

надо стерилизовать столько времени, чтобы прогреть банку с продуктом до точки, которая хуже всего прогревается (примерно геометрический центр тары). Этот отрезок времени называют временем прогрева. Когда тепло проникло в точку наихудшего прогрева тары с продуктом, надо определенное время для того, чтобы уничтожить микроорганизмы в этой точке. Этот отрезок времени называют смертельным или летальным временем. Поэтому, общее время стерилизации зависит от теплофизической и микробиологической составляющих.

Эффективность режимов стерилизации, т.е. обеспечение промышленной стерильности консервов, определяется по утвержденной инструкции.

В качестве вкусовых и консервирующих веществ, при производстве овощных стерилизованных продуктов, используют различные органические кислоты – чаще всего уксусную. Эти вещества не всегда бывают полезными в употреблении. А для людей, у которых наблюдаются заболевания желудочно-кишечного тракта, потребление продуктов с органическими кислотами является нежелательным. Так, например, несколько капель уксусной кислоты в консервированной продукции способствует выделению слюны, возбуждает секрецию желудка и поджелудочной железы, неблагоприятно действует на печень и почки.

Овощное сырье является малоокислотным и содержит незначительное количество кислот, его активная кислотность -  $\text{pH} \geq 4,2$  (кроме томатов), поэтому для достижения микробиологической стабильности консервов, путем тепловой стерилизации необходимы жесткие режимы, с температурным уровнем выше  $100^\circ\text{C}$ . При таких высокотемпературных режимах стерилизации разрушаются биологически активные вещества, что приводит к снижению пищевой ценности продукта, ухудшается цвет продукта, наблюдается разваривание сырья, что недопустимо, так как нормативная документация на готовый продукт требует сохранение целостности овощей. Для сохранения качества консервов, необходимо снизить температуру стерилизации за счет  $\text{pH}$  продукта, поэтому в рецептуру консервов и вводят органические кислоты.

В работе исследовалась возможность замены в рецептуре заливки овощных консервов воды и органических кислот на электроактивированную воду и влияние электроактивированной воды на эффективность режимов стерилизации. Исследования были направлены на снижение  $\text{pH}$  продукта

путем использования активированной воды, что позволило снизить температурный уровень режимов стерилизации для овощных цельноплодноконсервированных продуктов.

Электроактивированную питьевую воду получали на водоочистительной установке «Эковод-6», путем электролиза, в которой происходит удаление из воды таких элементов загрязнения, как соли тяжелых металлов, нитратов, фенолов, гербицидов, органических веществ. Эти вещества выпадают при такой обработке в виде осадка, выделяются в виде газов. При этом в воде остаются, например, микроэлементы и другие. Такая вода биологически активна, насыщена ионами кремния, кислородом, положительно влияет на обмен веществ в организме. В процессе активации в катодной камере образуется католит (щелочная вода), а в анодной – анолит (кислая вода). Анолит имеет уровень активной кислотности  $\text{pH} 1,0 - 3,0$ , католит -  $\text{pH} 10,0 - 11,0$ . Анолит является мягким антисептиком, сильным окислителем, помогает организму человека при воспалительных процессах, вирусных, бактериальных инфекциях, аллергиях, а католит является иммуностимулятором, радио-протектором, антиоксидантом.

Электроактивированная вода имеет высокую энергетическую активность (значение редокс-потенциала от минус 800 до плюс 1200 мВ), это придает ей профилактические свойства. Основное назначение такой воды – использование ее, как питьевой очищенной, обеззараженной, биологически активной воды.

В работе проводились исследования по определению уровня активной кислотности электроактивированной воды, зависимости  $\text{pH}$  воды от концентрации общей кислотности; получены образцы овощных консервов, в заливке которых рецептурное количество воды и уксусной кислоты были заменены на анодированную воду с соответствующим уровнем активной кислотности; использовались режимы стерилизации для исследуемого ассортимента консервов, температурный уровень которых был снижен на 10-15 % по сравнению с утвержденными режимами стерилизации, после трех месяцев хранения консервы были микробиологически стабильными (микробиологические исследования консервов в стадии определения); исследуется предварительная тепловая обработка сырья с использованием электроактивированной воды и ее влияние на качество сырья и готового продукта.

Поступила 11.2011

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Флауменбаум, Б.Л. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва [Текст] / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич – Одеса, 2006. - 400 с.
2. Колесниченко, С.Л. Метод оценки качества активации воды [Текст] / С.Л. Колесниченко // Пищевая наука и технология – 2011. - №3. – С. 46-48.
3. Бабарин, В.П. Справочник по стерилизации консервов [Текст] / В.П. Бабарин, Н.Н. Мазохина-Поршнякова, В.И. Рогачев – М.: Агропромиздат, 1987. - 200 С.

УДК 664.8.039.7.01:633.494

**СТАНКЕВИЧ Г.М., д-р техн. наук, професор, БІЛЕНЬКА І.Р., канд. техн. наук, доцент,  
БУЛАНША Н.А., аспірант**

Одеська національна академія харчових технологій

### **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУР СОКІВ ТА ПАСТ НА ОСНОВІ ФЕРМЕНТОВАНОГО ТОПІНАМБУРА**

Наведено математичні моделі, які адекватно описують залежність органолептичних показників якості продуктів на основі ферментованого топінамбуру від масових часток їх основних компонентів. Визначено оптимальний за узагальненою органолептичною оцінкою склад рецептур нових продуктів (соків та овочевих паст) на основі ферментованого топінамбуру.

**Ключові слова:** топінамбур ферментований, соки, пасти, органолептичні показники якості, математичне моделювання, оптимізація.

The mathematical models that adequately describe the dependence of the organoleptic quality of products based on fermented artichoke mass of particles of their basic components.

Optimal generalized by organoleptic evaluation of composition recipes of new products (juice and fruit pastes) based on fermented artichoke.

**Keywords:** artichoke fermented, juice, pasta, organoleptic quality, mathematical modeling, optimization.

Одним із завдань харчових технологій є розширення асортименту нових продуктів, і, в першу чергу, таких, які будуть сприяти правильному харчуванню населення, від якого в значній мірі залежить здоров'я людей. Нині актуальність цього завдання значно зростає у зв'язку з погіршенням екології, зниженням якості продукції та рівня надходження з їжею необхідної кількості поживних речовин. Тому останнім часом підвищеним попитом користується лактоферментована продукція, оскільки вона має високі смакові, лікувальні і профілактичні властивості та спроможна забезпечити організм людини необхідними корисними бактеріями, що позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту.

Технологія виробництва ферментованих продуктів з топінамбуру передбачає первинну підготовку бульб топінамбура, яка включає наступні технологічні операції: сортування, миття, обробку бульб струмами НВЧ та інспекцію. НВЧ-обробку проводили з метою інактивації ферменту поліфенолоксидази для запобігання потемніння сировини під час подальшої її переробки, що в свою чергу впливає на органолептичні показники та біологічну цінність готових продуктів [3]. Далі бульби топінамбура піддають очищенню, миттю, різанню та ферментації. Бульби ферментують внесенням чистої культури *L. plantarum* АН 11/16, після чого із сквашеного топінамбура отримують сік пресуванням, а вичавки направляють на виробництво паст.

Метою проведеної роботи було встановлення оптимальних співвідношень складових компонентів нових продуктів (соків та паст) на основі ферментованого топінамбура.

У дослідженнях було розглянуто такий асортимент нових продуктів:

1. Купажований сік з ферментованого топінамбуру «Вітамінна свіжість», до складу якого за рецептурою входять соки з моркви та селери (зразок 1).
2. Сік топінамбурово-томатний з додаванням соку селери (зразок 2).
3. Сік топінамбурово-морвяний з додаванням соку яблук та настоянки м'яти перцевої (зразок 3).
4. Овочева паста, яка включає вичавки ферментованого топінамбуру, морквяне пюре, пюре з селери, йодовану сіль та оливкову олію (зразок 4).
5. Овочева паста, яка включає вичавки ферментованого топінамбуру, томатне пюре, пюре з селери, йодовану сіль та оливкову олію (зразок 5).

Основною складовою частиною рецептур запропонованих нових продуктів  $C_0$  є сік (для соків) або вичавки (для овочевих паст) з ферментованого топінамбуру. Два інших компоненти  $C_1$  та  $C_2$  надавали зазначеним вище новим п'яти продуктам оригінальні органолептичні показники. Співвідношення (масові частки) цих двох компонентів  $C_1$  та  $C_2$  і необхідно визначити на основі експериментальної оцінки створених композицій.

Зазначимо, що крім цих трьох основних компонентів ( $C_0$ ,  $C_1$  та  $C_2$ ) у деякі продукти додавали у фіксованій незначній кількості деякі додаткові компоненти: у зразок 3 — 0,5 % настоянки м'яти перцевої, у зразки 4 та 5 — по 2 % оливкової олії та по 0,2 % йодованої солі.

Оцінку якості нових продуктів (соків та паст) проводили за такими органолептичними показниками: зовнішній вигляд, колір, наявність м'якоті для соків чини консистенція для паст, аромат, смак та загальне враження.

Черговість аналізу окремих показників якості продуктів відповідає природній послідовності органолептичної оцінки. Спочатку були взяті до уваги показники, що визначали органами зору (зовнішній вигляд, колір, наявність м'якоті і консистенція), потім нюху (запах) і потім смакові якості та загальне враження. При характеристиці кольору визначали основний тон продукту, його інтенсивність і встановлювали відхилення від кольору, що властивий цьому продукту. Аромат визначали при затриманому диханні (робили глибокий короткий вдих, затримували дихання на 2...3 секунди і видихали), встановлювали властивий запах та наявність сторонніх запахів. Консистенцію визначали розмазуванням продукту по поверхні. При визначенні смаку пробу розподіляли по усій поверхні ротової порожнини і затримували на 5...10 секунд у роті, щоб розчинні речовини продукту перейшли в слину і розчин, що утворився, впливав на смакові рецептори.

На основі зазначених показників формували узагальнену органолептичну оцінку отриманих продуктів, яку отримували таким чином. Кожний показник органолептичного аналізу оцінювали від 1 до 5 балів, множили на відповідний коефіцієнт вагомості та отримували значення  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6$ . Узагальнений бал оцінювання кожного  $i$ -го зразка продукту отримували сумуванням всіх шести значень органолептичних показників, тобто

$$Y_i = \sum_{j=1}^6 k_j y_{ij}, \quad (1)$$

де  $k_j$  — коефіцієнти вагомості для  $j$ -тих органолептичних показників якості;

$i$  — номер зразка нового продукту ( $i = 1...5$ );

$j$  — номер  $j$ -го органолептичного показника ( $j = 1...6$ ).

Таким чином, вихідними даними для проведення експериментальних досліджень якості нових продуктів були змінні фактори  $C_1$  та  $C_2$  — масові частки першого та другого компонентів соків та паст досліджуваних продуктів на основі ферментованого топінамбуру, виражені у відсотках.

Для скорочення кількості дослідів та отримання достовірної інформації були застосовані методи багатфакторного планування експериментів. Ними був обраний композиційний уніформ-ротатабельний план другого порядку (КУРП), наведений у табл. 1, який

Таблиця 1

Центральний композиційний уніформ-ротатабельний план другого порядку та результати загальної органолептичної оцінки нових продуктів

N	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	Загальна органолептична оцінка продуктів з ферментованим топінамбуром, бали				
			Соки з			Овочеві пасти з пюре	
			моркви+селери Y <sub>1</sub>	томатів+селери Y <sub>2</sub>	моркви+яблук Y <sub>3</sub>	моркви+селери Y <sub>4</sub>	томатів+селери Y <sub>5</sub>
1	-	-	19,0	16,4	12,7	16,5	19,0
2	+	-	19,8	18,0	17,1	18,9	18,0
3	-	+	16,1	16,1	13,7	18,8	19,0
4	+	+	19,9	19,5	19,8	18,9	18,0
5	-1,414	0	17,2	17,3	13,5	14,9	16,5
6	1,414	0	21,2	19,1	19,0	18,9	15,5
7	0	-1,414	21,3	18,2	14,5	21,3	22,0
8	0	1,414	22,0	21,8	19,6	19,9	20,5
9	0	0	22,5	21,7	21,0	22,5	20,0
10	0	0	21,5	22,5	22,5	21,5	20,5
11	0	0	21,5	20,5	21,0	21,8	21,0
12	0	0	21,6	22,0	21,7	22,0	22,0
13	0	0	22,0	21,9	20,8	21,7	21,5

дозволяє отримати рівняння залежності узагальненої бальної оцінки Y<sub>i</sub> від масової частки двох компонентів C<sub>1</sub> та C<sub>2</sub>, а також забезпечити однакову дисперсію передбачуваних показників якості нових продуктів [1, 2, 4, 5]. Загальна кількість дослідів для КУРП визначена за формулою

$$N = 2^k + 2k + N_{III} = 2^2 + 2 \cdot 2 + 5 = 13, \quad (2)$$

де N — загальна кількість дослідів;

k — кількість факторів;

N<sub>III</sub> — кількість повторених дослідів в центрі планування.

Натуральні значення факторів C<sub>1</sub> та C<sub>2</sub> переводили у кодовані x<sub>1</sub> та x<sub>2</sub> за формулою [1, 5]

Розрахунок коефіцієнтів регресії та статистичну оцінку рівняння регресії (оцінку значущості коефіцієнтів регресії, перевірку адекватності рівняння регресії експериментальним даним) проводили у відповідності з рекомендаціями [1, 5]. Згідно з цими рекомендаціями послідовність обробки результатів органолептичної оцінки нових продуктів, наведених у табл. 1, була такою.

Коефіцієнти рівняння регресії

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 \quad (4)$$

залежності узагальненого показника органолептичної оцінки продукту від кодованих значень факторів розраховували за такими формулами:

Таблиця 2

Відповідність кодованих та натуральних значень факторів у матриці планування для зразків нових продуктів

Кодовані рівні, x <sub>i</sub>	Натуральні значення факторів C <sub>1</sub> та C <sub>2</sub> у зразках, %									
	1		2		3		4		5	
	морква	селера	томати	селера	морква	яблука	морква	селера	томати	селера
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
-	25	5	15	10	15	5	10	15	5	10
0	30	10	20	15	20	10	20	20	10	20
+	35	15	25	20	25	15	30	25	15	30
-1,414	22,93	2,93	12,93	2,93	12,93	2,93	5,86	12,93	2,93	5,86
1,414	37,07	17,07	27,07	17,07	27,07	17,07	34,14	27,07	17,07	34,14

$$x_i = \frac{C_i - C_{0i}}{\lambda_i}, \quad (3)$$

де C<sub>i</sub>, C<sub>0i</sub> — значення фактора (компонента) в натуральній розмірності відповідно на заданому рівні та у центрі експерименту;

λ<sub>i</sub> — інтервал варіювання i-го фактора;

i — номер фактора.

Діапазони зміни кодованих та натуральних значень факторів у нових продуктах наведені в табл. 2.

Для прикладу, у табл. 3 наведено результати органолептичної оцінки зразка 1 для всіх проведених 13 дослідів. Аналогічна оцінка була проведена для всіх п'яти досліджених зразків.

$$b_0 = 0,2 \sum_{u=1}^{13} Y_u - 0,1 \sum_{i=1}^2 \sum_{u=1}^8 x_{iu}^2 Y_u, \quad (5)$$

$$b_i = 0,125 \sum_{u=1}^8 x_{iu} Y_u, \quad (6)$$

$$b_{ii} = 0,125 \sum_{u=1}^8 x_{iu}^2 Y_u + 0,01875 \sum_{i=1}^2 \sum_{u=1}^8 x_{iu}^2 Y_u - 0,1 \sum_{u=1}^{13} Y_u, \quad (7)$$

$$b_{ij} = 0,25 \sum_{u=1}^4 x_{iu} x_{ju} Y_u. \quad (8)$$

Результати органолептичної оцінки топінамбурово-морквяного соку з додаванням соку селери (зразок I)

N	Зовнішній вигляд, $y_1$	Колір, $y_2$	Наявність м'якоти, $y_3$	Аромат, $y_4$	Смак, $y_5$	Загальне враження, $y_6$	Узагальнена оцінка, $Y_1$
	Коефіцієнти вагомості, $k_i$						
	0,7	0,5	0,9	0,6	0,8	1,0	
1	2,8	2,0	3,6	2,4	3,2	5,0	19,0
2	2,8	2,0	4,5	2,4	3,2	4,9	19,8
3	2,8	2,0	2,7	2,4	3,2	3,0	16,1
4	2,8	2,0	4,5	2,4	3,2	5,0	19,9
5	2,1	2,0	3,6	2,4	3,2	3,9	17,2
6	3,5	2,5	4,5	3,0	3,2	4,5	21,2
7	3,5	2,5	4,5	3,0	3,2	4,6	21,3
8	3,5	2,0	4,5	3,0	4,0	5,0	22,0
9	3,5	2,5	4,5	3,0	4,0	5,0	22,5
10	3,5	2,5	4,5	3,0	3,2	4,8	21,5
11	3,5	2,5	4,5	3,0	3,2	4,8	21,5
12	3,5	2,5	4,5	3,0	3,2	4,9	21,6
13	3,5	2,0	4,5	3,0	4,0	5,0	22,0

Розрахунок дисперсії відтворюваності здійснювали за формулою (7), використовуючи результати дослідів у центрі плану (досліди 9-13):

$$S_{\bar{Y}}^2 = \frac{\sum_{u=9}^{13} (Y_u - \bar{Y}_{0u})^2}{N_{III} - 1}, \quad (9)$$

де  $\bar{Y}_{0u}$  – середнє значення узагальненої оцінки якості у центрі плану (у дослідях 9-13);

$N_{III} - 1 = f$  – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності.

Дисперсії коефіцієнтів регресії (лінійних, квадратичних та парної взаємодії) розраховували відповідно за формулами:

$$S_{b_0}^2 = 0,2S_y^2; S_{b_i}^2 = 0,0733 \cdot S_y^2; \\ S_{b_{ii}}^2 = 0,0597 \cdot S_y^2; S_{b_{ij}}^2 = 0,125 \cdot S_y^2. \quad (10)$$

На основі знайдених значень були розраховані довірчі інтервали  $\varepsilon_{b_i}$  для кожної групи коефіцієнтів

$$\varepsilon_{b_i} = t_{кр} S_{b_i}, \quad (11)$$

де  $t_{кр}$  – критичне (табличне) значенням критерія Стьюдента, яке знаходили за рівнем значущості  $p = 0,05$  та числом ступенів вільності дисперсії відтворюваності  $f_y$ .

У випадку виконання умови  $|b_i| > \varepsilon(b_i)$ , коефіцієнт вважали значущим, в іншому випадку його виключали з рівняння регресії.

Перевірку адекватності отриманих рівнянь регресії здійснювали за критерієм Фішера, розрахункові значення якого знаходили за однією з формул (в залежності від значень відповідних дисперсій):

$$F = \frac{S_{n.ad}^2}{S_{\bar{Y}}^2}, \text{ або } F = \frac{S_{\bar{Y}}^2}{S_{n.ad}^2}. \quad (12)$$

Розраховані значення критерія Фішера  $F$  порівнювали з критичними значеннями  $F_{кр}(p; f_{\bar{y}}; f_{n.ad})$ , взятими з таблиць [1, 5] у відповідності з прийнятим рівнем значущості ( $p=0,05$ ) та числами ступенів вільностей чисельника  $f_{\bar{y}}$  і знаменника  $f_{n.ad}$ . Якщо задовольнялась нерівність  $F \leq F_{кр}(p; f_{\bar{y}}; f_{n.ad})$ , то дане рі-

вняння кваліфікували як таке, що адекватно описує процес дослідження.

Дисперсії неадекватності  $S_{n.ad}^2$  для кожного дослідженого ферментованого продукту (зразка) розраховували за результатами I та II частин плану експериментів (табл. 2) [1]

$$S_{n.ad}^2 = \frac{\sum_{u=1}^{N-N_{III}} (\hat{y}_u - y_u)^2}{(N - N_{III}) - n}, \quad (13)$$

де  $\hat{y}_u$  – розрахункове для умов  $i$ -го дослідження значення виходу процесу (узагальненої бальної оцінки);

$n$  – число значущих коефіцієнтів у рівнянні регресії;

$(N - N_{III}) - n = f_{n.ad}$  – число ступенів вільності дисперсії неадекватності.

Після розрахунку коефіцієнтів математичної моделі, перевірки їх значущості та оцінки адекватності рівнянь регресії експериментальним даним, для досліджених зразків отримали такі залежності:

$$\begin{aligned} &\text{– зразок 1, } Y_1 = 21,92 + 0,59x_2 - 2,36x_1^2 - 0,51x_2^2 + 0,75x_1x_2; \\ &\text{– зразок 2, } Y_2 = 21,72 + 1,26x_1 - 2,16x_1^2 - 1,26x_2^2 - 0,025x_1x_2; \\ &\text{– зразок 3, } Y_3 = 21,40 + 1,43x_1 + 2,21x_2 - 2,78x_1^2 - 2,38x_2^2; \\ &\text{– зразок 4, } Y_4 = 21,90 + 0,99x_1 - 2,62x_1^2 - 0,77x_2^2 - 0,57x_1x_2; \\ &\text{– зразок 5, } Y_5 = 21,06 - 2,54x_1^2. \end{aligned} \quad (14)$$

Як видно з отриманих результатів, залежності узагальненої органолептичної оцінки нових продуктів (зразки 1, 2, 3 та 4) від масових часток компонентів  $C_1$  та  $C_2$ , описуються поверхнями другого порядку. І лише для зразка 5 ця залежність представлена однофакторним параболічним рівнянням  $Y=f(C_1)$ . Другий компонент  $C_2$  виявився незначущим, тобто таким, що не впливає на узагальнену органолептичну оцінку якості пасти (зразок 5).

Можна також відмітити, що для зразків 1, 2, 3 та 4 верхні відгуки являють собою еліптичні параболоїди, які мають максимуми, оскільки  $b_{11} < 0$  та  $b_{22} < 0$ .

Парабола для зразка 5 також має максимум для фактора  $x_1$ . Для ілюстрації сказаного на рис. 1 наведено графічний вигляд рівняння для зразка 1.



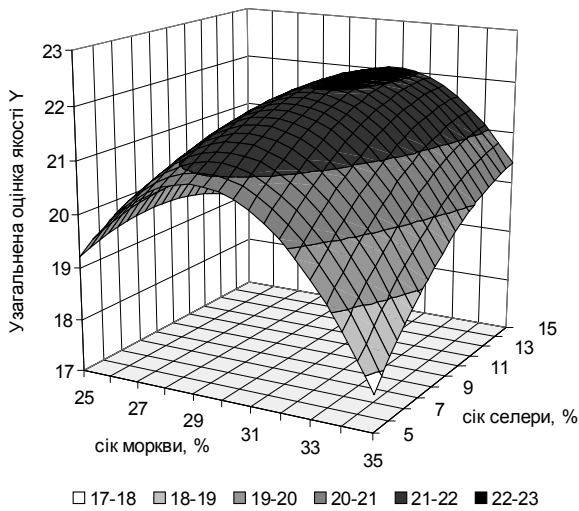


Рис. 1. Залежність узагальненої оцінки якості топінамбурово-морквяного соку з додаванням соку селери

З рівняння регресії для зразка 5 видно, що максимальне значення  $Y_5^{\max}$  буде досягнуто при  $x_1^{\max} = 0$ . Значення другого фактора також доцільно зафіксувати на середньому рівні, тобто  $x_2^{\max} = 0$ .

Далі, за отриманими значеннями  $x_1^{\max}$  та  $x_2^{\max}$  розрахували максимальне значення узагальненої органолептичної оцінки продукту  $Y_i^{\max}$ , а також, використавши формули для кодування факторів (2), знайшли значення масових часток компонентів  $C_1$  та  $C_2$  у всіх досліджених нових продуктах. Зведені результати проведених розрахунків представлено у табл. 8. Відмітимо, що масову частку основного компонента  $C_0$  — ферментованого топінамбуру — знаходили за різницею  $C_0 = 100 - C_1 - C_2$  (з урахуванням фіксованих значень додаткових компонентів).

Таблиця 4

Оптимальний рецептурний склад розроблених продуктів, %

Компоненти рецептури, %	Номери зразків				
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	зразок 5
	соки			пасти	
Сік ферментованого топінамбуру	56,61	68,54	65,89	—	—
Сік моркви	30,10	—	21,29	—	—
Сік селери	13,29	21,46	—	—	—
Сік томату	—	10,00	—	—	—
Сік яблука	—	—	12,32	—	—
Настоянка м'яти перцевої	—	—	0,50	—	—
Вичавки ферментованого топінамбуру	—	—	—	56,19	67,80
Пюре з селери	—	—	—	21,98	10,00
Пюре з моркви	—	—	—	19,63	—
Пюре томатне	—	—	—	—	20,00
Оливкова олія	—	—	—	2,00	2,00
Йодована сіль	—	—	—	0,20	0,20
Узагальнена органолептична оцінка, бали	22,11	21,72	22,02	21,77	21,92

Розрахунок значень факторів  $x_1$  та  $x_2$  (масових часток компонентів 1 та 2), при яких забезпечується найкращі показники узагальненої органолептичної оцінки (максимальне значення узагальненої оцінки  $Y$ ) для зразків 1–4 нових продуктів, був проведений таким чином.

Спочатку знайшли частинні похідні по кожному фактору:

$$\begin{cases} \frac{\partial Y}{\partial x_1} = b_1 + 2b_{11}x_1 + b_{12}x_2 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial x_2} = b_2 + 2b_{22}x_2 + b_{12}x_1 = 0. \end{cases} \quad (16)$$

Прирівнявши їх до нуля, розв'язали отриману систему рівнянь відносно  $x_1$  та  $x_2$ ; і отримали необхідні формули для визначення екстремальних значень факторів 1 та 2:

$$x_1^{\max} = \frac{-b_1 - b_{12}x_2^{\max}}{2b_{11}}, \quad x_2^{\max} = \frac{b_1b_{12} - 2b_2b_{11}}{4b_{11}b_{22} - b_{12}^2} \quad (16)$$

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю.П. Грачев. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 278 с.
2. Осмак, Т.Г. Оптимізація рецептурного складу морозива «Сирок» [Текст] / Т.Г. Осмак, Т.А. Скорченко, Н.О. Касьянова // Харчова промисловість – 2011. – № 11. – С. 96-101.
3. Патент України на корисну модель № 19897 Спосіб захисту очищених бульб топінамбура від потемніння [Текст] / Червко О. І., Дуденко Н. В., Горбань В. Г., Павлоцька Л. Ф., Жогло В. І., опуб. 15.01.2007, Бюл. № 1.
4. Мезенова, О.Я. Моделирование рецептуры диабетического песочного печенья с добавлением стеви и топинамбура [Текст] / О.Я. Мезенова, О.Н. Казакова // Вестник международной академии холода – 2010. – № 4. – С. 23-26.
5. Остапчук, М.В. Математичне моделювання на ЕОМ [Текст] / М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич. – Одеса: Друк, 2006. – 313 с.

Дегустаційна оцінка виготовлених за оптимальним складом запропонованих нових продуктів на основі ферментованого топінамбуру підтвердила їх високу якість.

**Висновок.** Використовуючи розроблені математичні моделі, які адекватно описують залежність органолептичних показників якості продуктів на основі ферментованого топінамбуру від масових часток їх основних компонентів, визначено оптимальний за узагальненою органолептичною оцінкою склад рецептур таких нових продуктів:

– соків на основі ферментованого соку топінамбуру з додаванням соків з моркви і селери, томатів і селери, моркви і яблука;

– овочевих паст на основі вичавок ферментованого топінамбуру з додаванням пюре з моркви і селери, томатів і селери.

Поступила 11.2011