

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Радзівська Ірина Гіронтіївна



УДК 664.36

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КУПАЖОВАНИХ
ТВАРИННО-РОСЛИННИХ ЖИРІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ**

Спеціальність 05.18.06 - технологія жирів, ефірних масел і
парфумерно-косметичних продуктів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології м'яса, м'ясних та олієжирових продуктів Національного університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України, м. Київ

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор

Пешук Людмила Василівна,

Національний університет харчових технологій,

завідувач кафедри технології м'яса, м'ясних та олієжирових продуктів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Демидов Ігор Миколайович,

Національний технічний університет

“Харківський політехнічний інститут”,

професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння;

кандидат технічних наук, доцент

Безденсєжних Лілія Андріївна,

Кременчуцький державний університет ім. М. Остроградського,

доцент кафедри екології

Захист відбудеться «25» березня 2010 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д **64.050.05** Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” за адресою: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”

Автореферат розісланий «19» лютого 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В.К. Тимченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми Одним з пріоритетних напрямів державної політики в області здорового харчування є створення технологій нових функціональних жирових продуктів, призначених не тільки для диференційованого задоволення потреб людського організму в харчових речовинах і енергії, а й здатних до профілактики різних захворювань, посилення захисних функцій організму й адекватної адаптації людини до оточуючого середовища. Значний розвиток сучасних технологій призвів до виникнення індустрії харчових добавок, які, з одного боку, значно покращили технологічний процес, а з іншого, призвели до вилучення з природних жирів функціональних інгредієнтів, які були джерелами важливих харчових речовин у традиційних технологіях. Виключення таких інгредієнтів, а також високий ступінь рафінації природних жирів призвели до збіднення кінцевих продуктів на жирні кислоти, антиоксиданти, вітаміни, мінеральні речовини та інші харчові компоненти. Одним із ключових напрямків розв'язання окресленої проблеми є розробка і впровадженням харчових продуктів збалансованого жирнокислотного складу.

Основним показником біологічної і відповідно харчової цінності жирів є склад жирних кислот. Природні жири не відповідають вимогам, що висуваються до біологічно повноцінного жиру, збалансованого за жирнокислотним складом. Науково доведено, що на частку есенціальних жирних кислот повинно припадати 4–6% енергетичної цінності харчового раціону здорової людини і співвідношення омега 6 та омега 3 поліненасичених жирних кислот повинно складати не більше 10:1, а у випадках порушення ліпідного обміну – 5:1 та навіть 3:1. Аналіз результатів фактичного харчування населення свідчить про те, що реально ці кислоти поступають до організму людини у співвідношенні від 10:1 до 30:1.

Аналітичними дослідженнями не виявлено інформації щодо системного удосконалення якісних показників тваринних жирів шляхом введення до їх складу рослинних олій. Не знайдено даних, які узагальнюють закономірності уповільнення процесів окиснення тваринних жирів і продукції з їх використанням при додаванні до них рослинних олій. Тому можливим варіантом розв'язання проблеми покращення фізіологічних властивостей тваринних жирів є купажування їх з рослинними оліями. Оскільки останні є джерелом не тільки ПЖК, але й природних антиоксидантів, не містять холестеролу та транс-ізомерів жирних кислот.

Таким чином, дисертаційна робота спрямована на вирішення конкретної науково-технічної задачі – розроблення технології функціональних жирових продуктів (купажованих тваринно-рослинних жирів) підвищеної харчової цінності та з подовженим терміном зберігання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами Дисертаційна робота пов'язана з науково-дослідною тематикою кафедри технології м'яса, м'ясних та олієжирових продуктів НУХТ щодо розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії. Здобувач, як співвиконавець, проводила дослідження при виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України “Розроблення нових технологій комбінованих жирових продуктів для оптимізації жирнокислотного складу та забезпечення стабільності технологічних властивостей продукту” (ДР № 0109U008027) та “Технологічні аспекти комплексної переробки сировини при виробництві екологічно безпечних продуктів загального і спеціального призначення” (ДР № 0109U008028).

Мета і завдання досліджень Метою дисертаційної роботи є обґрунтування та розробка технології купажованих тваринно-рослинних жирів з оптимальним складом жирних кислот, міnorних компонентів та подовженим терміном зберігання. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання**:

- виявити можливість використання рослинних олій в якості природних антиоксидантів тваринних жирів;
- обґрунтувати та розробити технологію жирових купажів зі збалансованим жирнокислотним складом;
- розробити експрес-методику аналізу складу жирових продуктів з використанням новітніх інструментальних методів дослідження;
- дослідити динаміку накопичення продуктів окиснення та встановити можливість гальмування окиснювальних процесів у купажованих жирах, порівняно з топленими жирами без добавок;
- вивчити склад жирних кислот, стеролів, токоферолів, каротиноїдів та встановити гарантійні терміни зберігання купажованих тваринно-рослинних жирів;
- розробити технологію використання жирових купажів з метою підвищення харчової цінності олієжирових та м'ясних продуктів;
- визначити споживчі, технологічні властивості та харчову цінність харчових продуктів з використанням купажованих жирів;
- розробити проект нормативно-технічної документації, провести промислову апробацію та дати рекомендації до подальшого впровадження її у виробництво.

Об'єкт дослідження – процес купажування тваринно-рослинних жирів та розробка на основі купажованих жирів жирових і м'ясних продуктів підвищеної харчової цінності.

Предмети дослідження: свинячий, яловичий, баранячий топлени жири та соняшникова, соєва, оливкова, лляна, ріпакова, кукурудзяна, гірчична рафіновані та нерафіновані олії.

Методи дослідження Фізико-хімічні показники якості жирів визначали за стандартними методиками; планування експерименту та оптимізацію технологічних процесів здійснювали експериментально-статистичним методом на основі програмного пакету Паскаль; жирнокислотний склад жирів та склад стеролової фракції визначали методом газової хроматографії, склад ізомерів токоферолу та вміст β -каротину – методом рідинної хроматографії; визначення тіобарбітурового числа за варіантом Х. Шмідта (H. Schmidt); визначення бензидинового числа за варіантом У. Холма та Г. Воде (U. Holm, G. Wode); спектроскопічні дослідження виконували на аналізаторі МРА Bruker Optics у ближньому ІЧ-діапазоні з Фур'є перетворенням; визначення масової частки твердих ацилгліцеролів методом ядерного магнітного резонансу. Для обробки експериментальних даних застосовували математичні методи з використанням програмного пакету MathLab.

Наукова новизна одержаних результатів:

- визначено кінетичні параметри окиснення купажів на основі тваринних топлених жирів;
- вперше встановлено кількісну залежність терміну зберігання купажованого жиру від взаємного впливу вмісту природних антиоксидантів (токоферолу та каротину) та жирнокислотного складу продукту;
- вперше науково обґрунтовано доцільність застосування рослинних олій для стабілізації та удосконалення якісних показників твердих тваринних жирів;
- розроблено програму для швидкого розрахунку складу купажів з врахуванням їх біологічної ефективності та розроблено інструментальну методику визначення кількісного вмісту окремих жирів у їх сумішах;
- запропоновано технологію та розроблено технологічну схему одержання купажованого жиру. Новизну технологічних рішень підтверджено деклараційними патентами України на

корисну модель (“Купажований жир” № 37824 та “Спосіб виробництва купажованого жиру” № 40194). Отримано комплекс даних щодо характеристики харчової цінності розроблених жирових купажів;

- підтверджено можливість використання купажованого жиру в якості жирової основи маргаринової продукції, без використання продуктів хімічної та біохімічної модифікації природних жирів та олій;

- обґрунтовано технологічне рішення використання купажованого жиру у виробництві варених структурованих ковбас для подовження їх терміну зберігання без погіршення функціонально-технологічних показників готового продукту.

Практичне значення одержаних результатів для харчової промисловості На підставі результатів досліджень розроблено технологію функціональних жирових продуктів (купажованих тваринно-рослинних жирів), встановлено оптимальний їх склад, рецептури емульсій прямого типу з використанням купажованого жиру і визначені напрямки використання розробленої технології у суміжних галузях харчової промисловості. Продукт апробовано під час виробництва маргарину, а також інших жировмістивних харчових продуктів (м'ясного фаршу, пельменів, котлет, паштетів і ковбас).

За рівнем патентної захищеності, якісними показниками, собівартістю, задоволенням потреб населення технологія є перспективною та конкурентоспроможною для виробництва. Дана розробка не потребує додаткових капітальних витрат на модернізацію обладнання, засоби автоматизації, комп'ютерну техніку. Вона може бути реалізована на існуючих поточкових лініях технологічного обладнання. Розроблено проект нормативної документації на новий вид продукту – купажований жир.

На підставі економічних розрахунків виявлено економічну ефективність впровадження наукової розробки у виробництво, яка полягає у розширенні асортименту та залученні до виробництва нових видів сировини підвищеної біологічної цінності, позитивному впливі її на стан здоров'я людини. На ЗАТ “Запорізький ОЖК” здійснено випуск та реалізацію експериментальних партій маргаринової продукції (акт від 18.02.2008), а на ЗАТ “Київський МПЗ” виготовлено пробну партію варених ковбасних виробів з використанням купажованих жирів (акт від 21.04.2007).

Наукові результати та методичні розробки, відпрацьовані у дисертаційній роботі, впроваджено у навчальний процес кафедри ТММОЖП НУХТ при підготовці методичних вказівок до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.091705 “Технологія жирів і жирозамінників”.

Особистий внесок здобувача полягає у плануванні експерименту, проведенні аналітичних та експериментальних досліджень, моделюванні технологічних процесів, аналізі, обробці й узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації, розробці проекту нормативної документації, підготовці заявок на винахід, впровадженні нових технологій у виробництво. Автор самостійно виконав експериментальну частину роботи, проведено математичну обробку отриманих результатів за допомогою статистичного і регресійного аналізу. Постановка мети і задач досліджень, аналіз отриманих даних виконано разом з науковим керівником. Окремі фрагменти роботи виконано у співавторстві: дослідження інфрачервоних спектрів сировини та розроблення експресної методики ідентифікації жирів у їх сумішах з д.хім.н., проф. Манком В.В.; хроматографічні дослідження із співробітниками Укрметртестстандарт

В.А. Кіщенко, І.В. Левчук. Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на: 73-й, 74-й, 75-й Науковій конференції молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, (Київ, 2007, 2008, 2009 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів “Молоді вчені у вирішенні проблем аграрної науки і практики”, (Львів, 2007 р.), XI-й Міжнародній науково-технічній конференції “Інноваційні технології, проблеми якості і безпеки сировини та готової продукції у м'ясній та молочній промисловості”, (Київ, 2007 р.), Науково-технічній конференції “Хімія і технологія жирів”, (Харків, 2007 р.), VI-й Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів “Техника и технология пищевых производств”, (Могилев, 2008), 4-й Міжнародній науково-практичній конференції “Пищевые технологии – 2008”, (Одеса, 2008 р.).

Публікації Основні положення дисертаційної роботи викладено у 13 наукових працях, у тому числі 5 наукових статей у фахових наукових виданнях, затверджених ВАК України, 2 патенти України на корисну модель.

Структура й обсяг дисертації Дисертаційна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації 234 сторінки, з них 4 рисунки на 4 окремих сторінках, 31 рисунок по тексту; 19 таблиць на 19 окремих сторінках, 24 таблиці по тексту; 11 додатків на 62 сторінках. Список використаних джерел включає 143 найменування (з них 27 іноземних) на 14 сторінках.

Автор висловлює подяку проф. Манку В.В., співавторам та всім, хто допомагав у виконання цієї дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано її мету, завдання дослідження, визначено наукову новизну і практичну цінність одержаних результатів.

У **першому розділі** “Огляд літератури” розглянуто сучасні проблеми оптимізації структури харчування населення, підтверджено необхідність розробок нових продуктів підвищеної харчової цінності, зокрема створення сучасних функціональних жирових продуктів. Розглянуто питання оптимального жирнокислотного складу харчових жирів, описано класичні методи модифікації складу жирів. Зосереджено увагу на характеристиці природних речовин, які мають антиокиснювальні властивості. Проведено аналіз теоретичних основ процесів окиснення і стабілізації ліпідів, доведено доцільність розробки технології купажованих тваринно-рослинних жирів як для підвищення харчової цінності так і для забезпечення стабільності технологічних властивостей жировмістивної продукції в процесі виробництва та зберігання.

Узагальнення відомостей, викладених у даному розділі, дозволило сформулювати основні задачі досліджень, спрямованих на досягнення мети дисертаційної роботи.

У **другому розділі** “Об’єкти, матеріали і методи дослідження” наведено стислу характеристику досліджуваних жирів та викладено основні методики досліджень. Наведено структурну схему, що відображає послідовність проведення основних етапів досліджень. Обрано методи аналізу ступеню окисненості жиру.

Аналіз окиснювальної стабільності купажів проводили за різних режимів зберігання: 1) прискореним методом “активного кисню” за температури $75 \pm 2^\circ\text{C}$ під час продування крізь шар

жиру повітря зі швидкістю 8 л/год; 2) за кімнатної температури ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) за умови вільного доступу світла та повітря (автоокиснення); 3) за умов низькотемпературного зберігання ($-6 \pm 0,5^\circ\text{C}$) без доступу світла. Ефективність антиокисної активності рослинних олій оцінювали за величиною коефіцієнта інгібування f , який розраховували як відношення часу, протягом якого триває індукційний період купажованого жиру, до часу, протягом якого триває індукційний період природного жиру: $f = \tau_i (\text{купажу}) / \tau_0 (\text{жиру})$.

У третьому розділі “Дослідження впливу добавок рослинних олій на окиснювальну стійкість купажів” наведено результати досліджень накопичення пероксидів під час автоокиснення двокомпонентних купажів. Встановлено, що введення до складу тваринних жирів рафінованих соняшnikової, соєвої, лляної, ріпакової та оливкової рафінованих олій у кількості від 5 до 50% скорочує термін їх придатності до вживання у 1,2–1,75 разів. Це пов'язано зі збільшенням у купажі вмісту ненасичених жирних кислот, які легко піддаються окисненню. Подовження терміну зберігання жиру при купажуванні його з рафінованою олією спостерігається лише при внесенні кукурудзяної олії.

У результаті досліджень встановлено суттєве гальмування процесів пероксидації дослідних купажів з рафінованою кукурудзяною та нерафінованими гірчичною і соєвою оліями, внесених у кількості від 5 до 30%, порівняно з контрольним жирами без добавок (табл. 1). Найкращі результати отримали при додаванні 20% кукурудзяної олії: стійкість свинячого жиру зростає у 2,3 разів, яловичого жиру – у 2,08 разів, баранячого жиру – у 1,42 разів.

Таблиця 1

Значення коефіцієнту інгібування олій за пероксидним числом у складі купажів

Зразок	Олії						
	рафінована	нерафіновані					
	Кукурудзяна	Соєва	Оливкова	Лляна	Ріпакова	Соняшnikова	Гірчична
Свинячий жир							
Свинячий жир 95% + олія 5%	1,24	1,28	0,87	1,20	1,24	1,03	1,15
Свинячий жир 90% + олія 10%	1,76	1,61	0,72	1,30	1,49	1,20	1,61
Свинячий жир 80% + олія 20%	2,3	1,38	0,69	1,15	1,07	1,15	1,71
Свинячий жир 70% + олія 30%	1,16	1,25	0,55	1,08	1,02	1,03	2,00
Свинячий жир 60% + олія 40%	1,05	0,79	0,43	0,92	0,84	0,85	1,15
Свинячий жир 50% + олія 50%	0,69	0,62	0,34	0,82	0,71	0,72	0,77
Яловичий жир							
Яловичий жир 95% + олія 5%	1,45	1,13	0,89	1,05	1,12	1,10	1,10
Яловичий жир 90% + олія 10%	1,62	1,30	0,83	1,20	1,35	1,15	1,20
Яловичий жир 80% + олія 20%	1,88	1,15	0,80	1,06	1,12	1,05	1,38
Яловичий жир 70% + олія 30%	1,32	1,05	0,69	0,96	1,05	0,88	1,50
Яловичий жир 60% + олія 40%	1,23	0,92	0,56	0,82	0,87	0,80	0,88
Яловичий жир 50% + олія 50%	0,87	0,53	0,48	0,77	0,81	0,66	0,80
Баранячий жир							
Баранячий жир 95% + олія 5%	1,05	1,08	0,86	1,04	1,04	1,05	1,02
Баранячий жир 90% + олія 10%	1,28	1,25	0,75	1,12	1,13	1,18	1,08
Баранячий жир 80% + олія 20%	1,42	1,00	0,72	1,04	1,08	0,90	1,17
Баранячий жир 70% + олія 30%	0,79	0,95	0,63	0,94	0,95	0,83	1,26
Баранячий жир 60% + олія 40%	0,67	0,80	0,54	0,90	0,90	0,78	0,83
Баранячий жир 50% + олія 50%	1,54	0,77	0,44	0,81	0,84	0,70	0,78

Експериментально встановлено, що добавка оливкової олії негативно впливає на стабільність жиру, оскільки купажі з оливковою олією окиснюються швидше, ніж контрольний зразок.

Четвертий розділ “Дослідження природних антиоксидантів рослинних олій” присвячено визначенню кількісного вмісту природних антиоксидантів у оліях. На нашу думку, виявлене подовження терміну зберігання свинячого, яловичого, баранячого жирів при купажуванні їх з рафінованою кукурудзяною та нерафінованими гірчиною і соєвою олією пов'язане з антиоксидантними властивостями токоферолів, природний вміст яких у оліях достатньо високий. Тому подальші дослідження були направлені на визначення кількісного вмісту природних антиоксидантів у оліях (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст токоферолів у зразках досліджуваних олій

Олія	Загальний вміст, мг%	Ізмери, % загального вмісту			Сумарний вміст, мг%, (за Codex Alimentarius)
		α	β	$\gamma + \delta$	
Соняшникова пресо́ва	94	91,5	8,5	-	40,3 – 102,1
Сосва гідратована	364	12,1	70,5	12,1	25,2 – 362,7
Лляна пресо́ва	109	46,4	48,0	5,6	56,0 – 113,0
Ріпакова пресо́ва	56	27	73	-	28,9 – 130,1
Гірчи́чна пресо́ва	84	26,3	71,3	2,4	34,0 – 90,2
Кукурудзя́на рафі́нована	655	49,1	42,4	8,5	31,4 – 347,2
Оливко́ва нерафі́нована	10	73,7	26,3	-	13,0 – 45,3

Результати дослідження вмісту токоферолів свідчать, що найбільшу антиокисну ефективність (за винятком гірчи́чної олії) мають ті олії, у яких зареєстровано найвищий вміст токоферолів. З даних таблиці видно, що гірчи́чна олія характеризується порівняно невеликим вмістом токоферолів (84 мг%), у той час як антиокисна ефективність її поступається лише кукурудзяній олії. Такий вплив гірчи́чної олії можна пояснити присутністю в ній природних антиоксидантів групи каротиноїдів: серед досліджуваних олій β -каротин знайдено лише у гірчи́чній олії у кількості 128 мкг%. Також нами проаналізовано склад легколетких компонентів жирної гірчи́чної олії і встановлено присутність у ній сполук терпенового ряду (α -пінену та 1,8-цинеолу), характерних для натуральних ефірних олій, антиокиснювальні властивості яких добре відомі.

Таким чином доведено, що гальмування процесів окиснювального псування тваринних жирів при додаванні до них рафінованої кукурудзяної та нерафінованих гірчи́чної і соєвої олій пов'язано з підвищенням концентрації природних антиоксидантів у суміші.

У **п'ятому розділі** “Розробка технології купажування” наведено результати досліджень технології купажування тваринно-рослинних жирів: проведено підбір компонентів купажів підвищеної харчової цінності, обґрунтовано раціональні режими купажування, розроблено інструментальний метод визначення малих кількостей тваринних жирів у комбінованих жирових продуктах, розроблено принципову технологічну схему виробництва.

Для точного розрахунку складу купажів нами розроблена комп'ютерна програма (на мові програмування Паскаль), яка дозволяє розрахувати жировий набір сумішей збалансованого жирнокислотного складу. За збалансований жирнокислотний склад купажу прийнято наступний: 50% мононенасичених (МЖК), 30% насичених (НЖК) та 20% поліненасичених (ПЖК) жирних кислот, співвідношення ω -6 до ω -3 ПЖК від 10 : 1 до 3 : 1. До алгоритму програми закладено жирнокислотний склад досліджуваних жирів та олій, наведений у таблиці 3.

Жирнокислотний склад досліджуваних тваринних жирів та рослинних олій

№	Зразок	Вміст жирних кислот, %			
		НЖК	МЖК	ω -6 ПЖК	ω -3 ПЖК
1	Свинячий жир	44,40 (35,5–53,3)	46,50 (42,0–51,0)	6,75 (5,7–7,8)	1,85 (0,0–3,7)
2	Яловичий жир	54,65 (48,8–60,5)	42,55 (41,1–41,0)	3,00 (1,6–4,4)	0,08 (0,0–0,16)
3	Баранячий жир	55,90 (53,4–58,4)	38,40 (35,4–41,4)	3,35 (2,8–3,9)	0,00
4	Соняшникова олія	12,50 (8,7–16,3)	30,00 (25,0–35,0)	53,40 (47,0–59,8)	0,25 (0,0–0,5)
5	Соева олія	13,30 (9,1–17,5)	27,50 (20,0–35,0)	50,90 (44,0–57,8)	8,00 (5,0–11,0)
6	Оливкова олія	16,80 (11,8–21,8)	67,50 (54,0–81,0)	12,65 (3,3–22,0)	0,55 (0,3–0,8)
7	Лляна олія	9,60 (8,5–10,7)	12,50 (5,0–20,0)	15,00 (10,0–20,0)	62,50 (55,0–70,0)
8	Ріпакова олія	7,75 (1,5–8,0)	57,50 (50,0–65,0)	22,50 (15,0–30,0)	9,50 (6,0–13,0)
9	Кукурудзяна олія	11,30 (10,2–12,4)	43,50 (42,0–45,0)	44,00 (40,0–48,0)	0,65 (0,5–0,8)
10	Гірчична олія	6,60 (1,2–12,0)	62,25 (35,5–89,0)	17,50 (10,0–25,0)	12,00 (6,0–18,0)

Практичне використання розробленої програми показало, що внесення до тваринних жирів рослинних олій у кількості менше 50% не дозволяє оптимізувати жирнокислотний склад продукту до науково обґрунтованих норм. Однак органолептичними дослідження встановлено, що введення олії більше 50% робить консистенцію купажу занадто рідкою, а колір продукту – жовтим. Тому вирішено вводити рослинні олії у кількості, не більші за 50% від маси купажу.

Таким чином встановлено суміші зі збалансованим жирнокислотним складом (табл. 4).

Таблиця 4

Жировий набір купажів та їх жирнокислотний склад

№	Купаж	Вміст жирних кислот, %			
		НЖК	МЖК	ω -6 ПЖК	ω -3 ПЖК
1	Свинячий жир 50% + гірчична олія 30% + соєва олія 20%	28,90	50,30	17,80	3,00
2	Свинячий жир 50%+гірчична олія 40%+соняшникова олія 10%	27,09	51,15	15,72	5,75
3	Свинячий жир 50% + ріпакова олія 45% + соєва олія 5%	27,35	50,50	16,05	5,60
4	Свинячий жир 50%+гірчична олія 40%+кукурудзяна олія 10%	26,43	50,60	16,77	4,79
5	Яловичий жир 50%+ріпакова олія 45%+соняшникова олія 5%	30,44	50,65	14,30	4,33
6	Яловичий жир 50%+гірчична олія 40%+соєва олія 10%	30,30	49,93	14,59	4,64
7	Яловичий жир 50%+ріпакова олія 40+кукурудзяна олія 10%	30,56	49,63	14,90	3,90
8	Баранячий жир 50%+ріпакова олія 45%+кукурудзяна олія 5%	31,00	49,25	14,00	4,31

З використанням методу планування експерименту встановлено основні параметри технології, які дозволяють одержати продукт однорідної консистенції. Для цього вивчено залежність седиментаційної стійкості купажу, отриманої за методикою визначення седиментаційної стійкості емульсії, від наступних факторів: температура попереднього нагрівання тваринного жиру x_1 , температура попереднього нагрівання олії x_2 , тривалість перемішування x_3 , інтенсивність перемішування x_4 , температура охолодження готового купажу x_5 .

Рівняння регресії має вигляд:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = 89,172 + 6,778x_1 - 10,167x_2 + 1,056x_4 + 1,278x_5 + 11,285x_1x_2 + 2,750x_1x_3 + 2,125x_1x_4 - x_1x_5 - 8x_2x_3 - 9,875x_2x_4 - 3,625x_2x_5 + 1,378x_3x_4 + 3,250x_3x_5 - 12,818x_{12} - 5,318x_{22} - 12,318x_{32} - 10,318x_{42} + 38,682x_{52}.$$

Перевірка за критерієм Фішера за умови рівня значимості $\alpha=0,05$ показала, що отримане рівняння є адекватним експерименту.

На рис. 1 наведено одну з отриманих поверхонь залежності седиментаційної стійкості від температури попереднього нагрівання жиру й інтенсивності перемішування (при фіксованих трьох факторах: температура попереднього нагрівання олії 50°C, інтенсивність перемішування 40 хв⁻¹, температура охолодження готового купажу +6°C).

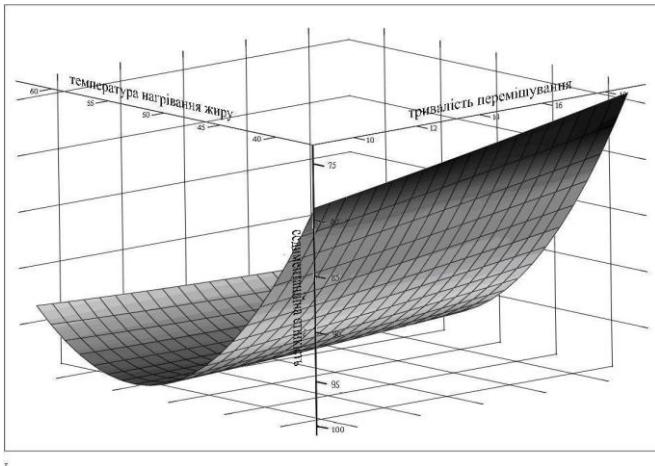


Рис. 1. Залежність седиментаційної стійкості купажу від температури попереднього нагрівання жиру та тривалості перемішування

Аналізуючи поверхні залежностей седиментаційної стійкості купажу від обраних факторів, визначили ефективні параметри технологічного процесу виготовлення купажованих тваринно-рослинних жирів, а саме:

- температура попереднього нагрівання тваринного жиру 50–55°C,
- температура попереднього нагрівання олії 25–30°C,
- перемішування протягом 10–15 хв.,
- інтенсивність перемішування 35–40 хв⁻¹,
- охолодження готового купажу до 5–10°C.

Таким чином, нами розроблено математичну модель технологічного процесу виготовлення купажованих тваринно-рослинних жирів із встановленням оптимальних параметрів технологічного процесу виготовлення купажованих тваринно-рослинних жирів.

У зв'язку з необхідністю перевірки складу купажованих жирів виникла потреба у розробці інструментальної методики дослідження кількісного вмісту окремих жирів у їх сумішах. Роботу проводили на універсальному багатоцільовому аналізаторі МРА фірми "Bruker" в ближньому ІЧ-діапазоні з Фур'є перетворенням. Ідентифікаційний аналіз досліджуваних жирів і олій наведено на рис. 2.

Такий аналіз складається з наступних етапів:

1. Підготовка калібрувальних стандартів.
2. Вимірювання ІЧ-спектрів, розшифровка спектрограм, статистична обробка даних за допомогою аналітичного програмного забезпечення OPUS.
3. Побудова, оптимізація і тестування калібрувальної моделі.

Кількісний аналіз дозволяє ідентифікувати різні жири у їх сумішах з рослинними оліями.

Для побудови калібрувальної моделі досліджено 24 суміші на основі свинячого жиру, 9 сумішей на основі яловичого жиру і 6 сумішей на основі баранячого жиру.

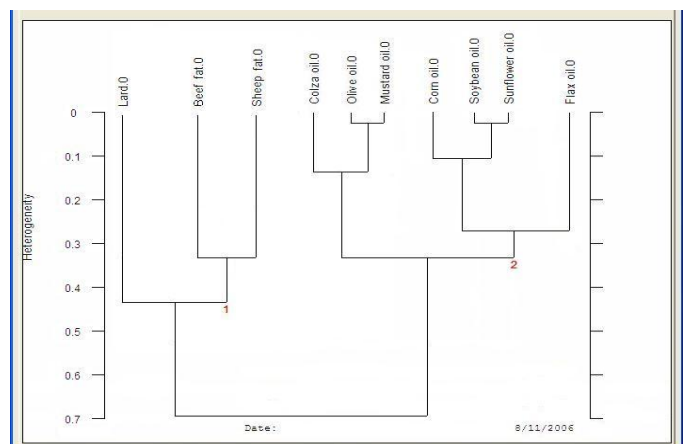


Рис. 2. Кластерний аналіз жирів

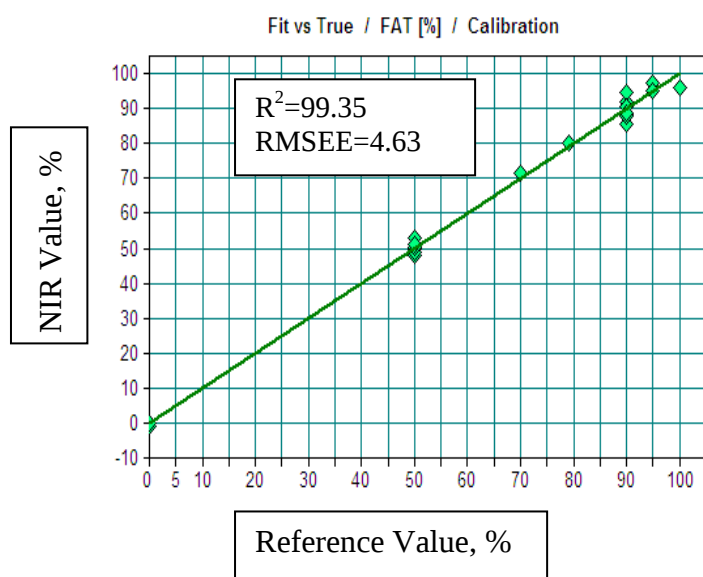


Рис. 3. Калібрувальна модель для купажів свинячого жиру

Вихідне калібрування обрали, виходячи з максимально допустимого діапазону вмісту жиру: жирові суміші містили від 0 до 100 % кожного жиру. За допомогою валідації проведена оптимізація калібрувальної моделі, результати якої перевірено на повторюваність (рис. 3).

Оскільки похибка кількісного аналізу не перевищує 5%, даний метод експресного аналізу вмісту жирів можна використовувати для визначення невеликих (<5%) кількостей тваринних жирів у комбінованих жирових продуктах.

Запропонована нами методика дозволяє скоротити до 1–5 хв. час ідентифікації

складу жирових продуктів за умови збереження необхідної точності результатів аналізу. Основні переваги запропонованої інструментальної методики над класичними методами “мокрої хімії”:

- експресність проведення аналізу за рахунок скорочення часу вимірів та миттєвого оброблення результатів з використанням відповідних програм на комп'ютері;
- відсутність пробопідготовки;
- можливість використання методу під час створення автоматизованих ліній управління технологічними процесами;
- у процесі проведення вимірів зразки не піддаються руйнуванню.

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему одержання купажованих жирів збалансованого жирнокислотного складу. Виробництво купажів здійснюється за модифікованою технологічною схемою маргаринового виробництва (рис. 4).

Топлені тваринні жири подають в ємкість для оплавлення жирів Є1, нагрівають до температури 50–55 °С. Рослинні олії надходять до ємкостей Є2, де їх нагрівають до температури 25–30 °С та диспергують. На випадок перевантаження схеми передбачена можливість роботи двох ємкостей Є3–Є4 у замкненому циклі. Розтоплені жири самопливом, а олії насосом Н1 поступають на терези автоматичного зважування Т1. Після набору рецептурної суміші підготовлені компоненти подають у змішувач 31, де компоненти у розплавленому стані змішуються протягом 10–15 хвилин. За необхідності, гомогенізація продовжується у другому змішувачі 32 звідки жирова суміш плунжерним насосом ПН1 передається у вентатор В1, де охолоджується до температури 5–10 °С. Готовий купаж надходить на розфасовку. Для досягнення стабільного режиму по змішуванню компонентів купажу можна використовувати третій змішувач 33.

Активне перемішування компонентів протягом 10–15 хвилин та наступне їх охолодження до температури 5–10 °С забезпечує одержання пластичної суміші з однорідною структурою.

Підібрано комплект обладнання фірми “Тетра-Отіч” (м. Київ) для виробництва купажованих жирів продуктивністю 1000 кг/год.

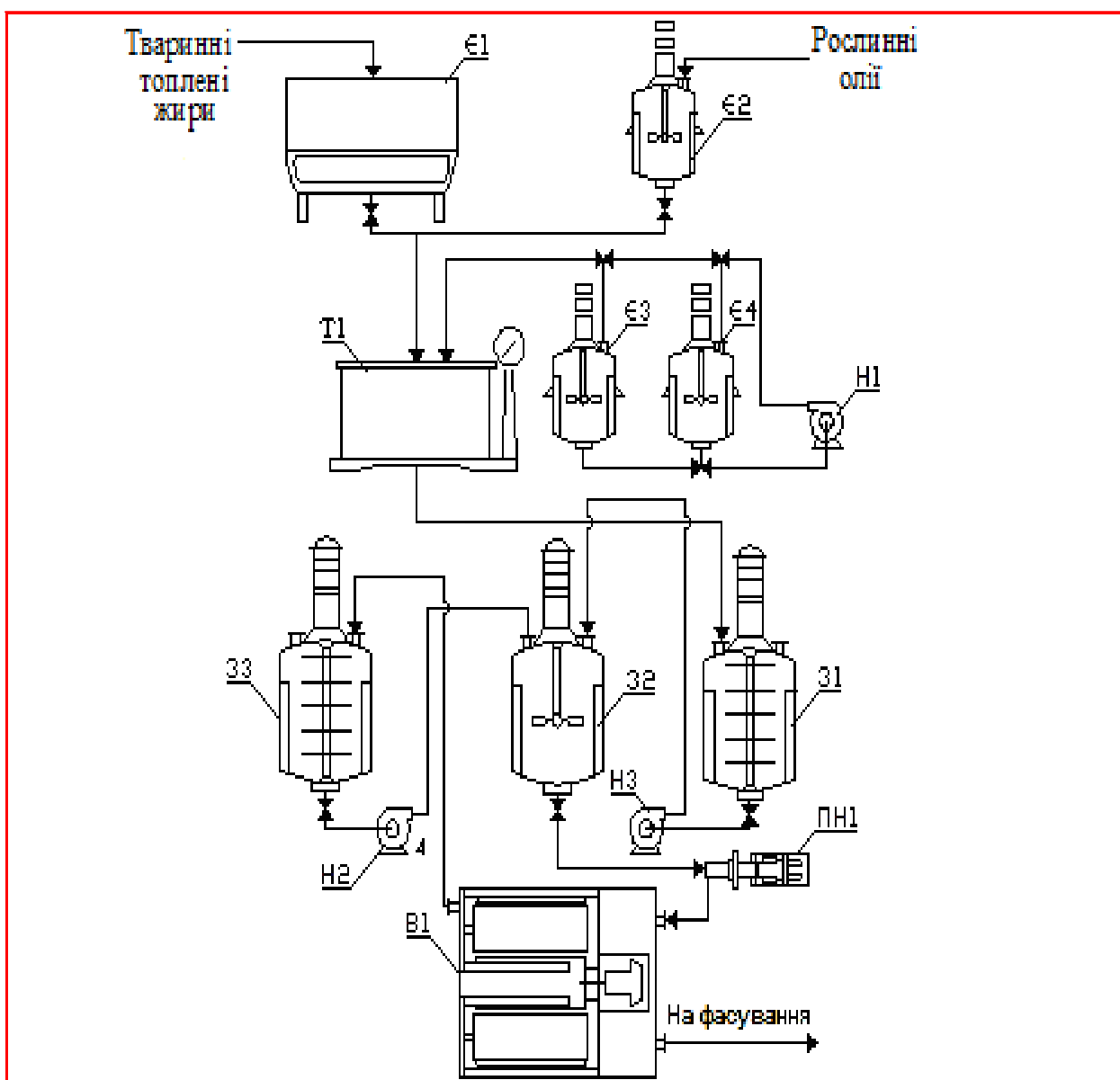


Рис. 4. Технологічна схема виробництва купажованих жирів потужністю 1000 кг/год:

Є1 – ємкість для плавлення жирів; Є2–Є4 – ємкості для дисперсно-температурної обробки жирів; Т1 – терези для зважування компонентів; Н1–Н3 – насос відцентровий; 31–33 – змішувач; ПН1 – насос плунжерний; В1 – вотатор.

У шостому розділі “Дослідження технологічних властивостей та харчової цінності трикомпонентних купажів” проведено дослідження динаміки накопичення продуктів окиснення за різних умов зберігання, встановлено гарантійні терміни зберігання та проаналізовано харчову цінність купажованих жирів.

Можливість гальмування окиснювальних процесів купажів досліджували у трьох паралелях за різних умов зберігання. Ступінь окиснення купажів контролювали за величиною пероксидного (ПЧ), кислотного (КЧ) та анізидинового (АЧ) чисел. Нижче наведені результати визначення ПЧ (рис. 5), КЧ (рис. 6) та АЧ (рис. 7) у трикомпонентних купажах свинячого жиру прискореним методом “активного кисню” за умов впливу на них підвищеної температури. Аналогічно досліджували купажі на основі яловичого та баранячого жирів.

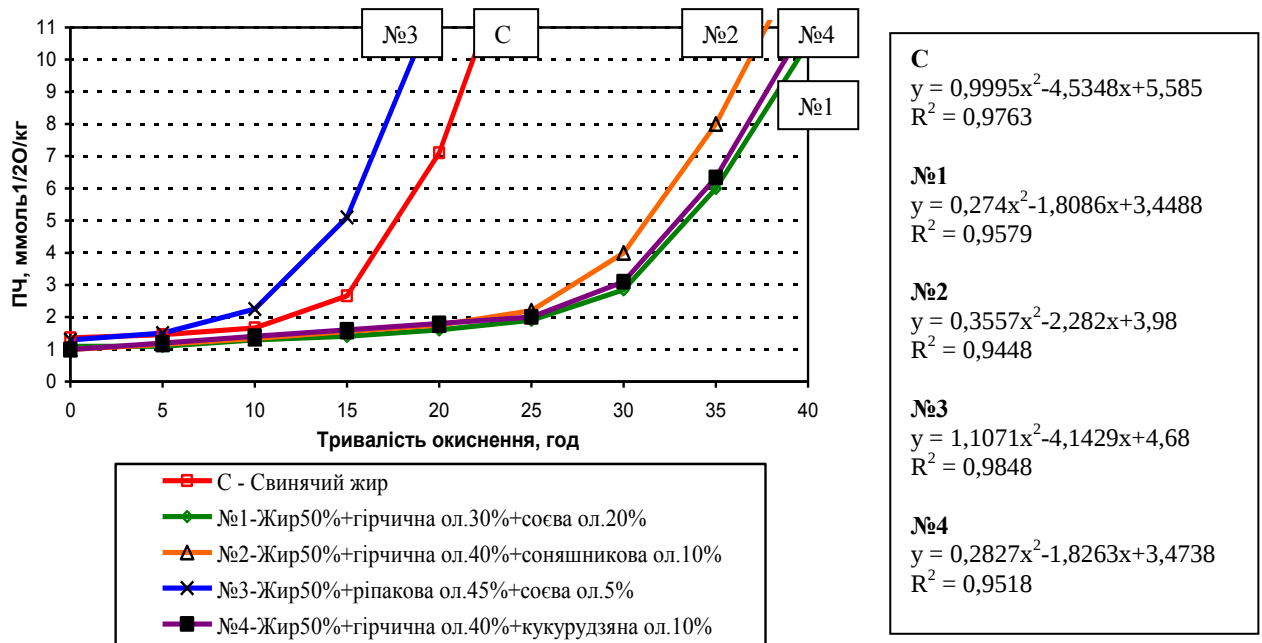


Рис. 5. Кінетика зміни ПЧ трикомпонентних купажів свинячого жиру за $t^\circ 75 \pm 2^\circ \text{C}$

З рисунку 5 видно, що високу стійкість до окиснення мають купажі №1, №2 та №4. Накопичення граничного рівня пероксидів у купажі №1 зафіксовано після 39 годин окиснення, у купажі №2 – після 30 годин окиснення, у купажі №4 – після 36 годин. У той час як стійкість купажу №3 є незадовільною і окиснюється швидше за контрольний зразок.

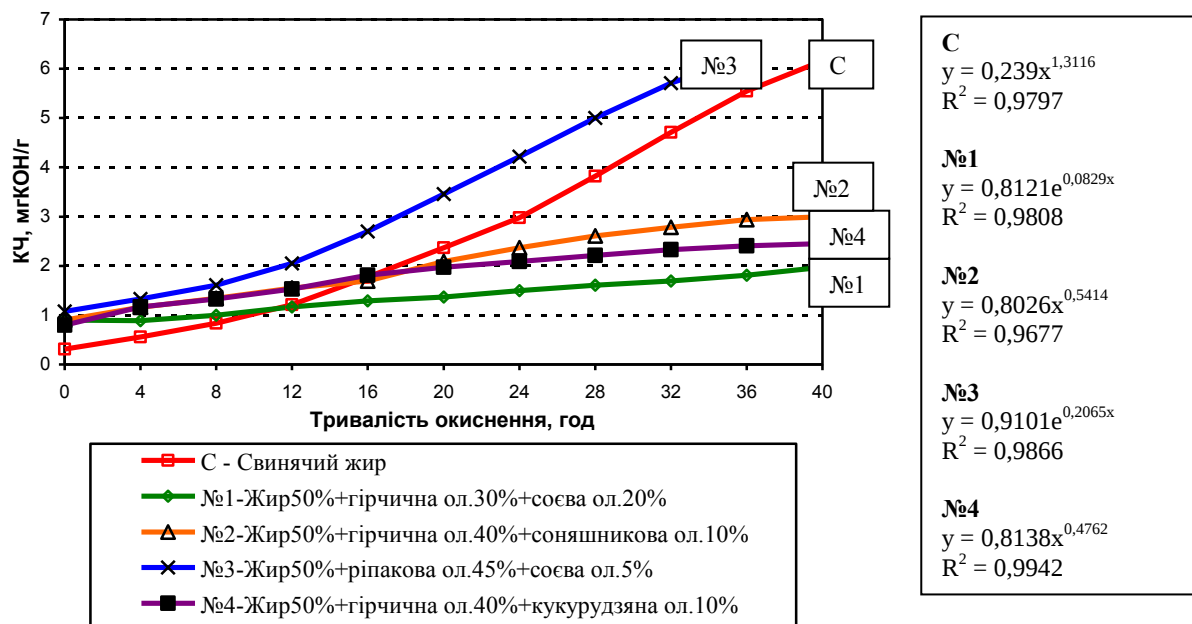


Рис. 6. Кінетика зміни КЧ трикомпонентних купажів свинячого жиру за $t^\circ 75 \pm 2^\circ \text{C}$

Аналізуючи зміни КЧ трикомпонентних купажів (рис. 6) видно, що під час процесу накопичення вільних жирних кислот протягом перших 12 годин дослідження криві накопичення вільних жирних кислот усіх купажів проходять аналогічно до кривої контролю і чітко виражених індукційних періодів не спостерігається. І тільки тоді, як кислотне число сягає значення 2 мгКОН/г у контролі та у купажі №3 спостерігається зростання швидкості накопичення вільних жирних кислот. На кінець дослідження КЧ контролю становить 6,16 мгКОН/г, тоді як у купажі №1 – лише 1,97 мгКОН/г, у купажі №2 – 3,0 мгКОН/г, у купажі №4 – 2,45 мгКОН/г. Подібний перебіг окиснення пояснюється вираженим зниженням вмісту вітаміну Е і каротину на ранніх термінах

зберігання, коли збільшується рівень окиснених форм токоферола, а рівень α -токоферидхінона (активної форми) підвищується пізніше.

Результати визначення кислотних чисел трикомпонентних купажів свинячого жиру добре узгоджуються з результатами дослідження стійкості цих купажів до окиснювального псування за пероксидним числом. А саме: високу стійкість мають купажі, до складу яких входить гірчична олія.

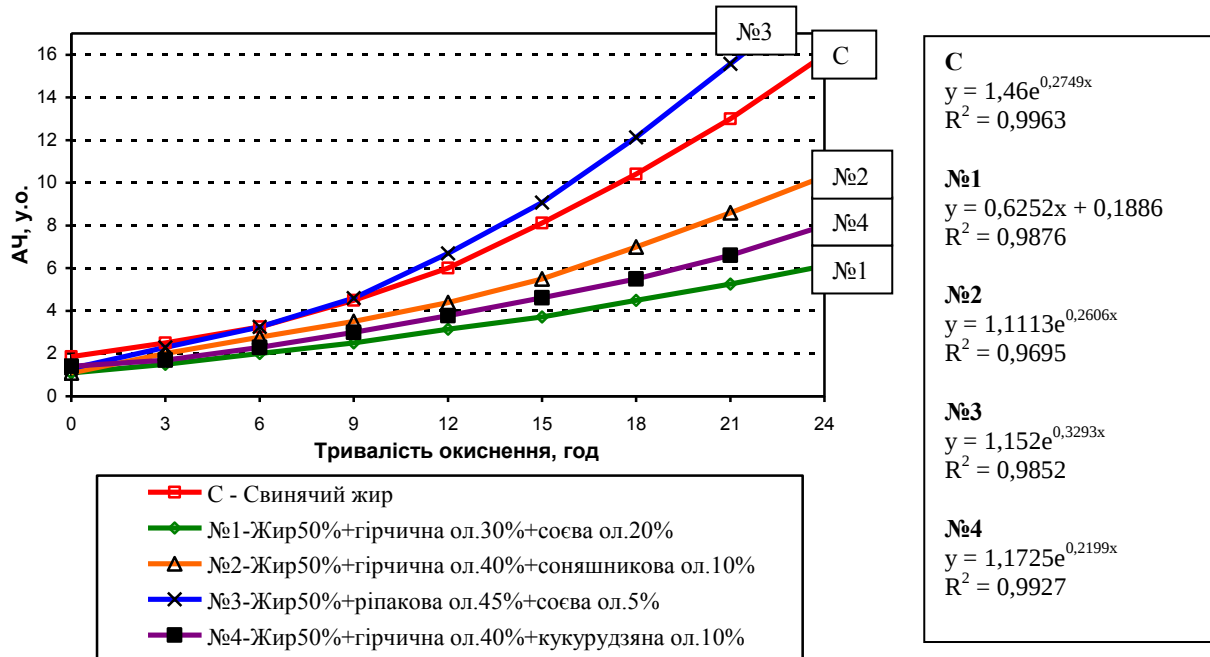


Рис. 7. Кінетика зміни АЧ трикомпонентних купажів свинячого жиру за $t^\circ 75 \pm 2^\circ \text{C}$

Аналізуючи рис. 7, видно, що найдовший термін зберігання зафіксовано у купажу №1 – гранична кількість вторинних продуктів окиснення якого ($\text{АЧ} = 6 \text{ у.о.}$) накопичувалась протягом 24 годин прискореного окиснення; на другому місці знаходиться купаж №4, який окиснюється протягом 20 годин досліду. Високу стійкість до процесів вторинного окиснення має купаж №2 – АЧ досягає граничної величини після 16 годин окиснення. Проте стійкість купажу №3, до складу якого входить ріпакова олія, поступається контрольному зразку.

Результати дослідження впливу підвищених температур на ступінь окиснення купажованих жирів свідчать про помітне подовження терміну зберігання купажованих жирів, до складу яких входить 30–40% нерафінованої гірчичної олії та 10–20% інших олій. Така добавка ефективно гальмує окиснювальні процеси, незалежно від виду топленого тваринного жиру (свинячого, яловичого, баранячого). Одержані значення анізидинових та кислотних чисел усіх зразків добре узгоджуються з результатами дослідження стійкості купажів до окиснювального псування за пероксидним числом.

Дослідження трикомпонентних купажів за температури $24 \pm 2^\circ$ та за температури мінус $6 \pm 0,2^\circ \text{C}$ показали, що стабілізуюча дія досліджуваних олій за цих умов аналогічна їх дії на тваринні жири за підвищених температур. Погіршення органолептичних показників купажованих жирів у процесі холодильного зберігання протягом 18 місяців не спостерігалось. Проте під час зберігання встановлено, що купажі, до складу яких входить ріпакова олія окиснюються швидше, ніж контрольні зразки. Оскільки ефективність антиокисної активності усіх добавок ріпакової олії менше 1, купажі з ріпаковою олією було усунуто від подальших досліджень.

У купажах з подовженим терміном зберігання порівняно з топленими жирами без добавок (стійкість до окиснювальних процесів не менше, ніж у 2 рази переважає над нативними жирами), розраховано параметр k_{p2}/k_7 , який відповідає відношенню констант швидкостей реакцій подовження і обривання ланцюгів у періоді індукції окиснення. Параметр k_{p2}/k_7 дозволяє порівнювати окиснюваність вуглеводнів за різних швидкостей ініціювання (табл. 6).

Таблиця 6

Кінетичні параметри окиснення купажованих жирів

№	Зразок	$k_{p2}/k_7 \cdot 10^{-5}$
1	Свинячий жир 80% + кукурудзяна олія 20%;	1,07
2	Свинячий жир 70% + гірчична олія 30%;	0,87
3	Яловичий жир 80% + кукурудзяна олія 20%;	0,68
4	Свинячий жир 50% + гірчична олія 30% + соєва олія 20%;	1,02
5	Свинячий жир 50% + гірчична олія 40% + соняшникова олія 10%;	0,92
6	Свинячий жир 50% + гірчична олія 40% + кукурудзяна олія 10%;	1,10
7	Яловичий жир 50% + гірчична олія 40% + соєва олія 10%.	0,89

Отримані нами значення k_{p2}/k_7 свідчать про те, що добавки соняшникової, соєвої, кукурудзяної, гірчичної олій проявляють інгібіруючі властивості щодо окиснення яловичого та свинячого жирів. Найкращими кінетичними параметрами відзначається купаж яловичого жиру із додаванням 20% кукурудзяної олій.

Математичне моделювання залежності терміну зберігання купажованих жирів від взаємного впливу природних антиоксидантів та температури зберігання продукту дозволило встановити гарантійний термін зберігання дво- та трикомпонентних купажів. Гарантійні терміни зберігання встановлено для купажів, початкове ПЧ яких не перевищує 2 ммоль¹/₂O/кг при зберіганні їх у накопичувальних ємкостях із дотриманням режимів, вказаних у табл. 7.

Таблиця 7

Гарантійні терміни зберігання

Найменування купажу	Термін зберігання з моменту виробки, діб за температури, °C			
	від 50 до 60	від 20 до 25	від 0 до 6	від -5 до -8
Двокомпонентні на основі свинячого жиру	4	45	65	410
Трикомпонентні на основі свинячого жиру	4	40	60	360
Двокомпонентні на основі яловичого жиру	7	110	-	330
Трикомпонентні на основі яловичого жиру	7	115	-	340
Двокомпонентні на основі баранячого жиру	6	85	-	255

Після встановлення окиснювальних характеристик жирових купажів доцільно проаналізувати їх харчову цінність. Стосовно купажів, які проявили високу стійкість до окиснення, було розраховано показники харчової цінності у порівнянні з гіпотетичним ідеальним жиром (за Ципріяном В.І.), (табл. 8). Усі показники класифіковано за 4 групами, які дозволяють оцінити жирнокислотний склад, вміст біологічно активних речовин у жирі, небезпеку їх атерогенної дії і ступінь захисту від пероксидного окиснення ліпідів.

Показники харчової цінності купажованих жирів

Показники	Ідеальний жир	Жири			Купажі			
		Свинячий	Яловичий	Баранячий	№1	№2	№3	№4
Енергетична цінність, ккал/100 г	900	896	896	897	897	897	897	897
<i>Показники оцінки жирнокислотного складу</i>								
Відношення НЖК:МЖК:ПЖК	30:50:20	44:47:9	55:42:3	57:40:3	29:50:21	27:51:22	31:50:19	30:50:20
Відношення ПЖК:НЖК	>0,2	0,20	0,05	0,05	0,72	0,81	0,61	0,64
Відношення C _{18:2} :C _{18:1}	>0,25	0,15	0,05	0,05	0,43	0,30	0,29	0,26
Відношення ω-6:ω-3 ПЖК	3:1–10:1	4:1	38:1	-	6:1	3:1	4:1	3:1
<i>Показники оцінки вмісту біологічно активних речовин</i>								
Ретиноловий еквівалент, мкг%	300	10	27	63	12,5	15	12,5	23,5
Токофероловий еквівалент, мг%	10	1,7	1,3	0,5	7,03	8,93	5,54	10,44
Вміст фосфоліпідів, г/100 г	до 5	0	0	0	0,085	0,100	0,065	0,080
Вміст β-ситостеролу, мг%	+	0	0	0	43,0	36,0	37,5	36,0
<i>Показники оцінки атерогенності</i>								
Вміст холестеролу, мг%	<300	164	163	127	82	82	82	81,5
Відношення холестерол: фосфоліпіди	>1:4	-	-	-	1:1	1:1,2	1:0,8	1:1
<i>Показники захисту від пероксидного окиснення</i>								
Відношення вітамін Е:ПЖК	<1:1000	1:32941	1:34615	1:86000	1:10100	1:8175	1:12455	1:6657

Примітка:

Купаж №1 – 50% свинячий жир + 30% гірчична олія + 20% соєва олія;

Купаж №2 – 50% свинячий жир + 40% гірчична олія + 10% соняшникова олія;

Купаж №3 – 50% свинячий жир + 40% гірчична олія + 10% кукурудзяна олія;

Купаж №4 – 50% яловичий жир + 40% гірчична олія + 10% соєва олія.

Встановлено, що за сумарним вмістом біологічно активних речовин купажовані жири переважають над природними жирами, крім того, вони менш атерогенні і більшою мірою захищені від пероксидного окиснення. Відповідно за показниками оцінки жирнокислотного складу купажовані жири відповідають співвідношенням ідеального жиру. Купажовані жирові продукти збагачують раціон людини поліненасиченими жирними кислотами, вміст яких у тваринних жирах мінімальний. Купажовані жири, виготовлені на основі рослинних олій та тваринних жирів, містять значно меншу кількість насичених жирних кислот (27–31% проти 44–57% у тваринних жирах), та холестеролу (близько 82 мг% проти 127–164 мг%).

Для подальших розробок харчових жировмістивних продуктів на основі купажованого жиру пропонуються купажі, стійкість яких не менше, ніж у 2 рази переважає нативні жири:

1. Свинячий жир 80% + кукурудзяна олія 20%;
2. Свинячий жир 70% + гірчична олія 30%;
3. Свинячий жир 50% + гірчична олія 30% + соєва олія 20%;
4. Свинячий жир 50% + гірчична олія 40% + соняшникова олія 10%;
5. Свинячий жир 50% + гірчична олія 40% + кукурудзяна олія 10%;
6. Яловичий жир 80% + кукурудзяна олія 20%;

7. Яловичий жир 50% + гірчична олія 40% + соєва олія 10%.

У цьому розділі “Використання купажованих жирів у технології харчових жировмістивних продуктів” наведено результати роботи з впровадження у виробництво технологій купажованих тваринно-рослинних жирів.

Дослідно-промисловою партією маргаринів на основі купажованого жиру вироблено на ЗАТ “Запорізький оліяжиркомбінат” на пілотній установці Schröder Kombinator за трьома рецептурами у кількості 20 кг за кожною рецептурою. Для конструювання рецептур маргаринів (табл. 9) використано купажі, які у попередніх дослідях проявили найвищу стійкість до окиснювального псування, а саме: купаж свинячий жир 50% + гірчична олія 30% + соєва олія, стійкість якого у 2,1 рази переважає контрольний жир без добавок; свинячий жир 80% + кукурудзяна олія 20% – у 2,3 рази; яловичий жир 50% + гірчична олія 40% + соєва олія 10% – у 1,9 разів.

Відповідно до кондитерського призначення запропоновано рецептури столового маргарину з купажем легкоплавкого свинячого жиру, а рецептуру кулінарного жиру – з купажем більш твердого яловичого жиру. За фізико-хімічними показниками маргарини відповідають вимогам та нормам нормативно-технічної документації: ДСТУ 4465: 2005 “Маргарин. Загальні технічні умови”, а кулінарний жир – за ДСТУ 4335:2004 “Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови”.

Запропонована технологія не потребує змін в апаратурно-технологічній схемі виробництва маргарину. За рівнем собівартості та відпускнуою ціною розроблений продукт може конкурувати з відомими аналогами. За розрахунками відділу розвитку ЗАТ “Запорізький ОЖК”, проведеними у лютому 2007 р., собівартість 1 тони маргаринової продукції, за умови фасування у пачки вагою 250 г становить: для столового маргарину – 9109,22 грн., для кондитерського маргарину – 7843,38 грн., для кулінарного жиру – 10460,51 грн.

Розроблені нами рецептури нових маргаринів не передбачають використання саломасів, тому вміст транс-ізомерів жирних кислот не перевищує 2,5% жирнокислотного складу (природного фону), а завдяки високому вмісту β-ситостеролу розроблений продукт має антиатеросклеротичні властивості. Таким чином, за сукупністю властивостей, розроблені маргарини можуть бути віднесені до функціональних жирових продуктів.

Таблиця 9

Рецептури маргаринової продукції на основі купажованого жиру

Компоненти, кг	Варіант 1 (82% жирності) Столовий	Варіант 2 (82% жирності) Кондитерський	Варіант 3 (100% жирності) Кулінарний
Купаж складу: свинячий жир 50% + гірчична олія 30% + соєва олія 20%, $T_{пл}$ 34,5 °С	71,378	-	-
Купаж складу: свинячий жир 80% + кукурудзяна олія 20%, $T_{пл}$ 36,5 °С	-	71,378	-
Купаж складу: яловичий жир 50% + гірчична олія 40% + соєва олія 10%, $T_{пл}$ 40,8 °С	-	-	85,0
Кокосова олія	10,0	10,0	15,0
Вершки сквашені (3,2% жирності)	8,5	8,5	-
Емульгатор (харчові лецитини)	0,15	0,15	-
Емульгатор-стабілізатор Димодан Нр	0,2	0,2	-
Сіль кухонна	0,5	0,5	-
Вода	9,272	9,272	-
Всього	100,00	100,00	100,00

Результати мікробіологічного аналізу маргаринової продукції після 5 днів зберігання задовольняють вимогам нормативної документації.

Купажовані тваринно-рослинні жири можуть бути використані у виробництві інших жировмістивних продуктів. Зокрема, знайдено технологічне рішення щодо використання купажованого жиру при виробництві варених структурованих ковбас на основі м'яса птиці. Наші дослідження показали, що при додаванні купажу свинячого жиру з гірчиною олією у фаршеву систему, змінюється значення рН середовища (з 6,52 до 6,35) у лужно-нейтральний бік. Це забезпечує високу вологозв'язуючу здатність ковбасного фаршу і відповідно підвищує вихід ковбас на 5%.

У промислових випробуваннях встановлено можливість подовження терміну зберігання ковбас вареної групи з 5 до 7 діб без погіршення функціонально-технологічних показників готового продукту. Дослідно-промислову партію виготовлено на ЗАТ “Київський МПЗ”. Результати проведених мікробіологічних досліджень задовольняють вимогам нормативної документації.

Запропоновано рецептури січених м'ясо-рослинних напівфабрикатів з використанням купажованих жирів з введенням добавки 20% пробудженого ячменя “ЕСО”. За усіма технологічними показниками зразки за розробленими рецептурами переважають контрольний, зокрема вихід їх зростає на 21%. Такі напівфабрикати мають перевагу над традиційними за рахунок кращої збалансованості жирнокислотного складу, а підвищений вміст харчових волокон і мінеральних речовин обумовлює харчову цінність напівфабрикатів та дозволяє використовувати ці продукти в якості дієтичних.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-технічної задачі створення функціональних жирових продуктів, орієнтованих на реалізацію концепції здорового харчування.

1. Встановлено, що купажування тваринних жирів з рослинними оліями по різному впливає на швидкість окиснення жирів: додавання соняшникової, соєвої, лляної, ріпакової та оливкової рафінованих олій у кількості від 5 до 50% негативно впливає на стійкість свинячого, яловичого, баранячого жирів до окиснення. Виявлено суттєве уповільнення процесів пероксидації у дослідних зразках з рафінованою кукурудзяною та нерафінованими гірчиною і соєвою оліями порівняно з контрольним. Найкращі результати дають добавки до свинячого топленого жиру: введення 20% кукурудзяної олії подовжує термін зберігання у 2,3 рази, 30% гірчиної олії – у 2 рази, 10% соєвої олії – у 1,6 раз.

2. На підставі системного підходу розроблено математичну модель технологічного процесу виготовлення купажованих тваринно-рослинних жирів. Встановлено основні параметри технології (температура попереднього нагрівання тваринного жиру 50–55°C; температура попереднього нагрівання олії 25–30°C; перемішування протягом 10–15 хв.; інтенсивність перемішування 35–40 хв⁻¹; охолодження готового купажу до 5–10°C), що дозволяють одержати пластичні однорідні суміші. Розроблено технологічну схему одержання купажованого жиру та підібрано комплект обладнання фірми “Тетра-Отіч” (м. Київ) продуктивністю 1000 кг/год.

3. Розроблено експрес-методику визначення вмісту свинячого, яловичого, баранячого жирів у комбінованих жирових продуктах, що дозволяє скоротити до 1–5 хв. час ідентифікації складу

жирових продуктів при збереженні високої точності результатів аналізу. Максимальна похибка за побудованими калібрувальними моделями складає від 0,67 до 4,63%.

4. За показниками кислотного, пероксидного, анізидинового чисел встановлено, що окислювальна стійкість трикомпонентних купажів свинячого, яловичого, баранячого топлених жирів, які містять 30–40% гірчиної олії та 10–20% інших олій у 1,8–3,1 раз вища, порівняно з контрольними жирами без добавок. У процесі зберігання за температури мінус $6 \pm 0,2^\circ\text{C}$ протягом 18 місяців не спостерігалось суттєвого погіршення органолептичних показників купажованих жирів.

5. Знайдено кореляційне рівняння залежності терміну зберігання купажованих жирів від температури зберігання продукту, сумарного вмісту ізомерів токоферолу та вмісту β -каротину у ньому. Встановлено гарантійні терміни зберігання дво- та трикомпонентних купажів на основі свинячого, яловичого та баранячого жирів у діапазоні температур від 60 до мінус 8°C .

6. Експериментально визначено оптимальний склад купажів, що дозволяє не тільки підвищити стійкість продукту до окиснення, а й збалансувати жирнокислотний склад. Виявлено, що за вмістом біологічно активних речовин купажовані жири переважають над природними тваринними жирами, крім того, вони менш атерогенні і більшою мірою захищені від пероксидного окиснення. Отримані дані мають практичне значення для оптимізації рецептурного складу щодо критеріїв мінімального відхилення від еталонної структури жирнокислотного складу

7. Встановлено доцільність використання купажованого жиру у виробництві жирових та жировмістивних продуктів. Розроблено рецептури маргаринів на основі купажованого жиру, що не передбачають застосування саломасів, тому вміст транс-ізомерів жирних кислот не перевищує природного фону. Дослідно-промислову партію маргаринів на основі купажованого жиру вироблено на ЗАТ “Запорізький оліяжиркомбінат”.

8. Знайдено технологічне рішення щодо використання купажованого жиру у виробництві варених структурованих ковбас на основі м'яса птиці. Встановлено можливість подовження терміну зберігання ковбас вареної групи з 5 до 7 діб без погіршення функціонально-технологічних показників готового продукту. Дослідно-промислову партію виготовлено на ЗАТ “Київський м'ясопереробний завод”.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пешук Л.В. Дослідження впливу рослинних олій на стабільність свинячого жиру / Л.В. Пешук, І.Г. Радзієвська // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – Львів: ЛНАВМ, 2007. – Т.9, №2 (33), Ч.2 – С. 180–183.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження впливу добавок рослинних олій на перебіг окиснювальних процесів свинячого жиру, підготовлено матеріали до друку.

2. Пешук Л.В. Використання купажованого жиру в технології нових маргаринів / Л.В. Пешук, І.Г. Радзієвська // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – № 43. – С. 46–51.

Здобувачем розроблено рецептури маргаринів на основі купажованого жиру, визначено їх фізико-хімічні показники, узагальнено результати досліджень.

3. Кіщенко В.А. Дослідження впливу фізичних факторів на вміст токоферолів у рослинних оліях / В.А. Кіщенко, Левчук І.В., Радзієвська І.Г., Пелехова Л.С. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – Вип. 34, Т. 2. – С. 76–81.

Здобувачем опрацьовано літературні джерела, встановлено загальний вміст токоферолів у харчових рослинних оліях, підготовлено матеріали до друку.

4. Манк В.В. Використання інфрачервоної спектроскопії ближнього діапазону для аналізу жирів та їх сумішей / В.В. Манк, Л.В. Пешук, І.Г. Радзівська // Харчова промисловість. – К.: НУХТ, 2008. – №6. – С. 31–34.

Здобувачем опрацьовано дані літератури з теми, проведено вимірювання зразків, виконано кластерний аналіз, здійснено оптимізацію калібрувальної моделі.

5. Радзівська І.Г. Використання купажованого жиру у технології варених ковбас / І.Г. Радзівська, Т.Д. Григорак // Вісник національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – № 3 – С. 61–66.

Здобувачем визначено хімічний склад м'яса різних видів птиці, визначено ефективність антиокиснючої дії рослинних олій, проведено фізико-хімічні дослідження ковбас, підготовлено матеріали до друку.

6. Пешук Л.В. Дослідження впливу рослинних олій на стійкість свинячого жиру / Л.В. Пешук, І.Г. Радзівська // Продукты & ингредиенты. – К.: ООО “Биопром”, 2009. – № 1 (54). – С. 28–30.

Здобувачем встановлено жирнокислотний склад вихідної жирової сировини, досліджено окиснювальну стабільність купажів, опрацьовано результати досліджень.

7. Розробка експресного методу ідентифікації жирів у їх сумішах: програма і матеріали 73-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”], (Київ, 23–24 квітня 2007 р.) / М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. – К.: НУХТ, 2007. – 24 с.

Здобувачем розроблено експрес-методику кількісного визначення вмісту тваринних жирів у їх сумішах з рослинними оліями на основі спектроскопічних досліджень у ближньому інфрачервоному діапазоні.

8. Удосконалення технології варених ковбас на основі м'яса птиці: тези доповідей XI-ї Міжнародної науково-технічної конференції [“Інноваційні технології, проблеми якості і безпеки сировини та готової продукції у м'ясній та молочній промисловості”], (Київ, 27–28 листопада 2007 р.) / М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. – К.: НУХТ, 2007. – С. 151–153.

Здобувачем розроблено рецептури ковбас вареної групи з використанням купажованих жирів, встановлено термін зберігання, апробовано технологію у виробничих умовах.

9. Вивчення харчової цінності ліпідів м'яса з нетрадиційної сировини: програма і матеріали 74-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”], (Київ, 21–22 квітня 2008 р.) / М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. – К.: НУХТ, 2008. – 203 с.

Здобувачем досліджено жирнокислотний склад та харчову цінність ліпідів м'яса з нетрадиційної сировини.

10. Разработка новых видов мясо-растительных полуфабрикатов с использованием нетрадиционного сырья // тезисы докладов VI-й Международной научной конференции студентов и аспирантов [“Техника и технология пищевых производств”], (Могилев, 24–25 апреля 2008 г.) / М-во образования Республики Беларусь, Могилевский государственный ун-т продовольствия. – Могилев: МГУП, 2008. – С. 226–227.

Здобувачем розроблено рецептури січених м'ясо-рослинних напівфабрикатів, встановлено фізико-хімічні та технологічні показники.

11. Біологічна цінність олії гірчиці сарептської: Тези доповідей 75-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”], (Київ, 13–14 квітня 2009 р.) / М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. – К.: НУХТ, 2009. – 204 с.

Здобувачем встановлено показники якості та складу гірчиної олії, підтверджено вміст ефірної олії у жирній олії з насіння гірчиці сарептської.

12. Пат. 37824 Україна МПК51 А 23 D 7/00 А 23 D 9/00 Купажований жир / Пешук Л.В., Радзієвська І.Г.; заявник і патентовласник Нац. ун-т харчових технологій. – № u200808751; заявл. 02.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 23.

Здобувачем здійснено патентний пошук за темою винаходу, розраховано оптимальний склад купажів, оформлено заявку на патент.

13. Пат. 40194 Україна МПК51 А 23 D 7/00 Спосіб виробництва купажованого жиру / Пешук Л.В., Радзієвська І.Г.; заявник і патентовласник Нац. ун-т харчових технологій. – № u200813159; заявл. 13.11.2008; опубл. 25.03.2009, Бюл. №6.

Здобувачем здійснено патентний пошук за темою винаходу, систематизовано результати досліджень щодо розробки режимів купажування, оформлено заявку на патент.

АНОТАЦІЯ

Радзієвська І.Г. Розробка технології купажованих тваринно-рослинних жирів підвищеної харчової цінності. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2009.

Дисертацію присвячено розробленню науково обґрунтованої технології функціональних жирових продуктів – комбінованих сумішей на основі тваринних жирів та рослинних олій, яка дає змогу підвищити харчову і фізіологічну цінність та забезпечити стабільність технологічних властивостей продукту в процесі виробництва та зберігання.

Отримано математичні описи залежностей терміну зберігання купажованого жиру від температури зберігання продукту, сумарного вмісту ізомерів токоферолу та вмісту β -каротину у ньому. Показано, що за сумарною щільністю вмісту біологічно активних речовин купажовані жири переважають над природними жирами. Встановлені оптимальні параметри процесу купажування. Розроблено програму для швидкого визначення кількісного складу купажів зі збалансованим жирнокислотним складом. Розроблено експрес-методику аналізу для визначення малих кількостей тваринних жирів у комбінованих жирових продуктах. Встановлено доцільність використання купажованого жиру у виробництві жирових та м'ясних продуктів. Оптимальні рецептури та технологію апробовано у промислових умовах. Розраховано економічну ефективність впровадження наукової розробки у виробництво. Розроблено проект нормативної документації на новий вид продукту – купажований жир. Пріоритетність досліджень підтверджено 2 Патентами України на корисну модель.

Ключові слова: функціональний жировий продукт, рослинна олія, топлений тваринний жир, технологія купажування, жирнокислотний склад, харчова цінність.

АННОТАЦИЯ

Радзиевская И.Г. Разработка технологии купажированных животного-растительных жиров повышенной пищевой ценности. – Рукопись.

Диссертационная работа на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06 – технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2009.

Диссертация посвящена разработке научно обоснованной технологии функциональных жировых продуктов – комбинированных смесей на основе животных жиров и растительных масел, которая открывает возможность повысить пищевую и физиологическую ценность, а также обеспечить стабильность технологических свойств продукта в процессе производства и хранения. Получены математические описания зависимости срока хранения купажированного жира от температуры хранения продукта, суммарного содержания изомеров токоферола и содержания β -каротина в нем. Показано, что по содержанию биологически активных веществ купажированные жиры имеют преимущество перед натуральными жирами. Установлены оптимальные параметры процесса купажирования. Разработана программа для быстрого определения количественного состава купажей сбалансированного жирнокислотного состава. Разработана экспресс-методика анализа для определения малых количеств животных жиров в комбинированных жировых продуктах. Установлена целесообразность использования купажированного жира в производстве жировых и мясных продуктов. Оптимальные рецептуры и технология апробировано в промышленных условиях. Рассчитана экономическая эффективность внедрения научной разработки в производство. Разработан проект нормативной документации на новый вид продукта – купажированный жир. Приоритетность исследований подтверждена 2 Патентами Украины на полезную модель.

Ключевые слова: функциональный жировой продукт, растительное масло, топленый животный жир, технология купажирования, жирнокислотный состав, пищевая ценность.

SUMMARY

Radzievska I.G. Development of technology of blending animal-vegetable fats of the promoted food value. – Manuscript.

Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technology, Speciality 05.18.06 – technology of fats, essential oils and perfume-cosmetic products. – National university of food technologies, Kyiv – 2009.

The work was aimed on the development of the scientifically grounded technology of the special fats product – combined mixtures on the basis of adipose and vegetable oils, which enables to promote a food value and provide stability of technological properties of product in the process of production and storage.

By the basic index of biological and accordingly food value of fats there is content of fat acids. Natural fats do not answer requirements, which are pulled out to biologically valuable fat, to balanced after fatty acid composition. After the conclusions of dietitians fatty acid composition of separate fats does not answer optimum correlation of saturated, monosaturated and polysaturated of fat acids. It is important, that correlation of PS of families omega 6 and omega 3 made not more than 10:1, but in the cases of violation of lipidic exchange – 5:1 and even 3:1. The analysis of results of actual feed of population testifies that really these PS act to the organism of human in correlation from 10:1 to 30:1.

The possible variant of decision of problem of improvement of physiology properties of adiposes is blend of them with vegetable oils. As vegetable oils are the source of natural antioxidants pre-conditions are

created for development of technology of blending animal-vegetable fat the optimized fatty acid composition with the prolonged term of storage.

Work is probed by possibility of braking of processes of hydrolytic and oxidative spoilage of adiposes at adding to them of vegetable oils in different amounts. Substantial deceleration of processes of peroxidation is found out in pre-production models with the refined corn and unrefined by mustard and soy-bean oils by comparison to control. Best results are given by additions to pork fat: introduction 20% corn oil prolongs the term of storage in 2,3 times 30% mustard oil – in 2 times, 10% soy-bean oil – in 1,6 times.

It is shown, that braking of processes of oxidative spoilage of adiposes at addition to them of vegetable oils is related to the increase of concentration of natural antioxidants in a mixture. Mathematical descriptions of dependence term of saving of blending fat are collected from the temperature of saving of product, total maintenance of isomers of tocopherols and maintenance of β -carotin in him. The guarantee term of storage of blending fats is set in the range of temperatures from 60 to minus 8°C.

Optimum composition of blend is set, that allows not only to promote firmness of product to oxidation but also balance fatty acid composition. It is shown, that after the total closeness of maintenance biologically active matters blending fats prevail above natural fats, in addition, they less atherogenic and more protected from peroxidative oxidation.

Set optimum parameters of process of blending. The technological chart of receipt of blending fat is developed; the complete set of equipment of firm is neat by “Tetra-Otich” productivity 1000 kg/h.

The program is developed for rapid determination of quantitative composition of blend with the balanced fatty acid composition. The express instrumental method of analysis is developed for determination of a few of adiposes in the combined fatty products.

Expedience of the use of blending fat is set in production of fatty and meat products. The optimum compounding and technology is approved in industrial terms. Eexperimental-industrial party of margarines on the basis of blending fat is produced on Joint-stock COMPANY of “Zaporozhian oliyagircombinat”. Eexperimental-industrial party of the boiled constitutional sausages on the basis of meat of bird is made on Joint-stock COMPANY “Kiev meatprosess factory”.

Economic efficiency of introduction of scientific development is led to in production. The project of normative document on a new type of product is developed - blending fat. The results of researches are confirmed by Patents of Ukraine on a useful model.

Keywords: special fatty product, oil, drowned adipose, technology of blending fat, fatty acid composition, food value.