Дюкарева Галина Іванівна, канд. техн. наук, проф., кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0500147512.

Дюкарева Галина Ивановна, канд. техн. наук, проф., кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0500147512.

Dyukareva Galyna, Candidate of Sciences, Professor, Department of Merchandise in Customs, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0500147512.

DOI: 10.5281/zenodo.2395978

УДК 664.681-027.242:519.852:577.112.38:54.021

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ СИРНОГО МАФІНУ «SNOWBALL»

Н.А. Дзюба

За допомогою методів математичного моделювання розроблено рецептуру сирного мафіну «Snowball», що містить гідролізат колагену. Оптимізацію рецептурного складу проводили за максимальним вмістом білка (цільова функція). Визначено, що співвідношення білка до вуглеводів становить 2:1. Розраховано конкурентоспроможність розробленого мафіну.

Ключові слова: *сирний мафін, математичне моделювання, гідролізат колагену.*

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТВОРОЖНОГО МАФИНА «SNOWBALL»

Н.А. Дзюба

С помощью методов математического моделирования разработана рецептура творожного маффина «Snowball», содержащего гидролизат коллагена. Оптимизацию рецептурного состава проводили по максимальному содержанию белка (целевая функция). Определено, что соотношение белка к углеводам составляет 2:1. Определена конкурентоспособность разработанного маффина.

Ключевые слова: *творожный маффин, математическое моделирование, гидролизат коллагена.*

© Дзюба Н. А., 2018

DEVELOPMENT OF RECIPE COTTAGE CHEESE MAFFIN «SNOWBALL»

N. Dzyuba

The methods of mathematical modeling were used to develop a formula for cheese moth "Snowball" containing a hydrolyzate of collagen, sesame seeds, sugar-sand, butter, walnuts, raisins, wheat flour, and salt. In the modeling of the formulation, much attention was paid to the chemical composition of the raw material, its influence on the processes occurring in the human body. The optimization of the prescription composition was carried out using mathematical planning in MS Excel using the «Finding Solution» add-on. As the main criterion for modeling the formulation was the maximum protein content. The introduction of collagen hydrolyzate into the composition of the formulation allowed enrich the finished product with oxysilin and oxyproline. Study of the composition of micronutrients showed that one mafine completely satisfies human needs in vitamins A and B6 and 94,4% phosphorus. It was determined that the ratio of protein to carbohydrates is 2:1. The ratio of the main mineral substances for their highest degree of digestibility corresponds to the requirements for healthy eating and is: Sa:Mg:P = 2.9:1:3.4. The ratio of unsaturated fatty acids to monounsaturated fatty acids to unsaturated fatty acids is 2:1:1. The study of the content of amino acids showed the presence of all essential amino acids, the limiting amino acid is methionine. The study of microbiota mafina «Snowball» showed the absence of pathogenic and conditionally pathogenic microflora. The overall score of «Snowball» is 33,8 points per touchscreen. Competitiveness calculations have shown that the mafin obtained from the developed formulation will be competitive in the consumer market of Ukraine.

Keywords: *cheesy maffin, mathematical modeling, collagen hydrolyzate.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Для сучасної людини основним питанням є харчування, особливо збалансоване та здорове. Харчуванню належить головна роль під час засвоювання основних нутрієнтів їжі, їх розподілу в організмі людини та накопичення [1]. Структура харчування сучасної людини не відповідає основним принципам раціонального харчування і практичної дієтології. Раціон харчування містить велику кількість вуглеводних продуктів і майже не містить джерел повноцінного харчового білка, клітковини, мікронутрієнтів.

Раціон сучасної людини характеризується відносно низьким вмістом легкозасвоюваного білка, що призводить до порушення білкового обміну в організмі та розвитку захворювань підшлункової залози й кишечнику, зниження опору організму до збудників різних захворювань [2]. Розробка продуктів із підвищеним вмістом білка та

маркетингові кроки для їх популяризації мають базуватися на задоволенні потреб споживачів.

Усі розвинені країни висунули питання здорового харчування на рівень державної політики [3–6]. У тих соціально-економічних умовах, що склалися в Україні, формування державної політики у сфері здорового харчування набуває актуальності як життєва необхідність.

Ураховуючи якість споживчого кошика сучасного українця, актуальними є розробка та проектування рецептурних композицій нових продуктів із підвищеним вмістом білка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для збагачення бісквітів і кексів мікро- та макронутрієнтами в проектовані рецептури вносили порошки рослинної сировини, отримані внаслідок ІЧ-сушіння [7]. Як функціональні добавки використовували продукти переробки вівса, порошки з плодів горобини та обліпихи. За основу визначення оптимальної концентрації функціональних добавок взято сенсорні показники готових продуктів. Завдяки введенню рослинних добавок готові продукти мали високу концентрацію вітаміну С та β-каротину.

Розроблено рецептури та технології функціональних кексів із використанням функціональної білкової сировини: порошку курячого яйця, порошків сиру кисломолочного та йогурту, молока сухого знежиреного [8]. Як добавку з високими водопоглинальними властивостями використовували цитрусові харчові волокна «Herbacel AQ Plus – тип N», які дозволили знизити енергетичну цінність продукту.

Відомий борошняний кондитерський виріб [9], у якому в ролі функціонального компонента виступив порошок ожини, отриманий конвективним методом, унаслідок сушіння в тонкому шарі за температури 65...70 єС. Білковою складовою були борошно пшеничне та меланж. Аналіз хімічного складу готового виробу показав, що він задовольняє добову потребу в білках на 13,17%.

Під час розробки борошняного кондитерського виробу для здорового харчування як джерело харчових волокон використовували пюре з кабачка [10]. Під час проектування рецептури заміняли борошно на рівнозначну масу пюре з кабачка. Уведення пюре з кабачка дозволило поліпшити такі показники, як об’єм, пористість, строк зберігання, зменшити час збивання тіста.

Як джерело харчових волокон і клітковини при виробництві сирних десертів використовували корінь лопуха великого [11]. Моделювання рецептури десерту проводили за сенсорними показниками. Дослідження зміни структурно-механічних показників

готового десерту показало, що в разі введення пюре з коріння лопуха в кількості від 20% до 40% збільшується стійкість десертів унаслідок взаємодії білків сиру кисломолочного та харчових волокон коріння лопуха. У разі збільшення вмісту пюре з коріння лопуха до 60% харчова система більше насичується киснем під час збивання.

Визначено та обґрунтовано раціональну кількість уведеної добавки, розроблено технологічну схему приготування кексу «Сирного». До складу борошняного кондитерського виробу вносили відновлений порошок із хурми в кількості 4%, 6%, 8%, 10%. Установлено, що кекс, виготовлений із добавкою 8% порошку з хурми, за вмістом харчових волокон є функціональним харчовим продуктом [12].

Як молочну основу та джерело білка для виготовлення десертів використовували молочну сироватку [13]. Рослинна сировина – харчові волокна «Citri-Fi» – дозволила отримати високодисперсні кисневі піни десертів, що поліпшило стійкість готового продукту до руйнування полідисперсної системи.

Як харчові волокна для виробництва функціональних кондитерських борошняних виробів розглянуто волокна бурякового жому та зародків пшениці [14]. Харчові волокна мають різний гранулометричний склад і характеризуються значною водопоглинальною та жирозв'язувальною здатністю.

Розроблено рецептуру мафіну сметанного з уведенням борошна вівсяного [15]. Сенсорний аналіз отриманого мафіну показав високі органолептичні властивості та поліпшення функціонально-структурних показників.

Метою статті була розробка рецептури сирного мафіну з урахуванням максимального вмісту білка.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для розробки рецептури сирного мафіну «Snowball» використовували алгоритм Дельфі, заснований на отриманні високоякісного продукту з урахуванням вмісту всіх необхідних нутрієнтів.

Основним етапом математичного моделювання рецептури було визначення показників якості готового продукту. Аналізуючи дані сили зв'язку технічних характеристик і вимог споживачів, визначено пріоритетність показників якості готового мафіну. Під час моделювання рецептури значну увагу було приділено хімічному складу вихідної сировини, її впливу на процеси, що відбуваються в організмі людини.

Основними критеріями під час вибору сировини для сирного мафіну «Snowball» були висока харчова цінність і можливість поєднання компонентів із метою отримання продукту з високою

біологічною цінністю і вмістом легкозасвоюваного білка. Основним критерієм моделювання рецептури був максимальний вміст білка. Граничні умови використовували для регулювання як рецептурного вмісту компонентів, так і окремих компонентів. Вміст гідролізату колагену задавали в межах 5–10%.

Математичне завдання для програмування рецептури мафіну представили такими формулами:

$$F = f(x_1,...x_i,...x_n) \to \text{const}, \quad i = \overline{1,n},$$
$$x_i \le (=,\ge) b_i, \quad i = \overline{1,n},$$
$$d_k \le x_k \le D_k, \quad k = \overline{1,n},$$

де F – цільова функція лінійної моделі; x_i – рецептурний компонент продуктах, %; b_i – обмеження за вмістом i-го компонента в рецептурі, %; x_k – вміст нутрієнта, %; d_k, D_k – відповідно нижнє і верхнє обмеження на вміст нутрієнта x_k, %; n – кількість рецептурних компонентів і нутрієнтів.

У результаті проектування в MS Excel із використанням надбудови «Пошук рішення» [16] була отримана рецептура сирного мафіну «Snowball» (табл. 1).

Таблиця 1

Композиція сирного мафіну «Snowball»

Компонент	Вміст компонента, г
Сир кисломолочний знежирений	60
Кунжут	5
Цукор-пісок	5
Масло вершкове	10
Горіхи волоські	8
Сіль	1
Родзинки	7
Гідролізат колагену	10
Борошно пшеничне	40

Технологічна схема виробництва мафіну «Snowball» складалася з таких операцій. Сир кисломолочний подрібнювали блендером. Гідролізат колагену, цукор і борошно просіювали. Горіхи волоські та кунжут перебирали. Родзинки перебирали, промивали та обсушували. Усі компоненти змішували та витримували за кімнатної температури

протягом 10–15 хв для набухання білків і крохмального зерна. Випікання проводили за температури (180±5) єС протягом 20–25 хв.

Використання рослинної сировини сприяє збільшенню вмісту моносахаридів і харчових волокон (табл. 2), а також мінеральних речовин. Уведення гідролізату колагену до складу рецептури дозволяє збагатити готовий продукт оксилізином та оксипроліном, які відіграють головну роль в організмі людини під час утворення сполучних волокон.

Результати, наведені в табл. 2, свідчать, що продукт має високий вміст білка, що дуже важливо з точки зору забезпечення потреб організму.

Таблиця 2

Склад макронутрієнтів мафіну «Snowball»

Назва нутрієнта	Вміст, %
Білок	45,3
Жир	29,8
Вуглеводи	24,3
Харчові волокна	1,97
Зола	4,8

Дослідження складу мікронутрієнтів (табл. 3) показало, що один мафін повністю задовільняє потреби людини у вітамінах А та B_6. Низький вміст вітамінів С та B_1 можна пояснити високою температурою випікання, за якої майже повністю руйнуються ці вітаміни. Співвідношення основних мінеральних речовин для їх найвищого ступеня засвоюваності відповідає вимогам до здорового харчування та становить: Ca:Mg:P = 2,9:1:3,4.

Таблиця 3

Склад основних мікронутрієнтів мафіну «Snowball»

Мікронутрієнт	Добова потреба, мг	Мафін «Snowball», мг	Задоволеність від добової потреби, %
1	2	3	4
Кальцій (Ca)	3000	329,3	11,0
Магній (Mg)	800	111,32	13,9
Фосфор (P)	400	377,48	94,4
Калій (K)	1600	392,82	24,6
Натрій (Na)	4000	852,1	21,3

Продовження табл. 3

1	2	3	4
Залізо (Fe)	15	2,83	18,9
A	0,1	0,13	132,80
B_1	1,5	0,26	17,36
B_2	1,8	0,37	20,49
B_6	0,2	0,38	190,18
E	15	0,98	6,55
PP	20	6,77	33,84
C	80	1,85	2,31

Дослідження жирних кислот у складі виробу показало високий вміст пальмітинової (4,8 г / 1 порцію) та стеаринової (1,9 г / 1 порцію). При цьому відношення ненасичених жирних кислот до мононенасичених жирних кислот до ненасичених жирних кислот становить 2:1:1.

Дослідження вмісту амінокислот показало наявність усіх незамінних амінокислот, причому лімітуючою амінокислотою виступає метіонін, амінокислотний скор якого дорівнює 29,16.

Найчастіше головним критерієм для споживача є органолептичні показники. Проте цей критерій не пояснює спостережувані на практиці синергетичні й антагоністичні ефекти системного впливу біологічно активних компонентів суміші на живий організм. Загальна оцінка мафіну «Snowball» за сенсорними показниками становить 33,8 бала. Профілі сенсорних показників наведено на рис. 1.

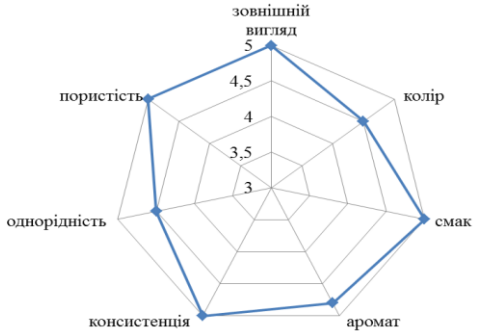

Рис. 1. Сенсорні показники сирного мафіну «Snowball»

Дослідження якості мікробіоти мафіну «Snowball» показали відсутність патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, що відповідає вимогам чинних нормативних документів.

Наступний етап роботи полягав в отриманні коефіцієнтів вагомості кожного внутрішнього та міжгрупового показника якості мафіну. Конкурентоспроможність мафіну, збагаченого білковмісною сировиною (гідролізат колагену), оцінювали за методикою моделювання, яка включає показники якості продуктів, інформацію щодо аналогів розроблених товарів, принципу введення інновацій [16].

Розраховуючи перспективну конкурентоспроможність мафіну, брали до уваги ціну та безпечність продукту. Безпечність продукту при розрахунку конкурентоспроможності враховує наявність або відсутність у ньому шкідливих для організму людини харчових добавок. У результаті дріб помножується на 0 (продукт не є конкурентоспроможним) або на 1 (продукт має високу конкурентоспроможність).

Розрахунки конкурентоспроможності показали, що мафін, отриманий за розробленою рецептурою, буде конкурентоспроможним на споживчому ринку України завдяки поліпшенню органолептичних показників, підвищенню вмісту білка, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин, наявності профілактичних властивостей.

Висновки. 1. Математичне моделювання рецептури мафіну «Snowball» із використанням вкладки «Пошук рішення» в MS Excel (Windows-2010) дозволяє розробити композицію для виготовлення продукту з високими споживчими властивостями. Використання в рецептурному складі гідролізату колагену сприяє збагаченню готового продукту оксилізином та оксипроліном, які необхідні організму людини для побудови волокон сполучних тканин.

2. Аналіз нутрієнтного складу готового продукту дає можливість стверджувати, що мафін «Snowball» є джерелом білка (45,34 г / 100 г) та збалансований за жирнокислотним складом.

Список джерел інформації / References

1. Матасар І. Т. Харчування як один з найважливіших чинників, що впливає на стан здоров'я населення України в сучасних екологічних умовах / І. Т. Матасар // Проблемы питания и здоровье. – 1997. – № 1. – С. 22–29.

Matasar, I. (1997), ["Kharchuvannia yak odyn z naivazhlyvishykh chynnykiv, shcho vplyvaie na stan zdorovia naselennia Ukrainy v suchasnykh ekolohichnykh umovakh", *Problemi pytanyia y zdorove*], No. 1, pp. 22-29.

2. Лищенко В. Ф. Мировые ресурсы пищевого белка / В. Ф. Лищенко // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003. – № 1. – С. 12–15.

Lyshchenko, V. (2003), ["Myrovie resursi pyshchevoho belka", *Pyshchevie ynhredyenti. Sire y dobavky*], No. 1, pp. 12-15.

3. Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 года: одобрена постановлением Правительства Рос. Федерации от 10 августа 1998 г. № 917 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 1998. – № 34. – Ст. 4083. – С. 7881–7888.

["Kontseptsyia hosudarstvennoi polytyky v oblasty zdorovoho pytanyia naselenyia Rossyiskoi Federatsyy na peryod do 2005 hoda: odobrena postanovlenyem Pravytelstva Ros. Federatsyy ot 10 avhusta 1998 h. 917" (1998), Sobr. zakonodatelstva Ros. Federatsyy], No. 34, pp. 7881-7888.

4. Bellisle, F., Dip-lock, A.T., Horns, G. (1998), Functional Food Science in Europe, *British J. Nutrition*, Vol. 80, pp. 187-193.

5. Duxbury, D.D. (1991), "Dietary Fiber. Food process", *Nutrition and Food Science*, Vol. 52 (5), pp. 136-138.

6. Roberfroid, M.B. (2002), "Globalview on functional foods: European perspectives", *British J. Nutrition*, Vol. 88, pp. 133-138.

7. Мацейчик И. В. Применение продуктов переработки овса и порошков из местного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / И. В. Мацейчик, И. О. Ломовский, А. В. Таюрова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 10. – С. 200–206.

Matseichyk, Y. Lomovskyi, Y., Taiurova, A. (2014), ["Prymenenye produktov pererabotky ovsa y poroshkov yz mestnoho rastytelnoho syria v proyzvodstve muchnykh kondyterskykh yzdelyi", *Vestnyk KrasHAU*], No. 10, pp. 200-206.

8. Рензяева Т. В. Мучные кондитерские изделия функциональной направленности на основе многокомпонентных смесей / Т. В. Рензяева, А. С. Тубольцева, А. О. Рензяев // Food Processing: Techniques and Technology. – 2017. – Vol. 47 (4). – P. 77–83.

Renziaeva, T., Tuboltseva, A., Renziaev, A. (2017), ["Muchnie kondyterskye yzdelyia funktsyonalnoi napravlennosty na osnove mnohokomponentnykh smesei"], *Food Processing: Techniques and Technology*, Vol. 47 (4), pp. 77-83.

9. Присухина Н. В. Использование порошка ежевики при производстве мучных кондитерских изделий / Н. В. Присухина, Н. Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 3. – С. 142–147.

Prysukhyna, N., Typsyna, N. (2013), ["Ysspolzovanye poroshka ezhyvyky pry proyzvodstve muchnikh kondyterskykh yzdelyi", *Vestnyk KrasHAU*], No. 3, pp. 142-147.

10. Типсина Н. Н. Разработка мучных кондитерских изделий для здорового питания с применением кабачкового пюре / Н. Н. Типсина, Г. Г. Самитина // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2. – С. 144–149.

Typsyna, N., Samytyna, H. (2018), ["Razrabotka muchnikh kondyterskykh yzdelyi dlia zdorovoho pytanyia s prymenenyem kabachkovoho piure", *Vestnyk KrasHAU*]. No. 2, pp. 144-149.

11. Масалова Н. В. Влияние пюре из корня лопуха большого на структурно-механические свойства творожных десертов / Н. В. Масалова, Л. В. Левочкина // Пищевая промышленность. – 2015. – № 3. – С. 44–47.

Masalova, N., Levochkyna, L. (2015), ["Vlyianye piure yz kornia lopukha bolshoho na strukturno-mekhanycheskye svoistva tvorozhnikh desertov", *Pyshchevaia promishlennost*], No. 3, pp. 44-47.

12. Дзюндзя О. В. Технологія кексів функціонального призначення / О. В. Дзюндзя // Modern directions of theoretical and applied researches. – 2016. – № 2. – P. 15–22.

Dziundzia, O. (2016), [“Tekhnolohiia keksiv funktsionalnoho pryznachennia”], *Modern directions of theoretical and applied researches*, No. 2, pp. 15-22.

13. Неповинных Н. В. Исследование физико-химических свойств замороженных десертов специального назначения / Н. В. Неповинных, Н. М. Птичкина // Вестник МАХ. – 2015. – № 2. – С. 28–31.

Nepovynnikh, N., Ptychkyna, N. (2015), [“Yssledovanye fyzyko-khymycheskykh svoistv zamorozhennikh desertov spetsyalnoho naznachenyia”, *Vestnyk MAKh*], No. 2, pp. 28-31.

14. Касабова К. Р. Характеристика нових джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів / К. Р. Касабова, О. В. Самохвалова, С. Г. Олійник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 6 (11). – С. 8–13.

Kasabova, K., Samokhvalova, O., Oliinyk, S. (2013), [“Kharakterystyka novykh dzherel kharchovykh volokon dlia zbahachennia boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv”, *Vostochno-Evropeiskyi zhurnal peredovikh tekhnolohyi*], No. 6 (11), pp. 8-13.

15. Карпова А. О. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням нових рецептурних компонентів / А. О. Карпова, К. В. Куниця, Е. В. Білецький // Наукові праці НУХТ. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 175–181.

Karpova, A., Kunytsia, K., Biletskyi, E. (2017), [“Tekhnolohiia boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv z vykorystanniam novykh retsepturnykh komponentiv”, *Naukovi pratsi NUKhT*], No. 23 (2), pp. 175-181.

16. Dzyuba, N., Telezhenko, L., Valevskaya, L., Zemlyakova, E. (2017), “Comprehensive research into quality of the immunostimulating beverage «Immuno plus»”, *Eastern-European journal of entarprise technologies*, No. 2 (86), pp. 4-11.

Дзюба Надія Анатоліївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології ресторанного і оздоровчого харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039. Тел.: 0966867740; e-mail: dzyubanadya282@gmail.com.

Дзюба Надежда Анатольевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии ресторанного и оздоровительного питания, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039. Тел.: 0966867740; e-mail: dzyubanadya282@gmail.com.

Dzyuba Nadya, Candidate of Science (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, PhD), Associate Professor, Department of Technology restaurant and health food; Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna, str. 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: 0966867740; e-mail: dzyubanadya282@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.2396032