

УДК 664:681

THE CHEMICAL COMPOSITION OF A PERFECT FOOD PRODUCT AND THE WAY OF APPROACHING COMPOSITION TO REAL FOOD

A. Dorohovych, M. Petrenko

National University of Food Technologies

Key words:

nutritional,
chemical composition,
qualimetry,
protracted cookies,
functional foods,
inulin

Article history:

Received 17.10.2016
Received in revised form
29.10.2016
Accepted 11.11.2016

Corresponding author:

artyaderain@yandex.ru

ABSTRACT

In the article the results of theoretical and experimental studies on the development of a model of the chemical composition of the "ideal" food and approach food composition, for example, protracted cookies due to the use of non-traditional materials. Established the feasibility of using inulin, and soy protein isolate as functional ingredients to create a protracted cookies for special purposes. Attention is paid to the choice of the optimal ratio of new raw materials, their impact on the quality of the finished product and semi-finished products used in its production. Protracted cookies with new raw materials have good organoleptic characteristics, high biological and nutritional value, enriched with proteins and dietary fibers, and has the status dietetically functional product. The proven efficiency of the use of the model of the chemical composition of the "ideal" food for the mathematical justification of improving the nutritional value of food enrichment with their functional components.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД «ІДЕАЛЬНОГО» ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ І ШЛЯХИ НАБЛИЖЕННЯ ДО НЬОГО СКЛАДУ РЕАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

А.М. Дорохович, д-р техн. наук,

М.М. Петренко, аспірант

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень з розробки моделі хімічного складу «ідеального» харчового продукту і шляхів наближення до нього складу харчових продуктів на прикладі зтяжного печива за рахунок використання нетрадиційної сировини. Доведено ефективність використання моделі хімічного складу «ідеального» харчового продукту для математичного обґрунтування покращення поживної цінності харчових продуктів при їх збагаченні функціональними компонентами.

Ключові слова: *нутріціологія, хімічний склад, кваліметрія, зтяжне печиво, функціональні продукти, інулін.*

© А.М. Дорохович, М.М. Петренко, 2016

Постановка проблеми. У вирішенні проблеми стану здоров'я людини важливе значення має здоровий спосіб життя, який забезпечує оптимальний рівень фізичного і психологічного здоров'я. Стан здоров'я людини залежить від багатьох чинників: генетики, віку, рівня фізичної активності, факторів соціального середовища, умов праці. Харчування є потужним чинником зовнішнього середовища, який залежно від кількісних і якісних особливостей може істотно впливати на перебіг фізіологічних процесів в організмі, тому калорійність та збалансованість харчового раціону значною мірою впливає на розвиток і функціонування організму.

Вирішення проблеми повноцінного харчування населення повинно базуватися на сучасних теоріях і концепціях харчування, які дають відповідь на питання про те, яким вимогам повинен відповідати харчовий раціон сучасної людини. Розробка рекомендацій щодо хімічного складу харчового раціону є надзвичайно складною проблемою, для вирішення якої слід враховувати вік, стать, спосіб життя, рівень фізичного навантаження і стан здоров'я людини. Безумовно, ідеальний раціон харчування окремої людини відрізняється від загальних рекомендацій, оскільки потреба в нутрієнтах залежить від генетичних особливостей, інтенсивності обміну речовин і кліматичних умов. Згідно з нутріціологією, для кожної групи населення встановлені норми добової потреби в хімічних речовинах з урахуванням віку, фізичного навантаження і стану здоров'я.

Мета дослідження: розроблення моделі хімічного складу «ідеального» харчового продукту, обґрунтування шляхів її застосування при створенні харчових продуктів функціонального призначення, зокрема зтяжного печива з використанням нетрадиційної сировини — інуліну та ізолятів білка, а також дослідження впливу нової сировини на процеси термооброблення і зберігання печива.

Матеріали і методи. При розробці моделі хімічного складу «ідеального» харчового продукту використовувались основні принципи кваліметрії та експертне опитування за методом Делфі. Об'єктами досліджень було зтяжне печиво, напівфабрикати (тісто, емульсія) і сировина для його приготування. Як основну сировину використовували пшеничне борошно вищого гатунку, інулін, ізолят соєвого білка, а також інші компоненти згідно з рецептурою на зтяжне печиво. Вплив нетрадиційної сировини на структурно-механічні властивості зтяжного тіста визначали на приладі «Структурометр СТ-1». Форми зв'язку вологи в досліджуваних зразках тіста визначали методом термогравіметричного аналізу на приладі «Дериватограф Q-1500D». Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей зтяжного печива проводили на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена.

Результати досліджень. З урахуванням основних положень теорії збалансованого і адекватного харчування [1, 2] авторами була розроблена модель хімічного складу «ідеального» харчового продукту, яка враховує вимоги нутріціології до хімічного складу харчового продукту і може бути представлена у вигляді 3-рівневого ієрархічного дерева (рис. 1).

На першому рівні ієрархічного дерева хімічного складу показано вміст білків, жирів і вуглеводів у 100 г харчового продукту з дотриманням співвідношень, які пропонуються нутріціологією. Так, з урахуванням сучасних вимог до харчування середньостатистичної здорової людини [3] віком від 18 до 40 років із

середнім рівнем фізичного навантаження співвідношення білків, жирів і вуглеводів (P_1 , P_2 , P_3) в раціоні харчування має становити 1:1,1:5,5. Порушення цих пропорцій у нутрієнтному складі харчового раціону (який складається з окремих харчових продуктів) є основним чинником ризику в харчуванні сучасної людини.

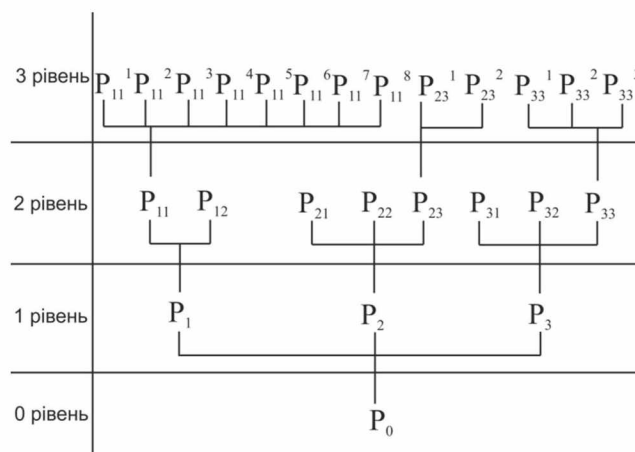


Рис. 1. Ієрархічне дерево показників хімічного складу харчового продукту

Однак загальна кількість білків, жирів і вуглеводів не характеризує повною мірою фізіологічну цінність продукту. Відомо, що якість білків визначається кількістю й співвідношенням незамінних і замінних амінокислот, тому на другому рівні ієрархічного дерева загальна кількість білків була продиференційована на незамінні і замінні амінокислоти (P_{11} , P_{12}) у співвідношенні 36:64. Загальна кількість жиру, що найбільшою мірою впливає на калорійність продукту, характеризується кількісним вмістом окремих груп жирних кислот, тому на другому рівні ієрархічного дерева загальна кількість жирів диференціюється на насичені, мононенасичені і поліненасичені жирні кислоти (P_{21} , P_{22} , P_{23}). Раніше вважалося, що в «ідеальному» жирі співвідношення насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот повинно складати 60:30:10. Однак сучасні дослідники [4] стверджують, що найоптимальнішим є співвідношення 1:1:1.

На другому рівні ієрархічного дерева хімічного складу загальна кількість вуглеводів диференціюється на вміст моно- і дисахаридів, органічних кислот і полісахаридів (P_{31} , P_{32} , P_{33}) з урахуванням співвідношення 0,25:0,005:0,75. Дане співвідношення взяте з урахуванням середньої потреби у вуглеводах для осіб, які не зайняті важкою фізичною працею, що складає 365—400 г на добу, в тому числі 300—315 г крохмалю, 50—100 г моносахаридів, 2 г органічних кислот, харчових волокон (грубих і м'яких) — 25—30 г (по 10—15 г клітковини і пектину відповідно).

На третьому рівні ієрархічного дерева показників хімічного складу загальний вміст незамінних амінокислот диференціюється на окремі амінокислоти. За шкалою ФАО/ВООЗ, в 1 г «ідеального» білка вміст незамінних амінокислот має бути таким: ізолейцин — 40 мг, лейцин — 70 мг, лізин — 55 мг, метіонін і цистин — 35 мг, фенілаланін і тирозин — 60 мг, треонін — 40 мг, триптофан —

10 мг, валін — 50 мг ($P_{11}^1, P_{11}^2, P_{11}^3, P_{11}^4, P_{11}^5, P_{11}^6, P_{11}^7, P_{11}^8$, співвідношення як 1:1,75:1,38:0,88:1,5:1:0,25:1,25).

Загальний вміст поліненасичених жирних кислот диференціюється на вміст жирних кислот групи ω -6 і вміст жирних кислот групи ω -3 у співвідношенні 10:1 (P_{23}^1, P_{23}^2 . Загальна кількість полісахаридів на третьому рівні поділяється на вміст розчинних полісахаридів, вміст грубих харчових волокон і вміст м'яких харчових волокон ($P_{33}^1, P_{33}^2, P_{33}^3$), співвідношення між якими становить 1:0,05:0,05. Хімічний склад 100 г «ідеального» харчового продукту наведено в табл. 1.

Знаючи добову калорійність раціону людини та калорійність «ідеального» продукту для кожної вікової групи, можна розрахувати, яку частину добової калорійності для кожної вікової групи буде задовольняти 100 г «ідеального продукту». Добова калорійність для людини віком від 18 до 40 років із середнім рівнем фізичного навантаження складає 2500 ккал. Розрахована калорійність 100 г «ідеального» харчового продукту становить 438 ккал. Частка від добової потреби, що задовольняється вживанням 100 г «ідеального» харчового продукту — 17,5%.

Таблиця 1. Хімічний склад 100 г «ідеального» харчового продукту

Речовини хімічного складу	Кількість хімічних речовин в 100 г «ідеального» харчового продукту для чоловіків віком 18—29 років
Вміст білків, г	13,2
Вміст жирів, г	14,5
Вміст вуглеводів, г	72,3
Вміст незамінних амінокислот, г	4,8
Вміст замінних амінокислот, г	8,4
Вміст насичених жирних кислот, г	4,83
Вміст мононенасичених жирних кислот, г	4,83
Вміст поліненасичених жирних кислот, г	4,83
Вміст моно- і дисахаридів, г	15,83
Вміст органічних кислот, г	0,03
Вміст полісахаридів, г	56,43
Вміст ізолеїцину, г	0,530
Вміст лейцину, г	0,931
Вміст лізину, г	0,732
Вміст метіоніну і цистину, г	0,466
Вміст фенілаланіну і тирозину, г	0,798
Вміст треоніну, г	0,532
Вміст триптофану, г	0,134
Вміст валіну, г	0,665
Вміст поліненасичених жирних кислот групи ω -6, г	4,40
Вміст поліненасичених жирних кислот групи ω -3, г	0,43
Вміст розчинних полісахаридів, г	47,75
Вміст грубих рослинних волокон (клітковина), г	4,34
Вміст м'яких рослинних волокон (пектин), г	4,34

Для визначення відповідності хімічного складу реального харчового продукту хімічному складу «ідеального» харчового продукту (еталону) необхідно ско-

ристаніть формулами для розрахунку комплексних показників на першому, другому та третьому рівнях, що базуються на основних принципах теоретичної кваліметрії [5].

Перший рівень:

$$K_0^1 = M_1 \frac{P_1}{P_1^{\bar{\sigma}}} + M_2 \frac{P_2}{P_2^{\bar{\sigma}}} + M_3 \frac{P_3}{P_3^{\bar{\sigma}}}. \quad (1)$$

Другий рівень:

$$K_0^2 = M_1 \left(M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^{\bar{\sigma}}} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^{\bar{\sigma}}} \right) + M_2 \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^{\bar{\sigma}}} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^{\bar{\sigma}}} + M_{23} \frac{P_{23}}{P_{23}^{\bar{\sigma}}} \right) + \\ + M_3 \left(M_{31} \frac{P_{31}}{P_{31}^{\bar{\sigma}}} + M_{32} \frac{P_{32}}{P_{32}^{\bar{\sigma}}} + M_{33} \frac{P_{33}}{P_{33}^{\bar{\sigma}}} \right). \quad (2)$$

Третій рівень:

$$K_0^3 = M_1 \left(M_{11} \left(M_{11}^1 \frac{P_{11}^1}{P_{11}^{1\bar{\sigma}}} + M_{11}^2 \frac{P_{11}^2}{P_{11}^{2\bar{\sigma}}} + M_{11}^3 \frac{P_{11}^3}{P_{11}^{3\bar{\sigma}}} + M_{11}^4 \frac{P_{11}^4}{P_{11}^{4\bar{\sigma}}} + \right. \right. \\ \left. \left. + M_{11}^5 \frac{P_{11}^5}{P_{11}^{5\bar{\sigma}}} + M_{11}^6 \frac{P_{11}^6}{P_{11}^{6\bar{\sigma}}} + M_{11}^7 \frac{P_{11}^7}{P_{11}^{7\bar{\sigma}}} + M_{11}^8 \frac{P_{11}^8}{P_{11}^{8\bar{\sigma}}} \right) + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^{\bar{\sigma}}} \right) + \\ + M_2 \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^{\bar{\sigma}}} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^{\bar{\sigma}}} + M_{23} \left(M_{23}^1 \frac{P_{23}^1}{P_{23}^{1\bar{\sigma}}} + M_{23}^2 \frac{P_{23}^2}{P_{23}^{2\bar{\sigma}}} \right) \right) + \\ + M_3 \left(M_{31} \frac{P_{31}}{P_{31}^{\bar{\sigma}}} + M_{32} \frac{P_{32}}{P_{32}^{\bar{\sigma}}} + M_{33} \left(M_{33}^1 \frac{P_{33}^1}{P_{33}^{1\bar{\sigma}}} + M_{33}^2 \frac{P_{33}^2}{P_{33}^{2\bar{\sigma}}} + M_{33}^3 \frac{P_{33}^3}{P_{33}^{3\bar{\sigma}}} \right) \right), \quad (3)$$

де M_{ij} — коефіцієнти вагомості, які визначалися за допомогою експертного опитування за методом Делфі; P_{ij} — показники досліджуваного продукту; $P_{ij}^{\bar{\sigma}}$ — показники базового зразка-еталону («ідеального» продукту).

Якщо результат розрахунку комплексного показника K_0^1 , K_0^2 , K_0^3 дорівнює 0,9—1,0, то це свідчить про високу відповідність хімічного складу досліджуваного продукту хімічному складу «ідеального» продукту і даний продукт заслуговує на оцінку «відмінно»; якщо K_0^1 , K_0^2 , K_0^3 дорівнює 0,75—0,89, то даний продукт заслуговує на оцінку «добре»; якщо K_0^1 , K_0^2 , K_0^3 дорівнює 0,50—0,74, то даний продукт заслуговує на оцінку «задовільно»; при значенні K_0^1 , K_0^2 , K_0^3 менше 0,49 продукт отримує оцінку «незадовільно».

Порівняння хімічного складу основних видів найпопулярнішої серед населення України групи борошняних кондитерських виробів (печива), дало змогу встановити, що зтяжне печиво є найбільш близьким за своїм хімічним складом до складу ідеального продукту порівняно з цукровим і здобним печивом [6]. Од-

нак навіть зтяжне печиво має недоліки: занижений вміст білка, завищений вміст вуглеводів, відсутність харчових волокон, що підтверджується розрахунковим значенням комплексного показника якості $K_0^1 = 0,63$, $K_0^3 = 0,52$ (оцінка задовільно).

Враховуючи вищезгадані дані, було вирішено наблизити склад зтяжного печива до складу ідеального харчового продукту, збагативши його функціональними компонентами, за рахунок внесення до рецептури нетрадиційної сировини — інуліну та ізоляту соєвого білка. Ізолят соєвого білка містить у своєму складі повний спектр амінокислот, у тому числі всі незамінні [7], що дозволяє використовувати його як джерело повноцінного білка для збагачення борошняних кондитерських виробів. Інулін з високим ступенем полімеризації стійкий до дії ферментів тонкого кишечника людини і проникає в товстий кишечник, де виконує роль аналогічну клітковині [8], тому доцільним є використання інуліну як джерела харчових волокон для людського організму.

Дослідні зразки печива, приготовані з нової сировини, відрізняються порівняно більшим об'ємом, рівномірною структурою в розломі, більшою щільністю і високими смаковими якостями. Оптимальна якість печива спостерігається при внесенні інуліну в кількості 7%, а соєвого ізоляту — 12% до маси борошна.

З метою встановлення впливу сировини на структурно-механічні показники тіста було визначено зміну граничного напруження зсуву й адгезію тіста. Дослідження показали, що внесення нової сировини незначно впливає на адгезію зтяжного тіста, однак як інулін, так і соєвий ізолят суттєво зміцнюють структуру тіста, за рахунок чого гранична напруга зсуву зтяжного тіста зростає на 9% і 14% відповідно, що можна пояснити появою більшої кількості зв'язаної вологи в тісті. Зв'язування вільної вологи позитивно впливає на якість печива і сприяє збереженню вологи в готових виробах, що продовжує терміни зберігання. У процесі зберігання печива швидкість видалення вологи буде залежати від форм зв'язку вологи в тісті. Вміст вільної та зв'язаної вологи в тістових напівфабрикатах також впливає на процес термообробки.

Аналіз дериватограм було проведено відповідно до загальної методики та встановлено, що при внесенні до зтяжного тіста інуліну вміст зв'язаної вологи зростає на 2,5%, а при внесенні ізоляту соєвого білка — на 6,4%. Крім того, простежується зростання енергії активації в зразках, відмінних від контрольного, що також свідчить про появу більш міцних форм зв'язку вологи в тісті після додавання в його рецептуру нової сировини.

З метою уточнення впливу інуліну та соєвого ізоляту на термін і умови зберігання зтяжного печива були досліджені сорбційно-десорбційні процеси, які відбуваються в зтяжному печиві (рис. 2), і встановлено, що значення рівноважної вологості в діапазоні $a_w = 0,75 \dots 0,85$ становить 12,0—12,5%, що, у свою чергу, свідчить про несуттєвий вплив нової сировини на сорбційні властивості печива. Однак для зтяжного печива, яке при зберіганні здатне активно поглинати вологу, висока сорбційна здатність матиме негативний вплив на якість продукту і термін зберігання, тому нами рекомендується упаковувати готове печиво у герметичну упаковку.

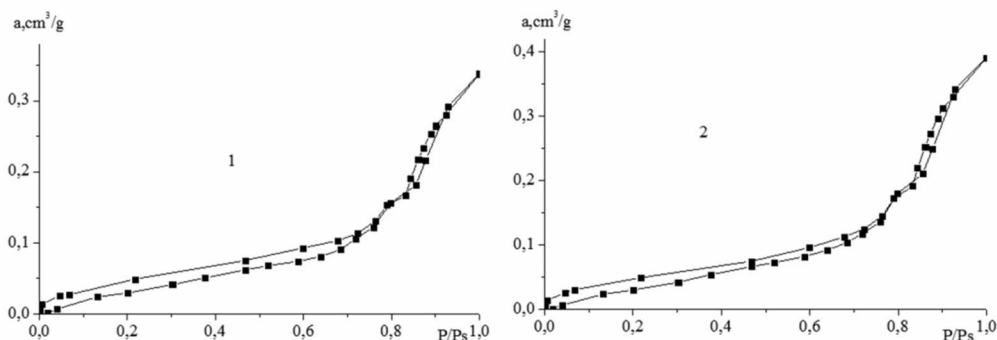


Рис. 2. Ізотерми сорбції-десорбції затяжного печива: 1 — контрольний зразок; 2 — зразок з інуліном та ізолятом соєвого білка

Висновки. Використання моделі хімічного складу «ідеального» харчового продукту дає змогу проводити визначення відповідності хімічного складу реальних харчових продуктів вимогам нутріціології для різних груп населення і здійснювати кількісну порівняльну оцінку впливу нових сировинних інгредієнтів на хімічний склад продукту при розробці нових рецептур та збагаченні існуючих харчових продуктів біологічно-активними речовинами. Розрахунок комплексного показника на третьому рівні (K_0^3) для затяжного печива з інуліном та ізолятом соєвого білка показав покращення його хімічного складу на 12% порівняно з контрольним зразком. При оптимальних співвідношеннях інулін та ізолят соєвого білка не мають негативного впливу на технологічні показники тіста й готового печива, що дозволяє виготовляти його на існуючому обладнанні. Затяжне печиво дієтично-функціонального призначення з інуліном та ізолятом соєвого білка має високі органолептичні показники, не містить у своєму складі цукру білого кристалічного, має покращений амінокислотний склад та задовольняє 30% добової потреби людини в харчових волокнах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зубар, Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування / Зубар Н.М. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 336 с.
2. Уголев, А.М. Теория адекватного питания и трофология / Уголев, А.М. — Л.: Наука, 1991. — 272 с.
3. Харченко, Н.В. Дієтологія : підручник / за ред.: Н.В. Харченко, Г.А. Анохіна. — К.: Меридіан, 2012. — 526 с.
4. Смоляр, В.І. Рецензія на книгу А.П. Левицького «Ідеальна формула жирового питания» / В.І. Смоляр // Проблеми харчування. — 2004. — № 1 (2). — С. 76—77.
5. Федюкин, В.К. Основы кваліметрії. Измерение качества промышленной продукции: учебное пособие / В.К. Федюкин. — М.: Кнорус, 2010. — 320 с.
6. Дорохович, А.Н. Соответствие химического состава печенья требованиям нутрициологии / А.Н. Дорохович, Н.Н. Петренко // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения : международная научно-практическая конференция, 2015 г., г. Кутаиси. — Издательство государственного университета Акакия Церетели, 2015. — С. 114—118.

7. Арсеньєва, Л.Ю. Склад і перетравлюваність білкових речовин продуктів перероблення бобових / Л.Ю. Арсеньєва, О.В. Борисенко, Н.П. Бондар та ін. // Наукові праці НУХТ. — 2004. — № 15. — С. 51—54.

8. Полумбрик, М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. — К.: Академперіодика, 2011. — 487 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИДЕАЛЬНОГО ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА И ПУТИ ПРИБЛИЖЕНИЯ К НЕМУ СОСТАВА РЕАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

А.М. Дорохович, М.М. Петренко

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке модели химического состава «идеального» пищевого продукта и путей приближения к нему состава пищевых продуктов на примере затяжного печенья за счет использования нетрадиционного сырья. Доказана эффективность использования модели химического состава «идеального» пищевого продукта для математического обоснования улучшения питательной ценности пищевых продуктов при их обогащении функциональными компонентами.

Ключевые слова: нутрициология, химический состав, квалиметрия, затяжное печенье, функциональные продукты, инулин.