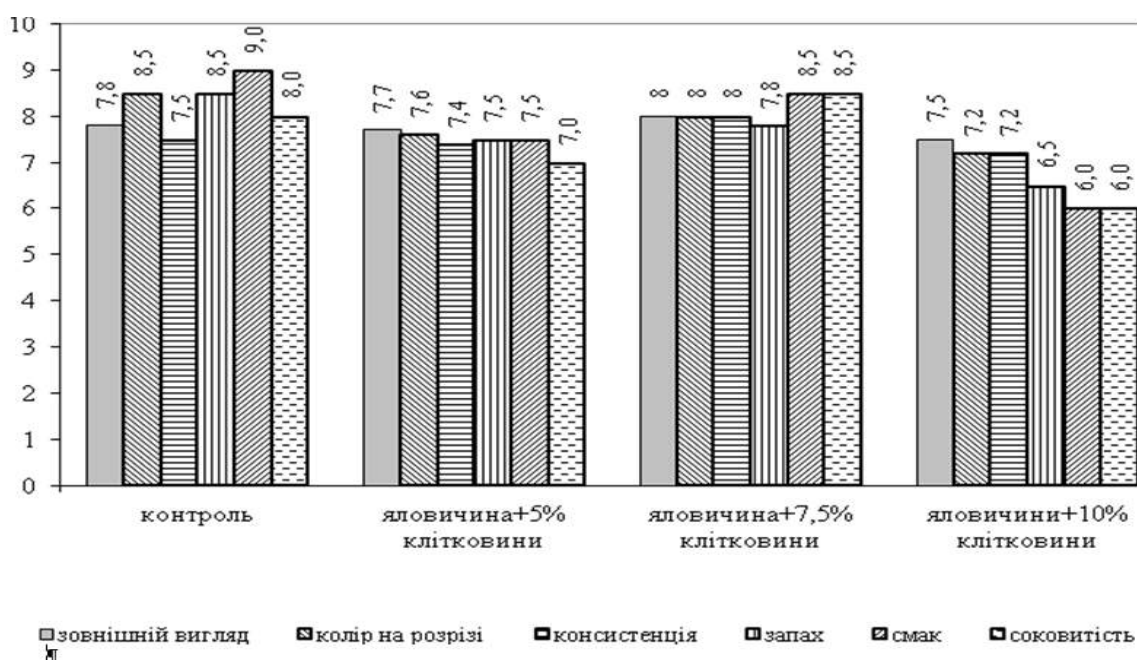
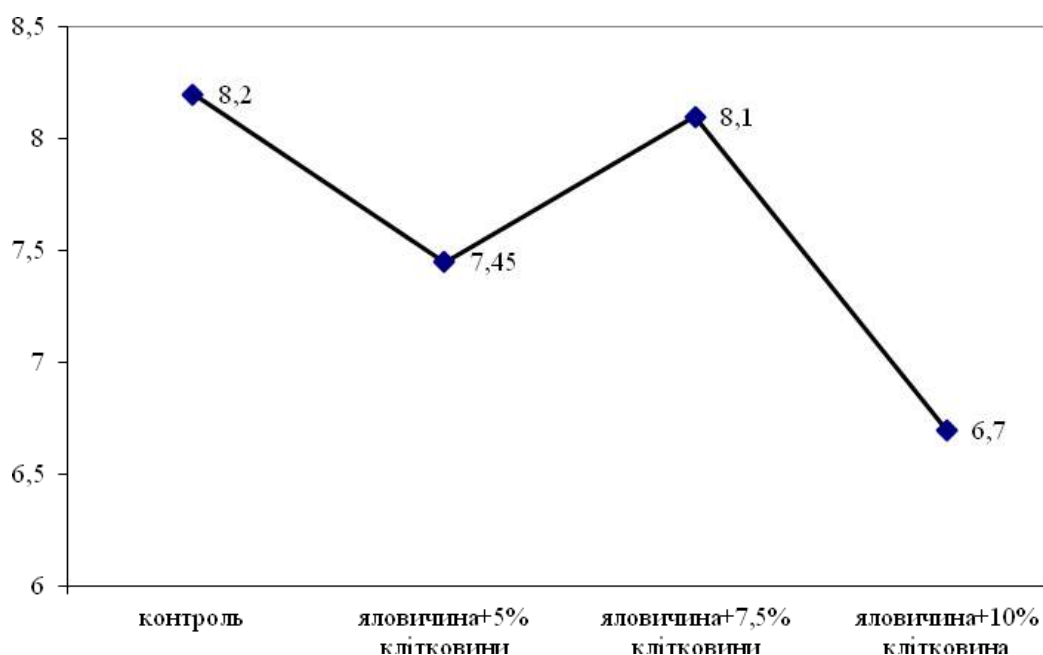


Рис. 3.14. Оцінка якості м'ясних напівфабрикатів, у балах

За результатами проведеної порівняльної оцінки якості м'ясних напівфабрикатів за органолептичними показниками можна зробити висновок, що найкращі показники одержані у напівфабрикатів при додаванні 7,5%

клітковини.

За результатами проведеної бальної оцінки м'ясних напівфабрикатів можна зробити висновок, що напівфабрикати із часткою клітковини 7,5% отримали найбільшу кількість балів – 8,10 що на 0,1 бала менше контрольних зразків. А напівфабрикати з внесенням 5% та 10% клітковини отримали 7,45 та 6,7 балів відповідно, що відповідає добрій якості.



*Рис. 3.15. Середня оцінка якості м'ясних напівфабрикатів, у балах*

Отже, використання клітковини збільшує вологоутримуючу здатність фаршу, зберігає соковитість у січених виробках, покращує процес формування виробів, поліпшує зовнішній вигляд та збільшує вихід готового продукту, найкращі показники відмічені при додаванні клітковини у кількості 7,5% від маси фаршу [178].

Одним із перспективних напрямків розширення асортименту м'ясних виробів є використання харчових інгредієнтів, які дають можливість отримати вироби спеціального призначення. Це є розробка нових технологій з використанням структуроутворювачів, які володіють низкою цінних властивостей.

В якості м'ясної сировини для виробництва напівфабрикатів було обрано м'ясо яловичини. Біологічна повноцінність м'яса яловичини обумовлена складом його білка, у якому представлені всі незамінні амінокислоти у співвідношенні, оптимальному для засвоєння організмом людини. Харчова цінність м'яса яловичини залежить також від кількості жиру і співвідношення жирних кислот.

У м'ясі яловичини досить багато вітамінів групи В: до 0,6 мг% тіаміну, до 0,2 мг% рибофлавіну і до 5 мг% ніацину. З мінеральних речовин (загальний вміст близько 1 %) варто відзначити фосфор, калій, цинк і залізо, причому залізо знаходиться в гемоглобінній, легкозасвоюваній формі – воно засвоюється в три рази краще, ніж залізо з рослинних джерел. Додавання до рецептури фаршу м'ясних напівфабрикатів шроту розторопші є досить зручним, оскільки він виготовляється у вигляді сухого порошку, при цьому текстура фаршу не змінюється.

При створенні комбінованих м'ясопродуктів для функціонального харчування, крім взаємозбагачення складу за рахунок використання м'ясної і рослинної сировини і підвищення біологічної цінності, відбуваються зміни технологічних і органолептичних властивостей. Отже, виробництво нових видів виробів пов'язане з дослідженнями великої кількості різноманітних показників [179-181].

Однак проблема поєднання в одному продукті рослинної і тваринної сировини набагато серйозніша, ніж це здається на перший погляд. Введення рослинної сировини може істотно змінити технологічні властивості м'ясного продукту, його товарний вигляд і сенсорну характеристику.

Профілактичні, дієтичні і лікувальні властивості розторопші давно привертають увагу, що обумовлено її хімічним складом. Як видно з даних, наведених в табл. 3.11, до складу шроту з насіння розторопші входять поліненасичені жирні кислоти, каротиноїди, вітаміни Е, вітаміни групи В, а також мінеральні елементи: цинк, кальцій, залізо, флавоноїди та ін.

У роботі використовували шрот розторопші. Шрот – це продукт, який залишається після переробки насіння розторопші плямистої (холодного віджиму з них рослинного масла). Іншими словами, це залишки насіння однойменної рослини. Сама трава являє собою строкате, фіолетове суцвіття, зафіксоване на стеблі заввишки 1,5-2 метри. Після збору тільки насіння йде на виробництво масла, а всі залишки – на виготовлення порошку, а саме півки залишки насіння рослини пресуються і утримують шрот.

Таблиця 3.11

### Хімічний склад шроту розторопші плямистої

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Волога,%	7,21
Білок,%	21,88
Жир,%	12,87
Жирні кислоти,% до загальної кількості:	-
олеїнова	22
лінолева	61
ліноленова	1,5
арахідонової	2
Ефірні масла	0,4
Вуглеводи водорозчинні,%	0,80
Клітковина,%	27,38
Зола,%	6,01
Вітаміни: Е, мг / кг	47
В1, мг / кг	1,4
В2, мг / кг	1,34
В4, мг / кг	1000
β-каротин	0,83
Мінеральні речовини:	-
Цинк, мг / кг	15,7
Залізо, мг / кг	145,7
Магній, мг / кг	3516
Кальцій, мг / кг	11200
Фосфор, мг / кг	9600
Флавоноїди,%	2,5

Можливість використання розторопші для виробництва м'ясних січених напівфабрикатів вивчали на модельних фаршевих системах. Використання шроту розторопші дозволило отримати високофункціональні фарші з гарними органолептичними показниками та високими значеннями вологоутримуючої здатності.

Проведена дегустація розроблених зразків показала високу бальну оцінку. За результатами дегустації було встановлено, що органолептичні показники з додаванням шроту розторопші у різних дозах не погіршувались.

Оцінку досліджуваних зразків здійснювали відповідно до вимог нормативно-технічної документації. Результати органолептичної оцінки показали, що такі показники, як зовнішній вигляд, колір, консистенція і соковитість у всіх досліджуваних зразків однакові, і вони відповідають вимогам до якості січених напівфабрикатів.

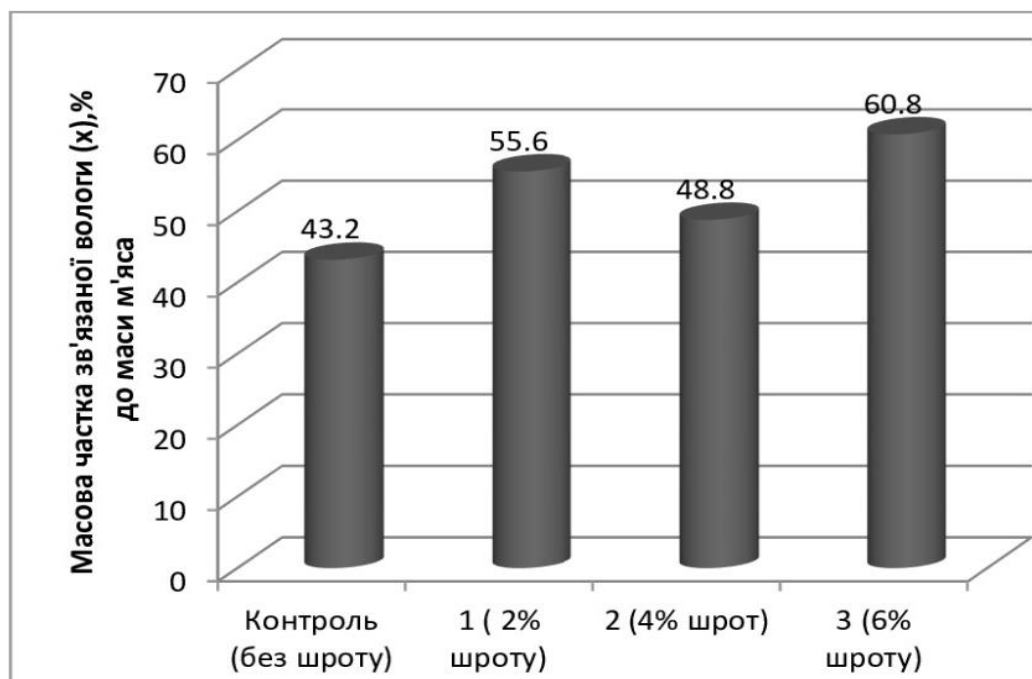
Високі показники смаку і запаху виявлені у зразках з біологічно активним комплексом розторопші в кількості 2% і 4% до маси яловичини. Однак у зразках біологічно активним комплексом розторопші в кількості 6% переважає сторонній присмак і запах розторопші. Найкращими органолептичними характеристиками (колір, запах, смак) володіє зразок, в м'ясну систему якого вносили шрот розторопші в кількості 4% до маси яловичини.

Таким чином, за комплексом показників, що вивчаються була розроблена рецептура м'ясних січених напівфабрикатів і встановлено, що з технологічної точки зору найбільш оптимальним є внесення в м'ясну систему шроту розторопші в кількості 4% до маси яловичини на стадії складання фаршу. При цьому поліпшуються функціонально-технологічні властивості м'ясної системи, не погіршуються органолептичні показники.

При дослідженні функціонально-технологічних показників модельних фаршевих систем було встановлено, що їх властивості залежали від кількості внесеної рослинної добавки.

Встановлено, що збільшення дозування шроту розторопші призводить до збільшення ВЗЗ фаршевих систем, що ймовірно, обумовлено низьким вмістом води у добавці.

З рис. 3.16 видно, що найбільшою водозв'язуючою здатністю до маси м'яса володіють зразки фаршевих систем з додаванням шроту розторопші в кількості 2% і 6% до маси м'яса.



*Рис. 3.16. Вплив розторопші на ВЗЗ м'ясного фаршу*

Найбільш високі показники ВЗЗ до загальної води спостерігаються у зразків фаршевих систем з додаванням шроту розторопші в кількості 6% до маси м'яса. Мінімальні значення ВЗЗ спостерігаються у зразків фаршевих систем контрольного зразка. Крім того, нова харчова добавка дозволить збільшити в комбінованому продукті кількість мінеральних речовин, а високий вміст клітковини має позитивно вплинути на функціонально-технологічні властивості. Таким чином, проведені дослідження показали перспективність використання шроту розторопші в комбінованих м'ясних виробках.

Таким чином, за комплексом показників, що вивчаються була розроблена рецептура м'ясних січених напівфабрикатів і встановлено, що з технологічної точки зору найбільш оптимальним є внесення у м'ясну систему шроту розторопші в кількості 5% до маси яловичини на стадії складання фаршу. При цьому поліпшуються функціонально-технологічні властивості м'ясної системи, не погіршуються органолептичні показники [178].

### **3.6. Технологія ковбасних виробів за використання мікробіологічних процесів**

На сучасних підприємствах харчової промисловості використовують молочнокислі бактерії для переробки і збереження їжі та напоїв. Традиційно до молочнокислих бактерій відносять нерухомих, неспороутворюючих кокоподібних або паличкоподібних представників ряду *Lactobacillales* (наприклад, *Lactococcus lactis* або *Lactobacillus acidophilus*). У цю групу входять бактерії, які використовуються у ферментації молочних продуктів, овочів. Молочнокислі бактерії відіграють важливу роль в приготуванні тіста, какао і силосу. Наразі доводиться використання зазначених культур і в м'ясній галузі.

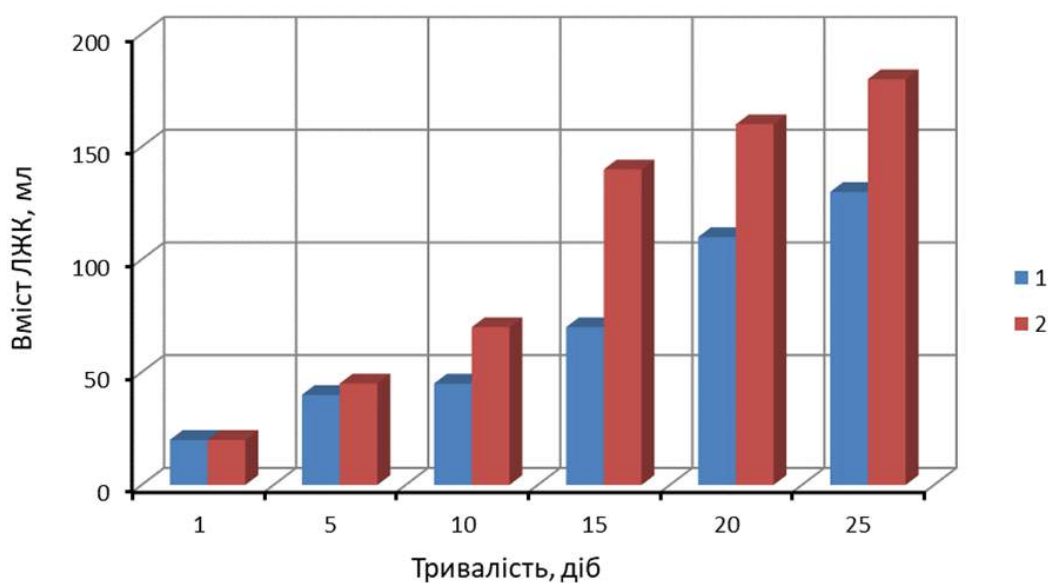
Основним продуктом метаболізму при зброджуванні вуглеводів є молочна кислота, накопичення якої позитивно впливає на консистенцію ковбас. В працях [179, 180] описано проведення досліджень, що виконувалась на Літинському м'ясокомбінаті та на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету із використання чистих культур мікроорганізмів в м'ясному середовищі.

При розробці технології сирокочених ковбас було замінено нітрит натрію на препарат нізин, що синтезується штамми молочнокислих бактерій

*Streptococcus lactis* і використовується для попередження бактеріального псування продуктів. Досліджено та встановлено, що обрані пробіотичні біфідобактерії достатньо солестійкі та задовольняють технологічні вимоги. Були проведені досліди із особливостей росту обраних культур; динаміки змін рівня рН фаршу; динаміки накопичення молочної кислоти.

В якості сировинних джерел та матеріалів, які використовували відповідно до діючої нормативної документації, для проведення експериментів брали м'ясо яловичини, свинини та інші рецептурні складові ковбасних виробів, в тому числі і нітрит натрію.

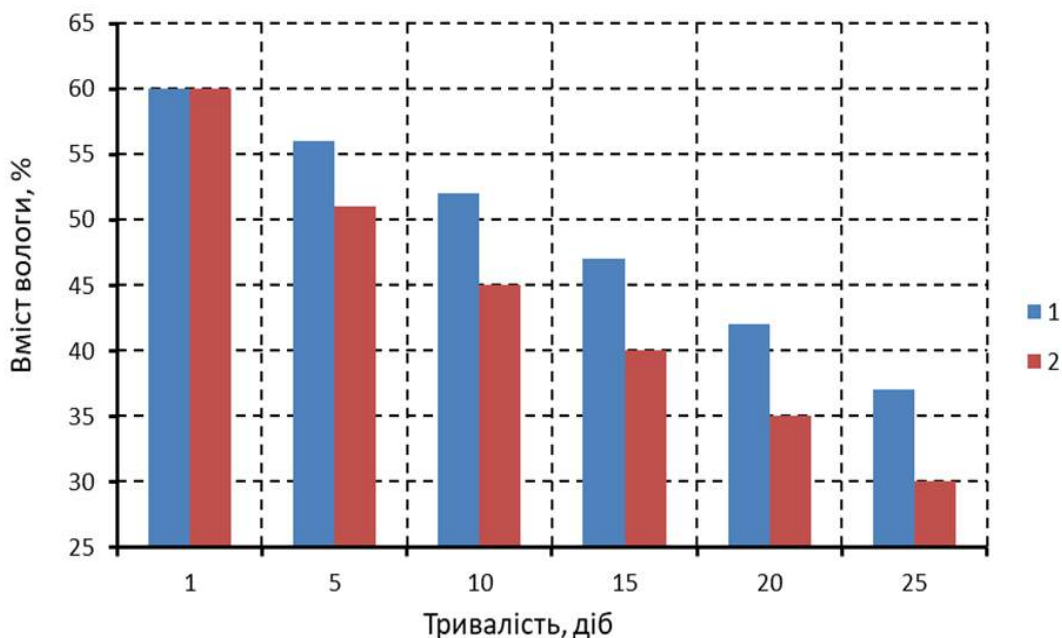
Відомо, що в процесі ферментації відбувається накопичення ароматичних сполук, тому було досліджено накопичення ЛЖК в процесі дозрівання сирокочених ковбас (рис. 3.17).



**Рис. 3.17. Зміна вмісту ЛЖК в процесі дозрівання сирокочених ковбас: 1 – контроль; 2 – дослідний зразок**

Дані, які наведено на рис. 3.17 свідчать про те, що в дослідних зразках вміст ЛЖК значно перевищує показники контролю. Таким чином, за рахунок спільного використання стартових культур можна отримати сирокочені ковбаси з бажаними смако-ароматичними показниками.

Щодо ефективності впливу використання запропонованих культур на масообміні процеси при виробництві сирокоччених ковбас проводили висновки за зміною вмісту вологи у зразках (рис.3.18).



*Рис. 3.18. Зміна вмісту вологи в процесі дозрівання сирокоччених ковбас: 1 – контроль; 2 – дослідний зразок*

Як видно з експериментальних даних, в дослідних зразках видалення вологи відбувалось інтенсивніше, ніж в контрольних. І вже після 20 діб дозрівання ковбасні вироби мали необхідний вміст вологи, тобто це дозволяє скоротити виробничий цикл до 20 діб. Окрім цього, було досліджено зміну показника ВЗЗ (водозв'язуюча здатність) під час дозрівання сирокоччених ковбас, який для дослідних зразків знизився від 48 до 32 %, а для контрольних – від 50 до 40 %.

Таким чином, за допомогою використання у необхідних кількостях бактеріальних культур можна контролювати проходження основних процесів при дозріванні фаршу, що дозволяє отримати продукт з заданими органолептичними показниками, відповідним рівнем безпеки та інтенсифікувати процес виробництва.

Важливе значення в останній час набувають питання щодо підвищення якості, безпеки та лікувально-профілактичних властивостей м'ясних продуктів. Зокрема, за рахунок використання мікроорганізмів, наділених пробіотичними властивостями, тобто які чинять позитивний вплив на організм людини.

Характеристики зразків запропонованих сировокопчених ковбас за органолептикою наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

### Органолептична оцінка сировокопчених ковбас

Назва показника	Характеристика зразків	
	Контроль	Дослід
Зовнішній вигляд	Батони з чистою, сухою поверхнею, без плям, злипання, пошкоджень оболонки, напливів фаршу	
Консистенція	Тверда	
Вигляд на розрізі	Фарш рівномірно перемішаний, не містить порожнин. Шматочки шпикурозміром 3–4 мм	
Колір	Фарш темно-рожевий. Шпик білий	Фарш рожевий. Шпик білий
Запах і смак	Смак приємний, солонуватий, з вираженим ароматом копчення та прянощів, без сторонніх присмаку і запаху	
	-	злегка кислуватий смак та сильніше виражений аромат
Форма і розмір	Прямі батони довжиною до 50 см	

Відмінності між дослідними та контрольними зразками були відмічено за кольором та смако-ароматичними показниками. З органолептичної оцінки сировокопчених ковбас видно, що відсутність нітриту в дослідних зразках не погіршує їх колір, а додаткове внесення культур *Lactobacillus sakei*,

*Staphylococcus xylosum*, *Leuconostoc carnosum* в співвідношенні 1:1:1, дозволяє отримати продукцію з покращеними смакоароматичними показниками.

В табл. 3.13 представлено значення основних фізико-хімічних показників дослідних та контрольних зразків сиркопчених ковбас, які нормуються за ДСТУ

Таблиця 3.13

**Функціонально-технологічні показники сиркопчених ковбас**

**(n = 3, P ≥ 95)**

Назва показника	Характеристика зразків	
	Контроль	Дослід
Масова частка вологи, %	35	30
Масова частка білка, %	20	20
Масова частка жиру, %	45	45
Масова частка кухонної солі, %	5,0	5,1
Масова частка нітриту натрію, %	0,003	-

Порівняльний аналіз зразків дає змогу стверджувати: дослідні зразки сиркопчених ковбас без нітриту задовольняли вимогам стандарту за фізико-хімічними показниками. Внесення бактеріальних культур *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosum*, *Leuconostoc carnosum* в співвідношенні 1:1:1 компенсує вплив відсутності нітриту натрію на функціонально-технологічні показники, органолептику, та дозволяє отримати високоякісні сиркопчені ковбаси.

Експериментально доведена можливість виробництв сиркопчених ковбас без застосування нітриту натрію за рахунок використання препарату молочнокислої мікрофлори – нізину. Для покращання смакових та органолептичних якостей в процесі виробництва сиркопчених ковбас досліджена можливість використання бактерій із пробіотичними властивостями, які виявлено в готовому продукті в достатній концентрації

$1 \times 10^9$  КУО/г.

Встановлено, що використання препарату нізину та бактеріальних культур *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosus*, *Leuconostoc carnosum*, дозволяє скоротити виробничий цикл сировокопчених ковбас до 20 діб [181].

### **3.7. Розробка базової рецептури сосисок дитячих**

Неякісного дитячого харчування в Україні вистачає. За даними органів у справах захисту прав споживачів Держспоживстандарту України, в останні роки було забраковано та вилучено з реалізації 36,7% з 74,13 тон перевіреної продукції дитячого харчування. Усе це зумовило актуальність теми дослідження.

Для вирішення проблеми забезпечення дітей високоякісними м'ясними продуктами необхідно створити виробництво екологічно безпечних біологічно повноцінних продуктів на основі дієтичного м'яса для харчування здорових і хворих дітей різних вікових груп.

Одна із найважливіших умов, що забезпечує здоров'я дорослої людини у подальшому житті – організація раціонального харчування немовлят і дітей у ранньому віці. Раціональне харчування дітей, особливо першого року життя, є однією із основних умов їх нормального фізичного та нервово-психічного розвитку, високого опору до різних захворювань та інших факторів зовнішнього середовища.

Найкращою їжею для немовлят є материнське молоко за умови, що мати здорова і отримує повноцінне харчування. У більшості розвинутих країн Європи понад 80 % матерів годують дітей своїм молоком. Це наслідок державних пропагандистських кампаній. Діє навіть Всесвітня організація по боротьбі за грудне годування. Проблемною є ситуація, яка склалася в Україні і багатьох інших країнах світу, в яких велика кількість дітей вигодовуються штучно [182].

У таких умовах проблема забезпечення дітей високоякісними, біологічно повноцінними продуктами харчування може бути вирішена тільки через систему їх промислового виробництва.

Тому, актуальним завданням є аналіз класифікації й асортименту продуктів дитячого харчування в Україні та світі з метою визначення перспективних напрямків щодо розробки інноваційних технологій продуктів для харчування малюків, які були б конкурентоспроможними, як на українському ринку, так і на ринку Євросоюзу.

Для вирішення проблеми забезпечення дітей високоякісними м'ясними продуктами необхідно створити виробництво екологічно безпечних біологічно повноцінних продуктів на основі дієтичного м'яса для харчування здорових і хворих дітей різних вікових груп.

Тому при аналізі ринку продуктів дитячого харчування і визначенні перспективних напрямків розробки інноваційних технологій продуктів для харчування малюків, які були б конкурентоспроможними, як на українському ринку, так і на ринку Євросоюзу, слід користуватися і світовою класифікацією ПДХ, і класифікацією, яка діяла в Україні до вересня 2015 року, і введеною в дію новою класифікацією ПДХ в Україні, і традиціями харчування своєї держави [183].

Згідно ДСТУ 4436:2005 під час виробництва варених ковбас, сосисок, сардельок, рекомендованих для дитячого та дієтичного харчування, не дозволено використовувати фосфати та інші харчові добавки крім нітриту натрію, перець чорний, білий, червоний, м'ясну масу, м'ясо птиці механічного обвалювання, м'ясо биків (бугаїв), кнурів, м'яса пісного та замороженого більше одного разу [184].

Відповідно до результатів дегустації, найвищу оцінку отримав зразок із співвідношенням яловичини : курятини – 30:70. Дану рецептуру використали за основу для створення рецептури дитячих сосисок.

Результати органолептичної оцінки дослідних зразків модельних

фаршів представлено у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

**Органолептичні показники модельних фаршів рецептурного складу**

Показник	Співвідношення компонентів (яловичина : курятина)			
	15% Я:85% К	30% Я:70% К	70% Я:30% К	85% Я:15% К
Консистенція	Ніжна, рихла	Ніжна, пружна соковита	Ніжна більш щільна	Щільна, пружна
Запах та смак	Приємний, з ароматом прянощів в міру солоний, смак слабо виражений м'ясний	Властиві даному виду продукту, з ароматом прянощів, в міру солоний, без стороннього запаху та присмаку	Приємний, з ароматом прянощів, в міру солоний, м'ясний	Приємний, з ароматом прянощів, в міру солоний, виражений смак яловичини
Вигляд фаршуна розрізі	Світлий, характерний для варених ковбас з м'яса птиці, наявність поодиноких дрібних пор	Однорідна структура, світло-рожевий фарш, рівномірно перемішаний, без порожнин	Неоднорідна структура, фарш темніший зі світлими включеннями	Темно-рожевий з нерівномірними розводами фаршу курятини

Отже, органолептичні показники модельних фаршів з різним співвідношенням яловичини та курятини свідчать, що найкращі показники були у зразку, де яловичина становила 30%, курятина – 70%.

У зразках, де яловичина становила 70% і більше, вигляд фаршу на

розрізі був темного кольору, а консистенція дуже щільна, не соковита.

Результати органолептичної оцінки зразків у балах наведені у таблиці 3.15. За отриманими даними серії досліджень була розроблена базова рецептура сосисок дитячих, основною сировиною для якої є 30% яловичини, 65% курятини, 5% сухе незбиране молоко. Спеції, сіль у частці, передбаченій стандартними рецептурами продуктів для дитячого харчування.

*Таблиця 3.15*

**Результати органолептичної оцінки зразків сосисок для дитячого харчування в балах**

Показник	Значення показників, бали			
	15% Я:85% К	30% Я:70% К	70% Я:30% К	85% Я:15% К
Зовнішній вигляд, консистенція	0,4	0,5	0,45	0,4
Колір фаршу на зрізі	0,4	0,5	0,4	0,3
Запах	2,5	3,0	2,7	2,5
Смак	4,0	5,0	4,4	4,0

Отже, аналіз впливу різних співвідношень яловичини та курятини на фаршеві системи та на продукцію після термічної обробки дозволив зробити висновки, що складові комплексу стабілізують буферну систему фаршу, збільшують частку молекулярної вологи у продукті та ступінь її зв'язування білками та полісахаридами і забезпечують зростання виходу продукції.

Окрім функціонально-технологічних, досліджували органолептичні, мікробіологічні характеристики досліджуваних зразків (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

### Органолептичні показники дослідних ковбас

Показник	Дослідний зразок
Консистенція	щільна, пружна
Смак	приємний
Колір на зрізі	рожевий
Зовнішній вигляд, консистенція	щільна, пружна
Запах	властивий вареним ковбасам, з ледь відчутним ароматом спецій
Смак	приємний

Ступінь його засвоювання залежить, у першу чергу, від збалансованості заамінокислотним складом (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

### Характеристика амінокислотного скору ковбас

Найменування амінокислот	Еталонний білок за ФАО/ВООЗ, мг/1г білка	Дослідний зразок	
		Середній вміст у зразку, мг/1г білка	Амінокислотний скор, %
Валін	50	57,9	115,8
Лейцин	70	114,4	163,4
Лізин	55	100,7	183,1
Ізолейцин	40	55,3	138,2
Метіонін+Цистеїн	35	44,7	127,7
Фенілаланін+Тирозин	60	90,0	150,0
Треонін	40	52,3	130,7
Триптофан	10	12,7	127,7
Разом	360	528,0	146,7

Відповідно до аналізу даних, розроблений продукт повністю збалансований за амінокислотним скором. За всіма амінокислотами показник значно перевищує 100% та знаходиться у межах від 115,8% – для валіну до 183,1 – для лізину. Слід відзначити, що розроблена рецептура має високі значення амінокислотного скору за рахунок вдало вибраної м'ясної сировини.

Отже, розроблено базову рецептуру сосисок дитячих, основною сировиною для якої є 30% яловичини, 65% курятини, 5% сухе незбиране молоко. Спеції, сіль у частці, передбаченій стандартними рецептурами продуктів для дитячого харчування. Встановлено, що органолептичні показники готових дитячих сосисок поєднували ніжність, пружність, соковитість та відсутність сторонніх присмаків та ароматів. Готовий продукт повністю збалансований за всіма амінокислотами.

## РОЗДІЛ 4

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Хлібопекарська галузь характеризується великими масштабами виробництва і виготовляє соціально значущу продукцію та відіграє провідну роль у харчовій промисловості України. Частка хлібопродуктів у раціоні українського споживача складає 15%, що підтверджує їх статус як основного продукту харчування [185].

Хліб і хлібобулочні вироби традиційно займають особливе місце в структурі вітчизняного споживання, оскільки на ці продукти в Україні припадає до 40% загальної калорійності харчового раціону населення. Власне, тому виробництво хліба та хлібобулочних виробів можна віднести до стратегічних галузей економіки нашої держави, оскільки від ефективності діяльності хлібопекарських підприємств багато в чому залежить не тільки продовольча, але й національна безпека країни [186].

Хліб традиційно є основним продуктом харчування, тому розробка і створення хлібних виробів із заданим хімічним складом дозволяє істотно і з мінімальними витратами впливати на здоров'я населення. Науковці і працівники хлібопекарської галузі постійно покращують та підвищують його якість.

Дані літератури про білкову, мінеральну та вітамінну цінність хліба дозволяють вважати його одним з найцінніших продуктів харчування. Однак в хлібі виявлений дефіцит незамінних амінокислот (лізину, треоніну), макро- і мікроелементів (кальцію, йоду, заліза та ін.), Вітамінів (В<sub>1</sub> і В<sub>6</sub>). Тому актуальними завданнями для пекарів є не тільки поліпшення якості хліба і збереження його свіжості, але і підвищення його харчової цінності, зокрема збагачення додатковими нутрієнтами [187].

Для вирішення цього питання останнім часом все частіше використовують добавки з нетрадиційної рослинної сировини, оскільки вона є джерелом біологічно-активних речовин, що позитивно впливають на організм людини.

Відомо, що всі біологічно активні речовини (БАР) – білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини тощо – необхідні для нормальної життєдіяльності організму, надходять переважно з їжею і засвоюються в результаті їх біотрансформації, перетравлювання та всмоктування. Перетворюючись у процесах метаболізму на структурні та функціональні елементи клітин організму, БАР забезпечують його фізичну та розумову витривалість, визначають стан здоров'я та працездатність. Нестача в раціоні тих чи тих БАР неминуче призводить до негативних наслідків.

До біологічно активних речовин відносять біологічно та фізіологічно активні, безпечні речовини з точними фізико-хімічними характеристиками, для яких виявлено та науково обґрунтовано позитивний вплив на поліпшення та збереження стану здоров'я людини, встановлено і схвалено норму щоденного вживання у складі харчових продуктів.

Біологічно активні речовини не лише забезпечують організм людини енергетичним та пластичним матеріалом, а й оптимізують і контролюють конкретні фізіологічні функції, тисячі біохімічних реакцій, сприяють підтриманню і поліпшенню стану здоров'я, знижують ризик виникнення захворювань і прискорюють процес одужання, забезпечують захист організму від несприятливих чинників довкілля [187].

Асортимент хлібобулочних виробів, що випускається в Україні, досить широкий, однак виробів дієтичного, лікувально-профілактичного, спеціального призначення для різних груп населення недостатньо і їх частка в загальному об'ємі виробництва не перевищує 1-2 % [186].

Поряд з харчовими добавками надати хлібу оздоровчих властивостей спроможна нетрадиційна сировина. Це соєві продукти, продукти з

пророщених бобових (гороху, квасолі), насіння соняшнику, льону, плодів та овочеві порошки, водорості, солодові екстракти та інша сировина, що містить біологічно активні речовини [188, 189].

Аналіз літературних даних, присвячених вивченню використання нетрадиційної сировини, характеризує її як перспективне джерело рослинних білків, біологічно активних ліпідів, харчових волокон і збалансованих мінеральних речовин, що свідчить про доцільність досліджень, спрямованих на вивчення можливості їх застосування в хлібопеченні.

Незважаючи на те, що все більше жителів країни прагнуть до здорового способу життя і ведуть боротьбу із зайвою вагою, зростає популярність інноваційних продуктів – хліба дієтичного та лікувально-профілактичного спрямування, що містять зернові суміші, висівки, фруктозу, мед, горіхи, овочеві і фруктові добавки. На таку частку продукції припадає лише 5-7% від загального обсягу продажу [189].

Отже, розробка нової хлібобулочної продукції, збагаченої біологічно активними речовинами, яка б максимально відповідала критеріям якості та безпеки є актуальною проблемою.

На ринок необхідно виводити нові види продукції з корисними, доведеними ефектами, привабливими органолептичними властивостями. Науковим підтвердженням цього є безліч розробок нових рецептур – як вітчизняних, так і закордонних учених [187-193].

В даний час населення проявляє підвищений інтерес до хімічного складу, харчової цінності і наявності функціональних інгредієнтів в продуктах харчування і все частіше стикається з проблемою незбалансованого харчування за рахунок споживання очищених, рафінованих продуктів. Для здорового харчування людині необхідні харчові волокна, вітаміни, мікроелементи, мінеральні речовини, ненасичені жирні кислоти і ін.

Оскільки за рахунок хліба в раціоні харчування покривається не менше 30% добової потреби в харчових речовинах, функціональне призначення цього продукту повинно займати гідне місце в харчуванні населення. Оздоровлення нації через хліб слід визнати в країні одним з пріоритетних і найбільш значущих завдань.

Внесення в хлібобулочні вироби фізіологічно функціональних інгредієнтів дозволяє не тільки розширювати асортимент, а й розробляти сорти, спрямовані на підтримку і поліпшення стану здоров'я різних груп населення. З огляду на хімічний склад і функціональні властивості тих чи інших інгредієнтів, а особливо їх природне походження, можна припустити, що це дозволить скоротити дефіцит тих чи інших компонентів в харчуванні [194].

Хлібопекарська продукція характеризується великим асортиментом за зовнішнім виглядом, смаковими показниками якості, рецептурою, технологією приготування і є для споживачів істотним носієм харчових, біологічно активних речовин, покращує засвоюваність їжі, а аромат свіжої випічки – це ефективний засіб для підвищення апетиту і виникнення почуття голоду.

Але завдяки своєму рецептурному різноманіттю ці вироби можуть бути також джерелом широкого спектру захисних компонентів, які так необхідні сучасній людині. В останні роки для підприємств, що випікають хліб, одним із шляхів залучення інтересу споживачів до своєї продукції поряд з додаванням особливих відмінних смакових і ароматичних якостей, все перспективнішою стає підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, вмісту біологічно-активних речовин за рахунок використання безпечної природної сировини. В якості перспективних джерел біологічно активних речовин: вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук, що володіють антиоксидантними, антибактеріальними, фунгіцидними властивостями, багато десятиліть розглядаються продукти переробки плодів і овочів, а в

останні роки особлива увага приділяється пряно-ароматичним і лікарським рослинам. Останні характеризуються багатовекторністю позитивних якостей, що робить їх перспективними для створення функціональних продуктів харчування, в т. ч. і хлібобулочних виробів [190].

Останніми роками на світовому ринку з'явилося нове джерело сировини для харчової промисловості – зерно амаранта і продукти його переробки, що мають цінний хімічний склад і безпеку, високу харчову і біологічну цінність, містять широкий спектр фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, що визначає перспективи їх використання в технології харчових виробництв [191].

Зерно амаранту і продукти його переробки, що володіють біологічною цінністю, містять широкий спектр фізіологічно функціональних речовин, що визначає перспективи їх використання в технології харчових продуктів.

Продукти переробки амаранту – борошно, висівки, олія – виступають джерелом ряду фізіологічно активних сполук. Встановлено, що жирнокислотний склад амарантової олії відрізняється вмістом таких жирних кислот як лінолева (41 %) та арахідонова (16 %), які відносяться до речовин з високою біологічною активністю. Амарантове борошно виступає джерелом доступного рослинного білка (15 %). [192, 193].

Амарантове борошно має цінний хімічний склад: білка у 3,8 разів більше, ніж у пшеничному борошні; ліпідів – у 9,4 рази; клітковини – у 17 разів; мінеральних речовин: натрію – у 24 рази, калію – у 4,2 рази, кальцію – у 19 разів, магнію – у 6 разів, фосфору – у 5 разів, заліза – у 36 разів; вітамінів: тіаміну – у 33 рази, рибофлавіну – у 74 рази, ніацину – в 1,2 рази.

Енергетична цінність амарантового борошна дещо перевищує таку для пшеничного борошна за рахунок більшого вмісту білків та ліпідів.

Кількість незамінних амінокислот у білку амарантового борошна становить 17,6 г/100 г білка, загальне кількість амінокислот – 37,7 г/100 г білка. Отже, амарантове борошно відрізняється більш збалансованим

амінокислотним складом у порівнянні з пшеничним борошном, тому його доцільно використовувати у кондитерському виробництві разом із пшеничним борошном [194].

Розроблена технологія помолу та поділу зерна амаранта на частини для отримання нативних продуктів, що відрізняються високою харчовою цінністю. Зерно амаранта, що пройшло очищення, піддається плющенню. Отримане плющене нативне зерно амаранта (вихід 95–98%) поділяється на пластівці амарантові нативні (53–56%) та крупку зародкову нативну (28–35%). Далі з пластівців формується борошно амарантове сортове нативне (82–88%), а з крупки витягається масло (6,5–7,5%) і формується побічний продукт – крупка зародкова напівзнежирена (28–35%), що містить, відповідно, висівки білкові напівзнежирені (18–25%) та борошно білкове напівзнежирене (75–82%). Після низки досліджень встановлено, що борошно амарантове білкове є ефективним білковим збагачувачем і технологічним поліпшувачем при виробництві хлібобулочних виробів з пшеничного борошна. Борошно сортове нативне є ефективним поліпшувачем якості хлібобулочних виробів із суміші житнього та пшеничного борошна [194].

З насіння амаранта виробляють цільнозернове амарантове борошно, що має високу харчову цінність; сортове амарантове борошно, у тому числі вищого ґатунку, яке за кількісним співвідношенням компонентів близьке до пшеничного хлібопекарського борошна.

Цільнозернове борошно амаранта містить комплекс фізіологічно активних речовин – сквалену, мінеральних речовин, харчових волокон, пектину, вітамінів, а також амарантину, якими можна збагатити традиційні продукти, створити на його основі спеціалізовані продукти або нові біологічно активні добавки.

Перспективним є використання нової сировини для хлібопечення – амарантового білкового напівзнежиреного борошна (АМ), яке виробляється з

крупки амарантової напівзнежиреної – вторинного продукту при виробництві амарантової олії.

Внесення амарантового борошна сприяє підвищенню біологічної цінності хліба за рахунок поліпшення амінокислотного складу і помітної ліквідації дефіциту по незамінним амінокислотам білка в хлібі. При цьому ступінь задоволення добової потреби людини в незамінних амінокислотах збільшується в 1,5-2 рази, що також свідчить про ефективності використання амарантового борошна [194].

Використання амарантового борошна є перспективним для підвищення якості борошна для хліба, проведення активації пресованих дріжджів, інтенсифікації процесу тістоприготування, поліпшення якості, харчової та біологічної цінності пшеничного хліба.

Введення амарантового борошна у кількості 10 % до маси пшеничного борошна забезпечує збільшення вмісту цинку і фосфору у 1,2–1,5 рази, кальцію – у 2,4 рази порівняно з пшеничним хлібом без добавок [195].

Вивчення впливу амарантового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного борошна проводили шляхом визначення у ній вмісту та якості клейковини та газоутворювальної здатності. Амарантове борошно вносили у сухому вигляді у дозуванні 1, 3, 5, 7 та 10% замість пшеничного борошна. Встановлено, що вміст сирої клейковини при внесенні борошна амаранта незначно зменшується. Зі збільшенням дозування добавки змінюються і структурно-механічні властивості клейковини. Додавання амарантового борошна сприяє підвищенню газоутворення у тісті.

У ході досліджень вивчали вплив амарантового борошна на якість пшеничного хліба, виготовленого різними способами. Найбільш оптимальним способом приготування хліба при внесенні амарантового борошна є опарний спосіб із внесенням добавки безпосередньо в рідку опару.

Найкраща якість хліба з урахуванням його органолептичних показників забезпечується при використанні активованих пресованих дріжджів,

приготовлених на водно-борошняній суміші, що містить 7% амарантового борошна. Внесення амарантового борошна сприяє підвищенню біологічної цінності хліба за рахунок поліпшення амінокислотного складу та помітної ліквідації дефіциту незамінних амінокислот білка в хлібі [194].

Досліджено вплив подрібненого насіння амаранта на хлібопекарські властивості пшеничного борошна I ґатунку, зокрема, на інтенсивність газоутворення при бродінні тіста. Подрібнене насіння амаранта білого і багряного вносили із заміною пшеничного борошна I сорту у кількості 5, 10, 15, 20, 25 та 30% та після випікання при 180...190 °С протягом 20-25 хв. порівнювали результати з контрольним зразком з пшеничного борошна без додавання насіння амаранта. Встановлено, що внесення 5 % подрібненого насіння амаранта позитивно діє на газоутворювальну здатність тіста в процесі бродіння, сприяє покращенню якості хлібобулочних виробів і може бути використане у технології хлібопечення.

Заміна 8-10% житнього борошна на амарантове дозволяє отримати новий, досить смачний сорт хлібопекарської продукції – амарантовий хліб. Він має гарні органолептичні характеристики та більш збалансований амінокислотний склад у порівнянні із звичайним хлібом.

Використання амарантового борошна у технології хлібобулочних виробів у кількості 100% неможливе, тому що у ньому відсутня клейковина. Разом з тим, введення його в рецептури хліба для збагачення та часткової заміни пшеничного борошна доцільно. З цією метою зазвичай застосовується частково знежирене амарантове борошно з амарантового шроту або плющені зерна амаранта (амарантові пластівці). Цільнозернове амарантове борошно містить велику кількість жиру, що помітно знижує її здатність до зберігання внаслідок швидкого прогоркання жиру.

Через низьку вологість має сенс використання амарантового борошна як добавки до пшеничного борошна, вологість якого перевищує допустимі регламентом значення. За рахунок високої кислотності амарантового

борошна можливе скорочення тривалості процесу бродіння без застосування ферментних препаратів. За показником газоутворюючої здатності амарантове борошно може бути гарною добавкою до пшеничного борошна з сильною клейковиною для покращення якості напівфабрикатів та готових виробів [194].

Досліджували вплив добавки амарантового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного борошна першого та вищого ґатунків та якість хліба. Хімічний склад технологічної добавки відрізняється підвищеним вмістом вуглеводів (до 72,5 %), моносахаридів та дисахаридів (до 3,2 %), клітковини (до 2,5 %) та золи (до 0,8 %) у порівнянні з хлібопекарським пшеничним борошном.

Встановлено, що додавання амарантового круп'яного борошна до маси пшеничного борошна призводить до поліпшення якості випеченого хліба.

Об'ємний вихід формового хліба підвищується на 10,0-28,0 % для борошна пшеничного вищого ґатунку, на 3,0-10,0 % для борошна пшеничного першого ґатунку; питомий обсяг формового хліба – на 8,0-26,0 % для борошна пшеничного вищого ґатунку та на 4,0-11,0 % для борошна пшеничного першого ґатунку; формостійкість подового хліба (крім дозування 10,0 %) – на 17,0 % для борошна пшеничного вищого ґатунку та на 8,5-12,8 % для борошна пшеничного першого ґатунку.

Органолептична оцінка випечених проб хліба із суміші пшеничного та амарантового круп'яного борошна показала значне поліпшення його характеристик при введенні добавки в тісто. Верхня скоринка дослідних виробів була більш рівною, гладкою і опуклою, ніж у контролі, золотистого відтінку. Пористість дослідних виробів більш тонкостінна і рівномірна з малим розміром пор, м'якуш довше зберігає свіжість при зберіганні.

Додавання амарантового круп'яного борошна до маси пшеничного борошна покращує біологічну та харчову цінність хліба. У хлібобулочних виробках, виготовлених з амарантовим круп'яним борошном, істотно

покращується амінокислотний склад білків, їх біологічна цінність та збалансованість.

Харчова цінність хліба при додаванні амарантового круп'яного борошна підвищується в результаті збагачення виробів білками на 9,2%, жирами на 28,2%, клітковиною в 1,5 рази, органічними кислотами в 1,3 рази.

Мінеральний склад хліба з добавкою покращується за рахунок підвищення масової частки калію на 10,1%, кальцію на 17,4%, магнію на 12,1%, фосфору на 22,6% і заліза в 1,5 рази відповідно. Вітамінний склад хліба при введенні добавки також покращується: вміст тіаміну підвищується в 2,3 рази, рибофлавіну в 3 рази, ніацину – в 1,1 рази відповідно. Енергетична цінність 100 г хліба при додаванні амарантового круп'яного борошна збільшується на 16 % [194].

Розроблено технологію виробництва хліба функціонального призначення з використанням амарантової макухи та олії. Хліб, виготовлений із суміші пшеничного борошна та продуктів переробки амаранта при співвідношенні 97:3-85:15, має підвищений вміст білка (на 3-10%), вітамінів групи В, мікро- та макроелементів, співвідношення кальцію та фосфору від 1:1,8 до 1:2,9 та покращений амінокислотний скор лізину та треоніну.

Додавання 15% амарантової макухи та 5% масляного екстракту амаранта до маси борошна дозволили покращити органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів, підвищити біологічну цінність на 24,5%, отримати хліб з максимально збалансованим амінокислотним складом, підвищити намокання та питомий обсяг, покращити засвоюваність готових виробів. функціонального призначення [196].

Внесення в рецептуру хлібобулочних виробів шроту амаранта дозволить вирішити проблему дефіциту есенціальних харчових речовин у харчуванні населення.

Дослідження впливу шроту амаранта на процеси газоутворення та газоутримання у тісті показали, що внесення шроту амаранта інтенсифікує процес бродіння тіста. При внесенні 5% шроту амаранта бродіння тіста скорочується на 40%, 10% – на 45%, 15% – на 55%, 20% – на 75%. Ймовірно, інтенсифікація бродіння тіста пов'язана з тим, що у складі шроту амаранта багато поживних речовин: вітамінів для дріжджів.

Встановлено, що при внесенні шроту амаранта до рецептури хлібобулочних виробів показник питомого обсягу знизився до 16,7%, пористість до 14% порівняно з контрольним зразком без добавки. Показник кислотності навпаки зростав до 16% зі збільшенням кількості внесеної добавки від 5 до 20% до маси борошна.

За результатами проведених досліджень встановлено, що хлібобулочні вироби із внесенням шроту амаранта у кількості не більше 5 % до маси борошна характеризувалися найкращими фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. При внесенні добавки більше 5 % до маси борошна зменшувався питомий обсяг виробів, пористість, погіршувався стан поверхні, смак та запах [197].

Н. П. Буяльська та інші дослідили вплив добавки шроту насіння амаранта та подрібненого листя амаранта на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів. Вивчали вплив продуктів переробки амаранта (шрот насіння амаранта та подрібнене листя амаранта) на якість рогаликів фруктових. Добавки попередньо подрібнювали до порошкоподібного стану та вносили в кількостях 0,5; 1,0 та 2,0 % до маси борошна.

За результатами проведених досліджень впливу добавок продуктів переробки амаранта на якість хлібобулочних виробів, а саме рогаликів фруктових встановлено, що: зі збільшенням кількості добавок до 2 % вихід сирої клейковини збільшується, при цьому вона стає менш розтяжною; за рахунок високої активності ліпази та ліпоксигенази добавок амаранта

клейковина борошна укріплюється; внесення добавок підвищує зимазну та мальтазну активність дріжджів, що прискорює процес дозрівання тіста; покращується підйомна сила дріжджів; внесення добавок не впливає на вологість тіста; вологість готових виробів зменшується; кислотність готових виробів із використанням добавок підвищується; на органолептичні властивості добавки продуктів переробки амаранта не мають значного впливу, пористість виробів була однаковою, незначний темний відтінок та ледь відчутний трав'яний присмак мали вироби з додаванням подрібненого листя амаранта. На основі проведених досліджень встановлені оптимальні дозування добавок до маси борошна: подрібнене листя амаранта – 2,0 %; шрот насіння амаранта – 2,0 % [198].

Досліджено вплив амарантового борошна на адгезійні властивості тіста вплив амарантового борошна та гуміарабіку на структурно-механічні властивості тіста для крекерів, вплив амарантового і льняного борошна різної якості на споживчі характеристики й біологічну цінність зтяжного, цукрового, здобного печива [199-201].

Запропоновано часткову заміну пшеничного борошна борошном макуховим з амаранта, що дає змогу вживати ці вироби різним групам населення, особливо хворим на анемію. Розроблено технології мафінів з різними видами безглютенового борошна, зокрема амарантового. Знайшов амарант застосування і в технології бісквітних виробів [202].

Розроблено печиво з цільного амарантового борошна та борошна пшеничного [200], спосіб приготування композиційного печива з амаранта [203], суху безглютенову суміш для виробництва печива, яка містить рисове борошно, амарантове борошно, яблучний порошок, порошок, вибраний із групи, що включає гарбуз, буряковий корінь, морквяний або журавлинний порошки, білий кристалічний цукор, кулінарну їстівну сіль, лимонну кислоту, розпушувач. Дослідники розробили технологію, що забезпечує приготування суміші шляхом послідовного змішування амарантового

борошна, цільного сухого молока, порошку лушпиння какао-бобів, кондитерського жиру та порошку карамелі [204].

Доведено доцільність внесення амарантового борошна в кількості 25–27 % для приготування бісквітного напівфабрикату, що дозволяє отримати кінцевий продукт із більш рівномірним, тонкостінним, еластичним м'якушем. Досліджено використання у хлібопеченні подрібненого зерна амаранта багряного і білого, попередньо замоченого при  $(20 \pm 1)$  °С, яке вводили в рецептуру від 5 до 30 % до маси пшеничного борошна. Збільшення дозування добавки понад 15 % призводило до нерівномірної пористості, заминання м'якушки і появи стороннього запаху.

У роботі Миколенко С. Ю. та ін. [205] показано можливість введення 5–10 % амарантового борошна до складу пшеничного хліба для підвищення його біологічної цінності. Визначено оптимальну концентрацію амарантового борошна в рецептурі здобного печива та дріжджового кексу, що становить для печива 8 %, а для кексу – 15 % [206]. Доведено, що додавання повножирового амарантового борошна до складу пшеничного доцільне в кількості до 60 %, що зменшує твердість печива і поліпшує його органолептичні властивості, у той час як вищі дозування (60–100 % до маси пшеничного) борошна погіршують споживчі якості печива. Використання амарантового борошна для приготування печива значно поліпшувало колір виробів до золотаво-коричневого і з огляду на показники якості оптимальною була визначена 25 % заміна пшеничного борошна на амарантове [207, 208].

Було досліджено вплив амарантового і льняного борошна різної якості на споживчі характеристики й біологічну цінність зтяжного, цукрового і здобного печива. Для дослідження впливу амарантового борошна на якість печива з урахуванням аналізу результатів наукових літературних джерел було прийнято використовувати композитну борошняну суміш зі співвідношенням амарантового борошна до пшеничного як 1:1, 3:5, 1:3 та 1:7. Цукрове і здобне печиво, виготовлене на амарантовому і пшеничному

борошні при співвідношенні 1:1 і 3:5 відповідно, характеризуються золотаво-коричневим кольором, приємним ароматом і горіховим присмаком та перевершують традиційне пшеничне печиво незважаючи на незначне зниження намочуваності виробів. Доцільне введення в рецептуру цукрового та здобного печива з амарантовим борошном попередньо гідратованого льняного борошна в кількості 5 %, що додатково поліпшує форму виробів, підвищує їх намочуваність. Біологічна цінність розробленого печива зростає на 14–16 %, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу печива – уполовину, зокрема, за рахунок збагачення виробів лізином, треоніном, метіоніном, цистином [205].

Вченими НУХТ запропонована технологія амарантового бісквітного напівфабрикату на основі амарантового борошна. Рекомендовано в рецептуру бісквіту вносити борошно амарантове у кількості 24,4-29,9%, що забезпечує відмінні органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів. Фізико-хімічні показники бісквіту амарантового близькі до бісквіту основного і відповідають вимогам ГОСТ 5904-82, що дає змогу його впровадженню у виробництво.

Встановлено, що у бісквіті амарантовому збільшилась кількість незамінних амінокислот, вітамінів групи В, ненасичених жирних кислот. Отримані органолептичні показники показали, що бісквіт із амарантового борошна дозволяє отримати кінцевий продукт з більш рівномірним, тонкостінним, еластичним м'якушем ніж в контрольному зразку.

Запропоновано удосконалений спосіб приготування бісквітного напівфабрикату, в якому шляхом введення амарантового борошна у співвідношенні пшеничного і амарантового борошна як 3:1, забезпечує підвищення харчової цінності готового продукту. Використання амарантового борошна під час складання борошняних композиційних сумішей для виробництва бісквітного напівфабрикату послаблює клейковину пшеничного борошна і дозволяє отримати м'якуш з добре розвиненою

структурою пористості. Збільшення масової частки амарантового борошна в суміші більше 25% призводить до зниження пористості і питомого об'єму досліджуваних напівфабрикатів, що пов'язано із збільшенням масової частки ліпідів, вміст яких в насінні амаранта коливається в межах 7...10%, що і призводить до зниження стійкості пінної структури бісквітної маси цього рецептурного складу [209-211].

Амарантове борошно використовували в якості функціонального компонента для підвищення харчової цінності вафельних листів. Об'єктами дослідження були вафельні листи, до складу яких вводили борошно з насіння амаранта сорту Кріпиш і суміш борошна з насіння сортів Кріпиш та Валентина. Використання борошна з насіння амаранта дозволяє розширити асортименти вафельних листів. Включення його до рецептури достовірно підвищує поживну цінність готових виробів, покращує їх структурно-механічні властивості. За результатами досліджень встановлено аналітичні залежності, що характеризують вплив рецептурних компонентів на показники якості вафельного листа. Оптимальна частка борошна з насіння амаранта Кріпиш та Валентина при їх одночасному використанні в складі рецептури вафельних листів – 8,0 та 4,0 % відповідно [210].

Г.В. Дейниченко та В.А. Гнищевич пропонують удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням препарату з сухого листа амаранта, подрібненого до порошкоподібного стану, у дозуванні не більше 1%, а також амарантовий солод.

Внесення добавок дозволяє знизити норму вкладення цукру вдвічі. Якщо ж кількість цукру залишити в межах рецептури, то можливе значне скорочення періоду дозрівання. Крім того, добавки амаранту надають позитивний вплив на органолептичні властивості готових виробів.

В Україні і світі все більше зростає зацікавленість населення до нетрадиційних видів олійного насіння, зокрема насіння чіа (*Salvia hispanica*) як продукту, що має певні корисні властивості для організму людини [212].

При вживанні пшеничного хліба, виготовленого із додаванням насіння чіа у кількості 10%, організм людини буде додатково забезпечений кальцієм, фосфором, міддю, кількість яких зростає у 2 і 10 разів відповідно.

Зважаючи на функціональні властивості продуктів переробки амаранту і чіа актуальними є дослідження можливості їх застосування у технології хлібобулочних виробів, що, своєю чергою, сприятиме розширенню асортименту оздоровчої продукції.

Використання амарантового борошна і чіа збагачує хліб харчовими волокнами на 54 % від добової потреби, а також поліпшує амінокислотний склад продукту за рахунок зростання вмісту лейцину, валіну, ізолейцину, фенілаланіну, треоніну, лізину [205].

Хлібобулочні вироби є важливою складовою раціону харчування, добре засвоюються, оскільки мають розпушену м'якушку, в якій білки оптимально денатуровані, крохмаль клейстеризований, цукри розчинені, жири емульговані, оболонки розм'якшені. Це робить складові хліба легкодоступними для дії ферментів шлунково-кишкового тракту.

Відповідний склад і приємний аромат хліба сприяють виділенню травних соків, збуджують апетит.

Поряд із цим фізіологічні властивості хліба потребують покращання, оскільки у ньому недостатньо фізіологічно-функціональних інгредієнтів, таких як харчові волокна, низки мінеральних речовин (Ca, Zn, I, Se) та вітамінів (B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, A, токоферолу).

Джерелом біологічно активних інгредієнтів визнано рослинну сировину, оскільки її складові знаходяться у формі природних сполук, що добре засвоюються організмом [213].

Насіння льону можна застосовувати як добавку (у вигляді як знежиреного – шроту, так і не знежиреного борошна – макухи) до хлібобулочних виробів з метою підвищення їх харчової цінності. В насінні льону містяться 3 групи сполук, що характеризуються специфічною

біологічною дією і функціональними властивостями: поліненасичені  $\omega$ -3 жирні кислоти, розчинні харчові волокна у вигляді слизей і лігнани, що мають фітоестрогенну дію.

Вміст білка в насінні льону варіює в межах 20...30 %, а самі білки є лімітованими за лізином, але характеризуються високим коефіцієнтом перетравлюваності (89,6%) і біологічною цінністю (77,4%). Особливістю білків насіння льону є також високий вміст сульфурвмісних амінокислот – цистеїну і метіоніну, що мають антиоксидантні і геропротекторні властивості – захищають організм людини від руйнівної дії вільних радикалів [214].

Метою досліджень Дробот В.І. та ін. було визначити хімічний склад шроту насіння льону та технологічні аспекти його використання у хлібопекарському виробництві з метою надання хлібобулочним виробам оздоровчих властивостей. Проведеними дослідженнями встановлено, що шрот насіння льону (ШНЛ), який використовували в роботі містить білка  $32,6 \pm 0,3$  %, загального жиру  $10,5 \pm 0,25$  %, вуглеводів  $37,6 \pm 1,8$  %, з них слизей  $6,4 \pm 0,1$  %.

Порівняльна оцінка хімічного складу ШНЛ та борошна пшеничного першого сорту показала, що в ШНЛ міститься більше білка в тричі; жирів в 7,7; клітковини в 22,6 раз ніж в борошні. Зольність ШНЛ вища в 6,4 рази, що корелює зі значно більшим вмістом у ньому, порівняно з пшеничним борошном, калію – в 4,1; кальцію і магнію – в 10; заліза – в 2,3; цинку – в 3,2 рази.

ШНЛ здатний збагатити борошно вітамінами групи В, особливо цінним є присутність в ньому також фолієвої кислоти та токоферолу, який є природнім антиоксидантом. У складі білків борошна переважають соле- та водорозчинні білкові фракції.

Білки ШНЛ мають амінокислотний скор за лізином 82, тоді як білки пшеничного борошна тільки 44. Цінним є високий вміст в них сірководневих амінокислот (з амінокислотним скором – 115) та ароматичних амінокислот

(з амінокислотним скором – 128).

Для встановлення технологічних властивостей ШНЛ визначали його водопоглинальну здатність, активність амілолітичних і протеолітичних ферментів та крупність.

Встановлено, що ШНЛ має у 3,25 рази більшу водопоглинальну здатність ніж пшеничне борошно першого сорту, меншу на 29 % амілолітичну активність. Активність протеолітичних ферментів методом визначення за казеїном не виявлено. За розміром частинок ШНЛ був близьким до крупності обойного борошна

У дослідженнях було встановлено, що доцільно в рецептурі хліба проводити заміну пшеничного борошна шротом льону в кількості до 5 %, більше дозування шроту супроводжується погіршенням органолептичних показників якості виробів, зниженням їх об'єму та формостійкості. При розробленні рецептур виробів з використанням шроту необхідно включати до їх складу додаткову сировину, що покращує споживчі властивості хліба. Зважаючи на вміст у льоні та продуктах його переробки таких цінних фізіологічно-функціональних інгредієнтів як ненасичені жирні кислоти, лігнани та харчові волокна, хліб зі шротом льону можна рекомендувати для харчування особам із захворюваннями органів травлення, серцево-судинної системи, діабетом, а також з профілактичною метою широкому колу споживачів.

Г. М. Андронович та ін. [216], вивчали вплив ступеня подрібнення насіння льону на якість тіста і пшеничного хліба. Насіння льону подрібнювали на лабораторному млині та просіювали через дротяні сита. У роботі використовували подрібнене насіння льону (ПНЛ), що пройшло через дротяне сито з розміром чарунок 1,0 мм, 0,8 мм та 0,67 мм. Зразки подрібненого насіння льону розподіляли за крупністю – крупне, середнє та дрібне. Для отриманих зразків подрібненого насіння льону було визначено показник водопоглинальної здатності. Встановлено, що подрібнене насіння

льону має вищу водопоглинальну здатність, ніж пшеничне борошно через вміст харчових волокон і слизів. Причому зі зменшенням розміру частинок водопоглинальна здатність подрібненого насіння льону підвищується внаслідок збільшення площі частинок і активнішої взаємодії з водою. Цей фактор враховували під час розрахунку кількості води, потрібної для замісу тіста.

Для встановлення впливу крупності подрібненого насіння льону на якість хліба проводили пробне лабораторне випікання за його дозування 20 % до маси борошна. Контрольним був зразок тіста без додання подрібненого насіння льону.

Встановлено, що використання подрібненого насіння льону різної крупності незначно знижує питомий об'єм готових виробів, однак відзначено, що у разі використання зразка, дрібного за крупністю, вироби мали м'якушку, що втрачала пружність і була нееластичною.

У разі зниження крупності подрібненого насіння льону спостерігається зниження підйімальної сили дріжджів через зниження мальтазної активності дріжджів. Додавання подрібненого насіння льону збільшує розпливання кульки тіста, порівняно з контролем, через 60 хв бродіння тим більше, чим менша його крупність.

Результати досліджень свідчать про зниження газотримувальної здатності тіста з додаванням подрібненого насіння льону. При цьому відзначено, що через 60 хв бродіння, порівняно з контролем, питомий об'єм дослідних зразків знижується несуттєво, але через 120 та 180 хв ця різниця зростає, особливо на 180-й хвилині бродіння. Поряд із цим, між зразками з різною крупністю подрібненого льону відчутної різниці не спостерігається.

Автори прийшли до висновку, що для збагачення пшеничного хліба фізіологічно-функціональними інгредієнтами – подрібненим насінням льону – його доцільно подрібнювати до крупності частинок, які проходять через сита з розміром чарунок 1,0 або 0,8 мм. Збільшення ступеня подрібнення

насіння льону зумовлює погіршення структурно-механічних властивостей м'якушки готових виробів.

Встановлено, що тривалість бродіння зразків тіста з використанням подрібненого насіння льону має становити 120 хв, що дасть можливість забезпечити максимальне виділення діоксиду вуглецю на етапі вистоювання тістових заготовок, при цьому буде забезпечуватися достатня газоутримувальна здатність тіста та менше його розпливання. Ці рекомендації дозволять отримати вироби з подрібненим насінням льону хорошої якості.

Сорго зернове є унікальною злаковою рослиною за своїми біологічними особливостями. Соргове борошно забезпечує організм людини білками, амінокислотами, жирами і жирними кислотами, вуглеводами, вітамінами, мікроелементами. У свою чергу, білок сорго зменшує рівень холестерину в крові і нормалізує діяльність травного апарату людини. Жир сорго містить в своєму складі багато незамінних ненасичених жирних кислот (83-88%), які є важливими для профілактики атеросклерозу, хвороб серця і судин [217].

До безглютенової сировини можна віднести конопляне борошно, яке характеризується значним вмістом ненасичених кислот, гліцеридів, макро- і мікроелементів та амінокислотним складом. За рахунок вмісту бактерицидних речовин науковцями рекомендується використовувати його для харчування хворих на шлунково-кишковий тракт [218].

Деякі дослідження вказують, що за амінокислотним складом білок конопель прирівнюється до яєчного [219-221]. Встановлено, що з 20 наявних амінокислот, 9 – незамінні, що не синтезуються організмом і є життєво необхідними для нормального функціонування (гістидин, фенілаланін, метіонін, ізолейцин, лейцин, лізин, треонін, триптофан, валін). Не менш багатим є вітамінний склад, що представлений жиророзчинними (каротиноїди, Е, Д, К) і водорозчинними (групи В, С) вітамінами. За вмістом

мінеральних речовин борошно містить більшість необхідних нутрієнтів (цинк, магній, залізо, фосфор, марганець, сірка, калій, кальцій, хлор). Також в його складі, в оптимальному співвідношенні (1: 3) присутні поліненасичені жирні кислоти Омега-3 і Омега-6. Наявність даних компонентів забезпечують протизапальну, антистресову дію, сприятливо впливають на основні системи організму (нервову, серцево-судинну, травну, ендокринну та репродуктивну) [218, 219, 221].

В результаті проведених досліджень з використанням конопляного борошна, яке містить у своєму складі білки, збалансовані за амінокислотним складом, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також вітаміни та мінеральні речовини, встановлено доцільність його використання при виробництві органічного хліба із пшеничного борошна першого сорту.

Внесення 10...20% конопляного борошна, сприяє інтенсифікації процесу дозрівання тіста та скороченню тривалості технологічного процесу на 8-20 хв.

Споживання хліба із вмістом 10 % конопляного борошна забезпечує збільшення покриття добової потреби організму людини в білках на 9,5 %, жирах та клітковині на 5,5 та 13,6 % відповідно, також збільшується забезпечення організму людини в  $\omega$ -3 та  $\omega$ -6 жирних кислотах на 37 та 29 %.

У хлібі, що містить конопляне борошно, збільшується вміст вітамінів групи В та мінеральних речовин (фосфор, магній, кальцій, залізо) [222].

Цікавим для харчової галузі є борошно з черемхи. Дана сировина містить дубильні речовини, флавоноїди, фітонциди, антиоксиданти які здатні нейтралізувати дію вільних радикалів, знижувати ризик виникнення злоякісних утворень, сприяють зміцненню стінок кровоносних судин, володіють активною протимікробною дією. Борошно черемхи містить значну кількість незамінних амінокислот (лейцину, валіну, фенілаланіну), тому є

перспективною сировиною для виробництва хлібобулочних виробів [223-225].

Новою для хлібопекарного виробництва сировиною є борошно з зеленої гречки. Відмінністю від звичайної є те, що це продукт з термічно необроблених зерен гречки, які містять розширений набір поживних речовин, серед яких: клітковина, кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, хлор, сірка. Також містить значну кількість вітамінів. Варто зазначити, що біодоступність вітамінів із зеленої гречки значно вище, ніж у звичайної. Це показник того, наскільки швидко і в якому обсязі засвоюються вітаміни даного продукту.

Для забезпечення збалансованого харчування необхідно розробляти нові харчові продукти, що мають підвищену харчову і знижену енергетичну цінність завдяки зменшеному вмістом цукру, жиру та інших висококалорійних рецептурних компонентів і введенню в рецептуру компонентів, що володіють функціональними властивостями.

Хлібобулочні вироби з пшеничного борошна вищого і першого сортів містять високу кількість легкозасвоюваних вуглеводів. Для зниження енергетичної цінності таких виробів в їх склад вводять структурні полісахариди рослинних клітин (харчові волокна, пектинові речовини, геміцелюлозу і т. д.) [226].

За рахунок заміни частини жиру, цукру та яєць на відварені й протерті овочі (капуста, морква, буряк, гарбуз), хлібобулочні вироби збагачуються вітамінами, в основному бета-каротином, знижується їх калорійність.

Для збагачення хлібобулочних виробів вітамінами, органічними кислотами, цукром, мінеральними і пектиновими речовинами в Україні застосовують продукти переробки фруктів (яблука, айву, виноград, чорну смородину тощо) і овочів (морква, буряк, томати, гарбуз тощо). До них належать соки, пюре, цукати, повидло, порошки тощо [227].

Хлібобулочні вироби відіграють особливу роль в харчуванні населення, так як щодня вживаються в їжу, і тому їх харчова цінність має істотне значення. Надходження з харчовими продуктами білків, жирів, вуглеводів та інших компонентів має супроводжуватися введенням відповідної кількості баластних речовин. У зв'язку з цим в останні роки все більше уваги приділяється питанням включення в рецептури харчових волокон.

Вивчено вплив внесення шроту кропиви в кількості 3% до маси борошна на органолептичні показники (забарвлення скоринки, еластичність м'якушки, смак і аромат хліба); при цьому відзначається процес уповільнення черствіння, підвищується вміст вітамінів С, Р і К,  $\beta$ -каротину і мінеральних речовин [194].

На кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Одеської національної академії харчових технологій вивчена можливість використання при виробництві хліба лікарських і пряноароматичних рослин: кропиви дводомної, меліси лікарської, м'яти перцевої, полину, ромашки аптечної, звіробою звичайного, топінамбура та ін. Застосування лікарсько-технічної сировини сприяє поліпшенню показників якості хлібобулочних виробів, а також підвищенню їх харчової і біологічної цінності.

Науковцями запропоновано використання в хлібопеченні порошку із листків шпинату, який багатий на харчові волокна, мінеральні елементи, органічні кислоти та інші речовини. Вчені приділяють велику увагу використанню у хлібопеченні висівок і зародків, що містять до 20% жиру, 30-32% білкових речовин, 35-40% вуглеводів, 10-12% мінеральних речовин та вітаміни. Зародки додають від 2 до 15% від маси борошна [227].

Використання сировини, що містить інулін, покращує технологічні властивості продукту. Внесення в тісто топінамбуру та цикорію у певному дозуванні покращує органолептичні та фізико-хімічні властивості продукту,

а також дозволяє знизити кількість цукрози за рахунок природного солодкого смаку інуліновмісної сировини.

Основними джерелами одержання інуліну є цикорій та топінамбур. Кожен з них має унікальний хімічний склад. Так, спеціально культивованій цикорій містить близько 60% інуліну, білки, фруктозу, пектини, а також органічні кислоти та ін. Топінамбур – всього 30% інуліну, велику кількість білка, в тому числі незамінні амінокислоти, а також пектин до 11%, органічні кислоти [228].

Пектинові речовини підсилюють водопоглинальну здатність і в'язкість тіста, покращуючи при цьому газо-, а значить і формоутримуючі властивості тіста, скорочує тривалість вистоювання. При додаванні макухи топінамбуру в кількості 10-15% до маси житнього борошна в густу закваску із чистої культури молочнокислих бактерій, тривалість процесу дозрівання скорочується з 3,5 до 2 год, за рахунок прискореного кислотонакопичення (до 10-13 град).

При виготовленні житньо-пшеничного хліба з борошна житнього обдирного та пшеничного 1-го гатунку у співвідношенні 60:40, внесення макухи топінамбуру у закваску (10-15 %) скоротило процес бродіння закваски з 3 до 1,5 години, тіста з 3 до 1 години.

Органолептичні показники помітно покращилися: м'якуш став еластичнішим, пористість хліба розподілилася рівномірно, забарвлення хліба стало насиченішим.

Цінність цикорію обумовлена його збалансованим хімічним складом. Істотною відмінністю його від інших рослин є високий вміст в коренеплодах білків (3,2 % на сухі речовини), що містять 16 амінокислот, в тому числі 8 незамінних. Коріння культивованого цикорію містять до 60 % інуліну, левулозу (10–20 %), фруктозу (4,5–9,5 %), пектин, жири, холін, гірку речовину – глікозид інтибін (0,2 %), а також, яблучну, лимонну і винні кислоти. За літературними даними, до складу цикорію входять 33 мінеральні

елементи і вітаміни А, Е, В<sub>6</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР [229].

Добавки продуктів переробки цикорію збільшують вологість та кислотність тіста, підйомна сила дріжджів при внесенні добавок продуктів переробки цикорію збільшується, готові вироби характеризуються відмінними органолептичними характеристиками.

Розроблені рецептури хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності із застосуванням порошку з топінамбура і висівок. Вивчено можливість застосування гідролізованого порошку топінамбура (земляної груші) в рецептурі хліба для діабетичного харчування, що містить фруктозу замість традиційного цукру. Основна перевага розробленого хліба в тому, що при засвоєнні людиною фруктози не потрібно інсуліну [194].

Досліджено доцільність використання тритикале для розширення асортименту булочних та здобних виробів, поліпшення їх аромату і смаку з одночасним підвищенням фізіологічних властивостей готової продукції і рішенням проблем щодо стабілізації її фізико-хімічних, мікробіологічних показників при зберіганні.

Тритикале – зернова культура, яка представляє великий інтерес для харчової галузі. Виявлено, що хліб з борошна тритикале в порівняно з хлібом з житньої муки має кращі показники якості.

Досліджена можливість підвищення біологічної цінності і поліпшення смакових якостей хліба з обдирного борошна тритикале. Для виробництва хліба застосовували рідку закваску з заварюванням борошна, за основу був узятий хліб дарницький. Відзначено, що при 70 % дозуванні борошна з тритикале, хліб виходив недостатнього об'єму із зниженою пористістю; подовий хліб мав розпливчасту форму. Оптимальною визнана 60% заміна житнього обдирного борошна на борошно тритикале.

Борошно гречане має багатий хімічний склад, зумовлений наявністю в ньому високої кількості незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, рутину, клітковини. Продукти з гречаним борошном рекомендуються

у профілактичному харчуванні пов'язаному з порушенням серцевої діяльності і навіть при безглютенової дієт.

При виробництві борошняних виробів, зокрема хлібобулочних, застосування гречаного борошна дозволяє знизити калорійність виробів, і навіть їх глікемічний індекс [230].

Досліджено вплив різних дозувань гречаного борошна у заварці з рідкою закваскою на якість хлібобулочного виробу, виготовленого за рецептурою хліба українського та його харчову цінність. Визначено, що заміна 100 % борошна у заварці для закваски збільшує пористість хлібобулочних виробів на 3%, титровану кислотність на 1 град, об'ємний вихід до 10%.

Проведено дослідження, спрямовані на збільшення антиоксидантної активності житньо-пшеничного хліба шляхом використання як компонента рецептури гречаного борошна. Оптимальним способом внесення гречаного борошна є додавання його у заварку у кількості 5 %. Антиоксидантна активність розробленого хлібобулочного виробу становить 58,1 % за рахунок реакції гальмування радикалів, загальна кількість флавоноїдів – 1,88% [194].

Розроблена рецептура хліба на основі зернових композитних сумішей. Зразок хліба на основі 80% пшеничного борошна 1-го сорту і по 5% ячмінного, вівсяного, квасоляного і кукурудзяного борошна перевищує контрольний варіант за вмістом білка на 1,00-2,53%. Хліб на основі композитної суміші з 65% пшеничного 1-го сорту, 15% ячмінного, 15% квасолевого, 5% кукурудзяного борошна характеризується високим вмістом білка (на 1,76-3,02% вище контролю) і добрим смаком.

Обґрунтовано доцільність застосування в якості джерела біологічно активних речовин борошна з екструдованого насіння гарбуза з оболонкою в технології хлібобулочних виробів. Борошно з екструдованого насіння гарбуза є джерелом білка (30,6%), поліненасичених жирних кислот (20,4%) з раціональним співвідношенням  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 жирних кислот, харчових волокон

(18,5%) і мінеральних речовин. Вироби з добавками борошна насіння гарбуза проявляють імунокоригуючі, радіопротекторні, бактерицидні, антиатеросклеротичні, ліпотропні, протиалергічні, антимікробні, фунгіцидні та інші властивості [194].

Вивчався вплив дикорослих плодів ожини на якість хлібобулочних виробів. Встановлено, що дозування порошоків з ягід ожини в кількості 5 % і з насіння ожини – 7 % від маси борошна є оптимальними. Розроблені вироби характеризуються високим вмістом клітковини, мінеральних елементів, а також наявністю пектинових речовин і аскорбінової кислоти, поліфенолів, відсутніх в традиційних виробах. Необхідно відзначити підвищення пористості хліба, поліпшення його ароматичних і смакових властивостей, сповільнюється процес черствіння, вироби набувають функціональні властивості.

В Індії досліджували можливість збагачення пшеничного хліба борошном з насіння пажитника сінного, багатого на білок, лізин, розчинні і нерозчинні харчові волокна, кальцій, залізо і  $\beta$ -каротин. Встановлено, що при додаванні до 15% борошна пажитника можна отримувати пшеничний хліб з задовільними хлібопекарськими та органолептичними характеристиками, з високою харчовою і терапевтичною цінністю [231].

Одним з видів рослинної сировини, що застосовується у виробництві хлібобулочних виробів та має досить високий вміст пектинових речовин і вітамінний комплекс, є гарбуз. В 100 г м'якоті гарбуза міститься до 25 % вуглеводів, до 2 % крохмалю, до 0,15 % жиру й до 0,95 % клітковини, яка відіграє важливу роль в процесі травлення. М'якоть гарбуза містить калій, магній, кальцій і залізо, які позитивно впливають на кровоносну систему, покращують склад крові і стан судин. У гарбузі міститься  $\beta$ -каротин, який позитивно впливає на зір, стан волосся і нігтів.

По масовій частці заліза (3 мкг/%) гарбуз є чемпіоном серед овочів. Багатий він й вітамінами: аскорбіновою кислотою, ніотиновою кислотою,

вітамінами В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub> та солями фосфорної кислоти У гарбузі міститься рідкісний вітамін Т, який допомагає засвоєнню їжі і перешкоджає ожирінню.

Проведено дослідження можливості використання гарбузового пюре в хлібопеченні. Найбільш оптимальною слід вважати дозування 15% до маси борошна, що дозволяє отримати вироби кращої якості, збагачені пектинами і каротинами. При виборі дозування гарбузового пюре в хлібобулочних виробках враховували ряд факторів: необхідність максимального збагачення виробів пектинами, вітамінами та іншими біологічно цінними компонентами, досягнення оптимальної концентрації з точки зору їх лікувального та профілактичного впливу на організм людини; отримання готових виробів з високими органолептичними властивостями (колір, смак, запах); соціальну доцільність.

Застосування рослинних добавок для поліпшення корисних властивостей хлібобулочних виробів – важливий напрямок подальшого розвитку харчових технологій. Для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів доцільне використання рослинної сировини, зокрема цикорію коренеплідного (*Cichorium intybus* L.) та розторопші плямистої (*Silybum marianum*), а також продуктів їх переробки, які містять унікальний набір корисних для організму речовин [198].

Розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) – багаторічна рослина родини складноцвітів, відома більше тисячі років. Основна діюча речовина розторопші плямистої – біофлавоноїд силімарин, який міститься у насінні рослини (до 2,5-4,0%). Він є гепатопротектором, радіопротектором, антитоксичною речовиною, антиоксидантом, має репаративні властивості, посилює процес накопичення енергії у клітинах [232].

Шрот розторопші містить цілий комплекс біологічно активних речовин – флаволігнан силімарин, що має гепатопротекторний і антиоксидантний ефект, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> і Е, каротиноїди, а також Zn, Fe, Mg, Ca і P. Амінокислотний склад білків розторопші дозволяє говорити про його високу

біологічну цінність. Перевагою олії розторопші є досить високий вміст жирних кислот родини  $\omega$ -6 ( $60,8 \pm 9,2$  %) і  $\omega$ -3 ( $1,32 \pm 0,38$  %), токоферолів (52 мг) і каротину (5 мг) [198].

Встановлено, що найбільш оптимальним є використання в якості добавки 2 % шроту розторопші та 6 % олії розторопші до маси борошна. Використання шроту прискорює процес бродіння і покращує підйомну силу дріжджів, що позитивно позначається на фізико-хімічних показниках якості готових виробів. Хліб з додаванням продуктів переробки розторопші плямистої має кращі органолептичні та фізико-хімічні властивості в порівнянні з контрольною пробою

Дослідження, проведені єгипетськими дослідниками, вказали на можливість використання в хлібопеченні добавок розторопші з метою профілактики захворювань печінки [233].

З метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів використовують сировину, багату на білок і незамінні амінокислоти, яку отримують з відходів харчової промисловості.

Одним з видів харчової добавки є концентрат квасного сусла. Концентрат квасного сусла – в'язка рідина коричневого кольору, кисло-солодкого смаку, яку отримують шляхом затирання з водою житнього і ячмінного солодів з наступним освітленням. Добре зберігається завдяки густій консистенції (80 %). Використання концентрату квасного сусла при приготуванні бездріжджових хлібобулочних виробів дає змогу не тільки виключити цукор із рецептури, зберігаючи при цьому солодкий смак продукту, але й збагатити його біологічно активними речовинами.

В Україні виготовляються хлібобулочні вироби на хмельовій заквасці. Хмельова закваска містить велику кількість смол і ефірних масел, що є сильнодіючими фітонцидами. Вони затримують розвиток різноманітних грибків, захищають організм від шлунково-кишкових розладів, одночасно із цим здійснюючи на організм загальнозміцнювальний, протизапальний,

регенераційний й протиалергійний вплив. Фітонциди пригнічують розвиток плісняви на поверхні, що дозволяє збільшити термін зберігання виробів до 120 годин.

Результати досліджень свідчать, що хмельова закваска містить білки, вуглеводи, жири, клітковину, харчові волокна, крохмаль; вітаміни групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>), РР, С; мінеральні речовини: солі магнію, фосфору, заліза, кальцію, ніацину, калію [232].

Н.О. Фалендиш та ін. [234] вважають, що перспективною сировиною для хлібопечення є борошно з насіння кіноа. Кіноа – вид лободи, що походить з Андів та вирощується як зернова культура.

Зерна кіноа світлого містить від: 11,0% до 14,0 % білків; 60,0% до 64,0 % вуглеводів, в тому числі харчових волокон; 5,5 % до 6,1 % жирів; 2,38 % зольних речовин. Також зерна кіноа багаті на вітаміни групи В, а також Е, РР, холін, корисні макро- і мікроелементи: кальцій, калій, магній, мідь, фосфор. Кіноа – це безглютеновий продукт, саме тому її часто доцільно споживати людям, з целиакією.

В якості сировини для збагачення хлібобулочних виробів автори запропонували фітоекстракт ромашки. Квітки ромашки містять олію ефірну (не менше 0,3 %), до складу якої входить хамазулен, прохамазулен, а також флавоноїди, кумарини, каротин.

Для встановлення оптимального дозування борошна кіноа проводили часткову заміну борошна пшеничного вищого сорту на борошно кіноа в кількості 5, 10 та 15 %, для фітоекстракту обрали оптимальне дозування шляхом повної заміни води фітоекстрактом.

Контролем слугував зразок без додавання борошна кіноа та фітоекстракту ромашки.

Використання борошна з кіноа світлого в технології хлібобулочних виробів дозволить збагатити готові вироби білками, ПНЖК, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами. Отримані результати

свідчать про інтенсифікацію процесу бродіння тіста та скорочення технологічного процесу, при внесені 10 та 15 % борошна з кіноа світлого.

Було встановлено, що заміна частини борошна пшеничного вищого сорту у кількості 10% забезпечує оптимальні показники якості хлібобулочних виробів. Саме таке дозування не призводить до погіршення органолептичних показників якості хліба. За подальшого збільшення дозування борошна кіноа в кількості 15 % спостерігається погіршення як органолептичних так і фізичних показників якості хліба.

Одним з ефективних шляхів підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, розширення асортименту є збагачення їх фізіологічно функціональними нутрієнтами за рахунок використання традиційної місцевої рослинної сировини, що містить комплекс вітамінів, макро- та мікронутрієнтів, харчові волокна, антиоксиданти та ін., що обґрунтовує їх використання для повноцінного та здорового харчування людини. З цією метою доцільно використовувати порошкоподібні напівфабрикати з яблук, буряка, моркви, гарбуза та червоного солодкого перцю. У ході досліджень вивчали вплив порошкоподібних рослинних напівфабрикатів з плодової та овочевої сировини на харчову цінність хліба.

Встановлено, що використання натуральних рослинних добавок у рецептурі хлібобулочних виробів з борошна пшеничного 1 сорту сприяє підвищенню вмісту в них фізіологічно значущих інгредієнтів.

Так, вироби збагачувалися харчовими волокнами, Са і Fe, поліпшувалося співвідношення Са:Р, особливо у варіанті з порошком з моркви (1,0:2,6) при контрольному значенні 1,0:4,8. Ступінь задоволення добової потреби в Са за рахунок хліба з добавками збільшилася на 1,2-7,8%, у вітаміні В<sub>1</sub> – від 48,0 до 64,6% (при контрольному значенні 48,6%); В<sub>2</sub> – від 16,9 до 187% (178%); В<sub>6</sub> – від 25,6 до 29,6% (27,2%); РР – від 35,4% до 38,8% (37,2%). Вироби збагачувалися каротиноїдами. При цьому в дослідних зразках закономірно знижувалась масова частка вуглеводів на 26,2...27,4% та

жирів – на 0,4-5,1%, зменшувалася калорійність виробів на 26,6-27,7% щодо контрольних зразків (без добавок) [194].

Найчастіше у хлібобулочних виробках використовуються вторинні молочні продукти: сироватка (свіжа, згущена і суха), білкові концентрати, нежирне молоко. Ці види сировини збагачують хлібобулочні вироби повноцінними білками, вуглеводами, вітамінами групи В, мінеральними речовинами, особливо кальцієм і фосфором тощо. Із додаванням молочної сироватки в Україні випускають більше 10% хлібобулочних виробів. При використанні молочної сироватки підвищується харчова цінність, покращується колір, аромат виробів, вони повільно черствіють, збільшується їхня пористість і питома вага [227].

У виробництві хлібобулочних виробів все частіше використовують комплексні хлібопекарські поліпшувачі, які дозволяють виробникам інтенсифікувати технологічний процес виробництва, зберегти привабливий вигляд і стабільні якісні показники хлібобулочних виробів у поєднанні з можливістю використання низькосортної сировини. Поліпшувачі, перш за все, формують структурно-механічні показники тіста, але також впливають на активність ферментів борошна і мікрофлори тіста. Для виготовлення хлібобулочних виробів широкого застосовують вітамінно-мінеральні суміші. Такою є суміш «Флагман», яка включає вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР, Е, фолієву кислоту, β-каротин, сірчаноокисле залізо. Вітаміни, які руйнуються при приготуванні виробів поповнюються за рахунок суміші «Флагман». При споживанні виробів з сумішшю «Флагман» організм людини менше піддається захворюванням, поліпшується обмін речовин, склад крові та діяльність нервової системи [235].

У світі для вирішення проблем галузі зростає застосування натуральних і органічних інгредієнтів як альтернативи синтетичним добавкам, зокрема сухої пшеничної клейковини та різних сухих заквасок, заварок, ведеться пошук перспективних доступних сировинних джерел

рослинного, тваринного походження, апідобавок. Останніми роками особлива увага приділяється використанню лікарських, пряно-ароматичних рослин (ЛПАР) як натуральних ароматизаторів, цукрозамінників, консервантів, альтернативи іншим харчовим добавкам при виробництві безалкогольних і лікєро-горілочних напоїв, молочних, м'ясних, зернових, кондитерських, макаронних виробів тощо, насамперед у продукції дитячого харчування, ВІО, Organic, функціонального призначення.

В Україні виготовляється багатокомпонентна суміш для хліба під назвою «8 злаків». У складі цієї суміші є борошно пшеничне, житнє, вівсяне, соєве, гречане, клейковина пшенична, насіння соняшника і льону, пшеничні, вівсяні і гречані пластівці. Хліб, виготовлений із суміші «8 злаків», має в своєму складі вдвічі більше вітамінів групи В і ніацину, ніж звичайний хліб. Використання різних видів борошна при виробництві хлібобулочних виробів підвищує в них вміст харчових волокон, заліза, вітамінів, незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану). Оскільки ці види борошна характеризуються низькими хлібопекарськими властивостями і надають виробам специфічного запаху і смаку, їх використовують в обмежених кількостях. Вівсяне борошно додають до виробів, які мають профілактичне і лікувальне призначення [236].

Хліб є продуктом масового споживання, тому його збагачення біологічно активними речовинами є актуальним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів функціонального призначення, кількість яких на українському ринку є обмеженою. Використання сировини, яка містить біологічно активні речовини в якості рецептурного компонента хлібобулочних виробів, сприяє підвищенню вмісту в них фізіологічно значущих нутрієнтів, дозволяє скоротити застосування добавок неаліментарної природи, підвищити рівень безпеки продуктів і фізіологічний ефект від їх застосування в раціоні харчування [237].

## РОЗДІЛ 5

### ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛІСАХАРИДІВ

#### **5.1. Використання полісахаридів в якості добавок функціонального призначення**

Полісахариди (поліози) є природними полімерами, побудованими з великої кількості залишків молекул моносахаридів та їхніх похідних. За моносахаридним складом полісахариди поділяють на гомополісахариди, або гомоглікани, які складаються із залишків моноз одного виду, і гетерополісахариди, або гетероглікани, молекули яких вміщують залишки різних моносахаридів. Полісахариди різняться також молекулярною масою та структурою молекул. За характером поліглікозидного ланцюга вони можуть бути лінійними та розгалуженими.

Полісахариди, які є невід'ємною частиною багатьох харчових продуктів можуть мати різні назви залежно від призначення, економічних міркувань та тенденцій: гідроколоїди, карбогідрати, харчові волокна (як природного походження, так і модифіковані), стабілізатори, емульгатори, желючі агенти та загущувачі, камеді, замітники або імітатори жиру. При цьому, згідно з чинними нормативними документами, маркування продуктів має відображати не тільки загальний вміст вуглеводів, а й окремо вміст полісахаридів, адже наявність останніх підвищує користь продукту і, відповідно, впливає на його додану вартість [238].

Полісахариди харчових продуктів можна розглядати як поліфункціональні харчові добавки, основними сферами застосування яких є:

- 1) емульгування, стабілізація, желювання, загущення;
- 2) заміна або імітація молочного жиру;
- 3) підвищення харчової цінності продукту за рахунок збільшення вмісту харчових волокон.

Таким чином, кожний харчовий полісахарид може одночасно виконувати декілька функцій. Наприклад карбоксиметилцелюлоза в молочних продуктах виступає одночасно як емульгатор, стабілізатор, харчове волокно та замітник жиру, оскільки вона є поверхнево-активною речовиною і обумовлює диспергування несумісних фаз (жир і вода), підтримує отриману структуру емульсії в стабільному стані, не перетравлюється в шлунково-кишковому тракті людини, таким чином, знижуючи калорійність, та надає приємної консистенції продукту зі зниженим вмістом жиру.

Яку б функцію харчові полісахариди не виконували у готовому продукті, їх можна класифікувати за хімічною будовою (склад мономерних ланок, їх замісників, різноманітність і розташування цих ланок у полімерному ланцюзі) (рис. 5.1).

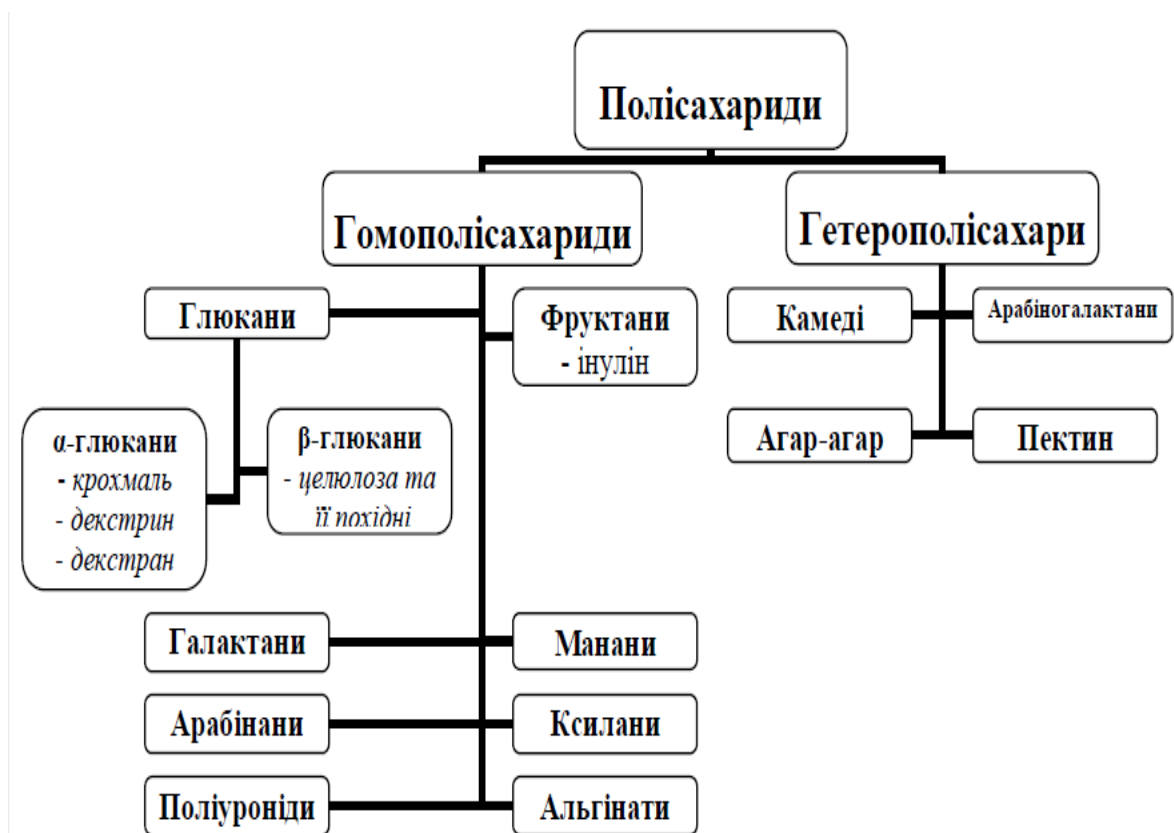


Рис. 5.1. Класифікація полісахаридів за хімічною будовою

Полімери, що складаються з мономерів однакової будови, відносять до гомополісахаридів, а ті, які мають у своєму складі різні мономерні ланки – до гетерополісахаридів. В залежності від будови мономерних ланок, гомополісахариди поділяються на глюкани, фруктани, галактани, арабігани, ксилани, манани та поліуроніди [239].

Стабілізатори, емульгатори, желюючі агенти та загущувачі. Полісахаридні харчові добавки, які за класифікацією ЄС отримали номери E400-E499, поділяють на чотири функціональні групи: стабілізатори, емульгатори, желюючі агенти та загущувачі.

Емульгатори сприяють отриманню однорідної дисперсії двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких рівномірно розподілена в другій у вигляді найдрібніших крапель, а стабілізатори підтримують таку систему у рівноважному стані. Желюючі агенти надають продукту структури гелю, тоді як загущувачі збільшують в'язкість харчового продукту. На практиці важко диференціювати емульгатори та стабілізатори, оскільки більшість харчових полісахаридів виконують декілька функцій одночасно в залежності від рН, іонної сили, концентрації та присутності інших сполук [240].

Характер взаємодії компонентів вода-білок-полісахарид залежить від таких факторів, як концентрація складових суміші, рН та іонна сила.

Загущувачі і желюючі агенти за своєю хімічною природою є лінійними або розгалуженими полімерними ланцюгами з гідрофільними групами, які вступають у фізичну взаємодію з наявною в продукті водою. За винятком полісахаридів бактеріального (ксантан E 415 і гелланова камедь E 418) та тваринного походження (желатин), загущувачі і желюючі агенти є вуглеводами (полісахаридами) рослинного походження або рослинними гідроколоїдами. Їх отримують з наземних рослин або водоростей. З бурих водоростей отримують альгінову кислоту E 400 і її солі E 401...404. Найбільш популярні желюючі агенти - агар (агар-агар) E 406 і каррагінан (в тому числі фурцеллеран) E 407 – отримують з червоних морських водоростей, а пектин

Е 440 – найчастіше з яблук і цитрусових. Рослинні полісахариди за функціями, які вони виконують власне в рослинному організмі, поділяють на захисні колоїди, що виділяються рослиною при пошкодженнях (ексудати, смоли), і резервні полісахариди, які накопичуються в насінні. До смол належать: арабіногалактан Е 409, трагакант Е 413, гуміарабік Е 414, камедь карайї Е 416, камедь гхатті Е 419. До резервних полісахаридів - борошно насіння ріжкового дерева Е 410, вівсяна камедь Е 411, гуарова камедь Е 412 і камедь тари Е 417.

За хімічною будовою гідроколоїди поділяють на три групи: кислі полісахариди із залишками уронової кислоти, кислі полісахариди із залишками сірчаної кислоти і нейтральні полісахариди.

У якості загущувачів застосовуються кислі гідрокolloїди із залишками уронової кислоти (наприклад, трагакант Е 413 і гуміарабік Е 414), а також нейтральні сполуки (наприклад, камедь бобів ріжкового дерева Е 410 і гуар Е 412). Кислі полісахариди із залишками сірчаної кислоти застосовуються, як желюючі агенти (наприклад, агар Е 406 і каррагінан Е 407).

Властивості загущувачів, особливо нейтральних полісахаридів, можна змінювати шляхом фізичної (наприклад, термічної) обробки або шляхом хімічної модифікації (наприклад, введенням в молекулу нейтральних або іонних замісників). Шляхом хімічної або фізичної модифікації крохмалю можна домогтися: зниження або підвищення температури утворення клейстеру; зниження або підвищення в'язкості клейстеру; підвищення розчинності в холодній воді; появи емульгуючих властивостей; зниження схильності до ретроградації; стійкості до синерезису, дії кислот, високих температур, циклів розморожування-заморожування. При цьому отримують різні види модифікованих крохмалів (Е 1400-1405, Е 1410-1414, Е 1420-1423, Е 1440, Е 1442, Е 1443, Е 1450). До модифікованих полісахаридів також відносять складні ефіри целюлози Е 461-467.

Ефективність дії гідроколоїдів визначається не тільки структурними

особливостями їх молекул (довжиною ланцюга, ступенем розгалуження, природою мономерних ланок і функціональних груп з їх розташуванням в молекулі, наявністю глікозидних зв'язків), а й складом харчового продукту, способом його отримання і умовами зберігання. На розчинення і диспергування гідроколоїдів впливають розмір і форма їх часток, питома поверхня, гранулометричний склад. Велике значення має спосіб приготування розчину (дисперсії): інтенсивність і час перемішування, температура, значення рН, присутність електролітів, мінеральних речовин і речовин, що підлягають гідратуванню (наприклад, цукру), можливість утворення комплексів з іншими наявними в системі сполуками, процеси розпаду, що викликаються ферментами або мікроорганізмами. Є загусники, які можуть утворювати асоціати з іншими високомолекулярними компонентами харчового продукту, що викликає помітне зростання в'язкості. Поведінка нейтральних полісахаридів, на відміну від поліелектролітів, практично не залежить від зміни рН середовища та концентрації солі.

Гелі (желе) являють собою дисперсні системи, що складаються принаймні з двох компонентів — дисперсного середовища та розподіленої в ньому дисперсної фази. Дисперсним середовищем є рідина. У харчових системах це зазвичай вода, і тому гель носить назву гідрогелю. Дисперсною фазою є желуючий агент, полімерні ланцюги якого утворюють поперечно зшити сітку і не мають тієї рухливості, яка є у молекул загущувача в високов'язких розчинах. Вода в такій системі фізично зв'язана і теж втрачає рухливість. Наслідком цього є зміна консистенції харчового продукту. Структура і міцність харчових гелів, отриманих з використанням різних желуючих агентів, можуть сильно відрізнятися.

Гель практично є знерухомленою формою колоїдного розчину (золю). Для перетворення золю на гель необхідно, щоб між розподіленими в рідині молекулами почали діяти сили, що викликають міжмолекулярне зшивання. Це досягається різними способами: зниженням кількості розчинника за

рахунок випаровування; зниженням розчинності розподіленої речовини за рахунок хімічної взаємодії; додавання речовин, що сприяють утворенню зв'язків і поперечного зшивання; зміною температури і регулюванням величини рН.

Початок гелеутворення супроводжується уповільненням броунівського руху частинок дисперсної фази (зростанням в'язкості), їх гідратацією і утворенням полімерної сітки. Здатність полімерів утворювати полімерну сітку залежить від довжини і числа лінійно орієнтованих ділянок їх молекул, а також наявності бічних ланцюгів, що створюють стеричні перешкоди при міжмолекулярній взаємодії. Механізми утворення гелів можуть значно відрізнятися, на сьогодні виділяють три основних механізми; цукрокислотний (високоетерифіковані пектини), модель "ячної упаковки" (наприклад, низькоетерифіковані пектини) і модель подвійних спіралей (наприклад, агар).

Харчові волокна. Іншим функціональним доменом харчових полісахаридів є харчові волокна. Згідно з загальноприйнятим визначенням, харчові волокна (харчові волокна) – їстівні частини рослин чи аналогічні вуглеводні, що стійкі до розщеплення та абсорбції в тонкому кишечнику людини і частково або повністю ферментуються в товстому кишечнику. Харчові волокна посилюють/регулюють перистальтику кишечника, сприяють зменшенню рівня холестеролу та/або глюкози в крові [241, 242].

До класу харчових волокон входять неперетравлювані харчові полісахариди, лігнін та інші сполуки рослинного походження, волокна тваринного походження, а також модифіковані та синтетичні неперетравлювані харчові полісахариди (рис. 5.2). харчові волокна можна поділити на традиційні та функціональні.

Традиційні харчові волокна отримують шляхом мінімальної обробки з рослинної сировини і такі харчові волокна вважаються компонентами (інгредієнтами) харчових продуктів, тоді як так звані функціональні харчові

волокна вимагають більш складних технологій (хімічні, ензиматичні, механічні, термічні та інші) і вважаються харчовими добавками (Е 400 - 499). Перевагами функціональних харчових волокон є контрольований розмір часток і вища водоутримуюча здатність, що наближає їх за функціоналом до гідроколоїдних харчових стабілізаторів.



Рис. 5.2. Класифікація харчових волокон

За характером взаємодії з водою, харчові волокна поділяються на розчинні (пектин, β-глюкан, галактоманан, інулін та інші олігосахариди, що не перетравлюються в ШКТ людини) та нерозчинні (лігнін, целюлоза та геміцелюлоза).

Нерозчинні харчові волокна є вискомолекулярними сполуками і відповідають за адсорбцію води та шлунково-кишкову регуляцію, тоді як розчинні харчові волокна є низкомолекулярними і відповідають за зниження вмісту холестеролу в крові та зниження всмоктування глюкози в тонкому

кишечнику. Крім того, збільшується кількість інформації щодо терапевтичних властивостей низькомолекулярних харчові волокна. Зокрема, показано, що деякі низькомолекулярні агари та альгірати мають пребіотичну активність, а низькомолекулярні пектини – імуномодулюючу.

Харчові волокна виконують такі функції в продукті, як: зв'язування й утримування вологи; загущення та стабілізація; зниження міграції вологи із начинки; забезпечення сипкості сухих сумішей; збагачення баластними речовинами; зниження енергетичної цінності; термостабільність [243].

Ідеальні харчові волокна повинні відповідати наступним вимогам [244]:

- не містити жодних шкідливих для здоров'я компонентів;
- бути високо концентрованими, щоб максимізувати позитивний вплив; не мати смаку, неприємного запаху, кольору чи текстури;
- мати збалансований вміст розчинних та нерозчинних волокон;
- містити біологічно активні компоненти;
- не змінювати властивості продукту, до якого додаються і при цьому характеризуватися довгим терміном придатності;
- гармонічно вписуватися в процес виробництва (технологічний процес);
- здійснювати очікуваний оздоровчий ефект.

Такі харчові волокна, як інουλін, карбоксиметилцелюлоза, пектин, та інші набули широкого застосування у виробництві молочних продуктів, де вони використовуються з метою покращення текстури та органолептичних характеристик, підвищення водоутримуючої здатності, зниження синерезису, а також підвищення харчової цінності продуктів та досягнення оздоровчого ефекту.

У світлі існуючих тенденцій розвитку харчової промисловості, таких як контроль безпечності продуктів харчування, ефективне використання сировинних ресурсів та мінімізація відходів, майбутнє харчових волокон, і

особливо функціональних харчових волокон, виглядає досить перспективним. Розумне використання вторинних продуктів переробки сировини є першочерговою метою досліджень багатьох наукових центрів, адже ці сировинні ресурси можуть бути успішно перетворені на функціональні інгредієнти харчових продуктів.

Водночас, розробка, впровадження та застосування поліфункціональних харчових добавок/інгредієнтів може супроводжуватися низкою проблем. По-перше, це вартість отримання модифікованих харчових полісахаридів. По-друге, висока гелеутворююча та загущуюча здатність гідроколоїдних стабілізаторів, що є перешкодою при їх використанні у якості харчових волокон чи заміників молочного жиру, оскільки для здійснення останніх функцій необхідно застосовувати значно більші концентрації відповідних харчових полісахаридів. По-третє, бракує інформації щодо певних характеристик харчових полісахаридів, зокрема стосовно молекулярних мас та розподілу карбоксильних залишків, що не дозволяє зробити правильні висновки про взаємозв'язок їх структури та змін у матриці продукту. По-четверте, постає питання розробки та впровадження методів контролю вмісту харчових полісахаридів в харчових продуктах.

Використання харчових добавок регулюється відповідно до Закону України “Про безпечність та якість харчових продуктів”, втім, варто констатувати, що на сьогодні не створено дієвого механізму всебічного контролю їх виробництва та використання. Крім того, для ефективної наукової комунікації та вирішення технологічних завдань актуальними залишаються питання термінології, класифікації та законодавчого регламентування харчових

Пектин та пектиновмісні речовини набули значного використання в різних галузях народного господарства, зокрема [245-250]:

1. Для технічних цілей – при виробництві D-галактуронової кислоти; в геології при виробництві пектинового клею; у текстильній промисловості для

оброки тканин; в ливарному виробництві як добавка у формувальні суміші; в поліграфії при закріпленні друкарських матеріалів; в металообробній промисловості при гартуванні деталей;

2. У харчових продуктах використовують, як гелеутворювач, емульгатор та стабілізатор;

3. У медицині та фармації з профілактичною та лікувальною метою при різноманітних захарчові волокнаорюваннях (органів травлення, інфекційних, цукрового діабету, поліартриту та ін.), структурної одиниці лікарських препаратів та радіопротектора.

Вивчення та відкриття нових властивостей пектину продовжується. Використання цільового компоненту залежить від природи, способу отримання, молекулярної маси та ступеню етерифікації. При цьому розробленні способи деетерифікації високоетерифікованих пектинів.

## **5.2. Безвідходна екологічно безпечна технологія виробництва пектинового концентрату**

Актуальним питанням сьогодення є розробка і впровадження прогресивних технологій переробки та використання вторинних сировинних ресурсів за допомогою фізико-механічних способів обробки сировини. Значний інтерес викликає використання механічних коливань ультразвукового діапазону [251-255].

Виробництво пектину є важливою невід'ємною складовою харчової, фармацевтичної та хімічної промисловості. При цьому техніка та технологія його виробництва, які повинні бути орієнтовані на екологічність та універсальність, розвинені недостатньо [250, 256].

У зв'язку з цим набуває актуальності завдання розробки високоефективних енергозберігаючих та екологічно чистих процесів та обладнання, що дозволяють реалізувати переваги використання ультразвуку

для отримання пектину з рослинної сировини, зокрема яблучних вичавок [257-260].

На основі досліджень та вдосконалення процесів ультразвукової кавітаційної обробки яблучної сировини запропоновано схеми безвідходного, екологічно чистого та енергозбереженого виробництва. Встановлено оптимальні режими запропонованих технологій та удосконалено їх апаратне оформлення. Технологічну схему виробництва пектинового концентрату на основі ультразвукових кавітаційних технологій наведено на рис. 5.3.

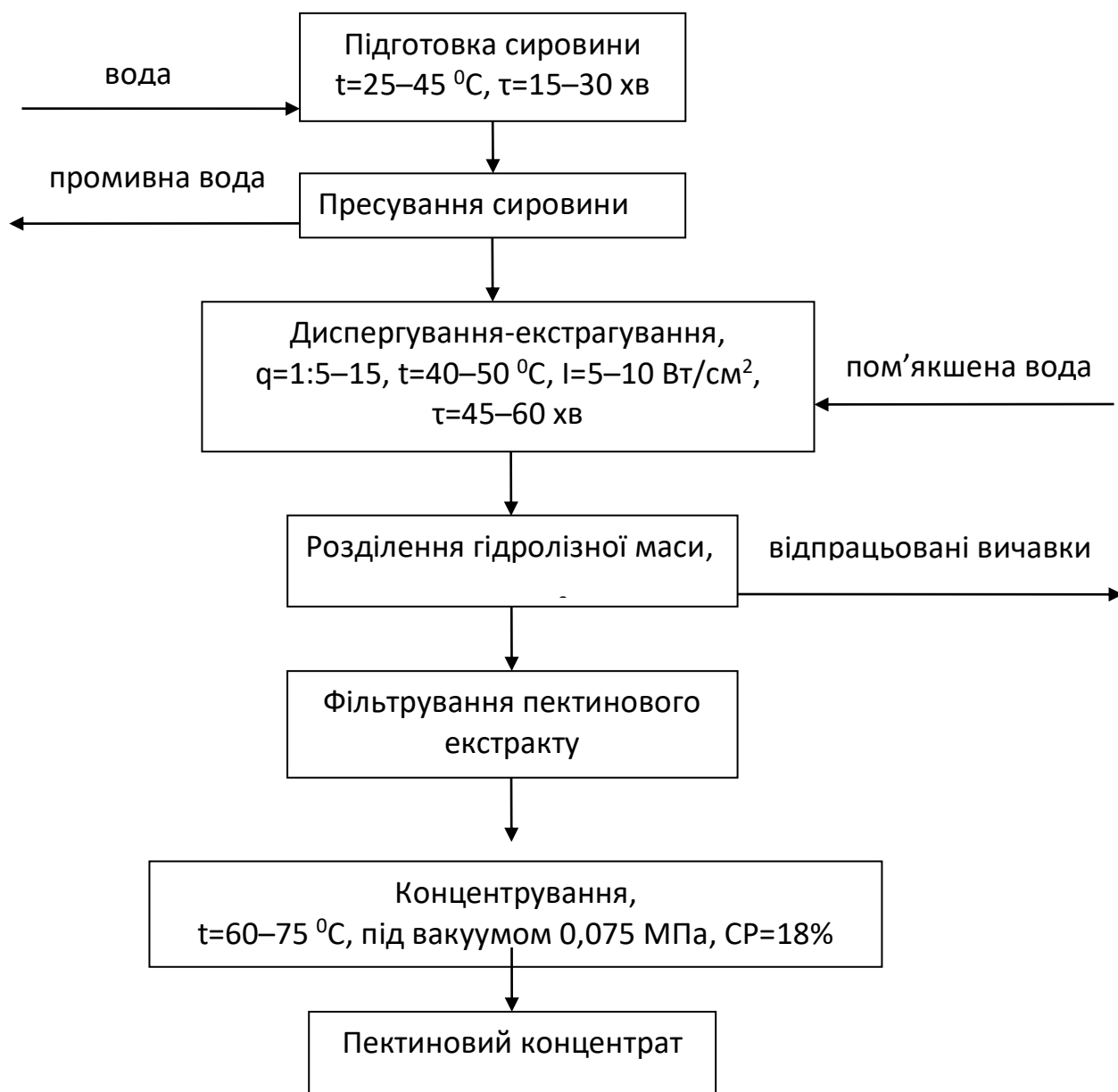
Схему розроблено в результаті експериментальних досліджень та аналітичних розрахунків [261-269].

Вилучення пектину з пектиновмісної сировини включає стадії подрібнення, промивання, набухання та пресування пектиновмісної сировини, диспергування-екстрагування, розділення твердої та рідкої фаз і концентрування. Сухі яблучні вичавки розміром 1–2 мм, вологістю 8% промивають у воді при температурі 25–45 °С та гідромодулі 1:15 протягом 30 харчові волокна, після чого відділяють воду від промитої сировини та пресують до вмісту сухих речовин 12–14%.

Підготовлену сировину змішують з водою у співвідношенні вичавок та води 1:5–1:15, підігривають до температури суміші 40–50 °С та подають в ультразвуковий кавітаційний апарат на стадію безперервного вилучення пектину з неї. Диспергування протопектину та екстрагування водорозчинного пектину виконують в ультразвуковому полі при таких параметрах процесу: інтенсивність 5–10 Вт/см<sup>2</sup>, тривалість 45–60 харчові волокна. Далі суміш надходить на розділення, тобто відділення екстракту від відпрацьованих вичавок. Відділений екстракт упарюють та фасують.

Перевагами запропонованої технології є: удосконалення способу отримання пектину та спрощення процесу за рахунок використання ультразвукової кавітаційної обробки сировини, відмова від використання

кислот чи основ на стадії вилучення ключового компонента із сировини, екологічна чистота та безпечність при збереженні високого виходу та якості цільового компонента, можливість подальшого використання відпрацьованих вичавок для виробництва продуктів з підвищеним вмістом харчових волокон [266, 267].



*Рис. 5.3. Технологічна схема виробництва пектинового концентрату*

Для реалізації технології отримання пектинового концентрату розроблено машинно-апаратурну схему (рис. 5.4). При цьому лінія складається зі стандартизованого обладнання хімічної та харчової промисловості.

Яблучні вичавки після набухання подаються у ємність 1 з перемішуючим пристроєм для промивання водою. Далі сировину відділяють від води на розподільному ситі 2 та відтискають на шнековому пресі 3. Відпресовані вичавки подають у збірник 4, де відбувається змішування з підігрітим екстрагентом лінії пом'якшеної води 5.

Суміш подають до ультразвукових кавітаційних апаратів 6, у яких безперервно здійснюється диспергування-екстрагування протопектину у водному середовищі. Доцільно використовувати декілька одночасно працюючих апаратів, що дозволяє отримати необхідну тривалість обробки, при циркуляції технологічного середовища, та забезпечити визначену продуктивність лінії. При варіюванні технологічних параметрів обробки, зокрема гідромодуля, можливо змінювати час за рахунок зміни кількості циклів обробки або швидкості руху в апараті.

Ультразвукові кавітаційні апарати при зміні параметрів кавітації можливо універсально використовувати для різної пектиновмісної рослинної сировини.

Розділення обробленої маси відбувається у шнековому стікачі 8 на тверду та рідку (пектиновий екстракт) фази. Пектиновий екстракт збирають у ємність 9. Далі екстракт пектиновий рідкий очищують на кізельгуровому фільтрі 10 та ультрафільтраційній установці 12.

Очищений пектиновий екстракт підігрівають у підігрівачі-пастеризаторі 14 та концентрують у вакуум-випарному апараті 16. Після чого можливо його фасування і зберігання або подальша переробка з метою виробництва сухого пектиновмісного продукту.

### **5.3. Дослідження фізико-хімічних властивостей пектинових екстрактів**

Дослідження проводили з пектиновими екстрактами, що були отримані із сухих яблучних вичавок, оброблених при різних значеннях інтенсивності ультразвуку та температури середовища.

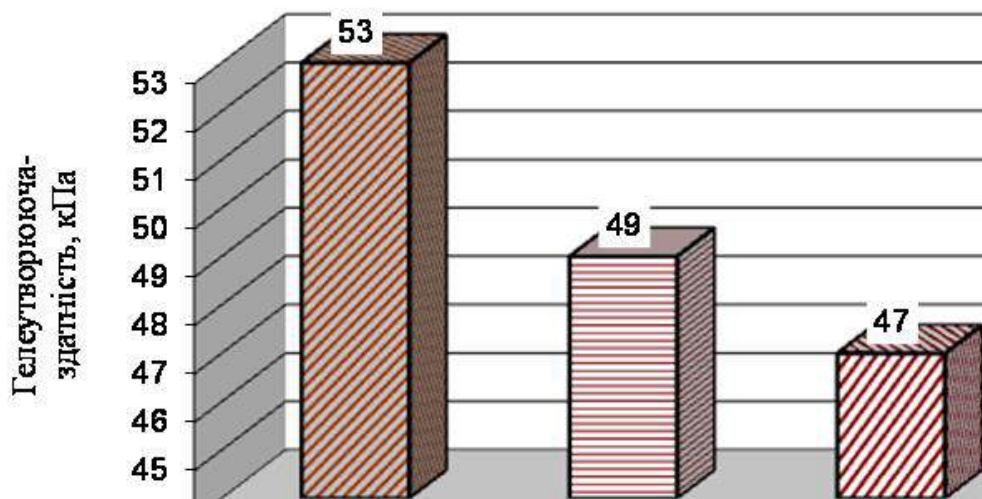
Зразки досліджуваних пектинів були отримані при обробці в ультразвуковому полі при температурі 50 °С та інтенсивності звука 5 – 10 Вт/см<sup>2</sup>. При цьому середні проби рідкого яблучного пектину, отриманого при різних параметрах обробки, мали такі характеристики:

- 1 проба – молекулярна маса – 200000, ступінь етерифікації – 72%;
- 2 проба – молекулярна маса – 180000, ступінь етерифікації – 68%;
- 3 проба – молекулярна маса – 165000, ступінь етерифікації – 65%.

Однією з найбільш важливих властивостей пектину є здатність до утворення гелів, що обумовлена їх хімічною будовою, особливістю якої полягає у транс-положенні гідроксильних груп при другому і третьому атомах вуглецю ангідрогалактуронової кислоти, що створює можливість утворення міжмолекулярних містків, обмеженій гнучкості молекул за рахунок існування 1,4–транс-диаксальних зв'язків між мономерами, а також наявності сухих розчинених речовин, рН та кальцію [268].

Оскільки пектин, представлений у пробах матеріалу, є високоетерифікованим, то визначення проводили в системі пектин-цукор-кислота.

Згідно з даними рис. 5.5 показник гелеутворення знаходиться в межах 47–53 кПа. При цьому необхідно відзначити, що він залежить від інтенсивності звука, що також підтверджується показниками ступеня етерифікації.

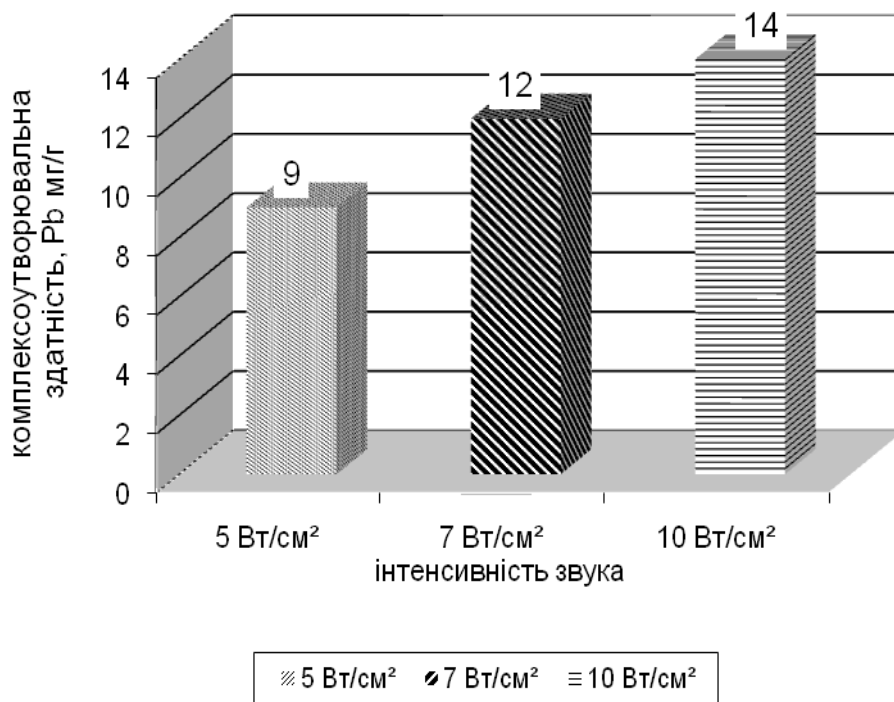


*Рис. 5.5. Гелеутворювальна здатність*

Найвищий показник має пектин, отриманий при обробці яблучних вичавок ультразвуком з інтенсивністю  $5 \text{ Вт/см}^2$ . Згідно з розподілом високометоксильованих пектинів за модифікаціями згадані зразки, отримані при інтенсивності  $5 \text{ Вт/см}^2$ , відповідали значенням добавки швидкої садки (СМ 70-80%), а  $7-10 \text{ Вт/см}^2$  – середньої. Отримані дані свідчать про можливість використання вилученого пектину як гелеутворювача у виробництві кондитерських виробів желевної групи.

Пектинові речовини володіють здатністю до комплексоутворення, яка базується на вільних карбоксильних групах, а також специфічній кооперативній взаємодії молекул пектину з іонами важких і радіоактивних металів [268].

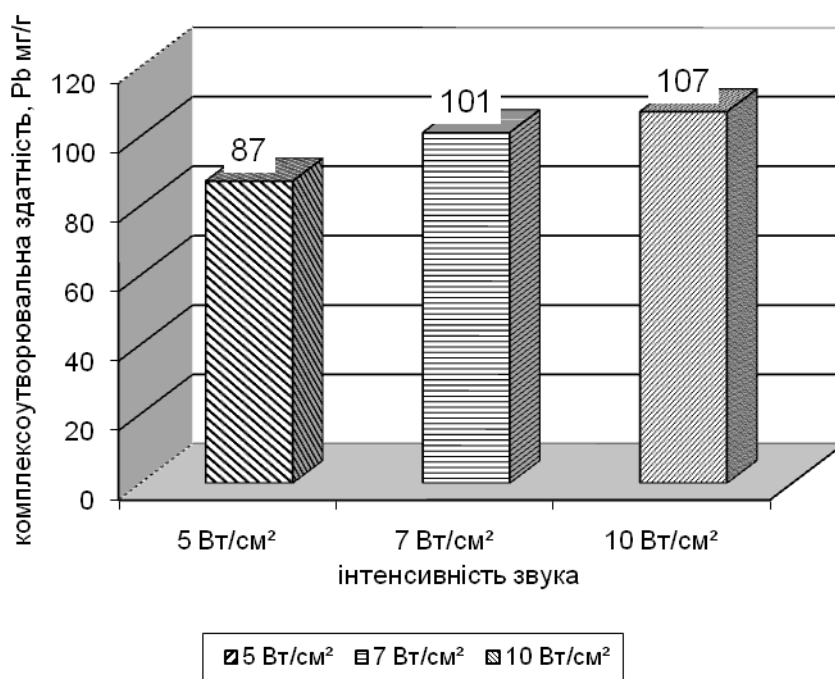
Досліджено здатність яблучного пектинового екстракту, отриманого під час обробки в ультразвуковому полі при інтенсивності 5, 7 та  $10 \text{ Вт/см}^2$ , до комплексоутворення із солями свинцю (рис. 5.6, 5.7).



**Рис. 5.6. Вплив інтенсивності ультразвуку на комплексоутворювальну здатність пектинових екстрактів (вміст пектину 5 г на 100 г екстракту)**

Аналіз експериментальних даних із визначення комплексоутворення яблучного пектинового екстракту з вмістом пектину 5 г на 100 г екстракту свідчить, що показник зростає з підвищенням інтенсивності ультразвуку досягає найвищого значення 14 мг  $Pb^{2+}$ /г при показнику 10 Вт/см<sup>2</sup>. Дослідження взаємодії пектину з металами здійснювали у слабкокислом середовищі (рН екстракту 5,5-6,5), що відповідає найбільш інтенсивному процесу та узгоджується з літературними даними [267].

Значення комплексоутворювальної здатності пектинових екстрактів (вміст пектину 35%) коливається в межах 87–107 мг  $Pb^{2+}$ /г. Порівняльна здатність пектинових екстрактів до сорбції іонів свинцю показує, що селективність зростає з концентрацією пектину.



**Рис. 5.7. Вплив інтенсивності ультразвуку на комплексоутворювальну здатність пектинового екстракту (вміст пектину 35 г на 100 г екстракту)**

Таким чином, результати досліджень свідчать про можливість використання отриманого пектину як комплексоутворювача та радіопротектора. Рациональною для обробки є інтенсивність ультразвуку 10 Вт/см<sup>2</sup>. Комплексоутворювальна здатність зростає пропорційно вмісту пектинових речовин і досягає найвищих значень від пектинового екстракту до препаратів пектину.

Яблучний пектиновий екстракт, отриманий з використанням ультразвуку, має високі сорбційні та детоксикуючі властивості [270]. Його можна широко застосовувати для профілактики хронічних професійних отруєнь, у харчуванні працівників із шкідливими для здоров'я умовами праці, в місцях радіоактивних екологічних агресій, а також у профілактичному харчуванні при лікуванні захарчові волокнаорювань з різним ступенем вираженої аутоінтоксикації у працівників, що зазнали на виробництві дії солей важких металів.

Таким чином, запропоновано технологічну схему виробництва пектинового концентрату з використанням ультразвукових кавітаційних технологій на стадії диспергування-екстрагування протопектину, яка у порівнянні з типовими має низку переваг: спрощення процесу, застосування як екстрагента пом'якшену воду, використання відпрацьованих вичавок як харчових волокон, екологічна чистота та безпечність виробництва. При цьому показники гелеутворювальної та комплексоутворювальної здатності отриманих пектинових екстрактів підтверджують їх високу якість та можливість використання в різних галузях народного господарства. За рахунок зміни параметрів обробки, зокрема інтенсивності ультразвукового поля, можливо впливати на величину зазначених показників.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Вплив показників якості молока на продукти харчування. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 4 (107). С. 33–39.
2. Спілка молочних підприємств України: головна подія року. *Молочна промисловість*. 2007. № 4 (39). С. 10–12.
3. Шурчкова Ю. П. Фракційний склад білків та термостійкість молока в залежності від різних способів обробки. *Молочна промисловість*. 2008. № 2. С. 57–59.
4. Соломон А. М., Бондар М. М. Забезпечення сировиною молокопереробні підприємства Вінницької області. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 5 (108). Т. 2. С. 115–125.
5. Соломон А. М. Дослідження синбіотичних кисломолочних продуктів. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2020. Vol. 3. № 43. Р. 3–9.
6. Перцевий Ф. В., Гурський П. В., Грінченко О. О. Технологія переробки молока : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2006. 378 с.
7. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібн. Київ : Університетська книга, 2019. 441 с.
8. Закарян А. Е. Визначення кислотності молока. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи* : матеріали ІІІ Всеукраїнської науково–методичної конференції, м. Шостка, 19 квітня 2018 р. С. 83–84.
9. Мазуренко В. Р. Комплексна біотехнологічна діагностика контагіозного маститу корів: дис. ... канд. біолог. наук : 03.00.20. Київ, 2021. 23 с.
10. Чагаровський В. П. Молочна промисловість України (минуле, сьогодення та майбутнє). *Молочна промисловість*. 2005. № 6 (21). С. 5–10.

11. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій : підручник. Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2020. 504 с.
12. ДСТУ 3662:2018 «Молоко–сировина коров'яче. Технічні умови». [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2018. 12 с. (Інформація та документація).
13. Regulation (EC) № 853/2004 of the european parliament and of the council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union*. 2004. 151 p.
14. Остап'юк С. Д. Вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю на молокопереробних підприємствах : дис ... канд. техн. наук : 05.01.02. Львів, 2018. 152 с.
15. Палій А. П. Інноваційні основи одержання високоякісного молока : монографія. Херсон : «Міськдрук», 2016. 270 с.
16. Кондрасій Л. А. Науково-практичне обґрунтування критеріїв оцінки якості молока-сировини з урахуванням вимог законодавства ЄС : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.09. Київ, 2018. 24 с.
17. Палій А. П. Інноваційний підхід в оцінці чистоти вимені корів. *Науково-технічний бюлетень*. 2016. № 115. С. 165–169.
18. Єресько Г. О., Романчук І. О. Якість молока і молочних продуктів. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 12. С. 87–88.
19. Шугай М. О., Кігель Н. Ф. Безпечність та якість сиру: як поліпшити мікробіологічні показники молока-сировини. *Продовольчі ресурси*. 2013. № 1. С. 105–116.
20. Hanamant P.S., Bansilal G.M. Proteolityc psychrotrophic *Bacillus cereus* from milk and fermented milk products. *Journal of Environmental Research And Development*. 2012. № 3. P. 660–666.
21. Власенко І., Власенко В., Клименко В. Ринок молока у Вінницькій області: тенденції розвитку. *Товари і ринки*. 2016. №1. С. 48–58.

22. Берник І.М. Використання фізичних полів для обробки харчових продуктів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2005. №2 (40). С. 9–20.

23. Луговський А. Ф. Підвищення продуктивності ультразвукових розпилювачів рідини. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2017. № 80. С. 113–122.

24. Злепко С. М., Коваль Л. Г., Гаврілова Н. М., Тимчик І. С. Медична апаратура спеціального призначення : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2010. 160 с.

25. Gryshko I., Luhovskyi A. Methods of microorganisms inactivation in the technological liquid. *Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»*. Серия машиностроение. 2015. Вип. 75. С. 165–171.

26. Луговський О. Ф., Гришко І. А., Зілінський А. І., Шульга А. В., Мовчанюк А. В., Берник І. М. Ультразвукові кавітаційні технології. Знезараження та фільтрування : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 268 с.

27. Берник І. М. Інноваційний підхід до одержання високоякісного молока-сировини. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 46–55.

28. Скоромна О. І., Разанова О. П., Поліщук Т. В., Шевчук Т. В., Берник І. М., Паладійчук О. Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2020. 174 с.

29. Луговський О. Ф., Гришко І. А., Зілінський А. І., Шульга А. В., Мовчанюк А. В., Берник І. М. Ультразвукові кавітаційні технології. Розпилення та екстрагування : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 288 с.

30. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Загорко Н.П., Циб В.Г. Процеси і апарати. Гідромеханічні процеси : підручник. Мелітополь, 2019.

212 с.

31. Мікрохвильовий пристрій знезараження води, рідкого мулу, пастеризації молока та інших рідких речовин: пат. 25505 Україна: ) МПК (2006) H05B 6/64, C02F 1/469. № 200703728; заявл. 03.04.2007; опубл. 10.08.2007; Бюл. № 12. 4 с.

32. Кунденко М. П. Розробка нового обладнання для теплової обробки молока *Вісник ХДТУСГ. Проблеми енергозабезпечення в АПК України*. 2001. № 6. С. 464–467.

33. Багацька К. В. Прогнозування діяльності підприємств харчової промисловості в умовах ризику. *Економічний аналіз*. 2016. Т. 23. № 2. С. 13–21.

34. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв : підручник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 304 с.

35. Лопатинський Є. І., Зачек І. Р., Ільчук Г. А., Романишин Б. М. Фізика : підручник. Львів : Афіша, 2005. 394 с.

36. Брик М. Т. Питна вода і мембранні технології. *Наукові записки*. 2000. Т. 18. С. 4–24.

37. Charfi A., Y. Yang., Harmand J., Ben Amar N., Heran M., Grasmick A. Soluble microbial products and suspended solids influence in membrane fouling dynamics and interest of punctual relaxation and/or backwashing. *Journal of Membrane Science*. 2015 Vol. 475. P. 156–166.

38. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Золотухіна І. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини. Харків: Факт, 2008. 208 с.

39. Берник І. М. Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2013. № 3 (71). С. 109–115.

40. Берник І. М. Підвищення ефективності ультразвукової технологічної дії при обробці харчової сировини. *Вібрації в техніці та*

*технологіях*. 2021. № 4 (103). С. 99–109.

41. Bernyk I., Nazarenko I., Luhovskyi O., Svidersky A. Researcher of the influence of low-frequency and high-frequency actions on processing of technological environments. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2018. № 1. P. 73–86.

42. Долинський А. А. Іваницький Г. К. Тепломасообмін і гідродинаміка в парорідинних дисперсних середовищах : монографія. Київ : Наукова думка, 2008. 382 с.

43. Bernyk I. Theoretical aspects of the formation and development of cavitation processes in technological environment. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 19. № 3. P. 3–12.

44. Bernyk I., Luhovskyi O., Nazarenko I. Research staff process of interaction and technological environment in developed cavitation. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування*. 2016. Вип. № 1 (76). С. 12–19.

45. Луговський О. Ф., Мовчанюк А. В., Берник І. М., Шульга А. В., Гришко І. А. Апаратне забезпечення ультразвукових кавітаційних технологій : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 216 с.

46. Bernyk I., Luhovskyi O., Wojcik W., Shedreyeva I., Karnakova G. Theoretical Investigations of the Interaction of Acoustic Apparatus with Technological Environment Working Process. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2019. № 1 (4). P. 32–37.

47. Luhovskyi O. F., Gryshko I. A., Bernyk I. M. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2018. Vol. 40. № 2. P. 95–101.

48. Крамаренко О. С. Біохімія молока і молочних продуктів : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2017. 96 с.

49. Славов В. П., Шубенко О. І., Ковальчук Т. І. Біохімія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Житомир : Видавництво ЖДУ ім. І.Франка, 2013. 208 с.

50. Шевчук Т. В., Огороднічук Г. М. Біохімія молока і молочних продуктів : навч. посіб. Вінниця : ОЦ ВНАУ, 2010. 88 с.

51. Рибак О.М. Технологія молока і молочних продуктів : конспект лекцій. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2016. 30 с.

52. Берник І. М. Розробка технології питного молока за використання ультразвукової кавітації. *Sciences of Europe*. 2020. Vol. 2. № 51. Р 45–56.

53. Новгородська Н. В. Вплив паратипових факторів на сиропридатність молока. *Проблеми годівлі тварин в умовах високоінтенсивних технологій виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Біла Церква, 1-2 лютого 2019 р. С. 64–66.

54. Скоромна О. І., Огороднічук Г. М., Голубенко Т. Л., Шуляк О. О. Підвищення якості молока – нові перспективи для розвитку харчової галузі Вінниччини. *Продовольчі ресурси*. 2016. № 7. С. 100–106.

55. Новгородська Н. В., Блащук В. В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 1 (16). Ч. 4. С. 72–76.

56. Шатровський О. Г. Мікробіологія : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2012. 132 с.

57. Малигіна В. Д, Титаренко Л. Д., Породіна Л. В., Лихоніна Г. О., Лазарева Н. Т., Холодова О. Ю. Основи експертизи продовольчих товарів : навч. посіб. Київ : Кондор, 2009. 296 с.

58. Новгородська Н. В. Вплив резервування-дозрівання молока на якість сиру. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 1 (104). С. 154–163.

59. Семко Т. В., Іваніщева О. А. Аналіз сучасного стану крафтового виробництва сирів в Україні з елементами НАССР. *Scientific Letters of*

*Academic Society of Michal Baludansky*. 2019. № 7. Vol. 4. P. 92-95

60. Белінська С., Кепко В., Бубенко М. Споживні властивості сиру та сирних продуктів. *Молодий вчений*. 2021. № 1 (89). С. 115-121.

61. Виробництво промислової продукції за видами. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/pr/vr\\_rea\\_ovpp/vr\\_rea\\_ovpp\\_u/ah\\_vppv\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/pr/vr_rea_ovpp/vr_rea_ovpp_u/ah_vppv_u.html) (дата звернення: 16.01.2021).

62. Соломон А. М., Бондар М. М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5. С. 99–108.

63. Власенко В. В., Семко Т. В., Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски та їх види у сировиробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія : Харчові технології*. 2016. Т. 18. № 2 (68). С. 157–160.

64. Соломон А. М., Даниленко С. Г., Бондар М. М. Сучасні тенденції виробництва сиру твердого із низькою температурою другого нагрівання. *Продовольчі ресурси*. 2022. Т. 10. № 18. С.142–155.

65. Kammerlehner Josef. Cheese Technology. Publishing House Josef Kammerlehner D – 85354 Freising (Germany), 2009. 930 p.

66. Дідух Н. А. Високоефективні режими теплової обробки у виробництві твердих сичужних сирів функціонального призначення. *Молочна промисловість*. 2008. № 6. С. 37–39.

67. Кігель Н.Ф. Критерії відбору заквасочних культур. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 2. С. 58–60.

68. Lane C .N. Effect of compositional and environmental factors on the growth of indigenous nonstarter lactic acid bacteria in Cheddar cheese. *Lait*. 2004. Vol. 77, № 5. P. 561–570.

69. Ghoddusi H.B. Enumeration of starter cultures in fermented milk. *J. Dairy Res*. 2005. Vol. 63. № 2. P. 151–181.

70. Garbowska M., Pluta A., Berthold-Pluta A. Proteolytic and ACE-inhibitory activities of Dutch-type cheese models prepared with different strains of

Lactococcus lactis. *Animals*. 2021. № 11. P. 1–13

71. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.

72. Власенко В. В., Новгородська Н. В., Сломон А. М.. Використання пробіотичних продуктів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. В. 7 (90). С. 99–101.

73. Ingole N. W., Khedkar S. V. The ultrasound reactor technology – a technology for future. *IJAERS*. 2012. Vol. 2. № 1. P. 72–75.

74. Rastogi, N. K. Opportunities and Challenges in Application of Ultrasound in Food Processing. *Crit. Rev. in Food Sci. & Nutr.* 2011. № 51 (8). P. 705–722.

75. Яремчук О. С., Новгородська Н. В. Використання ультразвуку у виробництві ферментованих кисломолочних продуктів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 4. С. 90–98.

76. Соломон А. М., Новгородська Н. В. Бондар М. М. Перспективні напрямки виробництва кисломолочних ферментованих продуктів з синбіотичними властивостями. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 22–33

77. Соломон А. М. Сучасні напрямки досліджень традиційних кисломолочних продуктів. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С.137–145.

78. Соломон А. М., Берник І. М. Бондар М. М. Значення функціональних кисломолочних напоїв в дієтичному та профілактичному харчуванні. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 16. С. 180–191.

79. Solomon A. Scientific justification and development of sour milk product using barley seedlings and rose syrup. *Colloquium–journal*. 2021. № 3 (90). P. 57–65.

80. Solomon A. Fermented milk hroducts using vegetable fillings. *Colloquium–journal*. 2020. № 28 (80). P. 64–69.

81. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу і розроблення ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.

82. Капрельянц Л. В., Єгорова А. В., Труфкаті Л. В., Пожіткова Л. Г. Функціональні продукти харчування: перспективи в Україні. *Харчова наука і технологія*. Вип. 13. № 2. С. 15–23.

83. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв : навч. посіб. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

84. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.

85. Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник. Київ. НУХТ, 2012. 362 с.

86. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Development of technological sour – milkdessert senriched with bifidobacteria. «*EUREKA Life Sciences*». 2019. № 2. P. 20–26.

87. Власенко В. В., Бондар М. М., Семко Т. В., Соломон А. М. Функціональні харчові продукти з наповнювачами. *Техніка енергетика транспорт АПК*. 2016. № 3 (95). С. 106–109.

88. Соломон А. М., Новгородська Н. В. Кисломолочний десерт з використанням рослинних наповнювачів. *Сучасні технології харчових виробництв : матеріали міжнар. конф.*, Вінниця, 27 жовтня 2015 р. С. 73

89. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purposeusing vegetablefillers. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.

90. Соловейова А. В., Калюжна О. С., Стрілець О. П., Стрельніков Л. С. Вивчення показників ефективності деяких функціональних напоїв. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології*. 2017. Вип. 2. С. 175–

179.

91. Лялик А. Т. Сучасні технології виробництва продуктів функціонального призначення, збагачених Омега-3 жирними кислотами. *Актуальні задачі сучасних технологій* : матеріали міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, м. Тернопіль, 17–18 листопада 2016 р. С. 43–44.

92. Некрасов П.О. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. 2014. № 2. С. 49–56.

93. Кисломолочний десертний продукт : пат. 54607 Україна: № 201010363; заявл. 25.08.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 21. 4 с.

94. Novhorodska N. Functional pasty products with fillers. *The scientific heritage*. 2020. Vol. 1. № 55. P. 41-48.

95. Соловійова А. В., Калюжная О. С., Стрілець О. П., Стрельников Л. С. Вивчення показників ефективності деяких функціональних напоїв. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології*. 2017. Вип. 2. С. 175–179.

96. Козонова Ю. О., Пруц Д. Ю. Функціональні напої для спортсменів. 2014. *Холодильна техніка та технологія*. 2014. № 3 (149). С. 60–64

97. Соломон А. М. Біфідостимулюючі інгредієнти для десертних ферментованих продуктів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Серія : Харчові технології*. 2018. Т. 20. № 90. С. 53–58.

98. Дідух Н. А., Чагаровский О. П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса : Видавництво «Поліграф», 2008. 234 с.

99. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern – european journal of enterprise technologies*. 2019. № 1/11 (97). P. 6–16.

100. Дідух Н. А., Могилянська Н. А. Розробка режимів гомогенізації

молочно-жирових сумішей для функціональних молочних напоїв діабетичного призначення. *Молочна промисловість*. 2008. № 2 (45). С. 46–48.

101. Соломон А. М., Віштак І. В., Войціцька О. М., Бондар М. М. Харчові добавки та їх функціональна роль. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 147–157.

102. Скорченко Т. А., Поліщук Г. Є, Грек О. В., Кочубей О. В. Технологія незбираномолочних продуктів : навч. посібн. Вінниця : Нова книга, 2005. 264 с.

103. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія молочних продуктів : підручник. Київ : НУХТ, 2013. С. 502.

104. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. *Техніка енергетика транспорт АПК*. 2017. Вип. № 2 (97). С. 85–89.

105. Чагаровський О. П., Дідух Н. А. «Біфідо – лактон» – новий біфідовмісний кисломолочний напій функціонального призначення. *Молочна промисловість*. 2005. № 1 (16). С. 36–38.

106. Дідух Н. А. Кисломолочний продукт пробіотичного призначення. *Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій*. 2006. Вип. 29. Т. 2. С. 103–109.

107. Власенко В. В., Соломон А. М., Паулина Я. Б. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. 2009. № 4 (9). С. 21–23.

108. Власенко В. В., Власенко І. Г., Шуляк О. О., Соломон А. М. Використання протеолітичних властивостей лактококів в виробництві молочних продуктів лікувально – профілактичного призначення. *Науковий потенціал світу – 2005* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Дніпропетровськ, 2005. Т. 1. С. 9–11.

109. Сімахіна Г. О., Федоренко Т. І. Нові композиції на основі харчової клітковини дезінтоксикаційної та адаптогенної дії. *Харчова*

*промисловість*. 2016. № 18. С. 31–35.

110. Хомич Г. П. Зміна вмісту біологічно активних речовин горобини чорноплідної при виробництві соків. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 4. С. 35–38.

111. Новгородська Н. В. Технологія кисломолочного напою на основі фітосировини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 5 (108). Т. 2. С. 91–101.

112. ДСТУ 7074: 2009 Перга. Технічні умови. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. (Інформація та документація).

113. ДСТУ 4733:2007. Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 36 с. (Інформація та документація).

114. Новгородська Н. В. Молочні продукти на основі продуктів бджільництва. *Danish Scientific Journal*. 2020. № 30. С.41–48.

115. Novhorodska N. Sour milk drink with prebiotic properties. *The scientific heritage*. 2021. Vol 1. № 62, P. 28–36.

116. Цісарик О.Й. Традиції та інновації у технології бринзи. *Молочна індустрія*. 2014. № 4. С. 26–29.

117. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посібн. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 544 с.

118. ДСТУ 7065:2009. Бринза. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. (Інформація та документація).

119. Новгородська Н. В. Бринза з імуномодулюючими властивостями. *International independent scientific journal*. 2020. № 14. Vol. 1. P. 8–17

120. Milani F., Nutter D., Thoma G. Invited review: Environmental impacts of dairy processing and products: A review. *Journal of Dairy Science*.

2011. Vol. 94. № 9. P. 4243–4254.

121. Sadowska–Rociak A., Mickowska B., Cieřlik E. Assessment of nutrient content in selected dairy products for compliance with the nutrient content claims. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2013. Vol. 2. P. 1891–1897.

122. Nahovska V., Hachak Y., Myhaylytska O., Slyvka N. Application of wheat brans as a functional ingredient in the technology of kefir. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017. Vol. 19, № 80. P. 52–56.

123. Gutyj B., Hachak Y., Vavrysevych J., Nagovska V. The influence of cryopowder “Garbuz” on the technology of curds of different fat content. *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 2, № 10 (86). P. 20–24.

124. Ha M., Sabherwal M., Duncan E., Stevens S., Stockwell P., McConnell M. In–Depth Characterization of Sheep (*Ovis aries*) Milk Whey Proteome and Comparison with Cow (*Bos taurus*). *PLOS ONE*. 2015. Vol. 10. № 10. P. 139–144.

125. Дмитровська Г. П. Йогурти, кефіри та продукти кефірні вітамінізовані для масового, спеціального дієтичного та дитячого споживання. *Молочна справа*. 2010. № 6. С. 24–26.

126. Гніщевич В. А., Дейниченко Л. Г., Горальчук А. Б. Реологічні властивості молочно–білкових концентратів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23. № 2. С. 182–190.

127. Шатський К. Молочні продукти підвищеної біологічної цінності. *Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки*. 2021. № 2 (2). С. 264–268.

128. Vegan Food Global Market Report 2021. By Product Substitute (Dairy Alternative, Meat Substitute), By Distribution Channel (Online, Offline), By Source (Wheat, Soy, Oats, Almond), COVID-19 Growth And Change. The

business research company. URL :  
<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/vegan-market-global-report-2020-30-covid-19-growth-and-change> (accessed: 12.11.2021).

129. Антоненко А. В. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення : монографія / за ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Харків : ХДУХТ, 2017. 591 с.

130. Кошельник О. В., Мотузка Ю. М., Бабій О. В. Термінологічна неузгодженість у сфері виробництва та обігу аналогів молока рослинного походження. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2020. № 23. С. 157–165.

131. Онопрієнко О.В., Онопрієнко О.М. Основи фізіології та гігієни харчування : навч. посібн. Черкаси : ЧДТУ, 2021. 138 с.

132. Руденко І. Розробка морозива для веганів. *Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки*. 2021. № 2 (2). С. 254–258.

133. Новгородська Н. В. Використання рослинної клітковини у м'ясних напівфабрикатах. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3 (102). С. 159–168.

134. Берник І. М., Кулик М. Ф., Ткаченко Т. Ю. Визначення терміну післязабійного зберігання м'яса свиней. *Продовольчі ресурси*. 2020. № 15. С. 15–22.

135. Берник І. М., Фаріонік Т. В., Новгородська Н. В. Ветеринарно–санітарна експертиза продуктів тваринного та рослинного походження : навч. посіб. Вінниця : Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.

136. Bernyk I. Improving the quality of poultry meat by using ultrasonic cavitation technology. *The scientific heritage*. 2020. Vol. 1. № 45. P. 19–25.

137. Новгородська В.В. Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. 2016. Т. 22. С. 189–194

138. Новгородська Н. В., Овсієнко С. М., Соломон А. М. Корми,

м'ясо, вироби із свинини : монографія. Вінниця : ТОВ «Друк», 2021. 172 с.

139. Берник І. М. Підвищення якості м'яса птиці за використання ультразвукової кавітаційної технології. *The scientific heritage*. 2020. Vol. I. № 45. Р. 19–25.

140. Правила передзабійного ветеринарно–санітарного огляду і ветеринарно–санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів : Наказ Міністерство аграрної політики України № 28 від 07.06.2002 р. № 524/6812

141. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. [Чинний від 2009-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с. (Інформація та документація).

142. Єфімова О. М., Касянчук В. В. Аналіз мікробіологічної безпечності національної продукції тваринного походження, призначеної для експорту. *Ветеринарна медицина України*. 2013. № 1 (215). С. 30–34.

143. Клименко М. М., Віннікова Л. Г., Береза І. Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : підручник. Київ : Вища освіта, 2006. 640 с.

144. ДСТУ ISO 2917–2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 6 с. (Інформація та документація).

145. Якубчак О. М., Хоменко В. І., Мельничук С. Д. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва : підручник. Київ : Біопром, 2005. 800 с.

146. Янчева М. О., Пешук Л. В., Дроменко О. Б. Фізико–хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 304 с.

147. Новгородська Н. В. Використання свинини з ознаками PSE та DFD у ковбасному виробництві. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 1 (100). С. 116–122.

148. Новгородська Н. В. Оцінка якості свинини. *Науковий вісник*

*Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2014. № 2 (3). С. 305–309.

149. Новгородська Н. В. Технологічні особливості свинини з вадами PSE и DFD. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2016. № 2 (67). С. 143–145.

150. Марценюк, О. С. Особливості моделювання складних технологічних систем у харчових технологіях. *Наукові праці НУХТ*. 2018. Т. 24 № 3. С. 122–131.

151. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв : навч. посібн. Харків : ХДАТОХ, 2002. 420 с.

152. Винникова Л. Г. Технологія мяса и мясных продуктов. Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. 600 с.

153. Берник І. М. Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2013. № 3 (71). С. 109–115.

154. Василів В. П. Розроблення та застосування способу електрогідравлічної інтенсифікації процесів харчових виробництв : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Київ, 2005. 20 с.

155. Кишенько І. І. Сучасні аспекти створення м'ясних виробів. *Таврійський науковий вісник*. 2001. Вип. 17. С. 87–89.

156. Гармаш О. М. Удосконалення технології виробництва м'ясних виробів з використанням біотехнологічних прийомів : дис. ... канд. техн. наук : 03.00.20. Київ, 2021. 186 с.

157. Никифоров Р. П., Сабіров О. В., Сімакова О. О. Технологія м'ясної продукції з використанням високого тиску : монографія. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. 136 с.

158. Берник І. М., Коц І. В., Новгородська Н. В. Гідроімпульсне устаткування для інтенсифікації процесів масажування і насичення

інгредієнтами м'ясної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 10. № 17. С. 22–32.

159. Мазур В. А., Капилова К. В., Царук Л. Л. Ринок м'яса птиці. Біотехнологічні прийоми обробки м'ясної сировини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Т. 2. № 5 (99). С. 126–138.

160. Сендецкая С. В. Сучасний стан і перспективи розвитку світового ринку м'яса птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З.Гжицького*. 2017. Т. 19. № 76. С. 96–99.

161. Царук Л. Л. Сучасний стан виробництва продукції птахівництва в Україні. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип.1 (95). С. 159–170.

162. Царук Л. Л., Бережнюк Н. А., Чорнолата Л. П. Баланс мінеральних речовин у організмі курчат-бройлерів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 2 (96). С. 111–117.

163. Бородай В. П., Сахацький М. І., Ветрійчук А. І., Мельник В. В. Технологія виробництва продукції птахівництва : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2014. 360 с.

164. Бородай В. П., Задорожній А. А., Задорожня Г. П. Стан та напрями наукових досліджень у годівлі птиці. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2013. Вип. 63. С. 109–112.

165. Царук Л. Л., Бережнюк Н. А., Чорнолата Л. П. Вплив складу комбікорму на забезпеченість курчат-бройлерів мікроелементами. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 1 (95). С. 97–103.

166. Нагорна Л. Якісне м'ясо птиці. *Наше птахівництво*. 2016. № 11. С. 11–14.

167. Подолян Ю. М. Вплив пробіотика на продуктивність курчат-бройлерів. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2016. № 6 (3). С. 141–148.

168. Фаріонік Т. В., Гнатюк В. В. Вплив хелатних сполук (метіонатів)

на м'ясні якості та ветеринарно-санітарні показники яловичини. *Науковий вісник Львівської національного університету ветеринарної медицини імені С.Ж. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 78. С. 86–89.

169. Суткович Т. Ю., Бородай А. Б., Чоні І. В. Використання інноваційних методів обробки м'ясної сировини для отримання високоякісної продукції. *Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 4 (64). С. 138–141.

170. Бунько В. Я. Тепломасообмін процесів отримання та використання мінеральних добрив, капсульованих водною суспензією плівкоутворювача : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2013. 158 с.

171. Берник І. М. Аналіз параметрів впливу на формування моделі акустичної обробки рідинних харчових середовищ. *Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій*. 2014. Т. 2. Вип. 45. С. 129–133.

172. Луговський О. Ф., Берник І. М. Встановлення основних параметрів впливу технологічного середовища на робочий процес ультразвукової кавітаційної обробки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2014. № 3 (75). С. 121–126.

173. Bernyk I. Research parameters of ultrasound processing equipment dispersed in a technological environment. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol. 18, № 3. P. 3–13.

174. Luhovskyi O., Bernyk I., Gryshko I., Abdulina D., Zilinskyi A. Mobile Equipment for Ultrasonic Cavitation Inactivation of Microorganisms in the Liquid Environment. *Advances in Hydraulic and Pneumatic Drives and Control*. 2020. P. 272–281.

175. Bernyk I. Estimation of efficiency of ultrasonic cavitation processing of technological media on energy criteria. *Mechanics and Advanced Technologies*.

2020. № 2 (89). С. 18–28.

176. Іжевська О. Р. Дослідження ліпідів шроту насіння льону та перспектива використання його у м'ясних стравах. *Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького* 2019. Т 21. № 91. С. 9–13.

177. Смоляр В. И. Фізіологія та гігієна харчування. Київ : Здоров'я. 2000. 336 с.

178. Новгородська Н. В., Берник І. М., Соломон А. М. Оцінка якості фаршевих систем з використанням рослинної сировини. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 119–128.

179. Крижак С. В., Власенко В. В., Коляновська Л. М. Обґрунтування та розробка сучасних процесів виробництва сирокочених ковбас функціонального спрямування. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2015. № 3 (92) С. 62–65.

180. Коляновська Л. М. Розробка виробництва сирокочених ковбас функціонального спрямування. *Праці Таврійський державний агротехнологічний університет*. 2016. Т. 1. Вип. 16. С. 83–88.

181. Крижак С. В., Власенко В. В., Коляновська Л. М., Новгородська Н. В. Зміни динаміки накопичення летких жирних кислот, вмісту вологи при використанні молочнокислих бактерій у виробництві ковбас. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3 (95). С. 117–121.

182. Про затвердження Гігієнічних вимог до продуктів дитячого харчування, параметрів безпеки та окремих показників їх якості : Наказ міністерства лхорони здоров'я від 06.08.2013 р. № 1380/23912.

183. Шурдук І. В., Серік М. Л., Шурдук А. І., Антоненко С. П. Безпечність ковбасних виробів із використанням добавки білково-мінеральної. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2016. № 1 (78). С. 119–126.

184. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби

м'ясні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 36 с. (Інформація та документація).

185. Нікішина О. В. Пріоритети національної зернової політики та механізми їх реалізації в умовах глобалізації економіки. *Економіка харчової промисловості*. 2012. № 4 (16). С. 14–22.

186. Костецька Н. І. Ринок хліба і хлібобулочних виробів України: стан і перспективи розвитку. *Галицький економічний вісник*. 2015. Т. 48. № 1. С. 26–31.

187. Сімахіна Г. О., Стеценко П. О., Науменко Н. В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник. Київ : НУХТ, 2016. 455 с.

188. Дробот В. І., Грищенко А. М. Розробка нових видів безбілкових хлібобулочних виробів. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2011. Т. 1. Вип. 38 (1). С. 164–167.

189. Дробот В. Поговоримо про оздоровчі харчові добавки в хлібі та нетрадиційну сировину. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2005. № 12. С. 22–24.

190. Леbedенко Т. Е., Новичкова Т. П., Соколова Н. Ю., Мисержи М. Д. Нові джерела біологічно активних компонентів для виробництва хліба. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 3 (43). С. 23–28.

191. Холод Т., Капрельянц Л. Перспективи використання нетрадиційної рослинної сировини у технології білковмісних харчових продуктів. *Вісник Львівського університету*. 2016. Вип. 73. С. 446–446.

192. Pivovarov A., Mykolenko S., Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12. № 2. P. 100–107.

193. Sanz-Penella J. M., Wronkowska M., Soral-Smietana M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*. 2013. Vol. 50. № 2. P. 679–685.

194. Овсієнко С.М., Соломон А.М. Амарант: практичні аспекти використання : монографія. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 151 с
195. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник НТУ «ХП»*. 2019. № 5 (1330). С. 145–151.
196. Дорохович В. В., Долюк М. Ю., Лукаш К. Р. Визначення можливості та доцільності застосування мальтитола і борошна амаранту в технології цукрового печива. *Наукові праці НУХТ*. 2021. Том 27, № 2. С. 111–121.
197. Матіяшук О. В., Фурманова Ю. П., П'яних С. К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. *Науковий погляд в майбутнє*. 2017. Т. 2. Вип. 6. С. 52–58.
198. Буяльська Н. П., Литвиненко О. О., Денисова Н. М. Використання продуктів переробки амаранта у виробництві хлібобулочних виробів. *Технічні науки та технології*. 2020. № 3(17). С. 226–223.
199. Дорохович А. М., Бадрук В. В. Надання маршмелоу статусу функціональний і дієтичний продукт за рахунок раціонального використання мальтитола та фруктози. *Наукові праці ОНАХТ*. 2012. № 42(1). С. 220–225.
200. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Вплив добавки білково-мінеральної на властивості клейковини борошна пшеничного. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Том 27. № 2. 2021. С. 129–139.
201. Миколенко С. Ю., Захаренко А. А. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. *Технічні науки та технології*. 2020. № 1 (19). С. 228–240.
202. Фахретдінова Д. Р., Нігматьянов А. А., Миронова І. В. Використання амарантового борошна та молочної сироватки для збагачення борошняних кондитерських виробів. *Біологічні науки*. 2017. № 6. С. 260–262.
203. Дорохович А. М., Божок О. С., Мазур Л. С. Тагатола і мальтитол

– інноваційна сировина при виробництві жувальної карамелі. *Харчова наука і технологія*. 2016. № 1 (10). С. 43–48.

204. Ружи́ло Н. С. Використання насіння амаранту в хлібобулочних виробках. *Харчова промисловість*. 2015. № 12. С. 56–58.

205. Валюх М., Шинкарук М. Дослідження застосування нетрадиційної рослинної сировину виробництві хлібобулочних виробів. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві : матеріали міжнар. наук. практ. конф. НУХТ. Київ. 2020. С. 26–31*

206. Касабо́ва К. Р. та ін. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництв у технології здобного печива. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2017. Т. 35. С. 5–11.

207. Chauhan A., Saxena DC., Singh S. Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. *Cogent Food and Agriculture*. 2016. Vol. 2. № 1. P. 1–8.

208. Sindhuja A., Sudha M. L., Rahim A. Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies. *European Food Research and Technology*. 2005. Vol. 221. № 5. P. 597–601.

209. Спосіб приготування бісквітного напівфабрикату: пат. 27633 Україна. № 200706967; заявл. 21.06.2007; опубл. 12.11.2007, Бюл. № 18. 6 с.

210. Савенко В. О., Шелудько В. М. Використання борошна амаранту в технології бісквітних виробів. *Наука і молодь в XXI сторіччі : тези доп. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 2017 р.)*. Полтава, 2017. С. 636–639.

211. Іоргачова Є. Г., Макарова О. В., Котузакі Є. Н. Зміна показників якості бісквітних напівфабрикатів на основі борошняних композитних сумішей. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2014. Т. 1. Вип. 46. С. 112–117.

212. Capitani M. I., Spotorno V., Nolasco S. M., Tomás M. C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (salvia

hispanica L.) seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*. 2012. Vol. 45. № 1. P. 94–102.

213. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Здобутки і перспективи впровадження інновацій у харчовій промисловості України. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2021. № 5. С. 109–115.

214. Буяльська Н. П., Гуменюк О. Л., Денисова Н. М., Челябієва В. М. Підвищення харчової цінності хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів : монографія. Чернігів. 2020. 122 с.

215. Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 1 (57). С. 42–45.

216. Андронович Г. М., Бондаренко Ю. В. Вплив ступеня подрібнення насіння льону на якість пшеничного хліба : монографія. Черкаси : ЧДТУ, 2020. С. 43–51.

217. Дробот В. І., Приходько Ю. С., Бережна Г. О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Вип. 25. № 1. С. 208–214.

218. Сова Н. А., Луценко М. В., Єніна Н. Ю., Васараб-Кожушна Л. Д. Насіння ненаркотичних конопель – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості. *Зберігання і переробка зерна*. 2017. Вип. 9 (217). С. 16–19.

219. Radočaj O., Dimić E., Tsao R. Effects of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed Oil Press-Cake and Decaffeinated Green Tea Leaves (*Camellia sinensis*) on Functional Characteristics of Gluten-Free Crackers. *Journal of Food Science*. 2014. Vol. 79 (1). P. 318–325.

220. Apostol L., Popa M., Mustatea G. Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015. Vol. 20 (5). P. 10835–10844.

221. House J. D., Neufeld J., Leson G. Evaluating the Quality of Protein

from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Products Through the use of the Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58 (22). P. 11801–11807.

222. Фалендиш Н. О., Зінченко І. М., Блаженко М. С. Особливості виробництва органічного хліба з використанням конопляного борошна. *Харчова промисловість*. 2019. № 25. С. 7–13.

223. Неміріч О. В., Михайленко В. М., Бережна Т. О. Порівняльна характеристика хімічного складу та біологічної цінності аглютонового та пшеничного борошна. *Zbiór artykułów naukowych recenzowanych*. 2018. P. 30–33.

224. Bashir, K., Swer, T. L., Prakash, K. S., Aggarwal, M. Physico–chemical and functional properties of gamma irradiated whole wheat flour and starch. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. Vol. 76 (A). P. 131–139.

225. Markiewicz–Keszycka, M., Casado–Gavalda, M.P., Cama–Moncunilla, X., Cama–Moncunilla, R., Dixita, Y., Cullenab, P.J., Sullivana, C. Laserinduced breakdown spectroscopy (LIBS) for rapid analysis of ash, potassium and magnesium in gluten free flours. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 244. P. 324–330.

226. Кручаниця М. І., Миронюк І. С., Розумикова Н. В., Кручаниця В. В., Брич В. В., Кіш В. П. Основи харчування : підручник. Ужгород : «Говерла», 2019. 252 с.

227. Пахомська О. В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Том 25. № 2. С. 276–283.

228. Іоргачева Е. Г., Макарова О. В., Хвостенко Е. В. Використання іннуліновмістимої сировини в технології хлібобулочних і кондитерських виробів. *Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування*. 2010. № 1 (10). С. 13–17.

229. Фомина О., Резникова Л. Цикорій прискорює бродіння тіста і збільшує газоутворення. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість*

України. 2007. № 6. С. 18–19.

230. Drobot V., Semenova A., Smirnova E., Mykhonik L. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole–Wheat Flour. *International Journal of Food Studies*. 2014. Vol. 3. P. 1–12.

231. Hooda S., Jood S. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread. *Nutrition and Food Science*. 2005. Vol. 35. № 3–4. P. 229–242.

232. Іваніщева О. А., Пахомська О. В. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Молодий вчений*. 2021. № 5 (93). С. 159–163.

233. Shahat Mohamed S., Hussein Ahmed S., Hady Essam A. Preparation of Bread Supplemented with Milk Thistle Flour and its Effect on Acute Hepatic Damage Caused by Carbon Tetrachloride in Rats. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 2016. Vol. 6. № 3. P. 531–540.

234. Фалендиш, Н. О. Нові напрями збагачення хліба із застосуванням органічної нетрадиційної сировини. *Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. М. Київ, 24 листопада 2020 р. Київ, 2020. С. 62–63.*

235. Горба О. О. Природно–ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання : монографія. Полтава : «Астроя», 2019. 279 с.

236. Ярошевич Т. С., Ярошевич О. М. Сучасні тенденції у формуванні якості хлібобулочних виробів. *Товарознавчий вісник*. 2013. № 6. С. 258–262.

237. Овсієнко С. М., Науменко О. В. Використання біологічно активних речовин у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 107–118.

238. Остапченко Л. І., Андрійчук Т. Р., Бабенюк Ю. Д., Войціцький В. М., Давиденко А. В., Рибальченко В. К., Скопенко О. В. Біохімія : підручник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2012. 796 с.

239. Олійніченко О. В., Жукова Я. Ф., Копилова К. В. Класифікації харчових полісахаридів за хімічною природою та функціональним призначенням у молочних продуктах. *Продовольчі ресурси*. 2016. № 6. С. 181–193.

240. Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs. *Official Journal L 109*, 06/05/2000 P 0029 - 0042 final. Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council of 20 March 2000.

241. Westenbrink S., Brunt, K., van der Kamp J. Dietary fibre: Challenges in production and use of food composition data. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 9. P. 29.

242. AACC Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association of Cereal Chemistry. *Cereal Foods World*. 2001. Vol. 46, № 3

243. . Dhingra D. Michael M. Rajput H., Patil T. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science Technology*. 2012. Vol. 49. № 3. P. 255–266;

244. Yangilar F., Structural Features, Effects on Health and Definition, Obtaining and Analysis of Dietary Fibre: A Review. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2013. Vol. 1. № 3, 13–23.

245. Луговський О. Ф., Берник І. М. Ультразвукові кавітаційні апарати для реалізації екологічно безпечної технології вилучення пектину з вторинної рослинної сировини. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія машинобудування. 2010. № 58. С. 82–86.

246. Луговський О. Ф., Берник І. М. Ультразвуковий кавітаційний екстрактор для рідинно-дисперсних середовищ. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2010. № 37. С. 348–352.

247. Снежкін Ю. Ф., Шапар Р. О. Тепломасообмінні технології

переробки пектиновмісної сировини: монографія. Київ : СІК ГРУП Україна, 2018. 228 с.

248. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення : монографія. / за ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Харків : Харк. держ. ун–т харчув. і торгівлі, 2017. 940 с.

249. Даценко А. О. Способности пектинов к студнеобразованию. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. № 7–8. С. 56–58.

250. Крапивницька І. О., Перцевой Ф. В., Омельчук Є. О. Наукові та практичні аспекти пектину і пектинопродуктів : монографія. Суми : Сумський національний аграрний університет, 2015. 314 с.

251. Nazarenko I., Bernyk I. Dedov O., Bondarenko, Zapryvoda A., Nazarenko M. Research of the processes of acoustic cavitation technology for processing dispersed media. *Dynamic processes in technological technical systems : monograph*. Kharkiv : PC Technology Center, 2021. P. 94–109.

252. Луговський О. Ф., Берник І. М. Теоретичне обґрунтування доцільності використання ультразвукових кавітаційних технологій у технологічних процесах. *Техніка будівництва*. 2011. № 26. С. 52–59.

253. Берник І. М. Дослідження в'язкості дисперсних середовищ в умовах їхньої інтенсивної обробки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 1 (100). С. 62–67

254. Bernyk I. Investigation of the processes of the acoustic apparatus with the processing technological environment power interaction. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2018. Т. 1. № 82. С. 72–80.

255. Берник І. М., Кутняк М. М., Коц І. В. Віброекстрактори з гідроімпульсним приводом для застосування в робочих процесах систем «тверде тіло – рідина». *Продовольчі ресурси*. 2019. № 12 С. 16–24.

256. Bernyk I. Research and Determination of Effective Parameters for Acoustic Technological Environment. *ТЕКА*. 2019. Vol. 19. № 1. P. 65–77.

257. Дейниченко Г. В., Мирончук В. Г., Гузенко В. В., Мазняк З. О. Застосування мембранних процесів у технології одержання пектинових концентратів : монографія. Харків : Факт, 2016. 176 с.

258. Целень Б., Гоженко Л., Радченко Н., Іваницький Г. (2020). Використання кавітаційних ефектів в процесах екстрагування. *Scientific Works*. 2020. № 84 (1). С. 92–97.

259. Спосіб отримання пектиновмісного порошку і пектину із рослинної сировини: пат. 31332 Україна. № 31328; заявл. 06.08.1998; опубл. 15.12.2000, Бюл. № 7. 4 с.

260. Луговський О. Ф., Берник І. М. Використання фізичних полів для гідролізу-екстракції протопектину рослинної сировини. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2008. № 3 (52). С. 92–100.

261. Луговський О. Ф., Шульга А. В., Берник І. М., Гришко І. А., Мовчанюк А. В., Зілінський А. І. Ультразвукові технологічні процеси. Розпилення та екстрагування : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 288 с.

262. Луговський О. Ф., Берник І. М., Мовчанюк А. В., Ляшок А. В. Дослідження параметрів ультразвукового поля в технологічному процесі кавітаційного гідролізу-екстракції пектину. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. Серія машинобудування. 2009. № 57. С. 82–87.

263. Берник І. М. Встановлення оптимальних параметрів технологічного процесу вилучення пектину з яблучних вичавок в ультразвуковому полі. *Вестник Национального технического университета*. 2009. № 45. С. 21–27.

264. Берник І. М., Гришко І. А., Луговський О. Ф. Методика розрахунку ультразвукового кавітаційного обладнання для технологічного процесу гідролізу-екстрагування пектину. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2009. № 4 (56). С. 123–129.

265. Берник І. М., Луговський О. Ф., Мовчанюк А. В. Дослідження звукового поля та технологічних можливостей малоамплітудного резонансного кавітатора при обробці рідинно-дисперсних середовищ. *Промислова гідраліка і пневмоавтоматика*. 2011. № 1 (31). С. 44–47.

266. Берник І. М., Луговський О. Ф., Лобань Ю. М. Модель управління технологічним процесом ультразвукового кавітаційного вилучення пектину з рослинної сировини. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2011. № 1 (61). С. 133–137.

267. Берник І. М., Луговський О. Ф., Мовчанюк А. В. Ультразвукова кавітаційна технологія для екстрагування рослинного матеріалу та обладнання для її реалізації. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2011. № 3 (63). С. 86–91.

268. Луговський О. Ф., Берник І. М. Виробництво пектинового концентрату з використанням ультразвукових кавітаційних технологій. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки»*. 2011. Вип. 9. С. 159–163.

269. Bock W., Dongawacki G. Keinigung von Apfel pektin – Extrakten mittels Entfärbungshazen. *Nahrung*. 2015. № 4. P. 461–468.

270. Берник І. М., Луговський О. Ф., Крапивницька І. О. Особливості вилучення пектину в ультразвуковому кавітаційному полі та його властивості. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2010. № 32. С. 59–62.



Підписано до друку 05.01.2023  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура Times new roman. Умовних друкованих аркушів 11,4  
Наклад 100 прим. За. № №588 від 18.02.2022  
Видавець ФОП Кушнір Ю.В.  
Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта  
видавничої справи до Державного реєстру видавців  
серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р.  
Віддруковано з оригіналу макету замовника  
в ТОВ «Друк плюс» м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027



**Ірина БЕРНИК**  
*доктор технічних наук, доцент*

*сфера наукових інтересів:*  
використання ультразвукових технологій для обробки рідинних дисперсних середовищ харчових та переробних виробництв



**Надія НОВГОРОДСЬКА**  
*кандидат сільськогосподарських наук, доцент*

*сфера наукових інтересів:*  
вплив біологічно активних речовин на якість і безпеку тваринницької продукції



**Алла СОЛОМОН**  
*кандидат технічних наук, доцент*

*сфера наукових інтересів:*  
інновації у виробництві функціональних продуктів



**Світлана ОВСІЄНКО**  
*кандидат сільськогосподарських наук, доцент*

*сфера наукових інтересів:*  
інноваційні методи підвищення ефективності харчових виробництв



**Мар'яна БОНДАР**  
*асистент*

*сфера наукових інтересів:*  
інноваційні технології виробництва молочних продуктів функціонального призначення