

**ПРОЕКТУВАННЯ ГРАНОЛИ З ФЕЙХОА ІЗ ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ ЙОДУ
ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА***Калужіна І. М.¹, к.т.н., доцент, доцент кафедри,**<https://orcid.org/0000-0002-3385-9722>**Тележенко Л. М.¹, д.т.н., професор, завідувач кафедри,**<https://orcid.org/0000-0001-6675-2625>**Дзюба Н. А.¹, к.т.н., доцент, доцент кафедри**<https://orcid.org/0000-0001-6609-3965>*¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна**<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-11>**

Статтю присвячено проектуванню граноли з фейхоа для профілактики йододєфіциту у населення України. Показана перспективність розширення асортименту страв спеціального призначення на основі сухих сніданків, а саме граноли, як одних з найбільш популярних продовольчих товарів у сучасного споживача. Нами запропонована технологія граноли з підвищеним вмістом йоду, шляхом використання рослинної сировини багатой на йод. Як перспективне джерело йоду розглядалася нова для України сировина – фейхоа. Плоди фейхоа здатні накопичувати сполуки йоду (близько 70-100 мкг/100 г продукту), які легко засвоюються організмом людини. З урахуванням технологічних чинників приготування граноли було прийнято рішення в якості йодовмісної добавки використовувати саме цукати фейхоа. Для максимального збереження йоду при виробництві цукатів з плодів фейхоа застосовували ощадну технологію інфрачервоного сушіння при порівняно низьких температурах. Представлені данні свідчать про наступне: цукати фейхоа характеризуються високим вмістом йоду (66,7-78,3 мкг/100 г), що дорівнює майже 50% від рекомендованої добової норми вживання йоду. Рецептурна композиція нового продукту – граноли з фейхоа багатокомпонентна, до її складу окрім цукатів фейхоа входить сировина підвищеної харчової цінності: пластівці вівсяні, насіння: кунжуту, льону, гарбуза, соняшнику, чіа та мед. Обґрунтована необхідність проектування рецептури граноли з фейхоа шляхом зміни співвідношення окремих інгредієнтів з метою оптимізації її хімічного складу, в тому числі з урахуванням синергізму макро- і мікроелементів для підвищення засвоюваності йоду. Застосування методу математичного моделювання дозволило визначити оптимальне співвідношення компонентів у рецептурі граноли з фейхоа (напівфабрикат) та отримати композицію, що найбільшою мірою відповідає за якісним складом принципам здорового харчування. Дана розробка забезпечує приготування солодкої страви «Гранола з фейхоа», яку можна рекомендувати до впровадження у виробництво закладів ресторанного господарства як страву до сніданку для профілактики йододєфіциту.

Ключові слова: гранола, фейхоа, цукати, проектування рецептури, йодовмісна добавка

THE FEIJOA GRANOLA DEVELOPMENT WITH A HIGH IODINE CONTENT FOR THE RESTAURANT ESTABLISHMENTS

*Iryna Kalugina*¹, PhD, Ass. Prof., Ass. Prof. of Department
<https://orcid.org/0000-0002-3385-9722>

*Liubov Telegenko*¹, D-r of Sciences, Professor, Chief of Department
<https://orcid.org/0000-0001-6675-2625>

*Nadya Dzyuba*¹, PhD, Ass. Prof., Ass. Prof. of Department
<https://orcid.org/0000-0001-6609-3965>

¹Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-11>

The article is devoted to the feijoa granola development for the iodine deficiency prevention in the Ukrainian population. The prospects of expanding the special dishes range based on dry breakfasts, namely granola, as one of the most popular food products for modern consumers. We have proposed a technology of granola with a high iodine content, through the use of vegetable raw materials which are rich in iodine. Feijoa, a new raw material for Ukraine, was considered as a promising iodine source. Feijoa fruits are able to accumulate iodine compounds (about 70-100 μg / 100 g of the product), which are easily absorbed by the human body. Taking into account the technological factors of the granola preparation, it was decided to use feijoa candied fruits as an iodine-containing additive. To maximize the iodine preservation in the production of candied fruits from feijoa, a gentle technology of infrared drying at relatively low temperatures has been used. The presented data indicates the following: candied feijoa is characterized by a high iodine content (66.7-78.3 μg / 100 g), which is almost 50% of the recommended daily iodine intake. The formulation composition of the new product - feijoa granola is multicomponent. In addition to feijoa candied fruits, it includes raw materials with a high nutritional value: oatmeal, seeds: sesame, flax, pumpkin, sunflower, chia and honey. The necessity of the feijoa granola formulation developing was justified by changing the ratio of individual ingredients in order to optimize its chemical composition, taking into account the synergy of macro- and micronutrients to increase the iodine digestibility. The application of the mathematical modeling method allowed to determine the optimal ratio of components in the feijoa granola formulation (semi-finished product) and to obtain a composition which is the most consistent with the quality of the healthy eating principles. This development provides the preparation of a sweet dish "Granola with feijoa", which can be recommended for introduction into the restaurants production as a breakfast dish for the iodine deficiency prevention.

Key words: granola, feijoa, candied fruits, formulation development, iodine-containing additive

Постановка проблеми. Високий ритм сучасного життя сприяв появі нового тренду у суспільстві – вживання сніданку в закладах ресторанного господарства. Особливо це стосується великих міст, де працюючим з раннього ранку керівникам і менеджерам всіляких організацій просто не залишається часу готувати сніданки удома. Тому, сьогодні організації сніданків ресторатори приділяють особливу увагу. Сніданок – це не тільки перший прийом їжі і важлива складова здорового харчування, але й невід'ємна частина іміджу ресторану. Сучасним трендом у ресторанному ринку є розробка меню скомплектованих сніданків та ланчів з врахуванням фізіологічних потреб людини в макро- та мікронутрієнтах їжі, енергетичній цінності, в тому числі комплексних сніданків спеціального призначення: вегетаріанських, пісних, з низькою калорійністю, низьким глікемічним індексом, функціональних, коригувальних, профілактичних, для дитячого та спортивного харчування, тощо. Нині успішно працюють й довели свою

конкурентоспроможність концептуальні ресторани, які спеціалізуються тільки на приготуванні сніданків у широкому асортименті – так звані ресторани сніданків.

В останні роки, в ресторанных закладах спостерігається стійка тенденція до розробки фірмових страв на зернових основах, це різноманітні кростати, пудинги з мюслі, десерти з підірваними зернами, тощо. В якості зернової основи в приготуванні цих страв найчастіше використовують сухі сніданки, які сьогодні займають значну частку у сегменті продуктів підвищеної харчової цінності. Сухі сніданки за зовнішнім виглядом поділяють на зернові пластівці, повітряні зерна, круп'яні палички, круп'яні батончики, фігурні вироби. Сьогодні до сухих сніданків відносять ще й мюслі та гранолу. Сухі сніданки можна віднести до продуктів «швидкого харчування», адже вони готові до вживання без додаткової кулінарної обробки – достатньо додати йогурт або молоко. Це, в свою чергу, забезпечує їх зручність та функціональність у приготуванні солодких страв та десертів.

Популярність сухих сніданків, як обов'язкового компонента їжі або інгредієнта для розробки солодких страв здорового харчування зростає з кожним роком. Саме тому, асортимент сухих сніданків найчастіше розширюється за рахунок створення нових їх видів дієтичного й профілактичного призначення. Сухі сніданки збагачують вітамінами, мінералами, клітковиною і висівками, соєвими добавками, продуктами переробки морських водоростей, що дуже корисно для профілактики різних системних захворювань і суттєво підвищує поживну цінність продукту [1-3]. Разом з тим, асортимент таких продуктів, в тому числі вітчизняного виробництва, недостатній і вимагає свого розширення з урахуванням потреб ринку у якісних функціональних і спеціалізованих харчових продуктах, в тому числі збагачених есенціальними мікронутрієнтами.

Аналіз макро- та мікронутрієнтного складу раціонів харчування українців виявив дефіцит ряду мінеральних речовин [4-7]. Дефіцит макро- і мікроелементів викликає серйозні порушення обміну речовин і важкі хронічні захворювання [8]. В останні роки ця проблема постала дуже гостро, що пов'язане з нестачею надходження йоду в організм людини і, відповідно, викликає йододефіцитні захворювання [9].

Йод – есенціальний мікроелемент, необхідний для синтезу тиреоїдних гормонів. Численні фундаментальні дослідження з біохімії, молекулярної фармакології мікроелементів показали, що в профілактиці і терапії йододефіцитних станів не слід випускати з уваги нерозривний зв'язок метаболізму йоду з метаболізмом інших мікронутрієнтів. Без цих мікронутрієнтів – синергістів йоду, монопрепарати йоду мають значно меншу ефективність [10]. Оскільки активні центри Se-залежних ферментів йодтироніни дейодинази містять селеноцистеїн, активність цих ферментів в значній мірі залежить від стану депо селену в організмі. Дефіцит селену призведе до падіння активності цих ферментів і посилить наслідки дефіциту йоду. Йод є синергістом селену і нормалізація йодного обміну відбувається при одночасному задоволенні потреби організму як в йоді, так і в селені, а низький вміст селену посилює прояв йодної недостатності [11-15].

Інтенсивність метаболізму йоду також залежить від забезпеченості організму цинком і залізом [16]. Спільні дефіцити цих мікронутрієнтів істотно порушують функціонування щитовидної залози. Дефіцит заліза, зокрема, знижує синтез тиреоїдних гормонів. Тому залізодефіцитна анемія знижує ефективність препаратів йоду в терапії та профілактики йододефіцитних захворювань [17]. Недавні дослідження показали, що висока поширеність залізодефіцитної анемії серед дітей в районах ендемічного зобу може знизити ефективність програм ліквідації йодного дефіциту з використанням тільки йодованої солі [11].

Так як дефіцит йоду часто спостерігається на тлі низької забезпеченості іншими мікронутрієнтами, то спільні дефіцити мікронутрієнтів можуть посилювати негативні ефекти один одного, тим самим значно знижуючи ефективність терапії йодом [18].

Селен, залізо і цинк є синергістами йоду, необхідними для прояву біологічних ефектів цього мікроелемента. Дані мікроелементи є синергістами і відіграють значну роль

в утворенні гормонів, беруть участь в роботі щитовидної залози, впливають на роботу імунної, антиоксидантних систем організму. Це вказує на те, що під час розробки продуктів здорового харчування для профілактики йоддефіцитних станів у населення необхідно враховувати факт синергізму макро- і мікроелементів і проектування нових продуктів вести у напрямку збалансування їх хімічного складу для підвищення засвоювання цінних нутрієнтів та посилення профілактичного ефекту.

Таким чином, існуюча проблема у харчуванні людини, а саме нестача корисних речовин в організмі, направляє науковців галузі на розробку й впровадження у раціони населення страв, що збагачені дефіцитними мікронутрієнтами, в тому числі йодом, для зміцнення здоров'я й профілактики захворювань.

Метою роботи є проектування рецептури сухих сніданків, а саме граноли, з використанням йодовмісної рослинної добавки – цукатів фейхоа. Реалізація поставленої мети можлива завдяки проектуванню полікомпонентної за складом граноли з точки зору оптимізації її нутрієнтного складу, для забезпечення нормованого вимогами раціонального харчування вмісту есенціальних речовин, в тому числі йоду.

Матеріали і методи. Технологію виробництва нової страви з підвищеним вмістом йоду розробляли на основі сухих сніданків, а саме граноли [19]. В якості йодовмісної добавки використовували цукати фейхоа. Для максимального збереження корисних властивостей плодів фейхоа при виробництві цукатів застосовували ощадну технологію інфрачервоного сушіння при порівняно низьких температурах ($T=52\ldots 63\text{ }^{\circ}\text{C}$) в сушильній установці AVERNO [20].

Були розроблені рецептурні композиції граноли які містили цукати фейхоа, пластівці вівсяні, насіння: кунжуту, льону, гарбуза, соняшнику, чіа та мед у різному співвідношенні.

Математичне моделювання композиційного складу граноли проводили в програмі Статистика 7.0 за допомогою математичної моделі, що складається з комплексу критеріальних рівнянь [21]. При складанні програми математичної оптимізації враховували, що селен, залізо і цинк є синергістами йоду, які необхідні для прояву його біологічних ефектів. Вміст йоду визначали титрометричним методом [22].

Результати та обговорення. На першому етапі проектування багатокомпонентної суміші для виробництва граноли відбувався підбір сировинних інгредієнтів, з урахуванням їхньої харчової цінності, функціональних і технологічних властивостей та прогнозованого впливу на зміну органолептичних та фізико-хімічних показників якості готового продукту.

На підставі аналізу хімічного складу сировини з точки зору оптимізації нутрієнтного складу рецептури граноли була обґрунтована доцільність використання такої натуральної сировини підвищеної харчової цінності, як: пластівці вівсяні, насіння: кунжуту, льону, гарбуза, соняшнику, чіа та мед.

В якості йодовмісної добавки в новий продукт використовували нову для України сировину – фейхоа. Плоди фейхоа містять практично добову норму органічно зв'язаного йоду (70-100 мкг в 100 г продукту) [23], який легко засвоюється організмом людини. Згідно з рекомендаціями ВООЗ фізіологічна потреба людини в йоді залежно від віку й статі становить 100-150 мкг на добу [24]. У плодах фейхоа містяться також цінні біологічно активні речовини – кахетіни і лейкоантоціани, вітамін С, ефірні масла, які є потужними антиоксидантами і імуномодуляторами [25-27]. До того ж, плоди фейхоа мають солодкий смак з пікантними пряними відтінками, тому розробка солодких страв на їх основі є логічною.

На підставі аналізу органолептичних і технологічних характеристик плодів фейхоа був розроблений спосіб виробництва цукатів фейхоа (рис. 1).

Одним із основних критеріїв у виборі рекомендованого способу приготування цукатів фейхоа було забезпечення максимального збереження нестійких з'єднань йоду.

З рисунку 2 видно, що в залежності від режиму приготування вміст йоду в 100 г цукатів є різним, але залишається досить високим. Вживання 100 г цукатів фейхоа

забезпечить організм людини йодом майже на 50 % від добової норми, рекомендованої ВООЗ.

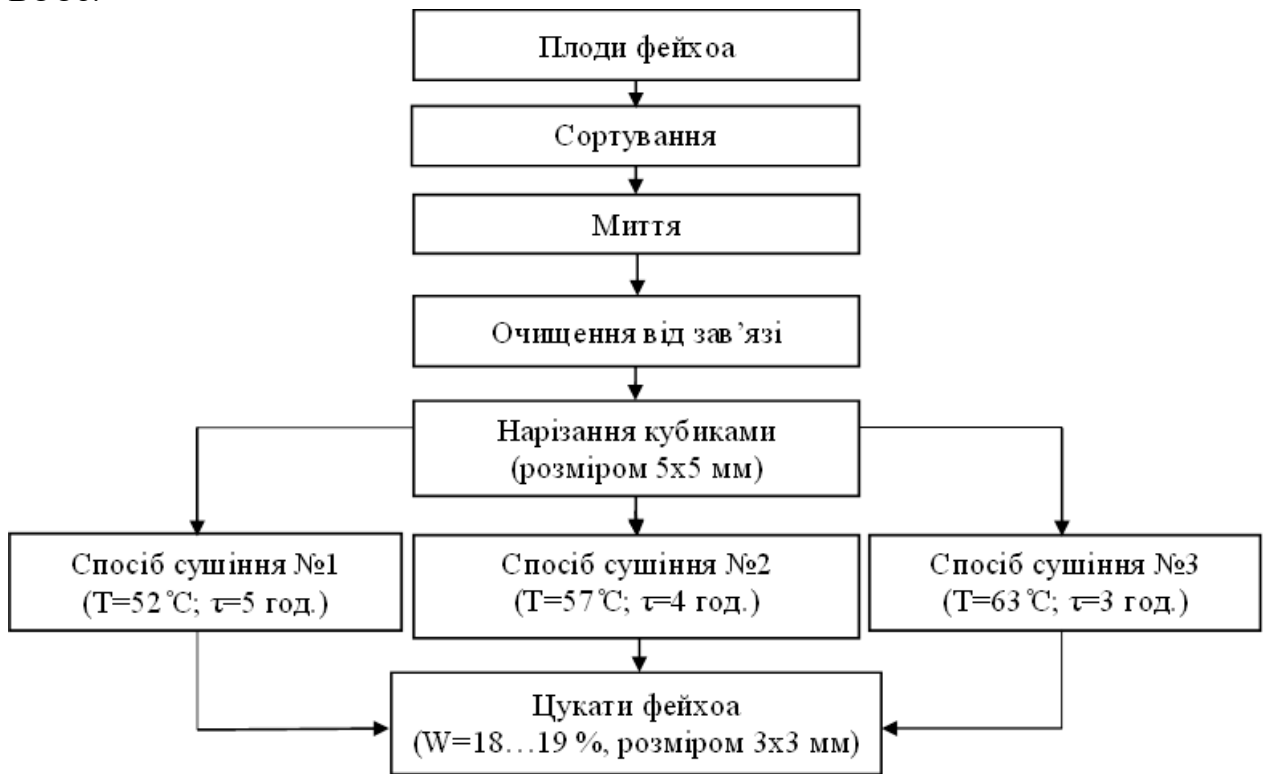


Рис. 1. Функціональна схема приготування цукатів фейхоа

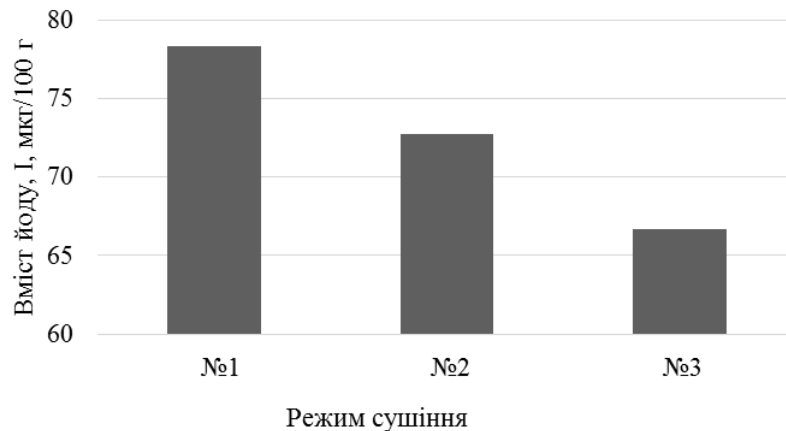


Рис. 2. Вміст йоду I, мкг/100 г в цукатах фейхоа, отриманих за режимами сушіння №1-3

При проектуванні композиційного складу граноли було обрано вихідну сировину, в залежності від її нутрієнтного складу. Такий підхід дозволив збагатити продукт есенціальними нутрієнтами та надати йому певної спрямованості фізіологічного впливу.

Застосування математичного апарату, заснованого на формалізації якісних і кількісних показників рецептури нових продуктів харчування у складі модельних функціональних композицій, дозволяє шляхом методів оптимізації визначити загальний вміст окремого інгредієнту у рецептурі. Виходячи із раціональності формалізації вимог, що висувають до проектування харчових продуктів за принципами харчової комбінаторики, при розрахунку балансів за основними харчовими компонентами використовували комп'ютерне моделювання. У загальному вигляді процес побудови математичної моделі полягає з окремих послідовно виконуваних етапів: вибору виду

продукту, що розробляється (об'єкта проектування), визначення мети дослідження, вибору критерію оптимальності, виявлення невідомих і основних обмежень, математичної формалізації підвищення харчової і біологічної цінності готового продукту. Оптимізацію композиційного складу граноли проводили таким чином, щоб отримати продукт з максимальним вмістом йоду та його синергістів.

В таблиці 1 представлено матрицю даних для проектування композиції граноли з фейхоа, що включає в себе наступні блоки: рецептурні інгредієнти (PI), можливий діапазон варіювання PI та індексовані змінні.

Таблиця 1

Інформаційна матриця даних для проектування рецептури граноли з фейхоа

Рецептурні інгредієнти, (PI)	Індекс, X_i	Можливий діапазон варіювання PI, %
Пластівці вівсяні	x_1	12-15
Насіння соняшника	x_2	5-6
Насіння гарбузове	x_3	4-10
Насіння Чіа	x_4	3-4
Насіння льону	x_5	3-4
Насіння кунжуту	x_6	5-6
Мед	x_7	5-5,5
Масло вершкове	x_8	3-4,5
Кориця	x_9	0,05-0,15
Цукати фейхоа	x_{10}	20-50

При складанні програми математичної оптимізації враховували, що селен, залізо і цинк є синергістами йоду, які необхідні для прояву його біологічних ефектів. У таблиці 2 наведений мінеральний склад рецептурних інгредієнтів граноли з фейхоа (PI) [28].

Таблиця 2

Мінеральний склад рецептурних інгредієнтів граноли з фейхоа (мг/100г)

Мінеральні елементи	Пластівці вівсяні	Насіння соняшника	Насіння гарбузове	Насіння Чіа	Насіння льону	Насіння кунжуту	Мед	Масло вершкове	Кориця	Цукати фейхоа
Йод, I	0,006	0,007	0,012	0,000	0,000	0,007	0,002	0,002	0,000	0,078
Селен, Se	0,029	0,053	0,009	0,055	0,025	0,034	0	0,001	0,003	0,005
Залізо, Fe	3,60	6,10	8,82	7,72	5,73	16,00	0,80	0,20	8,32	0,41
Цинк, Zn	3,1	5	7,81	4,58	4,34	10,23	0,09	0,15	1,83	0,174
Всього	6,73	11,16	16,65	12,36	10,10	26,27	0,89	0,35	10,15	0,667

Аналіз таблиці 2 показав, що обрана сировина для виробництва нового продукту – граноли багата на вміст йоду та його синергістів. Це дозволить отримати продукт, який можна буде рекомендувати для споживання при профілактиці йододефіциту.

При математичному моделюванні композиційного складу граноли цільовою функцією був максимальний вміст йоду та його синергістів в 100 г:

$$F(x) = (6,73 * x_1 + 11,16 * x_2 + 16,65 * x_3 + 12,36 * x_4 + 10,10 * x_5 + 26,27 * x_6 + 0,89 * x_7 + 0,35 * x_8 + 10,15 * x_9 + 0,667 * x_{10}) / 100 \rightarrow \max \quad (1)$$

Оскільки гранола з фейхоа позиціонується як страва на сніданок, то прийнято, що

одна порція цієї страви повинна забезпечувати 1/3 рекомендованої добової норми організму у мінеральних елементах, в тому числі йоду. Це дозволить використовувати цю страву для профілактики дефіциту цінних мінеральних елементів, в тому числі йоду.

На підставі даних інформаційної матриці (табл. 1) та мінерального складу рецептурних інгредієнтів граноли з фейхоа (табл. 2) було складено систему лінійних балансових рівнянь за вмістом в рецептурі мінеральних елементів при дотриманні обмежень, згідно з фізіологічною потребою людини рекомендованої МОЗ України [29]: наявність в рецептурі йоду (I) – не менше 0,035 мг й не більше 0,05 мг /100 г, що відповідає 1/3 рекомендованої добової норми (добова норма – 0,1-0,15 мг); селену (Se) – не менше 0,009 мг й не більше 0,025 мг (добова норма – 0,03-0,075 мг); заліза (Fe) – не менше 3 мг й не більше 6 мг (добова норма 10-18 мг); цинку (Zn) – не менше 2,5 мг й не більше 7 мг (добова норма 10-20 мг). Співвідношення маси насіння до маси пластівців – не менше ніж 1,5.

В результаті застосування математичного програмування знаходимо оптимальне рішення: екстремум лінійної цільової функції при обмеженнях на змінні, що необхідно знайти. Результати математичного моделювання рецептури граноли з фейхоа представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати математичного моделювання рецептурної суміші граноли з фейхоа

Рецептурні інгредієнти	Рецептурна композиція граноли, г	Вміст мінеральних речовин, мг			
		I	Se	Fe	Zn
Вівсяні пластівці	15,00	0,0009	0,0044	0,5400	0,4650
Насіння соняшника	6,00	0,0004	0,0032	0,3660	0,3000
Насіння гарбузове	10,00	0,0012	0,0009	0,8820	0,7810
Насіння Чіа	4,00	0,00001	0,0022	0,3088	0,1832
Насіння льону	4,00	0,00001	0,001	0,2292	0,1736
Насіння кунжуту	6,00	0,0004	0,0020	0,9600	0,6138
Мед	5,50	0,0001	0,00001	0,0440	0,0050
Масло вершкове	3,00	0,0001	0,00001	0,0060	0,0045
Кориця	0,15	0,00001	0,00001	0,0125	0,0027
Цукати фейхоа	46,35	0,0363	0,0023	0,1900	0,0806
Всього	100,00	0,0394	0,0160	3,5385	2,6094
Цільова функція	6,203				

Шляхом математичного моделювання визначили масову частку рецептурних компонентів для граноли (табл. 3) з підвищеним вмістом йоду. Так, сумарний вміст йоду та синергічних йому нутрієнтів для граноли з фейхоа склав 6,203 мг на 100 г. При цьому вміст йоду в 100 г продукту становитиме близько 39,4 мкг.

Кожен рецептурний інгредієнт композиції граноли характеризується підвищеним вмістом того чи іншого мінерального елемента синергісту йоду. Варіюючи співвідношення компонентів у рецептурі граноли домоглися підвищення харчової цінності нового продукту за рахунок збагачення його певними есенціальними нутрієнтами. Так, аналіз даних наведених у таблиці 3 щодо значущості кожного з інгредієнтів у оптимізації мінерального складу рецептурної суміші граноли показує, що розробка нового продукту з високим вмістом йоду стала можливою за рахунок введення у рецептуру цукатів фейхоа. Адже, аналогів за вмістом йоду цукати фейхоа не мають – кількість йоду в них перевищує в десятки, або навіть у сотні разів його вміст в іншій рецептурній сировині граноли. Збагачення нового продукту селеном досягається в основному за рахунок введення у його рецептуру вівсяних пластівців та насіння

соняшнику. Стосовно залізу й цинку – підвищення їх вмісту реалізується додаванням у рецептуру граноли насіння кунжуту та гарбузу.

Після завершення етапу комп'ютерного моделювання відповідно до отриманих результатів встановлена оптимальна композиція інгредієнтів та розроблена рецептура солодкої страви «Гранола з фейхоа».

Таблиця 4

Хімічний склад граноли з фейхоа (напівфабрикат)

Показник	Вміст, г/100 г
Білки, г	9,98
Жири, г	17,08
Вуглеводи, г	49,66
Харчові волокна, г	7,43
Зола, г	3,44
Вологість, г	15,85
Q, ккал	439,3

Аналіз хімічного складу граноли з фейхоа (напівфабрикат) (табл. 4, 5) свідчить про те, що за масовою часткою вуглеводів продукт перевищує рекомендоване співвідношення основних інгредієнтів відповідно до норм фізіологічних потреб населення України в основних поживних речовинах та енергії [29]. Враховуючи, що страва, розроблена на основі напівфабрикату граноли з фейхоа вживається на сніданок, коли необхідно забезпечити організм основними енергетичними речовинами, наявність харчових волокон та загальну

калорійність, що знаходиться в межах рекомендованих значень (800-900 ккал), нова рецептура відповідає цільовій функції та прийнятим обмеженням.

Таблиця 5

Мікронутрієнтний склад граноли з фейхоа (напівфабрикат)

Мікро- нутрієнти	Добова потреба	Гранола	Задоволеність від добової потреби (порція), %	Задоволеність від добової потреби (в 100 г граноли), %
I, мкг	150	39,40	13,133	26,267
Se, мкг	55	16,0	14,545	29,091
Fe, мг	18	3,538	9,828	19,656
Zn, мг	12	2,609	10,871	21,742
Na, мг	1300	65,907	2,535	5,070
K, мг	2500	560,514	11,210	22,421
Mg, мг	400	266,411	33,301	66,603
Ca, мг	1000	323,706	16,185	32,371
P, мг	800	500,776	31,298	62,597
Mn, мг	2	2,201	55,014	110,028
Cu, мкг	1000	779,741	38,987	77,974
F, мкг	4000	33,679	0,421	0,842
Вітаміни:				
β-каротин, мг	5	0,023	0,227	0,454
B ₁ , мг	1,5	0,669	22,302	44,605
B ₂ , мг	1,8	0,141	3,920	7,840
B ₄ , мг	500	31,809	3,181	6,362
B ₅ , мг	5	0,723	7,230	14,459
B ₆ , мг	2	0,305	7,618	15,237
B ₉ , мкг	400	65,171	8,146	16,293
PP, мг	20	5,569	13,923	27,847
C, мг	90	18,179	10,099	20,199
E, мг	15	4,155	13,850	27,701
K, мкг	120	3,846	1,603	3,205

Розроблений напівфабрикат граноли з фейхоа має гармонійно збалансований мікронутрієнтний склад та рекомендоване співвідношення мінеральних елементів синергістів йоду. Так, мікроелементна пара “йод і селен” у новій страві знаходиться в оптимальному співвідношенні 1:0,41 [11], яке забезпечує при одночасному надходженні в організм цих елементів в межах норм добової фізіологічної потреби нормальне функціонування щитовидної залози, її антиоксидантний захист і нормальне вироблення тиреоїдних гормонів [30].

Висновки. Таким чином, на підставі моніторингу сировини обрано компонентний склад граноли, що включає суперфуди, які характеризуються високими харчовою цінністю, органолептичними та технологічними характеристиками, як то: цукати фейхоа, пластівці вівсяні, насіння: кунжуту, льону, гарбуза, соняшнику, чіа та мед.

Розроблений ощадний спосіб приготування цукатів фейхоа, завдяки якому забезпечується максимальне збереження йоду та отримання добавки з високими органолептичними показниками.

В результаті проектування композиційного складу граноли шляхом математичного моделювання за обраними критеріями, що характеризують харчову цінність, було встановлено оптимальне співвідношення компонентів в рецептурі граноли з фейхоа (напівфабрикат) зі збалансованим вмістом мікронутрієнтів, в тому числі йоду.

Дана розробка забезпечує приготування солодкої страви з підвищеним вмістом йоду на сніданок для закладів ресторанного господарства. Одна порція цієї солодкої страви дозволить забезпечити організм людини на третину від рекомендованої ВООЗ добової норми у йоді та його синергістах.

Бібліографія

1. Oliveira L., Alencar N., Steel C. Improvement of sensorial and technological characteristics of extruded breakfast cereals enriched with whole grain wheat flour and jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie*. 2018. Vol. 90. P. 207–214.
2. Alyce D., Gail L. Czarnecki-Maulden Iron bioavailability from diets containing high-fiber breakfast cereals and crackers. *Nutrition Research*. 1996. Vol. 16(2). P. 267–278.
3. Bieze I., Nickles M. The Effects of Increasing the Iron Content of Granola Bars by using Blackstrap Molasses as a Sweetener. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2017. Vol. 117(9). P. A65.
4. Медико-демографічна ситуація та організація медичної допомоги населенню у 2012 році. К.: МОЗ України, 2012. 104 с.
5. Корзун В. Н., Парац А. М. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення. *Проблеми харчування*. 2007. № 1 (14). С. 5-11.
6. Корзун В. Н., Парац А. М., Бруслова К. М. та ін. Нові підходи у вирішенні проблеми ліквідації йоддефіцитних захворювань. *Проблеми харчування*. 2004. № 3. С. 21-25.
7. Головка М. П., Полупан В. В., Бакіров М. П., Колодій І. І. Удосконалення виробництва та дослідження якості хлібобулочних виробів, збагачених на йод. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2015. Т. 3. № 3 (23). С. 26–29.
8. Сердюк А. М., Гуліч М. П., Каплуненко В. Г., Косінов М. В. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів. *Журнал Національної академії медичних наук України*. 2010. Т. 16. № 1. С. 107–114.
9. Leung A., Braverman L., Pearce E. History of U. S. Iodine Fortification and Supplementation. *Nutrients*. 2012. Vol. 4 (11). P. 1740–1746.
10. Sandström B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*. 2001. Vol. 85. Suppl. 2. P. 181–185.
11. Zimmermann M. The influence of iron status on iodine utilization and thyroid function.

Annu Rev Nutr.. 2006. Vol. 26. P. 367–389.

12. Schomburg L., Kohrle J. On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Mol Nutr Food Res.* 2008. Vol. 52(11). P. 1235–1246.

13. Aydin K., Kendirci M., Kurtoglu S., Karakucuk EI. Iodine and selenium deficiency in school-children in an endemic goiter area in Turkey. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2002. Vol. 15(7). P. 1027–1031.

14. Brzozowska M., Kretowski A., Podkowicz K. Evaluation of influence of selenium, copper, zinc and iron concentrations on thyroid gland size in school children with normal ioduria. *Pol Merkur Lekarski.* 2006. Vol. 20(120). P. 672–677.

15. Toulis K., Anastasilakis A., Tzellos T., Goulis D. Selenium supplementation in the treatment of Hashimoto's thyroiditis: a systematic review and a meta-analysis. *Thyroid.* 2010. Vol. 20(10). P. 1163–1173.

16. Triggiani V., Tafaro E., Giagulli V., Sabba C. Guastamacchia E. Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2009. vol. 9(3). P. 277–94.

17. Zimmermann M., Kohrle J. The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health/ *Thyroid.* 2002. Vol. 12(10). P. 867–878.

18. Громова О. А., Торшин И. Ю., Кошелева Н. Г. Молекулярные синергисты йода: новые подходы к эффективной профилактике и терапии йод-дефицитных заболеваний у беременных. *РМЖ. Мать и дитя.* 2011. №1. С. 51.

19. ДСТУ 4634:2006. Концентрати харчові сніданки сухі пластівці круп'яні. К.: Держспоживстандарт України, 2007. С. 5–6.

20. Пат. № 143391 Україна, МПК(2020) A23137/00. Спосіб приготування цукатів фейхоа. Калугіна І. М., Салавеліс А. Д., Поплавська С. О., Кисельов С. В., Павловський С. М. Власник ОНАХТ. № u 2020 01189; заяв. 24.02.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14. 6 с.

21. Муратова Е. И., Толстых С. Г., Дворецкий С. И. и др. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.

22. ДСТУ 4588:2006 Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. К.: Держспоживстандарт України, 2006. С. 18–20

23. Ferrara L., Montesano D. Nutritional characteristics of Feijoa sellowiana fruit. The iodine content. *Riv. Di Sci. Dell Aliment.* 2001. Vol. 30. P. 353–356.

24. World Health Organization. UNICEF. International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2007.

25. Roderick J. Bio-active products from fruit of the feijoa. *Food Chemistry.* 2010. Vol. 121(4). P. 923–926.

26. Pasquariello M., Mastrobuoni F. Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa. *Scientia Horticulturae.* 2015. №191(6). P. 1–9.

27. Schotsmans W., East A., Thorp G. Post-harvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.

28. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: Справочник МакКанса и Уиддоусона / Пер. с англ. под общ. ред. А.К. Батурина. СПб.: Профессия, 2006. 415 с.

29. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: НАКАЗ Міністерство охорони здоров'я України від 03.09.2017 р. № 1073.

30. Паньків В. И. Проблема сочетанного дефицита йода и селена в развитии

заболеваний щитовидной железы. Международный эндокринологический журнал. 2014. № 5 (61). С. 75–80.

References

1. Oliveira L., Alencar N., Steel, C. (2018). Improvement of sensorial and technological characteristics of extruded breakfast cereals enriched with whole grain wheat flour and jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie*. Vol. 90. P. 207–214.
2. Alyce D., Gail L. (1996). Czarnecki-Maulden Iron bioavailability from diets containing high-fiber breakfast cereals and crackers. *Nutrition Research*. Vol. 16(2). P. 267–278.
3. Bieze I., Nickles M. (2017). The Effects of Increasing the Iron Content of Granola Bars by using Blackstrap Molasses as a Sweetener. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Vol. 117(9). P. A65.
4. Ministry of Health of Ukraine (2012). *Mediko-demografichna situaciya ta organizaciya medichnoï dopomogi naselennyu u 2012 roci*. Kyiv, Ukraine.
5. Korzun V., Parats A.M (2007). Problema mykroelementyv u harchuvanny naselennya Ukrayini ta shlyahi yiyi viryshennya. *Problemi harchuvannya*. № 1 (14). P. 5–11. [in Ukrainian].
6. Korzun V. (2004). Novi pidhodi u virishenni problemi likvidatsiyi yoddefitsitnih zahvoryuvan. *Problemi harchuvannya*. № 3. P. 21–25. [in Ukrainian].
7. Golovko M. (2015). Udoskonalennya virobnitstva ta doslidzhennya yakosti hlibobulochnih virobiv, zbagachenih na iyod. *Tehnologichnyi audit ta rezervi virobnitstva*. T. 3. № 3 (23). P. 26–29. [in Ukrainian].
8. Serdyuk A., Gullch M., Kaplunenkov V., Kosinov M. (2010). Nanotehnologiyi mikronutrientiv: problemi, perspektivi ta shlyahi likvidatsiyi defitsitu makro- ta mikroelementiv. *Zhurnal NAMNU*. T. 16. № 1. P. 107–114. [in Ukrainian].
9. Leung A.M., Braverman L.E., Pearce E.N. (2012). History of U.S. Iodine Fortification and Supplementation. *Nutrients*. Vol. 4 (11). P. 1740–1746.
10. Sandström B. (2001). Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*. Vol. 85, Suppl. 2. P. 181–185.
11. Zimmermann MB. (2006). The influence of iron status on iodine utilization and thyroid function. *Annu Rev Nutr.* Vol. 26. P. 367–389.
12. Schomburg L., Kohrle J. (2008). On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Mol Nutr Food Res.* Vol. 52(11). P. 1235–1246.
13. Aydin K., Kendirci M., Kurtoglu S., Karakucuk EI., Kiris A. (2002). Iodine and selenium deficiency in school-children in an endemic goiter area in Turkey. *J Pediatr Endocrinol Metab*. Vol. 15(7). P. 1027–1031.
14. Brzozowska M., Kretowski A., Podkowicz K. (2006). Evaluation of influence of selenium, copper, zinc and iron concentrations on thyroid gland size in school children with normal ioduria. *Pol Merkur Lekarski*. Vol. 20(120). P. 672–677.
15. Toulis K., Anastasilakis A., Tzellos T., Goulis D. (2010). Selenium supplementation in the treatment of Hashimoto's thyroiditis: a systematic review and a meta-analysis. *Thyroid*. Vol. 20(10). P. 1163–1173.
16. Triggiani V., Tafaro E., Giagulli VA., Sabba C. (2009). Guastamacchia E. Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. Vol. 9(3). P. 277–94.
17. Zimmermann M., Kohrle J. (2002). The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public health. *Thyroid*. Vol. 12(10). P. 867–878.
18. Gromova O., Torshin I., Kosheleva N. (2011). Molekulyarnyye sinergisty yoda: novyye podhody k effektivnoy profilaktike i terapii yod-defitsitnykh zabolevaniy u beremennykh. *RMZh. Mat i ditya*. № 1. P. 51. [in Russian].

19. DSTU 4634:2006. Koncentrati harchovi snidanki suhi plastivci krup'yan: K.: Derzhspozhivstandart Ukraïni, 2007.
20. Kaluhina I., Salavelis A., Poplavska S., Kyselov S., Pavlovskiy S. Patent. №143391 Ukraina, MPK (2020) A23137/00. Sposib prigotuvannya tsukativ feyhoa; Applicant and Patent Attorney of Odessa National Academy of Food Technologies. № u 2020 01189; stated. 24.02.2020; opubl. 27.07.2020, Byul. № 14. 6 p. [in Ukraine].
21. Muratova E., Tolstyih S., Dvoretzkiy S. (2011). Avtomatizirovannoe proektirovanie slozhnyih mnogokomponentnyih produktov pitaniya: uchebnoe posobie [Computer Aided Design of Complex Multicomponent Foods: A Study Guide], Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU». 80 p. [in Russian].
22. DSTU 4588:2006 Virobi hlibobulochni dlya special'nogo dietichnogo spozhivannya: K.: Derzhspozhivstandart Ukraïni; 2006.
23. Ferrara L., Montesano D. (2001). Nutritional characteristics of Feijoa sellowiana fruit. The iodine content. Riv. Di Sci. Dell Aliment. Vol. 30. P. 353–356.
24. World Health Organization, UNICEF, International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2007.
25. Roderick JW. (2010). Bio-active products from fruit of the feijoa. Food Chemistry. Vol. 121(4). P. 923–926.
26. Pasquariello M., Mastrobuoni F. (2015). Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa. Scientia Horticulturae. №. 191(6). P. 1–9.
27. Schotsmans WC., East A., Thorp G. (2011). Post-harvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Cambridge: Woodhead Publishing.
28. Himicheskiy sostav i energeticheskaya tsennost pischevyih produktov: Spravochnik MakKansa i Uiddousona / Per. s angl. pod obsch. red. A.K. Baturina. (2006), [Food Chemistry and Caloric Value: The McCance and Widdowson Handbook], SPb.: Professiya. 415 p. [in Russian].
29. Ministry of Health Protection of Ukraine (2017). On approval of the Norms of physiological needs of the population of Ukraine in basic nutrients and energy: ORDER Ministry of Health of Ukraine no 1073. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>.
30. Pankiv V. (2014). Problema sochetannogo defitsita yoda i selen v razvitii zabolevaniy schitovidnoy zhelezyi. Mezhdunarodnyiy endokrinologicheskiiy zhurnal. № 5 (61). P. 75–80. [in Russian].