

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ОЧКОЛЯС ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА



УДК 637.238.4.055

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРШКОВОГО МАСЛА ПІДВИЩЕНОЇ
ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса — 2018

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису
Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування
України Міністерства освіти і науки України.

**Науковий
керівник**

– доктор технічних наук, професор
Лебська Тетяна Костянтинівна,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України, кафедра технології
м'ясних, рибних та морепродуктів, професор
кафедри.

**Офіційні
опоненти:**

– доктор технічних наук, професор
Ткаченко Наталія Андріївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології молочних, олійно-жирових
продуктів і косметики, завідувач кафедри;

– кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник
Боднарчук Оксана Василівна,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України,
відділу маслоробства та сироробства, головний
науковий співробітник.

Захист відбудеться **8 листопада 2018 року о 10³⁰ годині** на засіданні спеціалізованої вченої ради Д41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112, ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розіслано *5 жовтня 2018 року.*

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

доктор технічних наук, професор



Г. В. Крусір

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основним напрямом державної політики в галузі здорового харчування є підвищення життєвого рівня населення країни, запобігання розвитку хронічних і неспецифічних захворювань, задоволення потреб кожної людини в якісній та безпечній їжі для відновлення здоров'я, підтримання його на належному рівні та збереження генофонду української нації.

Деформація раціонів харчування в Україні призвела до низького споживання біологічно активних інгредієнтів (мінеральних речовин, складних вуглеводів, вітамінів та повноцінного білка), що обумовлює зниження загального опору організму людини несприятливим чинникам навколишнього середовища. Зокрема, в Україні та світі на сьогоднішній день однією з найважливіших проблем є дефіцит йоду та селену у щоденному харчовому раціоні людини. Одним із перспективних напрямів розв'язання цієї проблеми є гармонійне поєднання традиційних харчових продуктів із природними рослинними компонентами, які містять ці інгредієнти.

Вершкове масло відноситься до цінних щоденних харчових продуктів із привабливими смаковими властивостями. В Україні є власні сировинні ресурси для його виготовлення. Відомо, що молочний жир містить компоненти, які гальмують розвиток низки захворювань, у тому числі серцево-судинних та онкологічних.

Традиційною йодо- і селеновмісною сировиною є морські водорості: ламінарія, фукус, цистозіра та спіруліна, які характеризуються високою харчовою цінністю завдяки вмісту широкої гами макро- та мікроелементів (йод, селен, кальцій, калій та ін.), вітамінів (аскорбінова кислота, рибофлавін, тіамін), вуглеводів (клітковина). Окрім того, ці морські водорості унікально поєднують фізіологічну активність і широкий спектр технологічних властивостей.

При споживанні морських водоростей можливо задовольнити потреби організму в мінеральних речовинах, вітамінах; стимулювати функцію щитовидної залози, знизити рівень холестерину в крові, тобто використання йодовмісних добавок є одним із ефективних способів боротьби з йодо- і селенодефіцитними захворюваннями.

Теоретичні та практичні основи удосконалення технології вершкового масла пов'язані з такими вченими, як: Казанський М. М., Білоусов А. П., Грищенко А. Д., Вергелесов В. М., Твердохліб Г. В., Вишемірський Ф. А., Качераускіс Д. В., Гуляєв-Зайцев С. С., Рашевська Т. О., Ткаченко Н. А., Боднарчук О. В., Delange F., Milner J. A. та іншими. Однак існуючі технологічні рішення потребують подальшого розвитку відповідно до сучасного науково-технічного рівня молочної промисловості.

У зв'язку із вищевикладеним і враховуючи недостатність на продовольчому ринку України продуктів, збагачених йодом, селеном, іншими мікроелементами, вуглеводами та вітамінами, наукове обґрунтування й удосконалення технології вершкового масла з використанням морських водоростей сьогодні є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України за темами: «Розроблення та впровадження ресурсозаощадних біотехнологій виробництва сирів та ферментованих

молочних продуктів» (ДР № 0113U003852) та «Наукові основи створення комплексу технологій виробництва продуктів для дитячого і дієтичного харчування» (ДР № 0117U003967).

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи — удосконалення технології вершкового масла з використанням морських водоростей для розширення асортименту вершкового масла підвищеної харчової цінності.

Для досягнення поставленої мети визначено та вирішено такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан сировинної бази молочної галузі, інноваційні розробки вітчизняних і закордонних вчених, визначити перспективні напрями розширення асортименту вершкового масла підвищеної харчової цінності;
- провести дослідження показників якості та безпечності молочної сировини, молочного жиру та морських водоростей;
- розробити технологію попередньої підготовки біологічно активних добавок морських водоростей до внесення у високожирні вершки;
- розробити рецептурний склад вершкового масла підвищеної харчової цінності методом математичного моделювання та удосконалити його технологію;
- дослідити харчову цінність та безпечність вершкового масла з морськими водоростями;
- встановити зміни структури та показників якості цільового продукту у процесі зберігання за різних температурних режимів і обґрунтувати граничний термін зберігання;
- розробити нормативну документацію на нові види вершкового масла з морськими водоростями, провести промислово апробацію удосконаленої технології продукту;
- визначити економічну ефективність від впровадження технології вершкового масла з морськими водоростями у виробництво.

Об'єкт дослідження – технологія вершкового масла з біологічно активними добавками морських водоростей.

Предмет дослідження – показники якості і безпечності молочної сировини та молочного жиру, морських водоростей, вершкового масла з біологічно активними добавками морських водоростей, їх зміни упродовж зберігання.

Методи досліджень – фізичні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні методи визначення якості сировини і готової продукції; методи планування експерименту і математичної обробки експериментальних результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень у дисертації

вперше:

- науково обґрунтовано доцільність збагачення вершкового масла морськими водоростями та визначено раціональну кількість добавок морських водоростей як джерела йоду, селену, вітамінів та харчових волокон;
- досліджено закономірності впливу різних способів подрібнення водоростей на структурно-механічні та органолептичні властивості вершкового масла підвищеної харчової цінності;

– доведено, що додавання до складу вершкового масла біологічно активних добавок морських водоростей дозволяє задовольнити не менше 10 % добової потреби людини в йоді, селені, кальції, калії, фосфорі та залізі;

– встановлено, що введення до складу вершкового масла порошка морських водоростей у кількості 3 – 4 % супроводжується антиокислювальною дією і гальмує пероксидне окиснення молочного жиру у два рази та гідроліз ліпідів у 0,7 разів;

набули подальшого розвитку:

- наукові підходи щодо розширення асортименту і поживних властивостей вершкового масла;

- закономірності змін показників якості вершкового масла з добавками біологічно активних речовин.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено рецептури й удосконалено технологію вершкового масла з морськими водоростями, які є джерелом біологічно активних речовин, що дозволило підвищити харчову цінність продукту.

Встановлено технологічні параметри попередньої підготовки морських водоростей, які зумовлюють високі органолептичні показники та рівномірне розподілення добавки по продукту.

Визначено параметри технологічного процесу, що забезпечують отримання заданих технологічних та високих органолептичних показників вершкового масла підвищеної харчової цінності.

Розроблено нормативну документацію ТУ У – 15.5-00499706-011:2016 «Масло вершкове збагачене порошком із морських водоростей» та технологічну інструкцію на його виготовлення.

Новизна прийнятих технологічних рішень захищена двома патентами на корисну модель № 2015 98485 та № 2015 98486.

Удосконалену технологію вершкового масла з морськими водоростями апробовано в умовах ТОВ «Брусилівський маслозавод» (сmt Брусилів, Житомирська обл.), що підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. Експериментальні дослідження з теми дисертаційної роботи, добір та аналіз даних літератури, статистична обробка, теоретичне обґрунтування одержаних результатів, їх описання та інтерпретація, підготовка матеріалів досліджень до публікації, розробка рекомендацій для виробництва і нормативної документації, промислова апробація розробленої технології вершкового масла підвищеної харчової цінності здійснені здобувачем особисто за методичної та наукової підтримки доктора технічних наук, професора Т.К. Лебської.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на: Міжнародній науково-технічній конференції «Иновации и современные технологии пищевых производств» (м. Владивосток, Російська Федерація, 2013 р.); III, IV, V, VI міжнародних науково-практичних конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2013–2016 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и

косметической промышленности» (м. Харків, 2014 р.); II Міжнародному водному форумі «Інтегроване управління водними ресурсами: дослідження, інновації, освіта» (м. Київ, 2014 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки, харчування здорової та хворої людини» (м. Кривий Ріг, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (м. Харків, 2016 р.).

Основні положення дисертаційної роботи викладено у 17 наукових працях, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 статті в інших наукових виданнях, 2 патенти України на корисну модель, тези 6 доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Робота викладена на 180 сторінках основного тексту, містить 31 рисунок (15 стор.), 38 таблиць (20 стор.), 9 додатків. Список використаних літературних джерел включає 236 найменувань, з яких 46 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** дисертації обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, їх апробацію, особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** «Сучасний стан та перспективи виробництва вершкового масла з наповнювачами в Україні» наведено результати огляду літературних джерел щодо стану і перспектив розвитку молочної галузі України, розглянуто динаміку виробництва молока, споживання молока та молочної продукції в Україні на душу населення, ринкові частки основних виробників на ринку вершкового масла в Україні та асортимент цієї продукції із наповнювачами. Теоретично обґрунтовано використання морських водоростей на основі аналізу даних їх харчової цінності для покращення органолептичних властивостей і збагачення вершкового масла йодом, селеном та іншими мінеральними інгредієнтами.

У **другому розділі** «Об'єкти, методи та методологія проведення досліджень» наведено програму організації аналітичних та експериментальних досліджень (рис. 1), характеристику об'єктів і методів проведення досліджень. В ході роботи використовували комплекс загальноприйнятих традиційних і спеціальних хімічних, фізичних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних методів аналізу. Всі отримані результати досліджень обробляли методами математичної статистики.

У **третьому розділі** «Якісна характеристика сировини та обґрунтування технологічних режимів для виробництва вершкового масла з морськими водоростями» наведена характеристика фізико-хімічних показників сировини для виробництва вершкового масла з морськими водоростями. Наведені результати фізико-хімічних і мікробіологічних показників молока та молочного жиру в

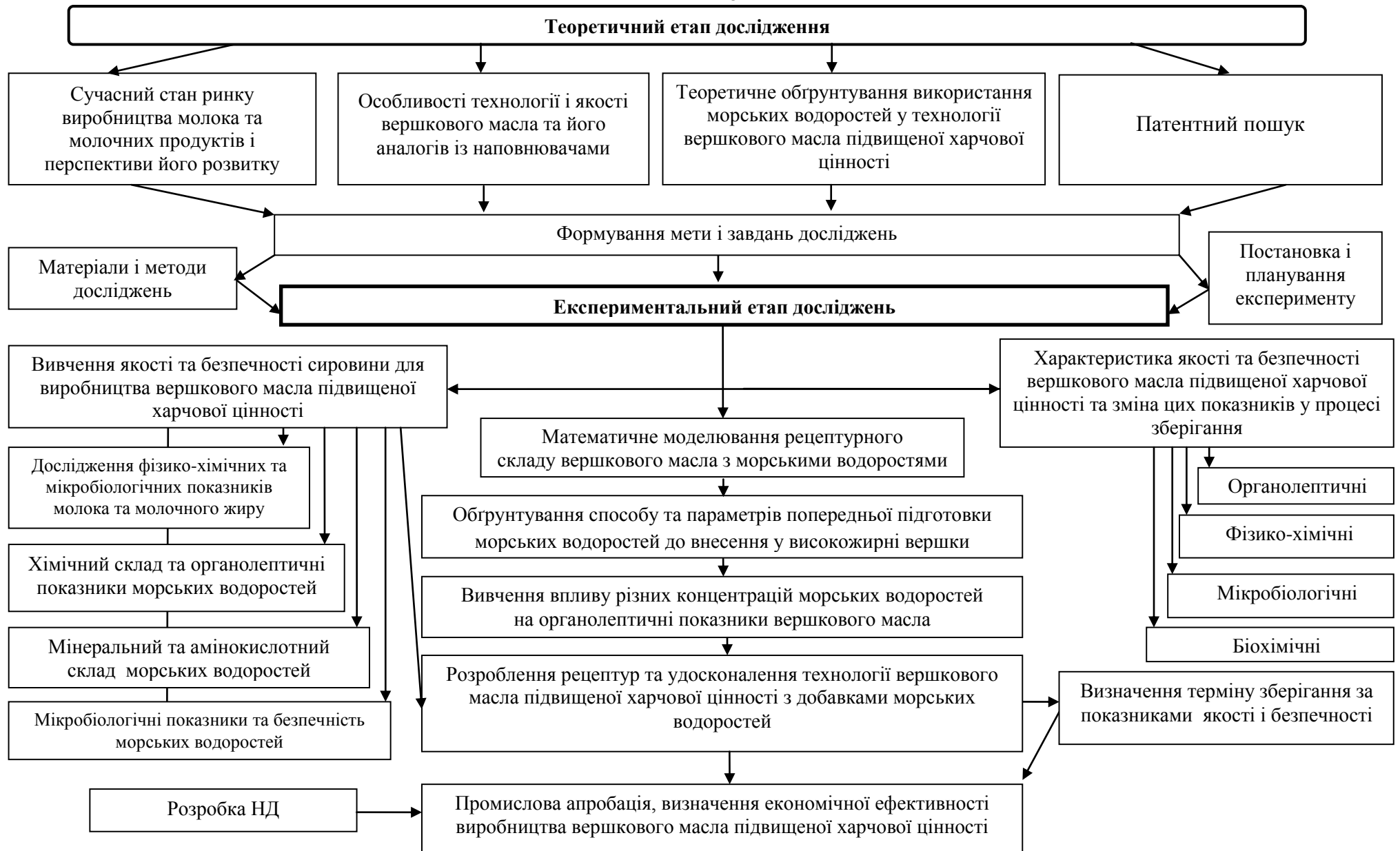


Рис. 1. Програма досліджень.

залежності від сезону року, які свідчать, що сировина відповідає нормам гатунків екстра та вищий, а молочний жир характеризується як чистий, молочний, без наявності рослинних жирів.

Морські водорості містять велику кількість мінеральних речовин, вуглеводів (клітковину), у меншій мірі — жир та білки (табл. 1). Використання обраних інгредієнтів у технології вершкового масла дає змогу отримати продукт підвищеної харчової цінності за рахунок внесення мікро-, макроелементів та вуглеводів.

Таблиця 1

**Хімічний склад біологічно активних добавок морських водоростей,
% від загального хімічного складу**

Показники	Найменування морських водоростей, %			
	ламінарія	фукус	спіруліна	цистозіра
Масова частка жиру	0,81 ± 0,03	3,1 ± 0,06	5,30 ± 0,02	1,30 ± 0,01
Вміст вологи	9,97 ± 0,11	10,08 ± 0,07	10,77 ± 0,09	10,8 ± 0,06
Масова частка сухих речовин, у т. ч.:	90,01 ± 0,15	89,10 ± 0,16	87,08 ± 0,16	89,10 ± 0,16
вуглеводи, у т. ч.	62,11 ± 0,03	61,92 ± 0,01	9,01 ± 0,02	64,34 ± 0,04
клітковина	5,9 ± 0,19	6,01 ± 0,20	5,44 ± 0,18	6,48 ± 0,15
загальний білок	6,71 ± 0,14	7,9 ± 0,11	55,47 ± 0,17	6,63 ± 0,09
Мінеральні речовини, у т. ч.:	21,2 ± 0,04	19,3 ± 0,07	22,6 ± 0,03	18,1 ± 0,05
йод	56,68 ± 2,23	65,45 ± 2,39	48,03 ± 1,81	25,59 ± 1,45
селен	5,41 ± 1,4	3,41 ± 1,2	7,2 ± 1,3	3,2 ± 1,5

Результати досліджень мінерального складу морських водоростей (табл. 2) показали, що морські водорості багаті йодом, селеном, калієм, кальцієм, фосфором та залізом.

Таблиця 2

Вміст мінеральних елементів в морських водоростях, мг/100 г

Найменування мінеральних елементів	Найменування морських водоростей			
	ламінарія	фукус	спіруліна	цистозіра
Макроелементи				
Калій	1340,3 ± 35,4	686,5 ± 25,3	774,4 ± 7,47	1006,0 ± 29,8
Кальцій	448,2 ± 15,6	295,9 ± 12,7	288,3 ± 11,2	354,1 ± 26,3
Магній	124,1 ± 11,5	144,5 ± 0,8	195,1 ± 12,9	875,1 ± 18,1
Фосфор	143,1 ± 8,6	134,1 ± 7,8	118,3 ± 9,41	125,59 ± 11,4
Мікроелементи				
Залізо	28,75 ± 0,52	6,56 ± 0,33	13,57 ± 0,57	7,65 ± 0,5
Йод	56,68 ± 2,23	65,45 ± 2,39	48,03 ± 1,81	25,59 ± 1,45
Селен	5,41 ± 1,4	3,41 ± 1,2	7,2 ± 1,3	3,2 ± 1,5

Гранулометричний склад біологічно активних добавок морських водоростей характеризувався неоднорідним фракційним складом (рис. 2), що спричиняло появу органолептичних вад (піщанистість, борошнистість) та нерівномірного розподілення добавки у продукті. Ці властивості водоростей зумовили необхідність їх подрібнення.

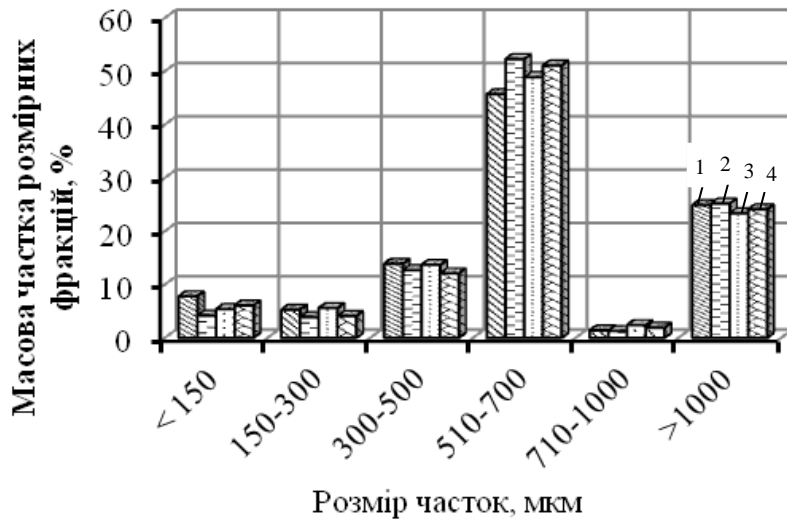


Рис. 2. Гранулометричний склад біологічно активних добавок морських водоростей за фракціями: 1 - ламінарія; 2 – фукус; 3 – спіруліна; 4 – цистозіра.

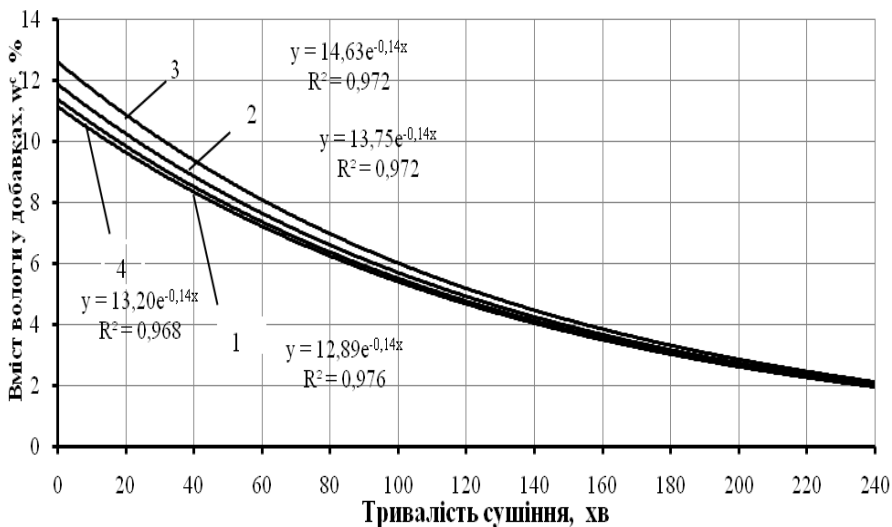


Рис. 3. Вплив тривалості сушіння на зміну масової частки води в морських водоростях: 1 - ламінарія; 2 – фукус; 3 – спіруліна; 4 - цистозіра

Отримання порошка з морських водоростей вологістю 9,97...10,80 % ускладнюється через утворення конгломератів, що, у свою чергу, призводить до втрат сировини. Для запобігання цьому запропоновано зменшити вологість морських водоростей (ламінарії, фукусу, спіруліни та цистозіри) до 3 ± 1 % шляхом підсушування в конвективній печі за $t = 40 \dots 45^\circ\text{C}$ (рис. 3).

У подальшому морські водорості подрібнювали до розміру частинок 15 ± 4 мкм. Подрібнення проводили за допомогою різних типів подрібнювачів: ріжучий, кульковий млинок та ударний (табл. 3). Найкращої якості обробленого матеріалу було досягнуто на кульковому млині. Однорідність отриманого порошка складала $99 \pm 0,7$, а дисперсність $15 \dots 19$ мкм.

Таблиця 3

Вплив різних типів подрібнювачів на однорідність та дисперсність біологічно активних добавок морських водоростей

№ досліду	Тип подрібнювача	Характеристика порошка морських водоростей	
		однорідність, %	дисперсність, мкм
1	Ріжучий	$96 \pm 0,2$	58 ± 2
2	Кульковий млинок	$99 \pm 0,7$	15 ± 4
3	Ударний	$92 \pm 1,0$	44 ± 2

Визначено сумісність вершкового масла з біологічно активними добавками морських водоростей за різних концентрацій останніх. Найвищу органолептичну оцінку отримали: вершкове масло з ламінарією та фукусом за вмісту водоростей 4 %, вершкове масло зі спіруліною та цистозірою у кількості 3,0 та 3,5 %, відповідно.

Критерії оптимізації, за якими здійснювалося комп'ютерне моделювання рецептурного складу вершкового масла, представлено на рис. 4.

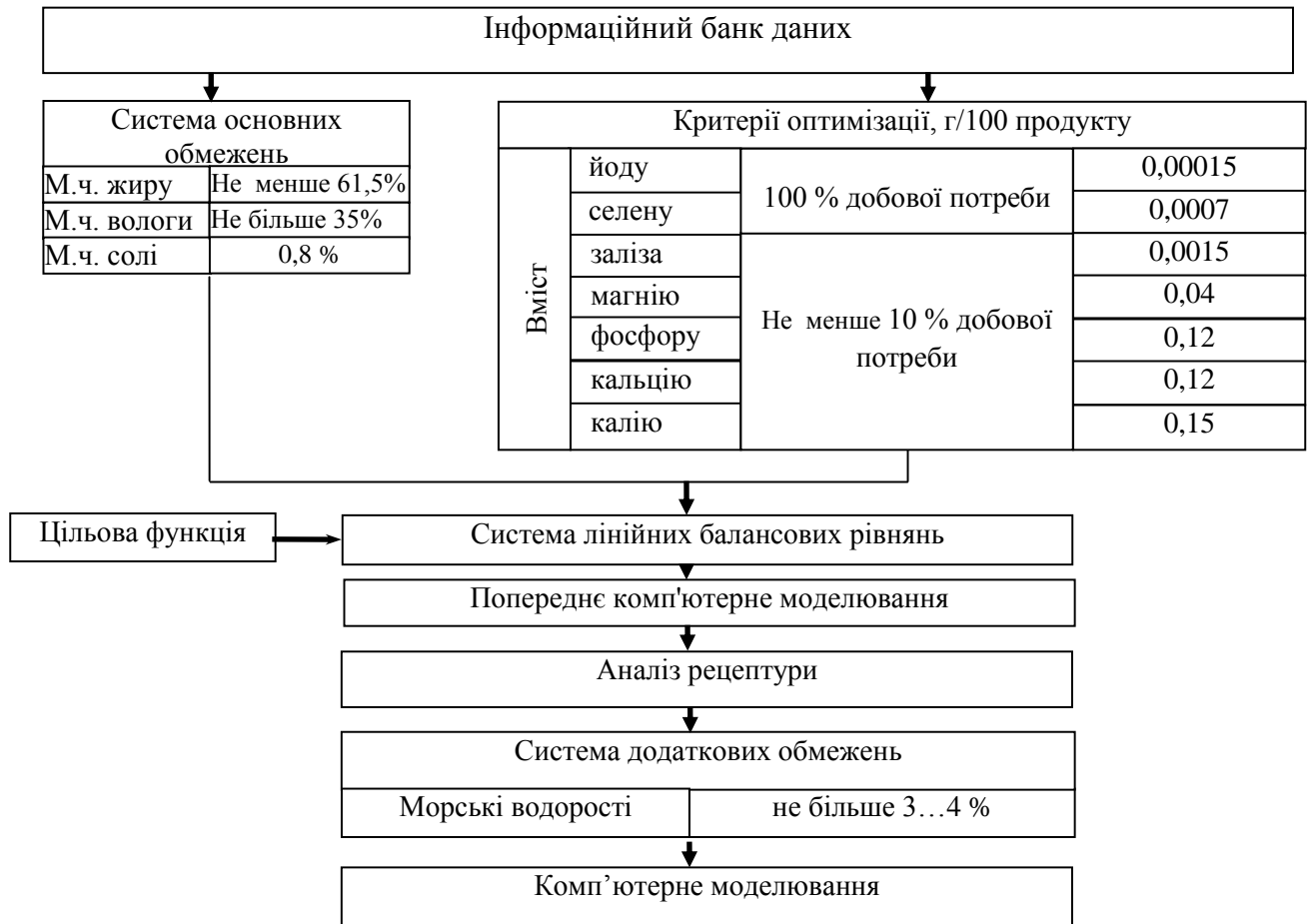


Рис. 4. Математичне моделювання рецептурного складу вершкового масла.

Рецептурний склад вершкового масла розроблено з використанням принципу харчової комбінаторики, в основу якої покладено якісний і кількісний підбір інгредієнтів, які в сукупності забезпечують вміст у вершковому маслі мінеральних речовин, наближений до вимог адекватного харчування, а також високі органолептичні властивості продукту. Оптиміальний рецептурний склад вершкового масла передбачав таку кількість добавок: ламінарія — 4 %; фукус — 4 %; спіруліна — 3 %; цистозіра — 3,5 %; 0,8 % солі та 95,2 ... 95,7% високожирних вершків з масовою часткою жиру 64,3...64,9 %.

На основі результатів досліджень та із врахуванням отриманих технологічних режимів попередньої підготовки морських водоростей, удосконалена технологія виробництва вершкового масла підвищеної харчової цінності, відмінність якої полягає у попередньому сушінні і подрібненні морських водоростей та внесенні їх в нормалізовані високожирні вершки (рис. 5, 6).

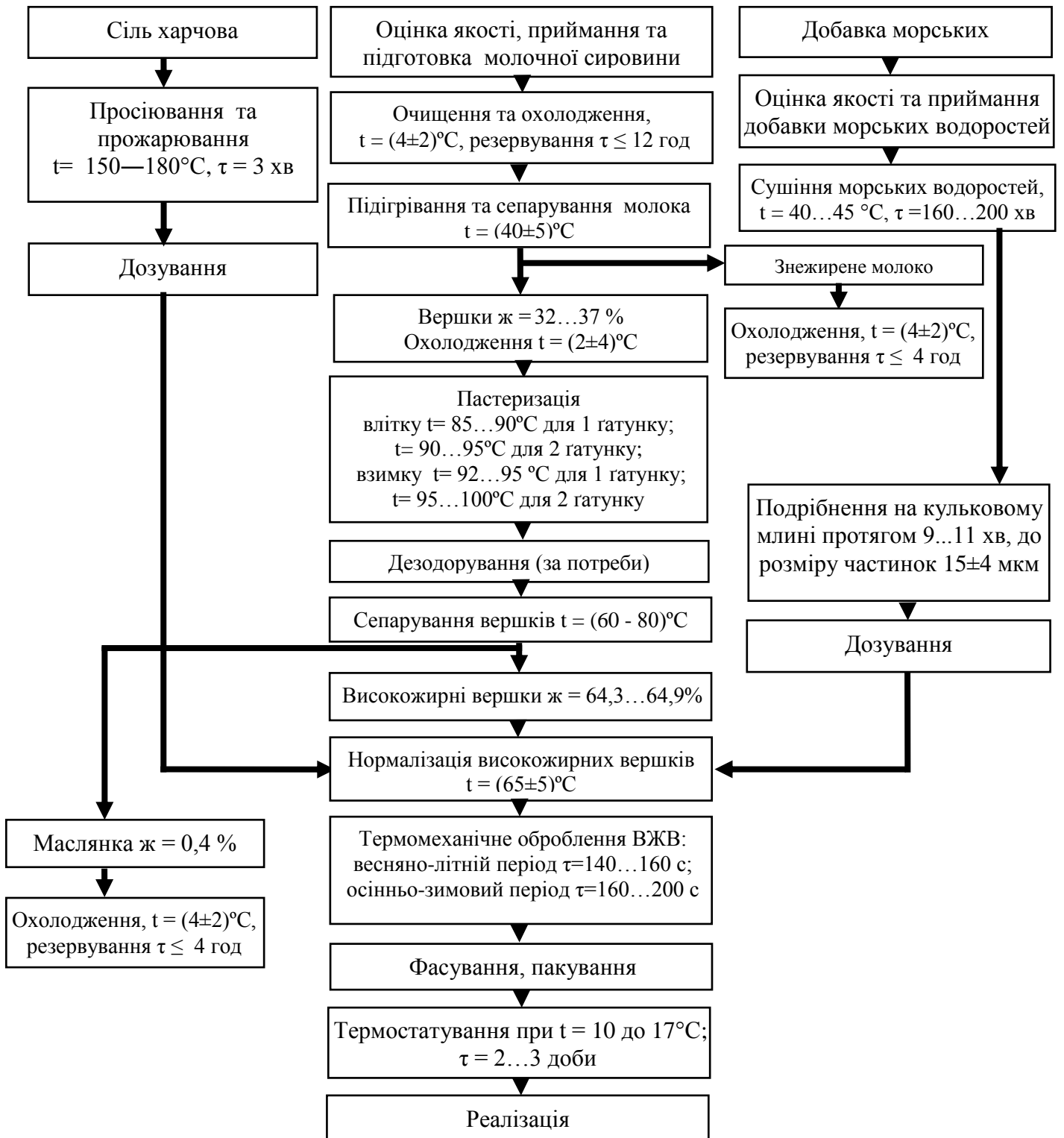


Рис. 5. Удосконалена технологічна схема виробництва вершкового масла з морськими водоростями.

У четвертому розділі «Характеристика споживчих властивостей вершкового масла з морськими водоростями і їх зміни під час зберігання» наведено результати досліджень харчової цінності вершкового масла з морськими водоростями за комплексом органолептичних, фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних показників.

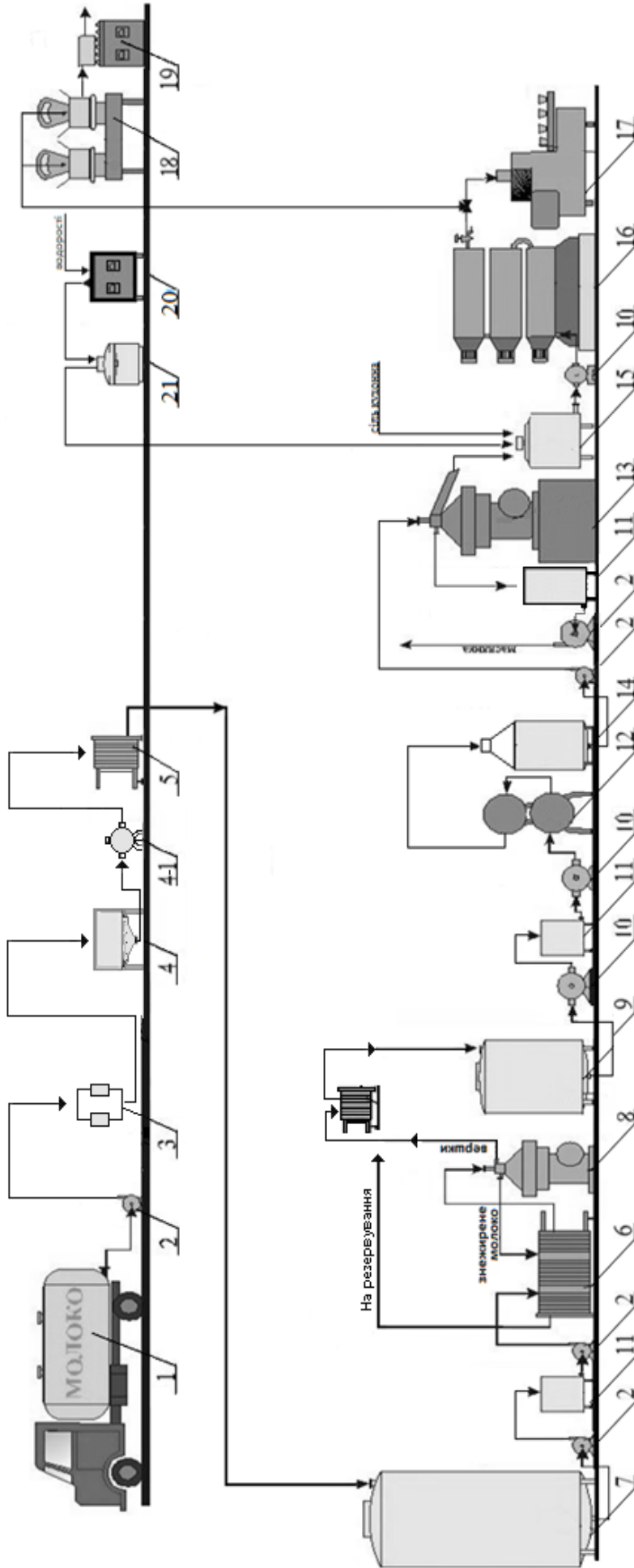


Рис. 6. Апаратурно-технологічна схема лінії виробництва вершкового масла з морськими водоростями способом перетворення високожирних вершків: 1 – автомолцистерна; 2 – насос; 3 – фільтр; 4 – насос; 4-1 – повітродікремлювач; 4-1 – лічильник; 5 – охолоджувач; 6 – пластинчатий пастеризатор; 7 – резервуар для молока; 8 – сепаратор-відділювач вершків; 9 – резервуар для вершків; 10 – насос для вершків; 11 – бак зрівнювальний; 12 – трубчатий пастеризатор; 13 – сепаратор для високожирних вершків; 14 – дезодоратор; 15 – ванна для нормалізації; 16 – маслотворювач циліндричний; 17 – автомат фасувальний; 18 – ваги для масла; 19 – стіл з рольгангом; 20 – конвективна піч; 21 – кульковий млинок.

За результатами органолептичної оцінки вершкове масло з ламінарією відмічено найвищим балом у порівнянні з контрольним зразком та іншими рецептурами (19,8 проти 18,5 у контролі, та 19,4 з фукусом і спіруліною, 19,3 з цистозірою) за рахунок формування нової гама смаку, запаху та консистенції.

За сенсорним аналізом методу створення флейвору розроблений гіпотетичний еталон, який відповідає вимогам цільової групи споживачів. Результати сенсорного аналізу за методом флейвора підтверджують, що вершкове масло з ламінарією та фукусом найбільш наближені до еталону смаковитості (рис. 7 – 10).

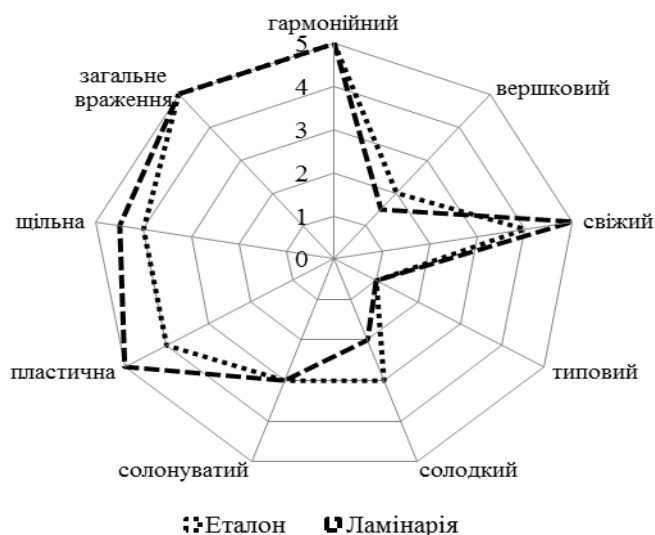


Рис. 7. Профілограма флейвору вершкового масла з ламінарією.

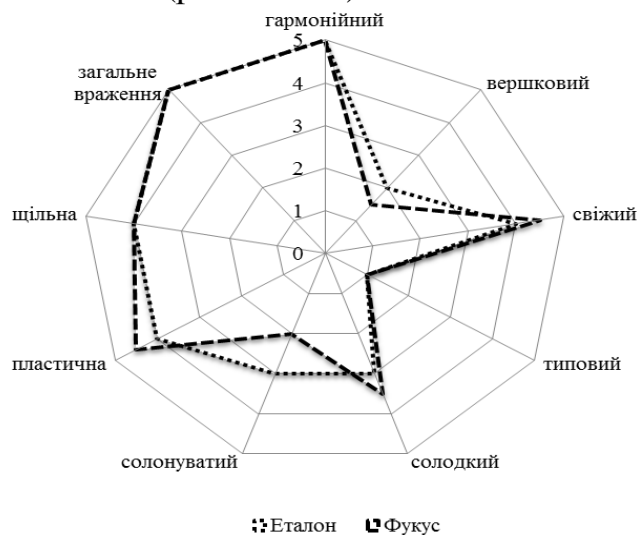


Рис. 8. Профілограма флейвору вершкового масла з фукусом.

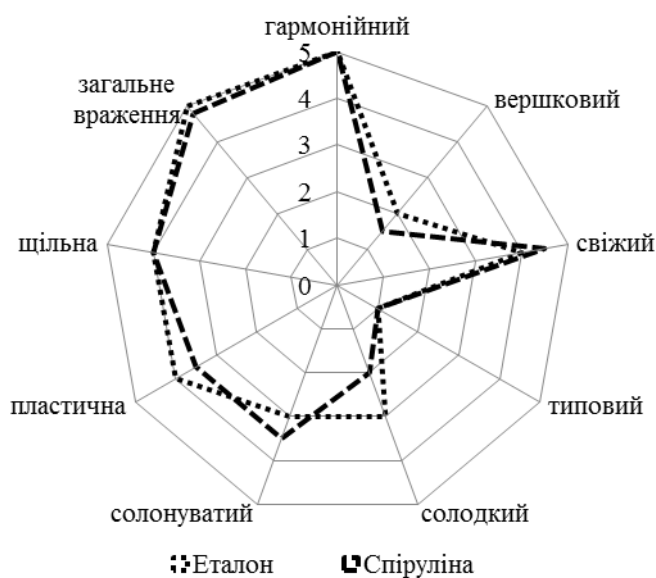


Рис. 9. Профілограма флейвору вершкового масла зі спіруліною.

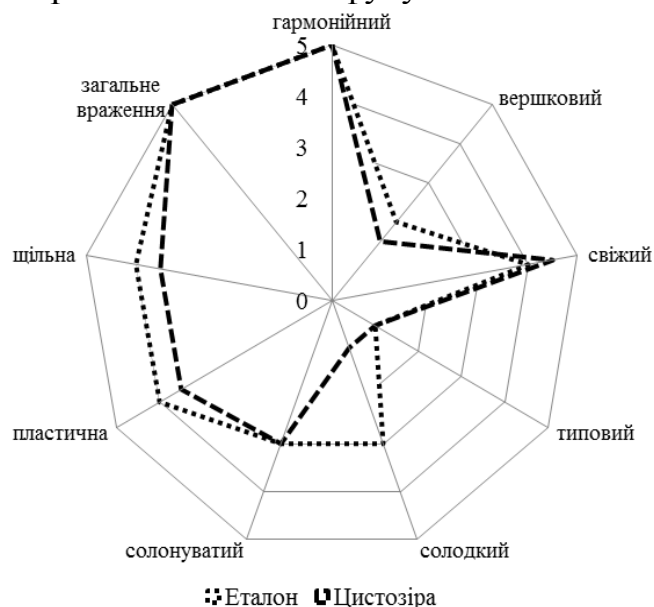


Рис. 10. Профілограма флейвору вершкового масла з цистозірою.

Хімічний склад експериментальних зразків відрізнявся від контрольного зразка вищим вмістом мінеральних речовин, присутністю у розроблених зразках клітковини та зміною вмісту вологи (табл. 4).

Порівняльна характеристика хімічного складу вершкового масла з добавками морських водоростей із контрольним зразком продукту

Зразки вершкового масла	Масова частка, %				
	жиру	вологи	сухі знежирені речовини	білка	мінеральних речовин
Контроль	63,17 ±0,05	32,50±0,03	5,0±0,02	0,73±0,04	0,40±0,04
Вершкове масло з ламінарією	63,50±0,02	30,10±0,02	6,40±0,03	0,98±0,02	2,04±0,02
Вершкове масло з фукусом	63,10±0,01	30,0±0,02	6,90±0,04	1,09±0,04	1,96±0,03
Вершкове масло з спіруліною	63,10±0,03	30,30±0,02	6,60±0,11	1,9±0,03	1,86±0,01
Вершкове масло з цистозірою	63,01±0,01	30,50±0,02	6,49±0,03	0,88±0,04	1,84±0,01

Дослідження фізико-хімічного складу, показало, що експериментальні зразки вершкового масла характеризуються високою харчовою цінністю за рахунок високого вмісту ліпідів та мінеральних речовин.

Масова частка мінеральних речовин перевищує їх кількість у контрольному зразку. Так у вершковому маслі з ламінарією вміст мінеральних речовин складав – 2,04%, з фукусом – 1,96 %, зі спіруліною – 1,86 %, з цистозірою – 1,84 %, а в контрольному зразку на частку мінеральних речовин припадало тільки 0,40 %.

Високий вміст мінеральних речовин у зразках вершкового масла з біологічно активними добавками та їх органолептична оцінка підтверджують доцільність внесення морських водоростей у даний продукт з метою збагачення його йодом, селеном, кальцієм, калієм, фосфором та залізом для отримання більш цінного і корисного продукту харчування (табл. 5).

Мінеральний склад вершкового масла з добавками морських водоростей

Мінеральні елементи	Контроль	Вершкове масло з			
		ламінарією	фукусом	спіруліною	цистозірою
Макроелементи					
Калій	15,53 ± 0,34	40,14 ± 0,93	25,59 ± 0,92	28,29 ± 0,45	37,98 ± 1,32
Кальцій	10,16 ± 0,21	19,91 ± 0,37	16,56 ± 0,60	14,18 ± 0,54	19,98 ± 1,16
Магній	0,52 ± 0,03	1,89 ± 0,08	1,76 ± 0,06	1,86 ± 0,09	1,56 ± 0,05
Фосфор	25,33 ± 0,20	47,71 ± 0,21	36,04 ± 0,24	37,32 ± 0,21	27,51 ± 0,20
Мікроелементи					
Залізо	0,026 ± 0,26	1,23 ± 0,013	1,07 ± 0,004	1,38 ± 0,07	1,59 ± 0,004
Йод	відсутні	3,32 ± 1,03	4,94 ± 1,05	3,63 ± 1,81	2,88 ± 1,45
Селен	відсутні	1,31 ± 1,02	1,02 ± 1,01	1,73 ± 1,3	0,6 ± 1,5

Вміст йоду та селену в розроблених зразках вершкового масла з морськими водоростями забезпечує добову потребу організму людини в у цих мікроелементах. Присутність йоду в дослідних зразках становить у: вершковому маслі з фукусом –

4,94 мг/100 г; зі спіруліною – 3,63 мг/100 г; з ламінарією – 3,32 мг/100 г; з цистозірою – 2,88 мг/100 г.

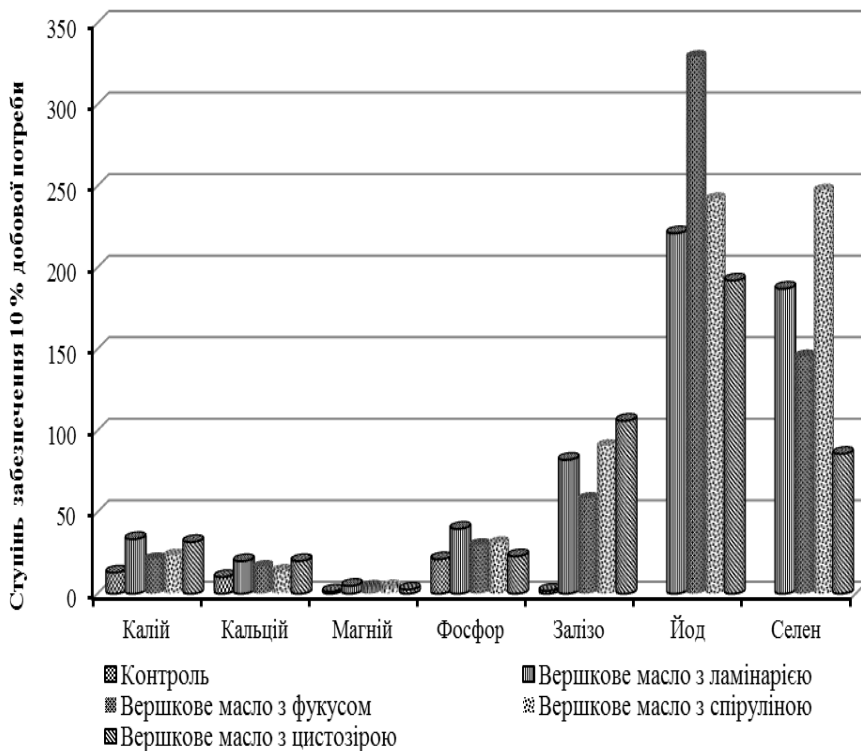


Рис. 11. Ступінь забезпечення 10% добової потреби людини у мікро- та макроелементах.

рова сітка, яка сприяє покращенню здатності структури масла зберігати форму за дії підвищених температур.

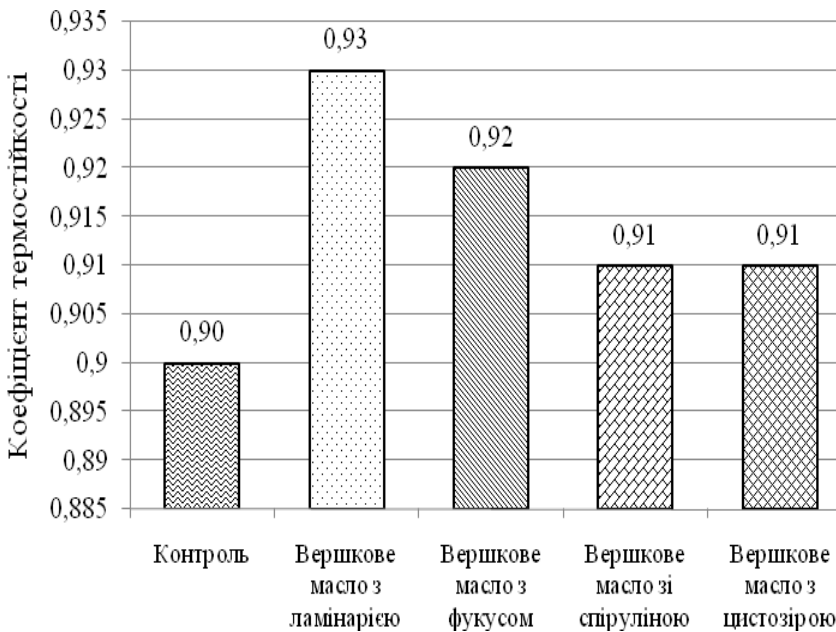


Рис. 12. Коефіцієнт термостійкості вершкового масла з морськими водоростями.

Селен присутній у всіх дослідних зразках та складає у вершковому маслі зі спіруліною – 1,73 мг/100 г; з ламінарією – 1,31 мг/100 г; з фукусом – 1,02 мг/100 г; з цистозірою – 0,6 мг/100 г.

З усіх мінеральних елементів вміст йоду, селену, калію, кальцію, фосфору та заліза перевищує 10% добової потреби від адекватного рівня споживання (рис. 11).

За показниками термостійкості (рис. 12) встановлено, що за рахунок взаємодії добавок і вершкового масла утворюється внутрішня просторова сітка, яка сприяє покращенню здатності структури масла зберігати форму за дії підвищених температур.

Зруйнована структура контрольного зразка вершкового масла відновлюється на 20...25%, у дослідних зразках – на 60%. Масло з морськими водоростями характеризується більшою твердістю та пластичністю, а його структура свідчить про виражений коагуляційний характер. Мікроструктура вершкового масла з морськими водоростями – це безперервна жирова фаза, що складається зі сполучених або зібраних разом дрібних грудочок жиру.

Волога дослідних зразків, на відміну від контрольного зразка, переміщується із загальної маси вершкового масла до частин порошка. Це свідчить, що на поверхні жирової кульки формуються полісахаридно-ліпідні прошарки, які гальмують коалесценцію крапель вологи.

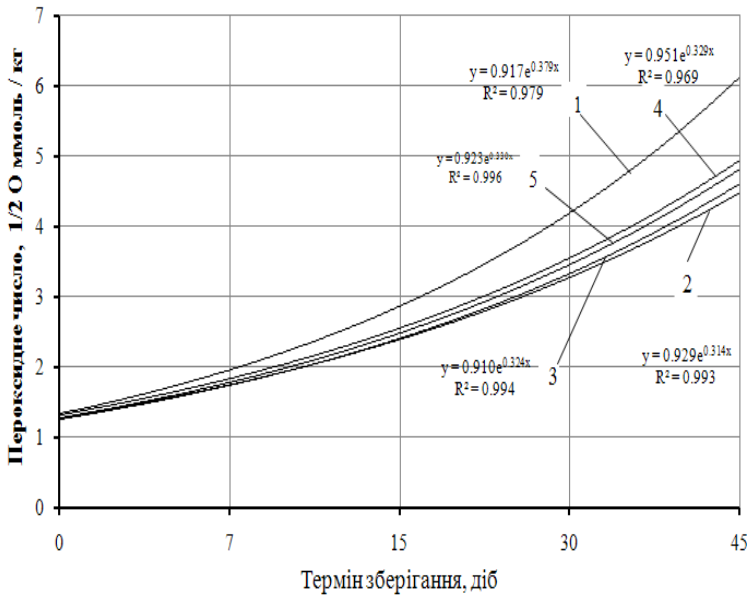


Рис. 13. Динаміка зміни пероксидного числа жиру під час зберігання вершкового масла при $t = (3 \pm 2)^\circ\text{C}$: 1 — контроль; 2 — вершкове масло з ламінарією; 3 — вершкове масло з фукусом; 4 — вершкове масло зі спіруліною; 5 — вершкове масло з цистозірюю.

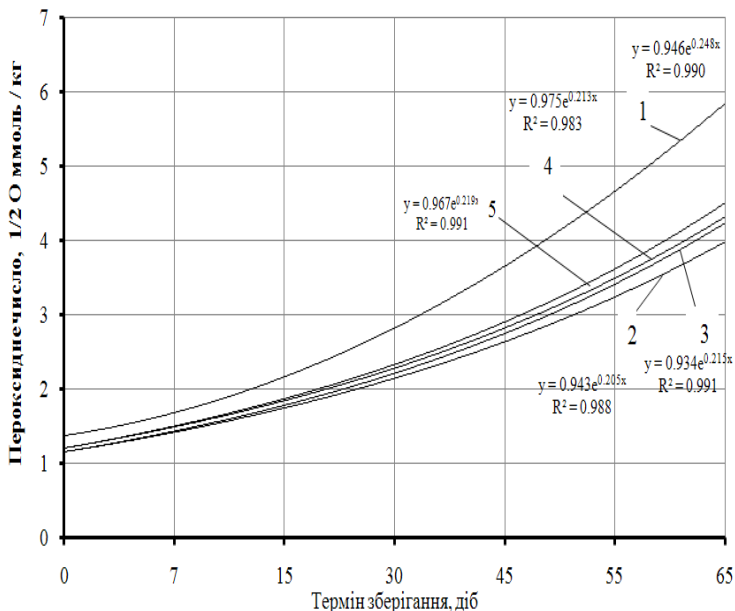


Рис. 14. Динаміка зміни пероксидного числа жиру під час зберігання вершкового масла при $t = -(7 \pm 2)^\circ\text{C}$: 1 — контроль; 2 — вершкове масло з ламінарією; 3 — вершкове масло з фукусом; 4 — вершкове масло зі спіруліною; 5 — вершкове масло з цистозірюю.

Жирнокислотний склад вершкового масла з морськими водоростями представлений 58,46...60,84 % насичених жирних кислот; 23,33 ... 27,61 % мононенасичених; 5,97 ... 6,32 % поліненасичених жирних кислот, в тому числі лінолевої — 5,4 ... 5,01 %; ліноленової — 0,69 ... 0,60 %; арахідонової — 0,31 ... 0,34 %.

Дослідження вітамінного складу нових продуктів показало збільшення на 2,54...21,6% у вершковому маслі з водоростями вітамінів: токоферолу, рибофлавіну та аскорбінової кислоти.

Вершкове масло — це продукт, який підлягає зберіганню. Зміни органолептичних показників вершкового масла з морськими водоростями під час зберігання при двох температурних режимах — $t = (3 \pm 2)^\circ\text{C}$ і $t = -(7 \pm 2)^\circ\text{C}$ — досліджували через 45 і 65 діб, відповідно, характеризувалися слабким невираженим смаком. Інші вади смаку і запаху, характерні для вершкового масла традиційних видів (слабкий окиснений і салистий), у ньому проявилися меншою мірою, внаслідок нівелювання їх виразністю використаних добавок — ламінарії, фукусу, спіруліни та цистозіри.

Процеси гідролізу і первинного окиснення жиру більш інтенсивно проходили у контрольному зразку вершкового масла, що дозволяє припустити участь сполук морських водоростей у блокуванні

процесу псування жиру (рис. 13 — 16).

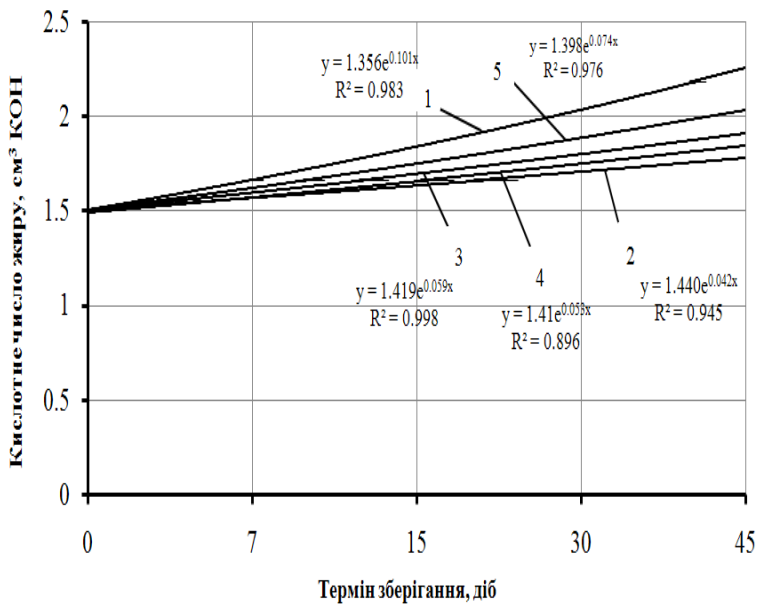


Рис. 15. Динаміка зміни кислотного числа жиру під час зберігання вершкового масла при $t = (3 \pm 2)^\circ\text{C}$: 1 — контроль; 2 — вершкове масло з ламінарією; 3 — вершкове масло з фукусом; 4 — вершкове масло зі спіруліною; 5 — вершкове масло з цистозірою.

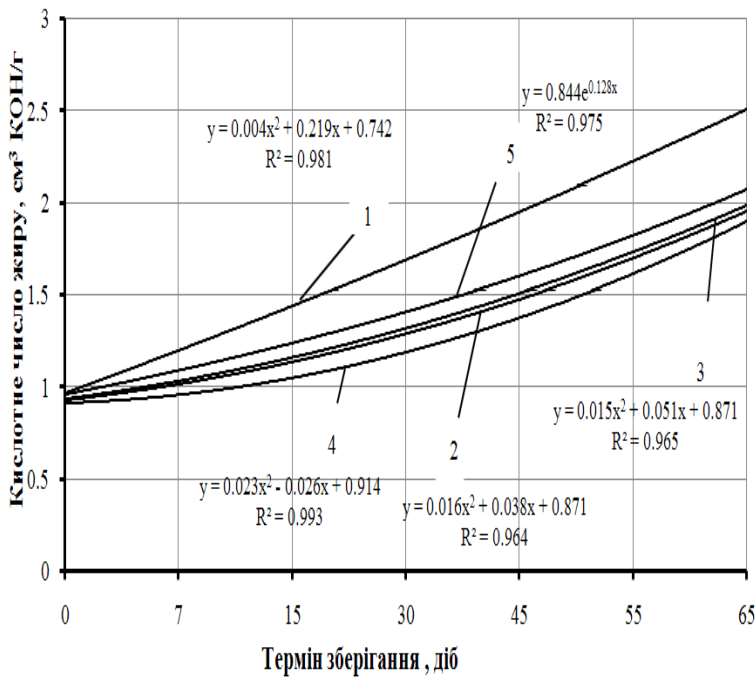


Рис. 16. Динаміка зміни кислотного числа жиру під час зберігання вершкового масла при $t = (-7 \pm 2)^\circ\text{C}$: 1 — контроль; 2 — вершкове масло з ламінарією; 3 — вершкове масло з фукусом; 4 — вершкове масло зі спіруліною; 5 — вершкове масло з цистозірою

Встановлено, що введення до складу вершкового масла порошка морських водоростей у кількості 3...4 % гальмує первинне окиснення молочного жиру у два рази, та гідроліз у 0,6 разів за рахунок антиоксидантної дії вітаміну С та токоферолу водоростей.

Впродовж зберігання при температурі $3 \pm 2^\circ\text{C}$ зміни жирно-кислотного складу вершкового масла як у контролі, так і з морськими водоростями, характеризувалися збільшенням кількості низькомолекулярних насичених кислот ($C_{12} - C_{14}$) кислот після 45 дб зберігання. Це пояснюється як гідролізом гліцеридів, так і наступним їхнім розпадом з утворенням кетонів, альдегідів та ін., які змінюють смаку продукту. Визначено зменшення вмісту олеїнової (на 0,10 %), лінолевої (від 0,04 до 0,06%), ліноленової (від 0,02 до 0,05 %) кислот. На глибокій стадії прогрітання ці кислоти можуть бути джерелом утворення альдегідів і низькомолекулярних жирних кислот, що свідчить про проходження окисних процесів у продукті. За результатами досліджень встановлено термін зберігання вершкового масла з морськими водоростями — 30 дб за температури $(3 \pm 2)^\circ\text{C}$ та 45 дб за температури $(-7 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Розроблено та затверджено технічні умови та технологічну інструкцію для виробництва вершкового масла, збагаченого морськими водоростями

(ТУ У 15.5-00499706-011:2016) і проведено промислову апробацію удосконаленої технології вершкового масла підвищеної харчової цінності у ТОВ «Брусилівський маслозавод».

Економічна ефективність виробництва і реалізації вершкового масла підвищеної харчової цінності складає понад 22 000 грн/т. Соціальний ефект полягає у забезпеченні споживачів продукцією з високою харчовою цінністю, доступною для масового споживання за ціновими та якісними характеристиками, що дозволяє поліпшити раціон харчування населення України.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію вершкового масла із використанням морських водоростей (ламідарії, фукусу, спіруліни та цистозіри) та розширено асортимент вершкового масла підвищеної харчової цінності.

1. На основі аналізу сучасного стану ринку виробництва молока та молочних продуктів України, літературних та патентних джерел і результатів власних експериментальних досліджень визначені перспективні напрямки розширення асортименту вершкового масла та підтверджено доцільність використання морських водоростей як джерела йоду, селену, калію, магнію, фосфору, харчових волокон, вітамінів, ПНЖК родини омега-3 для збагачення вершкового масла.

2. Досліджено хімічний склад молока у різні сезони, який характеризується вмістом жиру в межах від 3,73 % (весною) до 3,61 ... 4,43 % (влітку, восени, взимку) та показники його якості. Хімічні показники молочного жиру за константами (йодного числа, числа Рейхерта-Мейссля, показника заломлення) характеризують його, як чистий, молочний, без наявності рослинних жирів.

Визначено, що морські водорості: ламідарія, фукус, спіруліна та цистозіра — мають у складі високий вміст йоду, селену та інших мінеральних речовин і вуглеводів, що задовольняє більше 10 % добової потреби людини у цих сполуках.

3. Обґрунтовано технологічні параметри попередньої підготовки морських водоростей до внесення у високожирні вершки. Доведено, що висушування морських водоростей до вмісту вологи в них 3 ± 1 % протягом 160 ... 240 хв позитивно впливає на однорідність їх подрібнення до розміру 15 ± 4 мкм протягом 9 ... 11 хв, що забезпечує рівномірний їх розподіл у високожирних вершках на стадії їх нормалізації.

4. На основі чотирьохфакторного експерименту одержано математичну модель процесу збагачення вершкового масла порошками із морських водоростей; доведено, що раціональна концентрація добавок для вершкового масла з ламідарією та фукусом складає 4 %; зі спіруліною та цистозірою 3,0 та 3,5 %, відповідно. Удосконалено технологічну схему виробництва вершкового масла підвищеної харчової цінності, відмінність якої полягає у попередньому сушінні і подрібненні морських водоростей та внесенні їх у нормалізовані ВЖВ.

5. Визначено, що вершкове масло з морськими водоростями характеризується високою харчовою цінністю за рахунок вмісту мінеральних

речовин у вершковому маслі з ламінарією – 2,04 %, з фукусом – 1,96 %; зі спіруліною – 1,86 %; з цистозірою – 1,84 %, тоді як у контрольному зразку – 0,4 %. Мікроелементи представлені залізом, йодом та селеном, що забезпечує високу харчову цінність вершкового масла з морськими водоростями. Введення морських водоростей до вершкового масла позитивно впливає на термостійкість та ступінь відновлення його структури після руйнування.

6. Встановлено, що введення до складу вершкового масла порошка морських водоростей у кількості 3 ... 4 % гальмує пероксидне окиснення молочного жиру у два рази, кислотне — у 0,7 разів.

Обґрунтовано допустимі терміни зберігання вершкового масла з морськими водоростями в результаті дослідження змін показників якості та безпеки при зберіганні: не більш 30 діб за температури (3 ± 2) °С і не більше 45 діб за температури (-7 ± 2) °С.

7. Розроблено та затверджено у встановленому порядку технічні умови та технічну інструкцію для виробництва вершкового масла, збагаченого морськими водоростями (ТУ У 15.5-00499706-011:2016 та ТІ) і проведено промислову апробацію удосконаленої технології вершкового масла підвищеної харчової цінності у ТОВ «Брусилівський маслозавод».

8. Економічний ефект від реалізації удосконаленої технології виробництва вершкового масла підвищеної харчової цінності станом на 2017 р. склав понад 22 000 грн/т. Соціальний ефект від впровадження технології вершкового масла з морськими водоростями досягається за рахунок забезпечення населення продукцією високої харчової цінності з високим ступенем задоволення фізіологічних потреб організму людини незамінними нутрієнтами та розширення асортименту вершкового масла, доступного за цінними характеристиками для масового споживача.

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України включених до міжнародних наукометричних баз даних:

1. **Очколяс Е. Н.,** Лебская Т. К., Тищенко Л. Н. БАД из ламинарии и фукуса как пищевой ингредиент для оздоровительного питания. Продовольча індустрія АПК. 2014. № 5. С. 11–14. *(Здобувачем досліджено хімічний та мінеральний склад морських водоростей, показники їх безпечності та доцільність використання у виробництві вершкового масла).*

2. **Очколяс Е. Н.,** Лебская Т. К. Оценка возможности использования БАД из ламинарии и фукуса в качестве ингредиентов для оздоровительного назначения. Наукові праці ОНАХТ. 2014. Вип. 46. Том 2. С. 137–140. *(Здобувачем обґрунтовано необхідність використання рослинної сировини, а саме морських водоростей в раціоні харчування з метою збагачення функціональними, есенціальними елементами харчових продуктів, які щоденно потребляються людиною).*

3. **Очколяс О. М.,** Лебська Т. К. Стан і перспективи розвитку ринку вершкового масла в Україні. Продовольча індустрія АПК. 2016. № 4. С. 3–7. *(Здобувачем проведено*

аналіз питання стану і перспектив розвитку ринку молока та молочних продуктів в Україні).

4. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К., Тищенко Л. М. Споживчі властивості вершкового масла з наповнювачами морських водоростей. Товари і ринки. 2016. № 1. С. 124–128. *(Здобувачем досліджено споживчі властивості вершкового масла із морськими водоростями, наведено результати органолептичних показників та проведено аналіз відповідності добової потреби о з рекомендаціями адекватного рівня споживання).*

5. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К. Сенсорний аналіз вершкового масла із морськими водоростями методом профілю флейвора. Товари і ринки. 2016. № 2. С. 109–117. *(Здобувачем наведено результати сенсорного аналізу методом профілю флейвора, наведено результати смаковитості продукту).*

6. **Ochkolyas E. N.**, Lebskaya T. K. Influence of algae on the change of butter quality indicators. Ukrainian Journal of Food Science. 2016. № 4 (1). С. 40–49. *(Здобувачем проаналізовано та наведено результати досліджень вершкового масла з морськими водоростями в процесі зберігання).*

Статті в інших наукових виданнях:

7. **Очколяс Е. Н.**, Лебская Т. К., Тищенко Л. Н. Исследование качества сливочного масла, обогащенного биологически активной добавкой морских водорослей «ламинарии». Интегрированное управление водными ресурсами. 2014. С. 194–198. *(Здобувачем досліджено вплив біологічно активної добавки з морської водорості «Ламінарії» на органолептичні і структурно-механічні показники вершкового масла).*

8. **Очколяс О. М.** Оцінка біологічної цінності вершкового масла збагаченого водоростями. Продовольча індустрія АПК. 2015. № 6. С. 45–47. *(Здобувачем досліджено вплив добавок з морських водоростей на мінеральний склад вершкового масла).*

9. **Очколяс Е. Н.**, Лебская Т. К. Изменение органолептических показателей сливочного масла с морскими водорослями в процессе хранения. Научный взгляд в будущее. 2016. С. 56–62. *(Здобувачем досліджено динаміку фізико-хімічних показників вершкового масла в процесі його зберігання).*

Патенти України на корисну модель:

10. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К., Тищенко Л. М. Декларативний патент на корисну модель Україна МПК А 23 С 15/00. Спосіб збагачення вершкового масла. Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № u 201412926. Заявлено 03.12.14; опубліковано 27.04.15. Бюл. № 8. 5 с. *(Здобувачем проведено патентний пошук, здійснено порівняльний аналіз існуючих аналогів, узагальнено та систематизовано результати, підготовлено заявку на патент та отримано корисну модель на розроблення способу збагачення вершкового масла).*

11. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К., Тищенко Л. М. Декларативний патент на корисну модель Україна МПК А 23 С 15/00. Вершкове масло з наповнювачем. Заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № u 201412928. Заявлено 03.12.14; опубліковано 27.04.15. Бюл. № 8. 4 с. *(Здобувачем проведено патентний пошук, здійснено порівняльний аналіз існуючих аналогів, узагальнено та систематизовано результати, підготовлено заявку на патент та отримано корисну модель на розроблення рецептури вершкового масла з морськими водоростями).*

Тези наукових доповідей:

12. **Очколяс Е. Н.**, Лебская Т. К., Тищенко Л. Н. Особенности и перспективы развития сливочного масла в Украине. Инновационные и современные технологии пищевых производств: материалы. Международная научная конференция, г. Владивосток, Российская Федерация, 14—15 ноября 2013 года: тезисы доклада. Владивосток, 2013. С. 131–132. *(Здобувачем вивчено питання щодо використання біологічно активної добавки фукусу, як добавки функціонального призначення).*

13. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К. Використання біологічно активної добавки морської бурої водорості «Фукусу» для збагачення вершкового масла. Химия, био- и нанотехнологии, экологии и экономика в пищевой и косметической промышленности: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, г. Харьков, 8-10 декабря 2014 г.: тезисы доклада. Х., 2014. С. 29-30. *(Здобувачем досліджено аналітичний скринінг щодо основних шляхів застосування морських водоростей у виробництві вершкового масла).*

14. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К. Використання морських бурих водоростей ламінарії та фукусу для збагачення вершкового масла. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 20–22 квітня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 27—28. *(Здобувачем досліджено функціонально-технологічні властивості морських водоростей).*

15. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К., Тищенко Л. М. Динаміка зміни властивостей вершкового масла з наповнювачем в процесі зберігання. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 214. *(Здобувачем досліджено динаміку зміни органолептичних показників вершкового масла у процесі зберігання).*

16. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К. Використання біологічно активної добавки спіруліни для збагачення вершкового масла. Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, м. Харків, 7 квітня 2016 року: тези доповіді. Х., 2016. С. 166. *(Здобувачем визначено оптимальну концентрацію біологічно активної добавки спіруліни та вплив її на мінеральний склад вершкового масла).*

17. **Очколяс О. М.**, Лебська Т. К. Удосконалення технології вершкового масла з морськими водоростями. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: VII Міжнародна науково-практичної інтернет-конференції, м. Кривий Ріг, 30–31 травня 2016 року: тези доповіді. Кривий Ріг, 2016. С. 114. *(Здобувачем визначено харчову цінність морських водоростей).*

АНОТАЦІЯ

Очколяс О. М. Удосконалення технології вершкового масла підвищеної харчової цінності. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з

гідробіонтів. Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2018.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та удосконаленню технології виробництва вершкового масла підвищеної харчової цінності з використанням морських водоростей (ламінарії, фукусу, спіруліни та цистозіри), що вирішує завдання виробництва оптимізованих за показниками харчової цінності продуктів харчування.

Обґрунтовано доцільність використання морських водоростей в технології вершкового масла. Розроблено технологію попередньої підготовки морських водоростей до внесення їх у високожирні вершки. Встановлено, що висушування морських водоростей до вмісту вологи $3 \pm 1\%$ позитивно впливає на якість їх подрібнення. Для використання в технології вершкового масла рекомендовані порошки морських водоростей з однорідністю $99 \pm 0,7$ та розміру частин 15 ± 4 мкм.

На основі критеріїв оптимізації складу функціональних інгредієнтів (мінеральних речовин – йоду, селену, кальцію, калію, магнію та заліза) методом математичного моделювання розроблено рецептурний склад вершкового масла з морськими водоростями.

Удосконалено технологічну схему виробництва вершкового масла з біологічно активними добавками морських водоростей, відмінність, якої полягає в попередньому висушуванні і подрібненні морських водоростей та внесення їх у нормалізовані високожирні вершки.

Встановлено, що у вершковому маслі з морськими водоростями у порівнянні з контрольним зразком підвищився рівень всіх мінеральних речовин, що свідчить про доцільність внесення морських водоростей в даний продукт з метою збагачення його важливими мінеральними елементами для отримання більш цінного і корисного продукту харчування. За вмістом токсичних елементів і мікробіологічними показниками вершкове масло з морськими водоростями є безпечним.

Визначено допустимий термін зберігання вершкового масла з морськими водоростями в результаті дослідження змін показників якості та безпеки при зберіганні: не більш 30 діб за температури $(3 \pm 2)^\circ\text{C}$ і не більше 45 діб за температури $(-7 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Ключові слова: молочний жир, морські водорості, вершкове масло, технологія, йод, селен, структурно-механічні показники, окиснення, гідроліз, зберігання.

АННОТАЦІЯ

Очколяс Е. Н. Усовершенствование технологии сливочного масла повышенной пищевой ценности. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2018.

Диссертация посвящена научному обоснованию и усовершенствованию технологии сливочного масла повышенной пищевой ценности с использованием морских водорослей (ламинарии, фукуса, спирулины и цистозеры), что решает проблему производства оптимизированных по показателям пищевой ценности продуктов питания.

Проанализировано современное состояние рынка молока и молочных продуктов, инновационные разработки отечественных и зарубежных ученых, определены перспективные направления усовершенствования технологии сливочного масла с использованием морских водорослей, что свидетельствует о высоких показателях пищевой ценности и развитии рынка сливочного масла с наполнителями.

Обоснована целесообразность использования морских водорослей в технологии сливочного масла. Разработана технология предварительной подготовки морских водорослей до внесения их в высокожирные сливки. Установлено, что высушивание морских водорослей до влажности 3 ± 1 % положительно влияет на качество его измельчения. Для использования в технологии сливочного масла рекомендовано измельчение порошка морских водорослей до однородности $99 \pm 0,7$ и размера частиц 15 ± 4 мкм.

На основании критериев оптимизации состава функциональных ингредиентов (минеральных веществ – йода, селена, кальция, калия, магния и железа) методом математического моделирования разработан рецептурный состав сливочного масла с морскими водорослями.

При разработке рецептур сливочного масла с морскими водорослями использован принцип пищевой комбинаторики, в основу которого положен количественный подбор ингредиентов, в совокупности обеспечивающих содержание в сливочном масле минеральных веществ в соответствии с требованиями адекватного питания, а также высокие органолептические показатели продукта.

Усовершенствована технологическая схема производства сливочного масла с биологически активными добавками морских водорослей, отличие, которой заключается в предварительной сушке и измельчении морских водорослей и внесении их в нормализованные высокожирные сливки.

Установлено, что в сливочном масле с морскими водорослями по сравнению с контрольным образцом существенно повышен уровень всех минеральных элементов, присутствует клетчатка, что свидетельствует о целесообразности внесения морских водорослей в данный продукт с целью обогащения его важными минеральными элементами для получения более ценного и полезного продукта питания. По содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям сливочное масло с морскими водорослями является безопасным.

Обогащение рецептуры сливочного масла широкой гаммой биологически активных добавок морских водорослей (ламинарии, фукуса, спирулины и цистозеры) повышает их пищевую ценность и позволяет получить продукт ценный такими жизненно важными нутриентами, как углеводами, йодом, селеном, кальцием, калием, фосфором, железом.

Определены допустимые срок хранения сливочного масла с морскими водорослями в результате исследования изменений показателей качества и безопасности при хранении: не больше 30 суток при температуре $(3 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и не более 45 суток при температуре $(-7 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Социальный эффект внедрения усовершенствованной технологии сливочного масла с морскими водорослями достигается за счет обеспечения населения новой продукцией высокой пищевой ценности с высокой степенью удовлетворения физиологических потребностей организма человека незаменимыми нутриентами и расширением ассортимента.

Разработан проект нормативной документации на новые виды пищевых продуктов, подтверждена экономическая эффективность производства и реализации разработанных видов сливочного масла с морскими водорослями.

Ключевые слова: молочный жир, морские водоросли, сливочное масло, технология, йод, селен, структурно-механические показатели, окисление, гидролиз, хранение.

ABSTRACT

Ochkolyas E.N. Improvement of the technology of butter with increased nutritional value production. – *Qualifying scientific work as a manuscript* .

Thesis for a degree in Technical Sciences, specialty 05.18.04 - Technology of meat, dairy products and products from hydrobionts. - Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2018.

Milk raw materials taken for the study conform to the standards of the quality – extra and higher. The fat content in milk varied from 3,73% (in spring) to 3,61 ... 4,43% (summer, autumn, winter). The chemical parameters of milk fat by constants (iodine number, Reichert value, refractive index) characterize it as pure, milk, without the presence of vegetable fats.

The thesis is devoted to the scientific substantiation and improvement of the technology of butter of high nutritional value with the use of seaweed (*Laminaria*, *Fucus*, *Spirulina* and *Cystoseira*), which solves the problem of production of optimized food products with high food values.

Current state of the milk and dairy products market, and innovative developments of domestic and foreign scientists are analyzed, promising directions for the improvement of the technology of butter with the use of seaweed are identified, which indicates high nutritional values and the development of the market of the butter with fillers.

It has been found, that biologically active additives of seaweeds – *Laminaria*, *Fucus*, *Cystoseira* and *Spirulina*, – contain high level of iodine (56,68; 65,45; 48,03; 25,59 mg/100g, respectively), selenium (5,41; 3,41; 7,20; 3,20 mg/100g, respectively) iron, phosphorus, calcium, potassium; the content of which is capable of meeting more than 10% of the daily human needs. *Spirulina* differs from all seaweeds we studied with significant amounts of protein (55,47% compared to others, from 6,63 up to 7,9%.) Seaweeds are characterized by a high carbohydrates content (61,92 – 64,34% in *Laminaria*, *Fucus* and *Cystoseira*, and 9,01% in *Spirulina*), low fat and moisture content of

around 10%. In terms of security of raw milk products, milk fat and seaweeds can be used in the food products production.

Technological parameters of preliminary preparation of seaweeds before their adding into a high-fat cream are determined. It has been proven, that the drying of seaweeds to the moisture content in them of $3\pm 1\%$ takes 160...240 minutes, and pours on the quality of its crushing to a particle size of 15 ± 4 microns positively, for 9-11 minutes, which ensures their uniform distribution in a high-fat cream at the stage of raw materials normalization. It simplifies the process and provides the high quality of the finished product.

By the method of mathematical modeling of the recipe composition of butter with seaweeds, it has been determined that the rational mass fraction of additives is: for the butter with Laminaria – 4%; with Fucus – 4%; with Spirulina – 3%; with Cystoseira – 3,5%.

It has been found, that butter with seaweeds has high organoleptic properties in comparison with control. Thus, the butter with Laminaria has the highest score – 19,8 points, butter with Fucus and Spirulina – 19,4 points, butter with Cystoseira – 19,3 points. The total score of the control sample is 18,5 points. The results of the sensory analysis by the method of the flavor confirm that the butter with Laminaria and Fucus is the closest one to the standard of taste.

As a matter of fact now is that the butter with seaweeds is characterized by a high nutritional value due to the mineral content in creamy butter with Laminaria – 2,04%, with Fucus – 1,96%; with Spirulina – 1,86%; with a Cystoseira – 1,84%, whereas in the control sample – 0,4%. Microelements containing in such butter are iron, iodine and selenium, which provides a high nutritional value of the butter with seaweed.

It has been found, that seaweed additives affect the thermal stability and the degree of the recovery of the butter structure after the destruction. All of the experimental samples of butter preserved good shape at elevated temperatures. The coefficient of thermal resistance for butter with Laminaria was 0,93; with Fucus – 0,92; with Spirulina and Cystoseira – 0,91, whereas for a control sample a satisfactory thermal resistance was 0,90.

The structure of the butter with all seaweed additives is characterized by a complete reversal of the primary plastic properties at the temperatures above 14°C . The destroyed structure of the control sample of butter is restored by 20...25%, and is characterized by an increase in crystalline bonds in the structure. In experimental samples of butter with seaweeds, the restoration of the structure is 60%; the product is characterized by hardness, plasticity, and its structure has a pronounced coagulation character.

Fatty acid composition of samples of the butter with seaweeds has 58,46 ... 60,84 % of saturated fatty acids; 23,33...27,61 % of mono-unsaturated fatty acids; 5,97...6,32% of polyunsaturated fatty acids, including 5,4...5,01% of linoleic acid; linoleic 0,69... 0,60 %; arachidonic 0,31 ... 0,34 %, indicating their biological efficiency.

It has been found, that the butter with seaweeds is characterized by a higher content of tocopherol, riboflavin and ascorbic acid in comparison with the control sample.

It has been found, the seaweed powder, adding into the composition of butter in the amount of 3...4%, inhibits the rate of peroxide oxidation of a milk fat in ~ 2,0 times, and an acid one – in ~ 0,7 times; decreases the content of oleic acid to 0,10%, linoleic – 0,06%, linoleic – 0,59%. It has been experimentally confirmed that during the entire

storage period of the butter with seaweeds, organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters remain within acceptable levels.

The recommended shelf life of the butter with seaweeds is 30 days at a temperature of $(3\pm 2)^{\circ}\text{C}$, and 45 days at a temperature of $(-7\pm 2)^{\circ}\text{C}$ in a package of 100-200g.

The economic benefit of the implementation of the technology of the butter of high biological value production in 2017 was more than 22,000 UAH/t.

Technical specifications and technical instructions for the production of a butter enriched with seaweeds (TS 15.5-00499706-011:2016) have been developed and approved in accordance with the established procedure; and the production testing of the advanced technology of the butter of higher nutritional value has been carried out at "Brusilovsky Butter Plant" LLC.

Key words: milk fat, seaweed, butter, technology, iodine, selenium, structural, mechanical parameters, oxidation, hydrolysis, storage.

Підписано до друку 03.09.2018 р. Формат 60x90/16. Папір офсет. Друк офсет.
Умов. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Замовлення №28071987

Видавничий центр ОНАХТ, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112