

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту

Зав. кафедри харчових технологій і

технологій переробки продукції тваринництва

А. К. к.вет.н., доц. Загоруй Л.П.

« 7 » 12 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**«АНАЛІЗ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙОНЕЗНИХ
СОУСІВ»**

Виконав Ференц **ФЕРЕНЦ Н.І.**

Керівник, доцент Гребельник **ГРЕБЕЛЬНИК О.П.**

Рецензент Михайло Назарій В.І.

Я, Ференц Назарій Іванович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Ференц

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	3
АНОТАЦІЯ	5
ANNOTATION	6
РЕЦЕНЗІЯ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Класифікація соусів і місце майонезних соусів у сучасному асортименті	10
1.2. Споживчі тренди та вимоги якості	12
1.3. Науково-технічні передумови удосконалення емульсійних соусів	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	20
3.1. Сировина і функціональна роль компонентів	20
3.2. Процесні зміни у технологічній схемі	23
3.3. Продуктовий розрахунок	24
3.4. Апаратурно-технологічне забезпечення	27
РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА	32
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	36
ВИСНОВКИ	40
ПРОПОЗИЦІЇ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	43

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points (аналіз небезпек і критичні контрольні точки).
- PRP – prerequisite programmes (передумови безпеки).
- CIP – cleaning in place (мийка на місці).
- SKU – stock keeping unit (товарна позиція).
- O/W – oil-in-water (емульсія «олія у воді»).
- CCP/ККТ – critical control point/критична контрольна точка.

АНОТАЦІЯ

Ференц Н.І. Аналіз і удосконалення технології майонезних соусів

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз і удосконалення технології соусів на прикладі майонезного соусу як емульсії типу «олія у воді», стабільність якої визначається міжфазною плівкою, реологією водної фази, кислотністю та дисперсністю жирових крапель. Метою роботи було проаналізувати ринок майонезних соусів України, узагальнити класичну технологію виробництва та обґрунтувати напрями її удосконалення. Запропоновано удосконалення жирової фази шляхом заміни соняшникової олії на омега-3-бленд «ріпакова + лляна» у співвідношенні 80:20, що підвищує нутріційну цінність продукту, але потребує посиленого антиокиснювального захисту. Обґрунтовано процесні зміни технологічної схеми, спрямовані на мінімізацію аерації та окиснення: попереднє змішування олій у закритій ємності, дозоване введення жирової фази, деаерація перед фасуванням, контроль температури диспергування та використання бар'єрної тари; запропоновано контроль окиснювальної стабільності (пероксидне та р-анізидинове числа, сенсорні маркери прогірклості) у динаміці зберігання. Для проектування прийнято виробництво майонезного соусу з масовою часткою жиру 50% і добовою продуктивністю 2,7 т із виконанням продуктового розрахунку, підбором апаратурно-технологічного забезпечення та опрацюванням підходів до контролю якості, НАССР-логіки, а також економічного й екологічного обґрунтування впровадження.

Ключові слова: майонезний соус, емульсія, стабільність, реологія, омега-3, ріпакова олія, лляна олія, деаерація, антиокислювальний захист, НАССР.

ANNOTATION

Ferents N.I. Analysis and improvement of mayonnaise sauce technology

In the qualification thesis, the technology of sauces was analyzed and improved using mayonnaise sauce as an example of an oil-in-water (O/W) emulsion, the stability of which is determined by the interfacial film, the rheology of the aqueous phase, acidity, and the dispersion of fat droplets. The aim of the study was to analyze the Ukrainian mayonnaise sauce market, summarize the classical production technology, and substantiate directions for its improvement. An enhancement of the fat phase is proposed by replacing sunflower oil with an omega-3 blend of rapeseed and flaxseed oils in an 80:20 ratio, which increases the nutritional value of the product but requires strengthened antioxidant protection. Process modifications to the technological scheme aimed at minimizing aeration and oxidation are substantiated, including preliminary mixing of oils in a closed vessel, metered addition of the fat phase, deaeration before filling, control of dispersion temperature, and the use of barrier packaging; monitoring of oxidative stability (peroxide value and p-anisidine value, sensory markers of rancidity) during storage is also proposed. For design purposes, the production of a mayonnaise sauce with a 50% mass fraction of fat and a daily capacity of 2.7 t was adopted, including product calculations, selection of process equipment, and the development of approaches to quality control, HACCP logic, as well as economic and environmental justification for implementation.

Keywords: mayonnaise sauce, emulsion, stability, rheology, omega-3, rapeseed oil, flaxseed oil, deaeration, antioxidant protection, HACCP.

ВСТУП

Майонезні соуси є однією з найпоширеніших категорій емульсійних продуктів, що формують смакову привабливість і текстуру страв. Сегмент майонезних соусів поєднує доступність для споживача та технологічну керованість для виробника. Однак вимоги ринку змінюються: очікується стабільна кремівість протягом строку придатності, прозоріший склад, а також наявність альтернатив (знижена жирність, без яєць).

З технологічної точки зору майонезний соус – емульсія типу «олія у воді» (O/W), де стабільність визначається міжфазною плівкою, реологією водної фази, кислотністю та дисперсністю жирових крапель. Для соусів середньої жирності особливо актуальне керування водною фазою, оскільки зменшення жиру підвищує ризик синерезису та розшарування.

Запропоноване удосконалення полягає у використанні суміші ріпакової (канолової) та лляної олій як жирової фази. Ріпакова олія характеризується технологічною «нейтральністю» та більш збалансованим профілем жирних кислот, тоді як лляна олія є одним із найбагатших рослинних джерел альфа-ліноленової кислоти (ALA, омега-3).

У межах удосконалення пропонується замінити 100% соняшникової олії у рецептурі на омега-3-бленд «ріпакова + лляна». Типові довідкові діапазони вмісту ALA у ріпаковій олії становлять близько 8–12%, тоді як у лляній олії — близько 39–60% (значення залежать від сорту та партії сировини). Це дозволяє суттєво підвищити частку омега-3 у жировій фазі майонезного соусу без переходу до рибних/водоростевих олій, що часто змінюють смак.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Класифікація соусів і місце майонезних соусів у сучасному асортименті

Соуси як група харчових продуктів формують окремий сегмент кулінарної та промислової продукції, призначений для корекції смаку, аромату, текстури та харчової цінності страв. У науково-технологічному підході їх доцільно розглядати як системи з різним типом дисперсної структури та різною природою матриці, оскільки саме агрегатний стан, механізми загущення й стабілізації та активність води визначають придатність до зберігання, ризику мікробіологічного псування і технологічні режими виробництва. У практиці харчових технологій соуси умовно поділяють на водні та водно-жирові системи; на системи, стабілізовані крохмаллями, білками або гідролоїдами; а також на емульсійні продукти, у яких ключовою ознакою є співвідношення фаз і стійкість крапельної дисперсії під час механічного навантаження та зберігання. [12, 13, 28]

Промисловий асортимент соусів включає томатні та овочеві соуси, де структуроутворення забезпечується пектиновими речовинами, клітковиною, сухими речовинами томатної пасти та гідролоїдами; гірчичні та пряні соуси, де визначальними є екстрактивні речовини й гострота, а стабільність залежить від в'язкості водної фази та кислотності; білі соуси на молочній або комбінованій основі, що характеризуються білково-колоїдною структурою; а також жиромісткі соуси, де текстура і сенсорика суттєво залежать від властивостей жирової фази. Водночас, з погляду технології, найбільш «чутливою» групою виступають саме емульсійні соуси, оскільки для них стабільність визначається не лише рецептурою, але й режимами диспергування, порядком внесення компонентів, температурними умовами та присутністю поверхнево-активних речовин. [13, 28]

Майонезні соуси у цій системі класифікації займають центральне місце як типові емульсійні продукти «олія-у-воді», в яких жирова фаза диспергована у водній фазі та стабілізується комплексом емульгаторів і

структурутворювачів. Їхня ідентифікаційна особливість полягає у поєднанні високої кремовості, характерного кисло-солоного профілю та здатності формувати стабільну пластичну консистенцію без термічної обробки як основного етапу. Для майонезних соусів визначальним є те, що при порівняно нижчій масовій частці жиру, ніж у класичних майонезів, структуру «тримає» не лише сама жирова фаза, а й в'язко-еластичні властивості водної матриці, які формуються за рахунок гідратації полісахаридів, крохмалів або харчових волокон. Саме тому технологічна складова підготовки водної фази (розчинення, гідратація, контроль іонної сили) для майонезних соусів набуває не меншого значення, ніж інтенсивність емульгування та гомогенізації. [10, 11, 15]

З позиції нормативно-технологічного розмежування майонезні соуси є «ближчими» до майонезу за типом дисперсної системи, однак відрізняються діапазоном жирності та, відповідно, способом забезпечення стабільності. У навчально-методичних матеріалах на основі ДСТУ підкреслюється, що майонез як продукт має високий вміст жиру (не нижче 50%) і містить яєчні компоненти як емульгатор, тоді як майонезні соуси частіше представлені формуляціями зі зниженою жирністю, де стабільність досягається комбінуванням емульгаторів і стабілізаторів водної фази. Це визначає їхнє місце в асортименті як продуктів щоденного споживання, орієнтованих на гнучкість смакових модифікацій і адаптацію під різні дієтичні запити. У сучасній ринковій практиці майонезні соуси розвиваються у напрямі «легких» варіантів, смакових композицій (часникові, тартар, «бургери») та спеціальних рецептур (пісні/рослинні), де заміна яйця та оптимізація жирової фази вимагають застосування альтернативних емульгаторів і ретельнішого контролю окиснювальної стабільності. [5]

Таким чином, майонезні соуси є логічною ланкою між класичними високожирними майонезами та ширшою категорією холодних соусів, об'єднуючи переваги емульсійної структури з можливістю варіювати жирність, харчову цінність і смаковий профіль. Їхня технологічна специфіка

полягає у необхідності балансувати дисперсність жирової фази, властивості водної матриці, кислотність та рівень аерації, що в сукупності визначає стабільність, споживчі характеристики та конкурентоспроможність продукту на ринку. [10, 16, 27]

1.2. Споживчі тренди та вимоги до якості

Український ринок соусів у цілому зберігає високу роль майонезної групи: за оглядом Vizmart, у структурі ринку соусів частка майонезів у 2024 р. була найбільшою і становила 33,12%. У межах цієї групи помітна переорієнтація від «суто класичних високожирних» продуктів до ширшого портфеля майонезних соусів із різною жирністю та призначенням. У галузевих оглядах 2024–2025 рр. акцентується зростання інтересу до низькокалорійних варіантів і «легких соусів на майонезній основі», що узгоджується з логікою споживацького запиту на контроль енергетичної цінності без відмови від звичного смаку та текстури. [1]

Паралельно формується тренд «функціоналізації» майонезних соусів, коли споживач очікує не лише приємної консистенції, а й додаткової цінності: оптимізованого жирнокислотного профілю (наприклад, через суміші олій), кращого співвідношення жирів або зниження частки окремих «небажаних» інгредієнтів. У практиці ринку це проявляється в диференціації продуктів на «для салатів», «легкі», «пісні/рослинні», а також у фокусі на чітких маркерах користі та зрозумілому складі. Комерційні комунікації виробників прямо підкреслюють «низькокалорійність», «відсутність продуктів тваринного походження», а також прикладні переваги для споживання (краще обволікання інгредієнтів, менше виділення вологи у салатах). [1, 12]

Окремим вектором є запит на прозорість та довіру до продукту. Законодавство України вимагає коректного інформування споживача щодо складу, харчової цінності та алергенів, що переводить «читабельну етикетку» з маркетингової переваги у базову умову конкурентоспроможності. Для майонезних соусів це особливо важливо через типові алергени (яйце, гірчиця; інколи молочні компоненти) і через активне розширення асортименту

«пісних/egg-free» варіантів, де покупець очікує чітких підтверджень відсутності певних інгредієнтів та коректного маркування. [2, 3]

Нарешті, «споживчий досвід» усе частіше визначається не лише смаком, а й зручністю використання: стабільність консистенції при дозуванні, відсутність розшарування, надійність упаковки, чисте видавлювання та передбачуваність якості від партії до партії. Цей аспект підсилюється зростанням ролі доставок і домашнього споживання, а також відновленням NoReCa, де соус має працювати як технологічний інгредієнт зі стабільними властивостями. [16, 28]

У технологічному сенсі майонезні соуси належать до емульсійних продуктів типу «олія-у-воді» й регламентуються в Україні стандартом ДСТУ 4487:2015, який поширюється на майонези та майонезні соуси як емульсійні продукти з олій і води з додаванням емульгаторів/стабілізаторів та інших дозволених інгредієнтів. У межах цього підходу якість майонезного соусу в реальному виробництві є багатовимірною категорією, що включає органолептичні показники, фізико-хімічну стабільність, окиснювальну стійкість жирової фази, мікробіологічну безпечність та відповідність маркуванню. [5]

Органолептична якість для споживача проявляється як «класичність» профілю: однорідна кремова консистенція без крупинок і грудок, рівномірний колір, збалансований кисло-солоний смак без сторонніх присмаків. Для виробника ці характеристики є похідними від дисперсності жирової фази, правильно сформованої структури водної матриці та контролю кислотності. Тому «якість» у майонезних соусах неможливо забезпечити лише рецептурою: її забезпечує сукупність режимів емульгування, порядку внесення компонентів і керування аерацією під час змішування. [10, 16]

Фізико-хімічна стабільність є ключовою вимогою саме до майонезних соусів, оскільки в них частка жиру часто нижча, а частка водної фази — вища, що підвищує ризик синерезису й розшарування. У споживчому вимірі це зводиться до простого критерію: продукт не повинен «віддавати воду» у тарі

й не має утворювати масляні «очі». В технологічному вимірі це означає необхідність забезпечити достатню в'язкість та водоутримувальну здатність водної фази, а також стабільний розмір жирових крапель, що підтримується емульгатором і, за потреби, гідроколоїдами. Вимоги ДСТУ 4487:2015 задають рамку, а конкретизація показників для певної комерційної назви закріплюється у рецептурі/технічному описі підприємства. [26, 27, 29, 31]

Окиснювальна стабільність жирової фази переходить у фокус, коли виробник або знижує жирність (підвищуючи роль кисню, розчиненого у продукті), або змінює склад олій (наприклад, вводить омега-3-багаті компоненти), або прагне довшого строку придатності. Для майонезних продуктів додатково важливий бар'єр від світла та кисню (упаковка й деаерація), а також коректна антиокиснювальна стратегія рецептури. Саме тому в практиці якості для майонезних соусів дедалі частіше розділяють «стабільність емульсії» і «стабільність смаку під час зберігання», бо емульсія може не розшаровуватися, але втратити сенсорну прийнятність через прогірклість. [10, 16, 30]

Безпечність і мікробіологічні вимоги задаються загальним харчовим законодавством України (принципи безпечності, обов'язки оператора ринку, гігієнічні вимоги) та системним підходом НАССР, який інтегровано в логіку ISO 22000. Для майонезних соусів практично значущими є контроль сировини (особливо яєчних компонентів у традиційних рецептурах), санітарний стан обладнання, керована кислотність як фактор мікробіологічної стабільності та алерген-менеджмент. [2, 7, 8]

Маркування як елемент якості у майонезних соусах перестало бути «післятехнологічною» процедурою: воно прямо впливає на довіру, повторну купівлю і позиціонування продукту (легкий, пісний, рослинний, збагачений тощо). Закон України про інформацію для споживачів вимагає надання коректної інформації, а вимоги щодо виділення алергенів у переліку інгредієнтів є принципово важливими для цієї категорії. [3]

Отже, споживчі тренди на українському ринку майонезних соусів у 2024–2025 рр. концентруються навколо «легших» формуляцій, рослинних/пісних варіантів, функціоналізації (зокрема через жирову фазу) та підвищеної вимогливості до прозорості маркування. Водночас вимоги до якості для цієї категорії слід трактувати як інтегровану систему: споживчо відчутні органолептичні властивості та відсутність розшарування мають бути забезпечені технологією емульгування і стабілізації, а безпечність, стабільність при зберіганні та коректне інформування споживача — відповідністю стандартам і законодавству та впровадженням HACCP/ISO-підходів у виробництві. [5, 7]

1.3. Науково-технічні передумови удосконалення емульсійних соусів

Науково-технічні передумови удосконалення емульсійних (майонезних) соусів ґрунтуються на сучасних уявленнях про майонезні системи як про висококонцентровані емульсії типу «олія-у-воді», у яких якість і стабільність визначаються одночасно дисперсністю жирової фази, властивостями міжфазного шару та реологією водної матриці. Емульсійний продукт цього типу є багаторівневою колоїдною структурою: краплі олії виступають дисперсною фазою, межа «олія–вода» містить адсорбований шар емульгаторів і білкових компонентів, а безперервна фаза формується водою, кислотами, солями, цукрами та полімерними структуроутворювачами. Стійкість такої системи порушується через характерні механізми дестабілізації — флокуляцію та коалесценцію крапель, кремування, а за певних умов і дозрівання Оствальда; отже, будь-яке технологічне удосконалення має розглядатися як інженерія процесів, що пригнічують ці явища через керування міжфазними та реологічними факторами. Загальні закономірності емульсійної стабільності та технологічні стратегії її підвищення системно узагальнені у сучасних оглядах із колоїдної науки та харчових емульсій. [10, 14, 15]

Ключовим параметром майонезних соусів є дисперсність жирової фази, оскільки зменшення середнього розміру крапель підвищує опір коалесценції та сприяє формуванню більш міцної просторової структури, що проявляється

у зростанні в'язкості та відчутті «кремовості». У прикладних дослідженнях показано, що інтенсивність емульгування разом із рецептурними рівнями компонентів, зокрема яєчного жовтка, суттєво впливає на середній діаметр крапель і текстурні характеристики майонезу: більш інтенсивна механічна обробка дає дрібнішу дисперсію та виразніші структурно-механічні властивості продукту. Саме ця закономірність лежить в основі процесних рішень удосконалення: оптимізація режимів високозсувного змішування, інлайн-емульгування або гомогенізації дозволяє стабілізувати якість партії та зменшити варіабельність консистенції. [10, 16]

Водночас стабільність майонезних соусів не зводиться лише до «дрібності крапель», оскільки міжфазний шар визначає, наскільки стійко краплі протистоять злипанню та зливанню. Класичний емульгатор майонезних соусів — яєчний жовток — є поліфункціональним через фосфоліпиди й білки, які адсорбуються на інтерфейсі та формують захисну плівку. Наукові дані узагальнюють, що ефективність емульгування жовтком істотно залежить від кислотності та іонної сили водної фази, адже ці параметри змінюють заряд і конформацію білкових фракцій, їхню здатність адсорбуватися та формувати стабілізаційні бар'єри. Сучасний огляд 2024 року підкреслює роль рН і солі як чинників, що визначають емульгувальні властивості жовтка та поведінку емульсій, а також показує, що технологічні впливи можуть цілеспрямовано модифікувати ці властивості. [10, 11, 20]

Для майонезних соусів зі зниженою жирністю особливо зростає значення водної матриці, оскільки при меншій частці жиру зменшується вклад дисперсної фази у формування структури, і стабільність дедалі більше залежить від в'язкопружних властивостей безперервної фази. Саме тому удосконалення таких продуктів часто реалізується через структуроутворення водної фази гідроколоїдами, крохмаллями або харчовими волокнами, що підвищують в'язкість, посилюють водоутримувальну здатність і знижують швидкість кремування. При цьому актуальним стає напрям «clean label», у межах якого виробник намагається забезпечити потрібну текстуру без

надмірного використання хімічно модифікованих інгредієнтів. Експериментальні дані підтверджують перспективність таких підходів: у дослідженні в **Food Hydrocolloids** (2023) показано, що мікрофібрильована целюлоза може виступати ефективним загусником у низькожирних майонезах і розглядатися як альтернатива модифікованому крохмалю без суттєвого погіршення сенсорної оцінки, що створює наукову основу для рецептурних удосконалень із збереженням «кремовості». [26, 27, 31]

Суттєвим драйвером удосконалення є й розвиток альтернативних емульгаторів у відповідь на попит на egg-free/рослинні продукти. Сучасні колоїдні підходи дозволяють замінювати яйце системами іншої природи, однак вони вимагають точного керування рН, солевим складом і реологією. Показано, що аквафаба може виступати функціональним компонентом для формування майонезоподібних емульсій з дрібнодисперсною структурою та прийнятною стабільністю при холодному зберіганні. Іншим перспективним напрямом є Pickering-емульсії, стабілізовані твердими частинками або білковими мікрогелями, у яких інтерфейс стає механічно більш «жорстким» і стійким до коалесценції. Робота Li et al. (2022) демонструє, що майонезоподібна Pickering-емульсія на мікрогелях горохового білка чутлива до типових майонезних інгредієнтів: сіль може збільшувати розмір крапель, тоді як цукор підвищує в'язкість, тобто стабільність і текстура в таких системах формуються керованим балансом рецептурних параметрів. Це підтверджує загальний висновок: перехід до рослинних емульгаторів можливий, але потребує більшого рівня технологічної дисципліни та наукового проектування рецептури. [17, 18, 19, 21]

Процесні інновації становлять ще одну науково-технічну передумову удосконалення, оскільки дозволяють досягати потрібної дисперсності та стабільності без радикальної зміни складу. Зокрема, ультрависокотиска гомогенізація (УНРН) у дослідженні Aganovic et al. (2018) застосовувалася для reduced-fat майонезу й забезпечувала структуру та реологію, наближену до повножирного аналога, що пояснюється дрібнішою та більш однорідною

дисперсією жиру. Також ультразвукова обробка в поєднанні з гідролоїдами розглядається як інструмент інтенсифікації диспергування і налаштування реологічних параметрів емульсії, що відкриває можливості для оптимізації консистенції та стабільності без надлишкового використання загусників. [10, 28]

Окремого наголосу потребує окиснювальна стабільність, яка часто стає «вузьким місцем» при удосконаленні майонезних соусів, особливо якщо удосконалення пов'язане із введенням омега-3-багатих олій або зі збільшенням реакційної поверхні через дрібнішу дисперсію. Класичні та сучасні джерела підкреслюють, що окиснення в емульсіях визначається не лише складом олії, а й властивостями інтерфейсу, локалізацією прооксидантів і антиоксидантів, наявністю іонів металів, а також доступом кисню; відповідно, ефективними є стратегії, що поєднують мінімізацію аерації, застосування антиоксидантів і хелаторів та правильне пакування, яке обмежує доступ світла й кисню. [10, 16, 30]

Таким чином, науково-технічні передумови удосконалення емульсійних (майонезних) соусів логічно зводяться до керованого впливу на взаємопов'язані параметри структури й процесу: формування ефективного міжфазного шару, забезпечення в'язкопружної водної матриці, досягнення оптимальної дисперсності жирової фази сучасними методами диспергування та гарантування окиснювальної стабільності впродовж зберігання. Сукупність наведених наукових результатів доводить, що найбільш результативні удосконалення реалізуються як поєднання рецептурних і процесних рішень із обов'язковою валідацією стабільності та сенсорної прийнятності готового продукту. [10, 26, 27]

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета роботи – виконати аналіз ринку майонезних соусів України, узагальнити класичну технологію виробництва та запропонувати можливі шляхи удосконалення.

Завдання роботи:

- провести ринковий аналіз асортименту та маркування майонезних соусів;
- описати класичну технологічну схему та визначити критичні параметри процесу;
- запропонувати удосконалення технології;
- сформувати програму контролю якості та підхід до оцінки стабільності;
- окреслити НАССР-логіку, економічні та екологічні аспекти впровадження.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва майонезного соусу.

Предмет дослідження – рецептурно-процесні чинники, що впливають на стабільність емульсії та реологію продукту.

Методи дослідження.

Використано аналіз літературних і нормативних джерел, узагальнення ринкових даних (ретейл-аудит), технологічний аналіз процесу, моделювання рецептур та підхід до лабораторного контролю якості (рН, кислотність, в'язкість, експрес-стабільність, сенсорика).

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1. Сировина і функціональна роль компонентів

Формування якості майонезного соусу визначається складом сировини та тим, як кожен компонент реалізує свою функцію в емульсійній системі типу «олія-у-воді». На відміну від багатьох інших соусів, де структура здебільшого створюється за рахунок термічної обробки або загущення водної фази, у майонезних соусах вирішальним є баланс між жировою фазою, емульгаторами та реологічними властивостями водної матриці. Саме тому підбір сировини повинен забезпечувати одночасно сенсорну «кремовість», фізичну стабільність емульсії, мікробіологічну безпечність і відтворюваність показників від партії до партії.

Основою жирової фази є рафіновані дезодоровані рослинні олії, які визначають енергетичну цінність, «тіло» та характерне відчуття жирності у роті, а також суттєво впливають на окиснювальну стабільність продукту. У класичних рецептурах переважає соняшникова олія, однак сучасні підходи до удосконалення передбачають використання сумішей олій (наприклад, ріпакова + лляна) для оптимізації жирнокислотного складу та підвищення частки омега-3, що вимагає паралельного посилення антиокиснювального захисту. У технологічному плані олія в майонезному соусі є дисперсною фазою, а отже її властивості — в'язкість, ступінь рафінації, вміст природних антиоксидантів і наявність домішок — впливають на формування крапельної дисперсії та стабільність під час зберігання.

Водна фаза формується водою питної якості та розчиненими низькомолекулярними компонентами, які задають смак і одночасно визначають середовище для роботи емульгатора. До таких компонентів належать кухонна сіль, цукор, кислотоутворювачі (оцет або харчові органічні кислоти), інколи — пряно-ароматичні добавки. Вода виконує роль безперервної фази та «носія» смакових компонентів, а її жорсткість і наявність іонів можуть змінювати перебіг гідратації гідроколоїдів і стабільність емульсії, тому в промисловості важливо контролювати параметри води. Сіль

підсилює смак і регулює іонну силу системи; з технологічного погляду це може впливати на заряд білкових фракцій емульгатора і їхню здатність стабілізувати інтерфейс. Цукор, окрім смакового балансу, зменшує різкість кислотності та певною мірою підвищує в'язкість водної фази, що позитивно впливає на стабільність. Кислотність є принципово важливою для майонезних соусів: оцет (оцтова кислота) або лимонна/молочна кислота задають характерний смак, регулюють рН і виступають бар'єрним фактором мікробіологічної стійкості, тому контроль рН належить до ключових технологічних параметрів.

Емульгатор у класичному майонезному соусі найчастіше представлений яєчним жовтком або продуктами його переробки (яєчний порошок, пастеризований меланж), інколи — у поєднанні з гірчицею. Яєчні компоненти містять фосфоліпиди й білки, здатні адсорбуватися на межі «олія–вода» і формувати міцний міжфазний шар, який запобігає коалесценції крапель і забезпечує «кремову» текстуру. Гірчиця виконує подвійну роль: вона надає характерний смак і водночас містить природні поверхнево-активні речовини та слизисті полісахариди, які підсилюють емульгування та стабілізують водну матрицю. У технології важливо враховувати, що емульгувальна здатність яєчних компонентів залежить від рН та іонної сили, тому взаємодія емульгатора з сіллю й кислотами повинна бути передбачена рецептурою.

Стабілізатори та структуроутворювачі (загусники) застосовуються для формування потрібної консистенції, особливо у майонезних соусах зі зниженою жирністю, де зменшення об'єму дисперсної фази потребує «компенсації» за рахунок в'язкопружної водної матриці. У промислових рецептурах використовують ксантанову камедь, гуарову камедь, крохмалі (нативні або модифіковані), а також харчові волокна, які підвищують в'язкість, покращують водоутримувальну здатність та знижують ризик синерезису й розшарування. Функціонально ці компоненти виконують роль реологічних модифікаторів: забезпечують псевдопластичність, стабільне видавлювання з упаковки та «щільність» у роті без надлишкової жирності.

Вибір і дозування загусників є компромісом між фізичною стабільністю та сенсорикою, оскільки передозування може спричиняти «гумову» або «клейстерну» текстуру.

До допоміжних компонентів, що формують споживчі властивості та стабільність під час зберігання, належать спеції, ароматизатори, інколи — підсилювачі смаку, а також антиоксиданти і комплексоутворювачі (хелатори) у межах дозволеної практики. Спеції забезпечують індивідуалізацію продукту (часниковий, тартар, з зеленню тощо), однак можуть впливати на колір, кислотність і навіть на окиснювальні процеси (через наявність природних антиоксидантів або, навпаки, каталізаторів окиснення у вигляді слідів металів). Антиоксиданти (наприклад, токофероли, екстракти розмарину) стабілізують жирову фазу і сповільнюють появу прогірклості, що особливо актуально при використанні олій із високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Хелатори у водній фазі зменшують каталіз окиснення іонами Fe/Cu, що знижує ризик погіршення смаку під час зберігання. Технологічно доцільним є також мінімізація аерації при змішуванні й застосування деаерації перед фасуванням, оскільки кисень у продукті є одним із ключових факторів прискорення окиснення.

Таким чином, сировина майонезного соусу повинна розглядатися як функціональна система, де жирова фаза забезпечує сенсорну повноту, емульгатор формує стійкий міжфазний бар'єр, водна фаза задає смаковий баланс і бар'єрні властивості через рН, а стабілізатори формують реологічний каркас і забезпечують стабільність при зберіганні. Раціональний підбір компонентів і керування їх взаємодією є основою технологічної надійності майонезних соусів та ключовою передумовою для подальших удосконалень рецептури, зокрема у напрямі оптимізації жирнокислотного складу, зниження калорійності або створення рослинних egg-free продуктів.

3.2. Процесні зміни у технологічній схемі

Ключова ідея удосконалення: зберегти базову схему виробництва майонезного соусу, але додати процесні бар'єри проти окиснення, оскільки омега-3-багаті олії є більш чутливими до кисню, світла та підвищених температур.

Підготовка водної фази, емульгування та корекція кислотності здійснюються за класичною схемою. Зміни стосуються підготовки жирової фази, режимів внесення олії та етапу деаерації:

1) Підготовка жирової фази: ріпакову та лляну олії попередньо змішують у закритій ємності до однорідності, мінімізуючи контакт із повітрям та тривалість перемішування; за потреби антиоксидант додають саме на цьому етапі.

2) Дозоване введення олії: бленд вводять рівномірно (тонким струменем або насосом-дозатором), уникаючи «залпового» внесення, що підвищує ризик зриву емульсії та аерації.

3) Контроль аерації та деаерація: після гомогенізації рекомендується провести деаерацію (вакуум 2–5 хв або «тихе» перемішування на низьких обертах) для зменшення вмісту розчиненого/захопленого кисню та підвищення стабільності під час зберігання.

4) Температурний режим: під час інтенсивного диспергування необхідно контролювати нагрівання продукту; надлишковий нагрів прискорює окиснення та може погіршувати реологічні властивості емульсії.

Застосування лляної олії у складі жирової фази підвищує ризик окиснення, тому удосконалення технології повинно супроводжуватися комплексом заходів антиокиснювального захисту:

1) Рецептурний захист: використання антиоксидантів, сумісних з обраною концепцією продукту (наприклад, токофероли; екстракти прянощів), та за потреби компонентів, що знижують каталіз окиснення слідами металів у водній фазі.

2) Процесний захист: мінімізація аерації на змішуванні, деаерація перед фасуванням, скорочення часу контакту продукту з повітрям, чистота обладнання (залишки старого жиру та мийних засобів можуть погіршувати стабільність).

3) Пакування та зберігання: рекомендовано застосовувати тару з кращими бар'єрними властивостями щодо кисню та світла (непрозора/ламінована), а також уникати підвищених температур у ланцюгу постачання.

Для підтвердження ефективності удосконалення необхідно, окрім стандартних показників (рН, консистенція, стабільність емульсії), контролювати окиснювальну стабільність жиру в продукті: пероксидне число, р-анізидинове число (за наявності методики) та сенсорні маркери прогірклості у динаміці зберігання.

Впровадження ріпаково-ляного омега-3-бленду очікувано забезпечує:

- підвищення частки ALA (омега-3) у жировій фазі та можливість позиціонування продукту як соусу з підвищеною нутріційною цінністю;
- збереження «класичного» смаку та кремової текстури при виборі помірної частки ляної олії (20%);
- керовану стабільність емульсії за умови рівномірного внесення олії, достатньої інтенсивності диспергування та обов'язкового контролю аерації;
- зниження ризику прогірклості при застосуванні комплексного антиокиснювального захисту (процес + рецептура + пакування).

3.3. Продуктовий розрахунок

Для проектування виробництва прийнято випуск класичного майонезного соусу емульсійного типу з масовою часткою жиру 50%. Як удосконалення жирової фази передбачено заміну соняшникової олії на купаж ріпакової та ляної олій у співвідношенні 80:20 (від маси жиру). Розрахунки виконано для добової продуктивності 2,7 т готової продукції.

Проектна рецептура на 1000 кг готового продукту (50% жиру) подана в таблиці (кг/т):

Таблиця 1

Проектна рецептура на 1000 кг готового продукту (50% жиру)

Компонент	Кількість, кг/т	Примітка
Олія (усього)	500,0	у т.ч. ріпакова 400,0; лляна 100,0
Вода питна	355,0	
Яечний порошок	20,0	
Гірчичний порошок	8,0	
Цукор	25,0	
Сіль кухонна	12,0	
Оцет столовий 9%	70,0	
Крохмаль модифікований	8,0	
Ксантанова камедь	1,0	
Бензоат натрію	0,2	
Сорбат калію	0,2	
Лимонна кислота	0,4	
Ароматизатор/екстракти	0,2	

Добова продуктивність за готовим продуктом становить 2700 кг/добу. Для компенсації технологічних втрат (залишки у трубопроводах, апаратах, під час фасування тощо) застосовано коефіцієнт $K_1 = 1,011$. Добову потребу в сировині розраховано за формулою:

$$X_{i, \text{доб}} = M_{i, 1\text{т}} \times 2,7 \times K_1,$$

де $M_{i, 1\text{т}}$ — витрата компонента за рецептурою на 1 т продукту; $K_1 = 1,011$.

Оскільки $2,7 \times 1,011 = 2,7297$, множник перерахунку становить 2,7297.

Таблиця 2

Проектна рецептура на 2700 кг готового продукту (50% жиру)

Компонент	Потреба, кг/добу (з урахуванням втрат)
Олія ріпакова	1091,88
Олія лляна	272,97
Вода питна	969,04
Яечний порошок	54,59
Гірчичний порошок	21,84

Цукор	68,24
Сіль кухонна	32,76
Оцет столовий 9%	191,08
Крохмаль модифікований	21,84
Ксантанова камедь	2,73
Бензоат натрію	0,55
Сорбат калію	0,55
Лимонна кислота	1,09
Ароматизатор/екстракти	0,55

За роботи в 1 зміну тривалістю 8 год середня продуктивність за готовим продуктом становить:

$$G_{\text{год}} = 2700 / 8 = 337,5 \text{ кг/год.}$$

З урахуванням коефіцієнта втрат за сировиною ($K_1 = 1,011$) середня подача сировини становить:

$$G_{\text{год(сир)}} = 2700 \times 1,011 / 8 \approx 341,2 \text{ кг/год.}$$

Для забезпечення відтворюваності структури емульсії доцільно організувати процес партійно. Наприклад, за маси партії 450 кг за цикл за зміну отримують 6 партій.

Таблиця 3

Витрата компонентів на 1 партію 450 кг

Компонент	На партію 450 кг (без K_1), кг	На партію 450 кг (з K_1), кг
Олія ріпакова	180	181.98
Олія лляна	45	45.495
Вода питна	159.75	161.507
Ячний порошок	9	9.099
Гірчичний порошок	3.6	3.64
Цукор	11.25	11.374
Сіль кухонна	5.4	5.459
Оцет столовий 9%	31.5	31.846
Крохмаль модифікований	3.6	3.64
Ксантанова камедь	0.45	0.455
Бензоат натрію	0.09	0.091
Сорбат калію	0.09	0.091
Лимонна кислота	0.18	0.182
Ароматизатор/екстракти	0.09	0.091

Годинна та змінна (добова) витрата компонентів (з урахуванням К1)

Компонент	Витрата за годину (8 год/зміна), кг/год	Витрата за зміну (добу), кг
Олія ріпакова	136.485	1091.88
Олія лляна	34.121	272.97
Вода питна	121.13	969.043
Яєчний порошок	6.824	54.594
Гірчичний порошок	2.73	21.838
Цукор	8.53	68.242
Сіль кухонна	4.095	32.756
Оцет столовий 9%	23.885	191.079
Крохмаль модифікований	2.73	21.838
Ксантанова камедь	0.341	2.73
Бензоат натрію	0.068	0.546
Сорбат калію	0.068	0.546
Лимонна кислота	0.136	1.092
Ароматизатор/екстракти	0.068	0.546

Наведені розрахунки використовують для добового та змінного планування потреби в сировині, підбору місткості ємностей (олія, вода, оцет), а також для нормування дозування сухих компонентів і налаштування дозувальних вузлів лінії.

Заміна соняшникової олії на купаж ріпакової та лляної олій підвищує частку поліненасичених ω -3 жирних кислот у жировій фазі, але водночас підвищує чутливість до окиснювального псування. У зв'язку з цим у виробничому режимі доцільно мінімізувати аерацію під час змішування, застосовувати деаерацію перед фасуванням, забезпечувати контроль температури емульгування та використовувати бар'єрну тару, що обмежує доступ світла й кисню.

3.4. Апаратурно-технологічне забезпечення

Вихідні дані для проектування лінії: продуктивність за готовим продуктом становить 2700 кг/добу, режим роботи — 1 зміна тривалістю 8 год. Середня продуктивність у зміну складає 337.5 кг/год. Для технологічної організації процесу прийнято партійний режим з масою однієї партії 450 кг

(кількість партій за добу — 6). Удосконалення рецептури реалізується шляхом заміни соняшникової олії на купаж ріпакової та лляної (80:20 у складі жирової фази), що потребує підвищеної уваги до мінімізації аерації та контролю окиснювальної стабільності жирової фази.

Розрахунок об'єму партії виконано за наближеним припущенням густини продукту $\rho \approx 1.00$ кг/л. Тоді об'єм партії $V_{\text{парт}} \approx 450$ л. Для приготування емульсії доцільно застосувати вакуумний емульгатор-міксер номінальним об'ємом 600 л з робочим об'ємом близько 500 л; у цьому випадку заповнення становить приблизно 90% робочого об'єму, що забезпечує достатній запас для перемішування та вакуумування.

Тонке диспергування (доведення емульсії) рекомендується здійснювати інлайн високозсувним вузлом або колоїдним млином. Для проєкту прийнято продуктивність інлайн вузла 1500 кг/год, що забезпечує обробку однієї партії за $t \approx 18$ хв і перевищує необхідну годинну продуктивність 337.5 кг/год, тому достатньо 1 одиниці такого обладнання.

Для стабільної подачі на фасування передбачено буферну ємність об'ємом не менше $1,2 V_{\text{парт}}$, тобто приблизно 550 л (прийнято стандартний об'єм 550 л). Для добових запасів рідкої сировини обґрунтовано застосувати окремі ємності: для ріпакової олії приблизно 1500 л, для лляної — 400 л (з 20% резервом), а також бак підготовки води об'ємом 1200 л.

Фасування прийнято у пакети doу-pack масою нетто 0.4 кг. Добова потреба становить 6,750 пак./добу. За консервативної швидкості фасування 30 пак./хв (≈ 1800 пак./год) продуктивність фасування становить 720 кг/год, що перевищує потребу лінії. Потрібна тривалість фасування — 3.75 год. За ефективного фонду часу 6.8 год/зміну необхідна кількість фасувальних автоматів дорівнює 1.

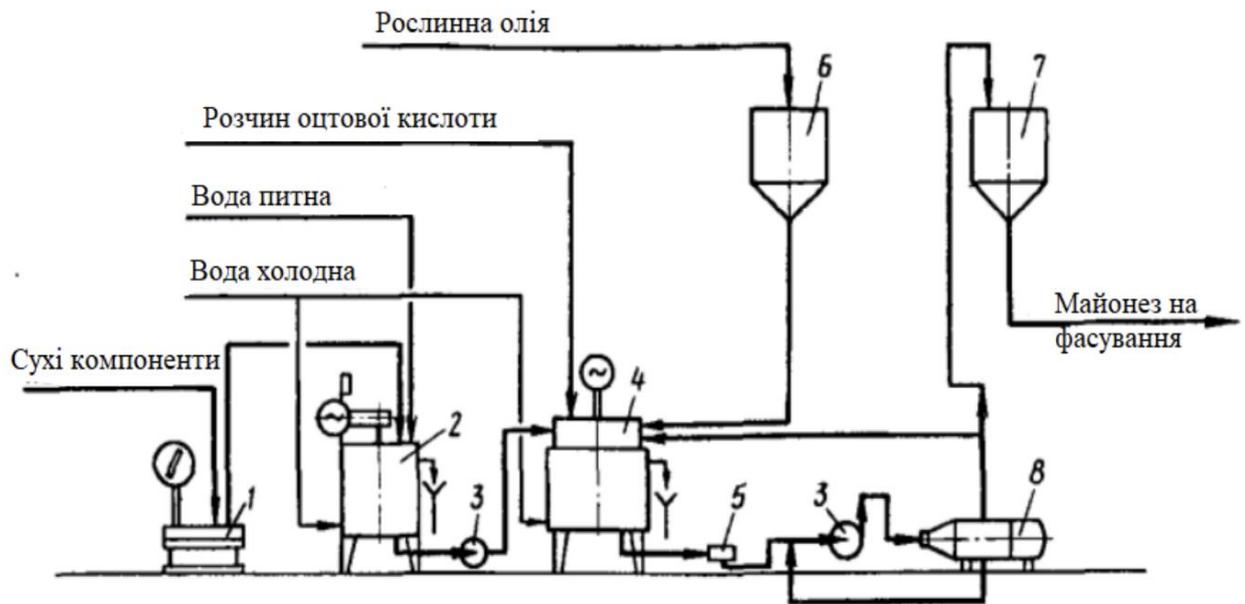


Рис. 1. Технологічна лінія виробництва майонезного соусу

Таблиця. 5

Підібране обладнання та кількість

№	Найменування	Тип/приклад	Основні характеристики	Розрахункова потреба	Прийнято	К-ть, шт.	Примітка
1	Ємність підготовки водної фази	Бак 1,0–1,5 м ³	V≈1200 л, мішалка, сорочка (за потреби)	V≥1200 л	1200 л	1	Підготовка води/розчинів
2	Ємність (добовий бак) ріпакової олії	Бак 1,5 м ³	V≈1500 л, санітарне виконання	V≥1500 л	1500 л	1	3 20% резервом
3	Ємність (добовий бак) лляної олії	Бак 0,5–0,8 м ³	V≈400 л, санітарне виконання	V≥400 л	400 л	1	3 20% резервом

4	Вакуумний емульгатор-міксер (основний апарат)	600 л, робочий 500 л	Робочий об'єм 500 л; вакуум; високошвидкісний гомогенізатор	6 парт./добу; $t_{ц} \approx 70$ хв	600/500 л	1	Формування емульсії, деаерація
5	Інлайн високозсувний змішувач / колоїдний млин	$P \approx 1500$ кг/год	Продуктивність 1500 кг/год	$Q_{год} = 37.5$ кг/год	1500 кг/год	1	Обробка партії за ≈ 18 хв
6	Буферна ємність перед фасуванням	Бак 0,8–1,2 м ³	$V \approx 550$ л, мішалка повільного типу	$V \geq 550$ л	550 л	1	Стабілізація подачі на фасування
7	Насос дозувальний для олії	Санітарний (шестеренний/мембранний)	Подача ≥ 900 кг/год (≈ 0.98 м ³ /год)	225 кг за 15 хв	≈ 1 м ³ /год	1	Кероване введення жиру
8	Насос для перекачування продукту	Лобовий/гвинтовий санітарний	Подача 2–5 м ³ /год, для в'язких продуктів	Подача на фасування	3 м ³ /год	1	Мінімальна деструкція структури
9	Насос рециркуляційний	Відцентровий санітарний	Подача 3–6 м ³ /год	Рециркуляція через інлайн вузол	4 м ³ /год	1	Для стабільного режиму диспергування
10	Фасувальний автомат dou-pack	30–80 пак./хв	Прийнято 30 пак./хв; 0.4 кг/пак	6,750 пак./добу	30 пак./хв	1	Тривалість фасування 3.75 год
11	CIP-станція	Мобільна/стаціонарна	2 баки 0,3–0,5 м ³ ;	Санітарія	Типова	1	Відповідність

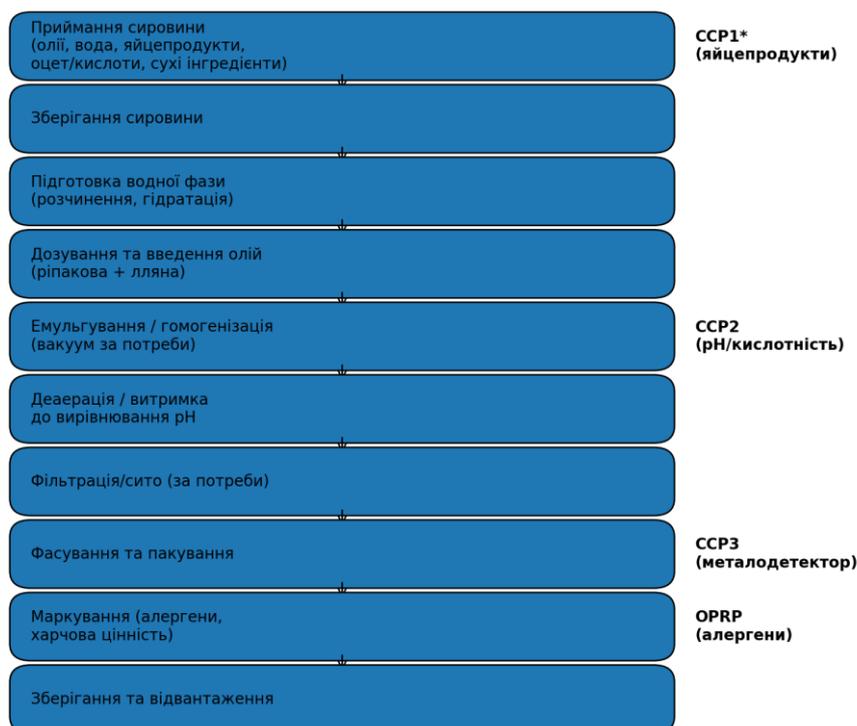
	(мийка на місці)		насос; підігрів (за потреби)	обладнання			гігієніч им вимогам
--	------------------	--	---------------------------------	------------	--	--	---------------------------

4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

У межах НАССР майонезні соуси розглядають як кислотні емульсійні продукти типу «олія-у-воді» без завершальної теплової стадії знезараження, тому керування мікробіологічними ризиками в значній мірі базується на (1) використанні безпечної сировини (особливо яйцепродуктів) та (2) коректній кислотифікації із досягненням рівноважного рН, що інгібує патогени. В оглядах щодо виживання *Salmonella* в майонезі підкреслюється визначальна роль рН; наведені дані вказують, що рН близько 4,0–4,1 є критичним для пригнічення росту/виживання *Salmonella* у майонезних системах.

У цій роботі як консервативну критичну межу для контролю мікробіологічної безпечності прийнято $\text{pH} \leq 4,1$ у готовому продукті (рівноважний рН), оскільки саме для цього діапазону в літературі наведено обґрунтування ефективного пригнічення/зниження чисельності патогенів у кислотних продуктах.

Технологічна блок-схема (із позначенням ККТ)



*ССР1 застосовується лише якщо використовують яйцепродукти; для пастеризованих інгредієнтів контроль часто виконується як ССР/OPRP.

Ідентифікація небезпек і визначення ККТ

Небезпеки класифіковано як біологічні (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, інші патогени/псувні мікроорганізми), хімічні (алергени, залишки мийних/дезінфікувальних засобів, міграція речовин з пакування) та фізичні (металеві включення, сторонні предмети). З урахуванням того, що продукт є високов'язкою емульсією та часто не піддається термічному знезараженню після змішування, найбільш значущими для ККТ є: безпечність яйцепродуктів (джерело *Salmonella*), досягнення критичного рН/кислотності (бар'єр росту патогенів) та контроль фізичних домішок через металодетекцію.

Таблиця 6

План HACCP: ККТ, критичні межі, моніторинг та коригувальні дії

ККТ	Небезпека	Критична межа	Моніторинг (що/як/частота)	Відповідальний	Коригувальні дії	Записи/верифікація
ККТ1: Приймання яйцепродуктів (за наявністю)	<i>Salmonella</i> spp. (біологічна)	Пастеризований продукт; наявність документів постачальника (СОА); температура транспортування/зберігання згідно специфікації	Перевірка СОА кожна партія; огляд тари; контроль температури при прийманні	Лаборант/комірник	Блокування партії; повернення постачальнику; посилений контроль наступних постачань	Журнали приймання; аудити постачальників; періодичні мікробіологічні випробування
ККТ2: Кислотифікація та контроль рН	Вживання/ріст патогенів; мікробіологічна стабільність (біологічна)	Рівноважний рН готового продукту $\leq 4,1$	Вимір рН кожної партії після емульгування та після короткої витримки/рециркуляції; рН-метр калібрують щозміни/за інструкцією	Майстер/лаборант	Зупинити фасування; корекція кислотності (додавання оцту/кислоти) з повторним виміром; при неможливості — утилізація/переробка за процедурою	Журнал рН; протоколи калібрування; верифікація: періодичні мікробіологічні аналізи, внутрішні аудити HACCP

ККТЗ: Метало детекція після фасування	Метале ві домішки и (фізична)	Справний металодетектор; тест-тіла (Fe/Non- Fe/SS) проходять згідно програми; відхилення — 100% відбракування	Перевірка тест-тілами на початку/в кінці зміни та кожні 2–4 год; автоматичний відвід браку	Оператор фасування/ контролер	Зупинка лінії; ізоляція продукції з моменту останньої успішної перевірки; повторний контроль; сервіс/калі брування	Журнал металодетекції; акти відбракування; планова верифікація та техобслуговування
------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Верифікація та валідація

Валідацію критичної межі рН виконують на основі наукових даних про інгібування патогенів у майонезних системах і/або внутрішніх досліджень стабільності. Верифікація плану HACCP включає: регулярний перегляд записів ККТ, калібрування вимірювальних приладів, планові мікробіологічні випробування (включно з *Salmonella* як індикатором ризику при використанні яйцепродуктів), внутрішні аудити та аналіз невідповідностей/скарг. Для удосконаленої рецептури (ріпакова+лляна олія) доцільно додатково контролювати показники окиснення (перекисне число, сенсорні ознаки прогіркості) як елемент управління якістю, хоча ці параметри зазвичай відносять до програм якості, а не до ККТ безпечності.

Отже, заміна соняшникової олії на суміш ріпакової та лляної є обґрунтованим напрямом удосконалення технології майонезних соусів з позицій підвищення вмісту омега-3 (ALA). Для промислового впровадження найбільш збалансованим доцільно вважати варіант 80% ріпакова + 20% лляна.

Екологізація виробництва

Екологізація виробництва майонезного соусу з масовою часткою жиру 50% на основі купажу ріпакової та лляної олій (80:20) доцільна як системний комплекс технологічних і організаційних рішень, спрямованих на зменшення споживання ресурсів і утворення забруднень без погіршення безпечності та якості емульсійного продукту; методологічно таку роботу логічно інтегрувати в систему екологічного управління за ДСТУ ISO 14001:2015, де екологічні

аспекти ідентифікують, ранжують за значущістю, задають цілі та показники, а далі забезпечують операційний контроль і постійне поліпшення.

Для майонезного виробництва ключовим є запобігання втратам сировини, оскільки саме брак і залишки продукту перед миттям перетворюються на підвищене навантаження на стічні води та відходи; у випадку купажу 80:20 екологічна ефективність прямо залежить від керування окиснювальною стабільністю лляної фракції, адже підвищена чутливість до окиснення збільшує ризик списань, тому екологізація включає вимоги до герметичного зберігання, захисту від світла, мінімізації контакту з киснем і суворого входного контролю якості жирової сировини, що узгоджується з тим, що майонезні емульсії виготовляють з олій і води та застосовують технологічно підготовлені олії як базу для стабільності продукту.

Енергетичний блок екологізації охоплює підвищення питомої енергоефективності процесів змішування та емульгування через оптимізацію режимів диспергування, застосування частотного керування приводами, зменшення непродуктивних простоїв, теплоізоляцію й, за можливості, рекуперацію тепла у допоміжних контурах, оскільки енерговитрати формують істотну частку непрямих викидів; водний блок є критичним через СІР-миття і формування стічних вод з емульгованими жирами та залишками мийних засобів, тому пріоритетом є запобігання забрудненню на джерелі шляхом максимально можливого вилучення продукту з обладнання до початку водного миття, розділення високо забруднених зливів та локальна попередня підготовка стоків (зокрема для вилучення жирів і стабілізації рН) перед скидом до систем централізованого водовідведення, причому вимоги до приймання стічних вод і порядок взаємодії зі стороною, що здійснює водовідведення, регламентуються національними правилами, затвердженими наказом Мінрегіону.

Відходи та пакування в межах екологізації розглядають за ієрархією управління відходами, коли першочерговими є запобігання утворенню та повторне використання, а далі сортування і передання на перероблення; для

майонезного соусу це означає мінімізацію дефектної тари, відокремлення пакувальних матеріалів за фракціями та оптимізацію пакувальних рішень з позицій перероблюваності при одночасному забезпеченні бар'єрного захисту продукту від кисню і світла, а загальні принципи та вимоги до організації поводження з відходами задає Закон України «Про управління відходами».

Завершальним елементом екологізації є моніторинг вимірюваних індикаторів, зокрема питомих витрат електроенергії та води на одиницю продукції, кількості й структури відходів, частки відсортованих/переданих на перероблення матеріалів, а також показників стічних вод і рівня браку як інтегрального маркера втрат ресурсів, що дозволяє перевести екологічні рішення з декларативної площини у керовану систему постійного поліпшення відповідно до логіки ISO 14001.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для економічного обґрунтування прийнято проектну потужність лінії 2700 кг готового продукту за добу при роботі в одну зміну тривалістю 8 год. Для урахування технологічних втрат у продуктовому розрахунку застосовано коефіцієнт $K1 = 1.011$, відповідно годинна потреба в сировині становить $G_{год(сир)} = 2700 \times 1.011 / 8 \approx 341.2$ кг/год. Річний випуск прийнято за 250 робочих днів і становить 675.0 т/рік.

Фасування прийнято у пакети типу doу-pack масою нетто 0,4 кг. Добовий обсяг фасування становить $2700 / 0,4 = 6750$ пак./добу; за номінальної швидкості 30 пак./хв тривалість фасування становить $6750 / 30 = 225$ хв (3,75 год), що відповідає потребі в одному фасувальному автоматі.

Таблиця 7

Розрахунок витрат сировини та матеріалів

Компонент	Витрата на 1 кг (з К1), кг	Потреба за добу, кг	Ціна, грн/кг	Вартість на 1 кг, грн	Вартість за добу, грн
Олія ріпакова	0.4044	1091.9	80.00	32.35	87,350
Олія лляна	0.1011	273.0	125.15	12.65	34,162
Вода питна	0.3589	969.0	0.50	0.18	485
Ячний порошок	0.0202	54.6	194.00	3.92	10,591
Гірчичний порошок	0.0081	21.8	66.75	0.54	1,458
Цукор	0.0253	68.2	30.37	0.77	2,073
Сіль кухонна	0.0121	32.8	12.00	0.15	393
Оцет 9%	0.0708	191.1	29.00	2.05	5,541
Крохмаль модифікований	0.0081	21.8	34.00	0.27	742
Ксантанова камедь	0.0010	2.7	550.00	0.56	1,501
Бензоат натрію	0.0002	0.5	82.00	0.02	45
Сорбат калію	0.0002	0.5	149.40	0.03	82
Лимонна кислота	0.0004	1.1	90.00	0.04	98
Ароматизатор/екстракти	0.0002	0.5	200.00	0.04	109

Сумарна вартість сировини та мікродобавок становить 53.57 грн на 1 кг готового продукту (з урахуванням втрат), що відповідає 53567 грн/т.

Таблиця 8

Змінні витрати, виробнича та повна собівартість

Стаття витрат	грн/кг	грн/т	Примітка
Сировина та мікродобавки	53.57	53,567	Розрахунок за рецептурою, з К1
Пакування doу-rack	15.00	15,000	6.00 грн/шт; 2,5 шт/кг
Вторинне пакування	1.50	1,500	Короби/групова тара
Електроенергія	0.60	600	0.10 кВт·год/кг; 6.00 грн/кВт·год
Вода та стоки (мийка, санітарія)	0.15	150	Умовно-змінні витрати
Допоміжні матеріали/санітарні засоби	0.25	250	СП, деззасоби

Інші змінні	0.50	500	Дрібні витрати
Разом змінні витрати	71.57	71,567	
Умовно-постійні витрати (зарплата, накладні, ремонт, амортизація)	6.40	6,404	Розподіл на річний обсяг
Повна собівартість	77.97	77,970	

За прийнятих умов повна виробнича собівартість становить 77.97 грн/кг або 77,970 грн/т. Домінуючими складовими собівартості є жирова фаза (ріпакова+лляна олії) та пакування.

Таблиця 9

Інвестиції в обладнання та амортизація

Стаття інвестицій	К-ть	Ціна, грн	Сума, грн
Вакуумний емульгатор-міксер 600 л (робочий 500 л)	1	1,200,000	1,200,000
Інлайн високозсувний змішувач/колоїдний млин (≈1500 кг/год)	1	250,000	250,000
Фасувальний автомат doypack (≈30 пак./хв)	1	364,000	364,000
СІР-станція	1	400,000	400,000
Ємності (вода, олії, буферна) у санітарному виконанні	1	300,000	300,000
Насоси (олія/продукт/рециркуляція) та арматура	1	150,000	150,000
Трубопроводи, монтаж, пусконаладження (укрупнено, 12%)	1	386,000	386,000
Оборотний капітал (запас сировини та пакування на 5-7 діб, укрупнено)	1	150,000	150,000

Загальні інвестиції за укрупненою оцінкою становлять 3.20 млн грн. Амортизаційні відрахування прийнято лінійним методом за строком служби 10 років, що відповідає 320,000 грн/рік.

Рентабельність і строк окупності

Для оцінки комерційної ефективності прийнято відпускну (оптову) ціну реалізації 95.00 грн/кг. При такій ціні прибуток на 1 кг становить 17.03 грн/кг, рентабельність продукції (прибуток/собівартість) — 21.8%. Річний прибуток до оподаткування за випуску 675.0 т/рік становить 11.49 млн грн, чистий прибуток (за ставки податку 18%) — 9.43 млн грн. Орієнтовний строк окупності інвестицій — 0.34 року.

ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі досягнуто поставленої мети — виконано аналіз ринку майонезних соусів України, узагальнено класичну технологію виробництва та обґрунтовано практичні шляхи її удосконалення з урахуванням споживчих трендів і вимог до стабільності емульсійних систем.

2. Визначено, що якість майонезного соусу як емульсії типу «олія у воді» найбільше залежить від дисперсності жирової фази, властивостей водної матриці, кислотності та рівня аерації під час змішування; отже, забезпечення стабільності потребує не лише коректної рецептури, а й дисципліни процесних режимів.

3. Як ключове удосконалення жирової фази запропоновано заміну 100% соняшникової олії на омега-3-бленд «ріпакова + лляна» (80:20), що підвищує нутріційну цінність продукту та створює підстави для конкурентного позиціонування за рахунок оптимізації жирнокислотного профілю.

4. Для проектування виробництва прийнято майонезний соус із масовою часткою жиру 50% та добовою продуктивністю 2,7 т/добу; наведено проектну рецептуру на 1000 кг і виконано перерахунок потреби в сировині з урахуванням технологічних втрат ($K_1 = 1,011$).

5. Розраховано добову потребу в основних компонентах (з урахуванням K_1), зокрема: ріпакова олія — 1091,88 кг/добу, лляна — 272,97 кг/добу, вода — 969,04 кг/добу, оцет 9% — 191,08 кг/добу та ін., що дозволяє планувати закупівлю, логістику та налаштування дозувальних вузлів лінії.

6. Обґрунтовано доцільність партійної організації процесу (приклад: партія 450 кг, 6 партій за зміну) як інструменту підвищення відтворюваності структури емульсії та стабільності показників якості між партіями.

7. Удосконалення технологічної схеми сформульовано як додавання антиокиснювальних «бар'єрів»: закрите змішування олій, дозоване внесення жирової фази, контроль аерації та деаерація перед фасуванням, контроль

температури під час інтенсивного диспергування, а також вимоги до пакування з кращими бар'єрними властивостями щодо кисню і світла.

8. Показано, що введення лляної олії підвищує ризик окиснювального псування, тому підтвердження ефективності удосконалення має включати контроль не лише рН/консистенції/стабільності емульсії, а й показників окиснення (пероксидне число, р-анізидинове число за наявності методики) та сенсорних маркерів прогірклості у динаміці зберігання.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для впровадження омега-3-бленду на виробництві передбачити окремий вузол підготовки жирової фази у закритій ємності (мінімізація контакту з повітрям) та регламентувати час/інтенсивність перемішування.

2. На етапі емульгування встановити технологічний регламент дозованого введення олії (тонкий струмінь або насос-дозатор) як обов'язкову вимогу для зниження аерації та ризику «зриву» емульсії.

3. Перед фасуванням застосовувати деаерацію (вакуум 2–5 хв або «тихе» перемішування на малих обертах) та закріпити це як критично важливий етап для підвищення стабільності під час зберігання.

4. Для підтвердження строку придатності запровадити план валідаційних випробувань: стабільність емульсії (прискорені тести), рН/кислотність, в'язкість/консистенція, а також контроль окиснювальної стабільності (пероксидне й р-анізидинове числа) та сенсорний моніторинг прогірклості в контрольних точках зберігання.

5. Для зменшення окиснювальних ризиків у ланцюгу постачання рекомендувати бар'єрну тару (світло- й киснебар'єр), а також регламентувати умови зберігання та транспортування (уникати підвищених температур), що безпосередньо впливають на стабільність смаку й аромату.

6. Як напрям подальшого розвитку асортименту доцільно на базі напрацьованої технологічної логіки опрацювати варіанти: (а) стабілізація у підході «clean label» з мінімізацією аерації; (б) зниження жирності з компенсацією текстури білком/інуліном/волокнами; (в) egg-free рецептура на основі рослинного білка та лецитину — із обов'язковою перевіркою стабільності емульсії та сенсорної прийнятності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахмач В., Пешук Л., Чернушенко О., Савченко А., Петренко С. Використання інноваційних технологій та компонентів у виробництві емульсійних продуктів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. 2022. № 1. С. 18–22.
2. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 771/97-ВР від 23.12.1997 (зі змін. і доп.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 20.12.2025).
3. 2. Закон України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» № 2639-VIII від 06.12.2018 (зі змін. і доп.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19> (дата звернення: 20.12.2025).
4. Закон України «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти...» № 2042-VIII від 18.05.2017 (зі змін. і доп.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19> (дата звернення: 20.12.2025).
5. ДСТУ 4487:2015. Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
6. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
7. ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. Geneva: ISO, 2018.
8. Codex Alimentarius Commission. General Principles of Food Hygiene. CXC 1-1969 (2023). Rome: FAO/WHO, 2023.
9. Codex Alimentarius Commission. General Standard for Food Additives. CXS 192-1995 (current edition). Rome: FAO/WHO.
10. McClements D. J. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

11. Hasenhuettl G. L., Hartel R. W. (eds.). *Food Emulsifiers and Their Applications*. 3rd ed. Cham: Springer, 2019.
12. Damodaran S., Parkin K. L. (eds.). *Fennema's Food Chemistry*. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.
13. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. *Food Chemistry*. 4th rev. ed. Berlin: Springer, 2009.
14. Walstra P. *Physical Chemistry of Foods*. New York: Marcel Dekker, 2003.
15. Friberg S. E., Larsson K., Sjöblom J. *Food Emulsions*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2004.
16. Depree J. A., Savage G. P. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*. 2001;12:157–163. DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00079-6.
17. Raikos V., Hayes H., Ni H. Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise. *International Journal of Food Science & Technology*. 2020;55(5):1935–1944. DOI: 10.1111/ijfs.14427.
18. Li S., Jiao B., Meng S., et al. Edible mayonnaise-like Pickering emulsion stabilized by pea protein isolate microgels. *Food Chemistry*. 2022;376:131866. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131866.
19. Pei Y., Zhang Y., Ding H., Li B., Yang J. Stability and rheological behavior of mayonnaise-like emulsion co-emulsified by konjac glucomannan and whey protein. *Foods*. 2023;12(15):2907. DOI: 10.3390/foods12152907.
20. Suhag R., et al. Egg yolk as a multifunctional emulsifier: factors influencing emulsification. *Applied Sciences*. 2024;14(21):9692. DOI: 10.3390/app14219692.
21. Shafique B., et al. Egg-free mayonnaise stabilized with aquafaba and gum tragacanth. *Molecules*. 2025;30:3511. DOI: 10.3390/molecules30173511.
22. ISO 3960:2017. *Animal and vegetable fats and oils — Determination of peroxide value*. Geneva: ISO, 2017.

23. ISO 660:2020. Animal and vegetable fats and oils — Determination of acid value and acidity. Geneva: ISO, 2020.
24. AOCS Official Method Cd 18-90. p-Anisidine Value. Champaign, IL: AOCS, 2005.
25. AOAC International. Official Methods of Analysis. 21st ed. Rockville, MD: AOAC International, 2019.
26. Phillips G. O., Williams P. A. Handbook of Hydrocolloids. 3rd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2021.
27. Rao M. A. Rheology of Fluid and Semisolid Foods. 3rd ed. New York: Springer, 2014.
28. Fellows P. Food Processing Technology. 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016.
29. Nikzade V., Tehrani M. M., Saadatmand-Tarzjan M. Effect of soy milk and stabilizer blends on low fat/low cholesterol mayonnaise. *Food Hydrocolloids*. 2012;28:344–352. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.12.023.
30. Alizadeh L., et al. Effects of tocopherol and rosemary essential oil on oxidative stability of mayonnaise. *Food Chemistry*. 2019;285:46–52. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.01.028.
31. Puligundla P., et al. Reduced-fat mayonnaise formulated with rice starch and gums. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015;27(6):463–468. DOI: 10.9755/ejfa.2015.04.081.