

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-69-72>
УДК 664.039.4:664.849/.859

Пацюк Л.К., Федосенко Т.В.,
Кондратенко В.В., Медведева Е.А.,
Наринянц Т.В., Усанова Ю.Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, д.78
E-mail: secr-technol@vniitek.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пацюк Л.К., Федосенко Т.В., Кондратенко В.В., Медведева Е.А., Наринянц Т.В., Усанова Ю.Ю. Влияние воздействия ультразвуковой обработки на инверсию сахарозы в овощных и фруктовых пюре. *Овощи России*. 2020;(3):69-72. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-69-72>

Поступила в редакцию: 02.06.2020

Принята к печати: 16.06.2020

Опубликована: 25.07.2020

Lyubov K. Patsyuk,
Tatyana V. Fedosenko,
Vladimir V. Kondratenko,
Evgenia A. Medvedeva,
Tatyana V. Narinyants,
Yulia Yu. Usanova

All-Russian research Institute of technology conservation – branch of FSBSI «V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems» of RAS
78, Shkolnaya str. Vidnoye, Moscow Region, Russia, 142703
E-mail: secr-technol@vniitek.ru

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Patsyuk L.K., Fedosenko T.V., Kondratenko V.V., Medvedeva E.A., Narinyants T.V., Usanova Yu.Yu. Effect of ultrasonic treatment on sucrose inversion in vegetable and fruit purees. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(3):69-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-69-72>

Received: 02.06.2020

Accepted for publication: 16.06.2020

Accepted: 25.07.2020

Влияние воздействия ультразвуковой обработки на инверсию сахарозы в овощных и фруктовых пюре



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье приведены результаты исследования процесса инверсии сахарозы в овощных и фруктовых монокомпонентных пюре с добавлением сахарозы и без неё под влиянием ультразвукового воздействия на них.

Методика исследования. Для проведения исследования были изготовлены экспериментальные образцы пюре из моркови, тыквы и яблок двух видов – монокомпонентное натуральное пюре (без сахара) и пюре с добавлением 5% сахарозы (по массе). Изучали глубину инверсии сахарозы в экспериментальных образцах в зависимости от заданных параметров воздействия ультразвука с частотой 21,6 кГц в течение 30 минут на лабораторной кавитационной установке в проточном циклическом режиме.

Результаты исследований. Установлено, что во всех экспериментальных образцах количество общих редуцирующих сахаров значительно увеличилось по сравнению со значениями, полученными в контрольных образцах, не подвергавшихся ультразвуковой обработке. Так, в пюре яблочном натуральном (без добавления сахарозы) после ультразвукового воздействия было выявлено увеличение общих редуцирующих сахаров на 9,3%, а в экспериментальных образцах яблочного пюре с добавленной сахарозой – на 10,9%, по отношению к контрольным образцам, что в 1,2 раза выше, чем в натуральном пюре. В образцах морковного пюре (без добавления сахарозы) увеличение общих редуцирующих сахаров составило 6,7%, а в пюре с добавленной сахарозой – 12,2%, что в 1,8 раз превышает инверсию в пюре без сахара. В образцах тыквенного пюре без сахара увеличение редуцирующих сахаров составило 4,2%, а в образцах с добавленной сахарозой – 9,9%, то есть в 2,4 раза выше, чем в образцах без сахара. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что при ультразвуковом воздействии происходит интенсификация инверсии сахарозы с увеличением количества редуцирующих сахаров, причём этот процесс проходит более глубоко в продуктах, содержащих добавленную сахарозу.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, инверсия сахарозы, редуцирующие сахара, пюре.

Effect of ultrasonic treatment on sucrose inversion in vegetable and fruit purees

ABSTRACT

Relevance. This article presents the results of a study of the process of sucrose inversion in vegetable and fruit monocomponent purees with and without sucrose under the influence of ultrasonic action on them.

Methods. For the study, experimental samples of carrot, pumpkin and Apple puree of two types were made – a monocomponent natural puree (without sugar) and puree with the addition of 5% sucrose (by weight). The main part of the study was to study the depth of sucrose inversion in experimental samples, depending on the specified parameters of ultrasound exposure at a frequency of 21.6 kHz for 30 minutes on a laboratory cavitation unit in a flow-through cyclic mode.

Results. It was found that in all experimental samples, the amount of total reducing sugars increased significantly compared to the values obtained in control samples that were not subjected to ultrasonic treatment. So, in natural apple puree (without adding sucrose) after ultrasound exposure, an increase in total reducing sugars was detected by 9.3%, and in experimental samples of apple puree with added sucrose – by 10.9%, in relation to control samples, which is 1.2 times higher than in natural puree. In samples of carrot puree (without adding sucrose), the increase in total reducing sugars was 6.7%, and in puree with added sucrose, the increase was 12.2%, which is 1.8 times higher than the inversion in puree without sugar. In samples of pumpkin puree without sugar, the increase in reducing sugars was 4.2%, and in samples with added sucrose – 9.9%, i.e. 2.4 times higher than in samples without sugar.

These data allow us to conclude that ultrasound exposure can intensify the inversion of sucrose with an increase in the number of reducing sugars, and this process takes place more deeply in products containing added sucrose.

Keywords: ultrasonic processing, sucrose inversion, reducing sugars, puree.

Введение

Снабжение населения страны качественными продуктами с высокой пищевой ценностью является основной задачей производителей пищевой продукции. Чтобы обеспечить высокое качество этих продуктов, необходимо изыскивать новые оптимальные способы переработки сырья, позволяющие максимально сохранить нативно содержащиеся в нём биологически активные вещества – витамины, минеральные вещества, углеводы, в том числе редуцирующие сахара. В рамках настоящей работы исследовали возможность получения новых видов продукции, имеющей различную консистенцию (гомогенную, кремообразную, желеобразную, желеобразную, сиропобразную) с заданными физико-химическими показателями, полученными в результате ультразвуковой обработки монокомпонентных плодовоовощных полуфабрикатов (с добавленной сахарозой и без неё) [1,2].

Одним из перспективных направлений активного влияния на формирование свойств перерабатываемых продуктов является воздействие на них ультразвуком с определёнными параметрами, которое потенциально позволяет достичь высокой степени диспергирования частиц дисперсной фазы, и, в отдельных случаях, получить продукт, имеющий кремообразную или коллоидную структуру [3].

Известно, что при ультразвуковой обработке продукта в нём происходит инверсия сахарозы, причём чем выше содержание сахара, тем интенсивнее проявление новых или более выраженных свойств, не характерных для исходного продукта [4-6].

При ультразвуковой обработке в продукте образуется ударная энергия, одновременно способствующая ускорению процесса инверсии сахарозы и получению однородной гомогенной консистенции обрабатываемой массы, что обеспечивает стабильность от расслаивания при хранении [7-9].

При этом в обрабатываемой среде может происходить значительное повышение температуры, которая оказывает положительный эффект, позволяющий обеспечить частичную или полную инактивацию микроорганизмов в продукте [10].

Целью исследования являлось изучение степени инверсии сахарозы в исследуемых экспериментальных образцах в зависимости от начальных биохимических характеристик продукта и от продолжительности воздействия на них ультразвуком с частотой 21,6 кГц. Полученные результаты будут использованы при разработке технического задания на изготовление пилотного стенда ультразвуковой обработки пищевых продуктов с образованием кавитационного эффекта, позволяющего после обработки пюреобразных продуктов получать новые продукты с заданной структурой и различными качественными характеристиками.

Объекты исследований: в качестве объектов исследований использовали протёртое пюре, изготовленное на технологическом стенде ВНИИТеК – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, из свежих измельчённых и разваренных фруктов и овощей после протирания на протирочной машине через сито с диаметром отверстий 3,0 мм. Полученное пюре было разделено на две части по массе: в первую часть был добавлен сахар-песок в количестве 5%, во вторую ничего не добавляли, то есть пюре оставалось натуральным. Затем обе части пюре, каждая по отдельности были расфасованы в стеклянные баночки вместимостью по 100 см³, и простерилизованы [11]. Из полученных опытных образцов пюре (натуральных и с сахаром) было отобрано определённое количество образцов, которые оставались в качестве контрольных (с маркировкой «контроль») и не подвергались обработке ультразвуковой кавитацией.

Остальные образцы, с целью выявления результатов инверсий сахарозы в пюре при воздействии на него ультра-

звуковой кавитацией, были обработаны на лабораторной установке циркуляционного типа с магнитострикционным генератором и титановым волноводом (изготовитель ООО «Криамид», Москва) при частоте 21,6 кГц, в проточном циклическом режиме в течение 30 минут. Кавитационный эффект при этом осуществляется при прохождении продукта через ультразвуковую камеру за счёт воздействия на обрабатываемую массу энергией, трансформируемой на эмульсиях в среде пороговых включений под действием внешнего переменного давления.

Поскольку при ультразвуковом воздействии в продукте происходит два эффекта инверсии сахарозы – термический и кавитационный, ультразвуковые камеры оснащены охлаждающей полостью, обеспечивающей постоянную температуру продукта 50 °С.

Методика проведения исследований

в полученных экспериментальных образцах (подвергнутых ультразвуковой обработке и контрольных) были проведены сравнительные измерения по содержанию редуцирующих сахаров до и после обработки продукта ультразвуком, а также физико-химические показатели: массовая доля растворимых веществ, температура, величина pH и определены органолептические показатели.

Исследование качественных характеристик полученных экспериментальных образцов до и после ультразвукового воздействия проводили в лабораторных условиях с применением физико-химических, химических и органолептических методов:

- массовую долю растворимого сухого вещества – по ГОСТ 28562-90 с использованием рефрактометра УРЛ-1 (Германия);
- показатель pH – по ГОСТ 26188-84 с использованием лабораторного pH-метра 211 (Hanna);
- удельный вес (плотность) – по ГОСТ Р 51431-99;
- органолептические показатели определяли по ГОСТ ISO 6658-2016.

Для выявления влияния ультразвуковой обработки на степень инверсии сахарозы были проведены исследования с использованием следующих методов и приборов:

- для определения содержания общих и редуцирующих сахаров использовали прибор «Капель-105М», предназначенный для определения углеводов (сахарозы, глюкозы и фруктозы), методом зонного капиллярного электрофореза по методике М 04-69-2011 [12].

Для уменьшения статистической погрешности, каждый эксперимент проводили в трёхкратной повторности с отбраковкой статистически недостоверных данных. Обработку экспериментальных данных проводили с использованием табличного процессора Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation) и специализированного пакета программного обеспечения Addinsoft XLSTAT Premium 2019.4.1 (Addinsoft Inc.).

Результаты исследований

Результаты экспериментальных работ, проведённых на лабораторной кавитационной установке

Исследование инверсии сахарозы: для изучения инверсии сахарозы в овощных и фруктовых пюре были проведены исследования по содержанию углеводов (фруктозы, глюкозы и сахарозы) в указанных продуктах (натуральных и изготовленных с добавлением сахара-песка) до и после воздействия на продукты ультразвуком с частотой 21,6 кГц в течение 30 минут.

Сравнительные результаты изменения углеводного состава овощных и фруктовых пюре, полученные до и после ультразвуковой обработки при 21,6 кГц, представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Сравнительные значения по содержанию углеводов в яблочном пюре (натуральном и с сахаром) до и после ультразвуковой обработки, мг в 100 г, %
Table 1. Comparative values for the carbohydrate content in applesauce (natural and sugar) before and after ultrasonic cavitation treatment, mg in 100 g, %

Наименование пюре	pH	Фруктоза				Глюкоза			
		до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %	до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %
Яблочное без добавления сахара	3,5	4254	4570	7,4	11,1	1679	1917	14,2	11,7
Яблочное с сахаром 5%	3,8	5208	5638	8,3		2854	3306	15,8	

Примечание: приведённые данные достоверны при $P = 0,95$

Анализ полученных результатов по содержанию редуцирующих сахаров в яблочном пюре показывает, что при его ультразвуковой обработке значения количества редуцирующих сахаров повышаются, причём этот процесс более интенсивно проходит в пюре, в которое была добавлена сахароза в количестве 5% по массе. Так, содержание фруктозы в яблочном пюре без добавленного сахара увеличилось на 316 мг в 100 г, то есть на 7,4%, а в пюре с добавленным сахаром содержание фруктозы увеличилось на 430 мг в 100 г, т.е. на 8,3%. Одновременно содержание глюкозы в пюре без добавленного сахара увеличилось при ультразвуковом воздействии на 238 мг в 100 г, т.е. на 14,2%, а в пюре с добавленным сахаром – на 452 мг, т.е. 15,8%. Прирост общего количества редуцирующих сахаров в яблочном пюре без сахара составило 554 мг/100 г, т.е. 9,3%, а в яблочном пюре с добавленным сахаром на 882 мг/100 г, т.е. 10,9%, что почти в 1,2 раза выше, чем в натуральном пюре.

Такие же исследования были проведены в экспериментальных образцах пюре морковного и пюре тыквенного (с добавленным сахаром и без него) до и после воздействия на них ультразвуковой кавитацией. Результаты приведены в таблицах 2 и 3.

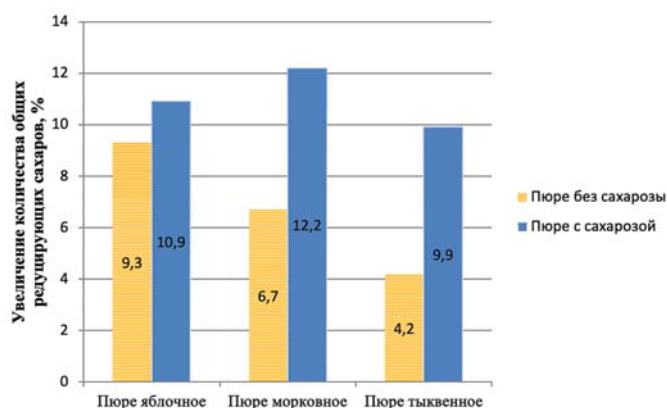


Рис. Сравнительные данные проявления инверсии сахарозы в пюре с сахаром и в натуральном после ультразвукового воздействия на них
Fig. Comparative data on the manifestations of sucrose inversion in puree with sugar and in natural form after ultrasound exposure to them

Таблица 2. Сравнительные значения по содержанию углеводов в морковном пюре (натуральном и с сахаром) до и после ультразвуковой обработки, мг в 100 г, %
Table 2. Comparative values for the carbohydrate content in mashed carrots (natural and sugar) before and after cavitation ultrasonic treatment, mg in 100 g, %

Наименование пюре	pH	Фруктоза				Глюкоза			
		до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %	до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %
Морковное без добавления сахара	5	964	1033	7,2	43,2	1089	1157	6,2	46,8
Морковное с сахаром 5%	5,3	1072	1207	12,6		1158	1294	11,7	

Примечание: приведённые данные достоверны при $P = 0,95$

Таблица 3. Сравнительные значения по содержанию углеводов в тыквенном пюре (натуральном и с сахаром) до и после ультразвуковой обработки, мг в 100 г, %
Table 3. Comparative values for the carbohydrate content in pumpkin puree (natural and with sugar) before and after cavitation ultrasonic treatment, mg in 100 g, %

Наименование пюре	pH	Фруктоза				Глюкоза			
		до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %	до обработки УЗ	после обработки УЗ	%	Δ, %
Тыквенное без добавления сахара	5,2	920	957	4,0	54,4	798	834	4,5	60,2
Тыквенное с сахаром 5%	5,8	771	839	8,8		617	687	11,3	

Примечание: приведённые данные достоверны при $P = 0,95$

Исходя из полученных результатов установлено, что в морковном пюре без добавленного сахара увеличение содержания общих редуцирующих сахаров составило 137 мг/100 г, т.е. 6,7%, а в морковном пюре с добавленным сахаром увеличение общих редуцирующих сахаров составило 271 мг/100 г, т.е. 12,2%, что в 1,8 раз больше, чем в пюре без сахара.

Сравнительный анализ полученных результатов инверсии сахарозы в тыквенном пюре (без добавленного сахара) показал, что количество общих редуцирующих сахаров увеличилось после ультразвукового воздействия на 73 мг в 100 г, что составляет 4,2% к их первоначальному количеству, а в тыквенном пюре с сахаром прирост общих редуцирующих сахаров составил 138 мг в 100 г, что соответствует 9,9%, т.е. выше, чем в пюре без добавленной сахарозы в 2,4 раза. Более наглядно эти данные показаны на графике, представленном на рисунке.

Выводы

1. Полученные результаты подтверждают закономерность более интенсивного проявления процесса

инверсии с получением большего количества редуцирующих сахаров в пюре с добавленной сахарозой.

2. Установлено, что ультразвуковая обработка оказывает положительное влияние на качество продукции за счёт улучшения органолептических характеристик.

Заключение:

1. При исследовании влияния ультразвуковой обработки на пюре морковное, тыквенное и яблочное (с добавлением и без добавления сахарозы) было установлено, что после ультразвукового воздействия во всех указанных образцах повышаются значения количественного содержания общих редуцирующих сахаров, что подтверждает проявление интенсификации процесса инверсии сахарозы.

2. При сравнении количества выявленных общих редуцирующих сахаров после обработки пюре с сахарозой и пюре натурального установлено, что процесс инверсии проявляется более интенсивно и глубоко в пюре, содержащих добавленную сахарозу.

Об авторах:

Пацюк Любовь Карповна – ведущий научный сотрудник лаборатории технологии консервирования, <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

Федосенко Татьяна Васильевна – младший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования, <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

Кондратенко Владимир Владимирович – зам. директора по научной работе, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

Медведева Евгения Александровна – старший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования, <https://orcid.org/0000-0003-3926-3548>

Нариниянц Татьяна Васильевна – старший научный сотрудник лаборатории технологии консервирования, <https://orcid.org/0000-0002-7016-3310>

Усанова Юлия Юрьевна – лаборант-исследователь лаборатории технологии консервирования, <https://orcid.org/0000-0002-9039-7368>

About the authors:

Lyubov K. Patsyuk – Leading Researcher, Laboratory for Conservation Technology, <https://orcid.org/0000-0001-6395-5312>

Tatyana V. Fedosenko – Junior Researcher, Laboratory of Conservation Technology, <https://orcid.org/0000-0002-7345-1799>

Vladimir V. Kondratenko – Cand. Sci. (Techn.), Deputy Director for Research, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0913-5644>

Evgenia A. Medvedeva – Senior Researcher, Laboratory for Conservation Technology, <https://orcid.org/0000-0003-3926-3548>

Tatyana V. Narinyants – Senior Researcher, Laboratory for Conservation Technology, <https://orcid.org/0000-0002-7016-3310>

Yulia Yu. Usanova – Laboratory Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9039-7368>

Литература

1. Пацюк Л.К., Алабина Н.М., Борченкова Л.А., Медведева Е.А., Нариниянц Т.В. Инновационная технология получения новых видов продуктов за счёт применения кавитационной обработки. *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования»*. – Краснодар: Сборник материалов 2-ой Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной с/х пищевой продукции». 2017. С.440-443.
2. Аксенова Л.М., Лукин Н.Д., Талейсник М.А., Герасимов Т.В., Щербакова Н.А., Остапенкова Н.А., Герасимова Н.В., Горячева Г.Н., Усачев И.С. Пат. РФ 2545959, Российская Федерация, МПК А23G 3/00. Способ производства глазури: заявитель и патентообладатель – ГНУ научно-исследовательский институт кондитерской промышленности Российской Академии сельскохозяйственных наук; заявка № 2013147500, заявл.: 25.10.2013, опубли.: 10.04.2015.
3. Ashokkumar M., Krasulya O., Shestakov S. and Rink R.A. New Look at Cavitation and the Applications of Its Liquid-Phase Effects in the Processing of Food and Fuel. *Applied Physics Research*. 2012;4(1):19-29.
4. Герасимов Т.В. Развитие технологий мучных изделий с использованием кавитации. *Автореферат на соискателей учёной степени к.т.н. М.*, 2015.
5. Петров А.Н., Шихкина Н.С. и др. Получение новых продуктов с применением кавитационной обработки. *Холодильная технология*. 2017;(8):54-59.
6. Федосенко Т.В., Пацюк Л.К., Усанова Ю.Ю., Кондратенко В.В. Получение гомогенизированных пищевых пюреобразных продуктов за счёт обработки их ультразвуком. *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования»*. – Углич: Сборник материалов конференции «Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания». 2019.
7. Халитова Э.Ш., Манеева Э.Ш., Быков А.В. Нетрадиционные способы обработки плодовоовощного сырья. *Материалы научно-практической конференции*. ФГБОУ, Оренбургский Государственный ун-т.
8. Шестаков С.Д. Пат. РФ 2228217, Российская Федерация, МПК B01J 19/10, B01F 11/02. Способ кавитационной обработки жидких сред и реактор для его осуществления; заявитель и патентообладатель – Шестаков С.Д.; заявка №2003114953, заявл.: 21.05.2003, опубли.: 10.05.2004.
9. Kim K-H., Chahine G., Franc J-P., Karimi A. Fluid Mechanics and Its Applications 106 – Advanced Experimental and Numerical Techniques for Cavitation Erosion Predict. New York: Springer Science+Business Media Dordrecht. 2014. P.399.
10. Probst G. Пат. CH 688813, Швейцария, МПК B06B 001/02, A23L 3/015, A23L 3/30. Способ стерилизации и гомогенизации текучих материалов при воздействии ультразвуковыми колебаниями и установка для его осуществления; заявитель и патентообладатель – Ixlian Aktiengesellschaft; заявка № 02078/94, заявл.: 30.06.1994, опубли.: 15.04.1998.
11. Кондратенко В.В., Федосенко Т.В., Пацюк Л.К., Медведева Е.А., Филиппов В.П., Кухто В.А., Нариниянц Т.В. Изучение возможности использования ультразвука для изготовления гомогенизированных продуктов. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2019;4(57):17-22.
12. М 04-69-2011: «Измерение содержания фруктозы, глюкозы и сахарозы в напитках безалкогольных, слабоалкогольных и алкогольных, в том числе винах и виноматериалах, плодовоовощной и соковой продукции, мёде и БАДах методом капиллярного электрофореза «Капель»».

References

1. Patsyuk L.K., Alabina N.M., Borchenkova L.A., Medvedeva E.A., Narinyants T.V. Innovative technology for obtaining new types of products through the use of cavitation treatment. *All-Russian research Institute of canning technology. Krasnodar: Collection of materials of the 2nd International scientific and practical conference "Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally safe agricultural food products"*. 2017. P.440-443. (In Russ.)
2. Aksenova L.M., Lukin N.D., Taleisnik M.A., Gerasimov T.V., Shcherbakova N.A., Ostapenkova N.A., Gerasimova N.V., Goryacheva G.N., Usachev I.S.: Pat. 2545959 of the Russian Federation, Russian Federation, IPC A23G 3/00. Method of glaze production. *Applicant and patentee-GNU research Institute of confectionery industry of the Russian Academy of agricultural Sciences; application no. 2013147500, filed: 25.10.2013, published: 10.04.2015.* (In Russ.)
3. Ashokkumar M., Krasulya O., Shestakov S. and Rink R.A. New Look at Cavitation and the Applications of Its Liquid-Phase Effects in the Processing of Food and Fuel. *Applied Physics Research*. 2012;4(1):19-29.
4. Gerasimov T.V. Development of technologies of flour products using cavitation. *Abstract for candidates of the scientific degree of candidate of technical Sciences*. M., 2015. (In Russ.)
5. Petrov A.N., Shishkina N.S. et al. Getting new products using cavitation treatment / *Refrigerating technology*. 2017;(8):54-59. (In Russ.)
6. Fedosenko T.V., Patsyuk L.K., Usanova Yu.Yu., Kondratenko V.V. Getting homogenized food puree products by processing them with ultrasound. *All-Russian research Institute of canning technology. – Uglich: Collection of materials of the conference "Promising research and new approaches to the production and processing of agricultural raw materials and food"*. 2019. (In Russ.)
7. Khalitova E.Sh., Maneeva E.Sh., Bykov A.V. Non-traditional methods of processing fruit and vegetable raw materials. *Materials of the scientific and practical conference. DEPARTMENT, Orenburg State University*. (In Russ.)
8. Shestakov S.D. Pat. RF 2228217, Russian Federation, IPC B01J 19/10, B01F 11/02. Method of cavitation treatment of liquid media and reactor for its implementation; applicant and patent holder-Shestakov S.D.; application no. 2003114953, application: 21.05.2003, publ.: 10.05.2004. (In Russ.)
9. Kim K-H., Chahine G., Franc J-P., Karimi A. Fluid Mechanics and Its Applications 106 – Advanced Experimental and Numerical Techniques for Cavitation Erosion Predict. New York: Springer Science+Business Media Dordrecht. 2014. P.399.
10. Probst G. Pat. CH 688813, Switzerland, IPC B06B 001/02, A23L 3/015, A23L 3/30. Method of sterilization and homogenization of flowing materials under the influence of ultrasonic vibrations and installation for its implementation; applicant and patent holder-Ixlian Aktiengesellschaft; application no. 02078/94, application: 30.06.1994, publ.: 15.04.1998. (In Russ.)
11. Kondratenko V.V., Fedosenko T.V., Patsyuk L.K., Medvedeva E.A., Filipovich V.P., Kukhto V.A., Narinyants T.V. Study of the possibility of using ultrasound for the manufacture of homogenized products. *Technology and commodity science of innovative food products*. 2019;4(57):17-22. (In Russ.)
12. M 04-69-2011: "Measurement of the content of fructose, glucose and sucrose in non-alcoholic, low-alcohol and alcoholic beverages, including wines and wine materials, fruit and vegetable and juice products, honey and dietary Supplements by capillary electrophoresis "Drops"" (In Russ.)