Radzievskaya Irina, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirska str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Гребень Богдан Володимирович, студ., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Гребень Богдан Владимирович, студ., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Hreben Bogdan, undergraduate, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirska str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Нагорний Владислав Юрійович, студ., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601.

Нагорный Владислав Юрьевич, студ., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601.

Nagornyj Vladislav, undergraduate, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Vladimirska str. 68, Kyiv, Ukraine, 01601.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.

УДК 658.562:06.83

РОЗРОБКА ФІЗІОЛОГІЧНО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

О.В. Жулінська, К.В. Свідло, Л.М. Мостова, Л.Г. Мартиненко

Методом фізичного моделювання розроблено фізіологічну модель забезпечення потреб середньостатистичної людини поживними речовинами. Методом наближення побудовано кількісну оцінку комплексного показника якості їжі у вигляді ряду Тейлора. За одиничні базові показники якості їжі обрано показники добового раціону людини. Невідомі коефіцієнти в ряду Тейлора знаходяться обчисленням похідної від функції одиничних показників якості, отриманої фізіологічно-математичним моделюванням. Відносна похибка обчислення комплексного показника якості за допомогою двох членів

© Жулінська О.В., Свідло К.В., Мостова Л.М., Мартиненко Л.Г., 2016

ряду становить 0,13% в порівнянні з урахуванням усіх членів при відхиленні одиничного показника від базового на максимально допустиму величину 8,4%.

Ключові слова: *моделювання, харчові продукти, показник якості.*

РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГИЧНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

О.В. Жулинская, К.В. Свидло, Л.Н. Мостовая, Л.Г. Мартыненко

Методом физического моделирования разработана физиологическая модель обеспечения потребностей среднестатистического человека питательными веществами. Методом приближения построена количественная оценка комплексного показателя качества пищи в виде ряда Тейлора. В качестве единичных базовых показателей качества пищи выбраны показатели суточного рациона человека. Неизвестные коэффициенты в ряду Тейлора находятся вычислением производной от функции единичных показателей качества, полученной физиологически-математическим моделированием. Относительная погрешность вычисления комплексного показателя качества с помощью двух членов ряда составляет 0,13% в сравнении с учетом всех членов при отклонении единичного показателя от базового на максимально допустимую величину 8,4%.

Ключевые слова: *моделирование, продукты питания, показатель качества.*

DEVELOPMENT OF PHYSIOLOGICAL MATHEMATICAL MODEL FOR FOOD QUALITY ASSESSMENT

O. Zhulinska, K. Svidlo, L. Mostova, L. Martynenko

Modern principles of creating high-quality food products based on the selection and justification of nutria ingredients in such proportions, which would ensure achievement of the prediction quality of the finished product. It is obvious that during the design of such products one must strive to balance food composition on chemical composition. The approach of the quality management system encourages organizations to analyze customer requirements, define processes that contribute to acceptable to the consumer of the product and ensuring permanent control of these processes. The quality system should provide a mechanism of continuous improvement to increase the probability of enhancing the satisfaction of customers and other stakeholders.

Physiological model for providing a human with all required nutrients was developed due to the physiological modelling method. A mathematical evaluation of composite food quality index was made by the approximation method as Taylor series. Unit basic indices of food quality were taken as daily food allowance indices. The estimated range of acceptable values of individual quality food in the daily human diet and shown that they are small compared to the baseline. Unknown coefficients in the Taylor series were determined by calculating a derivative of the function of unit food quality indices, which was obtained by physiological mathematical modelling. The relative error of calculating the composite quality index with two terms makes 0.13% as compared to all included terms with the 8.4%

deviation of the unit index from the basic one. Improved simulation of integrated quality evaluation, provides the possibility of obtaining producer of objective data on competitive shelf life of food products of functional purpose.
Keywords: *modelling, food products, quality index.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Згідно із Законом України «Про безпечність та якість харчових продуктів» якість харчового продукту – це сукупність його властивостей та характерних рис, які здатні задовольнити потреби (вимоги) та побажання тих, хто споживає або використовує цей продукт.

Людина, її життя й здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю [1]. Серед різноманітних чинників, від яких залежить здоров'я людини, одним із основних є якісне харчування. Кожна людина розуміє, що її здоров'я та довголіття безпосередньо залежать від кількісних та якісних показників їжі, яку вона щоденно вживає. У зв'язку з цим підвищення якості харчової продукції, удосконалення та створення нових методів і засобів її вимірювання є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У праці [2] у систематизованому вигляді представлені методи комплексної оцінки якості різних виробів. У загальному вигляді комплексну оцінку якості виробів представляють довільною функцією від відношення різного роду одиничних показників їх властивостей до базового. Кожен показник властивості визначається двома числовими параметрами – відносним показником та вагомістю. Довільну функцію подають у вигляді виразів, за допомогою яких обчислюють середні значення арифметичних, геометричних та гармонійних величин.

Розбіжність кількісних оцінок якості, обчислених за формулами різних середніх велика. Наприклад, для оцінки якості двох виробів за трьома властивостями комплексна оцінка, обчислена за середньою арифметичною формулою, дорівнює 1,26, за середньою геометричною – 1,37, за середньою гармонійною 1,43. У відсотках ця розбіжність дорівнює 12,6%.

У праці [3] кожен показник властивості представлений двовимірним вектором. Цей вектор характеризується, як і в праці [2], двома параметрами в полярній системі координат – довжиною вектора та кутом.

Загальним недоліком відомих методів оцінки комплексної якості виробів є те, що в них науково не обґрунтовано заміну довільної функції комплексної якості іншою.

Мета статті – удосконалення механізму моделювання комплексної оцінки якості харчової продукції для зменшення похибки її вимірювання та, як наслідок, можливості отримання виробником

об’єктивних даних щодо конкурентоспроможності розробленої продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення поставленої мети використаємо відомий метод фізичного моделювання [4]. Суть цього методу полягає в наступному. Вивчаючи конкретну взаємодію між об’єктами, вважають, що інші взаємодії відсутні або дуже малі. Чи можна це робити, у кожному окремому випадку показує дослід.

Предметом дослідження є дія харчових інгредієнтів на людину, яка їх споживає, конкретніше, наукове забезпечення фізіологічних потреб середньостатистичної людини добовою нормою поживних речовин. Модель взаємодії будується на засадах забезпечення потреб людини у відповідних нутрієнтах.

Модель харчового продукту представимо таким чином: добова потреба середньостатистичної дорослої людини в поживних речовинах складається зі спектра нутрієнтів, яка з часом не змінюється. Кожна складова спектра речовин має однакову дію на всі фізіологічні системи людини.

На рисунку уздовж осі ординат у логарифмічному масштабі наведена в процентах добова потреба дорослої людини в різних поживних речовинах [5]. На цьому рисунку поживні речовини розміщено в порядку зменшення маси, необхідної для забезпечення фізіологічних потреб уздовж осі абсцис із постійним кроком від води, вуглеводів, білків, жирів, баластних речовин і так далі до мінеральних речовин, вітамінів та амінокислот – усього 43 речовини.

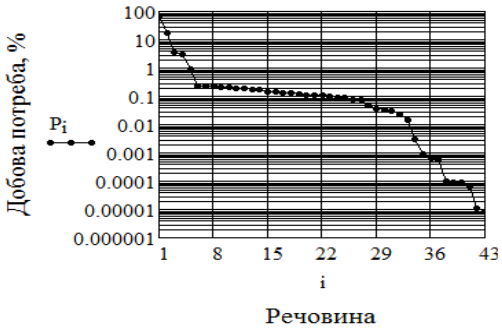

Рис. Добова потреба дорослої людини в різних поживних речовинах

Фізіологічну модель людини в першому наближенні з точки зору забезпечення її фізіологічних потреб представимо одинадцятьма фізіологічними системами, які пов’язані з функцією харчування:

нейрогуморальна система регуляції, травна система, система кровообігу, система дихання, видільна система, системи обміну білків, вуглеводів, жирів, енергії, система водно-сольового обміну та кислотно-лужного обміну [6]. Фізіологічні системи не накопичують надлишку поживних речовин, які споживає людина, а виводять їх із організму. Недостатнє постачання необхідних для організму поживних речовин приводить до порушення функціонування фізіологічних систем. Звичайно, реальна модель людини складається із значно більшої кількості різних систем та функціональних зв'язків між ними.

Розглянемо вплив запропонованої фізичної моделі продукту на фізіологічну модель людини в першому наближенні. Наприклад, як впливає недостатня кількість води, що надходить в організм людини протягом доби, порівнянно з добовою нормою протягом тривалого терміну.

Недостатня кількість води в організмі людини приводить до ускладнень у роботі серця (унаслідок підвищення в'язкості крові) і затримки в організмі токсинів. При втраті води в кількості 7% від маси тіла можлива часткова втрата свідомості. Втрата організмом 10% води викликає порушення роботи чотирьох функціональних систем. Відбуваються порушення ковтального рефлексу, галюцинації, глухота й втрата свідомості. При втраті організмом 12% води спостерігається вихід з ладу всіх одинадцятьох функціональних систем, і людина фізично вмирає [6].

У разі надлишкової кількості води в організмі зростає функціональне навантаження на нирки і серце, відбувається вимивання з організму необхідних йому солей та інших речовин.

Наведені вище кількісні та якісні результати досліджень показують, що відхилення в добовій нормі людини води від науково обґрунтованої кількості (72,3%) призводить до порушення роботи її функціональних систем. Тобто відхилення одного показника якості добового раціону дорослої людини від науково обґрунтованого приводить до зниження загальної якості. Це твердження дозволяє взяти за одиничні базові показники якості добового раціону людини показники, наведені на рисунку. Наприклад, базовий показник для води в добовому раціоні людини $P_1^{б}$ дорівнює 72,3%, вуглеводів $P_2^{б}$ – 16,7%, і так далі до останньої речовини гліцину $P_{43}^{б}$ – $8{,}3\cdot10^{-6}$%.

У загальному вигляді комплексна оцінка якості денного раціону людини може бути представлена довільною функцією [2]:

$$K = f\left(\frac{P_1}{P_1^{б}}, \frac{P_2}{P_2^{б}}, \ldots \frac{P_i}{P_i^{б}}\right), \qquad (1)$$

де P_i – одиничний показник властивості денного раціону людини, %;
$P_i^б$ – базовий показник, %.

Оцінимо діапазон допустимих величин P_i у денному раціоні. Використаємо відомі значення величин. Людина масою 70 кг містить 49 кг води. У разі втрати 7% від маси людина втрачає 4,9 кг води і в неї можлива часткова втрата свідомості. Втрата 4,9 кг води протягом 30 днів можлива, якщо P_1 буде дорівнювати 1,787 кг, а $P_б$ – 1,950 кг. Наведений приклад показує, що відхилення одиничного показника якості відносно базового $(P_i^б - P_i)/P_i^б$ дорівнює 0,084. Цей показник є максимально допустимим. Через місяць споживання води таким чином людина може почати втрачати свідомість.

Можна стверджувати, що відхилення $(P_i^б - P_i)$ мале порівняно з базовим $(P_i^б)$. Із математичної точки зору ($|P_i - P_i^б| << P_i^б$). Це твердження дозволяє представити довільну функцію (1) у вигляді ряду Тейлора [7]. У першому наближенні довільна функція (1) для визначення комплексної оцінки якості денного раціону людини може бути представлена в такому вигляді:

$$K = f\left(\frac{P_i^б}{P_i^б}\right) + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f\left(P_i^б\right)}{\partial P_i} \cdot \left(\frac{P_i - P_i^б}{P_i^б}\right) + \sum_{k=2}^{\infty} \Delta_k , \qquad (2)$$

де $f(P_i^б/P_i^б) = K^б$ – базова оцінка якості денного раціону людини дорівнює 1; $\partial f\left(P_i^б\right)/\partial P_i$ – частинна похідна від довільної функції $f(P_i/P_i^б)$ визначається дослідним шляхом; Δ_k – величини наступних порядків малості.

Для визначення частинної похідної, наприклад $\partial f\left(P_1^б\right)/\partial P_1$, розглянемо зміну кількості молекул води в організмі людини. У разі якісного денного раціону вона споживає за добу ($P^б$=1,95) кг води. Така сама кількість води виводиться з організму. Якщо в денному раціоні кількість води зменшити ($P_1 < P^б$), то за малий проміжок часу *dt* відбудеться зменшення кількості молекул води на *dn* в організмі людини. Припускаємо, що окремі молекули води виводяться з організму незалежно одна від одної. У цьому випадку можна записати таке рівняння:

$$dn = -\gamma \cdot \frac{|P_1 - P^б|}{P^б} \cdot n \cdot dt , \qquad (3)$$

де γ – коефіцієнт пропорційності; n – кількість молекул води в організмі людини; $|P_1 - P^б|$ – модуль різниці; t – час.

Розв'язок рівняння (3) є таким:

$$n = n_o \cdot e^{-\gamma \cdot \frac{|P_1 - P^б|}{P^б} \cdot t} , \qquad (4)$$

де n_o – початкова кількість молекул (базова).

Для знаходження невідомого коефіцієнта γ використаємо відомі значення величин. Людина масою 70 кг має (n_o ~ 49 кг) води. У разі втрати 7% від її маси втрачається 4,9 кг води і в ній залишається (n ~ 44,1 кг). Людина втратить 4,9 кг води протягом (t = 30) днів, якщо P_1 буде дорівнювати 1,787 кг, а $P_б$ – 1,950 кг. Підставимо наведені величини у вираз (4) і отримаємо, що γ дорівнює $4{,}19 \cdot 10^{-2}$ $с^{-1}$.

Рівняння (4) може бути використане у випадку надлишкового надходження поживної речовини порівняно з базовою ($P_1 > P^б$), якщо в ньому γ замінити на γ_2.

Фізіологічну модель такого процесу подамо таким чином. У харчовому раціоні кількість молекул води n_1 перевищує базову ($n_1 > n_1^б$). У цьому випадку система виходить із рівноважного стану. Вихід із нерівноважного стану супроводжується виведенням не тільки надлишку молекул ($n_1 - n_1^б$), але й інших поживних речовин ($n_i^б - n_i$) із організму людини. Система перейде в наступний стан, при якому вона буде мати $n_1^б$ молекул води, але молекул інших речовин буде менше ($n_i < n_i^б$), ніж потрібно для рівноважного стану. У системі буде $n_1^б$ молекул води, але для нормального функціонування вона буде використовувати меншу кількість молекул води ($n_1 < n_1^б$). Іншими словами, надлишок молекул поживних речовин в організмі людини приводить його в стан, при якому він вимушений функціонувати, використовуючи меншу кількість цих речовин порівняно із базовими. Вимушене зменшення необхідної кількості нутрієнта для нормального функціонування системи кількісно можна представити виразами (3) та (4).

Відношення n/n_o характеризує якість денного харчового раціону людини. При ($n = n_o$) якість дорівнює одиниці. Якщо в раціоні недостатня кількість води ($n/n_o < 1$), то якість раціону погіршується. Комплексний показник якості $K = f(P_i/P_i^б)$ за умови, що P_1 не дорівнює $P_1^б$, а інші показники, рівні базовим, можна записати як рівняння

$$f\left(\frac{P_1}{P_1^б}, \frac{P_2^б}{P_2^б}, \ldots \frac{P_i^б}{P_i^б}\right) = e^{-\gamma \cdot \frac{|P^б - P_1|}{P^б} \cdot t}. \qquad (5)$$

Обчисливши першу похідну з виразу (5) за P_1 та підставивши в неї $P_1 = P_1^б$, отримаємо невідому величину в рівнянні (2):

$$\partial f\left(P_1^б\right) / \partial P_1 = \gamma \cdot t \qquad \text{для} \quad (P_1 < P^б), \qquad (6)$$

$$\partial f\left(P_1^б\right) / \partial P_1 = -\gamma_2 \cdot t \quad \text{для} \quad (P_1 > P^б), \qquad (7)$$

Аналогічно обчислюють інші невідомі $\partial f\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)/\partial \mathrm{P}_{\mathrm{i}}$ в рівнянні (2).

Наведені в рівняннях (6) та (7) величини дозволяють стверджувати, що за умов недостатнього надходження нутрієнтів в організм людини ($\mathrm{P_i} < \mathrm{P_i^{б}}$) частинна похідна в рівнянні (2) додатна ($\partial f\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)/\partial \mathrm{P}_{\mathrm{i}} > 0$), а відхилення ($\mathrm{P_i} - \mathrm{P_i^{б}}$) від'ємне. У випадку надлишкового надходження нутрієнтів ($\mathrm{P_1} > \mathrm{P^{б}}$) маємо ($\partial f\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)/\partial \mathrm{P}_{\mathrm{i}} < 0$), а (($\mathrm{P_i} - \mathrm{P_i^{б}}$) > 0). Наведені нерівності дозволяють записати рівняння (2) для визначення комплексної оцінки якості денного раціону людини в такому вигляді:

$$K = 1 - \sum_{i=1}^{n} \left| \frac{\partial f\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)}{\partial P_i} \right| \cdot \frac{|\,\mathrm{P}_{\mathrm{i}} - \mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\,|}{\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}} + \sum_{k=2}^{\infty} \Delta_k \,, \qquad (8)$$

де $|\mathrm{P_i} - \mathrm{P^{б}}|$ – модуль різниці; $|\partial f\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)/\partial \mathrm{P}_{\mathrm{i}}\,|$ – модуль частинної похідної.

Оцінимо похибку визначення комплексної якості денного раціону людини за допомогою виразу (8), обумовлену неврахуванням у ній величин наступного порядку малості (Δ_k). Наприклад, за умови ($\mathrm{P_1^{б}} - \mathrm{P_1}$) < 8,4% та якщо інші показники дорівнюють базовим, сума величин наступного порядку малості може бути подана рівнянням

$$\sum_{k=2}^{\infty} \Delta_n = \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial f^{\,k}\left(\mathrm{P}_{1}^{\phi}\right)}{\partial \mathrm{P}_{1}^{k}} \cdot \left(\frac{\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_1^{\phi}}{\mathrm{P}_1^{\phi}} \right)^k . \qquad (9)$$

Невідомі похідні $\partial f^{\,k}\left(\mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{\phi}\right)/\partial \mathrm{P}_{\mathrm{i}}^{k}$ обчислюємо диференціюванням виразу (5). Відносна похибка обчислення комплексної оцінки якості денного раціону за допомогою перших двох членів ряду Тейлора в порівнянні з урахуванням усіх членів становить у досліджуваному прикладі 0,13%.

Висновки. У дослідженні методом фізичного моделювання розроблено фізіологічно-математична модель забезпечення потреб середньостатистичної людини поживними речовинами. Методом наближення відповідно до розробленої моделі побудована кількісна оцінка комплексного показника якості харчової продукції у вигляді ряду Тейлора. За одиничні базові показники якості обрано показники добового раціону людини. Невідомі коефіцієнти в ряду Тейлора знаходяться обчисленням похідної від функції одиничних показників якості, отриманої фізіологічно-математичним моделюванням. Відносна похибка обчислення комплексного показника якості за допомогою двох членів ряду становить 0,13% упорівнянні з урахуванням усіх членів при

відхиленні одиничного показника від базового на максимально допустиму величину 8,4%.

Список джерел інформації / References

1. Конституція України. – К. : Офіційне видання, 2006. – 126 с.

The Constitution of Ukraine [Konstituzia Ukraine] (2006), Kiev, 126 p.

2. Квалиметрия – наука об измерении качества продукции [Г. Г. Азгальдов, А. В. Гличев, З. Н. Крапивенский и др.] // Стандарты и качество. – 2007. – № 4. – С. 62–63.

Azgaldov, G.G. [et al.] (2007), "Qualimetry the science of measuring product quality" ["Kvalimetria – nauka o izmenenii kachestva produczii"], *Standards and quality*, No. 4, pp. 62-63.

3. Чабан О. П. Векторний метод оцінювання якості послуг / О. П. Чабан // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2008. – № 69. – С. 126–129.

Chaban, V.P. (2008), "Vector method of assessing the quality of services" ["Vectornuj metod ozinuzannia jakosti poslug"], *The Measuring technics and metrology*, No. 69, pp. 126-129.

4. Кутателадзе С. С. Анализ подобия и физическое моделирование / С. С. Кутателадзе. – Новосибирск, 1986. – 295 с.

Kutateladze, S.S. (1986), *Analysis of similarity and physical modeling [Analiz podobia & fizicheskoe modelirovanie*], Novosibirsk, 295 p.

5. Технологія харчових продуктів функціонального призначення / Л. М. Мостова, Н. Ю. Олійник, К. В. Свідло, Т. А. Лазарєва. – Х. : УІПА, 2013. – 450 с.

Mostova, L.M., Olejnik, N.J., Svidlo, K.V., Lazareva, T.A. (2013), *Technology of food functionality* [*Tehnology harchovuh produktiv funczionalnogo pruznachennia*], UEPA, Kharkiv, 450 p.

6. Орлова Н. Я. Біохімія та фізіологія харчування : підручник / Н. Я. Орлова. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : КНТЕУ, 2006. – 281 с.

Orlova, N.J. (2006), *Biochemistry and physiology of nutrition [Biohimia ta fiziologia harchuzannia, 2-e izd.*], Rev. and Supplement, Kiev, 281 p.

7. Корн Г. Справочник по математике. Для научных работников и инженеров : [пер. с англ.] / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1973. – 832 с.

Korn, G., Korn, T. (1973), *Handbook on mathematics. For scientists and engineering: trans. engl. [Spravochnuk po mathemetic dlia nauchnuh rabotnikov i ingenerov*], Nauka, Moskow, 832 p.

Жулінська Оксана Володимирівна, ст. викл., кафедра технології та організації ресторанного бізнесу, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. Отакара Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045. Тел.: 0975151377; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Жулинская Оксана Владимировна, ст. преп., кафедра технологии и организации ресторанного бизнеса, Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: пер. Отакара Яроша, 8, г. Харьков, Украина, 61098. Тел.: 0975151377; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Zhulinska Oksana, senior lecturer of the Department of Technology and Organization of business, Kharkiv Trade and Economics Institute Kyiv National Trade and Economic University. Address: O. Yarosha side-str., 8, Kharkiv, Ukraine, 61045. Tel.: 0975151377; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Свідло Карина Володимирівна, канд. техн. наук, доц., факультет торгівлі, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. Отакара Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045. Тел.: (057)340-06-18, 0970052975; e-mail: karinasvidlo@rambler.ru.

Свидло Карина Владимировна, канд. техн. наук, доц., факультет торговли, гостинично-ресторанного и туристического бизнеса, Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: пер. Отакара Яроша, 8, г. Харьков, Украина, 61045. Тел.: (057)340-06-18, 0970052975; e-mail: karinasvidlo@rambler.ru.

Svidlo Karyna, PhD. Sc. Associate Professor, Kharkiv Trade and Economics Institute Kyiv National Trade and Economic University. Address: O. Yarosha side-str., 8, Kharkiv, Ukraine, 61045. Tel.: (057)340-06-18, 0970052975; e-mail: karinasvidlo@rambler.ru.

Мостова Людмила Миколаївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології та організації ресторанного бізнесу, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. Отакара Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045. Тел.: 0974267638; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Мостовая Людмила Николаевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии и организации ресторанного бизнеса, Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: пер. Отакара Яроша, 8, г. Харьков, Украина, 61045. Тел.: 0974267638; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Mostova Liudmila, PhD. Sc. Associate Professor, Kharkiv Trade and Economics Institute Kyiv National Trade and Economic University. Address: O. Yarosha side-str., 8, Kharkiv, Ukraine, 61045. Tel.: 0974267638; e-mail: o.julin@yandex.ru.

Мартиненко Леонід Григорович, канд. техн. наук, доц., кафедра технології та організації ресторанного бізнесу, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. Отакара Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045. Тел.: 0974721139; e-mail: leonid.martynenko@gmail.com.

Мартыненко Леонид Григорьевич, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии и организации ресторанного бизнеса, Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: пер. Отакара Яроша, 8, г. Харьков, Украина, 61045. Тел.: 0974721139; e-mail: leonid.martynenko@gmail.com.

Martynenko Leonid, PhD, Sc. Associate Professor, Kharkiv Trade and Economics Institute Kyiv National Trade and Economic University. Address: O. Yarosha side-str., 8, Kharkiv, Ukraine, 61045. Tel.: 0974721139; e-mail: leonid.martynenko@gmail.com.

Рекомендовано до публікації д-ром пед. наук, доц. Т.А. Лазарєвою, канд. техн. наук, проф. В.П. Саморай, д-ром техн. наук, проф. П.П. Пивоваровим. Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.

УДК 615.9:637.523.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРОСТАННЯ І ТОКСИНОУТВОРЕННЯ ПАЛИЧКИ БОТУЛІЗМУ У ВАРЕНИХ КОВБАСАХ, ЩО МІСТЯТЬ БАРВНИК ІЗ КРОВІ

Т.Л. Колесник, А.О. Колесник

Досліджено вплив різних концентрацій нітриту натрію, барвника та їх комбінацій на розмноження збудника ботулізму в м'ясному фарші та продукцію його токсину в умовах зберігання готового продукту. У ході дослідження доведено, що нітрит натрію має антиботулінову активність залежно від його концентрації в рецептурі варених ковбас і умов зберігання готової продукції. Зниження вмісту нітриту натрію до 1,5 г і його використання разом із 2% барвника не погіршує мікробіологічних показників якості варених ковбас щодо зростання і токсиноутворення C. botulinum.

Ключові слова: *варена ковбаса, паличка ботулізму, токсиноутворення, барвник, нітрит натрію, ковбасний фарш, готовий продукт, сорбат, умови зберігання.*

ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА И ТОКСИНООБРАЗОВАНИЯ ПАЛОЧКИ БОТУЛИЗМА В ВАРЕНЫХ КОЛБАСАХ, СОДЕРЖАЩИХ КРАСИТЕЛЬ ИЗ КРОВИ

Т.Л. Колесник, А.А. Колесник

Исследовано влияние различных концентраций нитрита натрия, красителя и их комбинаций на размножение возбудителя ботулизма в мясном фарше и продукцию его токсина в условиях хранения готового продукта.

В процессе исследования доказано, что нитрит натрия имеет антиботулиновую активность в зависимости от его концентрации в рецептуре вареных колбас и условий хранения готовой продукции. Снижение содержания нитрита натрия до 1,5 г и его использование в сочетании с 2% красителя не ухудшает микробиологические показатели качества вареных колбас относительно роста и токсинообразования C. botulinum.

© Колесник Т.Л., Колесник А.О., 2016