

Л.М. Віткін¹, С.М. Лапач², О.Р. Ролько³

¹ Міністерство економічного розвитку та торгівлі України, Київ

² Національний технічний університет «КПІ», Київ

³ ТОВ «Черкаська продовольча компанія», Черкаси

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНОЇ МІРИ БЕЗПЕЧНОСТІ

У статті проаналізована система оцінювання якості продукції з використанням віртуальної міри якості. Запропонована вдосконалена математична модель системи оцінювання безпечності харчових продуктів з використанням віртуальної міри безпечності.

Ключові слова: безпечність продуктів, рівень безпечності, профіль безпечності, віртуальна міра безпечності, система управління, система управління безпечністю харчових продуктів.

Вступ

Постановка проблеми. В основі сучасного уявлення про якість харчових продуктів (ХП) лежить принцип максимальної задоволеності потреб споживача у безпечній продукції, яка вироблена в безпечних умовах праці. Сьогодні підтвердження відповідності продукції здійснюється двома шляхами: декларування якості продукції підприємством та сертифікація продукції незалежною організацією. Такий підхід не задовольняє сучасних вимог щодо забезпечення високого рівня безпечності ХП, що може привести до негативних наслідків. Згідно з [1], безпечність ХП — поняття, що ХП, не спричинить шкоди споживачеві, якщо його приготовлено та/або спожито в їжу відповідно до його використання за призначеністю. Для практичного оцінювання безпечності продукції користуються показниками безпеки, які є кількісними оцінками вмісту небезпечних чинників в харчових продуктах, які, згідно з [1], є біологічний хімічний або фізичний агент у харчовому продукті, або стан харчового продукту, що потенційно може спричинити негативний вплив на здоров'я людини. Згідно з [2] вводиться нове поняття параметри безпечності.

Сьогодні існує методологічне забезпечення вимірювання окремих характеристик (властивостей) продукції. Методологічне забезпечення кількісного оцінювання безпечності ХП в комплексному розумінні цього терміну практично відсутнє, навіть за умови, що значення стандартизованих характеристик виміряні достатньо достовірно.

Метою будь-якого вимірювання є отримання кількісної достовірної інформації стосовно об'єкта вимірювання. Основою будь-якого вимірювання є порівняння вимірюваної величини з мірою [3]. Специфікою кваліметричних вимірювань є відсутність конкретних фізичних мір якості тієї чи іншої продукції,

що становить основну проблему реалізації цих вимірювань. Кваліметричний підхід базується на визначенні комплексного показника та його одиничних складових.

Предметом вивчення науки кваліметрії є кількісне оцінювання якості продукції, а результатом вимірювання — рівень якості продукції. Теорія кваліметрії через специфічність об'єкта дослідження (продукції) розвинута недостатньо. Розвиток теоретичних основ кваліметрії є актуальним та має науково-практичний інтерес.

Зв'язок роботи з науковими завданнями. «Угода про асоціацію та зону вільної торгівлі між Україною та Європейським Союзом (ЄС)», ратифікованою Верховною Радою України 16.09.2014 р.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами [4] розроблено і проаналізовано методологію побудови системи оцінювання якості продукції та її відповідності встановленим вимогам із використанням віртуальної міри якості, сформованої на основі базового профілю якості та зваженої евклідової моделі багатовимірного шкалювання. Система дає можливість отримати однозначну та об'єктивну оцінку рівня якості досліджуваної продукції.

Авторами [5] розглянуто основні проблеми теорії кваліметричних вимірювань, зокрема: питання теорії вимірювання якості продукції, теорії міри якості та синтезу багатовимірних кваліметричних шкал. Проаналізовано шляхи їх розв'язання.

Вимірювання безпечності ХП науковцями країн світу ще не досліджено. Для вирішення проблеми безпечності на підприємстві харчової промисловості необхідні додаткові дослідження. Вирішенню цієї задачі присвячена робота авторів.

Мета статті. Розроблення методологічного забезпечення кваліметричних вимірювань під час комплексного оцінювання безпечності ХП. Підвищення рівня безпечності ХП.

Основна частина

Кваліметрія — розділ метрології, наука щодо принципів і методів кількісного оцінювання властивостей досліджуваного об'єкта [6]. Усі методи, які застосовуються у кваліметрії, поділяються на дві групи:

1). Диференціальні, застосовувані у процесі оцінювання одиничних показників і вибору найвагоміших із них.

Переваги методу: порівняння окремих показників якості з їх базовим значенням проводиться роздільно.

Недоліки методу:

– різниця між отриманим і базовим значеннями показників одних властивостей об'єкта може бути більшою, для других — меншою, що робить неможливим зробити висновок щодо рівня безпечності ХП як цілісного об'єкта;

– не враховується рівень впливу різних факторів на об'єкт, їх вагомість, у випадку великої їх кількості.

2). Комплексні, які поєднують велику кількість одиничних показників, і використовуються, у більшості випадків, під час оцінювання загальної характеристики об'єкта [4].

Комплексне оцінювання можна розглядати, як двоетапний процес, у якому на першому етапі відбувається оцінювання одиничних показників досліджуваного об'єкта, а на другому — оцінювання складних показників та їх згортка до оцінювання характеристики об'єкта у цілому.

Комплексний показник можна виразити двома способами:

– функціональною залежністю головного абсолютного показника P_v від вихідних одиничних абсолютних показників P_i , тобто $P_v = f(P_i)$;

– як середній зважений (арифметичний або геометричний) відносний показник $\overline{K_z}$ із вихідних одиничних показників K_i .

Якщо є вся необхідна інформація, використовують перший спосіб, який на практиці застосовується досить рідко, оскільки одиничні показники мають різну фізичну природу.

Переваги методу: врахування впливу окремих властивостей об'єкта на оцінювання рівня безпечності у цілому.

Недоліки методу: усереднення одиничних показників різної природи без індивідуального порівняння однорідних показників.

Кваліметричні вимірювання складаються із двох основних етапів [4]:

– вимірювання різних характеристик (властивостей) продукції: хімічний склад, механічних, електричних, просторових тощо;

– оцінювання якості продукції шляхом визначення рівня якості на основі отриманих результатів вимірювань її характеристик чи властивостей.

Такий підхід з позиції теорії вимірювань дозволяє вважати кваліметричні вимірювання непрямыми вимірюваннями.

«Віртуальна міра якості» — це відображення реальної фізичної міри якості, виражене математичними і програмними засобами [4]. Віртуальність виражається у сенсі віртуальної імітації певних функцій приладу математичними і програмними засобами. Автори [4, 5] застосували цей підхід для побудови системи оцінювання якості продукції.

Автори статті пропонують використати цей підхід для побудови системи оцінювання рівня безпечності ХП. Автори пропонують ввести новий науково-технічний термін «**віртуальна міра безпечності ХП — ВМБХП**».

Для означення терміну ВМБХП використаємо основні положення технології віртуальних вимірювальних приладів, як однієї із високих інформаційних технологій [7] і теорії множин, як відповідного розділу математики.

Суть технології віртуальних вимірювальних приладів полягає у комп'ютерній програмній імітації реальних фізичних вимірювальних приладів.

Отже, **ВМБХП** — це відображення реальної фізичної міри безпечності ХП, виражене математичними і програмними засобами.

З іншого боку, *безпечність* ХП визначається її об'єктивними особливостями, які можуть проявлятися під час розроблення, виготовлення, транспортування, зберігання та споживання ХП і можуть спричинити шкоду споживачеві [1].

Виходячи із вищесказаного, можна зробити висновок, що **ВМБХП** — певна множина (сукупність, об'єднання) деяких довільних об'єктів (елементів), об'єднаних за певними загальними для них властивостями (ознаками). Такими об'єктами (елементами) є одиничні абсолютні або відносні показники безпеки ХП.

Множини є предметом розгляду **теорії множин** [8], яка вивчає питання будови точкових множин у *n*-вимірному евклідовому просторі (де *n* — кількість координат), в якому і здійснюється оцінювання явища. Кількість одиничних показників дорівнює числу координат багатовимірного евклідового простору. Ці показники можуть мати різну фізичну природу та різні розмірності. Вони відображаються точками на відповідних координатах. Масштаби за окремими *j*-ми координатними осями є різними і визначаються коефіцієнтами вагомості відповідних одиничних абсолютних показників.

В [9] автори побудували оптимізаційну модель оцінювання ризику безпечності окремих видів продукції, використавши при цьому ідею введення метрики в простір цільових функцій [10].

Суть запропонованого підходу в тому, що кожному виду продукції з певним ступенем ризику ставиться у відповідність точка в багатовимірному просторі (точніше, у m -вимірному, де m – кількість факторів), координатами якої є параметри, що його описують. Простір нормовано в одиничний гіперкуб таким чином, що по кожній координаті рух від 0 до 1 відповідає зміні параметру від найкращого до найгіршого значення. Точка з координатами $\{1, 1, 1, \dots, 1\}$ завжди відповідає гіпотетичному найгіршому об'єкту, з максимальним рівнем ризику. Геометрична відстань від цієї вершини гіперкуба до точки, яка відповідає положенню конкретного об'єкта, відповідає віддаленості її від нормованого значення і може слугувати доповненням до величини комплексного показника об'єкта. Таким чином, ми маємо строго, формалізовану процедуру отримання комплексного критерію, що має ясну геометричну інтерпретацію. У випадку нерівнозначності різних параметрів при обчисленні відстаней достатньо в формулу обчислення відстані додати множники вагових коефіцієнтів, що відповідають значущості параметрів.

Нормування відбувається в залежності від того, як зміна фактора впливає на результуючу функцію. Для нормування вихідної змінної y_j (у випадку, якщо зміна фактора від мінімального до максимального рівня приводить до зниження ризику), використовується наступна формула

$$y'_{ju} = \frac{y_{j\max} - y_{ju}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \quad (1)$$

У випадку, якщо зміна фактора від мінімального до максимального рівня приводить до збільшення ризику, використовується наступна формула

$$y'_{ju} = \frac{y_{ju} - y_{j\min}}{y_{j\max} - y_{j\min}} \quad (2)$$

де $y_{j\max}$ – максимальне можливе значення для j -го фактору, $y_{j\min}$ – мінімальне можливе значення для j -го фактору, y_{ju} – поточне значення j -го фактору, y'_{ju} – нормоване поточне значення.

Вибрані в роботі умовні рівні факторів: Н, С, В (табл. 1).

Таблиця 1

Значення рівнів факторів

Умовні позначення		Відповідає формулі (2)	Відповідає формулі (1)
Низький	Н	0	1
Середній	С	0,5	0,5
Високий	В	1	0

Відстань між ідеальною (найменш ризикованою) та поточною точкою визначається як евклідова з додаванням вагового коефіцієнту, що дозволяє ура-

хувати нерівнозначність досягнення оптимуму окремих критеріїв для загальної мети. Вона (відстань) обчислюється за формулою

$$L_u = \sqrt{\sum_{j=1}^m W_j^2 (y'_{ju} - 0)^2} \quad (3)$$

Тут L_u – відстань від ідеальної точки для u -го об'єкта; m – кількість факторів ризику; j – номер поточного фактору ризику; y'_{ju} – нормоване значення j -го фактору ризику для u -го об'єкта; W_j – ваговий коефіцієнт, що визначає значущість j -го фактору ризику, при цьому виконується умова $\sum_{j=1}^m W_j = 1$. 0 відповідає координатам ідеальної точки

в нормованих координатах.

Значення L_u змінюється від 0 (для найменш ризикованої продукції) до 1 (для найбільш ризикованої продукції).

Для визначення комплексного показника окремих видів продукції зручно користуватися величиною, що доповнює відстань до 1, а саме: $G_u = 1 - L_u$.

Значення G_u тим більше, чим ближче об'єкт до ідеальної точки. Це дозволяє отримати зручний для порівняння комплексний показник об'єктів: чим менший ризик – тим більше значення комплексного показника він має.

Задача визначення вагових коефіцієнтів при великій кількості факторів ризику є дуже складною. З одного боку, неточне завдання ваги зовсім змінює розраховані комплексні показники, з другого боку, при великій кількості параметрів – це задача по складності порівняння з самою побудовою комплексного показника. Як правило, при кількості параметрів, більшій ніж 3...4, навіть висококваліфікований спеціаліст має труднощі з цією задачею. Тому в таких випадках використовується процедура формалізованого визначення вагових коефіцієнтів, яка базується на попарному порівнянні значущості параметрів [11].

У кваліметрії розглянута вище множина деяких довільних об'єктів (елементів) має назву «профіль якості», який є сукупністю кількісних одиничних показників якості продукції.

Автори пропонують ввести новий науково-технічний термін «профіль безпечності», який є сукупністю кількісних одиничних показників безпеки ХП.

Класифікація профілів безпечності:

I група — базові профілі безпечності P_B , сформовані із базових показників безпеки ХП, числові значення яких встановлюють теоретичними розрахунками.

II група — оцінювані профілі безпечності P_o , сформовані із оцінюваних показників безпеки ХП, числові значення яких визначають експерименталь-

но шляхом вимірювання відповідних властивостей досліджуваного об'єкта.

Якщо порівняти оцінюваний профіль безпеки з базовим профілем безпеки, то отримаємо число, яке автори пропонують назвати **рівнем безпеки харчової продукції (РБХП)**, тобто, рівнем ризику споживача від споживання певної харчової продукції.

Базовий профіль безпеки ХП, сформований із одиничних базових абсолютних або відносних показників є *віртуальною мірою безпеки ХП*.

Побудова профілів безпеки ХП:

1. *Одиничні абсолютні показники*. Рівень безпеки ХП залежить від багатьох факторів, кожний із яких має різний вплив, який можна виразити через зважені коефіцієнти: абсолютний $P_{зв,j}$ і відносний $K_{зв,j}$, враховуючи коефіцієнти вагомості.

Отже, базовий профіль безпеки $\Pi_{р Б}$ формується як сукупність одиничних зважених базових абсолютних показників безпеки ХП: $P_{Б,зв,j}, j=1, \dots, n$;

$$\Pi_{р Б} = \{P_{Б,зв,1}; P_{Б,зв,2}; \dots; P_{Б,зв,n}\}, \quad (4)$$

$$P_{Б,зв,j} = P_{Б,j} \cdot \vartheta_j, \quad (5)$$

де: $P_{Б,j}$ – значення j -го одиничного базового абсолютного показника;

n – кількість одиничних показників;

ϑ_j – нормалізований коефіцієнт вагомості аб-

солютного показника $P_{Б,j}$, тобто $\sum_{j=1}^n \vartheta_j = 1$. Коефі-

цієнт вагомості ϑ_j визначається методом експертних оцінок.

Аналогічно формується оцінюваний профіль безпеки $\Pi_{ро}$.

2. *Одиничні відносні показники*. Базовий профіль безпеки $\Pi_{К Б}$ формується як сукупність одиничних зважених базових відносних показників: $K_{Б,зв,j}, j=1, 2, \dots, n$;

$$\Pi_{К Б} = \{K_{Б,зв,1}; K_{Б,зв,2}; \dots; K_{Б,зв,n}\}, \quad (6)$$

$$K_{Б,зв,j} = K_{Б,j} \cdot m_j, \quad (7)$$

де: $K_{Б,j}$ – значення j -го одиничного базового відносного показника;

n – кількість одиничних показників;

m_j – нормалізований коефіцієнт вагомості від-

носного показника $K_{Б,j}$, тобто $\sum_{j=1}^n m_j = 1$.

Значення одиничних відносних показників завжди лежать в межах $0 \leq K_j \leq 1$.

$$K_j = P_{о,j}/P_{Б,j}. \quad (8)$$

Аналогічно формується оцінюваний профіль безпеки $\Pi_{КО}$.

Методика визначення рівня безпеки ХП з використанням ВМБХП

Для визначення рівня безпеки **РБХП** використаємо зважену «евклідову модель» індивідуальних відмінностей, яка дозволяє отримати однозначну оцінку рівня безпеки ХП шляхом порівняння оцінюваного профілю безпеки ХП із базовим профілем, тобто із віртуальною мірою безпеки [4, 5].

Порівняння профілів $\Pi_{КО}$ і $\Pi_{К Б}$ здійснюється шляхом визначення різниць між відповідними одиничними зваженими оцінюваними показниками $K_{О,зв,j}$ і базовими $K_{Б,зв,j}$. Абсолютну відмінність $\Delta\Pi$ між цими показниками визначаємо як середнє квадратичне значення із суми квадратів отриманих різниць за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (K_{О,зв,j} - K_{Б,зв,j})^2} = \\ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n m_j^2 (K_{О,j} - K_{Б,j})^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

З аналізу формули (9) маємо, що $\Delta\Pi$ змінюється у діапазоні від 0 до 1, тобто $\Delta\Pi \in [0,1]$. Чим ближче значення $\Delta\Pi$ до нуля, тим ближчі значення оцінюваних показників до базових, а безпека ХП нижча. На основі отриманого значення $\Delta\Pi$ можна побудувати шкалу рівня безпеки ХП, згідно з якою:

$$\text{РБХП} = (1 - \Delta\Pi)100\%. \quad (10)$$

Отже, РБХП, визначений за розробленою методикою, змінюється від 0 до 100%. Шкала рівня безпеки ХП зображена на рис. 1. Схема системи оцінювання рівня безпеки ХП зображена на рис. 2.

РБХП = 0 — продукція не містить небезпечних чинників;

$0 < \text{РБХП} < 50$ — продукція містить небезпечні чинники, рівень безпеки ХП високий;

$50 \leq \text{РБХП} < 90$ — продукція містить небезпечні чинники, рівень безпеки ХП середній;

$90 \leq \text{РБХП} < 100$ — продукція містить небезпечні чинники, рівень безпеки ХП низький;

РБХП = 100 — продукція містить небезпечні чинники, вміст яких наближається до нормованого значення. Рівень безпеки ХП низький, наближається до граничного, необхідні термінові заходи.

Відповідно до методики реалізації кваліметричних вимірювань визначення рівня безпеки здійснюється двома етапами. На першому етапі вимірюються основні параметри безпеки ХП, які мають визначальний вплив на безпеку ХП і формується оцінюваний профіль $\Pi_{ро}$. На другому етапі здійснюється опрацювання результатів проведених вимірювань з метою визначення рівня безпеки.

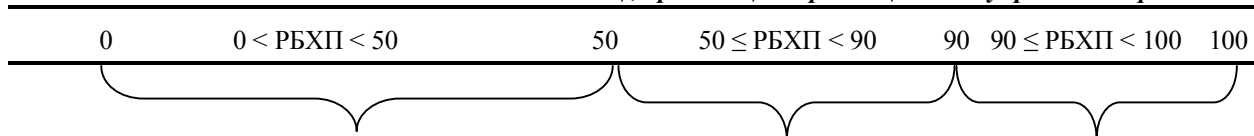


Рис. 1. Шкала рівня безпеки харчових продуктів в процентах

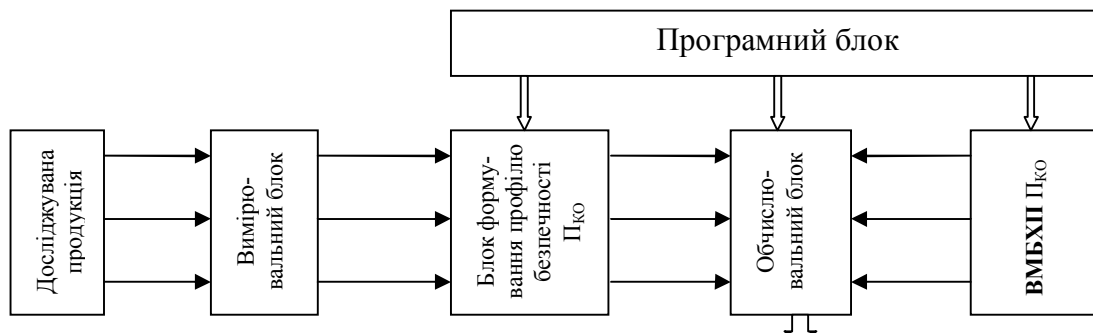


Рис. 2. Схема системи оцінювання рівня безпеки

На основі розглянутого вище методу автори пропонують розширене трактування поняття **безпеки продукції**, яке не обмежується сукупністю характеристик (параметрів) продукції, а розглядається як **ступінь відповідності відмінних властивостей продукції, встановленим (в законодавчому порядку, підприємством, контрактом) або реально прогнозованим вимогам споживачів та інших зацікавлених сторін.**

Результати дослідження

ТОВ «ЧПК» провело аналіз рівня безпеки окремих видів продукції за 2014 та 2015 роки: варено-копчені ковбаси: ковбаса «Московська» (табл. 2); сирокопчені ковбаси: ковбаса сирокопчена вищого сорту „Св’ятова” (табл. 3) та варені ковбаси (табл. 4).

Таблиця 2

Фактичний вміст небезпечних чинників в ковбасі «Московській»

Назва параметру безпеки та деяких показників якості в (мг/кг)	Нормоване значення показника	Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості та в номінальній катег. за 2014 р.		Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості за 2015 рік		Значення параметру безпеки та деяких показників якості в номінальних категоріях за 2015 рік		Значимість факторів ризику (вагові коефіцієнти)
		3	4	1 кв.	2 кв.	1 кв.	2 кв.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хімічні чинники, не біл.:								
Мідь	5,0	2,5	С	3,5	3,6	В	В	0,001
Цинк	70,0	20	Н	28	30	Н	Н	0,001
Свинець	0,5	0,01	Н	0,03	0,03	Н	Н	0,020
Кадмій	0,03	0,01	Н	0,02	0,02	В	В	0,008
Миш’як	0,1	0	Н	0	0	Н	Н	0,181
Нітрит натрію	0,005	0,005	В	0,005	0,005	В	В	0,159
Афлотоксини,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,008
нітрозаміни,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,005
гормональні преп,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,085
пестициди,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,007
радіо акт. ел-ти, бк/кг:								
Цезій 137,	200	180	В	190	150	В	В	0,109
стронцій 90	20	10	С	10	18	С	В	0,105
Біологічні чинники:								
бактерії групи кишкової палички в 1 г, сульфітредуруючі клостридії в 0,01 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,058
патогенні мікроорганізми в 25 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,057
стафілокок в 1 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,041
ГМО	Не біл. 0,9%	0	Н	0	0	Н	Н	0,040
Температура зберігання	Не біл. 6°C, біл. 1 міс.	5	В	5	5	В	В	0,109
Відносна вологість	від 75 - 78%	77	В	77	78	В	В	0,005

Таблиця 3

Фактичний вміст небезпечних чинників в ковбасі «Св'ятковій»

Назва параметру безпеки та деяких показників якості, в (мг/кг)	Нормоване значення показника	Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості та в номін. категор. за 2014 р.		Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості за 2015 рік		Значення параметру безпеки та деяких показників якості в номінальних категоріях за 2015 рік		Значимість факторів ризику (вагові коефіцієнти)
				1 кв.	2 кв.	1 кв.	2 кв.	
Хім. чинники, не біл.:								
Мідь	5,0	1,5	Н	1,0	0,8	Н	Н	0,001
Цинк	70,0	10	Н	12	10	Н	Н	0,001
Свинець	0,5	0,01	Н	0,01	0	Н	Н	0,020
Кадмій	0,03	0,01	Н	0,012	0	С	Н	0,008
Миш'як	0,1	0	Н	0	0	Н	Н	0,181
Нітрит натрію	0,005	0,005	В	0,005	0,005	В	В	0,159
Афлотоксини,	Не допуск.	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,008
Нітрозаміни,	Не допуск.	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,005
гормональні препарат.,	Не допуск.	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,085
пестициди, радіоактивні елементи, бк/кг:	Не допуск.	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,007
Цезій 137,	200	100	С	107	97	С	С	0,109
стронцій 90	20	7	Н	11	8	С	С	0,105
Біологічні чинники:								
бактерії групи кишкової палички в 1 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,058
сульфітредукуючі клостридії в 0,01 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,057
патогенні мікроорг. в 25 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,041
стафілокок в 1 г	Відсутні	Відс.	Н	Відс.	Відс.	Н	Н	0,040
ГМО	Не біл. 0,9%	0	Н	0	0	Н	Н	0,001
Температура зберігання	t° не біл. 15°C не біл. 4 місяц	5	Н	5	6	Н	Н	0,109
Відносна вологість	від 75 - 78%	77	В	77	77	В	В	0,005

Таблиця 4

Фактичний вміст небезпечних чинників в варених ковбасах

Назва параметру безпеки та деяких показників якості, в (мг/кг)	Нормоване значення показника	Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості та в номін. категор. за 2014 рік		Фактичне середнє значення параметру безпеки та деяких показників якості за 2015 рік		Значення параметру безпеки та деяких показників якості в номінальних категоріях за 2015 рік		Значимість факторів ризику (вагові коефіцієнти)
				1 кв.	2 кв.	1 кв.	2 кв.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хім. чинн., не біл.:								
Мідь	5,0	1,5	Н	1,5	0	Н	Н	0,001
Цинк	70,0	20	Н	20	8	Н	Н	0,001
Свинець	0,5	0,01	Н	0,01	0	Н	Н	0,020
Кадмій	0,03	0,01	Н	0,01	0	Н	Н	0,008
Миш'як	0,1	0	Н	0	0	Н	Н	0,181
Нітрит натрію	0,005	0,005	В	0,005	0,005	В	В	0,159
Афлотоксини,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,008
нітрозаміни,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,005
гормональні препарати,	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,085
пестициди, радіоактивні елементи, бк/кг:	Не допуск.	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,007
Цезій 137,	200	70	Н	70	50	Н	Н	0,109
стронцій 90	20	10	С	10	12	С	С	0,105
Біологічні чинники:								
кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО, в 1г продукту	≤ 1.0*10;	1.0*10;	В	1.0*10;	1.0*10;	В	В	0,040
бактерії групи кишкової палички в 1 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,048
сульфітредукуючі клостридії в 0,01 г,	Відсутні	Відс.	Н	Відсутні	Відсутні	Н	Н	0,047

1	2	3	4	5	6	7	8	9
патогенні мікроорганізми в 25 г, стафілокок в 1 г, ГМО	Відсутні Відсутні ≤ 0,9 %	Відс.і Відс. 0	Н Н Н	Відсутні Відсутні 0	Відсутні Відсутні 0	Н Н Н	Н Н Н	0,031 0,030 0,001
Температура зберігання	Від 0 до 6° С. Вищ.сорт – 72 год	5	77	5	3,5	В	С	0,109
Відносна вологість	від 75 - 78%.	В	В	77	76	В	С	0,005

Завдання дослідження: визначити продукцію з низьким та високим рівнем безпечності. Для цього необхідно отримати значення функції для всього інтервалу її теоретичного визначення: від 0 (мінімум ризику) до 1 (максимум ризику). Значимість факторів

ризик (вагові коефіцієнти) визначені методом експертного оцінювання, використовуючи попарні порівняння. Розрахунок значення ризику проведений за допомогою програми «Optime Choice». Результати моделювання ризику наведені в табл. 5 – 8.

Таблиця 5

Результати моделювання ризику в 2014 р.

	Мідь (мг/кг)	Цинк (мг/кг)	Свинець (мг/кг)	Кадмій (мг/кг)	Миш'як (мг/кг)	Нітрит натрію (мг/кг)	Цезій (мг/кг)	Стронцій 90 (мг/кг)	ГМО (мг/кг)	Температура зберігання, °С	Відносна вологість, %
Св'ятова	1,50	10	0,01	0,01	0	0,005	100	7	0	5	77
Варені	1,5	20	0,01	0,01	0	0,005	70	10	0	5	77
Московська	2,5	20	0,01	0,01	0	0,005	180	10	0	5	77
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	75
MAX	5	70	0,5	0,03	0,1	0,005	200	20	0,9	6	78
Вага	0,001	0,001	0,02	0,008	0,181	0,159	0,109	0,105	0,001	0,109	0,005
Ціль	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min

Таблиця 6

Результати пошуку оптимального об'єкту

Критерії	Мідь (мг/кг)	Цинк (мг/кг)	Свинець (мг/кг)	Кадмій (мг/кг)	Миш'як (мг/кг)	Нітрит натрію (мг/кг)	Цезій (мг/кг)	Стронцій 90 (мг/кг)	ГМО (мг/кг)	Темп. збер., °С	Відн. волог. %
Цілі	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
Вагові коефіцієнти	0,0014	0,0014	0,0286	0,0114	0,2589	0,2275	0,1559	0,1502	0,0014	0,1560	0,0073
Об'єкти	MIN		Варені ковбаси			Св'ятова		Московська		MAX	
Ефективність	1		0,3755			0,3749		0,2957		0	

Таблиця 7

Результати моделювання ризику в 2015 р.

	Мідь (мг/кг)	Цинк (мг/кг)	Свинець (мг/кг)	Кадмій (мг/кг)	Цезій (мг/кг)	Стронцій 90 (мг/кг)	Температура зберігання, °С	Відносна вологість, %
Св'ятова 1 кв.	1,5	20	0,01	0,01	70	10	5	77
Св'ятова 2 кв.	0,00	8	0	0	50	12	3,5	76
Московська 1 кв.	1,00	12	0,01	0,012	107	11	5	77
Московська 2 кв.	0,80	10	0	0	97	8	6	77
Варені 1 кв.	0,50	30	0,01	0,01	70	10	5	76
Варені 2 кв.	0	8	0	0	50	12	3,5	76
MIN	0	0	0	0	0	0	1	75
MAX	5	70	0,5	0,03	200	20	6	78
Вага	0,001	0,001	0,02	0,008	0,109	0,105	0,109	0,005
Ціль	min	min	min	min	min	min	min	min

Таблиця 8

Результати пошуку оптимального об'єкту в 2015 р.

Критерій	Мідь (мг/кг)	Цинк (мг/кг)	Свинець (мг/кг)	Кадмій (мг/кг)	Цезій (мг/кг)	стронцій 90 (мг/кг)	Температура зберігання, °С	Відносна вологість, %
Ціль	min	min	min	min	min	min	min	min
Вагові коефіцієнти	0,0028	0,0028	0,0559	0,0223	0,3044	0,2933	0,3045	0,0140
Об'єкти	MIN	Св'ятова 2 кв.	Варені 2 кв.	Св'ятова 1 кв.	Варені 1 кв.	Московська 2 кв.	Московська 1 кв.	MAX
Ефективність	1	0,5502	0,5502	0,4390	0,4388	0,3830	0,3448	0

Із проведеного дослідження можна зробити висновок, що рівень безпечності ковбаси «Св'яткова» зменшився в 2 кв. 2015 р. до 0,5502 (середній рівень) проти 0,3749 в 2014 р. (високий рівень), рівень безпечності варених ковбас зменшився відповідно з 0,3755 (високий рівень) до 0,5502 (середній рівень). Рівень безпечності ковбаси «Московська» зменшився в 1 кв. 2015 р. до 0,3830 проти 0,2957 в 2014 р., а в 2 кв. збільшився до 0,3448 і залишився на високому рівні.

Базовий профіль безпечності становить сукупність нормованих значень показника безпечності та деяких показників якості (наведені в табл. 2 – 4).

Оцінюваний профіль безпечності становить – фактичне середнє значення параметру безпечності та деяких показників якості за досліджуваний період (наведені в табл. 2 – 4).

Висновки

1. Одна з основних проблем безпечності ХП – неможливість створення її реальної (фізичної) зразкової міри, з якою можна було б порівнювати досліджувані об'єкти. Тому автори пропонують використати віртуальну міру безпечності, яка є теоретичним аналогом фізичної міри безпечності.

2. Як віртуальну міру безпечності автори пропонують використати базовий профіль безпечності досліджуваних об'єктів, сформований на основі сукупності нормованих значень показника безпечності та деяких показників якості досліджуваної продукції.

3. Запропонована методика побудови системи оцінювання безпечності ХП з використанням віртуальної міри безпечності повністю реалізує процедуру кваліметричних вимірювань і дозволяє визначити рівень безпечності ХП конкретного підприємства в певних умовах виробництва.

4. Запропонований підхід дозволяє визначити продукцію з високим і низьким рівнем ризику для здоров'я споживача.

5. Модель оцінки ризику можна поширити на операції: поставка продукції і продаж.

Список літератури

1. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT) : ДСТУ ISO 22000:2007. — [Чинний від 01.08.2007]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 30 с. — (Національний стандарт України).
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів» від 22.07.2014 р. № 1602-VII. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1602-18>.
3. Метрологія. Терміни та визначення. ДСТУ 2681-94. — [Чинний від 1996-01-01]. — К.: Держстандарт України, 1994. — 68 с. — (Державний стандарт України).
4. Стадник Б. Система оцінювання якості продукції з використанням віртуальної міри якості / Б. Стадник, В. Мотало, А. Мотало // Стандартизація сертифікація, якість. — 2009. — № 2. — С. 48-55.
5. Мотало В. Аналіз основних проблем теорії кваліметричних вимірювань / В. Мотало, А. Мотало // Стандартизація сертифікація, якість. — 2011. — № 1. — С. 60-64.
6. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: Учебник для вузов / И.Ф. Шишкин. — М.: Издательство стандартов, 1991. — 471 с.
7. Евдокимов Ю.К. LabVIEW для радиоинженеров: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербанов. — М.: ДМК Пресс, 2007. — 400 с.
8. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — М.: Наука, 1981. — 543 с.
9. Віткін Л.М. Як визначити ступінь небезпеки продукції / Л.М. Віткін, С.М. Лапач // Стандартизація сертифікація, якість. — 2007. — № 3. — С. 48-54.
10. Лапач С.Н. Статистика в науке и бизнесе / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — К.: Морион, 2002. — 640 с.
11. Лапач С.Н. Применение многокритериальной оптимизации для сравнения препаратов аналогов / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко // Информационные технологии и программно-аппаратные средства в медицине, биологии и экологии. Материалы семинара, часть 3. — К.: Мединформ, 1998. — С. 38-40.

Надійшла до редколегії 2.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.П. Захаров, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Л.М. Виткин, С.Н. Лапач, О.Р. Ролько

В статье проанализирована система оценивания качества продукции с использованием виртуальной меры качества. Предложена усовершенствованная математическая модель системы оценивания безопасности пищевых продуктов с использованием виртуальной меры безопасности.

Ключевые слова: безопасность продуктов, уровень безопасности, профиль безопасности, виртуальная мера безопасности, система менеджмента, система менеджмента безопасностью пищевых продуктов.

SYSTEM OF THE FOOD SAFETY EVALUATION WITH USING OF VIRTUAL SAFETY MEASURE

L.M. Vitkin, S.N. Lapach, O.R. Rolko

The article analyses the system of the product quality evaluation with using of virtual quality measure. Offered the improved math model the system of the food safety evaluation with using of virtual safety measure.

Keywords: product safety, safety level, safety profile, virtual safety measure, management system, food safety management systems.