

УДК 664.64.016.8

DEVELOPING THE METHOD OF COMPLEX QUANTITATIVE ESTIMATION OF THE QUALITY OF BISCUITINE READY-TO-COOK FOODS

O. Kuzmin, R. Komarnytskyi, V. Hubenia, I. Dochynets

National University of Food Technologies

Key words:

*Quality
Comprehensive
quantitative assessment
Digestible calcium
Ponge cake mix
Powder shell*

Article history:

Received 18.01.2017
Received in revised form
16.02.2017
Accepted 01.03.2017

Corresponding author:

R. Komarnytskyi
E-mail:
syskovosyskovo135@
mail.ru

ABSTRACT

A comprehensive quality score indicator based on the principles of quality control is proposed for quantifying the characteristics of the generalized optimization parameter and evaluating the quality of the products according to the number of organoleptic, physical, chemical and microbiological indicators of the content of toxic elements, mycotoxins, pesticides and food indices (fibers fats, carbohydrates, minerals, vitamins). The authors developed the hierarchical structure of complex quality, scale nodal values of quality and weight coefficient using the desirability function of Harrington. The possibility of introducing crushed shell of quail eggs as a source of easily digestible calcium when manufacturing semi-finished biscuit products has been investigated.

РОЗРОБКА МЕТОДУ КОМПЛЕКСНОЇ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

О.В. Кузьмін, Р.В. Комарницький, В.О. Губеня, І.В. Дочинець

Національний університет харчових технологій

Для кількісної характеристики узагальненого параметра оптимізації у статті запропоновано комплексний показник якості, що базується на принципах кваліметрії та дає змогу оцінити якість продукції одним числом за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками, визначити вміст токсичних елементів, радіонуклідів, мікотоксинів, пестицидів і харчових показників (білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни). Розроблено ієрархічні структури комплексного показника якості, шкали вузлових значень показників якості, коефіцієнта вагомості з використанням функції бажаності Харрінгтона. Оцінено можливість внесення подрібненої шкаралупи перепелиних яєць як джерела легкозасвоюваного кальцію у виготовлені бісквітного напівфабрикату.

Ключові слова: *якість, комплексна кількісна оцінка, легкозасвоюваний кальцій, бісквітний напівфабрикат, порошок шкаралупи.*

Постановка проблеми. Одним із поширених недоліків раціону всіх верств населення є нестача кальцію. Основним джерелом кальцію у харчуванні є молочні продукти, з якими організм отримує 60...70% даного макроелемента. Дефіцит кальцію у харчуванні характерний, зокрема, для населення країн з низьким споживанням молочних продуктів.

Особливо чутливими до нестачі кальцію є діти, вагітні жінки та літні люди. Так, у дітей раннього віку існує ризик захворюваності на рахіт, спостерігається неправильний розвиток зубів і порушення обміну речовин. Якщо в період формування скелета кальцію недостатньо, то піку кісткової маси не буде досягнуто, що підвищує ризик остеопорозу в похилому віці. Дефіцит кальцію під час вагітності призводить до появи слабкості під час пологів та є однією з причин атонії мускулатури матки. Порушення кальцієвого обміну підвищує схильність до застуд, алергій, вірусних інфекцій і знижує захисні властивості організму проти радіації.

Традиційні медичні препарати та дієтичні добавки з кальцієм розробляють на основі хлористого кальцію, гіпсу та крейди. Засвоюваність кальцію з названих речовин низька. Всмоктування кальцію у травній системі знижується також за наявності фітатів зернових продуктів або оксалатів у зелених листових овочах. Засвоєння кальцію залежить від наявності достатньої кількості вітаміну D, тому незадовільний стан кісткової тканини може бути зумовлений дефіцитом цього вітаміну.

Метою статті є розроблення методики кількісної оцінки якості бісквітного напівфабрикату, виготовленого з додаванням подрібненої шкаралупи перепелиних яєць як джерела кальцію; визначення оптимальних умов внесення добавки до бісквітного тіста.

Виклад основних результатів дослідження. Шкаралупа перепелиних яєць на 90% складається з карбонату кальцію, який легко засвоюється організмом. Серед інших складових можна виділити широкий спектр мікроелементів (мідь, фтор, залізо, марганець, молібден, фосфор, сірку, цинк тощо) і білок (6%). Вміст елементарного кальцію в шкаралупі становить близько 30%.

Порошок зі шкаралупи перепелиних яєць отримували таким способом: оброблену шкаралупу висушували за температури 180 °C впродовж 15 хв; далі шкаралупу подрібнювали за допомогою лабораторного млинка й обробляли розчином яблучної кислоти; після цього висушували та повторно подрібнювали.

Об'єктом для збагачення кальцієм обрано бісквітне тістечко з какао. Дозування добавок розраховували так, щоб в одній порції тістечок (2 штуки по 40 г) містилося 50% добової потреби в кальції. Таким чином, кількість порошку яєчної шкаралупи слід додавати з розрахунку 1,6 г на порцію. Проведеною серією лабораторних випікань встановлено, що добавки доцільно вносити як часткову заміну какао. Заміна ж борошна призводить до зниження формостійкості та погіршення форми готових виробів.

Органолептичні показники готових виробів з додавання порошку яєчної шкаралупи перепелів порівняно з контрольним зразком змінюються несуттєво. Об'єм виробів дещо зменшується, проте некритично.

Порошок з яєць курей у виробі спричиняє появу вираженого хрусту під час споживання. Це пояснюється міцнішою оболонкою курячих яєць, тому під час подрібнення не вдається отримати таких розмірів частинок, як з перепелиної шкаралупи.

Результати органолептичної оцінки якості бісквітних тістечок з додаванням порошку яєчної шкаралупи дають підстави до продовження обраного напрямку наукових досліджень. Зокрема, необхідно вивчити вплив добавок на процес збивання та стійкість збитої маси й тіста. Додавання у бісквітні тістечка порошку, дещо відрізняються від контролю. При надлишковому додаванні порошку зменшується пористість тістечок, що змінює консистенцію, при цьому, відповідно, зменшується висота готових випечених виробів.

На підставі теоретико-методичної бази кваліметрії нами розроблена методика оцінки якості бісквітного напівфабрикату. Виражені в різних одиницях абсолютні значення показників якості не можна безпосередньо звести у загальний комплексний показник без трансформації їх до загальної шкали вимірювання [1].

Відповідно до принципів кваліметрії, значення одиничного показника якості та якості продукції в цілому має бути оцінене шляхом порівняння з базовим або еталонним значенням [2]. Ця оцінка є безрозмірною величиною.

Існують різні способи отримання оцінок. Найбільш перспективним вважається спосіб, заснований на застосуванні безрозмірної шкали Харрінгтона [2], яка має такі корисні і важливі властивості, як монотонність, безперервність, гладкість, адекватність, ефективність і статистичну чутливість. Для перетворення абсолютних значень показників якості продукції на безрозмірну їх оцінку раціонально застосовувати експоненціальну залежність, покладену в основу шкали бажаності Харрінгтона (1):

$$D_i = \exp[-\exp(-Y_i)], \quad (1)$$

де Y_i — кодове значення показника якості P_i .

Дана шкала передбачає 5 інтервалів (рис. 1), у загальному інтервалі шкали від 1,00 до 0,00: 1,00...0,80 — дуже добре (відмінно); 0,80...0,63 — добре; 0,63...0,37 — задовільно; 0,37...0,20 — погано; 0,20...0,00 — дуже погано.

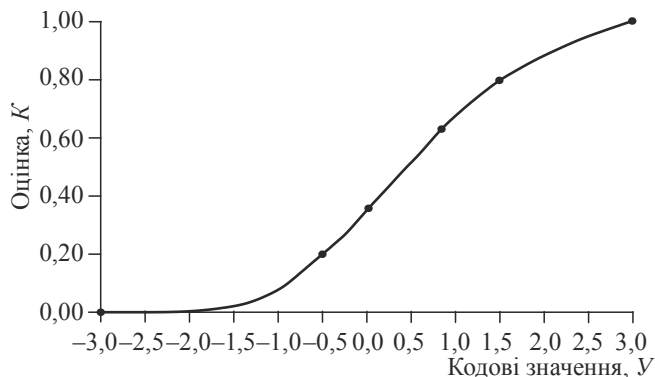


Рис. 1. Графік визначення оцінок нормованих показників якості

На рис. 2 представлена ієрархічна структура нормованих і ненормованих показників якості основних компонентів. До нормованих відносять за ДСТУ 4803: 2007 [3] органолептичні показники, фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники, токсичні елементи, радіонукліди, міотоксини, пестициди. До ненормованих відносять харчові показники: білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни [5].



Рис. 2. Ієрархічна структура бісквітного напівфабрикату, згідно з НД

Кодовані і відповідні їм абсолютні значення показників властивості розташовуються на осі абсцис, значення відносних показників — на осі ординат.

Нульове кодоване значення відповідає допустимому в нормативній документації (НД) абсолютному значенню показника властивостям з відносним показником 0,37.

За ДСТУ 4803: 2007 [3], до органолептичних показників відносяться: зовнішній вигляд; форма; поверхня; начинка; колір; вид у розрізі; смак і запах. До фізико-хімічних показників відносяться [3]: масова частка вологи; масова частка жиру у перерахунку на суху речовину; масова частка загального цукру (за сахарозою) у перерахунку на суху; масова частка загального цукру (за сахарозою) у перерахунку на суху речовину; масова частка загальної сірчистої кислоти; масова частка сахарози у водяній фазі крему; масова частка замінича цукру (у діабетичних виробках).

До мікробіологічних відносяться [3]: кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), КУО, в 1 г продукту; кількість бактерій групи кишкової палички (БГКП), в 1 г продукту; *Staphylococcus aureus*, в 0,1 г продукту; патогенні мікроорганізми, зокрема *Salmonella*; дріжджі, КУО не більше в 1 г продукту; плісняві гриби, КУО не більше в 1 г продукту.

До токсичних відносяться [3]: свинець, миш'як, ртуть, кадмій. До міотоксинів відносяться [3]: афлатоксин β_1 ; дезоксиніваленол. До пестицидів відносяться [3]: ГХЦГ (а, β , γ -ізомери); ДДТ та його метаболіти. До радіонуклідів відносяться [4]: Cs¹³⁷; Sr⁹⁰. До харчових відносяться [5]: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини. Обґрунтування вузлових значень (табл. 1) виконано з урахуванням вимог до бісквітного напівфабрикату (тортів і тістечок) за ДСТУ 4803:2007 [3]. Нормовані значення [3] представлені у вигляді відносного показника $K_i = 0,37$ та виділені жирним шрифтом.

За еталонне значення P_{em} (з оцінкою 1,0) набуто середнього теоретичного значення цих показників. Інтервал значень показників між оцінками 1,00 і 0,37 а також між 0,37 і 0,00 був вибраний з урахуванням забезпечення рівномірності шкали, а також з практичних і логічних міркувань.

Таблиця 1. Шкала вузлових значень показників якості бісквітного напівфабрикату

Назва показника, одиниця виміру	Оцінка K_i					
	1,00	0,80	0,63	0,37	0,20	0,00
	Кодоване значення V					
	3,00	1,50	0,85	0,00	-0,50	-3,00
1	2	3	4	5	6	7
Органолептичні показники						
Зовнішній вигляд	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Форма	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Поверхня	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Начинка	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Колір	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Вид у розрізі	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0
Смак і запах	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Фізико-хімічні показники						
МЧ вологи, %	25	24,5	24,2	24	20	15
	25	26	27	28	30	50
МЧ жиру у перерахунку на суху речовину, %	0,7	1,5	2	3	6	10
Масова частка загального цукру (за сахарозою) у перерахунку на суху речовину, %	0,5	1,5	2	3	6	10
Масова частка загальної сірчистої кислоти, %	0,0007	0,003	0,007	0,01	0,07	0,15
Масова частка сахарози у водяній фазі крему, %	90	80	70	60	45	25
Мікробіологічні показники						
Кількість МАФАНМ	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$
БГПК (коліформи)	0,001	0,005	0,008	0,01	0,07	0,2
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1,0 г продукту	0,001	0,005	0,01	0,1	0,7	1,3
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i>	1	10	15	25	40	60
Дріжджі КУО, не більше в 1 г продукту	2	15	25	50	100	200
Плісняві гриби КУО, в 1 г продукту	2	20	50	100	200	300
Токсичні елементи						
Свинець, мг/кг	0,01	0,05	0,1	0,5	1,4	3
Кадмій, мг/кг	0,005	0,01	0,05	0,1	0,7	1,5
Миш'як, мг/кг	0,001	0,005	0,01	0,3	1	1,6
Ртуть, мг/кг	0,001	0,005	0,01	0,02	0,1	1
Мікотоксини						
Дезоксиніваленол	0,05	0,1	0,3	0,7	1,2	2
Афлатоксин β1	0,0005	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02
Пестициди						
ГХЦГ (α, β, γ-ізомери)	0,007	0,05	0,1	0,2	0,7	1,2
ДДТ та його метаболіти	0,001	0,005	0,01	0,02	0,09	0,2
Радіонукліди						
Cs ¹³⁷	1	20	50	100	200	300
Sr ⁹⁰	15	80	200	400	500	600
Харчові показники						
Білки у 100 г продукту, г	50	49	48	46	40	30
	50	54	57	60	70	100
Жири у 100 г продукту, г	47	46	45	44	35	20
	47	48	49	50	60	70
Вуглеводи у 100 г продукту, г	200	220	240	260	300	350
	200	194	188	180	100	50
Кальцій у 100 г продукту, мг	200	192	186	160	80	0
	200	215	230	240	300	500
Калій у 100 г продукту, мг	1350	1250	1150	1062	900	750
	1350	1400	1450	1500	1800	2100
Натрій у 100 г продукту, мг	315	305	295	285	260	200
	315	325	335	345	400	450

1	2	3	4	5	6	7
Манган у 100 г продукту, мг	130	127	124	120	110	95
	130	133	137	140	155	170
Фосфор у 100 г продукту, мг	755	745	737	730	700	500
	755	765	777	780	850	970
Залізо у 100 г продукту, мг	100	94	88	83	75	64
	100	106	111	117	124	135
Вітаміну А у 100 г продукту, мг	550	535	515	500	400	300
	550	575	590	600	640	750
Вітаміну В ₁ у 100 г продукту, мг	0,45	0,40	0,35	0,30	0,20	0,10
	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
Вітаміну В ₂ у 100 г продукту, мг	1,3	1,2	1,1	1	0,7	0,3
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	2,5
Вітаміну В ₆ у 100 г продукту, мг	2,3	2,1	2,0	1,9	1,2	0,5
	2,3	2,4	2,5	2,7	3,1	4
Вітаміну С у 100 г продукту, мг	1,3	1,2	1,1	1	0,7	0,3
	1,3	1,4	1,5	1,6	2,0	2,5

Для цього дослідження значення показників з оцінкою нижче 0,37 (які не відповідають вимогам НД) не представляють наукового інтересу.

Для розрахунку комплексної оцінки якості використовували арифметичну середньозважену величину (2):

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i, \quad (2)$$

де K_i — оцінка одиничного показника; m_i — коефіцієнт вагомості показника; n — кількість показників, які враховуються.

При цьому дотримується умова [2]:

$$\sum m_{ij} = 1. \quad (3)$$

Одним із варіантів визначення коефіцієнтів вагомості (табл. 2) є експертний метод, заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції фахівців-експертів.

Експерт — це фахівець, компетентний у вирішенні певного завдання. Компетентність експерта відносно об'єкта дослідження називається професійною компетентністю, а відносно методології ухвалення експертного рішення досліджуваного завдання — експертною компетентністю. Експерт має бути неупередженим і об'єктивним при оцінці об'єкта дослідження.

Серед експертних методів найбільш прийнятними для визначення коефіцієнтів вагомості є: метод переваг, метод рангів, метод попарного зіставлення і метод Дельфи.

Найпоширенішим є метод переваг, який зводиться до того, що експерти нумерують вагомості всіх показників у порядку їх переваги так, щоб найбільш важливий з них отримав вагомості під номером 1, наступний за важливістю — номер 2 тощо. Потім проводять розрахунок середньої арифметичної величини по кожному показнику з урахуванням думки всіх експертів.

Таблиця 2. Вміст харчових речовин в 1 г мегакалорії (1:2:3) (Б:Ж:В)

Харчова речовина	Норма	Вагомість
Білки	46	$m_{1-1} = 0,4$
Жири	44	$m_{1-2} = 0,3$
Вуглеводи	260	$m_{1-3} = 0,3$
Σ — енергетичних речовин	352	$\Sigma m = 1,0$
Ca	160	$m_{2-1} = 0,2$
K	1062	$m_{2-2} = 0,2$
Na	285	$m_{2-3} = 0,2$
Mg	120	$m_{2-4} = 0,1$
P	730	$m_{2-5} = 0,2$
Fe	83	$m_{2-6} = 0,1$
Σ -мінеральних речовин	2440	$\Sigma m = 1,0$
A	500	$m_{3-1} = 0,2$
B ₁	0,30	$m_{3-2} = 0,2$
B ₂	1	$m_{3-3} = 0,2$
B ₆	1,9	$m_{3-4} = 0,2$
C	1	$m_{3-5} = 0,2$
Σ — вітамінів	504,2	$\Sigma m = 1,0$
Σ — усіх речовин	3296,2	

При використанні методу рангів експерти оцінюють важливість кожного показника за заздалегідь розробленою шкалою відносної значущості в діапазоні від 0 до 1. Коефіцієнти вагомості знаходять з урахуванням оцінок призначених усіма експертами по кожному показнику в усій їх сукупності [2]:

$$R_i = \sum_{j=1}^k R_{ij} ; \quad (4)$$

$$m_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} , \quad (5)$$

де R_i — сума перетворених рангів, присвоєних експертами кожному показнику якості; m_i — коефіцієнт вагомості показників якості; k — кількість експертів; n — кількість показників якості, вагомість яких визначається.

Висновки

У статті розроблено методика оцінки органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, що дає змогу визначити вміст токсичних елементів, радіонуклідів, мікотоксинів, пестицидів і вмісту харчових показників (білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни) у бісквітному напівфабрикаті з використанням функції бажаності Харрінгтона.

Для кількісної характеристики узагальненого параметра оптимізації запропоновано комплексний показник якості, що базується на принципах кваліметрії, дає змогу оцінити якість продукції одним числом. Також розроблено ієрархічні структури комплексного показника якості досліджуваних об'єктів, що беруть участь у процесі внесення порошку з перепелиної шкаралупи.

Література

1. Азгольцов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) / Г.Г. Азгольцов. — Москва : Экономика, 1982. — 256 с.
2. Топольник В.Г. Квалиметрия в ресторанном хозяйстве: монография / В.Г. Топольник, А.С. Ратушный. — Донецк: ДонНУЭТ, 2008. — 243 с.
3. Торти і тістечка. Загальні технічні умови : ДСТУ 4803: 2007. — [Чинний від 2009-01-01]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2007. — 22с.
4. Про безпечність та якість харчових продуктів (зі змінами та доповненнями від 06.09.2005) № 2809 IV : Закон України // Офіційний вісник України. — 2005. — № 42.
5. Химический состав пищевых продуктов : книга 1 : Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ВО «Агропромиздат», 1987. — 224 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

О.В. Кузьмин, Р.В. Комарницкий, В.А. Губеня, И.В. Дочинец
Национальный университет пищевых технологий

Для количественной характеристики обобщенного параметра оптимизации в статье предложен комплексный показатель качества, который базируется на принципах квалиметрии и позволяет оценить качество продукции одним числом по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, а также определить содержание токсичных элементов, радионуклидов, микотоксинов, пестицидов и пищевые показатели (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины). Разработаны иерархические структуры комплексного показателя качества, шкалы узловых значений показателей качества и коэффициента весомости с использованием функции желательности Харрингтона. Оценена возможность использования измельченной скорлупы перепелиных яиц как источника легкоусвояемого кальция при изготовлении бисквитного полуфабриката.

Ключевые слова: *качество, комплексная количественная оценка, легкоусвояемый кальций, бисквитный полуфабрикат, порошок скорлупы.*