

Е.В. Казанцев
Н.Б. Кондратьев ✉
О.С. Руденко

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Поступила в редакцию:
10.08.2023

Одобрена после рецензирования:
27.12.2023

Принята к публикации:
10.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-378-1-118-122

Egor V. Kazantsev
Nikolai B. Kondratiev ✉
Oksana S. Rudenko

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry — Branch of V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ conditerprom_lab@mail.ru

Received by the editorial office:
10.08.2023

Accepted in revised:
27.12.2023

Accepted for publication:
10.01.2024

Повышение сохранности и качества желейно-фруктового мармелада, содержащего подсластители

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Кондитерские изделия с пониженной калорийностью, такие как мармелад, содержащие фруктовое сырье, какао продукты, входят в рацион питания потребителей, пользуются высоким спросом и ассоциируются с продукцией здорового питания.

Методы. Цель работы — выявить закономерности изменений качества желейно-фруктового мармелада, содержащего подсластители эритрит и ксилит, в процессе хранения.

В качестве фруктового сырья использовано пюре из яблок. Обоснованы подсластители эритрит и ксилит для частичного замены сахара белого. В лабораторных условиях изготовлены образцы желейно-фруктового мармелада с 50%-ной заменой сахара белого полиолами. Изготовление мармелада включало приготовление агаро-сахарного сиропа, подготовку фруктового полуфабриката, добавление подсластителей, модифицированного крахмала, патоки, уваривание рецептурной смеси до массовой доли влаги 18–23%, введение 50%-ного раствора лимонной кислоты, охлаждение до температуры 82–83 °C и формовки отливкой формы. Образцы упаковывали в полипропиленовую пленку толщиной 35 мкм и помещали на хранение в климатическую камеру при температуре 18 °C и относительной влажности окружающего воздуха 40%.

Результаты. Исследованы массовая доля влаги, активность воды, прочность, вкус, цвет, запах образцов мармелада в процессе хранения. Определено, что после 14 недель хранения прочность контрольного образца увеличилась на 2%, образца № 1 — на 20,4%, образцов № 2, 3 — на 11,1% и 16,4% соответственно. Форма изготовленных образцов правильная, без наличия дефектов корпуса. Установлено, что образцы обладали высокими органолептическими свойствами, при этом наименьшие потери влаги на протяжении всего исследованного периода хранения выявлены у образца № 2, содержащего эритрит.

Ключевые слова: кондитерские изделия, желейно-фруктовый мармелад, подсластители, сохранность, оценка качества

Для цитирования: Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Руденко О.С. Повышение сохранности и качества желейно-фруктового мармелада, содержащего подсластители. *Аграрная наука*. 2024; 378(1): 118–122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-118-122>

© Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Руденко О.С.

Improving the safety and quality of jelly-fruit marmalade, recommendations for sweeteners

ABSTRACT

Relevance. Reduced calorie confectionery products, such as marmalade containing fruit raw materials, cocoa products, are included in the diet of consumers, are in high demand and are associated with healthy food products.

Methods. The aim of the work is to identify patterns of changes in the quality of jelly-fruit marmalade containing sweeteners erythritol and xylitol during storage. Apple puree was used as a fruit raw material. The sweeteners erythritol and xylitol are justified for partial replacement of white sugar. Samples of jelly-fruit marmalade with 50% replacement of white sugar with polyols were made in the laboratory. The production of marmalade included the preparation of agar-sugar syrup, the preparation of a semi-finished fruit product, the addition of sweeteners, modified starch, molasses, boiling the formulation mixture to a mass fraction of moisture of 18–23%, the introduction of a 50% solution of citric acid, cooling to a temperature of 82–83 °C and molding by casting a mold. The samples were packed in a polypropylene film with a thickness of 35 microns and stored in a climatic chamber at a temperature of 18 °C and a relative humidity of 40% of the ambient air.

Results. The mass fraction of moisture, water activity, strength, taste, color, and smell of marmalade samples during storage were studied. It was determined that after 14 weeks of storage, the strength of the control sample increased by 2%, sample No. 1 — by 20.4%, samples No. 2, 3 — by 11.1% and 16.4%, respectively. The shape of the manufactured samples is correct, without the presence of body defects. It was found that the samples had high organoleptic properties, while the least moisture loss during the entire studied storage period was detected in sample No. 2 containing erythritol.

Key words: confectionery, fruit jelly, sweeteners, preservation, quality assessment

For citation: Kazantsev E.V., Rudenko O.S., Kondratiev N.B. Improving the safety and quality of jelly-fruit marmalade, recommendations for sweeteners. *Agrarian science*. 2024; 378(1): 118–122 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-118-122>

© Kazantsev E.V., Kondratiev N.B., Rudenko O.S.

Введение/Introduction

Сахаристые кондитерские изделия являются неотъемлемой составляющей рациона питания населения Российской Федерации. Желейно-фруктовый, фруктовый, фруктово-ягодный мармелад, содержащий продукты переработки фруктов, востребован потребителем и предлагается в широком ассортименте отечественными производителями [1–4]. Согласно разработанной стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года¹ пищевые продукты, в том числе сахаристые кондитерские изделия с высокой энергетической ценностью, могут быть причиной избыточного веса и ослабления иммунитета у потребителей.

Согласно исследованиям, с 2023 года более 4 млрд человек будут страдать ожирением или избыточным весом в течение следующих 12 лет². Поэтому необходимо создание продуктов питания, состав которых полностью или частично исключает высококалорийные компоненты. Для решения данной задачи используют фруктово-ягодное пюре, многоатомные спирты полиолы в качестве подсластителей, такие как ксилит и эритрит, которые могут быть использованы для изготовления кондитерских изделий со сниженной калорийностью.

Полиолы содержатся в различных фруктах и овощах. Например, сорбит — в сливах, эритрит — в винограде, пасте из соевых бобов, ксилит — в желтой сливе, землянике, цветной капусте [5]. Для промышленного применения полиолы получают из углеводов, содержащихся в кукурузе, пшенице, сахарной свекле, методом ферментативного гидролиза. Определяющей характеристикой полиолов от моно- и дисахаридов является наличие спиртовой группы вместо карбонильной в альдозной и кетозной частях молекул [6].

Эритрит менее сладкий (на 40%), чем сахароза, его калорийность составляет 0,2 ккал/г. Кондитерские изделия, изготовленные на основе эритрита, снижают риск образования кариеса у потребителей по сравнению с изделиями, содержащими сахарозу и сорбит. При этом суточная норма потребления эритрита должна составлять, по данным авторов работы [7], не более 1 г на 1 кг веса человека, так как в больших количествах он может приводить к слабительному эффекту. Органолептические и физические свойства эритрита близки сахарозе, поэтому эритрит может использоваться в технологиях пищевых систем, включая желейно-фруктовый мармелад [8–10].

Преимущества применения ксилита в составе кондитерских изделий заключаются в малой калорийности, пребиотическом действии, возможности употребления лицами с диабетом. Частичная замена сахарозы ксилитом (до 50%) может быть рекомендована для получения различных фруктовых джемов с пониженной калорийностью, в том числе из дыни (*Cucumis melo*) [11, 12]. Безопасность полиолов является объектом исследований ученых и экспертов, в том числе европейского агентства по безопасности пищевых продуктов [13].

При этом остро стоит проблема повышения сохранности кондитерских изделий, включая желейно-фруктовый мармелад. Сохранность таких изделий зависит от их рецептурного и химического состава, свойств упа-

ковки, процессов миграции молекул свободной влаги, колебаний условий хранения [14].

В работе авторов [15] приведены результаты исследований физико-химических свойств и текстуры образцов мармелада, для изготовления которого применяли различные соотношения глюкозного сиропа, сахарозы, крахмала и желатина. Образцы хранили до 52 недель при различных температурах. Установлено, что соотношение глюкозного сиропа и сахарозы, равное 1,5 в рецептурном составе мармелада, позволило получить наилучшие органолептические показатели качества мармелада в процессе хранения.

Исследованы свойства образцов джемов, содержащих сахарозу, фруктозу, ксилит, эритрит, пюре ягод черники, пектин, в процессе их хранения в течение 9 месяцев. Образцы джемов на основе эритрита обладали более интенсивным красным цветом при значительно низких показателях ежевичного вкуса. Авторами подтверждено, что диетические джемы на основе ксилита и эритрита выдерживают более 9 месяцев хранения, а их органолептические свойства выше по сравнению со свойствами образцов на основе сахарозы и фруктозы [16].

Цель работы — выявить закономерности изменений качества желейно-фруктового мармелада, содержащего подсластители эритрит и ксилит, в процессе хранения.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектами исследований, проведенных в 2023 г., являлись образцы желейно-фруктового мармелада, изготовленные в лабораторных условиях ВНИИКП (табл. 1).

В качестве регулятора кислотности использовали 50%-ный водный раствор лимонной кислоты (партия: 6MT190426, Китай).

Изготовленные образцы упаковывали в полипропиленовую пленку толщиной 35 мкм (ООО «ИСПАТЭК С», Россия, ТУ 2245-003-70398464-2016) и помещали на хранение в климатическую камеру при температуре 18 °С и относительной влажности окружающего воздуха 40%.

Таблица 1. Содержание основных компонентов в исследованных образцах

Table 1. The content of the main components in the studied samples

Компоненты	Наименование образцов			
	контроль	№ 1	№ 2	№ 3
Сахар белый по ГОСТ 33222-2015 ³ , %	70,0	35,0	35,0	35,0
Эритрит (ИП Астахов П.А., Россия), %	–	35,0	–	17,5
Ксилит (ООО «Компания «Сладкий мир»», Россия), %	–	–	35,0	17,5
Пюре яблочное (ООО «Мастера вкуса», СТО 36273676-001-2020), %		20,0		
Модифицированный крахмал Е1412 (дикрахмалфосфат этерифицированный) (ООО «Компания «Сладкий мир»», Россия), %		3,0		
Агар-агар пищевой 800 GS, E406, (Marine hydrocolloids, Индия), %		2,0		

¹ Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-п). <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293754/4293754018.pdf>

² World Obesity Atlas. 2023. Global study predicts that more than half the global population will be living with overweight and obesity within 12 years if prevention, treatment and support do not improve. <https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023>

³ ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия.

Массовую долю влаги измеряли по ГОСТ 5900⁴, активность воды определяли по ГОСТ ISO 21807⁵, органолептические показатели исследованы в соответствии с ГОСТ 5897⁶.

Прочность образцов измеряли с помощью структурометра СТ-2 (ООО «Лаборатория качества», Россия).

Математическая обработка проведена с использованием программного обеспечения Excel 2019 (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изготовление мармелада включало приготовление агаро-сахарного сиропа, подготовку фруктового полуфабриката, добавление подсластителей, модифицированного крахмала и патоки, уваривание рецептурной смеси до массовой доли влаги 18–23%, введение 50%-ного раствора лимонной кислоты⁷, охлаждение до температуры 82–83 °С и отливку в полимерные формы. Образцы изготовленного мармелада показаны на рисунке 1.

Проведены исследования влияния подсластителей эритрита и ксилита на сохранность желеино-фруктового мармелада.

Срок годности кондитерских изделий в настоящее время устанавливается производителем. Ранее срок хранения желеино и фруктово-ягодного формового мармелада составлял два-три месяца^{8, 9}. Поэтому для обоснования срока годности три месяца проводили исследования с учетом коэффициента резерва для нескоропортящихся продуктов, который в соответствии с МУК 4.2.1847¹⁰ составляет 1,15.

В процессе 14 недель хранения массовая доля влаги уменьшилась во всех образцах на 1,4–3,1% (рис. 2).

Наибольшая потеря влаги у образцов с полиолами отмечена для образца № 1 с заменой 50% сахара белого ксилитом, № 3 — с заменой 50% сахара белого смесью эритрита и ксилита в соотношении 1:1. При этом наименьшие потери влаги на протяжении всего исследованного периода хранения выявлены у образца № 2, содержащего эритрит.

Массовая доля влаги образцов мармелада соответствовала требованиям⁶.

Активность воды образцов уменьшилась незначительно — с 0,666 до 0,655, что прогнозирует низкий риск микробиологической порчи.

Аналогичные результаты исследований органолептических показателей получены учеными при хранении мармелада с добавлением пюре из моркови [11].

Использование ксилита, сорбита и их смеси в составе образцов мармелада оказало значимое влияние на прочность его корпусов (рис. 3).

После 14 недель хранения прочность контрольного образца увеличилась на 26%, образца № 1 — на 20,4%, образцов № 2, 3 — на 11,1% и 16,4% соответственно. Минимальные значения прочности образцов № 1, 2 после

Рис. 1. Образцы изготовленного желеино-фруктового мармелада
Fig. 1. Samples of manufactured jelly fruit marmalade

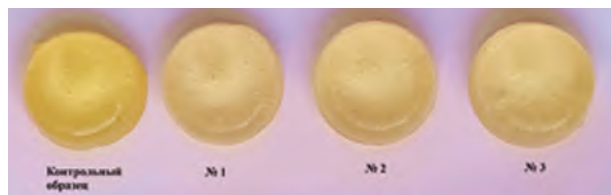


Рис. 2. Изменение массовой доли влаги в образцах желеино-фруктового мармелада в процессе хранения при температуре 18 °С
Fig. 2. Change in the mass fraction of moisture in samples of jelly-fruit marmalade during storage at a temperature of 18 °С

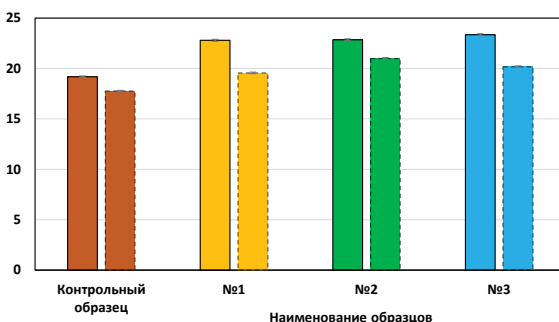


Рис. 3. Прочность корпусов желеино-фруктового мармелада в процессе хранения при температуре 18 °С
Fig. 3. The strength of the hulls of jelly-fruit marmalade during storage at a temperature of 18 °С

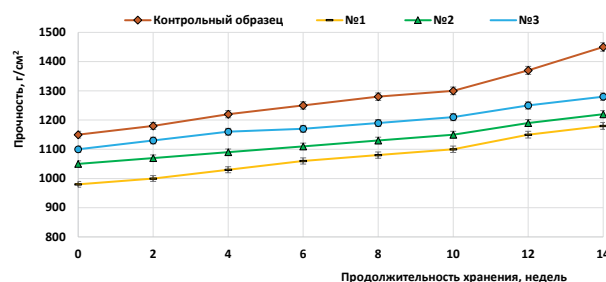
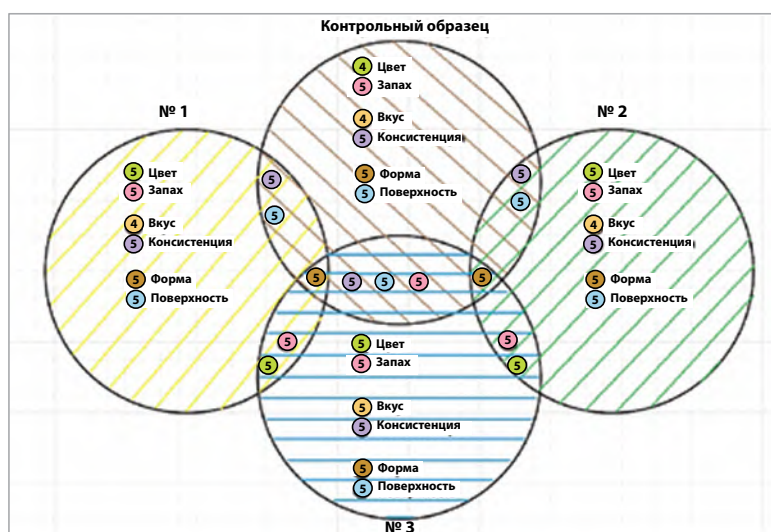


Рис. 4. Диаграмма Эйлера — Венна органолептического профиля образцов желеино-фруктового мармелада после 14 недель хранения при температуре 18 °С

Fig. 4. Euler — Venn diagram of the organoleptic profile of fruit jelly samples after 14 weeks of storage at 18 °С



⁴ ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ. М.: Стандартинформ. 2015; 13.

⁵ ГОСТ ISO 21807-2015 Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды. М.: Стандартинформ. 2016; 16.

⁶ ГОСТ Р 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. М.: Стандартинформ. 2012; 8.

⁷ ГОСТ 908-2004 Межгосударственный стандарт. Кислота лимонная «Моногидрат» пищевая. Технические условия.

⁸ ГОСТ 6442-2014 Мармелад. Общие технические условия. М.: Стандартинформ. 2015; 11.

⁹ ГОСТ 6442-89 Мармелад. Технические условия. М.: Государственный комитет СССР по стандартам. 1989; 7.

¹⁰ МУК 4.2.1847 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания.

14 недель хранения обусловлены низкой молекулярной массой ксилита и эритрита относительно сахарозы и удержанием гидроксильных групп свободной влаги с образованием дополнительных водородных связей.

Исследованы органолептические показатели качества модельных образцов мармелада в процессе хранения (рис. 4).

Установлено, что после 14 недель хранения форма изготовленных образцов правильная, без дефектов корпуса.

Образцы после хранения обладают студнеобразной консистенцией и глянцевой ровной поверхностью, что соответствует данным, полученным авторами работы [16].

В результате исследований установлено, что наименьшие отличия от контрольного образца выявлены для мармелада, содержащего 50% сахара белого и смесь полиолов (эритрит, ксилит) в соотношении 1:1. Такой мармелад может быть рекомендован для людей с

проблемами, связанными с обменом веществ и с целью снижения калорийности рациона питания.

Выводы/Conclusion

Исследовано влияние подсластителей эритрита и ксилита в составе желеино-фруктового мармелада на его сохранность при температуре 18 °C и относительной влажности воздуха 40%. Установлено, что после 14 недель хранения образцы мармелада обладали высокими органолептическими показателями, при этом у образца № 2, содержащего эритрит, выявлены наименьшие потери влаги на протяжении всего исследованного периода хранения. Наименьшие отличия органолептических показателей в процессе хранения выявлены для образца, содержащего 50% сахара белого и смесь полиолов (эритрит, ксилит) в соотношении 1:1. Такое соотношение углеводов может быть использовано для изготовления мармелада с пониженной энергетической ценностью.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания № FGUS-2022-0007 Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук.

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state assignment No. FGUS-2022-0007 of the state assignment of the V.M. Gorbatoev Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боженова В.В., Баланов П.Е., Смотраева И.В. Разработка рецептуры и технологии диетического клюквенного мармелада на эритритоле. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (10): 187–194. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-10-187-194>
2. Магомедов Г.О., Плотникова И.В., Литвинова А.А., Магомедов М.Г., Плотников В.Е. Технологические аспекты приготовления желеино-фруктового мармелада пониженной сахаросодержимости и калорийности с использованием натурального углеводосодержащего продукта. *Вестник ВГУИТ*. 2022; 84(2): 200–209. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-200-209>
3. Полуянова М.А., Попов В.Г. Биотехнологические аспекты разработки мармелада функциональной направленности с использованием молочной сыворотки для профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта. *Индустрия питания*. 2022; 7(2): 72–79. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-8>
4. Чоманов У.Ч., Жумалиева Г.Е., Идаятова М.А., Муратханов Д.Б., Жумалиева Г.Т. Использование продуктов переработки бахчевых культур в производстве мармелада. *Ползуновский вестник*. 2023; (2): 98–106. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.012>
5. Jovanovic-Malinovska R., Kuzmanova S., Winkelhausen E. Oligosaccharide Profile in Fruits and Vegetables as Sources of Prebiotics and Functional Foods. *International Journal of Food Properties*. 2014; 17(5): 949–965. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680221>
6. Rakicka-Pustulka M., Mirończuk A.M., Celińska E., Białas W., Rymowicz W. Scale-up of the erythritol production technology — Process simulation and techno-economic analysis. *Journal of Cleaner Production*. 2020; 257: 120533. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120533>
7. de Cock P., Mäkinen K., Honkala E., Saag M., Kennepohl E., Eapen A. Erythritol Is More Effective Than Xylitol and Sorbitol in Managing Oral Health Endpoints. *International Journal of Dentistry*. 2016; 2016: 9868421. <https://doi.org/10.1155/2016/9868421>
8. Nastaj M., Sołowiej B.G., Terpiłowski K., Kucia W., Tomasevic I.B., Peréz-Huertas S. The Effect of Erythritol on the Physicochemical Properties of Reformulated, High-Protein, and Sugar-Free Macarons Produced from Whey Protein Isolate Intended for Diabetics, Athletes, and Physically Active People. *Foods*. 2023; 12(7): 1547. <https://doi.org/10.3390/foods12071547>
9. Nastaj M. et al. Development and physicochemical properties of reformulated, high-protein, untempered sugar-free dark chocolates with addition of whey protein isolate and erythritol. *International Dairy Journal*. 2022; 134: 105450. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105450>
10. Park J.J., Olawuyi I.F., Park G.D., Lee W.Y. Effects of gelling agents and sugar substitutes on the quality characteristics of carrot jelly. *Korean Journal of Food Preservation*. 2021; 28(4): 469–479. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.4.469>
11. Le H., Wang X., Wei Y., Zhao Y., Zhang J., Zhang L. Making Polyol Gummies by 3D Printing: Effect of Polyols on 3D Printing Characteristics. *Foods*. 2022; 11(6): 874. <https://doi.org/10.3390/foods11060874>

REFERENCES

1. Bozhonova V.V., Balanov P.E., Smotraeva I.V. Formulation and technology development of dietary cranberry marmalade on erythritol. *Bulliten KrasSAU*. 2022; (10): 187–194 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-10-187-194>
2. Magomedov G.O., Plotnikova I.V., Litvinova A.A., Magomedov M.G., Plotnikov V.E. Technological aspects of the preparation of jelly marmalade of reduced sugar content and caloric content using a natural carbohydrate-containing product. *Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]*. 2022; 84(2): 200–209 (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-2-200-209>
3. Polyuyanova M.A., Popov V.G. Biotechnological Aspects of the Functional Marmalade Development Using Whey for the Gastrointestinal Diseases Prevention. *Food Industry*. 2022; 7(2): 72–79 (In Russian). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-8>
4. Chomanov U.Ch., Zhumaliev G.E., Idayatova M.A., Muratkhonov D.B., Zhumaliev G.T. Use of melon processing products in production of marmalade. *Polzunovskiy vestnik*. 2023; (2): 98–106 (In Russian). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.012>
5. Jovanovic-Malinovska R., Kuzmanova S., Winkelhausen E. Oligosaccharide Profile in Fruits and Vegetables as Sources of Prebiotics and Functional Foods. *International Journal of Food Properties*. 2014; 17(5): 949–965. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680221>
6. Rakicka-Pustulka M., Mirończuk A.M., Celińska E., Białas W., Rymowicz W. Scale-up of the erythritol production technology — Process simulation and techno-economic analysis. *Journal of Cleaner Production*. 2020; 257: 120533. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120533>
7. de Cock P., Mäkinen K., Honkala E., Saag M., Kennepohl E., Eapen A. Erythritol Is More Effective Than Xylitol and Sorbitol in Managing Oral Health Endpoints. *International Journal of Dentistry*. 2016; 2016: 9868421. <https://doi.org/10.1155/2016/9868421>
8. Nastaj M., Sołowiej B.G., Terpiłowski K., Kucia W., Tomasevic I.B., Peréz-Huertas S. The Effect of Erythritol on the Physicochemical Properties of Reformulated, High-Protein, and Sugar-Free Macarons Produced from Whey Protein Isolate Intended for Diabetics, Athletes, and Physically Active People. *Foods*. 2023; 12(7): 1547. <https://doi.org/10.3390/foods12071547>
9. Nastaj M. et al. Development and physicochemical properties of reformulated, high-protein, untempered sugar-free dark chocolates with addition of whey protein isolate and erythritol. *International Dairy Journal*. 2022; 134: 105450. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105450>
10. Park J.J., Olawuyi I.F., Park G.D., Lee W.Y. Effects of gelling agents and sugar substitutes on the quality characteristics of carrot jelly. *Korean Journal of Food Preservation*. 2021; 28(4): 469–479. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.4.469>
11. Le H., Wang X., Wei Y., Zhao Y., Zhang J., Zhang L. Making Polyol Gummies by 3D Printing: Effect of Polyols on 3D Printing Characteristics. *Foods*. 2022; 11(6): 874. <https://doi.org/10.3390/foods11060874>

12. Naknaen P., Itthisoponkul T. Characteristics of Cantaloupe Jams as Affected by Substitution of Sucrose with Xylitol. *International Journal of Fruit Science*. 2015; 15(4): 442–455.
<https://doi.org/10.1080/15538362.2015.1031433>
13. Ruiz-Ojeda F.J., Plaza-Díaz J., Sáez-Lara M.J., Gil A. Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. 2019; 10(S1): S31–S48.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmy037>
14. Кондратьев Н.Б., Осипов М.В., Руденко О.С., Казанцев Е.В., Калинкина Е.С. Основные факторы формирования молекулярной структуры мармелада. *Пищевые системы*. 2021; 4(3): 172–179.
<https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3-172-179>
15. Ismawati R., Romadhoni I.F., Nurul Q.T., Ratna S.T. Storability of Seaweed Jelly Candy based on Chemical, Physical and Microbiology Characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 347: 012021.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012021>
16. Benedek C. *et al.* Effect of sweeteners and storage on compositional and sensory properties of blackberry jams. *European Food Research and Technology*. 2020; 246(11): 2187–2204.
<https://doi.org/10.1007/s00217-020-03564-2>

ОБ АВТОРАХ

Егор Валерьевич Казанцев

научный сотрудник
ekazantsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>

Николай Борисович Кондратьев

доктор технических наук, главный научный сотрудник
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-332-9621>

Оксана Сергеевна Руденко

кандидат технических наук,
заместитель директора по научной работе
oxana0910@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. Электrozаводская, 20, Москва, 107023, Россия

12. Naknaen P., Itthisoponkul T. Characteristics of Cantaloupe Jams as Affected by Substitution of Sucrose with Xylitol. *International Journal of Fruit Science*. 2015; 15(4): 442–455.
<https://doi.org/10.1080/15538362.2015.1031433>
13. Ruiz-Ojeda F.J., Plaza-Díaz J., Sáez-Lara M.J., Gil A. Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. 2019; 10(S1): S31–S48.
<https://doi.org/10.1093/advances/nmy037>
14. Kondratev N.B., Osipov M.V., Rudenko O.S., Kazantsev E.V., Kalinkina E.S. The main factors of marmalade molecular structure formation. *Food systems*. 2021; 4(3): 172–179 (In Russian).
<https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3-172-179>
15. Ismawati R., Romadhoni I.F., Nurul Q.T., Ratna S.T. Storability of Seaweed Jelly Candy based on Chemical, Physical and Microbiology Characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 347: 012021.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012021>
16. Benedek C. *et al.* Effect of sweeteners and storage on compositional and sensory properties of blackberry jams. *European Food Research and Technology*. 2020; 246(11): 2187–2204.
<https://doi.org/10.1007/s00217-020-03564-2>

ABOUT THE AUTHORS

Egor Valerievich Kazantsev

Research Associate
ekazantsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8923-0029>

Nikolay Borisovich Kondratev

Doctor of Technical Sciences, Chief Scientific Officer
conditerprom_lab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-332-9621>

Oxana Sergeevna Rudenko

Candidate of Technical Sciences,
Deputy Director for Scientific Work
oxana0910@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2436-4100>

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry — Branch of V.M. Gorbatoev Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences
20 Elektrozavodskaya Str., Moscow, 107023, Russia