

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРИЗАЦИИ ЖЕЛЕЙНОГО МАРМЕЛАДА НА АГАРОВЫХ ПОЛИСАХАРИДАХ И ПЕКТИНАХ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ САХАРОВ

Н.Г. Стерлигов, *nikitasterligov@yandex.ru*

Ю.И. Сидоренко, *sidorenko.yi@rea.ru*

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация. Мармелад является одним из самых популярных фруктовых продуктов благодаря своей низкой стоимости, доступности в течение всего года и привлекательным вкусовым качествам. Важнейшей особенностью производства мармелада является однородность. В небольших масштабах данная цель легкодостижима, однако совсем другое дело – регулярно воспроизводить те же результаты в заводских условиях. Еще одной проблемой изготовления мармелада является высокое содержание в нем сахара (до 70 %), наличие искусственных красителей, ароматизаторов, что не приносит пользы организму человека. Таким образом, возникает потребность уменьшения доли сахара и синтетических ингредиентов в конечном продукте с сохранением его высоких желирующих и реологических свойств. С учетом отмеченного в статье рассмотрены особенности структуризации желейного мармелада на агаровых полисахаридах и пектинах с низким содержанием сахаров. Отдельно в процессе исследования приведена классификация различных плодов по уровню содержания пектина. Также представлены результаты эксперимента, в рамках которого при различных процентных соотношениях многокомпонентной плодово-ягодной пасты (10; 20; 30 и 40 % от общей массы) проводился анализ реологических свойств мармеладных масс. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что образцы по физико-химическим показателям отвечают требованиям стандартов на мармелад желейный на агар-агаре. Доля влаги находится в допустимых пределах 14,0...23,0 %; редуцирующих веществ не более 25,0 %, общая кислотность 7,0...21,0 град. Анализ органолептических показателей позволил прийти к заключению, что образцы с добавлением 20 и 30 % многокомпонентной плодово-ягодной пасты были наилучшими. Наибольшее значение прочности при сдвиге имеет образец мармелада с добавлением многокомпонентной пасты в количестве 30 %. Образцы с пектином имеют наименьшее время гелеобразования – достаточно 20 минут для получения постоянной прочности.

Ключевые слова: мармелад, сахар, структура, форма, загущение, фрукты, рецепт

Для цитирования: Стерлигов Н.Г., Сидоренко Ю.И. Закономерности структуризации желейного мармелада на агаровых полисахаридах и пектинах с низким содержанием сахаров // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2025. Т. 13, № 3. С. 26–33. DOI: 10.14529/food250303

Original article

DOI: 10.14529/food250303

REGULARITIES OF STRUCTURIZATION OF JELLY MARMALADE ON AGAR POLYSACCHARIDES AND PECTINS WITH LOW SUGAR CONTENT

N.G. Sterligov, nikitasterligov@yandex.ru**Yu.I. Sidorenko**, sidorenko.yi@rea.ru*Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia*

Abstract. Marmalade is one of the most popular fruit products due to its low cost, year-round availability and attractive flavours. The most important feature of marmalade production is homogeneity. On a small scale this goal is easily achievable, however, it is quite another matter to reproduce the same results regularly under factory conditions. Another problem of marmalade production is its high sugar content (up to 70 %), the presence of artificial colours, flavourings, which is not beneficial to the human body. Thus, there is a need to reduce the proportion of sugar and synthetic ingredients in the final product while maintaining its high gelling and rheological properties. Taking this into account, the article considers the peculiarities of structuring of jelly marmalade on agar polysaccharides and pectins with low content of sugars. The classification of different fruits according to the level of pectin content is given separately in the course of the study. Also presented are the results of the experiment, in the framework of which the rheological properties of marmalade masses were analysed at different percentages of multicomponent fruit and berry paste (10; 20; 30 and 40 % of the total mass). The obtained results allow us to conclude that the samples meet the requirements of standards for agar-agar jelly marmalade by physico-chemical parameters. The share of moisture is within the permissible limits 14,0...23,0 %; reducing substances not more than 25,0 %, total acidity 7,0...21,0 deg. The analysis of organoleptic indicators allowed to conclude that samples with the addition of 20 and 30 % of multicomponent fruit and berry paste were the best. The greatest value of shear strength has a sample of marmalade with the addition of multicomponent paste in the amount of 30 %. The samples with pectin have the shortest gelation time – 20 minutes is enough to obtain constant strength.

Keywords: marmalade, sugar, structure, shape, thickening, fruit, recipe

For citation: Sterligov N.G., Sidorenko Yu.I. Regularities of structuring of jelly marmalade on agar polysaccharides and pectins with low sugar content. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2025, vol. 13, no. 3, pp. 26–33. (In Russ.) DOI: 10.14529/food250303

Введение

Джемы, желе и мармелады – это желированные или загущенные фруктовые продукты. Большинство из них занимают доминирующее положение среди переработанных фруктов, являются одним из старейших процессов консервирования продуктов, которые известны человечеству, и одновременно представляют собой способ придания натуральному сырью стабильности. Все они содержат четыре основных ингредиента, необходимых для приготовления желированного фруктового продукта – фрукты, пектин, кислоту и сахар [1, 2]. Как известно, эти ингредиенты способны придать блюдам изюминку и являются хорошим способом использования фруктов, ко-

торые не подходят для замораживания или консервирования [3].

При этом необходимо отметить, что мармелады обеспечивают организм энергией благодаря высокому содержанию сахара и готовятся по различным рецептам. Однако в настоящее время актуальной тенденцией во многих странах мира является формирование системы здорового питания. Это, в свою очередь, переопределяет необходимость создания современных кондитерских изделий с высоким содержанием питательных веществ и низким содержанием сахара [4]. Соответственно, потребители стараются избегать традиционного мармелада из-за проблем, возникающих в связи с избытком калорий и изме-

нением условий жизни (малоподвижность, несбалансированное питание и т. д.). Поэтому исследователи работают над созданием низкокалорийных рецептов мармелада, уменьшая количество сахара, чтобы предотвратить ожирение и некоторые проблемы со здоровьем, такие как диабет [5, 6].

В данном контексте отдельного внимания заслуживает тот факт, что в процессе разработки новых рецептов изготовления мармелада следует учитывать потенциальные риски потери качества (вкус, сладость, цвет, вязкость и т. д.), которые могут возникнуть из-за отсутствия сахара в составе продукта. Эксперты и разработчики мармелада предложили рецептурный состав продукта «без сахара» за счет введения сахарозаменителей и подсластителей: ксилита, сорбита, лактита, изомальтита, стевиозида и сукралозы. Использование фруктозы для производства низкокалорийного диабетического мармелада также становится очень популярным [7]. В то же время необходимо акцентировать внимание на том, что изменение рецептур приготовления мармелада влечет за собой необходимость смены параметров операций технологического процесса производства, например, таких как транспортировка мармеладных масс на формование, темперирование масс, охлаждение и выдержка изделий.

Как известно, в традиционных мармеладах обычно не используется стабилизатор. Несмотря на то, что натуральный пектин присутствует во многих фруктовых плодах, предполагается, что мармелад, приготовленный с использованием подсластителей без сахара, не достигнет той вязкости и гелеобразной структуры, которую обеспечивает сахар [8]. Помимо этого, прогнозируется, что защита от микроорганизмов, которая достигается благодаря повышенному осмотическому давлению, что является прямой функцией сахара, будет отсутствовать.

В связи с этим, по мнению авторов, целесообразно использовать агар-агар и пектиновые стабилизаторы в процессе приготовления мармелада для решения некоторых проблем, возникающих из-за отсутствия сахара. Актуальность и практическая значимость рассматриваемой проблематики обусловила выбор темы данной статьи.

Вопросы, связанные с разработкой технологий производства кондитерских изделий, в частности, мармелада, с введением расти-

тельного сырья, что, как ожидается, позволит повысить их пищевую ценность и не будет оказывать влияния на изменение качественных характеристик продукта, рассматривают в своих трудах Чоманов У.Ч., Идаятова М., Грибова Н.А., Елисеева Л.Г., Бутин С.А., Хасанова С.Д., Susana Rubio-Arreaez, Carlos Ferrer, Juan Vicente Capella, Ana Muñoz-Labrador, Rodrigo Moreno.

Особенности использования цитрусовых в производстве мармелада, что предполагает широкое применение цитрусового пектина в качестве гелеобразующего агента, описывают Белова М.В., Буттаев О.М., Курицына Д.М., Акаба А.Н., Щербакоева Е.В., Jian Zhang, Li Zhao, Bei Gao, Wei Wei, Hualei Wang.

Проблемы, связанные с тем, что при механическом воздействии пектиновые гели могут быть повреждены, что приводит к высвобождению коллоидной воды, и способы их решения входят в круг научных интересов Аверьяновой Е.В., Школьниковой М.Н., Рожнова Е.Д., Грибовой Н.А., Елисеевой Л.Г., Hosamani Prabhudev, Sneharani A.H., Sang Yoo, Heungsook Lee. Byeong-Hoo Lee.

Высоко оценивая имеющиеся на сегодняшний день труды и публикации, следует отметить, что ряд проблемных моментов требует более детальной проработки и анализа. Так, отдельного внимания заслуживает задача поиска альтернатив для снижения синерезиса во фруктовых джемах во время колебаний температуры их хранения. Кроме того, нерешенными остаются вопросы формирования правильной структуры мармеладной продукции и стабильности ее сенсорных и реологических свойств в процессе хранения.

Таким образом, **цель статьи** заключается в рассмотрении особенностей структуризации желейного мармелада на агаровых полисахаридах и пектинах с низким содержанием сахара.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовались образцы мармелада с различным процентным содержанием многокомпонентной плодово-ягодной пасты (10; 20; 30 или 40 % от общей массы).

Методы исследования: приготовление мармелада методом горячего разлива на электрической плите. Для анализа реологических свойств использовался ротационный вискозиметр DVPlus Viscometer фирмы АМЕТЕК.

Результаты эксперимента представлены в графической и табличной форме.

Результаты и их обсуждение

В традиционном понимании мармелад – это полутвердый продукт, приготовленный путем уваривания прозрачного, процеженного раствора пектина, содержащего фруктовый экстракт, без мякоти, с добавлением сахара и кислоты. Идеальный мармелад должен быть прозрачным, хорошо схватываться, но не быть слишком жестким, и иметь оригинальный вкус фруктов. Он должен иметь привлекательный цвет и сохранять свою форму [9]. Также мармеладная продукция должна быть достаточно твердой, чтобы сохранять четкие края, но при этом в меру нежной при надавливании. Продукт не должен быть липким, клейким, сиропобразным или содержать кристаллизованный сахар. Кроме того, мармелад не должен быть мутным, с небольшим (или) отсутствием синерезиса (потёков), жестким или резиновым. Согласно стандартам, конечный продукт должен содержать 65 % сухих веществ, 45 % фруктового экстракта и 0,5–0,75 % кислоты [10].

Характеристика ингредиентов, используемых для желирования мармелада

Агар-агар/альгинаты – это основные структурные полисахариды водорослей, состоящие из агарозы и агаропектина. Агаровые желе имеют характерную «непрочность», которая может быть изменена с помощью добавления камеди арабской, пектина, крахмала, желатина и т. д. [11]. Благодаря своим уникальным желирующим свойствам, агар-агар широко применяется в качестве ингредиента в пищевых продуктах, для культивирования клеток и тканей, а также в биотехнологии, например, в качестве поддержки для электрофореза. Агар-агар с высоким соотношением поли- β -D-маннуриновой кислоты (М) и поли- α -L-гулуриновой кислоты (G) образуют слабые, непрочные гели, в то время как альгинаты с низким соотношением М/G дают прозрачные, хрупкие и жесткие гели. Прочность агаровых гелей зависит от природы двухвалентного катиона. Агаровые гели обратимы, они плавятся при нагревании и снова застывают при охлаждении [12].

Пектин – это натуральный класс углеводов, содержащихся во фруктах, который служит в качестве желирующего и стабилизирующего полимера в разнообразных пищевых продуктах. Также можно отметить, что это

функционально и структурно самый сложный полисахарид в клеточных стенках растений [13]. Количество пектина варьируется в зависимости от вида фрукта и стадии его зрелости. В целом количество пектина во фруктах уменьшается по мере их созревания. Коммерческий пектин обычно извлекается из яблок и цитрусовых. Пектины состоят в основном из α -1-4 единиц d-галактуроновой кислоты, которые могут быть или не быть метилэтерифицированы, имеют нейтральные разветвления сахаров, содержащие функциональные молекулы (рис. 1) [14].

В табл. 1 представлена классификация плодов по содержанию пектина.

ТИП I – содержит достаточно натурального пектина и кислоты для образования геля при добавлении сахара, если плод не перезрел.

ТИП II – мало натуральной кислоты или пектина, требуется добавление либо кислоты, либо пектина.

ТИП III – необходимо добавление кислоты, пектина или того и другого.

Экспериментальная проверка особенностей структуризации желейного мармелада

Для изучения особенностей структуризации желейного мармелада на агаровых полисахаридах и пектинах с низким содержанием сахаров были изготовлено несколько образцов мармелада. В традиционной рецептуре предполагается использование ягодной части. В ходе проведения эксперимента было предложено заменить ягодную добавку многокомпонентной плодово-ягодной пастой со вкусом черной смородины в количестве 10; 20; 30 или 40 % от общей массы. Полученная масса была помещена на плиту и перемешивалась в течение 16 минут на среднем огне.

После этого был добавлен 4 %-ный раствор пектина/агар-агара для формирования гелевой структуры. Вслед за перемешиванием мякоти со стабилизатором в течение 2 мин (18-я мин) значение pH было отрегулировано до $\leq 3,6$ с помощью 30 %-ного раствора лимонной кислоты. На 19-й минуте процесса варки добавлялось 0,08 % Ребаудиозид-A (Реб-A) для разных рецептов. Добавление Реб-A не проводилось в самом начале, как это делается при стандартном производстве мармелада. Это было сделано потому, что, по данным исследователей, при повышении температуры наблюдается снижение стабильности Реб-A. Таким образом, было обеспечено, чтобы Реб-A не

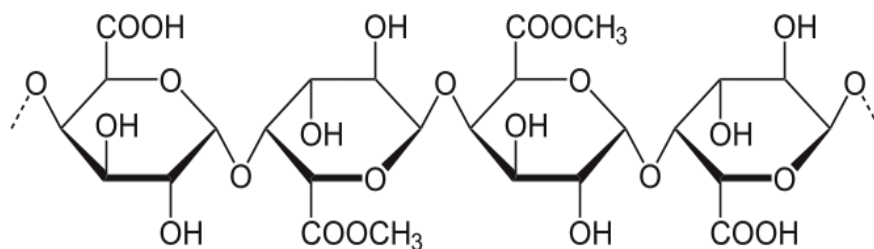


Рис. 1. Структура пектина

Таблица 1
Классификация плодов по уровню содержанию пектина

ТИП I	ТИП II	ТИП III
Яблоки, кислые Ежевика, кислая Крабапсы Клюква Смородина Крыжовник Лимоны Логанова ягода Сливы (не итальянские) Айва	Яблоки, спелые Черника, спелая Вишня, кислая Черешня Бузина Грейпфрут Виноградный сок бутилированный Виноград (Калифорния) Локваты Апельсины	Абрикосы Черника Инжир Виноград Гуава Персики Груши Сливы (итальянские) Малина Клубника

подвергался длительному воздействию тепла. Приготовление мармелада было остановлено на 23 минуте. После этого полученные образцы были помещены в банки методом горячего розлива и плотно закрыты крышками (банки и крышки перед розливом предварительно мыли, чистили и дезинфицировали кипятком). Затем банки переворачивали вверх дном, в таком положении они находились в течение 10 минут. По окончании процедуры банки были поставлены в вертикальное положение для дальнейшего охлаждения.

Для последующего определения и анализа реологических свойств мармеладных масс использовалось следующее оборудование.

Вязкостные характеристики мармелада определялись на ротационном вискозиметре DVPlus Viscometer фирмы АМТЕК в процессе фиксации кривизны кинетики деформации (течения) при следующих температурах: для пектина – $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$, для агаровой массы $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$. Измерительный цилиндр подбирался таким образом, чтобы градиентный слой был распределен по всей толщине слоя продукта, который находился в кольцевом зазоре вискозиметра. Для измерения напряжения сдвига γ использовалось 12 значений скорости

сдвига в диапазоне от 0,53 до $118,7 \text{ c}^{-1}$. При этом скорость сдвига увеличивалась постепенно.

Расчет напряжения проводился по следующей формуле [15]:

$$\tau = Z \times \alpha$$

где τ – напряжение вытеснения; Z – константа измеряемой пары; α – значение со шкалы регистрирующего прибора.

Эффективная вязкость практически неповрежденной, η_0 , Па·с, и практически поврежденной, η_m , Па·с, системы рассчитывалась по формуле:

$$\eta = \tau / \gamma,$$

где γ – скорость вытеснения, c^{-1} .

Интерпретация результатов эксперимента

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что образцы по физико-химическим показателям отвечают требованиям стандартов на мармелад желейный на агар-агаре. Доля влаги находится в допустимых пределах 14,0...23,0 %; редуцирующих веществ не более 25,0 %, общая кислотность 7,0...21,0 град. Анализ органолептических показателей позволил прийти к заключению, что образцы с добавлением 20 и 30 % многоком-

понентной плодово-ягодной пасты были наилучшими. Для них был характерен кисло-сладкий вкус, насыщенный фиолетовый цвет, приятный запах черной смородины и послевкусие. Также образцы отличались хорошей желеобразной не тягучей консистенцией, имели правильную форму с четким контуром.

На рис. 2 видно, что наибольшее значение прочности при сдвиге имеет образец мармелада с добавлением многокомпонентной пасты в количестве 30 %.

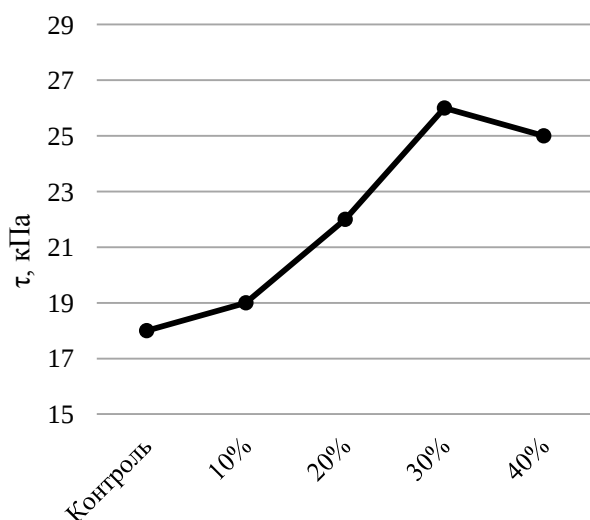


Рис. 2. Зависимость прочности от предельного напряжения сдвига (τ) образцов мармелада

Показатель прочности этого образца находится на отметке 26,4 кПа, что значительно больше, чем прочность контрольного образца (18,5 кПа). В связи с этим был сделан вывод о необходимости уменьшить рецептурное количество агар-агара в образцах с добавлением 30 % пасты. Таким образом, по результатам проведенного эксперимента удалось выявить зависимость прочности экспериментальных образцов мармелада от содержания рецептурного количества агар-агара. Прочность образцов мармелада уменьшается при снижении количества агар-агара. Прочность образца, который был получен с добавлением 70 % агар-агара, находилась примерно на таком же уровне, как и контрольного, достигнув отметки 18,9 кПа. Дальнейшее уменьшение количества агар-агара на 40 % нецелесообразно, так как прочность становится меньше, чем у контрольного образца. Поэтому последующие замеры были проведены с тремя образцами 10–20–30 %.

Процесс гелеобразования протекает в различных режимах для различных компо-

нентов: на агар-агаре температура выдерживания мармелада составляет $t = 10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$, продолжительность 30–60 мин; на пектине – $t = 10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$, продолжительность 12–15 мин. Зависимость напряжения смещения от времени выдержки представлена в табл. 2.

Таблица 2
Зависимость напряжения смещения мармелада от времени выдержки

Образец	Прочность, кПа	Время, мин
Агар-агар		
10 %	3,5	60
20 %	2,7	
30 %	1,5	
10 %	4	120
20 %	3	
30 %	1,7	
10 %	4	180
20 %	3,1	
30 %	1,8	
10 %	2,8	10
20 %	3,2	
30 %	3,6	
10 %	3	20
20 %	3,5	
30 %	4	
10 %	3	40
20 %	3,7	
30 %	4	

Полученные результаты позволяют прийти к выводу, что время гелеобразования мармелада на агар-агаре, в рецептуре которого будет использоваться различное процентное соотношение ягодной пасты, должно быть не менее 120 минут. При этом образцы имеют разную прочность. Однако данные характеристики достаточны, чтобы продукты имели необходимые текстурные свойства. Образцы с пектином имеют наименьшее время гелеобразования – достаточно 20 минут для получения постоянной прочности.

Выводы

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что добавление стабилизаторов, таких как пектин и агар-агар,

положительным образом влияет на физические свойства мармеладов, в частности на их вязкость. Мармелад на агар-агаре отличается пружинистыми свойствами (доля пружинистой деформации > 50 %); мармелад на пектинах характеризуется большей пластич-

ностью (доля пластической деформации > 50 %). Сенсорная оценка дополнительно подтвердила, что мармелад на пектине имеет более нежную консистенцию и его легче жевать; мармелад на агар-агаре имеет более пружинистую консистенцию.

Список литературы

1. Бутин С.А., Хасанова С.Д., Скобельская З.Г. Технологическая система производства мармелада, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами // Пищевая промышленность. 2023. № 10. С. 31–39.
2. Souza P.B.A., Santos M. de F. The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: A systematic review // Journal of Food Processing and Preservation. 2022. Vol. 46. Iss.3. P. 34–41.
3. Yucel E. E., Kaya C. Effect of jam and marmalade processing and storage on the phytochemical properties of currant cultivars // Journal of Food Processing and Preservation. 2021. Vol. 46. Iss. 6. P. 87–93.
4. Курицына Д.М., Катусов Д.Н., Дидык Т.А. Пектин, его свойства и способы применения // Проблемы научной мысли. 2024. Т. 3. № 5. С. 3–4.
5. Шапошникова Е.С., Катусов Д.Н. Технологическая схема производства фруктово-ягодного мармелада // Проблемы научной мысли. 2024. Т. 3. № 8. С. 69–73.
6. Исригова Т.А., Рашидова Р.А. Пищевая ценность плодово-ягодного сырья для производства функциональных продуктов питания // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 2 (18). С. 177–182.
7. Rubio-Arreaez S., Sahuquillo S. Influence of Healthy Sweeteners (Tagatose and Oligofructose) on the Physicochemical Characteristics of Orange Marmalade // Journal of Texture Studies. 2015. Vol. 46. Iss.4. P. 62–74.
8. Абушаева А.Р., Садыгова М.К., Семилет Н.А., Абдряшитова М.Р. Оптимизация рецептурных ингредиентов методом регрессионного анализа в рецептуре мармелада из тыквы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12. № 4 (64). С. 132–141.
9. Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б. Повышение качества кондитерских изделий с применением структурообразователей и консервантов // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 5. С. 335–337.
10. Аверьянова Е.В., Школьников М.Н., Рожнов Е.Д. Разработка и оценка качества мармелада с экстрактами растительного сырья // Индустрия питания. 2024. Т. 9. № 2. С. 30–39.
11. Yoko Okamoto, Kenji Tayama Sensory analysis of sweetness in viscous solutions and gels with agar // Journal of Sensory Studies. 2023. Volume 38, Issue 6. P. 88–94.
12. Mahabub Alam, Animesh Sarkar Accessing the growth of heat-resistant mold ascospores in potato dextrose agar, isolated from a processed fruit jam–Dependence of temperature, pH, and sugar concentration // Food Science & Nutrition. 2024. Volume 12, Issue 11. P. 55–62.
13. Грибова Н.А., Елисеева Л.Г. Изучение структурообразователей и разработка желей мармелада на основе отработанного осмотического агента // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. Т. 83. № 3 (89). С. 98–105.
14. Samah M. El-Sayed, Hoda S. El-Sayed Preparation and evaluation of yogurt fortified with probiotics jelly candy enriched with grape seeds extract nanoemulsion // Journal of Food Processing and Preservation. 2022. Volume 46, Issue 7. P. 90–96.
15. Еничева С.В., Замесина Я.А. Использование различных видов загустителей для производства ягодно-овощного мармелада // Студенческий вестник. 2023. № 45-11 (284). С. 51–54.

References

1. Butin S.A., Khasanova S.D., Skobelskaya Z.G. Technological system for the production of marmalade enriched with polyunsaturated fatty acids. *Food Industry*, 2023, no. 10, pp. 31–39. (In Russ.)
2. Souza P.B.A., Santos M. de F. The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: A systematic review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2022, vol. 46, iss. 3, pp. 34–41.
3. Yucel E.E., Kaya C. Effect of jam and marmalade processing and storage on the phytochemical properties of currant cultivars. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021, vol. 46, iss. 6, pp. 87–93.
4. Kuritsyna D.M., Katusov D.N., Didyk T.A. Pectin, its properties and methods of application. *Problems of scientific thought*, 2024, vol. 3, no. 5, pp. 3–4. (In Russ.)
5. Shaposhnikova E.S., Katusov D.N. Technological scheme for the production of fruit and berry marmalade. *Problems of scientific thought*, 2024, vol. 3, no. 8, pp. 69–73. (In Russ.)
6. Isrigova T.A., Rashidova R.A. Nutritional value of fruit and berry raw materials for the production of functional foods. *Bulletin of the Dagestan State Agrarian University*, 2023, no. 2 (18), pp. 177–182. (In Russ.)
7. Rubio-Arreaez S., Sahuquillo S. Influence of Healthy Sweeteners (Tagatose and Oligofructose) on the Physicochemical Characteristics of Orange Marmalade. *Journal of Texture Studies*, 2015, vol. 46, iss. 4, pp. 62–74.
8. Abushaeva A.R., Sadygova M.K., Semilet N.A., Abdryashitova M.R. Optimization of recipe ingredients by the method of regression analysis in the recipe for pumpkin marmalade. *XXI century: results of the past and problems of the present plus*, 2023, vol. 12, no. 4 (64), pp. 132–141. (In Russ.)
9. Kazantsev E.V., Kondratyev N.B. Improving the quality of confectionery products using structure-forming agents and preservatives. *Food commodity expert*, 2022, no. 5, pp. 335–337. (In Russ.)
10. Averyanova E.V., Shkolnikova M.N., Rozhnov E.D. Development and quality assessment of marmalade with extracts of plant raw materials. *Food industry*, 2024. T. 9, no. 2, pp. 30–39. (In Russ.)
11. Yoko Okamoto, Kenji Tayama Sensory analysis of sweetness in viscous solutions and gels with agar. *Journal of Sensory Studies*, 2023, vol. 38, iss. 6, pp. 88–94.
12. Mahabub Alam, Animesh Sarkar Accessing the growth of heat-resistant mold ascospores in potato dextrose agar, isolated from a processed fruit jam – Dependence of temperature, pH, and sugar concentration. *Food Science & Nutrition*, 2024, vol. 12, iss. 11, pp. 55–62.
13. Gribova N.A., Eliseeva L.G. Study of structure-forming agents and development of jelly marmalade based on a spent osmotic agent. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2021, vol. 83, no. 3 (89), pp. 98–105. (In Russ.)
14. Samah M. El-Sayed, Hoda S. El-Sayed Preparation and evaluation of yogurt fortified with probiotics jelly candy enriched with grape seeds extract nanoemulsion. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2022, vol. 46, iss. 7, pp. 90–96.
15. Enicheva S.V., Zamesina Ya.A. Use of various types of thickeners for the production of berry and vegetable marmalade. *Student Bulletin*, 2023, no. 45-11 (284), pp. 51–54. (In Russ.)

Информация об авторах

Стерлигов Никита Германович, аспирант, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия; nikitasterligov@yandex.ru

Сидоренко Юрий Ильич, доктор технических наук, профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия; sidorenko.yi@rea.ru

Information about the authors

Nikita G. Sterligov, postgraduate student, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; nikitasterligov@yandex.ru

Yuri I. Sidorenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; sidorenko.yi@rea.ru

Статья поступила в редакцию 26.05.2025

The article was submitted 26.05.2025