

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ З ДОДАВАННЯМ БІЛКОВИХ ІЗОЛЯТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Геліх А. О.¹, к.т.н.,

доцент кафедри технологій та безпеки харчових продуктів,
<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>

Даниленко С. Г.², д.т.н., с.н.с.,

зав. відділу біотехнології
<https://orcid.org/0000-0003-4470-4643>

Крижська Т. А.¹, к.т.н.,

старший викладач кафедри технологій та безпеки харчових продуктів,
<https://orcid.org/0000-0001-7151-9799>

Бовкун А. О.³, к.т.н., доцент,

зав. кафедри переробки м'яса та молока,
<https://orcid.org/0000-0002-3174-0963>

Гіріченко С. О.¹, магістр

<https://orcid.org/0000-0002-6025-8172>

¹Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

²Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

³Інститут післядипломної освіти НУХТ, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-06>

Статтю присвячено математичному моделюванню залежності кислотності та реологічних показників (стійкості емульсії) соусу емульсійного типу – майонезу від додавання білкового ізоляту коноплі. **Мета роботи.** Розробка рецептури соусу – майонезу. Спроековано та представлено модель оптимізації показників якості соусу – майонез, як полікомпонентної системи, за оптимальними показниками у процесі 28-ми добового зберігання. **Методи досліджень:** У ході досліджень розроблено універсальну модель ортогонального центрального композиційного плану для оптимізації кислотного і перекисного чисел та стійкості емульсії полікомпонентних гетерогенних систем по критерію збалансованості за стандартними показниками. **Результати.** Проаналізовано та описано ортогональний центрально-композиційний план при трьох (n) факторах оптимізації полікомпонентних дисперсних систем та підтверджено однорідність дисперсії за допомогою G-критерія (Кохрена) при фіксованому рівні значущості α (0,05). Значимість статистичної моделі та надійність рівняння регресії визначали за допомогою F-критерія Фішера. Проведено органолептичну оцінку та визначення кислотності і стійкості емульсії кожної рецептурної композиції соусу – майонез з додаванням різних кількостей білкового ізоляту коноплі. Оцінку здійснювали в ході експерименту аналітичними методами та методом розробленого профільного аналізу по баловій шкалі. Після дослідження отриманих графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії, оптимальною рецептурною композицією соусу – майонез, з додаванням білкового ізоляту коноплі, у якості емульгуючої основи, визначено зразок, який має найкращі показники активної і титрованої кислотності та в'язкості у продовж 28-ми добового зберігання при органолептичній оцінці 14,25. **Сфера застосування.** Соус – майонез може бути введений до складу раціонів харчування, як продукт фізіологічної дії.

Ключові слова: соуси емульсійного типу, соус – майонез, білковий ізолят коноплі, емульгатор, кислотне число, перекисне число, стабільність емульсії, оптимізація

**OPTIMIZATION OF STABILITY INDICATORS OF EMULSION-TYPE SAUCE
WITH ADDED PROTEIN ISOLATES OF PLANT ORIGIN**

Anna Helikh¹, PhD, Technics

Associate Professor of Technology and Food Safety Department

<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>

Svitlana Danylenko², D-r of Sciences, Technics, Senior Research

Head of Department of Biotechnology

<https://orcid.org/0000-0003-4470-4643>

Tetiana Kryzhaska¹, PhD, Technics,

Senior Lecturer of Technology and Food Safety Department,

<https://orcid.org/0000-0001-7151-9799>

Alla Bovkun³, PhD, Technics, Associate Professor,

Head of the Department of Meat and Milk Processing,

<https://orcid.org/0000-0002-3174-0963>

Svitlana Girichenko¹, Master Student

<https://orcid.org/0000-0002-6025-8172>

¹Sumy national agrarian university, Sumy, Ukraine

²Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

³Institute of postgraduate education of the National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-06>

Abstract. The article is devoted to mathematical modeling of the dependence of acidity and rheological parameters (emulsion stability) of emulsion-type sauce – mayonnaise on the addition of hemp protein isolate. **Purpose of work** Development of a sauce recipe – mayonnaise. Designed and presented a model for optimizing the quality indicators of the sauce-mayonnaise, as a multicomponent system, with optimal performance in the process of 28-day storage. **Materials and methods.** In the course of the research, a universal model of an orthogonal central compositional plan was developed to optimize the acidity and stability of the emulsion of multicomponent heterogeneous systems according to the criterion of balance according to standard indicators. **Results of research.** The orthogonal central compositional plan is analyzed and described with three (n) optimization factors for multicomponent dispersed systems, and the homogeneity of dispersion is confirmed using the G-test (Cochran's) at a fixed significance level α (0.05). The significance of the statistical model and the reliability of the regression equation were determined using Fisher's F-test. Organoleptic evaluation and determination of acidity and stability of the emulsion of each recipe composition of the sauce - mayonnaise with the addition of various amounts of hemp protein isolate was carried out. The assessment was carried out in the course of the experiment by analytical methods and by the method of the developed profile analysis by points on a scale. After studying the obtained graphic data, the results of direct measurements and interpretation of the regression equation, the optimal recipe composition of the sauce-mayonnaise with the addition of hemp protein isolate as an emulsifying base, a sample was determined that has the best indicators of active and titratable acidity and viscosity during 28 days of storage at sensory evaluation 14.25. **Scope.** Mayonnaise sauce can be added to the diet as a product of physiological action.

Key words: emulsion-type sauces, sauce-mayonnaise, hemp protein isolate, emulsifier, acidity, emulsion stability, optimization

Постановка проблеми. Майонези займають провідне місце серед різноманітних соусів та приправ на жировій основі. Вони легко засвоюються організмом та

рекомендуються для повсякденного вживання у закладах ресторанного господарства при виготовленні різноманітних страв, бутербродів, салатів, тощо [1-3].

У даній роботі досліджується, як за допомогою методів математичного моделювання, а саме використання ортогонального центрально-композиційного плану, знаходити оптимальну кількість емульгатора – ізолята білка коноплі у соусі «Майонез» для збереження його показників якості під час зберігання [4,5].

Під час оптимізації враховується взаємозалежність та величина чотирьох факторів: кислотне число, перекисне число, стабільність емульсії та показників органолептичних досліджень. Дані по кислотному і перекисному числам та стабільності емульсії співставляються з показниками контрольного зразку виготовленого згідно ДСТУ 4487-2015 «Майонези». За основу береться класична технологія майонезу на основі оліє-жирової емульсії з додаванням емульгатора, стабілізатора та регулятора кислотності. Функція відгуку інтерпретується та досліджується, після чого робляться висновки щодо оптимальної кількості внесення в якість наповнювача ізолята білкового конопляного до рецептури соусу – майонез [6-7].

Важливістю досліджень у цій сфері є створення моделі, методичних рекомендації для створення асортименту соусів емульсійного типу із застосування емульгатору – білкового ізоляту коноплі, а також більш широкого впровадження їх у промисловість. Проаналізовані існуючі дані досліджень підтверджують, що білковий ізолят коноплі є біологічно багатою сировиною на вітаміни та макро-і мікроелементи, серед їх числа К та Fe, що оптимально підходить для приготування соусів з їх додаванням [8].

Проблемним місцем є визначення оптимальних показників кислотності та стабільності емульсії, щоб забезпечити якість соусу-майонез впродовж всього терміну зберігання при цьому задовольнити органолептичні вподобання споживача та отримати оптимально збалансований продукт за хімічним складом. Досягти цього досить складно оскільки обсяги дослідження занадто великі [9,10].

Ідея внесення білкового ізоляту коноплі до технології соусу- майонез пов'язана з декількома факторами. Одним з них є прагнення зменшити вміст жиру, шляхом часткової заміни у рецептурі яєчного жовтку, що дозволить отримати продукт ідеально збалансований для щоденного харчування. З іншого боку білковий ізолят, що отримують із відходів олієжирової промисловості (жмивів) є цінним джерелом білка, використання якого в свою чергу вирішує задачу продовольчого ресурсозбереження та безвідходного виробництва [11-12].

Позитивним моментом використання білкового ізоляту є, те що він поряд із значною біологічною цінністю володіє високими функціональними властивостями – емульгуючими, структуроутворюючими, вологоутримуючими. Він добре поєднується з яєчним жовтком та гірчицею, підсилює структуроутворюючі властивості, що проявляє кожний компонент окремо, що дозволяє поліпшити технологічні характеристики майонезних емульсій [13].

У вітчизняній концепції здорового харчування важливе місце займає використання рослинних білків у виробництві харчових продуктів. Загалом, продукти з використанням рослинних білків відносяться до здорових продуктів харчування з поліпшеним балансом поживних речовин у порівнянні з традиційними продуктами [14].

Продукти, отримані із насіння коноплі, розділяються на три групи, що відрізняються вмістом білка: білково-жирове борошно (45-50% вміст білка), білковий концентрат 65-70 % білка, білковий ізолят (більше 90% вміст білка). Найбільш високобілкові продукти - ізоляти – представляють собою найбільш очищений від небілкових компонентів продукт. Вони мають нейтральний смак, запах та колір, що коливається від світло кремового до білого. Ізоляти добре розчиняються у воді. При нагріванні розчинів та концентрованих суспензій ізоляти коноплі утворюють несинергуючі стійкі до зберігання драглі, що в свою чергу володіють високими вологоутримуючими властивостями. Ізоляти

добре стабілізують емульсії жиру у воді, що є технологічно необхідно при виготовленні соусів-майонез [15].

Використання білкових ізолятів у якості емульгаторів при промисловому виробництві майонезу не передбачає зміни технології. Білковий ізолят утворює суспензію у воді, стерилізується та після охолодження потрапляє разом із іншими рецептурними інгредієнтами у емульгатор. Використання білкових ізолятів під час виробництва майонезу замість яєчного порошку забезпечує необхідну консистенцію продукту з зниженою жирністю за допомогою здатності білкових ізолятів коноплі утворювати розчини високої в'язкості [16-18].

Метою статті є: вивчення можливості використання білкового ізоляту коноплі, отриманого із насіння коноплі, у рецептурі соусу-майонез. Оптимізація залежності кислотності та реологічних показників (стійкості емульсії) соусу - майонез від додавання білкового ізоляту коноплі при одному з максимальних значень органолептики та створення універсальної моделі для інших рецептур соусів емульсійного типу, в яких використовується подібний емульгатор.

Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

1. Розробка ортогонального центрально-композиційного плану при трьох (n) факторах оптимізації реологічних показників з фіксацією кожного з факторів на п'яти рівнях з урахуванням мінімальної і максимальної кількості ізоляту білку коноплі при незмінних основних характеристиках соусу-майонез.

2. Оцінка органолептичних властивостей кожної рецептурної композиції визначеної в ході експерименту.

3. Визначення близького до оптимального співвідношення кислотного та перекисного чисел і стабільності емульсії до аналогічних показників соусу-майонез виготовлених по ДСТУ 4487-2015 «Майонези», шляхом інтерпретації отриманих математичних даних щодо експерименту з урахуванням органолептичних показників.

Матеріали і методи дослідження.

Для отримання ізоляту білку коноплі – тонкоподрібнений знежирений шрот насіння коноплі заливали 10-ти кратним 10%-м розчином хлориду натрію, збовтували за допомогою магнітної мішалки протягом 1 год. та залишали при температурі 0°C на 16 год. Потім розчин білка відділяли від щільного залишку шляхом центрифугування. Отриманий залишок заливали 5-ти кратною кількістю 10%-ого розчину хлориду натрію, перемішували, збовтували на магнітній мішалці і знову центрифугували протягом 10 хвилин 4000-5000 тис. об. Таку операцію проводили 4-5 разів до зникнення реакції на білок. Екстракти з'єднували, білки осаджували 2%-м розчином оцтової кислоти. Осаджені білки піддавали очищенню шляхом діалізу через поліетиленову мембрану дистильованою водою до відсутності реакції на іони хлору. Далі осад центрифугували та піддавали ліофільній сушці. Після сушки знову подрібнювали на лабораторній мельниці. На виході отримували 92% білковий концентрат насіння коноплі. Для введення у рецептуру ізолят піддавали гідратації у пропорції 1:4 (білковий ізолят: вода).

Кислотне число соусу - майонезу розраховують за формулою:

$$KЧ = \frac{5,611 \times K \times V}{m}, \quad (1),$$

де 5,611 – коефіцієнт, що дорівнює значенню розрахункової маси КОН, а при використанні NaOH цей коефіцієнт отримують шляхом множення розрахункової маси NaOH в 1 см³ розчину концентрації 0,1 моль/дм³ (дорівнює 4,0) на 1,4 – відношення молекулярних мас КОН і NaOH;

K – поправка до титру розчину гідроксиду калію або натрію, концентрації 0,1 моль/дм³;

V – об'єм розчину гідроксиду калію чи натрію концентрації 0,1 моль/дм³, який витратили на титрування;
 m – маса майонезу, г.

Перекисне число визначали за формулою:

$$\text{ПЧ} = \frac{(V-V_1) \times 0,00127 \times K}{m} \times 100\% \quad (2),$$

де, V , V_1 – відповідно об'єми розчину тіосульфату натрію концентрації 0,01 моль/дм³, який пішов на титрування розчину з наважкою майонезу та контрольне титрування без наважки майонезу, см³;

0,00127 – маса йоду, еквівалентна 1 см³ тіосульфату натрію концентрації 0,01 моль/дм³;

K – коефіцієнт поправки до розчину тіосульфату натрію концентрації 0,01 моль/дм³.

Органолептичну оцінку якості соусу-майонез здійснювали аналітичними методами – якісним та методом профільного аналізу. Сутність профільного методу полягає в тому, що складне поняття одного з органолептичних показників (консистенція, смак та запах, колір) було представлено у вигляді сукупності складових (дескрипторів), які оцінювалися експертами за показниками якості, інтенсивності та порядку проявлення.

Для проведення оптимізації функція відгуку формується у вигляді повного квадратного поліному другого порядку для $n=3$, що наведений в формулі 1. Для визначення коефіцієнтів поліному використовується ортогональний центрально-композиційний план другого порядку (ОЦКП).

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (3)$$

Ортогональний центрально-композиційний план – це такий план, у якого матриця планування X будується так, щоб матриця $C = X^tX$ виявилася діагональною. Використовуємо цей підхід і при побудові планів другого порядку. План називається центральним, якщо всі крапки розташовані симетрично щодо центру плану. ОЦКП – центральний симетричний прямокутний композиційний план.

Для визначення ОЦКП таким що може бути використаний в дослідженнях застосовуються 3 критерії, дані про які є загальновідомими:

1. t-критерій Стюдента/Ст'юдента – загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на порівнянні з розподілом Стюдента. Найчастіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках.

2. Критерій Кохрена — використовують для порівняння трьох і більше виборок однакового обсягу.

3. F-тестом або критерієм Фішера (F-критерієм, ϕ^* -критерієм) – називають будь-який статистичний критерій, тестова статистика якого при виконанні нульової гіпотези має розподіл Фішера (F-розподіл).

Результати та обговорення.

Рецептуру майонезу підібрано відповідно до вимог: ДСТУ 4487-2015 «Майонези». В якості контрольного зразку обрано рецептуру соусу майонез «Провансаль» з масовою часткою жиру 67%.

Параметром оптимізації є оптимальне співвідношення показників кислотного та перекисного чисел та стабільності емульсії при одному з максимальних значень органолептики. За основу бралися показники, що прописані у ТУ У 30048041.001-99

«Майонези. Технічні умови». В ОЦКП кожний фактор фіксується на п'яти рівнях, з огляду на максимальне та мінімальне значення кислотного та перекисного чисел і стабільності емульсії при залишенні незмінним основних властивостей соусу – майонез у продовж зберігання, що наведено в табл. 1. План експерименту, результати безпосередніх вимірювань та їх початковий аналіз представлені в табл. 2 та табл. 3 відповідно.

Таблиця 1

**Фактори та параметри оптимізації,
що впливають на якість соусу – майонез у процесі зберігання**

Фактори, що впливають на оптимізацію		Рівні фіксації факторів та їх натуральні величини, г					Параметри оптимізації		
		-1,414	-1	0	1	1,414	Кислотне число, мл КОН/кг	Перекисне число, $\frac{1}{2}\text{O}_2$, моль/кг	Стабільність емульсії, $\text{Па}\cdot\text{с}\cdot 10^{-3}$
x1	Білковий ізолят коноплі	6,93	1	3	5	12,07	80	4,4	26,1
x2	Олія	3,86	0,5	1,5	2,5	5,14	84	4,3	56,4
x3	Оцтова кислота	7,93	2	5	8	22,07	93	4,2	97,3

Таблиця 2

Ортогональний центрально-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації соусу - майонез (матриця планування)

№	x_0	x_1	x_2	x_3	$x_1^2 - 0,8$	$x_2^2 - 0,8$	$x_3^2 - 0,8$
1	1	1	1	1	0,20	0,20	0,20
2	1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20
3	1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20
4	1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20
5	1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20
6	1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20
7	1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20
8	1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20
9	1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20
10	1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20
11	1	1	1	1	0,20	0,20	0,20
12	1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20
13	1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20
14	1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20
15	1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20
16	1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20
17	1	-1,414	0	0	-0,80	-0,80	-0,80
18	1	1,414	0	0	-0,80	-0,80	-0,80
19	1	0	-1,414	0	-0,80	-0,80	1,20
20	1	0	1,414	0	-0,80	-0,80	1,20
21	1	0	0	-1,414	1,20	-0,80	-0,80
22	1	0	0	1,414	1,20	-0,80	-0,80
23	1	0	0	0	-0,80	1,20	-0,80
24	1	0	0	0	-0,80	1,20	-0,80
25	1	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80

Таблиця 3

Результати безпосередніх вимірювань

№	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	$\bar{y}_j$	s_j^2	$\hat{y}$	$\bar{y}$	$s_{ад}^2$
1	8,8	11,9	31,7	12,41	16,2	109,56	16,2	16,3	0,017
2	7,8	10,1	25,9	10,56	13,6	68,73	13,6	13,7	0,005
3	6,9	10,1	31,5	13,71	15,6	120,36	15,6	15,4	0,037
4	6,4	11,4	26,1	11,67	13,9	71,99	13,9	13,7	0,038
5	8,0	7,1	31,1	14,16	15,1	123,82	15,1	15,3	0,034
6	7,4	8,4	25,7	11,02	13,1	72,41	13,1	13,3	0,033
7	6,5	8,4	31,3	12,75	14,7	128,23	14,7	14,7	0,007
8	5,6	6,6	25,5	13,26	12,7	83,61	12,7	12,6	0,019
9	7,1	11,6	31,7	11,64	15,5	120,55	15,5	15,6	0,006
10	6,2	9,8	25,9	10,20	13,0	76,64	13,0	13,0	0,000
11	8,6	10,3	31,5	14,22	16,2	110,24	16,2	16,0	0,020
12	8,0	11,6	26,1	11,61	14,3	64,33	14,3	14,2	0,020
13	6,3	6,9	31,1	12,53	14,2	134,33	14,2	14,3	0,017
14	5,8	8,1	25,7	12,26	13,0	78,82	13,0	13,1	0,017
15	8,2	8,6	31,3	14,01	15,5	117,50	15,5	15,5	0,001
16	7,2	6,8	25,5	11,26	12,7	76,60	12,7	12,6	0,007
17	6,7	9,0	24,6	10,25	12,6	65,96	12,6	12,7	0,010
18	7,7	9,4	32,5	13,49	15,8	130,66	15,8	15,7	0,005
19	6,0	9,1	28,6	12,34	14,0	100,95	14,0	14,2	0,027
20	8,3	9,4	28,6	14,05	15,1	87,17	15,1	15,0	0,018
21	6,8	6,9	28,3	14,25	14,1	102,16	14,1	13,8	0,049
22	7,6	11,5	28,9	10,96	14,7	91,77	14,7	15,0	0,064
23	7,0	8,1	28,4	11,83	13,9	98,60	13,9	14,0	0,009
24	7,3	10,3	28,7	12,18	14,6	92,21	14,6	14,6	0,004
25	7,2	9,2	28,6	12,84	14,5	94,11	14,5	14,4	0,002

У результаті досліджень були отримані коефіцієнти рівняння регресії. Проведений статистичний аналіз моделі в цілому та її коефіцієнтів окремо. Результати зведені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати статистичного аналізу експерименту

	x1x2	x1x3	x2x3	x3x4	x1x2x3
$\sum x_i \cdot y_{cp}$	1,8	0,6	0,5	0,0	-1,3
$\sum x_i^2$	16	16	16	16	16
bi	0,11	0,04	0,03	0,00	-0,08
S2{bi}	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
S{bi}	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
ti	0,08	0,03	0,02	0,00	0,06
ti–tkp	-1,98	-2,03	-2,04	-2,06	-2,00
$\sum S_j^2$	0,466			Sy2	
Sj2max	0,0233				
G	0,000240			α	
m-1	4				
N	20				
				f1	

Після побудови ОЦКП, проведення всіх необхідних розрахунків та визначення рівняння регресії проводиться заміна коефіцієнтів у формулі 1 на визначені у дослідженнях, що дає можливість визначення взаємозалежності ізоляту білка коноплі та його вплив на показники оптимізації, а саме кислотне число та стабільність емульсії. Як наслідок отримана регресійна модель в кодованих одиницях має вигляд:

$$Y=14,34+1,05x_1+0,28x_2+0,41x_3+0,11x_1x_2+0,04x_1x_3+0,03x_2x_3-0,08x_1x_2x_3-0,07x_2^2+0,08x_3^2 \quad (2).$$

Після дослідження даних, результатів безпосередніх вимірювань та рівняння регресії оптимальним було визначено 21 зразок (табл. 1, 2, 3).

Вплив фактору на параметр оптимізації дорівнює величині коефіцієнта регресії. Оскільки, Y прагне до максимуму, то збільшення коефіцієнтів зі знаком + сприятливо для параметру оптимізації. Фактори коефіцієнти яких незначні (з точки зору експериментатора, що володіє досвідом в досліджуваній сфері) не інтерпретуються і не здійснюють суттєвого впливу на параметр оптимізації.

Найважливішою у дослідженнях функції відгуку є взаємодія двох і більше факторів. Опираючись на рівняння регресії найбільший вплив на параметр оптимізації здійснює взаємодія факторів x_1 та x_3 , що відповідає найбільшому коефіцієнту 0,11. Цей висновок виходить з рівняння регресії, а також пояснюється тим що одиничний параметр оптимізації y_1 (кислотне число) в основному збільшується за рахунок збільшення факторів x_1 та x_2 , а одиничний параметр оптимізації y_3 (стабільність емульсії) за рахунок збільшення фактору x_3 .

Парне та трьох факторне взаємовідношення зводиться до більш низького рівня, якщо в ньому є фактори, що не мають значимого впливу на параметр оптимізації. Інтерпретація рівняння регресії, яке є надійним (дисперсія однорідна та статистична модель значима), є основним способом для прийняття вірних рішень при оптимізації. Тому, після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок, який має найбільш близьке до оптимальних показників кислотне і перекисне числа та стабільність емульсії при органолептичній оцінці 14,25. Важливою умовою при дослідженні рецептурної композиції є той фактор, що при отриманні високих показників якості або кількості ізоляту білка коноплі інші показники можуть мати незадовільні значення, тому треба обрати композицію з максимальним балансом факторів хоча показники можуть мати нижчі значення, і на це треба звертати особливу увагу при дослідженнях та інтерпретації результатів.

Висновки. У ході пророблених досліджень була досягнута мета, а саме оптимізовано показники кислотного та перекисного чисел і стабільності емульсії від кількості внесеного ізоляту білка конопляного, та вирішені поставлені задачі:

1. Розроблено ортогональний центрально-композиційний план при трьох (n) факторах оптимізації збереження показників якості соусу – майонез при зберіганні із внесенням емульгатора – білковий ізолят коноплі та підтверджено однорідність дисперсії, за допомогою G-критерій (Кохрена) при рівні значущості α (0,05), значимість статистичної моделі та надійність рівняння регресії, за допомогою F-критерія Фішера (табл.4).

2. Проведено органолептичну оцінку кожної рецептурної композиції визначеної в ході експерименту, що здійснювали аналітичними методами – якісним та методом профільного аналізу.

3. Після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок (табл.1,2,3), який найбільш близький до показників ДСТУ 4487-2015 «Майонези». Для зразка 21, встановлено значення при органолептичній оцінці - 14,25 та відсоток незруйнованої емульсії для нього становить 97%.

Бібліографія

1. ДСТУ 4487-2015. Національна стандартизація. Майонези: Чинний від 2017-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
2. Бахмач В.О., Пешук Л.В. Удосконалення технології майонезів з використанням рослинної сировини. *Харчова промисловість*. 2015. № 18. С. 27 – 31.
3. Петруша О.О., Нєміріч О.В., Вашека О.М. Аспекти вітчизняних та зарубіжних нормативних документів на майонез. *Наукові праці ОНАХТ*. 2015. 42. Т. 2. С. 262 – 265.
4. Rahbari, M. A., Aalami M., Kashaninejad M., Maghsoudlou Y., Aghdaei S.S.A. A mixture design approach to optimizing low cholesterol mayonnaise formulation prepared S. with wheat germ protein isolate. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. 52(6). P. 3383–3393. doi: 10.1007/s13197-014-1389-4
5. Kishk, Y., Elsheshetawy H. Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*. 2013. 58 (2). P. 213–220. doi: 10.1016/ j.aos.2013.07.016 18.
6. Галух, Б.І., Паска М.З., Драчук У.Р. Дослідження стійкості майонезних емульсій, виготовлених із використанням харчових волокон. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З.Гжицького*. 2014. 16. 3(60), ч. 4. С. 21-30.
7. Дорожкина, Т. П. Функциональные ингредиенты для продуктов масложировой отрасли. *Масложировая промышленность*. 2009. №6. С. 18–19.
8. Елисеева, Н. Е. Низкожирные майонезы и соусы с пищевыми волокнами и комплексом биологически активных соединений. *Масложировая промышленность*. 2008. № 4. С. 40–44.
9. Ипатова Л. Г., Кочеткова А. А., Нечаев А. П., Погожева А. В. Эмульсионные жировые продукты для здорового питания. *Масложировая промышленность* 2009. № 6. С. 10–13.
10. Капрельянц Л. В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти: навч. Посібник. Одеса: Друк, 2003. 312 с
11. Некрасов, П. А. Токситропные свойства диетических майонезов, обогащенных диацилглицеринами. *Масложировая промышленность*. 2009. № 4. С. 34–35.
12. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Нестерова И.Н.. Майонезы. СПб: Гиорд, 2010. 80 с. ISBN 5-901065-17-4
13. Парашкова, Л. П., Демченко Л. А., Драганова Е. И Новые стабилизационные системы для майонезных эмульсий. *Масложировая промышленность*. 2006. № 6. С. 28–29.
14. Рахимов, М. Н. Разработки в направлении повышения качества, расширения ассортимента и производства масложировой продукции: дис. канд. техн. наук: защищена 2009.Ташкент: Изд-во Бухарского технологического института пищевой и легкой промышленности, 2009. 24 с.
15. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544 с. ISBN 978-966-364-803-3
16. Табакаева, О.В., Макарова Е. В., Смертина Е. С. Перспективные направления создания функциональной майонезной продукции на современном этапе. *Пищевая промышленность*. 2012. № 11. С. 20-21.
17. Колесниченко Т. А., Применко В. Г., Иванов Б. Ю. Инновационные методы усовершенствования соусов функциональными продуктами с целью повышения пищевой ценности. *Science initiative «Universum»*. 2016. С. 86-94.
18. Golovko T., Pak A., Prymenko V., Zharebkin M., Golovko N. The investigations of equitability of microelements distribution in the volume of emulsion type sauces enriched by dietary additives. *ScienceRise*.. 2018. 6(6). p. 19-23.

References

1. DSTU 4487-2015. Natsionalna standartyzatsiia. Maionezy. [National standardization. Mayonnaise] Chynnyi vid 2017-01-01. K. :Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2015. 17 s. Natsionalnyi standart Ukrainy. [in Ukrainian].
2. Bakhmach V.O., Peshuk L.V. (2015). Udoshkonalennia tekhnolohii maioneziv z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. [Improving the technology of mayonnaise using vegetable raw materials] Kharchova promyslovist. [Food Industry] № 18. P. 27-31. doi: 10.1007/s78397-014-1389-123-56. [in Ukrainian].
3. Petrusha O.O., Niemirich O.V., Vasheka O.M. (2015). Aspekty vitchyznianskykh ta zarubizhnykh normatyvnykh dokumentiv na maionez [Aspects of domestic and foreign regulatory documents for mayonnaise] Naukovi pratsi ONAKhT. [Scientific works Odessa national academy of food technologies] V. 42. T. 2. P. 262 – 265. doi: 10.1017/s13197-014-1389-1455-345. [in Ukrainian].
4. Rahbari M., Aalami M., Kashaninejad M., Maghsoudlou Y., Aghdaei S. (2015) A mixture design approach to optimizing low cholesterol mayonnaise formulation prepared with wheat germ protein isolate. Journal of Food Science and Technology. № 6. 52. P. 3383–3393. doi: 10.1007/s13197-014-1389-4
5. Kishk, Y., Elsheshetawy H. (2013) Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. Annals of Agricultural Sciences. № 2. 58. P. 213–220. doi: 10.1016/j.aas.2013.07.016 18.
6. Galukh B.I., Paska M.Z., Drachuk U.R. (2014) Doslidzhennia stiiikosti mayoneznykh emul'sii vygotovlenykh iz vykorystannyam kharchovykh volokon. [Emulsion stability of mayonnaise manufactured using dietary fiber] Naukovyi visnyk Lvivskogo natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Gzhitskoho. [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies] 16. 3(60). 4. P. 21–30. 3. doi: 10.1016/j.aas.2013.07.016-3455r98798 [in Ukrainian].
7. Dorozhkina T.P. (2009). Funktsionalnye inzhredienty dlya produktov maslozhirovoi otrasli. [Functional ingredients for fat and oil products] J Maslozhirovaya promyshlennost. [Fat and oil processing industry] № 6. P. 18–19. doi: 10.1016/j.aas.2013.07.085757y-57576 [in Russian].
8. Eliseeva N.E. (2008) Nizkozhirnye mayonezy i sousy s pishchevymi voloknami i kompleksom biologicheskii aktivnykh soedinenii. [Low-fat mayonnaise and sauces with dietary fiber and a complex of biologically active compounds] J Maslozhirovaya promyshlennost. [Fat and oil processing industry] № 4. P. 40-44. DOI: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.134393> [in Russian].
9. Ipatova L.H., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Pohozheva A.V. (2009) Emulsionnye zhirovye produkty dlya zdorovogo pitaniya. [Emulsified fatty products for functional purposes in modern nutrition]. J Maslozhirovaya promyshlennost. [Fat and oil processing industry] № 6. P. 10-13. [in Russian].
10. Kaprelyants L.V., Iorhachova K.H. (2003). Funktsionalni produkty [Functional products: Tutorial]. Odessa; Printing. 312 p. [in Ukrainian].
11. Nekrasov P.A. (2009). Toksitropnye svoistva dieticheskikh mayonezakh, obohashchennykh diatsilglitserinami. [Toxicotropic properties of dietary mayonnaise enriched with diacylglycerols] J Maslozhirovaya promyshlennost. [Fat and oil processing industry] № 4. P. 34-35. [in Russian].
12. Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Nesterova I.N. (2010); Mayonezy. [Mayonnaise.]. SPb: Giord. 80 p. [in Russian].
13. Parachkova L.P., Demchenko L.A., Drahanova E.I. (2006) Novye stabilizatsionnye sistemy dlya mayoneznykh emulsii. [New stabilization systems for mayonnaise emulsions] J Maslozhirovaya promyshlennost. [Fat and oil processing industry]. 6. P. 28–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.134393>. [in Russian].

14. Rakhimov M.I. (2009). Razrabotki v napravlenii povysheniya kachestva, rasshireniya assortimenta i proizvodstva maslozhirovoi produktsii. [Developments in the direction of improving quality, expanding the range and production of fat and oil products] dis. kand. tekhn. nauk.; Tashkent. 24. [in Russian].

15. Syrokhman I.V., Zavhorodnya V.M. (2009). Tovaroznavstvo kharchovyh produktiv funktsionalnogo pryznachennya. [Commodity science of functional foods. Tutorial.] Kyiv. Center of educational literature. 544 p. [in Ukrainian].

16. Tabakaeva O.V., Makarova E.B., Smertina E.S. (2011) Perspektivnye napravleniya sozdaniya funktsionalnoi mayoneznoi produktsii na sovremennom etape. [Promising directions for creating functional mayonnaise products at the present stage] Pishchevaya promyshlennost.[Food industry]. № 11. P. 20–21. [in Russian].

17. Kolesnichenko T.A., Prymenko V.G., Ivanov B. Yu. (2016). Innovacionnye metody usovershenstvovaniya sousov funktsional'nymi produktami s cel'yu povysheniya pishchevoj cennosti. [Innovative methods for improving sauces with functional products in order to increase nutritional value.] Science initiative «Universum». 86-94. doi: 10.1017/s13197-014-1389-1455-34598/568. [in Ukrainian].

18. Golovko T., Pak A., Prymenko V., Zherebkin M., Golovko N. (2018) The investigations of equitability of microelements distribution in the volume of emulsion type sauces enriched by dietary additives. ScienceRise. № 6. (6). P. 19-23. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2018.134393.plan>. [in Ukrainian].