

СОНОХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КРАХМАЛ В ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЙНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.А. Руськина, И.В. Калинина, Н.В. Попова, А.А. Ураканова, Д.И. Девяткин
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В последнее время актуальным направлением исследований ученых является разработка методов модификации растительных полисахаридов и прежде всего крахмала, с целью регулирования технологической пригодности и установление возможности его применения в производстве продуктов питания. Целью данной работы является разработка технологии желейных кондитерских изделий на примере получения мармелада, в рецептуре которого в качестве студнеобразователя использовался сонохимически модифицированный картофельный крахмал, и оценка потребительских свойств полученных изделий. В данном исследовании был использован крахмал картофельный, модифицированный с применением низкочастотного ультразвука по методике патента РФ № 2708557 «Способ производства модифицированного крахмала». Применение крахмала в производстве мармелада ограничено, так как студни, полученные из нативного крахмала, плохо формируются, а также склонны к ретроградации. Полученные образцы мармелада оценивали по номенклатуре показателей, включающих органолептические и реологические свойства. По органолептическим показателям мармелад на основе модифицированного крахмала не уступал традиционным образцам, а по вкусу даже превосходил их. По физико-химическим показателям разработанный образец мармелада соответствовал требованиям ГОСТ 6442–2014 «Мармелад. Технические условия», значительных отличий от традиционных образцов отмечено не было. Исключение составил показатель массовая доля редуцирующих веществ, значение которого для разработанного образца мармелада было выше на 25–40 % в сравнении с традиционными образцами. Анализ реологических характеристик образцов мармелада проводили на приборе «Структурометр СТ-2», который позволил установить прочность мармеладного студня в изломе. Результаты исследования реологических свойств образцов показали, что самая высокая прочность в изломе была у образца мармелада на агар-агаре, самая низкая – у образца на желатине. Прочность мармелада на основе модифицированного крахмала составила 90 г, что было на 13 % выше, чем у образца мармелада на желатине. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что применение модифицированного крахмала как студнеобразователя при производстве мармелада обоснованно и может составлять интерес как для дальнейших исследований, так и для внедрения в реальное производство.

Ключевые слова: мармелад, желеобразующие свойства, студнеобразователи, модифицированный крахмал, структурно-механические свойства.

Введение

За последние десятилетия актуальным направлением стало применение модифицированных крахмалов в качестве пищевого ингредиента при в производстве различных продуктов питания, в том числе желейных кондитерских изделий. В данной группе продуктов мармелад имеет устойчивые позиции как кондитерское изделие, обладающее за счет основного сырья (плодов, овощей) выраженной полезностью [5, 6].

При производстве мармеладных изделий основополагающим физико-химическим процессом является студнеобразование, базирующееся на возникновении кратковремен-

ных связей между длинными молекулами высокомолекулярных студнеобразователей, которые предварительно были вытеснены молекулами сахара из раствора. Студнеобразователи, способные к образованию при определенных условиях студней (гелей), особенность которых заключается в том, что они легко принимают любую придаваемую им форму, образуя при этом более или менее прочную структуру [9]. Кратковременные связи, первично возникающие между молекулами студнеобразователей, постепенно переходят в постоянные. В результате взаимодействия полярных групп молекул студнеобразователей образуется пространственная сетка,

внутри которой содержатся растворы сахаров и кислот [9].

В зависимости от студнеобразуемой основы мармелады подразделяются на три основные группы: изготовленные с применением в качестве студнеобразователя пектиносодержащего фруктового или овощного пюре – фруктово-ягодные (овощные) мармелады; изготовленные с добавлением студнеобразователей в чистом виде – желейные мармелады; изготовленные на основе студнеобразователей в сочетании с желирующим фруктовым или овощным сырьем – желейно-фруктовые (овощные).

Изучение возможности применения модифицированного крахмала в качестве студнеобразующего вещества для приготовления мармеладных масс связано с тем, что крахмал является достаточно доступным по объемам производства сырьевой ингредиент, его производство гораздо дешевле большинства известных студнеобразователей. Однако использование его как сырья для приготовления мармеладных масс затруднительно, в связи с тем, что при застывании крахмальные студни недостаточно прочные, со слабыми сульфидными связями, которые к тому же склонны к ретроградации [7, 10]. Поэтому в мармеладном производстве используют крахмалы модифицированные, который при застывании образуют более крепкие студни и не склонные к ретроградации [1, 11, 13, 14, 16, 17]. К тому же картофельный крахмал обладает рядом преимуществ: имеет наиболее крупные зерна – от 1 до 100 мкм, при этом содержит наименьшее количество примесей; обладает более высокой желирующей способностью, и образует более прозрачные клейстеры с повышенной вязкостью [3].

На основании вышеизложенного была определена **цель исследования** – разработка технологии мармелада, в рецептуре которого в качестве студнеобразователя выступает сонохимически модифицированный картофельный крахмал, и оценка потребительских свойств полученных изделий.

Объекты и методы исследований

В данном исследовании для получения мармелада были взяты три вида студнеобразователей: желатин, агар-агар и модифицированный картофельный крахмал:

– желатин – изготовитель: ООО Компания «Витекс» Российская Федерация, г. Челябинск;

– агар-агар – изготовитель: ООО Компания «Витекс» Российская Федерация, г. Челябинск.

– крахмал был получен традиционным способом из сорта картофеля Браслет, который соответствовал требованиям ГОСТ Р 53876-2010 «Крахмал картофельный. Технические условия». Модификация крахмала проводилась на акустическом источнике упругих колебаний – ультразвуковом приборе «Волна» модель УЗТА-0,63/22-ОМ, работающем на частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и выходной мощности 630 Вт, согласно патенту РФ № 2708557 Способ производства модифицированного крахмала [2, 12, 15].

В качестве наполнителя был использован сок яблочный. Он содержит витамины (группы В, С, РР), минеральные вещества (магний, кальций, калий, фосфор, железо, натрий), органические кислоты (яблочную, винную, лимонную), а также сахара (глюкозу, фруктозу), клетчатку.

Технология изготовления опытных образцов мармелада проходила по одинаковой схеме (рис. 1), но с использованием разных технологических параметров и норм внесения для каждого из студнеобразователей.



Рис. 1. Обобщенная структурная схема производства мармелада

Рецептурная смесь для образцов мармелада, составлялась по традиционному рецепту с учетом вариаций внесения различных студнеобразователей.

Органолептическую оценку образцов мармелада проводили описательным и балловым методом, с привлечением потребителей, имеющих опыт дегустационной оценки кондитерских изделий.

Среди физико-химических показателей оценивали: массовую долю влаги (определяли гравиметрическим методом), титруемую кислотность (определяли титриметрически) и массовую долю редуцирующих веществ (определяли феррицианидным методом).

Для оценки структурно-механических свойств использовали прибор «Структурометр СТ-2».

Для определения прочности образцов мармелада применялся Цилиндр 5 в следующем режиме:

– усилие контакта с пробой $F_k = 7$ г;

– скорость движения цилиндра

$V = 1$ мм/с;

– глубина внедрения цилиндра в образец

$H_b = 25$ мм;

– продолжительность стабилизации глубины внедрения $t_c = 100$ с.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные образцы мармелада оценивались по комплексу показателей, который учитывал органолептические и физико-химические показатели.

Органолептическая оценка образцов проводилась по пятибалльной шкале и описательным методом, результаты представлены на рис. 2 и в табл. 1.

Органолептическая оценка образцов мармелада показала, что все они обладали хоро-

шей консистенцией, поддающейся резке ножом, что является характерным признаком мармелада [4]. Форма и внешний вид был правильным, без деформации. Все образцы имели приятный вкус свойственный мармелладу данного вида, без посторонних привкусов.

Запах и цвет соответствовал мармелладу, изготовленному на основе яблочного сока. Излом у всех образцов был ровный, однородный.

Результаты исследования физико-химических показателей представлены в табл. 2.

Значения показателя массовая доля влаги всех образцов мармелада соответствовали требованиям ГОСТ 6442–2014 Мармелад. Технические условия (9–24 % для формового фруктового мармелада). Чуть выше влажность была у образца мармелада на модифицированном крахмале, однако колебания были установлены в пределах 10 %.

Редуцирующие вещества играют существенную роль при хранении мармелада. При содержании их выше нормы может происходить увлажнение образцов из-за их высокой гигроскопичности, а при сниженных показателях происходит засахаривание мармелада. Из литературных источников [8] известно, что содержание редуцирующих веществ в мармеладе должно быть не более 25 %. Все образцы укладывались в установленный диапазон значений.

Значения титруемой кислотности могут значительно варьироваться в зависимости от используемого сырья и согласно литературным данным не должны превышать 20 град для фруктового мармелада.

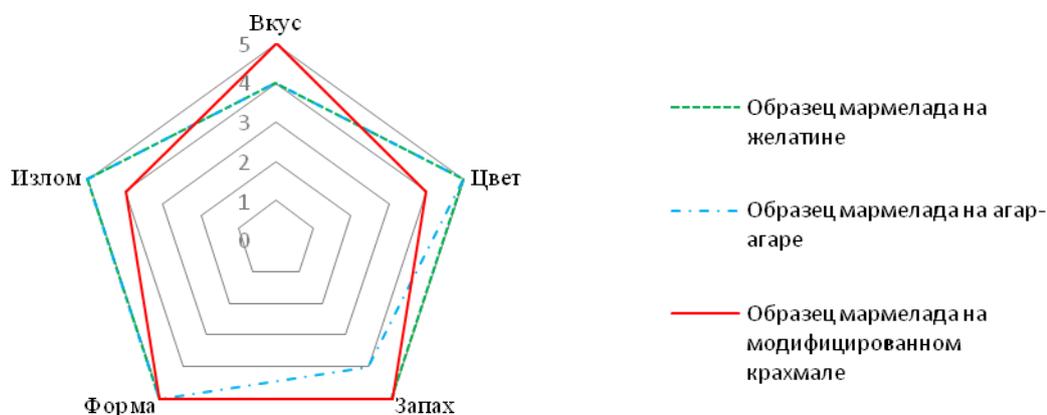


Рис. 2. Органолептическая оценка образцов мармелада

Таблица 1

Органолептические показатели качества образцов мармелада

Показатели качества	Образцы мармелада		
	На желатине	На агар-агаре	На модифицированном крахмале
Вкус и запах	Характерны для данного вида мармелада, без постороннего привкуса и запаха		
Цвет	Ровный, однородный, характерный		
Консистенция	Студнеобразная, упругая, поддающаяся резке ножом	Студнеобразная, плотная, поддающаяся резке ножом	Студнеобразная, затяжистая, поддающаяся резке ножом
Форма и внешний вид	Правильная, без деформации 	Правильная, без деформации 	Правильная, без деформации 
Излом	Стекловидный, ровный, глянцевый	Стекловидный, ровный, матовый	Нестеколовидный, ровный, матовый

Таблица 2

Физико-химические показатели качества мармелада

Показатели	Образцы мармелада		
	На желатине	На агар-агаре	На модифицированном крахмале
Массовая доля влаги, %	21,8 ± 0,3	20,3 ± 0,2	22,5 ± 0,2
Массовая доля редуцирующих веществ, %	8,3 ± 0,4	9,4 ± 0,3	11,7 ± 0,4
Титруемая кислотность, град.	9,1 ± 0,2	7,0 ± 0,1	7,6 ± 0,1

Так как при производстве мармеладных изделий определяющим этапом является процесс студнеобразования, то наиболее важными являются структурно-механические характеристики, в частности прочность в изломе (рис. 3, табл. 3).

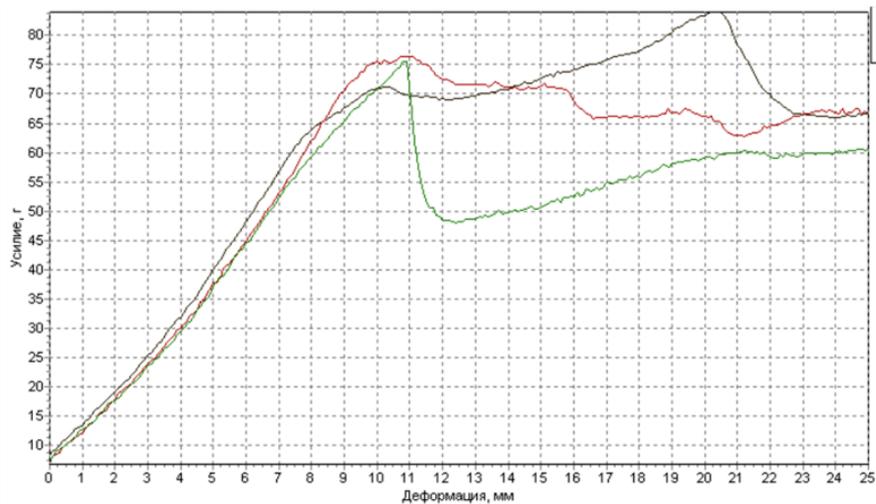
Таблица 3
Прочность в изломе образцов мармеладного студня

Образцы мармелада	Прочность F, г
На желатине	78,60 ± 3,00
На агар-агаре	887,03 ± 40,00
На модифицированном крахмале	90,00 ± 14,00

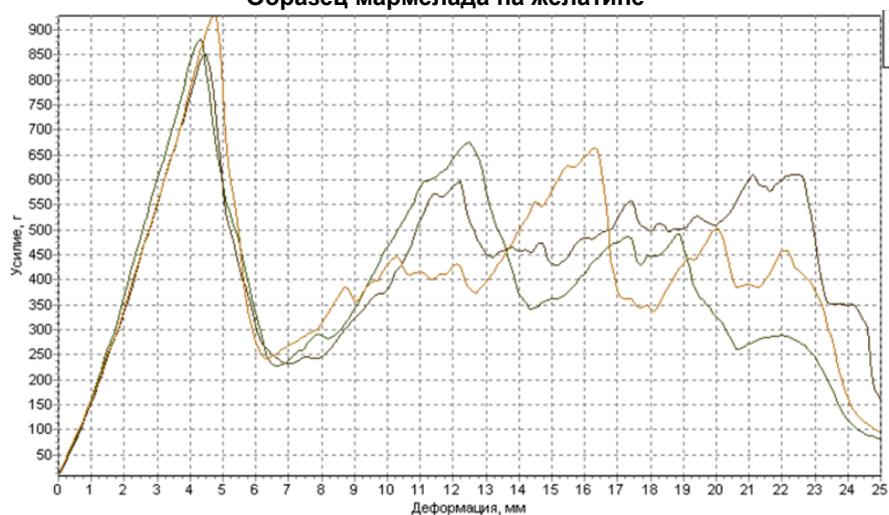
Результаты, полученные при исследовании реологических характеристик образцов мармелада, показали, что лучшими структурно-механическими параметрами обладает

мармелад, полученный на агар-агаре. Вместе с тем, образец мармелада, полученный на модифицированном крахмале, по структурно-механическим характеристикам был лучше, чем образец, полученный на желатине. Прочность в изломе данного образца была на 13 % выше, чем у образца мармелада на основе желатина. При этом мармелад на основе модифицированного крахмала обладал всеми характеристиками, свойственными желированному кондитерскому изделию.

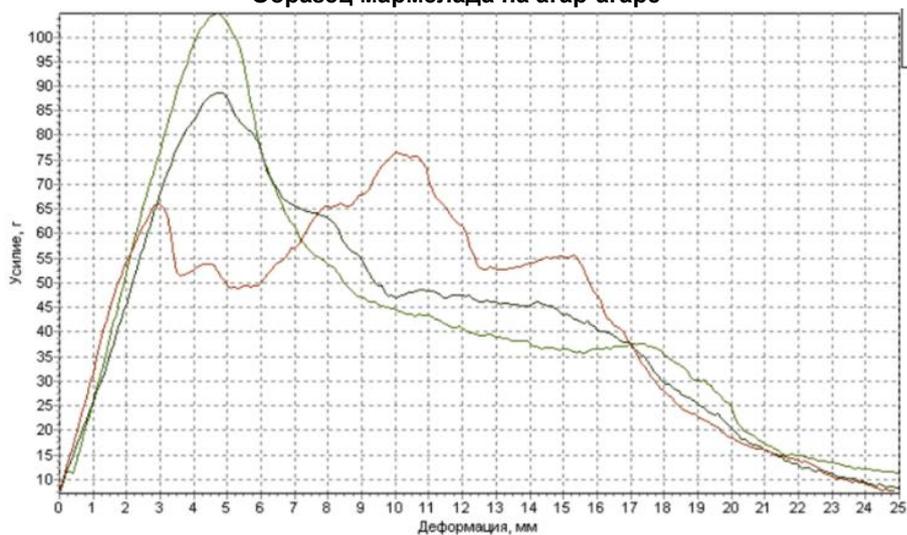
Таким образом, подводя итог данного исследования, можно сделать выводы, что применение модифицированных крахмалов с заданными свойствами в желейных мармеладах – перспективное направление исследований. Обоснованием этому может служить то, что применение модифицированных крахмалов экономически выгодно в связи с обилием сырья и простой схемой их производства и модификации. Дальнейшие исследования по



Образец мармелада на желатине



Образец мармелада на агар-агаре



Образец мармелада на модифицированном крахмале

Рис. 3. Кривые прочностных характеристик образцов мармелада

данной теме будут направлены на оптимизацию технологии производства и рецептуры для получения мармелада с оптимальными органолептическими, физико-химическими и структурно-механическими параметрами.

Литература

1. Никитина Е.В. Сравнительная характеристика физико-химических и морфологических свойств модифицированных картофельных крахмалов / Е.В. Никитина, Л.З. Габдукаева // Вестник Казанского технологического университета, – 2012. – Т. 15, № 13. – С. 228–230.
2. Патент РФ № 2708557 Способ производства модифицированного крахмала / А.А. Руськина, И.Ю. Потороко, А.В. Малинин, А.В. Цатуров, И.В. Калинина, Н.В. Науменко, Н.В. Попова. – 2019.
3. Разработка технологии модификации крахмала. Часть 1: Ультразвуковое воздействие в охлаждающей системе / И.Ю. Потороко, А.В. Малинин, А.В. Цатуров и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 83–92. DOI: 10.14529/food180411
4. Санжаровская О.С. Технология производства желейного мармелада на основе пектиновых экстрактов и фитонастоев / О.С. Санжаровская, О.П. Храпко // Международный научно-исследовательский журнал – 2017. – № 10 (64). – Ч. 3. – С. 95–98.
5. Соломин Д.А. Инновации в производстве и применении модифицированных крахмалов / Д.А. Соломин, Л.С. Соломина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 3. – С. 19–22.
6. Стратегия повышения качества пищевой продукции на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ № 1364-р от 29.06.2016 г.
7. Халиков Р.М. Трансформации макромолекул амилозы и амилопектина при технологической переработке крахмальных гранул растительного сырья в пищевой индустрии / Р.М. Халиков, Г.Б. Нигаматуллина // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – № 01 (013-2015). – <http://nauka-rastudent.ru/>.
8. Харламова Е.В. Мармелад функционального назначения со стевииозидом / Е.В. Харламова, И.С. Коробов, Л.А. Лобосова // Студенческий научный журнал «Грани науки». – 2013. – Т. 1. – С. 82–86.
9. Шестаков С.Д. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко – Санкт-Петербург, 2013.
10. Ягофаров Д.Ш. Физико-химические свойства картофельного крахмала / Д.Ш. Ягофаров, А.В. Канарский, Ю.Д. Сидоров, М.А. Поливанов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 12. – С. 212–215.
11. Bhupinder Kaur, Fazilah Ariffin, Rajeev Bhat, Alias A. Karim. Progress in starch modification in the last decade // Food Hydrocolloids. – 2012. – V. 26. – P. 398–404.
12. Krasulya Olga, Bogush Vladimir, Trishina Victoria, Potoroko Irina, Khmelev Sergey, Sivashanmugam Palani, Anandan Sambandam. Impact of acoustic cavitation on food emulsions // Ultrasonics Sonochemistry. – 2016. – V. 30. – P. 98–102.
13. Monika Sujka. Ultrasonic modification of starch – Impact on granules porosity // Ultrasonics Sonochemistry. – 2017. – V. 37. – P. 424–429.
14. Monika Sujka, Jerzy Jamroz. Ultrasound-treated starch: SEM and TEM imaging, and functional behaviour // Food Hydrocolloids. – 2013. – V. 31. – P. 413–419.
15. Ultrasound assisted acid hydrolyzed structure modification and loading of antioxidants on potato starch nanoparticles / S. Shabana, R. Prasansha, I. Kalinina, I. Potoroko, U. Bagale, S.H. Shirish // Ultrasonics Sonochemistry. – 2018. – P. 1–7.
16. Yasuo Iida, Toru Tuziuti, Kyuichi Yasui, Atsuya Towata, Teruyuki Kozuka. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2008. – V. 9. – P. 140–146.
17. Wenzhe Bai, Pascal Hebraud, Muthupandian Ashokkumar, Yacine Hemar. Investigation on the pitting of potato starch granules during high frequency ultrasound treatment // Ultrasonics Sonochemistry. – 2017. – V. 35. – P. 547–555.

Руськина Алена Александровна, старший преподаватель кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), ruskinaaa@susu.ru.

Калинина Ирина Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевых и биотехнологий», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kalininaiv@susu.ru.

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск) nvpорова@susu.ru.

Ураканова Аделия Альбертовна, студент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск).

Девяткин Дмитрий Иванович, студент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск).

Поступила в редакцию 14 мая 2021 г.

DOI: 10.14529/food210302

SONOCHEMICALLY MODIFIED STARCH IN THE TECHNOLOGY OF JELLY CONFECTIONERY PRODUCTS

A.A. Ruskina, I.V. Kalinina, N.V. Popova, A.A. Urakanova, D.I. Devyatkin

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Recently, an urgent area of research of scientists is the development of methods for modifying plant polysaccharides and, above all, starch, in order to regulate the technological suitability and establish the possibility of its use in food production. The purpose of this work is to develop the technology of jelly confectionery products on the example of obtaining marmalade, in the recipe of which sonochemically modified potato starch was used as a jelly-forming agent, and to evaluate the consumer properties of the obtained products. In this study, potato starch was used, modified with the use of low-frequency ultrasound according to the method of RF patent No. 2708557 "Method of production of modified starch". The use of starch in the production of marmalade is limited, since jellies obtained from native starch are poorly formed, and are also prone to retrogradation. The obtained marmalade samples were evaluated according to the nomenclature of indicators, including organoleptic and rheological properties. According to organoleptic indicators, the marmalade based on modified starch was not inferior to traditional samples, and even surpassed them in taste. According to physical and chemical parameters, the developed sample of marmalade met the requirements of GOST 6442–2014 "Marmalade. Technical conditions", no significant differences from traditional samples were noted. The exception was the indicator mass fraction of reducing substances, the value of which for the developed sample of marmalade was higher by 25–40 % in comparison with traditional samples. The analysis of the rheological characteristics of the marmalade samples was carried out on the device "Structurometer ST-2", which allowed to establish the strength of the marmalade jelly in the fracture. The results of the study of the rheological properties of the samples showed that the highest fracture strength was in the sample of marmalade on agar-agar, the lowest in the sample on gelatin. The strength of the marmalade based on modified starch was 90 g, which was 13 % higher than that of the sample of marmalade on gelatin. The data obtained in the course of the study indicate that the use of modified starch as a jelly-forming agent in the production of marmalade is justified and may be of interest both for further research and for implementation in real production.

Keywords: marmalade, gelling properties, jelly-forming agents, modified starch, structural and mechanical properties.

References

1. Nikitina E.V., Gabdukaeva L.Z. [Comparative characteristics of physico-chemical and morphological properties of modified potato starches]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2012, vol. 15, no. 13, pp. 228–230. (in Russ.)

2. Rus'kina A.A., Potoroko I.Yu., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V. *Patent RF № 2708557 Sposob proizvodstva modifitsirovannogo krakhmala* [Patent of the Russian Federation No. 2708557 Method of production of modified starch]. 2019.
3. Potoroko I.Yu., Malinin A.V., Tsaturov A.V., Ruskina A.A., Shabana Shaik. Development of a Technology of Starch Modification. Part 1: Exposure to Ultrasound in a Cooling System. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 83–92. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180411
4. Sanzharovskaya O.S., Khrapko O.P. [Technology of production of jelly marmalade based on pectin extracts and herbal infusions]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2017, no. 10 (64), pt. 3, pp. 95–98. (in Russ.)
5. Solomin D.A., Solomina L.S. [Innovations in the production and application of modified starches]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2014, no. 3, pp. 19–22. (in Russ.)
6. *Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktsii na period do 2030 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF № 1364-r ot 29.06.2016 g* [Strategy for improving the quality of food products for the period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1364-r of 29.06.2016].
7. Khalikov R.M., Nigamatullina G.B. [Transformations of amylose and amylopectin macromolecules during technological processing of starch granules of vegetable raw materials in the food industry]. *Nauka-rastudent.ru*, 2015, no. 01 (013-2015). (in Russ.) Available at: <http://nauka-rastudent.ru/>
8. Kharlamova E.V., Korobov I.S., Lobosova L.A. [Functional marmalade with stevioside]. *Studencheskiy nauchnyy zhurnal «Grani nauki»* [Student scientific journal "Facets of science"], 2013, vol. 1, pp. 82–86. (in Russ.)
9. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. *Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii* [Technology and equipment for processing food media using cavitation disintegration]. St. Petersburg, 2013.
10. Yagofarov D.Sh., Kanarskiy A.V., Sidorov Yu.D., Polivanov M.A. [Physical and chemical properties of potato starch]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2012, vol. 15, no. 12, pp. 212–215. (in Russ.)
11. Bhupinder Kaur, Fazilah Ariffin, Rajeev Bhat, Alias A. Karim. Progress in starch modification in the last decade. *Food Hydrocolloids*, 2012, vol. 26, pp. 398–404. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.02.016
12. Krasulya Olga, Bogush Vladimir, Trishina Victoria, Potoroko Irina, Khmelev Sergey, Sivashanmugam Palani, Anandan Sambandam. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2016, vol. 30, pp. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013
13. Monika Sujka. Ultrasonic modification of starch – Impact on granules porosity. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017, vol. 37, pp. 424–429. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.02.001
14. Monika Sujka, Jerzy Jamroz. Ultrasound-treated starch: SEM and TEM imaging, and functional behaviour. *Food Hydrocolloids*, 2013, vol. 31, pp. 413–419. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.11.027
15. S. Shabana, R. Prasansha, I. Kalinina, I. Potoroko, U. Bagale, S.H. Shirish. Ultrasound assisted acid hydrolyzed structure modification and loading of antioxidants on potato starch nanoparticles. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2018, pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.07.023
16. Yasuo Iida, Toru Tuziuti, Kyuichi Yasui, Atsuya Towata, Teruyuki Kozuka. Control of viscosity in starch and polysaccharide solutions with ultrasound after gelatinization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2008, vol. 9, pp. 140–146. DOI: 10.1016/j.ifset.2007.03.029
17. Wenzhe Bai, Pascal Hebraud, Muthupandian Ashokkumar, Yacine Hemar. Investigation on the pitting of potato starch granules during high frequency ultrasound treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017, vol. 35, pp. 547–555. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2016.05.022

Alena A. Ruskina, Senior Academic at the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, ruskina_a@mail.ru

Irina V. Kalinina, doctor of technical sciences, professor of the department of food technology and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, kalininaiv@susu.ru

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, nvpopova@susu.ru

Adelia A. Urakanova, student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk).

Dmitry I. Devyatkin, student of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk).

Received May 14, 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Сонохимически модифицированный крахмал в технологии жележных кондитерских изделий / А.А. Руськина, И.В. Калинина, Н.В. Попова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 3. – С. 14–22. DOI: 10.14529/food210302

FOR CITATION

Ruskina A.A., Kalinina I.V., Popova N.V., Urakanova A.A., Devyatkin D.I. Sonochemically Modified Starch in the Technology of Jelly Confectionery Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 14–22. (in Russ.) DOI: 10.14529/food210302