

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2365>
<https://elibrary.ru/QYASQC>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Сравнительная оценка качества пюре из плодов шиповника, выработанного разными технологическими способами



О. В. Голуб*^{ID}, Г. П. Чекрыга^{ID},
О. К. Мотовилов^{ID}, В. В. Щербинин^{ID}

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, Краснообск, Россия

Поступила в редакцию: 30.03.2022
Принята после рецензирования: 16.05.2022
Принята в печать: 23.05.2022

*О. В. Голуб: golubiza@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2561-9953>
Г. П. Чекрыга: <https://orcid.org/0000-0002-3756-1798>
О. К. Мотовилов: <https://orcid.org/0000-0003-2298-3549>
В. В. Щербинин: <https://orcid.org/0000-0002-4185-9087>

© О. В. Голуб, Г. П. Чекрыга,
О. К. Мотовилов, В. В. Щербинин, 2022



Аннотация.

Фруктовое пюре является одним из наиболее популярных полуфабрикатов при изготовлении пищевой продукции. Плоды шиповника обладают широким спектром положительных воздействий на организм человека за счет содержащихся в них биологически активных веществ. Цель работы – исследовать характеристики качества пюре из плодов шиповника, выработанного с использованием механоакустического гомогенизатора, а также обосновать его срок годности. Объектами исследования являлись образцы пюре из плодов шиповника (свежих или сушеных). Выработку пюре осуществляли по классической технологии, а также с использованием механоакустического аппарата, позволяющего совместить технологические операции.

Пюре из шиповника, независимо от вида сырья (свежие или сушеные плоды), получали в механоакустическом аппарате, где при интенсивности воздействия 100–500 Вт/кг в течение 15–30 мин при температуре 50–65 °С осуществлялись одновременно процессы измельчения, гомогенизации и дезодорации, затем в течение 20–60 с при температуре 95–97 °С – обеззараживание. Полученное пюре, по сравнению с образцами пюре, выработанными по классической технологии, обладает улучшенными органолептическими характеристиками: оценка внешнего вида выше на 9 %, цвета – на 15 %, запаха – на 21 %, консистенции и вкуса – на 30 %. Также у данного пюре наблюдается повышение содержания основных нутриентов (сахаров, белков, свободных органических кислот и минеральных веществ – на 10 %) и биологически активных веществ (пищевых волокон и β-каротина – на 10 %, суммы фенольных веществ – на 20 %, аскорбиновой кислоты – на 40 %). В результате исследований органолептических, физико-химических и микробиологических показателей обоснован срок годности пюре из плодов шиповника – 24 месяца в стеклянной упаковке.

Установлено, что использование механоакустического гомогенизатора при разработке и получении пюре из плодов шиповника позволяет сократить количество технологических операций, обеспечить получение конечного продукта с большим количеством пищевых веществ и лучшими показателями качества, чем продукция, полученная по классической технологии. Пюре из плодов шиповника сохраняет свои качественные характеристики в течение 24 месяцев хранения в стеклянных банках при температуре и относительной влажности воздуха не выше 25 °С и 75 % соответственно в защищенном от прямых солнечных лучей месте.

Ключевые слова. Шиповник, пюре, органолептические показатели, физико-химические показатели, биологически активные вещества, микробиологические показатели, срок годности

Для цитирования: Сравнительная оценка качества пюре из плодов шиповника, выработанного разными технологическими способами / О. В. Голуб [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 2. С. 310–320. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2365>

Comparative Quality Assessment of Rose Hip Puree Produced by Different Technological Methods

Olga V. Golub*^{ORCID}, Galina P. Chekryga^{ORCID},
Oleg K. Motovilov^{ORCID}, Viacheslav V. Sherbinin^{ORCID}

*Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia*

Received: 30.03.2022
Revised: 16.05.2022
Accepted: 23.05.2022

*Olga V. Golub: golubiza@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2561-9953>
Galina P. Chekryga: <https://orcid.org/0000-0002-3756-1798>
Oleg K. Motovilov: <https://orcid.org/0000-0003-2298-3549>
Viacheslav V. Sherbinin: <https://orcid.org/0000-0002-4185-9087>

© O.V. Golub, G.P. Chekryga, O.K. Motovilov, V.V. Sherbinin, 2022



Abstract.

Fruit puree is one of the most popular semi-finished products. Rose hips have a wide range of positive effects on the human body due to the biologically active substances they contain. The research objective was to assess the quality rosehip puree produced using a mechano-acoustic homogenizer and to define its shelf life.

The study featured several samples of puree made of fresh or dried rose hips. The experiment involved two types of processing methods: traditional and mechano-acoustic. The analysis was based on standard methods. The mechano-acoustic homogenizer made it possible to combine several technological operations: grinding, homogenization, deodorization, and disinfection.

The processing conditions were as follows: exposure intensity – 100–500 W/kg, time – 15–30 min, temperature – 50–65°C, disinfection time – 20–60 s, disinfection temperature – 95–97°C. Both fresh and dried rose hips puree samples produced with the help of a mechano-acoustic homogenizer had the best sensory properties, which exceeded those of the control samples by 9% for appearance, 15% for color, 21% for smell, and 30% for texture and taste. The test samples were by 10% richer in sugars, proteins, free organic acids, and minerals. They contained more biologically active substances: dietary fiber and β -carotene – by an average of 10%, phenolic substances – 20%, ascorbic acid – 40%. According to the sensory, physical, chemical, and microbiological indicators, the shelf life of rose hip puree produced using mechano-acoustic equipment was 24 months in glass packaging.

The mechano-acoustic homogenizer method optimized the technological operation, and the finished product had more nutrients and better quality indicators than those of puree obtained by traditional technologies. The rose hip puree retained its quality characteristics for 24 months at $\leq 25^\circ\text{C}$ and humidity $\leq 75\%$ in glass jars in a dark place.

Keywords. Rose hips, puree, sensory indicators, physical and chemical indicators, biologically active substances, microbiological indicators, shelf life

For citation: Golub OV, Chekryga GP, Motovilov OK, Sherbinin VV. Comparative Quality Assessment of Rose Hip Puree Produced by Different Technological Methods. Food Processing: Techniques and Technology. 2022;52(2):310–320. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2365>

Введение

Согласно ГОСТ 28322-2014 пюре из овощей и/или фруктов представляет собой «...несброженный, но способный к брожению пищевой продукт, полученный из цельных или измельченных свежих или сохранных свежими или быстрозамороженных фруктов [овощей], подготовленных в соответствии с установленной технологией, включающей измельчение, протирание без отделения сока и

мякоти...». Изготовление пюреобразной продукции осуществляется для продления срока использования плодоовощного сырья и создания на его основе разнообразных продуктов питания [1–7]. Пюре из плодов и/или овощей классифицируется по нескольким признакам, основные из которых представлены на рисунке 1.

Из данных рисунка 1 видно, что по признаку «сырье» пюре может быть изготовлено из моно-

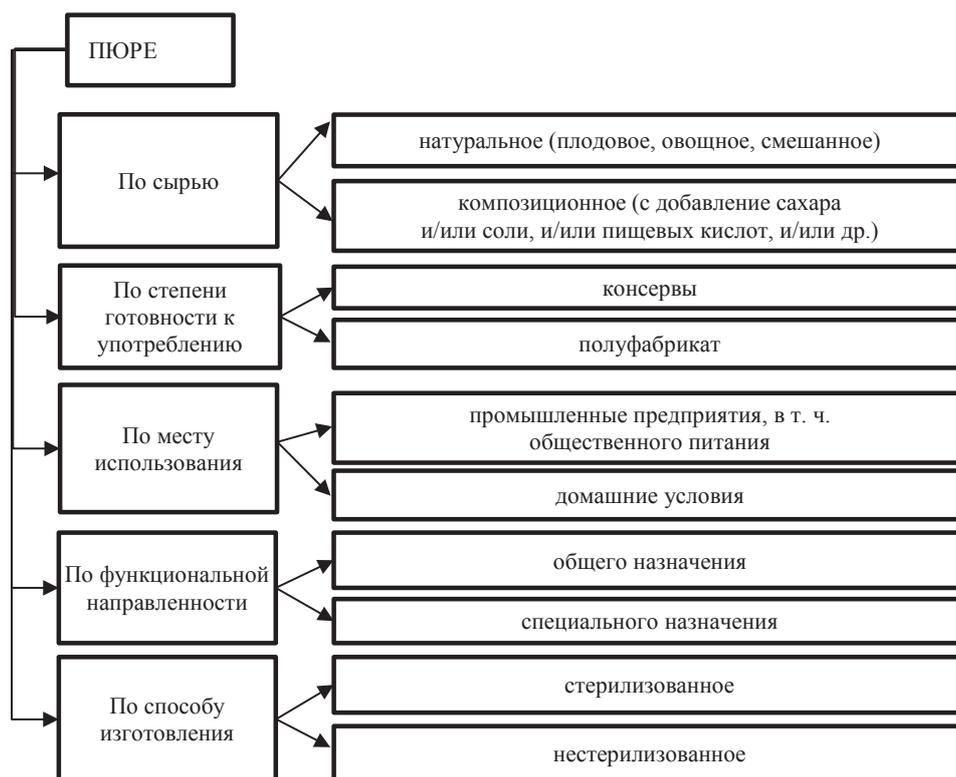


Рисунок 1. Классификация пюре

Figure 1. Puree classification

сырья (натуральное), т. е. из плодов, овощей или их смеси, а также с добавлением различных других дополнительных ингредиентов (сахара, соли, приправ, пряностей и т. д.).

Если в состав пюре добавить дополнительные функциональные ингредиенты (витамины, минеральные вещества и пр.) или использовать специальные требования при изготовлении, то продукция из общего назначения может перейти в продукцию специального (например, детского питания). При этом должны соблюдаться требования действующей нормативной документации. Это обуславливает разделение пюре по признаку «функциональная направленность».

По признаку «степень готовности к употреблению» пюре может быть использовано как в пищу (консервы), так и для изготовления разнообразных продуктов питания (полуфабрикат) – повидла, коктейлей, сиропов, подварок, наполнителей и пр.

Пюре может быть использовано различными заинтересованными лицами: потребителями, промышленными предприятиями, в том числе общественного питания, и организациями, оказывающими туристические услуги и пр. Это обуславливает формирование классификационного признака «место использования».

По признаку «способ изготовления» вырабатывается, в зависимости от различных критериев (используемой упаковки, сроков годности и пр.), стерилизованное и нестерилизованное пюре. Достигнуть необходимых технических характеристик можно, используя различные методы консервации: – физические: температурные (стерилизация, пастеризация, замораживание, охлаждение, переохлаждение), ультразвуковые и др.; – физико-химические: обезвоживание (например, концентрирование) и осмотическое давление (например, за счет использования сахара и/или соли); – химические (например, использование консервантов); – комбинированные.

Плоды шиповника используются для изготовления различной продукции, в том числе функциональной, из-за содержания в них ценных вкусо-ароматических и физиологически активных веществ (аскорбиновой кислоты, токоферолов, флавоноидов и пр.), которые обеспечивают антидепрессивное, антиоксидантное, антидиабетическое и другие полезные воздействия на организм человека [8–15].

Из плодов шиповника вырабатывается пюре с длительным сроком годности и качественными характеристиками, соответствующими требованиям действующей документации и обеспечивающими

Таблица 1. Химический состав плодов шиповника

Table 1. Chemical composition of rose hips

Показатель	Содержание в плодах	
	Свежих	Сушеных
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	21,9 ± 0,4	–
Массовая доля влаги, %	–	12,3 ± 0,2
Массовая доля сахаров, %	11,4 ± 0,3	62,3 ± 0,3
Массовая доля белков, %	0,9 ± 0,2	3,0 ± 0,3
Массовая доля жиров, %	0,4 ± 0,2	1,2 ± 0,2
Массовая доля свободных органических кислот (по яблочной), %	2,03 ± 0,11	4,82 ± 0,04
Массовая доля золы, %	1,24 ± 0,35	2,24 ± 0,17
Массовая доля пищевых волокон, %	3,57 ± 0,24	6,44 ± 0,22
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	970 ± 37	1000 ± 59
Массовая доля суммы фенольных веществ, мг/100 г	840 ± 19	300 ± 14
Массовая доля β-каротина, мг/100 г	41,01 ± 0,24	34,18 ± 0,35

повышение пищевой ценности, в том числе органолептической. Немецкими учеными установлено, что обработка пюре из *Rosa canina* под высоким давлением, позволяющим инактивировать различные бактерии, для продления срока хранения продукции не оказывает существенного влияния на общее содержание каротиноидов, витамина Е и антиоксидантную способность, а также биодоступность каротиноидов *in vitro* [16].

Специалистами пищевой промышленности пюре из плодов шиповника используется для изготовления различной продукции [17]:

– М. Igual с соавторами использовали пюре из *Rosa canina* для изготовления экструдированных кукурузных закусок, обладающих функциональной ценностью за счет флавонолов, каротиноидов, витамина С и фолиевой кислоты [18];

– польскими учеными проведены исследования по использованию пюре из плодов шиповника (массовая доля сухих веществ 12,5 %) для изготовления смузи из творожной сыворотки в соотношении 1:1. Установлено, что использование пюре позволяет получить продукцию с оригинальными сенсорными характеристиками, а также содержанием калия и кальция на уровне рекомендуемых физиологических потребностей [19];

– казахскими исследователями установлено, что замена изюма на пюре из плодов шиповника при выработке кексов оказывает влияние на физико-химические показатели готовой к употреблению продукции: увеличиваются влажность, щелочность, содержание водорастворимых веществ за счет пищевых волокон, органических кислот, витамина С и минеральных веществ с одновременным снижением усвояемости [20].

Таким образом, использование плодов шиповника для выработки пюре позволяет не только рационально использовать местные сырьевые ресурсы,

но и расширить ассортимент продуктов питания, содержащих физиологически активные вещества.

К новым способам получения пюре из плодов шиповника можно отнести обработку в механоакустическом аппарате, позволяющем сократить при изготовлении продукции количество операций и технологического оборудования.

Цель работы – исследовать характеристики качества пюре из плодов шиповника, выработанного с использованием механоакустического гомогенизатора, а также обосновать его срок годности.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – образцы пюре из плодов шиповника (свежих или сушеных). Их химический состав представлен в таблице 1.

В процессе исследований изготавливали 4 образца пюре из шиповника: 2 по классической технологии (Образцы № 1 и 2) [21] и 2 с использованием механоакустического аппарата (Образцы № 3 и 4).

Для Образца № 1 свежие плоды шиповника инспектировали, мыли, удаляли плодоножку, срезали чашелистики с верхней части плодов, бланшировали в воде в количестве 10–15 % от массы плодов при температуре 90–100 °С в течение 8–10 мин, добавляли водопроводную воду (температура 16–20 °С, рН = 6,6 ед. рН), протирали (на протирочной машине с диаметром отверстий сита 0,5–0,8 мм), финишировали (диаметр отверстий сита 0,4 мм), уваривали до содержания растворимых сухих веществ 60 % (в открытом котле) в течение 45–50 мин, подогрели до температуры 85–90 °С, расфасовывали, укупоривали и стерилизовали при температуре 100 °С по формуле 20–20–20 мин (время выхода на режим стерилизации – время выдержки на режиме стерилизации – время охлаждения) и давлении 147 кПа, охлаждали до температуры не выше 22 °С.

Таблица 2. Технологические операции приготовления пюре из плодов шиповника

Table 2. Technical processing of rose hip puree

Технологическая операция	Образцы			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Приемка и инспекция	+	+	+	+
Мойка, удаление плодоножки и чашелистиков с верхней части плодов	+	–	+	–
Бланширование	+	+	–	–
Составление смеси с водой	+	+	+	+
Регидратация	–	+	–	+
Протирание	+	+	–	–
Финиширование	+	+	–	–
Уваривание	+	+	–	–
Подогревание	+	+	–	–
Обработка в механоакустическом аппарате	–	–	+	+
Фасовка	+	+	+	+
Укупорка	+	+	+	+
Стерилизация	+	+	–	–
Охлаждение	+	+	+	+

Для Образца № 2 обезвоженные плоды шиповники инспектировали, бланшировали в воде в количестве 10–15 % от массы плодов при температуре 90–100 °С в течение 8–10 мин и регидратировали в воде (гидромодуль сырье: вода – 1:20) при температуре 16–20 °С (рН воды 6,6 ед. рН) в течение 14–16 ч. Остальные операции аналогичны продукции, изготовленной из свежих плодов.

Для Образца № 3 свежие плоды шиповники инспектировали, мыли, удаляли плодоножку, срезали чашелистики с верхней части плодов, загружали в механоакустический аппарат, добавляли водопроводную воду (температура 16–20 °С, рН = 6,6 ед. рН), обрабатывали массу (измельчали, гомогенизировали, дезодорировали и частично обеззараживали) при интенсивности воздействия 100–500 Вт/кг в течение 15–30 мин и температуре 50–65 °С до содержания растворимых сухих веществ 60 %, затем обеззараживали в течение 20–60 с при температуре 95–97 °С, осуществляли горячий розлив, укупоривали и охлаждали.

Для Образца № 4 обезвоженные плоды шиповники инспектировали, загружали в механоакустический аппарат, добавляли водопроводную воду (температура 16–20 °С, рН = 6,6 ед. рН) и регидратировали в воде (гидромодуль сырье: вода – 1:20) в течение 14–16 ч. Остальные операции аналогичны продукции, изготовленной из свежих плодов.

Норма расхода сырья на 1000 кг продукции составляло, кг с учетом потерь: Образцы № 1 и 3 – плоды шиповника 267, вода 800; Образцы № 2 и 4 – плоды шиповника 58, вода 950.

В таблице 2 представлены технологические операции, использованные при выработке пюре из плодов шиповника.

В исследуемых образцах пюре из шиповника определяли массовые доли растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173-2013, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, белков – по ГОСТ 34551-2019, жиров – по ГОСТ 8756.21-89, свободных органических кислот в процентах по яблочной кислоте – по ГОСТ 1994-93, золы – по ГОСТ 25555.4-91, аскорбиновой кислоты – по ГОСТ 1994-93, растворимых и нерастворимых пищевых волокон – по ГОСТ Р 54014-2010, каротина – по ГОСТ ISO 6558-2-2019, сумму фенольных веществ в пересчете на галловую кислоту методом с реактивом Фолина-Чокальтеу согласно [22].

Органолептические показатели (внешний вид, цвет, консистенция, запах, вкус) устанавливали по ГОСТ 8756.1-2017, оценку органолептических показателей проводили по балльной системе [23].

Наличие мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и/или плесневых грибов, и/или дрожжей устанавливали по ГОСТ 30425-97, бактерий рода *Salmonella* – по ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002), бактерий рода *Proteus* – по ГОСТ 28560-90, бактерий род *Staphylococcus* – по ГОСТ 31746-2012, бактерий группы кишечных палочек – по ГОСТ 31747-2012. Результаты испытаний статистически обрабатывались с помощью MS Excel.

В процессе работы использовано следующее оборудование: механоакустический аппарат МАГ-50 (Россия), автоклав Prestige Medical Classic Standart (Великобритания), баня водяная Biosan WB-4MS (Латвия), весы лабораторные Ohaus PA2102C (Китай), весы лабораторные Ohaus PA214 (Китай), гомогенизатор HG-15F-Set (Корея), микроскоп Микромед 2 (Россия), муфельная печь SNOL (Литва), настольный измеритель рН Ohaus Starter 2100 (Китай), плита программируемая ПЛП-03 НПП «Томьяналит» (Россия), рефрактометр ИРФ-454 Б2М (Россия), стерилизатор паровой ВК-0701 (Россия) и термостат MIR-262 Sanyo (Япония).

Результаты и их обсуждение

Исследование характеристик качества пюре осуществлялось по органолептическим показателям, содержанию основных нутриентов и биологически активных веществ. Результаты исследований представлены в таблицах 3–5.

Изменения органолептических характеристик и нутриентного состава, в том числе биологически активных веществ, продукции (пюре из плодов шиповника) объясняются нарушениями целостности клеточных стенок плодов при измельчении и термической обработке, гидратацией (Образцы № 2 и 4) и относительной неравномерностью происходящих физико-химических процессов (окисление антоцианов,

Таблица 3. Органолептическая оценка пюре из плодов шиповника

Table 3. Sensory profile of rose hip puree

Образец	Показатель, балл				
	Внешний вид	Цвет	Консистенция	Запах	Вкус
№ 1	0,44 ± 0,05	0,42 ± 0,04	1,20 ± 0,00	0,84 ± 0,08	1,26 ± 0,12
№ 2	0,42 ± 0,04	0,40 ± 0,00	1,08 ± 0,15	0,72 ± 0,10	1,02 ± 0,15
№ 3	0,48 ± 0,04	0,50 ± 0,00	1,50 ± 0,00	0,96 ± 0,08	1,50 ± 0,00
№ 4	0,46 ± 0,05	0,44 ± 0,05	1,44 ± 0,12	0,92 ± 0,10	1,44 ± 0,12

Таблица 4. Показатели пищевой ценности пюре из плодов шиповника

Table 4. Nutritional value of rose hip puree

Образец	Массовая доля, %				
	Сахаров	Белков	Жиров	Свободных органических кислот (по яблочной)	Золы
№ 1	31,8 ± 0,9	2,4 ± 0,3	1,0 ± 0,3	5,30 ± 0,05	3,24 ± 0,13
№ 2	39,0 ± 0,8	1,9 ± 0,4	0,8 ± 0,2	3,07 ± 0,07	1,37 ± 0,14
№ 3	32,6 ± 0,7	2,4 ± 0,3	1,0 ± 0,3	5,44 ± 0,08	3,32 ± 0,15
№ 4	40,8 ± 0,8	2,0 ± 0,4	0,8 ± 0,3	3,30 ± 0,06	1,44 ± 0,14

Таблица 5. Биологически активные вещества пюре из плодов шиповника

Table 5. Biologically active substances in rose hip puree

Образец	Массовая доля			
	Пищевых волокон, %	Аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Суммы фенольных веществ, мг/100 г	β -каротина, мг/100 г
№ 1	8,32 ± 0,21	1659 ± 71	1890 ± 24	101,04 ± 1,32
№ 2	4,17 ± 0,27	650 ± 54	195 ± 27	22,22 ± 0,32
№ 3	9,28 ± 0,24	2609 ± 62	2184 ± 22	106,70 ± 1,57
№ 4	4,37 ± 0,27	680 ± 37	204 ± 27	23,24 ± 0,32

карамелизация, меланоидинообразование, потери ароматических веществ и пр.).

По внешнему виду Образец № 3 представляет собой однородную массу, без частиц волосков, кожицы, плодиков, чашелистиков, плодоножек и листьев. В Образце № 4 попадаются единичные частицы кожицы, № 1 – единичные частицы кожицы и плодиков, № 2 – единичные частицы кожицы, плодиков и волосков. Данные таблицы 3 позволяют проранжировать по данному показателю продукцию следующим образом: Образец № 3 (0,48 балла) > № 4 (0,46 балла) > № 1 (0,44 балла) > № 2 (0,42 балла).

Цвет Образца № 3 нативный, темно-бордовый и однородный по всей массе. В цвете Образца № 4 отмечают оттенки плодов шиповника, прошедших тепловую обработку (сушку). Цвет Образца № 1 – коричнево-бордовый. В Образце № 2 отмечают интенсивные оттенки плодов шиповника, прошедших длительную тепловую обработку (сушку и уваривание). Данные таблицы 3 позволяют проранжировать по данному показателю пюре из плодов шиповника следующим образом: Образец № 3

(0,50 балла) > № 4 (0,44 балла) > № 1 (0,42 балла) > № 2 (0,40 балла).

Консистенция пюре Образцов № 3 и 4 – пюреобразная, густая, но текучая. Консистенция Образца № 1 – пюреобразная, плотная, но текучая, № 2 – не текучая, а тягучая. Данные таблицы 3 позволяют проранжировать по данному показателю продукцию следующим образом: Образец № 3 (1,50 балла) > № 4 (1,44 балла) > № 1 (1,20 балла) > № 2 (1,08 балла).

Запах Образца № 3 гармоничный, хорошо выраженный и характерный для плодов шиповника. В запахе Образца № 4 присутствуют легкие, приятные тона плодов, прошедших тепловую обработку, № 1 – интенсивные тона плодов, прошедших длительную тепловую обработку. Запах Образца № 2 слабый и разлаженный. Данные таблицы 3 позволяют проранжировать по данному показателю пюре из плодов шиповника следующим образом: Образец № 3 (0,96 балла) > № 4 (0,92 балла) > № 1 (0,84 балла) > № 2 (0,72 балла).

Вкус и послевкусие Образца № 3 кисло-сладкие, сбалансированные, хорошо выраженные

Таблица 6. Влияние продолжительности хранения пюре из плодов шиповника на органолептическую оценку, балл

Table 6. Effect of storage time on sensory profile of rose hip puree

Показатель	Срок хранения, месяц			
	0	12	24	28
Из свежих плодов				
Внешний вид	0,48 ± 0,04	0,46 ± 0,05	0,42 ± 0,04	0,40 ± 0,00
Цвет	0,50 ± 0,00	0,45 ± 0,05	0,42 ± 0,04	0,40 ± 0,00
Консистенция	1,50 ± 0,00	1,44 ± 0,12	1,32 ± 0,15	1,26 ± 0,12
Запах	0,96 ± 0,08	0,92 ± 0,10	0,84 ± 0,08	0,80 ± 0,00
Вкус	1,50 ± 0,00	1,44 ± 0,12	1,38 ± 0,15	1,32 ± 0,15
Из сушеных плодов				
Внешний вид	0,46 ± 0,05	0,44 ± 0,05	0,40 ± 0,00	0,38 ± 0,04
Цвет	0,44 ± 0,05	0,42 ± 0,04	0,40 ± 0,00	0,38 ± 0,04
Консистенция	1,44 ± 0,12	1,38 ± 0,15	1,26 ± 0,12	1,20 ± 0,00
Запах	0,92 ± 0,10	0,84 ± 0,08	0,80 ± 0,00	0,76 ± 0,08
Вкус	1,44 ± 0,12	1,32 ± 0,15	1,26 ± 0,12	1,20 ± 0,00

и свойственные плодам шиповника, а в послевкусии Образца № 4 отмечаются тона плодов, прошедших тепловую обработку. Вкус и послевкусие Образца № 1 отличаются несбалансированностью и присутствием тонов плодов, прошедших тепловую обработку, а № 2 – тонов плодов, прошедших длительную тепловую обработку. Данные таблицы 3 позволяют проранжировать по данному показателю пюре из плодов шиповника следующим образом: Образец № 3 (1,50 балла) > № 4 (1,44 балла) > № 1 (1,26 балла) > № 2 (1,02 балла).

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что наилучшими органолептическими характеристиками отличаются Образцы № 3 и 4, т. е. полученные с использованием механоакустического аппарата. Образцы № 1, 3 и 4 относятся к отличной категории качества (4,16, 4,94 и 4,70 баллов соответственно), № 2 – хорошей (3,64 балла).

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что Образцы № 3 и 4 (полученные с использованием механоакустического аппарата) содержат больше основных нутриентов, чем № 1 и 2 (полученные по классической технологии). Это можно объяснить количеством технологических операций производства. Образцы № 1 и 3 (полученные из свежих плодов шиповника) содержат больше основных нутриентов, чем № 2 и 4 (полученные из обезвоженных плодов). Образец № 3 содержит на 2,5 % больше сахаров, органических кислот и минеральных веществ, чем Образец № 1, но по содержанию белков и жиров отличия находятся в пределах ошибки опыта. Образец № 2 содержит на 4,6, 5,3, 7,5 и 5,1 % меньше сахаров, белков, органических кислот и минеральных веществ соответственно, чем № 4, но по содержанию жиров отличия находятся в пределах ошибки опыта.

Как видно из данных таблицы 5, пюре, полученное из свежих плодов (Образцы № 1 и 3), содержит больше биологически активных веществ, чем из сушеных

(Образцы № 2 и 4). Продукция, полученная на механоакустическом аппарате (Образцы № 3 и 4), содержит больше биологически активных веществ, чем выработанная по классической технологии (Образцы № 1 и 2). Пюре из плодов шиповника по содержанию биологически активных веществ ранжируются следующим образом: Образец № 3 > № 1 > № 4 > № 2. Продукция, выработанная из свежих плодов шиповника, превышает продукцию из сушеных плодов в 2,2 раза по содержанию пищевых волокон, в 3,2, 10,2 и 4,6 раза в аскорбиновой кислоте, сумме фенольных веществ и β -каротине соответственно.

Проведены исследования по обоснованию срока годности пюре из плодов шиповника, полученного с использованием механоакустического оборудования. Пюре разливались в стеклянные банки типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укупоривались крышками типоразмера 1-82-С. Хранились при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте в течение 28 месяцев (с учетом коэффициента резерва 1,15 согласно МУК 4.2.1847-04).

Данные таблиц 6–8 свидетельствуют о том, что при хранении пюре из плодов шиповника наблюдали снижение их качественных характеристик.

Из данных таблицы 6 видно, что в процессе хранения пюре из плодов шиповника происходили изменения органолептических показателей продукции. По показателям «внешний вид», «цвет» и «запах» снижение баллов к концу хранения составило около 17,0 %, «консистенция» – 16,3 %, «вкус» – 14,3 %. Продукция к концу исследуемого срока хранения теряла свою однородность, т. к. происходило отделение жидкости и едва заметное потемнение поверхностного слоя, консистенция становилась тягучей, запах – слабее, а вкус терял свою гармоничность. На протяжении 28 месяцев пюре из

Таблица 7. Влияние продолжительности хранения пюре из плодов шиповника на содержание основных пищевых веществ

Table 7. Effect of storage time on nutritional value of rose hip puree

Показатель, %	Срок хранения, месяц			
	0	12	24	28
Из свежих плодов				
Массовая доля растворимых сухих веществ	60,0 ± 0,5	59,5 ± 0,6	58,7 ± 0,5	58,2 ± 0,6
Массовая доля сахаров	32,6 ± 0,7	32,2 ± 0,5	31,6 ± 0,6	31,4 ± 0,4
Массовая доля белков	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,4	2,1 ± 0,3	2,0 ± 0,2
Массовая доля жиров	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,2	1,0 ± 0,2
Массовая доля органических кислот (по яблочной)	5,44 ± 0,08	5,02 ± 0,06	4,54 ± 0,06	4,3 ± 0,07
Массовая доля золы	3,32 ± 0,15	3,27 ± 0,14	3,18 ± 0,16	3,15 ± 0,12
Из сушеных плодов				
Массовая доля растворимых сухих веществ	60,0 ± 0,5	59,6 ± 0,5	59,0 ± 0,6	58,7 ± 0,6
Массовая доля сахаров	40,8 ± 0,8	40,5 ± 0,6	39,6 ± 0,5	39,5 ± 0,6
Массовая доля белков	2,0 ± 0,4	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,2
Массовая доля жиров	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,2
Массовая доля органических кислот (по яблочной)	3,3 ± 0,06	3,17 ± 0,05	2,97 ± 0,06	2,86 ± 0,05
Массовая доля золы	1,44 ± 0,14	1,41 ± 0,07	1,38 ± 0,09	1,37 ± 0,09

Таблица 8. Влияние продолжительности хранения пюре из плодов шиповника на содержание биологически активных веществ

Table 8. Effect of storage time on biologically active profile of rose hip puree

Показатель	Срок хранения, месяц			
	0	12	24	28
Из свежих плодов				
Массовая доля пищевых волокон, %	9,28 ± 0,24	9,23 ± 0,18	9,19 ± 0,22	9,09 ± 0,19
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	2609 ± 62	2309 ± 59	2022 ± 55	1799 ± 47
Массовая доля суммы фенольных веществ, мг/100 г	2184 ± 22	2022 ± 28	1899 ± 29	1835 ± 32
Массовая доля β-каротина, мг/100 г	106,70 ± 1,57	102,47 ± 1,24	93,84 ± 1,64	91,22 ± 1,53
Из сушеных плодов				
Массовая доля пищевых волокон, %	4,37 ± 0,27	4,34 ± 0,20	4,29 ± 0,22	4,27 ± 0,21
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	680 ± 37	637 ± 42	540 ± 39	476 ± 41
Массовая доля суммы фенольных веществ, мг/100 г	204 ± 27	198 ± 24	187 ± 21	180 ± 19
Массовая доля β-каротина, мг/100 г	23,24 ± 0,32	22,26 ± 0,24	21,07 ± 0,39	20,68 ± 0,45

свежих плодов шиповника относилось к «отличной» категории качества (4,18 баллов), из обезвоженных плодов – на протяжении 24 месяцев к «отличной» (4,12 баллов), 28 месяцев к «хорошей» (3,92 балла).

Из данных таблицы 7 видно, что в процессе хранения происходит снижение содержания основных нутриентов в продукции независимо от свежие или сушеные плоды были использованы. Потери растворимых сухих веществ, сахаров, белков, жиров, органических кислот и золы к концу 24 месяцев хранения составили 2, 3, 11, 6, 13 и 4 %

соответственно, а по истечении 28 месяцев – 2,6, 3,5, 15,9, 10,8, 17,2 и 5,0 % соответственно.

Данные таблицы 8 свидетельствуют о том, что в процессе хранения содержание биологически активных веществ снижалось. Большим потерям в процессе хранения подвержена аскорбиновая кислота: 21,6 % после 24 месяцев хранения, 30,5 % после 28 месяцев. Сохранность фенольных веществ и β-каротина сопоставима и составила после 24 месяцев хранения 89,2 и 89,5 %, после 28 месяцев – 86,0 и 87,2 % соответственно. Наименьшим потерям в процессе хранения пюре из плодов шиповника подвержены

Таблица 9. Влияние продолжительности хранения пюре из плодов шиповника на микробиологические показатели

Table 9. Effect of storage time on microbiological profile of rose hip puree

Показатель	Срок хранения, месяц			
	0	12	24	28
Из свежих плодов				
КМАФАнМ, КОЕ/г	2,27×10	Нет роста	Нет роста	1,36×10
Плесени, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста
Дрожжи, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста
БГКП (колиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>Staphylococcus</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>Proteus</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Из сушеных плодов				
КМАФАнМ, КОЕ/г	1,82×10	Нет роста	Нет роста	Нет роста
Плесени, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста
Дрожжи, КОЕ/г	Нет роста	Нет роста	Нет роста	Нет роста
БГКП (колиформы)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>Staphylococcus</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>Proteus</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

пищевые волокна: после 24 месяцев хранения потери составили 1,4 %, после 28 месяцев 2,1 %.

Для обоснования срока годности пюре из плодов шиповника проведены исследования микробиологических показателей (согласно ТР ТС 021/2011). Результаты исследований представлены в таблице 9.

Проведенные исследования микробиоты пюре из свежих плодов шиповника, полученного в механоакустическом аппарате, показали снижение на три порядка численности колониеобразующих единиц, определяющих безопасность использования продукта, – мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также гибель микроорганизмов, отнесенных к группе «порчи», – дрожжей и плесневых грибов в сравнении с микробиотой свежих ягод. Не выявлены неспорообразующие микроорганизмы: бактерии группы кишечных палочек, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Proteus* и др. из-за своей невысокой термоустойчивости. Количественное присутствие остаточной микрофлоры соответствовало норме, т. е. допустимое количество клеток микроорганизмов в 1 г продукта, не нарушающее его микробиологической стабильности в процессе хранения и не представляющее опасности для здоровья человека, составляет до 10³. Дальнейшее хранение в анаэробных условиях – в герметично укупоренной упаковке – способствовало гибели остаточной микрофлоры, т. е. микробиологические исследования показали отсутствие роста по всем нормируемым показателям.

Тестирование микробиоты пюре из сушеных плодов шиповника, полученного механоакустическим методом, показало полное уничтожение всех жизнеспособных микроорганизмов в сравнении с микробиотой используемых сушеных плодов

шиповника. Исследование микробиоты по установленным срокам хранения показало отсутствие роста по всем нормируемым показателям.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- использование механоакустического аппарата позволяет получить пюре из плодов шиповника (свежих или сушеных) органолептические характеристики (на 30 %) и содержание основных нутриентов и биологически активных веществ (сахаров, белков, свободных органических кислот, минеральных веществ, пищевых волокон и β-каротина на 10 %, суммы фенольных веществ на 20 %, аскорбиновой кислоты на 40 %) которого выше, чем у продукции, полученной по классической технологии;
- срок годности пюре из плодов шиповника составляет 24 месяца при хранении в стеклянных банках типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укупоренных крышками типоразмера 1-82-С, с температурой и относительной влажности воздуха не выше 25 °С и 75 % соответственно в защищенном от прямых солнечных лучей месте.

Полученные в работе результаты дополняют и расширяют теоретическую и практическую базу по использованию механоакустического оборудования при разработке технологии производства пюре из плодов шиповника с высокой пищевой ценностью, которые в дальнейшем будут полезны для трансформации в производственных условиях.

Критерии авторства

О. В. Голуб руководила работой. Все авторы принимали участие в исследованиях, обработке данных и написании текстов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

O.V. Golub supervised the research. All the authors were involved in research, data processing and writing.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References/Список литературы

1. Demidova AV, Makarova NV. Stability of phenolic compounds and antioxidant activity during enzymatic treatment of cherry puree. *Problems of Nutrition*. 2016;85(S2).
Демидова А. В., Макарова Н. В. Стабильность фенольных соединений, антиоксидантной активности во время ферментной обработки вишневого пюре // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № S2.
2. Golub OV, Kovalevskaya IN, Gaberman TS, Romanovskaya IV. The development of technology of canned foods from gooseberry. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2010;18(3):40–44.
Разработка консервированной продукции из ягод крыжовника / О. В. Голуб [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2010. Т. 18. № 3. С. 40–44.
3. Roshchyna AV, Grigorieva RZ, Baranets SYu, Davydenko NI, Kurakin MS. Shock freezing of bakery products using non-traditional raw materials at public catering establishments. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;50(3):439–449. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-439-449>
4. Blanco Canalis MS, Baroni MV, León AE, Ribotta PD. Effect of peach puree incorporation on cookie quality and on simulated digestion of polyphenols and antioxidant properties. *Food Chemistry*. 2020;333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127464>
5. Dachmann E, Hengst C, Ozcelik M, Kulozik U, Dombrowski J. Impact of hydrocolloids and homogenization treatment on the foaming properties of raspberry fruit puree. *Food and Bioprocess Technology*. 2018;11(12):2253–2264. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2179-1>
6. Niu H, Yuan L, Zhou H, Yun Y, Li J, Tian J, *et al.* Comparison of the effects of high pressure processing, pasteurization and high temperature short time on the physicochemical attributes, nutritional quality, aroma profile and sensory characteristics of passion fruit purée. *Foods*. 2022;11(5). <https://doi.org/10.3390/foods11050632>
7. Timmermans R, Hayrapetyan H, Vollebregt M, Dijksterhuis J. Comparing thermal inactivation to a combined process of moderate heat and high pressure: Effect on ascospores in strawberry puree. *International Journal of Food Microbiology*. 2020;325. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108629>
8. Zhdanov DA, Kurkin VA, Braslavsky VB, Agapov AI. Actual aspects of quality control and standardization of rosehip fruits. *Drug Development and Registration*. 2021;10(3):167–175. (In Russ.). <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-3-167-175>
9. Aleksashina SA, Makarova NV, Demenina LG. Antioxidant potential of wild rose. *Problems of Nutrition*. 2019;88(3):84–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10033>
10. Pozdnyakova OG, Zaharenko MA, Nazimova EV, Romanov AS. Technological aspects of obtaining extract from rose hips and its use in bread production. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2019;33(12):102–106. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11222>
11. Ayati Z, Amiri MS, Ramezani M, Delshad E, Sahebkar A, Emami SA. Phytochemistry, traditional uses and pharmacological profile of rose hip: A review. *Current Pharmaceutical Design*. 2018;24(35):4101–4124. <https://doi.org/10.2174/1381612824666181010151849>
12. Mannozi C, Foligni R, Scalise A, Mozzon M. Characterization of lipid substances of rose hip seeds as a potential source of functional components: A review. *Italian Journal of Food Science*. 2020;32(4):721–733. <https://doi.org/10.14674/IJFS.1867>
13. Nađpal JD, Lesjak MM, Mrkonjić ZO, Majkić TM, Četojević-Simin DD, Mimica-Dukić NM, *et al.* Phytochemical composition and in vitro functional properties of three wild rose hips and their traditional preserves. *Food Chemistry*. 2018;241:290–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.111>
14. Patel S. Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science and Technology*. 2017;63:29–38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>
15. Sherbinin VV, Motovilov OK, Golub OV, Davydenko NI. Antioxidant activity of semi-finished dried rose hips. *AIP Conference Proceedings*. 2021;2419. <https://doi.org/10.1063/5.0069225>

16. Westphal A, Schwarzenbolz U, Böhm V. Effects of high pressure processing on bioactive compounds in spinach and rosehip puree. *European Food Research and Technology*. 2018;244(3):395–407. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2964-5>

17. Sukhorska OP, Slyvka NB, Bilyk OYa. Analysis of main sources of bioflavonoids the creation of products of medical and prophylactic appointment. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2017;19(80):107–110. (In Ukr.).

Сухорская О. П., Сливка Н. Б., Билык О. Я. Анализ основных растительных источники биофлавоноидов для создания продуктов лечебно-профилактического назначения // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 80. С. 107–110. (На укр.).

18. Igual M, Chiş MS, Păucean A, Vodnar DC, Muste S, Man S, et al. Valorization of rose hip (*Rosa canina*) puree co-product in enriched corn extrudates. *Foods*. 2021;10(11). <https://doi.org/10.3390/foods10112787>

19. Kielczewska K, Pietrzak-Fiećko R, Nalepa B. Acid whey-based smoothies with probiotic strains. *Journal of Elementology*. 2020;25(4):1435–1448. <https://doi.org/10.5601/jelem.2020.25.3.2018>

20. Mamayeva LA, Zhumaliyeva GE, Muratbekova KM, Yerbulekova MT. Influence of fruit vintage on physical and chemical indexes of cacks. *Science News of Kazakhstan*. 2029;142(4):146–153. (In Russ.).

Влияние плодов шиповника на физико-химические показатели кексов / Л. А. Мамаева [и др.] // Новости науки Казахстана. 2019. Т. 142. № 4. С. 146–153.

21. Rogachev VI. Manual of fruit and vegetable production. Moscow: Legkaya i pishchevaya promyshlennost'; 1984. 408 p. (In Russ.).

Справочник технолога плодоовощного производства / под ред. В. И. Рогачева. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 408 с.

22. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 1999;299:152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

23. Glebova SYu, Golub OV, Zavorokhina NV. Development of a scoring scale for the organoleptic evaluation of the quality of vegetable sauces. *Food Industry*. 2018;(2):20–23. (In Russ.).

Глебова С. Ю., Голуб О. В., Заворохина Н. В. Разработка балльной шкалы органолептической оценки качества овощных соусов // Пищевая промышленность. 2018. № 2. С. 20–23.