

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ РОЛІВ «ANODONTA» НА ОСНОВІ МОЛЮСКІВ РОДУ ANODONTA

М. П. Головка, Т. М. Головка, А. О. Геліх

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА РОЛОВ «ANODONTA» НА ОСНОВЕ МОЛЛЮСКОВ РОДА ANODONTA

Н. П. Головка, Т. Н. Головка, А. А. Гелих

OPTIMIZATION OF THE RECEPTURE COMPOSITION OF THE ROLLS "ANODONTA" BASED ON MUSSELS OF THE GENUS ANODONTA

N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh

М.П. Головка, доктор технічних наук, професор*,

E-mail: golovko.pal@gmail.com, **Контактний тел:** +380955959036

Т. М. Головка, кандидат технічних наук, доцент,

E-mail: golovko.tatyana.10@gmail.com, **Контактний тел:** +380677096521

А.О. Геліх, аспірант*,

E-mail: gelihsumy@gmail.com, **Контактний тел:** +380967783199

*Кафедра товарознавства та експертизи в митній справі
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Н.П. Головка, доктор технических наук, профессор*,

E-mail: golovko.pal@gmail.com,

Т. Н. Головка, кандидат технических наук, доцент,

E-mail: golovko.tatyana.10@gmail.com,

А.А. Гелих, аспирант*,

E-mail: gelihsumy@gmail.com,

*Кафедра товарознавства и экспертизы в таможенном деле
Харьковский государственный университет питания и торговли
ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051

M. Holovko, Doctor of Technical Sciences, Professor,

E-mail: Golovko.pal@gmail.com

T. Holovko, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

E-mail: Golovko.tatyana@gmail.com

A. Gelikh, Postgraduate Student,

E-mail: gelihsumy@gmail.com

Commodity Research and Customs Affairs Inspection Department

Kharkiv State University of Food and Commerce, 333 Klochkivska St., Kharkiv, 61051, Ukraine

Анотація українською мовою (150 – 250 слів)

Ключові слова українською мовою.

Анотація російською мовою (150 – 250 слів)

Ключові слова російською мовою.

Анотація англійською мовою (150 – 250 слів)

Ключові слова англійською мовою.

Вступ. У даній роботі досліджується, як за допомогою методів математичного моделювання, а саме використання ортогонального центрально-композиційного плану, знаходити оптимальне співвідношення рецептурних компонентів у кулінарних стравах в яких використовується м'якоть прісноводних моллюсків роду Anodonta. Під час оптимізації враховується взаємозалежність та величина чотирьох факторів: вмісту білку, жиру, вуглеводів та показників органолептичних досліджень. Дані по білку, жиру та вуглеводах співставляються з

добовими потребами середньостатистичної людини. За основу береться проста страва на основі ролів з рису та водорослів з додаванням рибної, овочевої та сижучно-сирної начинки. Функція відгуку інтерпретується та досліджується після чого робляться висновки щодо оптимальної оптимізації обраної рецептури.

Важливістю досліджень у цій сфері є створення моделі, методичних рекомендації для створення асортименту продукції із застосування нової сировини – м'якоті молюсків роду *Anodonta*, та більш широкого впровадження її у ресторанних господарствах. Попередні дослідження підтверджують, що молюски роду *Anodonta* є високопоживною сировиною багатою на незамінні амінокислоти [1], ненасичені жирні кислоти [2] та макро-і мікроелементи, серед їх числа Йод та Селен [3], що оптимально підходить для приготування страв з рибними компонентами в їх рецептурах.

Літературний огляд. Проблемним місцем є визначення оптимального складу рецептури щоб задовольнив органолептичні вподобання та при цьому був оптимально збалансованим, що досить складно оскільки обсяги дослідження занадто великі. Заміна морських гідробіонтів на прісноводні (молюски роду *Anodonta*) пов'язана з декількома факторами. Одним з них є віддаленість регіонів від моря та океану, що робить недоступною морські гідробіонти для населення в зв'язку з високими цінами та неможливістю вилову їх самостійно. Що також підтверджується зміною сировинної бази і зниження обсягів вилову морських молюсків, що пов'язано з екологічним становищем [4]. Це викликало необхідність перегляду об'єктів сировинної бази для виготовлення напівфабрикатів та готових кулінарних виробів, а також внесення змін до їх технології виробництва [5]. Щоб зменшити витрати часу при вирішенні питання оптимізації було вирішено використовувати математичні методи.

Серед основних напрямів вирішення вищенаведеної проблеми, виявлених в ресурсах світової наукової періодики, можуть бути виділені:

- дослідження молюсків (*mussels Perna perna*) в якості продукту харчування за показниками фізико-хімічних, харчових та споживчих властивостей [6];
- аналізу рецептур кондитерських виробів на основі основних показників хімічного складу, що відповідають вимогам певної групи споживачів (що відповідає фізіологічним нормам годування різної групи населення). Аналізується співвідношення вуглеводів та білків, яке визначається для кореляції групи інтенсивності праці. На цій основі були прийняті критерії оптимальності складу нинішніх продуктів [7];
- математичне моделювання рецептурного складу кексу з високим харчовим значенням [8];
- оптимізація виробництва біомаси з кефірного зерна, використовуючи молоко в середовищі культури. Кефірні зерна культивували при різних змінних умовах (температура, час, швидкість обертання шейкер, доповнення культурних середовищ), щоб оцінити їх наслідки [9];
- оптимізація та математичне моделювання атрибутів якості переробленого рису за допомогою методу поверхневого відгуку [10];
- У даному дослідженні наслідки умов сушіння гарячого повітря за кольором, вмістом води та загальним фенольним вмістом сухого яблука були досліджені з використанням штучної нейронної мережі як інтелектуальної системи моделювання. Після цього генетичний алгоритм був використаний для оптимізації умов сушіння [11];
- Осмотичні умови дегідратації полуниці були оптимізовані за допомогою центрального комбінованого поворотного дизайну [12].

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є оптимізація рецептурного складу ролів «*Anodonta*» за вмістом білків, жирів та вуглеводів при одному з максимальних значень органолептики та створення універсальної моделі для інших рецептур в яких використовується м'якоть молюсків роду *Anodonta*.

Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

1. Розробка ортогональний центрально-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури ролів «*Anodonta*» з фіксацією кожного з факторів на п'яти рівнях з урахуванням мінімальної і максимальної кількості рецептурних інгредієнтів при незмінних основних характеристиках страви.
2. Оцінка органолептичних властивостей кожної рецептурної композиції визначеної в ході експерименту.
3. Представити отримані результати у вигляді 3D моделі для визначення найкращої рецептурної композиції.
4. Визначення близького до оптимального співвідношення білків, жирів та вуглеводів в страві до норми в раціоні дорослої середньостатистичної людини шляхом інтерпретації отриманих математичних даних на мову експерименту з урахуванням органолептичних показників.
5. Визначити вміст мінеральних речовин у страві при кількісних показниках оптимальної композиції рецептурних інгредієнтів.

Матеріали і методи дослідження

Органолептичну оцінку якості готового продукту 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 $n=4$, що наведений в формулі 1. Для визначення коефіцієнтів поліному використовується ортогональний центрально-композиційний план другого порядку (ОЦКП).

$$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_4+b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+b_{14}x_1x_4+b_{23}x_2x_3+b_{24}x_2x_4+b_{34}x_3x_4+b_{123}x_1x_2x_3+b_{124}x_1x_2x_4+b_{234}x_2x_3x_4+b_{1234}x_1x_2x_3x_4+b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2+b_{33}x_3^2+b_{44}x_4^2 \quad (1)$$

Ортогональний центральний композиційний план – це такий план, у якого матриця планування Х будується так, що б матриця $S = XtX$ 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. Найчастіше випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках^[1].

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).

Основна частина. Параметром оптимізації є оптимальне співвідношення в рецептурі білків, жирів та вуглеводів при одному з максимальних значень органолептики. Згідно встановлених раціональних норм добового споживання основних поживних речовин оптимальне добове співвідношення білка, жиру та вуглеводів для середньостатистичної дорослої людини складає 1:1:4 відповідно. В ОЦКП кожний фактор фіксується на п'яти рівнях, з огляду на максимальну та мінімальну кількість інгредієнтів при залишенні незмінним основних властивостей страви, що наведено в табл. 1. План експерименту, результати безпосередніх вимірювань та їх початковий аналіз представлені в табл. 2 та табл. 3 відповідно.

Таблиця 1 – Рецептурні компоненти та рівні фіксація факторів, що впливають на оптимізацію рецептури ролів «Anodonta»

Фактори, що впливають на оптимізацію (компоненти рецептури)		Рівні фіксації факторів та їх натуральні величини, г					Вміст на 100г продукту, г		
		-1,414	-1	0	1	1,414	Білки	Жири	Вуглеводи
x1	Рис	27,93	30	35	40	42,07	7,5	2,6	56,1
x2	Молюски	15,86	20	30	40	44,14	8,17	1,15	0,1
x3	Вершковий сир	7,93	10	15	20	22,07	5,9	32,4	4,1
x4	Авокадо (м'якоть)	7,93	10	15	20	22,07	2	15,3	2
Компоненти рецептури, що не є факторами в математичній моделі		Вміст в 1 порції нетто, г					Білки	Жири	Вуглеводи
Водорості «Норі»		2					46,1	41	0,1
Сіль		2					0	0	0
Цукор		8					0	0	99,8
Винний оцет		5					0	0	0,3

Таблиця 2- Ортогональний центральний композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури ролів «Anodonta» (матриця планування)

№	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₁ ² – 0,8	x ₂ ² – 0,8	x ₃ ² – 0,8	x ₄ ² – 0,8
1	1	1	1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
2	1	-1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
3	1	1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
4	1	-1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
5	1	1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
6	1	-1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
7	1	1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
8	1	-1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
9	1	1	-1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
10	1	-1	-1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
11	1	1	1	1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
12	1	-1	1	1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
13	1	1	-1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
14	1	-1	-1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20
15	1	1	1	-1	1	0,20	0,20	0,20	0,20

16	1	-1	1	-1	-1	0,20	0,20	0,20	0,20
17	1	-1,414	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80	1,20
18	1	1,414	0	0	0	-0,80	-0,80	-0,80	1,20
19	1	0	-1,414	0	0	-0,80	-0,80	1,20	-0,80
20	1	0	1,414	0	0	-0,80	-0,80	1,20	-0,80
21	1	0	0	-1,414	0	1,20	-0,80	-0,80	-0,80
22	1	0	0	1,414	0	1,20	-0,80	-0,80	-0,80
23	1	0	0	0	-1,414	-0,80	1,20	-0,80	-0,80
24	1	0	0	0	1,414	-0,80	1,20	-0,80	-0,80
25	1	0	0	0	0	-0,80	-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

	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	$x_1^2 - 0,8$	$x_2^2 - 0,8$	$x_3^2 - 0,8$	$x_4^2 - 0,8$
$\sum x_i \cdot y_{ср}$	358,6	21,1	5,6	8,1	4,3	0,0	-0,6	0,6	-0,7
$\sum x_i^2$	25	20,0	20,0	20,0	20,0	8,0	8,0	8,0	8,0
b _i	14,34	1,05	0,28	0,41	0,22	0,00	-0,07	0,08	-0,09
S ₂ {b _i }	15,13	1,61	1,61	1,61	1,61	4,04	4,04	4,04	4,04
S{b _i }	3,89	1,27	1,27	1,27	1,27	2,01	2,01	2,01	2,01
t _i	3,69	0,83	0,22	0,32	0,17	0,00	0,04	0,04	0,04
t _i -t _{кр}	1,63	-1,23	-1,84	-1,74	-1,89	-2,06	-2,02	-2,02	-2,02

	x1x2	x1x3	x1x4	x2x3	x2x4	x3x4	x1x2x3	x1x2x4	x2x3x4	x1x2x3x4
$\sum x_i \cdot y_{\text{ср}}$	1,8	0,6	-1,3	0,5	0,1	0,0	-1,3	-0,1	-0,1	0,5
$\sum x_i^2$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
b _i	0,11	0,04	-0,08	0,03	0,00	0,00	-0,08	-0,01	-0,01	0,03
S ² {b _i }	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
S{b _i }	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
t _i	0,08	0,03	0,06	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,02
t _i -t _{кр}	-1,98	-2,03	-2,00	-2,04	-2,06	-2,06	-2,00	-2,06	-2,05	-2,04
$\sum S_{j2}$	2421,28			$\sum S_{\text{ад}}$			0,466		Sy ²	96,85
S _{j2max}	134,33			S _{ад} ²			0,0233			
G	0,06			F			0,000240		α	0,05
m-1	3,00			k ₁			4			
N	25,00			k ₂			20		f ₁	24,00
G _{кр}	0,19			F _{кр(табл.)}			2,87			
G- G _{кр} =	-0,13			F-F _{кр} =			-2,86975952		t _T	2,06
(G<G _{кр}) дисперсія однорідна				F<F _{кр} статистична модель значима, рівняння регресії надійне						

Після побудови ОЦКП, проведення всіх необхідних розрахунків та визначення рівняння регресії надійним проводиться заміна коефіцієнтів у формулі 1 на визначені у дослідженнях, що дає можливість визначення взаємозалежності рецептурних компонентів та їх вплив на показники оптимізації. Як наслідок отримана регресійна модель в кодованих одиницях має вигляд:

$$Y = 14,34 + 1,05x_1 + 0,28x_2 + 0,41x_3 + 0,22x_4 + 0,11x_1x_2 + 0,04x_1x_3 - 0,08x_1x_4 + 0,03x_2x_3 - 0,08x_1x_2x_3 - 0,01x_1x_2x_4 - 0,01x_2x_3x_4 + 0,03x_1x_2x_3x_4 - 0,07x_2^2 + 0,08x_3^2 - 0,09x_4^2 \quad (1)$$

Для визначення оптимальної рецептурної композиції відповідно до заданих параметрів було побудовано 3D модель методом згладжування найменших квадратів за допомогою програмного пакету для статистичного аналізу Statistica, що наведена на рис. 1. Після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок (табл. 1, 2, 3).

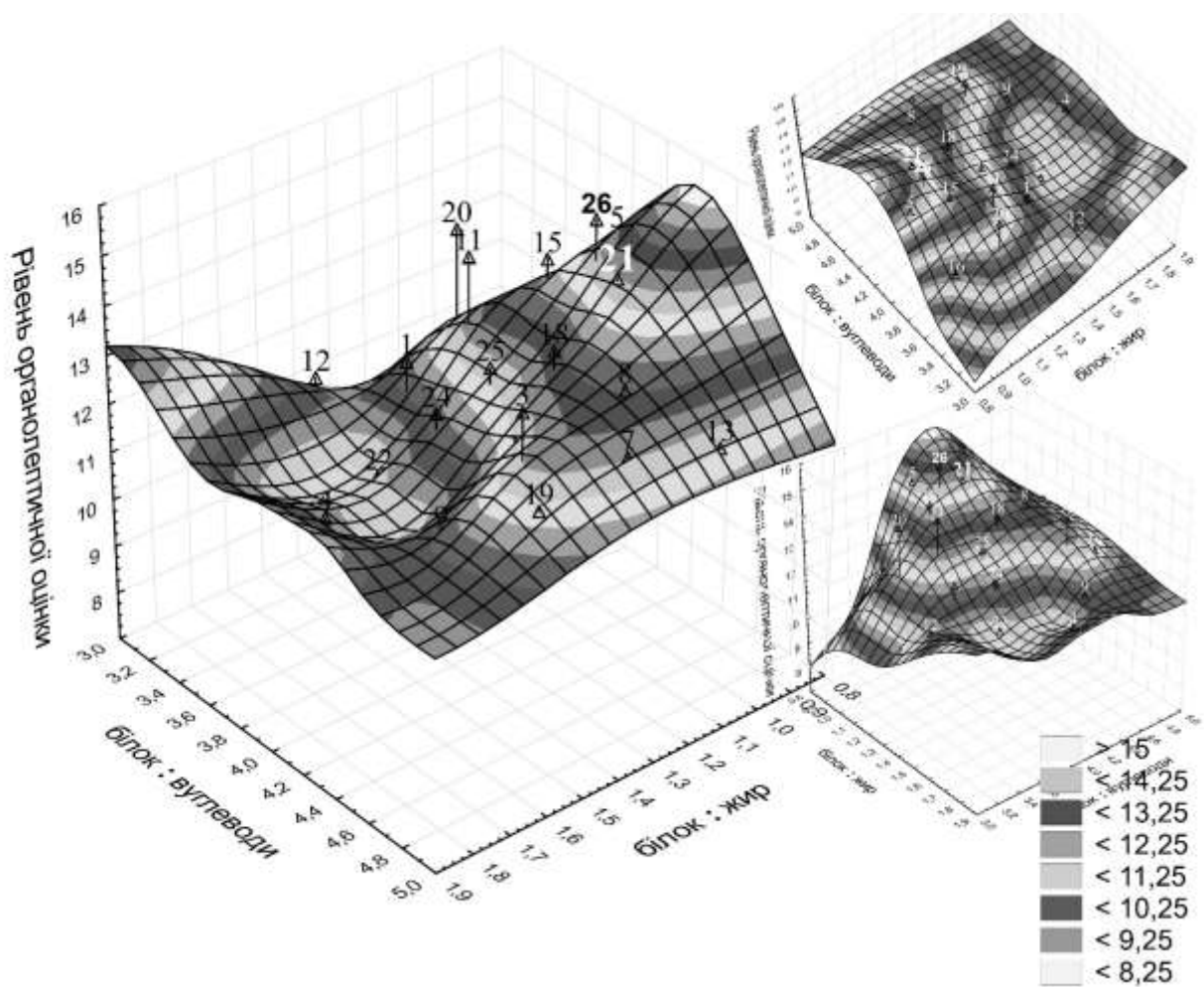


Рисунок 1 – 3D модель оптимізації рецептурної композиції ролів «Anodonta»

Згідно проведених досліджень та як показує 3D модель оптимальною рецептурною композицією є показники досліду №21. У табл. 5 наведена кількість мінеральних речовин при оптимальному рецептурному складі визначеному дослідженнями.

Таблиця 5– Кількість мінеральних речовин при оптимальній рецептурній композиції

Рецептурні інгредієнти	Маса нетто, г	Мінеральний склад, мг									
		Са мг/100 г	Са мг/маси інгр.	Р мг/100 г	Р мг/маси інгр.	Mg мг/100 г	Mg мг/маси інгр.	Fe мг/100 г	Fe мг/маси інгр.	I ₂ мг/100 г	I ₂ мг/маси інгр.
Рис	35	40	14	328	114,8	116	40,6	2,1	0,735	0,0023	0,0008
Молюски	30	453	135,9	403	120,9	30	9	3,91	1,173	0,2530	0,0759
Вершковий сир	8	98	7,84	106	8,48	9	0,72	0,38	0,0304	0	0
Авокадо (м'якоть)	15	12	1,8	52	7,8	29	4,35	0,55	0,0825	0,0020	0,0003
Водорості «Норі»	2	100	2	50	1	0	0	0,5	0,01	0,009	0,0002
Сіль	2	368	7,36	75	1,5	22	0,44	2,9	0,058	0	0
Цукор	8	3	0,24	0	0	0	0	0,3	0,024	0	0
Винний оцет	5	6	0,3	8	0,4	4	0,2	0,45	0,0225	0	0

Вміст у порції	-	-	169,44	-	254,88	-	55,31	-	2,1354	-	0,0772
----------------	---	---	--------	---	--------	---	-------	---	--------	---	--------

Результати та їх обговорення. Переведення моделі на мову експериментатора називається інтерпретацією моделі. 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_2 , що відповідає найбільшому коефіцієнту 0,11. Цей висновок виходить з рівняння регресії, а також пояснюється тим що одиничний параметр оптимізації y_1 (білок) в основному збільшується за рахунок збільшення факторів x_1 та x_2 , а одиничний параметр оптимізації y_3 (вуглевод) за рахунок збільшення фактору x_1 . Збільшення одиничного параметра оптимізації y_2 (жир) забезпечується факторами x_3 та x_4 , які містять значну кількість жиру у своєму складі, але майже не впливають на оптимізацію вмісту білка та вуглеводів, тому їх вплив на загальний параметр оптимізації незначний, що підтверджується незначною величиною коефіцієнтів у рівнянні регресії.

Парне, трьох та чотирьох факторне взаємовідношення зводиться до більш низького рівня, якщо в ньому є фактори не мають значимого впливу на параметр оптимізації, тому в рецептурі страви найважливішим є вміст рису та прісноводних молюсків, які здійснюють найбільший вплив на оптимізації рецептурної композиції. 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 оптимально співвідношення білків, жирів та вуглеводів, що складає 1:1,03:4,18 при органолептичній оцінці 14,25. Важливою умовою при дослідженні рецептурної композиції є той фактор, що при отриманні високих показників органолептики або співвідношення нутрієнтів 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 рецептурний склад ролів «Anodonta», та вирішені поставлені задачі:

1. Розроблено ортогональний центрально-композиційний план при чотирьох (n) факторах оптимізації рецептури ролів «Anodonta» 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 здійснювали аналітичними методами – якісним та методом профільного аналізу.
3. Для визначення оптимальної рецептурної композиції отримані результати було представлено у вигляді 3D моделі(рис. 1) , що побудована методом згладжування найменших квадратів.
4. Після дослідження графічних даних, результатів безпосередніх вимірювань та інтерпретації рівняння регресії оптимальною рецептурною композицією було визначено 21 зразок(табл.1, 2,3), який має найбільш близьке до оптимально (1:1:4) співвідношення білків, жирів та вуглеводів, що складає 1:1,03:4,18 при органолептичній оцінці 14,25.
5. Керуючись рецептурною композицією №21 було визначено вміст мінеральних речовин, а саме: Ca, P, Mg, Fe, I₂, в одній порції (табл.5).

Список літератури

1. М. П. Головка, Т. М. Головка, А. О. Геліх Дослідження амінокислотного складу білків двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta півночі України // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. - № 5/11 (77). – С. 10-16.
2. М. П. Головка, Т. М. Головка, А. О. Геліх Дослідження жирно кислотного та мінерального складу м'якого тіла двостулкових прісноводних молюсків роду Anodonta півночі України // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2016. - № 3/3 (29). – С. 17-23.
3. М. П. Головка, Т. М. Головка, А. О. Геліх Дослідження якісного складу мінеральних речовин м'якого тіла прісноводних двостулкових молюсків роду Anodonta та їх морських аналогів – молюсків роду Mytilus// Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2015. - № 2 (22). – С. 270-278.
4. Nives Marušić GROWTH OF MUSSELS (Mytilus galloprovincialis) ON THE EAST COAST OF ISTRIA [Text] / Nives Marušić, Sanja Vidaček, Helga Medić, Tomislav Petrak // Croatian Journal of Fisheries. 2010; 68(1):19-25 - Access mode: <https://doaj.org/article/1c0507ec8da6484d8ee80fd00ce4cf89>

5. М. П. Головко, Т. М. Головко, А. О. Геліх Дослідження змін м'якого тіла молюска прісноводного під впливом термічної обробки в технології напівфабрикату варено-замороженого // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2017. - № 2/3 (34). – С.36-41.

6. Érika Fabiane Furlan Physicochemical stability and market of mussels (*Perna perna*) cultivated in Ubatuba - SP, Brasil [Text] / Érika Fabiane Furlan, Juliana Antunes Galvão, Eduardo Oliveira Salán, Viviane Angeli Yokoyama, Marília Oetterer // Food Science and Technology. 2007; 27(3):516-523 - Access mode: <https://doaj.org/article/3df4a621844642b1b243caf6853603ad>

7. A. Antonova, N. Dzyuba Optimization of the composition of muffins on the basis of essential indicators of chemical compound of the confectionary of the confectionary product «VUPI PAI» [Text] / A. Antonova, N. Dzyuba // Avtomatizaciâ Tehnologičeskikh i Biznes-Processov. 2017; 9(1) - Access mode: <https://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i1.499>

DOI 10.15673/atbp.v9i1.499

8. G.A. Krutovyi G.V. Zaparenko L.O. Kasilova O.V. Nemirich A.V. Gavrysh Mathematical Modeling of Prescription Composition of Cupcake with High Nutritional Value [Text] / G.A. Krutovyi G.V. Zaparenko L.O. Kasilova O.V. Nemirich A.V. Gavrysh // Nauka ta Innovacii. 2013; 9(5): 5-9 - Access mode: <https://dx.doi.org/10.15407/scin9.05.005>

DOI 10.15407/scin9.05.005

9. Carmen Rodica Pop, Sorin Apostu, Liana Salanță, Ancuța M. Rotar, Marianne Sindic, Carmen Socaciu Influence of Different Growth Conditions on the Kefir Grains Production, used in the Kefiran Synthesis [Text] / Carmen Rodica Pop, Sorin Apostu, Liana Salanță, Ancuța M. Rotar, Marianne Sindic, Carmen Socaciu // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology. 2014; 71(2):147-153 - Access mode: <https://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:10802>

DOI 10.15835/buasvmcn-fst:10802

10. Khurram Yousaf, Chen Kunjie, Chen Cairong, Adnan Abbas, Yuping Huang, Chaudhry Arslan, Zhang Xuejin The Optimization and Mathematical Modeling of Quality Attributes of Parboiled Rice Using a Response Surface Method [Text] / Khurram Yousaf, Chen Kunjie, Chen Cairong, Adnan Abbas, Yuping Huang, Chaudhry Arslan, Zhang Xuejin // Journal of Food Quality. 2017; 2017 - Access mode: <https://dx.doi.org/10.1155/2017/5960743>

DOI 10.1155/2017/5960743

11. Karina Di Scala, Gustavo Meschino, Antonio Vega-gálvez, Roberto Lemus-mondaca, Sara Roura, Rodolfo Mascheroni An artificial neural network model for prediction of quality characteristics of apples during convective dehydration [Text] / Karina Di Scala, Gustavo Meschino, Antonio Vega-gálvez, Roberto Lemus-mondaca, Sara Roura, Rodolfo Mascheroni // Food Science and Technology. 2013; 33(3):411-416 - Access mode: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000064>

12. Bei Liu, Bangzhu Peng Modelling and Optimization of Process Parameters for Strawberry Osmotic Dehydration Using Central Composite Rotatable Design [Text] / Bei Liu, Bangzhu Peng // Journal of Food Quality. 2017; 2017 - Access mode: <https://dx.doi.org/10.1155/2017/2593213>

DOI 10.1155/2017/2593213