

Научная статья/Research Article

УДК 664.143

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-10-187-194

Василиса Вячеславовна Боженова<sup>1✉</sup>, Петр Евгеньевич Баланов<sup>2</sup>,

Ирина Владимировна Смотраева<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup>vasi-bozh@yandex.ru

<sup>2</sup>balanov@yandex.ru

<sup>3</sup>irinasmotraeva@yandex.ru

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДИЕТИЧЕСКОГО КЛЮКВЕННОГО МАРМЕЛАДА НА ЭРИТРИТОЛЕ

*Цель исследования – разработка рецептуры и технологии клюквенного мармелада с заменой в нем сахара на эритритол для снижения калорийности кондитерского изделия. Обоснован выбор сырья, необходимого для разрабатываемой рецептуры. Готовые образцы мармелада с сахаром и эритритом были исследованы по реологическим и органолептическим показателям, а также измерена их влажность. Результаты исследований показали, что мармелад с эритритолом не уступает по всем характеристикам мармеладу на сахарозе, при этом имеет больший предел прочности при суммарном времени уваривании сырья и мармеладной массы 12 минут – 694,9±34,3 г. По общей сумме дегустационных баллов мармелад со стопроцентным содержанием эритритола показал наилучшие результаты. Для него общая сумма баллов составила 26,6; для мармелада на сахаре – 24,3, а для мармелада с сахаром и эритритом – 24,8. Поскольку сахар был заменен на эритрит без учета коэффициента сладости, то образцы мармелада с ним имели меньшую сладость. Во всех образцах наблюдался хороший баланс кислого и сладкого вкуса. Все образцы не сохраняли свою структуру при комнатной температуре, в связи с чем рекомендуется хранить мармелад такого типа в охлажденном состоянии (4±2 °С). Предполагается, что это связано с несколько повышенной влажностью (61,6–66,7 %) и некоторым снижением структурообразующей способности ввиду отсутствия сахарозы. Данный фактор сильно влияет на сроки хранения. Расчетная допустимая суточная доза мармелада на эритрите составляет 160 г/сутки. Полученную технологию мармелада можно подвергнуть дальнейшей апробации в промышленных условиях.*

**Ключевые слова:** диетический мармелад, клюква, эритритол, сахарозаменитель, сахар, рецептура

**Для цитирования:** Боженова В.В., Баланов П.Е., Смотраева И.В. Разработка рецептуры и технологии диетического клюквенного мармелада на эритритоле // Вестник КрасГАУ. 2022. № 10. С. 187–194. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-10-187-194.

Vasilisa Vyacheslavovna Bozhenova<sup>1✉</sup>, Petr Evgenievich Balanov<sup>2</sup>, Irina Vladimirovna Smotraeva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>National Research ITMO University, St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup>vasi-bozh@yandex.ru

<sup>2</sup>balanov@yandex.ru

<sup>3</sup>irinasmotraeva@yandex.ru

## FORMULATION AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF DIETARY CRANBERRY MARMALADE ON ERYTHRITOL

The purpose of the study is to develop a recipe and technology for cranberry marmalade with the replacement of sugar with erythritol in it to reduce the calorie content of the confectionery. The choice of raw materials necessary for the developed formulation is substantiated. Ready-made samples of marmalade with sugar and erythritol were examined in terms of rheological and organoleptic parameters, and their moisture content was also measured. The results of research showed that marmalade with erythritol is not inferior in all characteristics to marmalade on sucrose, while it has a greater tensile strength with a total boiling time of raw materials and marmalade mass of 12 minutes –  $694.9 \pm 34.3$  g. 100 % erythritol showed the best results. For him, the total score was 26.6; for marmalade with sugar – 24.3, and for marmalade with sugar and erythritol – 24.8. Since sugar was replaced by erythritol without taking into account the sweetness factor, marmalade samples with it had less sweetness. All samples showed a good balance of sour and sweet taste. All samples did not retain their structure at room temperature, and therefore it is recommended to store marmalade of this type in a chilled state ( $4 \pm 2$  °C). It is assumed that this is due to a slightly increased humidity (61.6–66.7 %) and a slight decrease in the structure-forming ability due to the absence of sucrose. This factor greatly affects the shelf life. The estimated allowable daily dose of marmalade on erythritol is 160 g/day. The obtained marmalade technology can be subjected to further testing in industrial conditions.

**Keywords:** dietary marmalade, cranberry, erythritol, sweetener, sugar, recipe

**For citation:** Bozhenova 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 Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-10-187-194.

**Введение.** По данным анализа потребительского рынка России кондитерские изделия являются продуктами ежедневного спроса и активно употребляются всеми слоями населения. Их востребованность обосновывается вкусовыми качествами продукции и положительным эмоциональным влиянием. Мармеладно-пастильная продукция, согласно маркетинговым исследованиям, находится на третьем месте по востребованности среди сахаристых кондитерских изделий. Первую и вторую строчки занимают шоколадная продукция и карамельно-леденцовые изделия [1].

Доказано, что регулярное или чрезмерное употребление любого натурального сахара может вызывать развитие атеросклероза, алиментарно-обменных форм ожирения, метаболического синдрома и ряда других патологий, в том числе сахарного диабета, который является одной из глобальных медико-социальных проблем XXI века. Распространение этого заболевания в мире постоянно возрастает [2, 3]. Мармелад является кондитерским изделием с высоким содержанием сахара. В связи с чем появляется потребность в разработке рецептур мармелада с пониженной калорийностью. Актуальным вопросом нашего времени является разработка

диетических продуктов питания для предотвращения активного развития заболеваний населения. В настоящее время специалисты находятся в поисках подсластителей и сахарозаменителей, которые имели бы похожий на сахар вкус, а также подобные технологические и функциональные свойства. Не всегда удается заменить его или полностью исключить из рецептуры без потери в качестве и стабильности продукта в связи с функциональными возможностями сахара. В этом смысле актуальным направлением является поиск эквивалентных вкусовых сахарозаменителей несахаристой природы [4].

Для снижения калорийности и повышения пищевой ценности кондитерских изделий используются полиолы – многоатомные спирты, имеющие подобную сахару сладость, но при этом не вызывающие выброс инсулина в организме, что позволяет включать их в рецептуры диетических продуктов [3]. Сахарные спирты набирают все большую популярность. Это связано не только с их потенциалом в качестве заменителя сахара и их хорошо изученным благотворным воздействием на здоровье полости рта, но также и с рядом преимуществ для здоровья, включая гипогликемический, антигипергликемический, антидиабетический и антиобезогенный

эффекты [5]. В кондитерском производстве широкое применение нашел эритритол. Он удерживает влагу в продукте, что является важным фактором для готового изделия. Также эритрит может выступать в качестве стабилизатора, что необходимо для выбранного продукта, который должен сохранять заданную форму в течение всего срока хранения и иметь необходимую консистенцию и текстуру. Недостаток заключается в том, что при повышении употребления рекомендованного количества эритрита могут возникать проблемы с пищеварением. Это следует учитывать при разработке рецептуры мармелада на эритрите. Суточная норма потребления эритрита составляет до 0,66 г/кг веса человека, а калорийность – всего 0,2 ккал/г [4].

В качестве основного сырья для приготовления мармелада была выбрана клюква, содержащая полифенольные соединения, в частности флавоноиды, антоцианы и проантоцианидины, выступающие в качестве антиоксидантов и предотвращающие окисление липидов в организме человека [6, 7]. Измельченная клюквенная масса является хорошей альтернативой концентрированному клюквенному соку, который часто используется для производства мармелада. Клюквенная масса содержит биологически активные вещества, пищевые волокна и обладает приятными сенсорными свойствами.

**Цель исследований** – разработать рецептуру и технологию приготовления клюквенного мармелада с заменой в нем сахара на эритритол.

**Задачи:** исследовать органолептические, реологические параметры, а также влажность готовых изделий, сравнить мармелад на сахаре и эритрите.

**Объекты и методы.** Исследования проводились на факультете биотехнологий Университета ИТМО в Санкт-Петербурге. В качестве объектов исследований выступали образцы клюквенного мармелада с сахаром и эритритом, приготовленные по одинаковой технологии. Сырьевой базой является клюква, выращенная и промышленно заготовленная в Северо-Западном федеральном округе. Это сырье эндемично для данного региона и заготавливается промышленностью в большом масштабе. Хранится в охлажденном и замороженном состоянии.

В готовых изделиях была исследована массовая доля влаги методом высушивания до по-

стоянной массы. Для этого образцы высушивались в сушильном шкафу в течение 24 ч при температуре 103–105 °С [8]. Были исследованы структурно-механические свойства мармелада на структуромере СТ-2. Методика основана на определении усилия нагружения на инденторе «Никкансуи» при его внедрении в пробу готового мармелада на глубину 25 мм при скорости внедрения 1 мм/с после усилия касания 7 г.

Режим работы:

- усилие контакта с пробой  $F_k = 7$  г;
- скорость движения индентора  $V_d = 1$  мм/с;
- глубина внедрения индентора в образец  $H_b = 25$  мм;
- продолжительность стабилизации глубины внедрения  $t = 200$  с.

Также образцы мармелада с разными дозировками сахара и эритрита были оценены по органолептическим показателям. Оценка проводилась по балльной шкале с максимальным баллом за основные сенсорные показатели – 5.

**Результаты и их обсуждение.** Была разработана рецептура мармелада на эритрите (табл. 1) и технологическая схема его приготовления (рис. 1). При определении количества эритритолола, заменяющего сахарозу, не производили пересчет с помощью коэффициента сладости, а взяли количество, равное сахарозе, для более корректного сравнения образцов мармелада. Также в рецептуру было добавлено незначительное количество глюкозного сиропа как необходимого антикристаллизатора эритрита. Для разрабатываемых рецептур было установлено оптимальное соотношение клюквенного пюре, получаемого на первых этапах приготовления, к сахару/сахарозаменителю – 2,5:1. Для достижения лучших сенсорных свойств было решено протирать уваренную клюкву через сетчатый фильтр для удаления кожицы плодов. Поскольку в клюкве достаточно низкое содержание пектиновых веществ для образования прочного студня, в качестве студнеобразователя был выбран желатин, который содержит аминокислоты, положительно влияющие на умственную деятельность, суставы и связки, сердечную мышцу. Установлено оптимальное соотношение разбавления желатина с водой – 1:5. Количество желатина составляет 7,8 % к количеству получаемого клюквенного пюре.

## Рецептура клюквенного мармелада с эритритом

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Вес загрузки, г	
		в натуре	в сухих веществах
Клюква	10,00	450,00	45,00
Эритритол	99,85	150,00	149,76
Вода	–	255,00	–
Желатин	86,00	30,00	25,80
Глюкозный сироп	80,00	6,75	5,40
Итого	–	891,75	225,96
Потери сухих веществ (8,5 %)	–	–	19,21
Выход	37,20	555,78	206,75

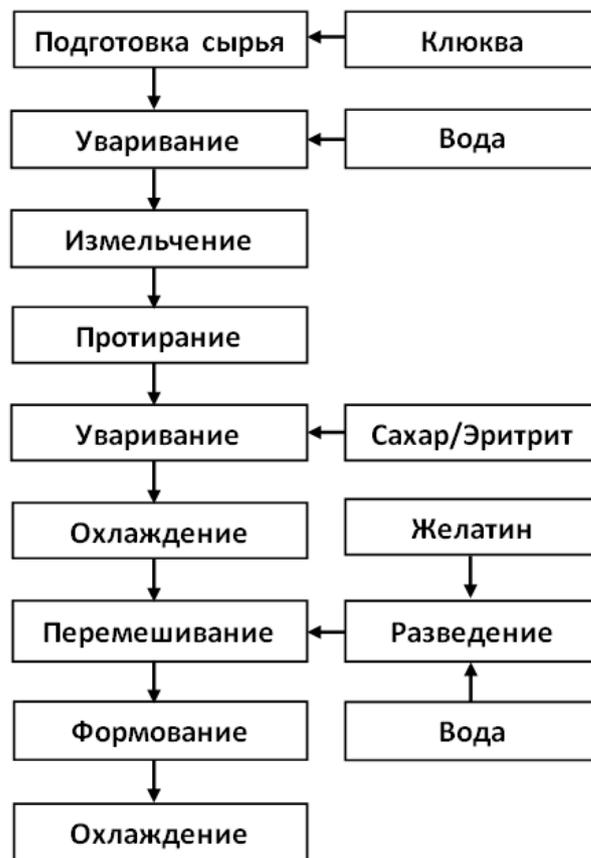


Рис. 1. Технологическая схема приготовления клюквенного мармелада на сахаре и эритрите

Уваривание клюквы и мармеладной массы производилось в емкости с помощью электрического нагрева. Клюквенное сырье готовилось отдельно с частью воды в начале уваривания, вследствие чего оно разваривалось и легко поддавалось измельчению для перехода в пюреобразное состояние. Суммарное время уваривания клюквенного сырья и мармеладной

массы составило 12 мин. Для исследования массовой доли влаги и структурно-механических свойств были приготовлены также образцы с большим временем уваривания мармеладной массы – в сумме 20 мин.

Результаты измерения влажности образцов мармелада представлены в таблице 2.

Показатели массовой доли влаги образцов мармелада, %

Образец	Суммарное время уваривания, мин	
	12	20
Мармелад с сахаром	66,7	64,6
Мармелад с эритритолом	62,8	61,6

Были исследованы структурно-механические свойства мармелада на структурометре Ст-2 (табл. 3). По полученным значениям пределов прочности можно сделать вывод, что структура мармелада напрямую не коррелирует со време-

нем уваривания мармеладной массы, и при этом большее значение предела прочности соответствует мармеладу на эритрите с меньшим временем уваривания.

Таблица 3

Пределы прочности исследуемых образцов

Суммарное время уваривания мармеладной массы, мин	Образец мармелада	Предел прочности F, г
12	С сахаром	529,3±36,0
	С эритритолом	694,9±34,3
20	С сахаром	640,0±32,4
	С эритритолом	613,0±35,1

Была произведена оценка органолептических показателей мармелада, хранившегося в холодильной камере при температуре  $4 \pm 2$  °С, на вторые сутки с различными дозировками са-

хара и эритрита. Фокус-группа состояла из 10 человек. Данные представлены в виде таблицы 4 и лепестковой диаграммы (рис. 2).

Таблица 4

Результаты органолептической оценки мармелада с различными дозировками сахара и эритрита, балл

Показатель	Сахар 100 %	Сахар 50 % + эритрит 50 %	Эритрит 100 %
Поверхность	4,0	4,0	4,1
Вид в изломе	4,0	4,3	4,3
Форма	4,1	4,1	4,1
Консистенция	3,3	3,5	4,0
Вкус и запах	4,2	4,2	4,6
Цвет	4,7	4,7	4,5
Сумма	24,3	24,8	25,6

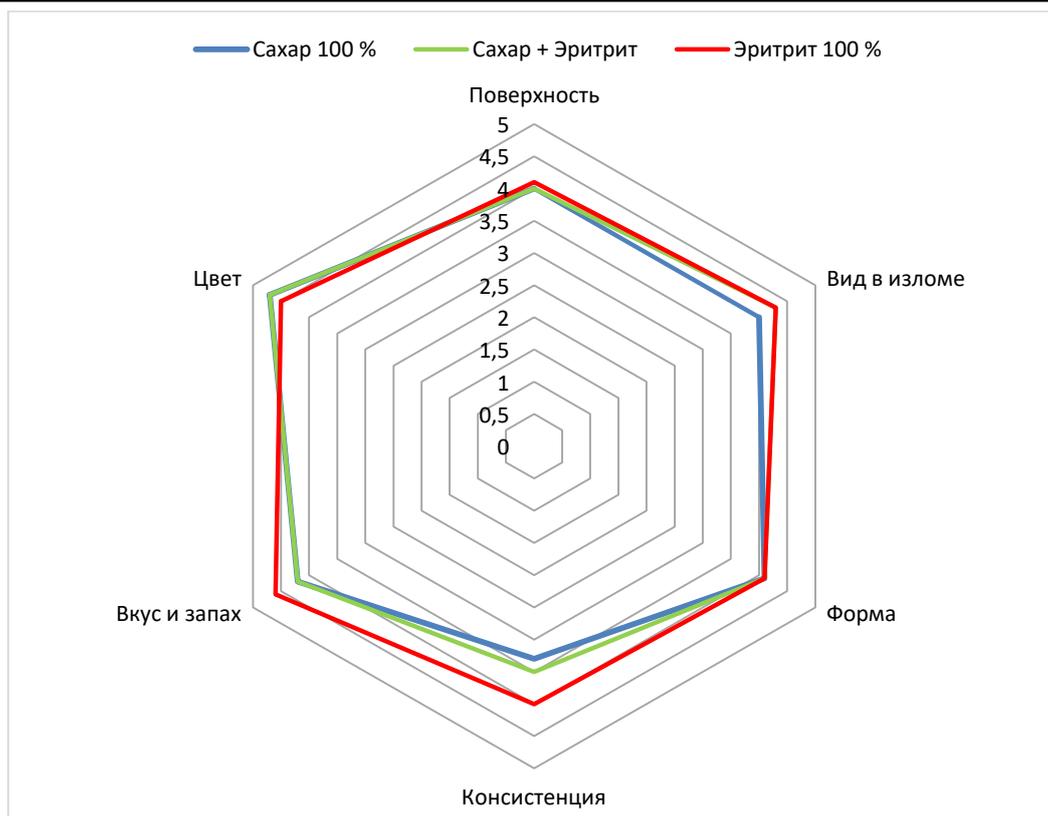


Рис. 2. Лепестковая диаграмма. Результаты органолептической оценки мармелада с различными дозировками сахара и эритрита

По общей сумме баллов на первом месте стоит мармелад со стопроцентным содержанием эритрита. Участниками фокус-группы также было отмечено, что мармелад на эритрите имеет меньшую сладость. Это объясняется тем, что эритрит имеет меньший коэффициент сладости, при этом в рецептуру его закладывалось количество, равное сахару. Во втором образце ощущается больший баланс кислоты и сладости. Однако однозначно лучший образец не был выявлен, поскольку каждый участник имеет свои предпочтения и понятие об уровне сладости, кислоты и горечи. Также было отмечено, что фактор знания того, что мармелад на эритрите является более полезным, влиял на восприятие его вкуса в лучшую сторону.

Консистенция мармелада сильно зависит от температуры хранения. При хранении мармелада в холодильной камере при температуре  $4 \pm 2$  °C он обладает хорошей упругостью, свойственной мармеладной продукции, но при хранении в комнатной температуре мармелад разваливается при небольшом внешнем механиче-

ском воздействии. В связи с этим рекомендуется хранить его в охлажденном состоянии при температуре  $4 \pm 2$  °C без потери качества в течение 30 сут.

Допустимая суточная доза мармелада с эритритом для человека массой 65 кг составляет 160 г/сут, исходя из допустимой суточной дозы эритрита.

**Заключение.** Разработана рецептура и технология ягодно-желейного мармелада на основе натурального сырья с заменой сахара на эритритол. Полученный продукт позволяет приблизиться к решению проблемы производства изделий для здорового питания. Полная или частичная замена сахарозы на эритритол способствует понижению калорийности готового продукта, а изготовление мармелада на плодово-ягодном сырье и желатине в качестве студнеобразователя повышает физиологическую и органолептическую ценность изделия. Полученный по разработанной рецептуре мармелад на эритрите не уступает по качеству мармеладу на сахарозе и даже превосходит его по реологиче-

ским свойствам. Однако для достижения меньшей влажности изделий следует выбрать другой способ уваривания мармеладной массы, что положительно повлияет на структуру и длительность хранения продукта.

В дальнейшей работе планируется провести апробацию разработанной технологии в промышленных условиях.

#### Список источников

1. Шевченко Н.В. Состояние рынка сахаристых кондитерских изделий // Современные проблемы товароведения, экономики и индустрии питания. Саратов, 2018. С. 198–201.
2. Роль пищевой промышленности в диетической терапии населения. Специализированные кондитерские изделия диабетического питания / Т.В. Савенкова [и др.] // Вопросы питания. 2015. Т. 84, № 6. С. 107–115.
3. Жаббарова С.К. Влияние сахарозаменителей и подсластителей на безвредность кондитерских изделий // Universum: Технические науки. 2019. № 2 (59). С. 27–31.
4. Резниченко И.Ю., Щеглов М.С. Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 4. С. 576–587.
5. Metabolic effects of the natural sweeteners xylitol and erythritol: A comprehensive review / Bettina K. Wölnerhanssen [et al.] // Critical reviews in food science and nutrition. 2019. P. 1–13.
6. Active Cranberry's Polyphenolic Fraction: New Advances in Processing and Clinical Applications / A. Colletti [et al.] // Nutrients. 2021. Vol. 13, 2546. P. 1–22.
7. Cranberries and Their Bioactive Constituents in Human Health / J.B. Blumberg [et al.] // Advances in nutrition. 2013. Vol. 4 (6). P. 618–632.

8. Данина М.М., Сергачева Е.С., Соболева Е.В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов, готовых хлебобулочных и кондитерских изделий: лаборатор. работы: учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 57 с.

#### References

1. Shevchenko N.V. Sostoyanie rynka saharistykh konditerskikh izdelij // Sovremennyye problemy tovarovedeniya, `ekonomiki i industrii pitaniya. Saratov, 2018. S. 198–201.
2. Rol' pischevoj promyshlennosti v dieticheskoy terapii naseleniya. Specializirovannyye konditerskie izdeliya diabeticheskogo pitaniya / T.V. Savenkova [i dr.] // Voprosy pitaniya. 2015. T. 84, № 6. S. 107–115.
3. Zhabbarova S.K. Vliyanie saharozamenitelej i podslastitelej na bezvrednost' konditerskikh izdelij // Universum: Tehnicheskie nauki. 2019. № 2 (59). S. 27–31.
4. Reznichenko I.Yu., Scheglov M.S. Saharozameniteli i podslastiteli v tehnologii konditerskikh izdelij // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. 2020. T. 50, № 4. S. 576–587.
5. Metabolic effects of the natural sweeteners xylitol and erythritol: A comprehensive review / Bettina K. Wölnerhanssen [et al.] // Critical reviews in food science and nutrition. 2019. P. 1–13.
6. Active Cranberry's Polyphenolic Fraction: New Advances in Processing and Clinical Applications / A. Colletti [et al.] // Nutrients. 2021. Vol. 13, 2546. P. 1–22.
7. Cranberries and Their Bioactive Constituents in Human Health / J.B. Blumberg [et al.] // Advances in nutrition. 2013. Vol. 4 (6). P. 618–632.
8. Danina M.M., Sergacheva E.S., Soboleva E.V. Metody issledovaniya svojstv syr'ya, polufabrikatov, gotovykh hlebobulochnykh i konditerskikh izdelij: laborator. raboty: ucheb.-metod. posobie. SPb.: NIU ITMO; IHIBT, 2013. 57 s.

Информация об авторах:

**Василиса Вячеславовна Боженова**<sup>1</sup>, магистрант факультета программной инженерии и компьютерной техники

**Петр Евгеньевич Баланов**<sup>2</sup>, ординарный доцент факультета биотехнологий, кандидат технических наук, доцент

**Ирина Владимировна Смотраева**<sup>3</sup>, ординарный доцент, старший научный сотрудник факультета биотехнологий, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

**Vasilisa Vyacheslavovna Bozhenova**<sup>1</sup>, Undergraduate Student at the Faculty of Software Engineering and Computer Engineering

**Petr Evgenievich Balanov**<sup>2</sup>, Ordinary Associate Professor at the Faculty of Biotechnology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Irina Vladimirovna Smotraeva**<sup>3</sup>, Ordinary Associate Professor, Senior Researcher at the Faculty of Biotechnology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

