

УДК 637.08

DEFINING THE STANDARD PARAMETERS OF FUNCTIONAL FOOD QUALITY AND SAFETY

O. Zhulinska, K. Svidlo, B. Polovin

Kharkov Institute of Trade and Economics of KNUTE

Key words:

*Functional foods
Quality and safety control
Analytic hierarchy
process
HACCP (Hazard Analysis
and Critical Control
Point)
Integrated system
Comparative
characteristics*

ABSTRACT

The article concentrates on the application of the analytic hierarchy process for determining the parameters of quality and safety of functional food. Using an integrated system of solving mathematical, engineering and scientific tasks the consecutive application of this method was conducted on the example of comparative estimates of integrated indicators of quality that allows to develop normative parameters of quality and safety, as well as rules that would oblige manufacturers to label the products having the status of functional ones.

Article history:

Received 19.01.2017

Received in revised form

16.02.2017

Accepted 28.02.2017

Corresponding author:

O. Zhulinska

E-mail:

npuht@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

О.В. Жулінська, К.В. Свідло, Б.А. Половін

Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ

Стаття присвячена застосуванню методу аналізу ієрархій для визначення параметрів якості та безпечності функціональних харчових продуктів. З використанням інтегрованої системи розв'язання математичних, інженерно-технічних і наукових задач проведено послідовне використання даної методики на прикладі порівнювальних оцінок комплексних показників якості, що дає змогу розробити нормативні параметри якості та безпечності, а також норми, які б зобов'язували виробників відповідно маркувати харчові продукти, що мають статус функціональних.

Ключові слова: *функціональні харчові продукти, управління якістю та безпечністю, метод аналізу ієрархій, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), інтегрована система, порівнювальні характеристики.*

Постановка проблеми. У зв'язку із зростанням обсягів споживання та насиченістю ринку функціональними продуктами харчування, гострою проблемою залишається надходження в торговельну мережу значної кількості неякісних, фальсифікованих і небезпечних для здоров'я продуктів [1]. Останніми роками проводиться робота щодо створення сучасної системи контролю за безпечністю та якістю функціональної продукції, ринкового нагляду, адаптованих до вимог Світової організації торгівлі (СОТ) і Європейського Союзу (ЄС).

В узагальненому вигляді оцінку стану продовольчої безпеки можна визначити трьома групами критеріїв: фізичної доступності продовольства, економічної доступності продовольства, безпекою продовольчих товарів для споживачів. Аналіз індикатора достатності споживання окремих функціональних харчових продуктів (ФХП) свідчить, що фактичне споживання більшості видів продовольства останнім часом нижче за раціональні норми [2].

Реформування системи регулювання безпечності харчових продуктів в Україні задля її гармонізації з аналогічною системою ЄС з урахуванням кращого міжнародного досвіду — це складна робота, яка, водночас, є стратегічно важливою для розвитку та процвітання країни, що має серйозні конкурентні переваги в аграрній галузі. Вона потребуватиме значної політичної підтримки для запровадження глибоких структурних реформ у правовій, регуляторній та інституційній сферах, а також в інфраструктурі, відмови від застарілих обов'язкових стандартів продукції та гармонізації системи технічного регулювання із нормами СОТ [3].

Зважаючи на вищезазначене, необхідне вдосконалення нормативно-правової бази, яка регулює питання параметрів якості та безпечності ФХП; продовження гармонізації міжнародних стандартів, особливо на методі контролю показників якості і безпеки продукції; забезпечення відповідності технічних умов чинним законодавчим нормам і стандартам; врахування показників якості та безпечності харчових продуктів при обґрунтуванні системи індикаторів продовольчої безпеки. Проблема якості і безпечності ФХП реально існує. Її вирішення має комплексний характер, потребує врахування галузевих особливостей формування якості на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції, її перероблення, зберігання, транспортування і реалізації готової продукції. Важливою умовою гарантування продовольчої безпеки є активізація впровадження систем управління якістю і безпечністю функціональної продукції та їх сертифікація на підприємствах харчової промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методика, що пропонується, синтезована на основі методу аналізу ієрархій (МАІ), який розроблений американським вченим Т. Сааті [6]. Головна позитивна риса МАІ полягає в тому, що він враховує взаємний вплив оцінюваних параметрів і надає можливість узгодити вплив одного параметра з усіма іншими, отримати найбільш повне вирішення поставленого завдання. Метод аналізу ієрархій — систематична процедура ієрархічного зображення елементів, що узагальнено визначають суть будь-якої проблеми. МАІ містить процедури синтезу множини висновків визначення пріоритетності показників і знаходження

альтернативних рішень. Метод добре зарекомендував себе при оцінці конкурентоспроможності продукції, нерухомості, документообігу тощо.

Наукова новизна полягає в тому, що метод аналізу ієрархій широко використовується в маркетингу та менеджменті для обґрунтування й прийняття рішень, але у пропонованому дослідженні цей метод застосовується для визначення комплексного показника якості функціональних харчових продуктів.

Метою дослідження є визначення оцінки важливості комплексного показника якості на стадіях виробництва функціональної продукції.

Виклад основних результатів дослідження. Для визначення оцінки важливості комплексного показника якості на стадіях виробництва функціональної продукції пропонується використовувати метод аналізу ієрархій, який дає змогу кількісно визначити порівняльну важливість критеріїв і субкритеріїв комплексного показника якості функціональних продуктів (КПЯФП).

На основі безлічі критеріїв оцінювання КПЯ розроблена ієрархічна модель, зображена у вигляді схеми на рис. 1, яка наочно відображає ієрархію системи критеріїв, що характеризують важливість комплексного показника якості на стадіях виробництва функціональної продукції. За її допомогою можливо комплексно оцінити ступінь важливості показників якості стосовно функціональності продуктів харчування.

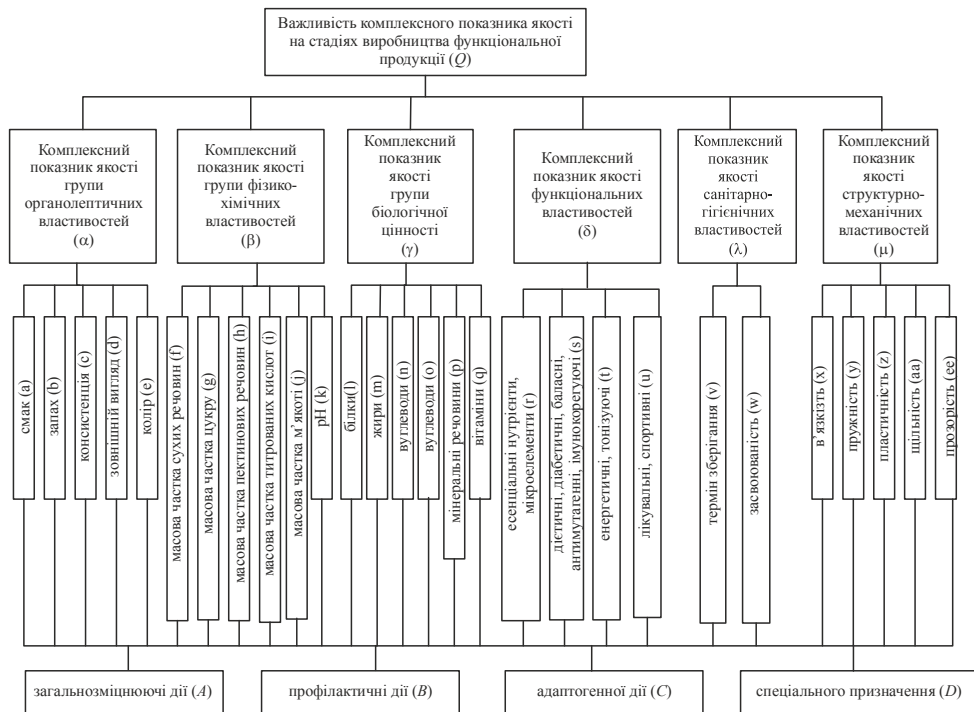


Рис. 1. Схема важливості комплексного показника якості на стадіях виробництва функціональної продукції

У розробленій моделі виділені два ієрархічних рівні важливості критеріїв стосовно глобального критерію і позначені зв'язки між ними: зв'язки альтер-

натив з критеріями другого рівня, зв'язки критеріїв другого рівня з критеріями першого рівня. Останні об'єднуються в глобальний критерій.

У моделі використовуються такі критерії і альтернативи:

1. Глобальний критерій (важливість комплексного показника якості на стадіях виробництва функціональної продукції) — Q .

2. Критерії першого рівня (основні комплексні показники різних властивостей продукту, які складають повноцінну важливість комплексного показника якості нарізних стадіях виробництва функціональних продуктів): $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu$.

3. Критерії другого рівня (основні фактори, що складають комплексні показники різних властивостей продукту і надають альтернативу вибору підприємствам промислового виробництва критеріїв кількісного складу повноцінного КПЯ для різної функціональності): $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z$.

4. Як альтернативи розглядаються основні типи функціональної продукції, виділені на рис. 2, які будуть оцінюватися експертним шляхом за ступенем впливу на основні фактори, з яких складаються КПЯ: A — загальнозміцнюючої дії; B — профілактичної дії; C — адаптогенної дії; D — спеціального призначення.

При цьому типи функціональної продукції, що чинять найбільший вплив на перелічені критерії, найбільш важливі для забезпечення визначення комплексного показника якості. Для проведення суб'єктивних парних порівнянь розроблена шкала відносної важливості (ступінь значення дій) [7]. Для критеріїв першого рівня: $G(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu)_Q$ — матриця попарних рівнянь першого рівня $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu$ відносно глобального критерію Q .

Для критеріїв другого рівня: $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\alpha$; $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\beta$; $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\gamma$; $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\delta$; $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\lambda$; $G(\text{abcdefghijklmnpqrstuvwxy})_\mu$.

Далі проводимо перехід від матриць попарних порівнянь проміжних критеріїв до векторів пріоритетів. Для кожної матриці попарних порівнянь $[S]$ обчислюється вектор пріоритетів (як вектори пріоритетів використовуються нормовані власні вектори матриць). Ранжування елементів, що аналізуються з використанням матриці парних порівнянь $[S]$, здійснюється на підставі нормованих власних векторів, які отримуються в результаті обробки матриць [7]. Обчислення нормованого власного вектора W позитивної квадратної матриці $[S]$ проводиться на підставі рівняння:

$$SW = \lambda_{\max} W, \quad (1)$$

де λ_{\max} — максимальне власне значення матриці $[S]$.

Для позитивної квадратної матриці $[S]$ правий власний вектор W відповідає максимальному власному значенню λ_{\max} з точністю до постійного співмножника, C можна обчислити за формулою:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{[S]^k e}{e^T [S]^k e} = CW, \quad (2)$$

де $e = \{1, 1, 1, \dots, 1\}^T$ — одиничний вектор; $k = 1, 2, 3, \dots$ — показник ступеня; C — константа; T — знак транспонування.

Обчислення власного вектора W згідно з виразом (2) проводяться до досягнення заданої точності:

$$e^T |W^{(l)} - W^{(l+1)}| \leq \xi, \quad (3)$$

де l — номер ітерації такий, що $l = 1$ відповідає $k = 1$ тощо; ξ — допустима похибка. З достатньою для практики точністю можна прийняти $\xi = 0,01$ незалежно від порядку матриці.

Максимальне власне значення обчислюється за формулою:

$$\lambda_{\max} = e^T [S]W. \quad (4)$$

Для критеріїв першого рівня: $G_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda\mu)Q} \rightarrow W_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda\mu)}$, де $W_{(\alpha\beta\gamma\delta\lambda\mu)}$ — вектор пріоритетів критеріїв першого рівня $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda, \mu$ відносно глобального критерію Q . Для критеріїв другого рівня: $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)z}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\alpha}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\beta}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\gamma}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\delta}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\lambda}$; $W_{(abcdefghijklmnopqrstuvwxy)\mu}$.

Далі перевіряється якість матриць попарних порівнянь $[S]$, тобто обчислюється індекс узгодженості. Помилки експертів при формуванні матриць попарних рівнянь впливають на ступінь узгодженості цих матриць. Чим більше помилок, тим гірша узгодженість. Облік цього надає можливість перевіряти якість матриць попарних рівнянь за допомогою відношення узгодженості (CR). Чим більше CR , тим більше помилок.

Узгодженість суджень оцінюється індексом узгодженості (CI) або відношенням узгодженості (CR) за такими виразами:

$$CI = \frac{l_{\max} - m}{m - 1}; \quad (5)$$

$$CR = \frac{CI}{CIS}, \quad (6)$$

де m — порядок матриці попарних порівнянь; CIS — середнє значення (математичне очікування) індексу узгодженості, випадковим чином складеної матриці попарних порівнянь $[S]$, яке базується на експериментальних даних (табл. 1). Як допустиме використовується значення $CR \leq 0,10$. Якщо для матриці парних рівнянь відношення узгодженості $CR \leq 0,10$, то це свідчить про істотне порушення логічності суджень, допущених експертом при заповненні матриці.

Таблиця 1. Середнє значення індексу узгодженості (CIS)

m	1	2	3	4	5	6	7	8
CRS	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41
m	9	10	11	12	13	14	15	—
CRS	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59	—

Експерту пропонується переглянути дані, використані для побудови матриці, щоб покращити однорідність. Проводяться збір і обробка необхід-

них для розрахунків експертних даних. Згідно з існуючими рекомендаціями, група експертів не повинна перевищувати 20 осіб [8].

В експертному опитуванні брали участь чотири завідувачі промисловим виробництвом, чотири інженери-технологи і два спеціалісти з великим стажем роботи. Відбір експертів здійснювався на основі компетентності, відсутності особистої зацікавленості в результаті експертизи, креативності (широти знань). Після вибору експертів їм запропоновано заповнити анкету, в якій надана текстова частина, що пояснює правила експертизи, квадратні матриці попарних рівнянь відповідно до наданої ієрархічної моделі важливості показників якості щодо функціональності харчових продуктів. Для обробки експертних даних використовувався метод усереднення значень оцінок експертів по кожній з пар порівнюваних критеріїв, тобто знаходилося геометричне середнє для набору експертних оцінок, що відносяться до однієї і тієї ж пари критеріїв, обчислених таким чином:

$$a_{ij}^G = \sqrt[n]{a_{ij}^1 a_{ij}^2 \dots a_{ij}^n} . \quad (7)$$

Математична модель розрахунків за розробленою методикою реалізована у вигляді комп'ютерної програми у середовищі MathCAD. Результати розрахунків згідно з моделлю представлені в табл. 2.

Розрахунок індексів узгодженості та відношень узгодженості свідчить про дотримання логічності суджень при заповненні матриць попарних порівнянь. Отримані значення векторів $W_{(s_j^S)}$ використовуються при визначенні векторів пріоритетів альтернатив відносно всіх елементів ієрархії. Обчислення векторів пріоритетів альтернатив проводиться за формулою:

$$W_{s_j^G} = \left[W_{s_1^{i-1}}^G, W_{s_2^{i-1}}^G, \dots, W_{s_m^{i-1}}^G \right] W_{s_j^{i-1}}^S, \quad (8)$$

де $W_{s_j^G}$ — вектор пріоритетів альтернатив відносно елемента S_1^{i-1} , що визначає j -й стовпець матриці; $W_{s_j^{i-1}}^S$ — вектор пріоритетів елементів $S_1^{(i-1)}, \dots, S_n^{(i-1)}$, пов'язаних з елементом S_j^i верхнього рівня ієрархії.

Таблиця 2. **Важливість КПЯ** (нормований власний вектор)

Групи властивостей показників	Нормований власний вектор, W
1	2
Комплексний показник якості групи органолептичних властивостей	
Консистенція	0,140
Зовнішній вигляд	0,343
Запах	0,260
Смак	0,226
Колір	0,031
Комплексний показник якості групи фізико-хімічних властивостей	
Масова частка сухих речовин	0,177
Масова частка цукру	0,052

1	2
Масова частка пектинових речовин	0,073
Масова частка титрованих кислот	0,102
Масова частка м'якоті	0,390
pH	0,206
Комплексний показник якості групи біологічної цінності	
Білки	0,601
Жири	0,054
Вуглеводи	0,091
Мінеральні речовини	0,161
Вітаміни	0,094
Комплексний показник загальної функціональності	
Есенціальні нутрієнти і мікроелементи	0,141
Дієтичні, діабетичні, баластні	0,141
Енергетичні, тонізуючі, заспокійливі	0,455
Лікувальні, спортивні	0,263
Комплексний показник якості структурно-механічних властивостей	
В'язкість	0,351
Пружність	0,095
Пластичність	0,068
Щільність	0,185
Прозорість	0,302
Комплексний показник якості санітарно-гігієнічних властивостей	
Мікробіологічні показники	0,750
Засвоєваність	0,250

Отримані значення векторів $W_{(S_j^S)}$ використовуються при визначенні векторів пріоритетів альтернатив відносно всіх елементів ієрархії. Загальний вигляд виразу для обчислення векторів пріоритетів альтернатив визначається за формулою:

$$W_{S_j^G} = \left[W_{S_1^{i-1}}^G, W_{S_2^{i-1}}^G, \dots, W_{S_m^{i-1}}^G \right] W_{S_j^{i-1}}^S, \quad (8)$$

де $W_{S_j^G}$ — вектор пріоритетів альтернатив відносно елемента S_1^{i-1} , що визначає j -й стовпець матриці; $W_{S_j^{i-1}}^S$ — вектор пріоритетів елементів $S_1^{(i-1)}, \dots, S_n^{(i-1)}$, пов'язаних з елементом S_j^i верхнього рівня ієрархії.

Розширимо процедуру оцінки узгодженості на всю ієрархію. Основна мета такого розширення — оцінити загальну неузгодженість інформації по всій ієрархічній моделі, зумовлену накопиченням похибки, пов'язаної з неузгодженими показниками локальних суджень.

Поняття глобального індексу узгодженості визначається як сума всіх наявних індексів узгодженості, при цьому кожен з них зважується глобальним пріоритетом елемента ієрархії, для якого він був розрахований.

Якщо позначити індекс узгодженості, розрахований для елемента h_j^k , де $(k = 1, \dots, N-1; j = 1, \dots, pk)$, через CI_j^k , а вектор таких індексів елементів

k -ого рівня — через CI^k , то глобальний індекс узгодженості визначається за формулою:

$$C = CI^0 + \sum_{k=1}^{N-1} W^{0,k} CI^k . \quad (9)$$

Аналогічним чином розраховується середнє значення глобального індексу узгодженості як випадкової величини:

$$CS = CIS^0 + \sum_{k=1}^{N-1} W^{0,k} CIS^k . \quad (10)$$

Відношення узгодженості визначається за формулою:

$$CR = \frac{C}{CS} . \quad (11)$$

Ієрархія вважається погодженою, якщо значення CR не перевищує рівня 0,1. За результатами розрахунку підсумкового вектора пріоритету можна зробити висновок, що найбільшу важливість з точки зору розглянутих критеріїв мають функціональні продукти загальнозміцнюючої дії (табл. 3).

Таблиця 3. Важливість груп функціональності щодо нормативних параметрів якості і безпеки (нормований власний вектор)

Групи функціональності	Нормований власний вектор, W
Загальнозміцнюючої дії	0,530
Спеціального призначення	0,275
Профілактичної дії	0,080
Адаптогенної дії	0,114

Висновки

Отже, насамперед необхідно збільшувати обсяги виробництва харчових продуктів загальнозміцнюючої дії відносно розробки нормативних параметрів якості та безпечності, які можуть значно вплинути на розвиток функціональної продукції в Україні.

Метод аналізу ієрархій являє собою досить якісну процедуру для знаходження вагових коефіцієнтів процесів, які використовуються при розрахунку інтегрального комплексного показника якості функціональної продукції. Визначення основних параметрів якості та безпечності харчових продуктів дає змогу отримати найбільш об'єктивне і достовірне значення інтегрального показника результативності комплексного показника якості, що сприяє прийняттю раціональних рішень на стадіях виробництва функціональної продукції. Застосування апарату МАІ надає можливість врахувати у виборі всі нормативні параметри якості та безпечності харчових продуктів, визначити напрями інноваційного процесу структурування показників у вигляді цілісної ієрархії. При цьому виробництво продукції функціонального призначення забезпечує можливість цілеспрямовано підвищувати рівень визначення типу функціональності на основі узгоджених комплексних показників якості та їх критеріїв.

Література

1. Сердюк А.М. Еколого-гігієнічні проблеми харчування // Журнал Академії медичних наук України. — 2002. — Т. 8, № 4. — С. 677—684.
2. Пересічний М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко // Монографія. — Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. — 718 с.
3. Євстрат Д.І. Застосування методу аналізу ієрархій для оцінки маркетингової активності торговельних підприємств // Математичні методи та моделі в економіці. — 2012. — № 2. — С. 66—71.
4. Аминова И.Я. Кондитерские изделия функционального назначения с добавлением овсяной муки / И.Я. Аминова, М.Ю. Тамова, В.К. Кочетов // Известия вузов. Пищ. Технология. — 2010. — № 1. — С. 121—122.
5. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: Навчальний посібник / І.В. Сирохман — Київ : Центр учбової літератури, 2009. — 543 с.
6. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, С. Кери ; [пер. с англ.]. — Москва : «Радио и связь», 1991. — 222 с.
7. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст] : учеб. пособие / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — Москва : Финансы и статистика, 2001. — 359 с.
8. Евланов Л.Г. Экспертные оценки в управлении [Текст] : учебник / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. — Москва : Экономика, 1978. — 129 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

О.В. Жулинская, К.В. Свидло, Б.А. Половин

Харьковский торгово-экономический институт КНТЭУ

Статья посвящена применению метода анализа иерархий для определения параметров качества и безопасности функциональных пищевых продуктов. С применением интегрированной системы решения математических, инженерно-технических и научных задач проведено последовательное использование данной методики на примере сравнительных оценок комплексных показателей качества, что позволяет разработать нормативные параметры качества и безопасности, а также нормы, которые бы обязывали производителей соответственно маркировать пищевые продукты, имеющие статус функциональных.

Ключевые слова: функциональные пищевые продукты, управления качеством и безопасностью, метод анализа иерархий, НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point), интегрированная система, сравнительные характеристики.