

Научная статья

УДК 004.942

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.3.13>

Применение методов системного анализа в оценке качества продуктов хлебопекарного производства

Яна Владимировна Малолеткова^{1*}, Сергей Васильевич Сусарев²

^{1,2} Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

¹ yana.maloletkova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4307-2464>

² 2susarev_sergey@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7738-1644>

* Автор, ответственный за переписку: Яна Владимировна Малолеткова, yana.maloletkova@yandex.ru

Аннотация. Пищевая промышленность представляет собой сложную технологическую систему, в которой на каждом этапе необходим автоматизированный контроль. Разработка рецептур новых изделий функциональной направленности влечет за собой ряд сложностей, связанных с контролированием дозирования компонентов и получением продукта с соответствующими показателями качества. В настоящее время проводится много исследований по добавлению альтернативного сырья в хлебобулочные изделия с целью повышения пищевой ценности конечного продукта и придания ему лечебно-профилактических свойств. В работе описывается применение методов системного анализа при оценке качества продукции хлебопекарного производства. Оценка органолептических показателей качества кекса с добавлением муки топинамбура проведена с использованием метода Дельфи. Показатели распределены в порядке значимости с учетом коэффициента весомости. Представлен пример итогового расчета балльной оценки с учетом коэффициента значимости на примере кекса с добавлением 30% муки топинамбура. Данный образец имел наилучшие оценки группы опрошенных респондентов разных возрастов, пола и уровня образования. По итогам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что применение методов системного анализа в пищевой промышленности необходимо для контроля качества изделий и объективной оценки показателей качества конечной продукции.

Ключевые слова: системный анализ, метод Дельфи, функциональный продукт, мука топинамбура, оценка показателей качества

Для цитирования: Малолеткова Я. В., Сусарев С. В. Применение методов системного анализа в оценке качества продуктов хлебопекарного производства // Современная наука и инновации. 2024. № 3. С. 122-128. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.3.13>

Research article

The application of system analysis methods in assessing the quality of bakery products

Yana V. Maloletkova^{1*}, Sergey V. Susarev²

^{1,2} Samara State Technical University, Samara, Russia

¹ yana.maloletkova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4307-2464>

² 2susarev_sergey@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7738-1644>

* Corresponding author: Yana V. Maloletkova, yana.maloletkova@yandex.ru

© Малолеткова Я. В., Сусарев С. В., 2024

Abstract. *The food industry is a complex technological system in which automated control is required at every stage. The development of formulations for new functional products entails a number of difficulties associated with controlling the dosage of components and obtaining a product with appropriate quality indicators. Currently, a lot of research is being carried out on adding alternative raw materials to bakery products in order to increase the nutritional value of the final product and give it therapeutic and prophylactic properties. The paper describes the use of systems analysis methods in assessing the quality of bakery products. The assessment of the organoleptic quality indicators of the cake with the addition of Jerusalem artichoke flour was carried out using the Delphi method. The indicators are distributed in order*

of importance, taking into account the weight coefficient. An example of the final calculation of the score taking into account the significance coefficient is presented using the example of a cupcake with the addition of 30% Jerusalem artichoke flour. This sample had the best ratings from a group of respondents of different ages, gender and level of education. Based on the results of the study, we can conclude that the use of systems analysis methods in the food industry is necessary to control the quality of products and objectively assess the quality indicators of the final product.

Keywords: system analysis, Delphi method, functional product, Jerusalem artichoke flour, assessment of quality indicators

For citation: Maloletkova YaV, Susarev SV. *The application of system analysis methods in assessing the quality of bakery products. Modern Science and Innovations. 2024;(3):122-128. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2024.3.13>*

Введение. Методы системного анализа применяются в различных отраслях промышленности для прогнозирования конечного результата протекающих при производстве процессов. Пищевая промышленность представляет собой сложную систему, состоящую из процессов переработки, производства, упаковки продукции, и в этой системе необходимо применение методов системного анализа. Так как контроль на каждом этапе производства является гарантией соответствующего качества продукции, а этот фактор напрямую влияет на здоровье потребителя. Хлебопекарная промышленность, в свою очередь, является одной из ведущих и развивающихся отраслей АПК. Добавление в стандартные рецептуры изделий альтернативного сырья позволяет расширить ассортимент продукции, повысить пищевую ценность изделий. Разработка хлебопекарных изделий функционально назначения, в свою очередь, является одной из первостепенных задач пищевой промышленности [1].

Материалы и методы исследований. Объектом анализа нашего исследования является кекс с добавлением муки топинамбура [2]. За основу взяли рецептуру кекса «Столичный» и заменили от 10 до 30% муки пшеничной ВС на муку из топинамбура [3]. Полезные свойства топинамбура и причины использования его в качестве функционального сырья описаны во многих исследованиях [3-6].

Для оценки качества конечной продукции хлебопекарного производства применяются органолептические и физико-химические показатели. В нашем исследовании органолептический анализ проводился группой экспертов. Для объединения органолептической экспертизы в единый коэффициент использовали метод Дельфи.

Схема методики представлена на рисунке 1

Потребительские свойства хлебобулочных изделий оценивались с помощью общепринятых органолептических показателей, таких как форма изделия, состояние поверхности, цвет, запах, вкус, состояние мякиша отражающих их основные характеристики. Оценка органолептических показателей, таких как форма изделия, состояние поверхности, цвет, запах, вкус, состояние мякиша, проводилась по пятибалльной шкале [7].



Рисунок 1 – Схема оценки качества хлебобулочных изделий методом Дельфи / Figure 1 – A scheme for evaluating the quality of bakery products using the Delphi method

Результаты исследований и их обсуждение. Для анализа органолептических показателей качества хлеба с добавлением топинамбура была создана экспертная комиссия, состоящая из респондентов разных возрастов, пола и уровня образования. Респонденты, основываясь на своих ощущениях, оценивали качество готового изделия. Для фиксации результатов использовали дегустационный лист. Как правило, обработанные данные оценки образцов экспертами представляют в виде диаграмм. На рисунке 2 представлены диаграммы результатов органолептической оценки кексов с добавлением муки топинамбура в количестве 10, 20 и 30% к массе пшеничной муки высшего сорта.

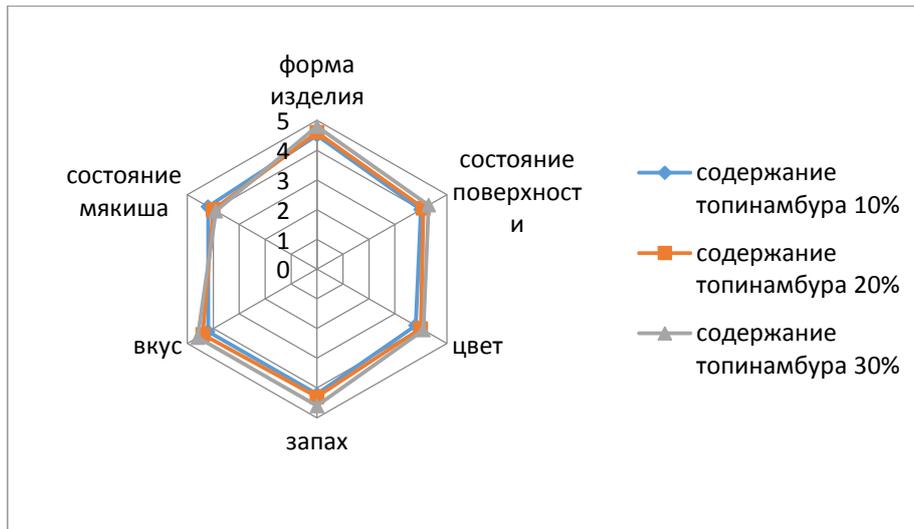


Рисунок 2 – Диаграмма органолептической оценки образцов / Figure 2 – Diagram of organoleptic evaluation of samples

Для дальнейших расчетов учитывалось, что оцениваемые признаки качества имеют неодинаковое значение при характеристике хлебобулочных изделий. Коэффициенты значимости распределили следующим образом: форма изделия $k_1=0,1$; состояние поверхности $k_2=0,1$; цвет $k_3=0,1$; запах $k_4=0,3$; вкус $k_5=0,2$; состояние мякиша $k_6=0,2$.

Все данные полученные от респондентов при дегустации кекса сводим в таблицу, располагая показатели в порядке значимости. Данные подвергали статистической обработке с целью исключения незначимых или случайно полученных результатов экспертизы.

В таблице 1 приведен пример итогового расчета балльной оценки кекса с добавлением 30% топинамбура с учетом коэффициента весомости.

Таблица 1 – Балльная оценка кекса с добавлением 30% муки топинамбура / Table 1 – The score of a cupcake with the addition of 30% Jerusalem artichoke flour

Показатели качества	Требования к качеству по ГОСТ Р 52961-2008	Результаты исследования, a	Коэффициент весомости, k	Итоговая оценка, S
Форма изделия	Соответствует виду изделия	4,8 форма изделия типична для данного вида изделий	0,1	0,48
Состояние поверхности	Поверхность изделия без загрязнений	4,3 - Поверхность изделия без загрязнений	0,1	0,43
Цвет	Цвет от светло до темно-коричневого	4,1 - Цвет корки коричневый	0,1	0,41
Запах	Свойственный для данного вида изделия	4,6 - Сладковатый, свойственный для данного вида изделия	0,3	1,38
Вкус	Свойственный для данного вида изделия без посторонних привкусов	4,6 – свойственный для данного вида изделия	0,2	0,92
Состояние мякиша	Пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса	3,9 – влажный на ощупь, после нажатия не принимает первоначальную форму	0,2	0,78
Итого	-	-	1,0	4,4

Среднее статистическое значение признака с учетом коэффициента весомости рассчитывается по формуле

$$S_{cp(a)}^n = k_n \times a_n$$

Где: k_n – коэффициент весомости признака

a_n – значение бальной оценки признака

n – порядковый номер признака

Окончательную оценку органолептических показателей готового изделия устанавливали путем суммирования средних значений по каждому из признаков с учетом весовых коэффициентов значимости.

Таким образом, по органолептическим показателям кекс с добавлением 30% муки из топинамбура получил итоговую оценку экспертов 4,4 балла.

Заключение. При разработке рецептур новых хлебопекарных изделий возникает ряд сложностей, связанных с корректировкой дозируемых компонентов [8,9]. Производство изделия функционального назначения представляет собой многостадийный технологический поток, на стабильность которого влияют множество случайных факторов. Применение методов системного анализа в обработке результатов необходимо для получения более точных результатов. В связи с этим, нами ведется разработка системы, позволяющей контролировать конечные параметры изделия в зависимости от входных показателей качества сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оробинская В. Н., Писаренко О. Н., Холодова Е. Н., Емельянов С. А. Новый диетический продукт корригирующего действия с добавлением Brassica Oleraceae L // Современная наука и инновации. 2018. № 3. С. 158–168.
2. Ефремова Е. Н. Оценка качества хлебобулочных изделий // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 3 (23). С. 20–24.
3. Плотникова В. В. Использование муки топинамбура в производстве хлебопекарных изделий // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации», Белебей, 24 апреля 2024 г.
4. Абдуллина А. М., Борисова А. Ю., Пусенкова Л. И. Использование продуктов переработки клубней топинамбура в пищевой промышленности // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (45). С. 5–9. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2018-45-1-5-9>
5. Скиданова М. А., Цветкова Е. Э., Биньковская О. В. Значение топинамбура в пищевой промышленности // Новое слово в науке: перспективы развития. 2016. № 3 (9). С. 59–60. EDN WICCFZ.
6. Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов XII Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 16 мая 2024 года. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. 401 с. ISBN 978-5-8353-3164-2.
7. Ковалева А. Е., Пьяникова Э. А., Ткачева Е. Д., Рязанцева А. С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. № 3. С. 200–207.
8. Малолеткова Я. В. Изучение возможности автоматизации метода разработки рецептуры хлебобулочных изделий функционального назначения // Пищевая промышленность. 2023. № 2. С. 106–107. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.023>
9. Плотникова В. В., Малолеткова Я. В., Сусарев С. В. Прогнозирование показателей качества хлебобулочных изделий с использованием функциональных добавок // Современная наука и инновации. 2024. № 2. С. 118–125.

REFERENCES

1. Orobinskaya VN, Pisarenko ON, Holodova EN, Emel'yanov SA. The new diet product of a corrective action with the addition of Brassica Oleraceae L. Modern Science and Innovations. 2018;(3):158-168. (In Russ.).
2. Efremova EN. Quality evaluation of bakery products. Agricultural Bulletin of Staropol Region. 2016;3(23):20-24. (In Russ.).

3. Plotnikova VV. Use of Jerusalem artichoke flour in the production of bakery products. In Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference "Modern science: current problems, achievements and innovations", Belebey, April 24, 2024. (In Russ.).
4. Abdullina AM, Borisova AYu, Pusenkova LI. Using topinambur tuber processing products in food industry. Vestnik of the Bashkir State Agrarian University. 2018;1(45):5-9. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2018-45-1-5-9> (In Russ.).
5. Skidanova MA, Cvetkova EE, Bin'kovskaya OV. The Importance of Jerusalem Artichoke in the Food Industry. *Novoe slovo v nauke: perspektivy razvitiya = New word in science: development prospects*. 2016;3(9):59-60. EDN WICCFZ. (In Russ.).
6. Food innovations and biotechnology: collection of abstracts of the XII All-Russian (national) scientific conference of students, postgraduates and young scientists, Kemerovo, May 16, 2024. Kemerovo: Kemerovo State University; 2024. 401 p. ISBN 978-5-8353-3164-2. (In Russ.).
7. Kovaleva AE, P'yanikova EA, Tkacheva ED, Ryazanceva AS. Evaluation of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials. Vestnik VGUIT (Proceedings of VSUET). 2020;82(3):200-207. (In Russ.).
8. Maloletkova YaV. Study of the possibility of automation of the method of developing recipes for functional bakery products. *Food processing Industry*. 2023;(2):106-107. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.023> (In Russ.).
9. Plotnikova VV, Maloletkova YaV, Susarev SV. Prediction of quality indicators of bakery products using functional additives. *Modern Science and Innovations*. 2024;(2):118-125. 2024;(2):118-125 (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Яна Владимировна Малолеткова – старший преподаватель Высшей биотехнологической школы, Самарский государственный технический университет, <https://orcid.org/0000-0002-4307-2464>, yana.maloletkova@yandex.ru

Сергей Васильевич Сусарев – кандидат технических, доцент, заведующий кафедрой автоматизации и управления технологическими процессами, Самарский государственный технический университет, <https://orcid.org/0000-0002-7738-1644>, 2susarev_sergey@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: все авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию: 16.08.2024;

одобрена после рецензирования: 17.09.2024;

принята к публикации: 13.10.2024.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yana V. Maloletkova – Senior Lecturer at the Higher Biotechnological School, Samara State Technical University, <https://orcid.org/0000-0002-4307-2464>, yana.maloletkova@yandex.ru

Sergey V. Susarev – Cand. Sci. (Techn.), Associate Professor, Head of the Department of Automation and Technological Process Control, Samara State Technical University, <https://orcid.org/0000-0002-7738-1644>, 2susarev_sergey@mail.ru

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interests.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The article was submitted: 16.08.2024;

approved after reviewing: 17.09.2024;

accepted for publication: 13.10.2024