



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.1, 51-7

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.013

 EDN: PGXARB

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Елизавета Сергеевна Семиряжко ¹, Татьяна Викторовна Першакова ²,
Елена Александровна Иванова ³, Сергей Михайлович Горлов ⁴

^{1, 2} Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

¹ e.glazacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2750-5749>

² 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

^{3, 4} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

³ elena_is_kubagro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6127-7762>

⁴ gorlov76@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0910-3084>

Аннотация. Разработка функциональных кондитерских изделий, обеспечивающих потребность населения в биологически активных веществах, полученных из продуктов переработки растительного сырья – актуальная задача. Целью исследования являлась оптимизация дозировок виноградных выжимок при приготовлении фруктовой массы для дальнейшего проектирования рецептуры яблочной пастилы с заданными функциональными свойствами. Предметом исследования являлось изучение влияния температуры фруктовой массы и дозировки виноградных выжимок на органолептические показатели пастилы – вкус, цвет, запах, форму, консистенцию, поверхность. В ходе работы были получены математические модели, позволяющие оптимизировать дозировки виноградных выжимок при производстве пастилы яблочной. Для подтверждения достоверности представленной оценки был использован метод аппроксимации функции нескольких независимых переменных. В результате работы установлено, что оптимальным содержанием виноградных выжимок в пастиле яблочной является 3,0 % от общей массы, вносимой при температуре фруктовой массы 45 °С. Полученный результат можно использовать для проектирования рецептуры пастилы яблочной с добавлением виноградных выжимок.

Ключевые слова: пастила яблочная, виноградные выжимки, оптимизация, математическая обработка, Microsoft Excel.

Для цитирования: Оптимизация дозировок виноградных выжимок при производстве кондитерских изделий / Е. С. Семиряжко [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. № 2, С. 107–112. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.013. EDN: <https://elibrary.ru/PGXARB>.

Original article

OPTIMIZATION OF GRAPE POMACE DOSAGES IN CONFECTIONERY PRODUCTION

Elizaveta S. Semiryazhko ¹, Tatiana V. Pershakova ²,
Elena A. Ivanova ³, Sergey M. Gorlov ⁴

^{1, 2} Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking» Krasnodar, Russia

¹ e.glazacheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2750-5749>

² 7999997@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8528-0966>

© Семиряжко Е. С., Першакова Т. В., Иванова Е. А., Горлов С. М., 2024

^{3,4} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

³ elena_is_kubagro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6127-7762>

⁴ gorlov76@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0910-3084>

Abstract. *The development of functional confectionery products, providing the population's need for biologically active substances derived from the products of vegetable raw materials processing is an urgent task. The aim of the study was to optimize the dosage of grape pomace in the preparation of fruit mass for further design of apple pastilla recipe with specified functional properties. The subject of the research was the study of the influence of fruit mass temperature and dosage of grape pomace on organoleptic parameters of pastilla - taste, color, smell, shape, consistency, surface. In the course of work mathematical models were obtained, allowing to optimize the dosage of grape pomace in the production of apple pastilla. The method of approximation of the function of several independent variables was used to confirm the validity of the presented estimation. As a result of the work, it was found that the optimal content of grape pomace in apple pastilla is 3.0 % of the total mass, introduced at the temperature of fruit mass 45°C. The obtained result can be used to design the recipe of apple pastilla with the addition of grape pomace.*

Keywords: *apple pastille, grape pomace, optimization, mathematical processing, Microsoft Excel.*

For citation: Semiryazhko, E.S., Pershakova, T.V., Ivanova, E.A. & Gorlov, S.M. (2024). Optimization of grape pomace dosages in confectionery production. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 107-112. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.02.013. EDN: <https://PGXARB>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время повышается интерес населения к аспектам укрепления здоровья, выражающийся в применении новых пищевых компонентов, которые улучшали бы биологическую ценность продуктов питания и в то же время не приводили бы к ухудшению их вкусовых свойств. Многочисленные исследования [1–5] показывают, что оздоровительные свойства функциональных продуктов обусловлены содержанием биологически активных веществ, таких как полифенолы, пищевые волокна, витамины, пробиотики, пребиотики, жирные кислоты и минералы. Среди функциональных продуктов питания также выделяют кондитерские изделия функциональной направленности. Так, чаще всего в качестве носителя функциональных ингредиентов выбирают мучные кондитерские изделия (печенья, крекеры), а также из числа сахаристых кондитерских изделий – шоколад, пастилу и мармелад [4–7].

В Краснодарском крае сбор урожая винограда за последние годы достигает до 890,0 тыс. т. [8]. Выжимки винограда, которые являются основными отходами при переработке винограда, являются высокопитательными компонентами, которые могут повторно перерабатываться и использоваться в качестве рецептурных компонентов при создании новых пищевых продуктов.

Таким образом, актуальным является разработка функциональных кондитерских изделий, обеспечивающих потребность населения в биологически активных веществах, полученных из продуктов переработки растительного сырья.

Исходя из вышесказанного, целью исследования являлось оптимизация дозировок виноградных выжимок при приготовлении фруктовой массы для дальнейшего проектирования рецептуры яблочной пастилы с заданными функциональными свойствами.

МЕТОДЫ

Объекты исследования – образцы пастилы. При проведении эксперимента за основу брали классическую рецептуру клеевой пастилы [9].

Для приготовления образцов пастилы яблоки запекали и протирали до получения гомогенизированного пюре с содержанием сухих веществ не более 14 %. Отдельно подготавливали порошок из виноградных выжимок путем их сушки, просеивания, измельчения и контрольного просеивания для удаления крупных частиц. Затем при сбивании яблочного пюре добавляли порошок из виноградных выжимок и тщательно перемешивали, выстаивали при температуре 20–25 °С в течение 15 минут, равномерно распределяли на пергаменте, подсушивали 160–180 минут при температуре 55–60 °С.

Для проведения исследования добавляли различные дозировки виноградных выжимок от 1 до 9 % к общей массе с «шагом» в 0,5 %, варьируя температуру в интервале 30–50 °С.

Предмет исследования – влияние дозировки выжимок и температуры массы на вкус, цвет, запах, форму, консистенцию, состояние поверхности.

Органолептические показатели готовых изделий определяли согласно ГОСТ 6441-2014 и ГОСТ 5897-90 [10, 11].

Органолептическая оценка проводилась

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

семью экспертами, которым было предложено по два исследуемых образца для оценки. Эксперимент производился по принципу «вслепую». То есть информация о том, какой именно образец под каким номером зашифрован, была экспертам недоступна. При этом общий порядок оценивания образцов был фиксирован для каждого критерия.

На начальном этапе проводилась визуальная оценка образцов, далее обонятельный анализ на предмет запаха изделия и, наконец, анализ вкусовых характеристик.

В ходе проведения эксперимента каждым испытателем заполнялась анкета, в которой для каждого критерия каждого образца проставлялась балльная оценка, характеризующая степень его соответствия эталонному значению. Шкала измерения составляла от 1 до 5 баллов, где 1 балл означал полное несоответствие эталону, а 5 баллов – абсолютную идентичность эталону.

После проставления оценок экспертами были рассчитаны общие баллы по каждому критерию, а затем итоговый показатель с учетом веса (значимости) каждого критерия.

В перечень дескрипторов для изделий вошли 6 показателей, каждому из которых были присвоены коэффициенты значимости: вкус – 0,2; цвет – 0,2; запах – 0,15; форма – 0,1; консистенция – 0,2; поверхность – 0,15. Итоговая оценка в баллах Y рассчитывалась по следующей формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^m w_i \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n},$$

где: m – количество показателей;

n – количество экспертов;

w_i – коэффициент значимости i -го показателя;

y_{ij} – балльная оценка j -го эксперта по i -му показателю.

Для подтверждения достоверности полученных данных были применены следующие статистические методы:

- множественная регрессия. Использовалась для получения уравнений зависимости органолептических показателей от исходных переменных;

- расчет коэффициента детерминации. Он необходим для подтверждения достоверности уравнений;

- t -статистики. С их помощью выявляется значимость и полезность входных переменных для полученных уравнений;

- F -критерий Фишера. Нужен для оценки достоверности полученного коэффициента детерминации.

В качестве инструментального средства расчетов был использован пакет Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для обеспечения наглядности расчетных данных были построены поверхности, отражающие зависимость выходных органолептических показателей пастилы яблочной, оцененных экспертами, от следующих переменных: температура фруктовой массы и содержание виноградных выжимок. Результаты представлены на рисунке 1.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения зависимостей органолептических показателей от дозировки выжимок и температуры применялась аппроксимация функции нескольких переменных.

Пусть x_1, x_2, \dots, x_n – аргументы функции, наиболее сильно влияющие на результат – значения функции y , где:

- x_1 – дозировка выжимок (%);
- x_2 – размер частиц, мм;
- x_3 – температура, °С.

Для проведения расчетов были использованы экспертные оценки органолептической оценки готовой пастилы яблочной.

После применения процедуры аппроксимации функции для каждого набора экспериментальных данных были получены уравнения зависимостей $y_i(x_1, x_2, x_3)$ для каждого результирующего показателя y_i . Эти уравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты аппроксимации функции

Table 1 - Function approximation results

Показатель	Уравнение кривой
Вкус	$y_1(x_1, x_2, x_3) = 5,438953 - 0,16293x_1 - 0,622093x_2 + 0,001764706x_3$
Цвет	$y_2(x_1, x_2, x_3) = 4,359384 + 0,942257x_1 - 2,5953488x_2 - 0,005294118x_3$
Запах	$y_3(x_1, x_2, x_3) = 3,168023 + 1,966758x_1 - 4,5639535x_2 - 0,001176471x_3$
Форма	$y_4(x_1, x_2, x_3) = 4,733618 + 0,712517x_1 - 2,2151163x_2 - 0,000464762x_3$
Консистенция	$y_5(x_1, x_2, x_3) = 5,839877 - 1,00692x_1 + 1,22093023x_2 - 0,000588235x_3$
Поверхность	$y_6(x_1, x_2, x_3) = 5,849193 - 0,28312x_1 - 0,3627907x_2 - 0,003529412x_3$
Итоговый показатель	$y_7(x_1, x_2, x_3) = 29,57014 + 2,063885x_1 - 8,9244186x_2 - 0,011176471x_3$

В качестве выходных переменных Y_1, Y_2, \dots, Y_7 рассматривались оценки органолептических показателей: вкус, цвет, запах, форма, консистенция, поверхность и итоговый показатель.

На следующем этапе подтверждали достоверность полученных закономерностей.

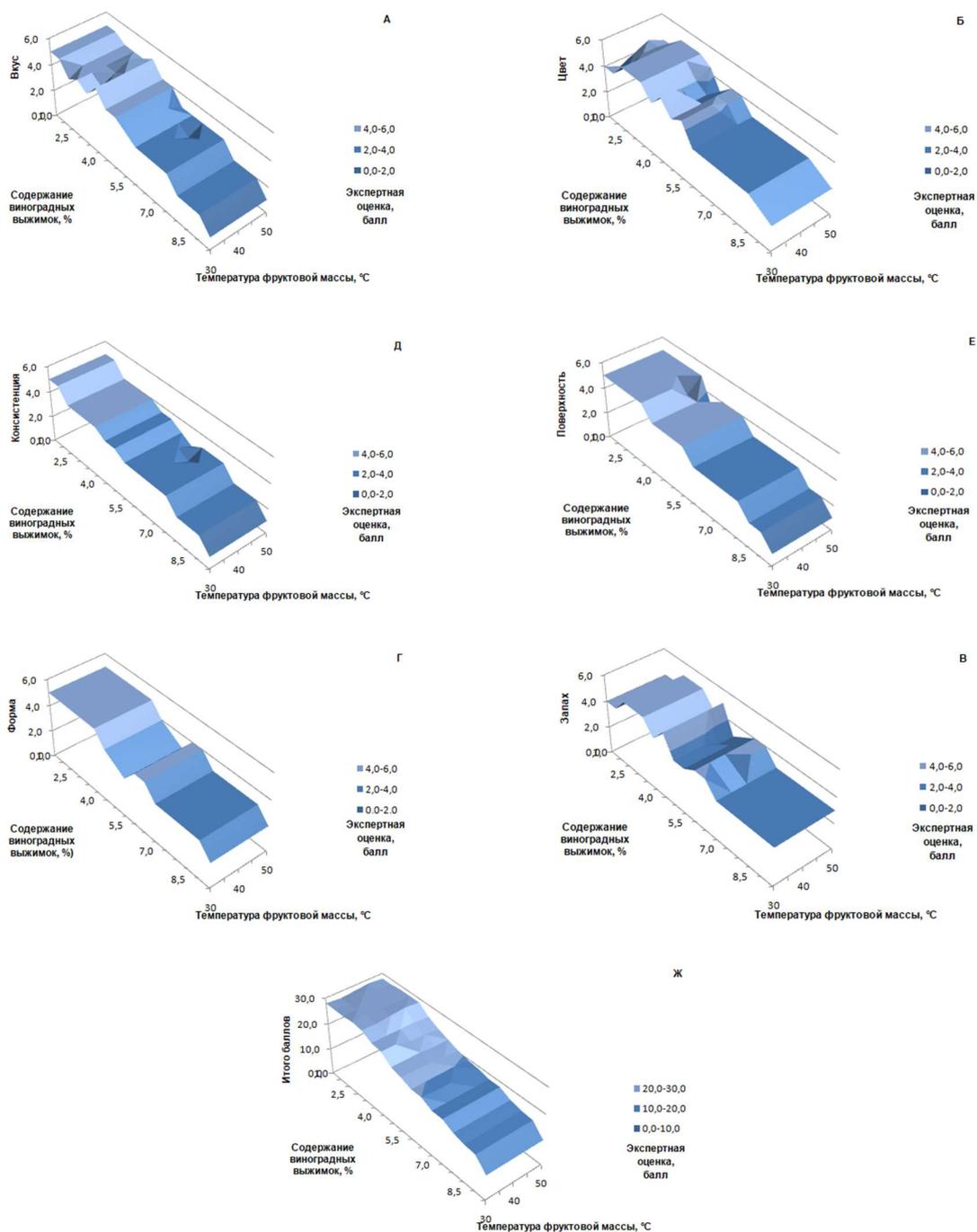


Рисунок 1 – Зависимость показателей продукта от содержания выжимок (%) и температуры

Figure 1 - Dependence of product indicators on marc content (%) and temperature

Для этой цели для каждого уравнения был определен коэффициент детерминации r^2 . С его помощью было оценена степень

соответствия моделей регрессии исходным данным, на базе которых они были получены. Результаты представлены в таблице 2.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Таблица 2 – Значения коэффициентов детерминации

Table 2 - Value soft hetermination coefficients

Показатель	Коэффициент детерминации r^2
Вкус	0,909659042
Цвет	0,747695557
Запах	0,764339122
Форма	0,859728682
Консистенция	0,917399597
Поверхность	0,903939865
Итоговый показатель	0,963275541

Полученные значения коэффициентов детерминации свидетельствует о том, что модели имеют вполне приемлемую значимость. При этом самый высокий коэффициент итогового органолептического показателя говорит о правильности его вычисления как суммы баллов прочих оценок.

Важность и полезность каждой из трех переменных x_1 , x_2 , x_3 в полученных уравнениях определена с помощью методов t -статистики (таблица 3).

Таблица 3 – Расчет t -статистик

Table 3 - Calculation of t -statistics

Показатель	t_1	t_2	t_3
Вкус	8,717058	1,904785	363,9726
Цвет	14,20385	2,355054	517,5449
Запах	23,8385	2,214992	707,1041
Форма	16,51847	2,881764	615,6325
Консистенция	7,341757	3,082211	376,142
Поверхность	8,097504	1,812725	338,9286
Итоговый показатель	20,34185	4,272786	813,4117

Расчет t -статистик был произведен для уровня достоверности $\alpha = 0,05$ (предполагается 5 % ошибок) и количества степеней свободы $df = 81$, двустороннее критическое значение $t_{крит}$ при этом будет равным 1,989686.

В соответствии с известными методами статистики независимая переменная t_i является значимой в уравнении регрессии в том случае, если $|t_i| > t_{крит}$. Таким образом, можно увидеть, что все переменные являются важными и полезными. Этот факт еще раз подтверждает достоверность полученных уравнений.

Далее была оценена достоверность высокого значения коэффициента r^2 с использованием F -статистики (распределения Фишера). Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов F -статистики

Table 4 - Results of calculations of F -statistics

Показатель	F -наблюдаемое значение	Вероятность получения значения F -распределения большего, чем F -наблюдаемое
Вкус	132,58	$2,83 \cdot 10^{-26}$
Цвет	517,54	$6,65 \cdot 10^{-22}$
Запах	707,10	$2,46 \cdot 10^{-23}$
Консистенция	376,14	$5,94 \cdot 10^{-25}$
Поверхность	338,93	$2,32 \cdot 10^{-23}$
Форма	615,63	$3,53 \cdot 10^{-28}$
Итог	813,41	$1,55 \cdot 10^{-40}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что значительное влияние на органолептические показатели имеет температура приготовления и дозировка виноградных выжимок при производстве пастилы яблочной.

В ходе работы были получены математические модели, позволяющие оптимизировать дозировки виноградных выжимок при производстве пастилы яблочной.

В результате применения данных моделей было выявлено оптимальное сочетание температуры фруктовой массы ($45\text{ }^\circ\text{C}$) и содержания виноградных выжимок (3,0 % от общей массы) для получения наилучших значений органолептических показателей.

Достоверность оценки влияния рассмотренных параметров на органолептические показатели продукта подтверждается путем использования статистических методов. В частности, установлено, что полученные уравнения регрессии в достаточной степени соответствуют исходным данным, а следовательно, проведенные экспертные оценки являются релевантными. Таким образом, полученный результат может быть использован для проектирования рецептуры пастилы яблочной с добавлением виноградных выжимок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Health conscious consumers and sugar confectionery: Present aspects and projections / N. Konar [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2022. № 123. p. 57–68.
2. Godshall M.A. Candies and Sweets: Sugar and Chocolate Confectionery // Encyclopedia of Food and Health. 2016. p. 621–627.
3. Тенденции развития ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функциональной направленности / Е.Н. Васильева, Н.А. Тарасенко // Инновационные технологии пищевых произ-

водств : сборник тезисов докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь, 12–13 декабря 2019 года / Под ред. Н.И. Покинтелицы, Ю.О. Веляева. Севастополь : ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет". 2020. С. 89–90.

4. Functional foods and dietary supplements: Products at the interface between pharma and nutrition / R.B.M. Eussen [et al.] // *European Journal of Pharmacology*. 2011. V. 668.

5. Utilization of fruits and vegetable by-products for isolation of dietary fibres and its potential application as functional ingredients / S. Pathania [et al.] // *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2022. № 27. 100295.

6. Utilization of the barberry extract in the confectionery products / B. Çoban [et al.] // *LWT*. 2021. V. 145. 111362.

7. Functionality of Starch Derivatives in Bakery and Confectionery Products / M. Hadnađev [et al.] // *Biopolymers for Food Design. Handbook of Food Bioengineering*. 2018. p. 279–311.

8. Ростат: официальный сайт. Москва. URL : <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 31.03.2023).

9. Рецептуры на мармелад, пастилу, зефир. Министерство пищевой промышленности СССР, 1974. С. 208. URL : <https://mppnik.ru/load/231-ecceptury-na-marmelad-pastilu-i-zefir.html> (дата обращения 31.03.2023).

10. ГОСТ 6441-2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. Введ. 01.01.2016. М. : Стандартинформ, 2019. С. 11.

11. ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. Введ. 01.01.1992. М. : Стандартинформ, 2012. С. 7.

Информация об авторах

Е. С. Семиряжко – младший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Т. В. Першакова – доктор технических наук, доцент, зав. отделом хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья КНИИХП-филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Е. А. Иванова – старший преподаватель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

С. М. Горлов – кандидат технических наук, доцент кафедры Технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Konar, N., Gunes, R., Palabiyik, I. & Toker, O.S. (2022). Health conscious consumers and sugar confectionery: Present aspects and projections. *Trends in Food Science & Technology*. (123), 57–68.

2. Godshall, M.A. (2016). Candies and Sweets: Sugar and Chocolate Confectionery. *Encyclopedia of Food and Health*. 621-627.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12 мая 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 06 мая 2024.

The article was received by the editorial board on 12 May 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 06 May 2024.

3. Vasilyeva, E.N. & Tarasenko, N.A. (2020). Trends in the development of the range of bakery and flour confectionery products of functional orientation. *Innovative technologies of food production : collection of abstracts of the II All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates and Young scientists, Sevastopol, December 12-13, 2019* / Edited by N.I. Pokintelitsa, Yu.O. Velyaev. Sevastopol: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Sevastopol State University". 89-90. (In Russ.).

4. Eussen, R.B.M., Verhagen, H., Klungel, H., Garssen, J., Loveren, H. & Kranen, H.J. (2011). Functional foods and dietary supplements: Products at the interface between pharma and nutrition. *European Journal of Pharmacology*. (668).

5. Pathania, S. & Kaur, N. (2022). Utilization of fruits and vegetable by-products for isolation of dietary fibres and its potential application as functional ingredients. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. (27), 100295.

6. Çoban, B., Bilgin, B., Yurt, B. & Kopuk, B. (2021). Utilization of the barberry extract in the confectionery products. *LWT*. (145), 111362.

7. Hadnađev, M., Dapčević-Hadnađev, T. & Dokić, L. (2018). Functionality of Starch Derivatives in Bakery and Confectionery Products. *Biopolymers for Food Design. Handbook of Food Bioengineering*. 279-311.

8. Ростат: official website (2023). Retrieved from. <https://rosstat.gov.ru/> (In Russ.).

9. Pastille confectionery products. General technical conditions (2019). GOST 6441-2014 from 1 Jan. 2016. Moscow : Standartinform (In Russ.).

10. Confectionery products. Methods for determining organoleptic indicators of quality, size, net weight and components. (2012). GOST 5897-90 from 1 Jan. 1972. Moscow : Standartinform (In Russ.).

Information about the authors

E.S. Semiryazhko - junior researcher of the Storage Department and complex processing of agricultural raw materials Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking».

T.V. Pershakova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Storage and complex processing of agricultural raw materials Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking».

E.A. Ivanova - is a senior lecturer at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin».

S.M. Gorlov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Crop Products Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin».