

Стабильность при хранении полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника

¹ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Красноярск, Российская Федерация

² Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Российская Федерация

О. В. Голуб¹, О. К. Мотовилов¹, Н. В. Мотовилова¹, Н. И. Давыденко²

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Голуб Ольга Валентиновна

E-mail: golubov@sfscsca.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования доступны по запросу у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Голуб, О., Мотовилов, О., Мотовилова, Н., & Давыденко, Н. (2024). Стабильность при хранении полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(2), 99–115. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.567>

ПОСТУПИЛА: 30.10.2023

ДОРАБОТАНА: 13.05.2024

ПРИНЯТА: 15.06.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

АННОТАЦИЯ

Введение: В процессе хранения плодовых пюре происходят многочисленные изменения, многие из которых приводят к негативным изменениям качества продукции.

Цель: В рамках данной работы изучена стабильность физико-химических, микробиологических и органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника при хранении.

Материалы и методы: Объект исследований — качественные характеристики полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, выработка которых осуществлялась по технологиям классической и предусматривающей использование роторно-диспергирующего устройства (МАГ-50) из свежего и быстрозамороженного сырья сортов Сенатор и Розовый 2, хранение — в стеклянных банках при температуре и относительной влажности воздуха соответственно не выше 20 °С и 75 %, в защищенном от прямых солнечных лучей месте в течение 30 месяцев. Методы исследований — стандартные.

Результаты: Установили, что срок хранения оказывал значимое влияние на исследуемые показатели качества продукции, вне зависимости от сорта и состояния используемого при изготовлении сырья, технологии получения (сила влияния более 82,0 %). По истечении исследуемого периода хранения продукции количество растворимых сухих веществ, сахаров и титруемых кислот снижалось соответственно в среднем на 6,0, 6,9 и 3,6 %, потери пищевых волокон и аскорбиновой кислоты — соответственно в среднем 7,1 и 48,4 %, отсутствовал рост микроорганизмов. Сохранность органолептических оценок к концу исследуемого периода хранения продукции за внешний вид, цвет, текстуру, запах, вкус и послевкусие соответственно в среднем 78,8, 81,4, 80,7, 81,9 и 81,1 %.

Выводы: Исследования показали, что применение роторно-диспергирующего устройства при изготовлении полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника повышает стабильность микробиологических и органолептических показателей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

крыжовник; пюре; хранение; физико-химические показатели; биологически активные соединения; безопасность; сенсорные характеристики



¹ Siberian Federal Scientific Center of Agro-biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russian Federation

² Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

Shelf Stability of Semi-Finished Purees from Gooseberry Berries

Olga V. Golub¹, Oleg K. Motovilov¹, Natalya V. Motovilova¹,
Nataliia I. Davydenko²

CORRESPONDENCE:

Olga V. Golub

E-mail: golubov@sfsca.ru

DATA AVAILABILITY:

Data from the current study are available upon request from the corresponding author.

FOR CITATIONS:

Golub, O.V., Motovilov, O.K., Motovilova, N.V., & Davydenko, N.I. (2024). Shelf stability of semi-finished purees from gooseberry berries. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(2), 99–115.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.567>

RECEIVED: 30.10.2023

REVISED: 13.05.2024

ACCEPTED: 15.06.2024

PUBLISHED: 30.06.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: During the storage of fruit purees, numerous changes occur, many of them resulting in poor product quality.

Purpose: to study the shelf stability of physico-chemical, microbiological and organoleptic parameters of semi-finished puree products from gooseberry berries.

Materials and Methods: The study focuses on qualitative characteristics of semi-finished gooseberry purees produced using traditional technologies and involving the implementation of a rotary dispersing device (MAG-50) from fresh and quick-frozen raw materials of Senator and Rozovy 2 varieties. They were stored in glass jars under 20 °C and relative humidity of air not more than 75 % in a place protected from direct sunlight for 30 months. The research utilizes conventional methods.

Results: It was found out that the shelf life had a significant impact on the studied product quality indicators, regardless of the variety and condition of the raw materials used in the processing, as well as their production technology (the influence strength is more than 82.0%). After the end of the studied storage period of the product, the amount of soluble solids, sugars and titrated acids decreased by an average of 6.0, 6.9 and 3.6 %, respectively. The loss of dietary fiber and ascorbic acid was an average of 7.1 and 48.4%, respectively. Also, there was no growth of microorganisms. The preservation of organoleptic assessments by the end of the studied storage period of the product for appearance, color, texture, smell, taste and aftertaste, respectively, was on average 78.8, 81.4, 80.7, 81.9 and 81.1 %.

Conclusion: Studies have shown that the use of a rotary dispersing device in the manufacture of semi-finished gooseberry purees increases the stability of microbiological and organoleptic indicators.

KEYWORDS

gooseberries; puree; storage; physicochemical indicators; biologically active compounds; safety; organoleptic indicators

ВВЕДЕНИЕ

Более 190 видов растений входят в род Смородина (*Ribes*) семейства Крыжовниковых (*Grossulariaceae*). Одним из видов является Крыжовник обыкновенный или Крыжовник отклонённый или Крыжовник европейский (*Grossularia reclinata* (L.) или *Ribes uva-crispa* (L.)). Крыжовник произрастает во многих странах мира. Площади насаждений крыжовника в России составляют, по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г., 7927,0 га (после земляники, смородины, малины и облепихи)¹. В настоящее время 56 сортов крыжовника допущено к использованию на территории нашей страны².

Ягоды крыжовника являются источником многих биохимических соединений, которые обуславливают их оригинальные органолептические характеристики, пищевую ценность, направления использования и т.д.: сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы и пр.), пектиновых (протопектин, пектин, пектовая кислота) и минеральных веществ (калий, фосфор, кальций и пр.), органических кислот (лимонной, яблочной, шикимовой и пр.), клетчатки, фенольных соединений (флавонолы (кверцетин, мирицетин, кемпферол и пр.), витаминов (аскорбиновой кислоты, β-каротина, группы В и пр.), других (Акимов и соавт., 2020; Дейнека и соавт., 2020; Жбанова и соавт., 2021; Попова и соавт., 2023; Тиунов и соавт., 2022; Erbil et al., 2021; Kendir et al., 2019; Pluta et al., 2018).

Ягоды крыжовника используются как самостоятельно в свежем виде, так и из-за своего относительно короткого срока хранения и биохимического состава, при изготовлении различных продуктов питания — джемов, молочных, творожных и молочносодержащих продуктов, кондитерских изделий, алкогольных и безалкогольных напитков, пресервов, растительных масел, наполнителей, приправ, пищевых добавок, пр. (Горлов и соавт., 2018; Долматова, 2021; Зубова и соавт., 2023; Кулагина и соавт., 2020; Левгерова и соавт., 2020; Лимонникова и соавт., 2021; Маслов и соавт., 2022). Одним из вариантов применения ягод

крыжовника является изготовление пюре, которое, впоследствии, можно использовать не только как самостоятельный продукт питания, но и как ингредиент при изготовлении другой пищевой продукции. Однако следует отметить, что плодовое пюре имеет ограниченный срок хранения из-за потерь пищевой ценности. (Бурак и соавт., 2021; Голуб и соавт., 2010; Bainotti et al., 2024).

Технология изготовления продукции и продолжительность ее последующего хранения относятся к одним из основных факторов, обеспечивающих потребителей качественной продукцией. Классическая технология изготовления плодового пюре предусматривает в результате проводимых технологических операций (уваривание, подогревание, стерилизация и пр.), прежде всего, высокотермическую обработку сырья, приводящую к получению продукции, обладающей оригинальными органолептическими характеристиками, за счет различных структурно-механических и физико-химических изменений веществ сырья (деструкции клеточных стенок, протопектина, набухания клетчатки, перехода содержимого клеток в окружающую среду, пр.), а также длительным сроком хранения, за счет снижения микробной нагрузки, ингибирования ферментативных реакций и пр. (Vidigal et al., 2023).

С целью ограничения высокотермических процессов при изготовлении плодового пюре, с целью лучшего сохранения ароматических соединений, физиологически ценных компонентов, а также сокращения продолжительности технологического процесса, проводятся исследования по использованию альтернативных технологий, например, основанные на использовании холодной плазмы, озона, высокого давления и пр. (Бурак и соавт., 2021; Посокина и соавт., 2023; Pérez-Lamela et al., 2021).

Grobelna с соавторами (2019) установили, что по истечении 4 месяцев хранения при 20 ± 1 °C пюре из ягод жимолости существенное влияние на содержание в нем биологически активных соединений оказывали сорт сырья (со-

¹ Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года. Т. 4: Посевные площади сельскохозяйственных культур и площади многолетних насаждений и ягодных культур: кн. 1: Площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений / Федеральная служба гос. статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2008.

² Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. <https://676.su/Ux52>

хранность витамина С и полифенолов лучше у сорта *Volshebnica*, антоцианов — *Sineglaska*) и технология изготовления (сохранность витамина С лучше у продукции без термической обработки, антоцианов — с термической обработкой при температуре 85 °С в течение 2,5 мин, полифенолов — гомогенизированном), отсутствовали значимые различия по содержанию растворимых сухих веществ, титруемой и активной кислотностям; Saarniit с соавторами (2023) определили, что тип упаковки «дой-пак» (гибкие полимерные пакеты со слоем алюминия и без него) не оказывал существенного влияния на изменения pH и содержание суммы фенольных соединений термически обработанного (103 °С, 43 мин) пюре манго-морковно-облепихового в процессе хранения (427 суток при 23 °С, 66 суток при 40 °С), Pino-Hernández E. с соавторами (2024) установили, на основании исследований содержания *Escherichia coli*, антиоксидантной активности, степени потемнения яблочного пюре, хранившегося на протяжении 30 суток при температуре 5 °С и относительной влажности 70%, что обработку продукции лучше осуществлять используя высокое давление (400 МПа, 1 мин) или импульсные электрические поля (57,2 °С, 10 кВ/см, 70 биполярных импульсов по 8 мкс каждый), а не ультразвук (60 °С, 20 кГц, 12 мин) или термическую пастеризацию (72 °С, 15 с).

Использование роторных аппаратов при изготовлении пюреобразной продукции из плодов или с их использованием представляет собою перспективное направление исследований, поскольку механическое, гидродинамическое и гидроакустическое воздействия, возникающие в процессе их работы, позволяют получить про-

дукты, обладающие высокой пищевой ценностью и длительным сроком хранения (Иванец с соавт., 2012; Протасова с соавт., 2023).

Насколько известно авторам, исследования по определению стабильности полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника разных сортов, в том числе полученных по технологии, предусматривающей использование роторно-диспергирующего устройства, в процессе хранения отсутствуют. Цель данного исследования — изучение стабильности физико-химических, микробиологических и органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника при хранении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Объекты исследований — качественные характеристики полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника сортов Сенатор (код сорт 8903972; год включения в реестр допущенных 1995, срок созревания ранний) и Розовый 2 (код сорт 6402178; год включения в реестр допущенных 1971, срок созревания средний). Ягоды крыжовника собирали на биополигоне Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук.

В Таблице 1 представлена кодировка исследуемых в рамках данной работы полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника.

Таблица 1
Кодировка полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника

Код полуфабриката-пюре из ягод	Сорт	Состояние ягод	Технология изготовления
ССК	Сенатор	свежие	классическая
СБК		быстрозамороженные	
ССМ	Розовый 2	свежие	с использованием роторного аппарата
СБМ		быстрозамороженные	
РСК	Розовый 2	свежие	классическая
РБК		быстрозамороженные	
РСМ	Розовый 2	свежие	с использованием роторного аппарата
РБМ		быстрозамороженные	

Оборудование

При выполнении исследований использовано следующее оборудование: баня водяная Biosan WB-4MS (Латвия), весы лабораторные Ohaus PA2102C (Китай), весы лабораторные Ohaus PA214 (Китай), гомогенизатор HG-15F-Set (Корея), измеритель pH Ohaus Starter 2100 (Китай), микроскоп Микромед 2 (Россия), печь муфельная SNOL (Литва), плита программируемая ПЛП-03 НПП «Томьаналит» (Россия), рефрактометр ИРФ-454 Б2М (Россия), стерилизатор паровой ВК-0701 (Россия), термостат MIR-262 Sanyo (Япония), шкаф сушильный ШС-80 (Россия).

Методы

При проведении исследований использовали стандартные методы определения: растворимых сухих веществ, титруемых кислот, сахаров, пищевых волокон, аскорбиновой кислоты, количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки, бактерий рода *Salmonella*, плесневых грибов и дрожжей — соответственно согласно ГОСТ ISO 2173–2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ», ГОСТ ISO 750–2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», ГОСТ 8756.13–87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров», ГОСТ 34844–2022 «Про-

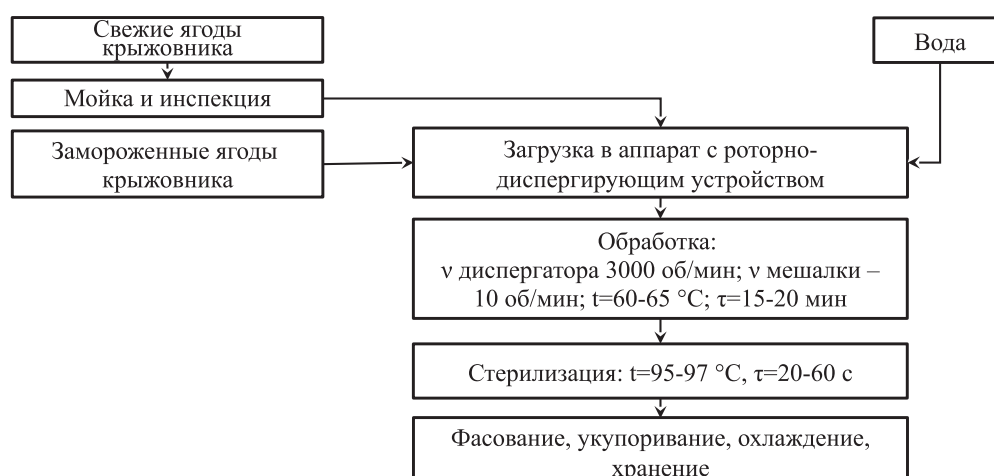
дукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон», ГОСТ 24556–89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С», ГОСТ 10444.15–94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 31747–2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)», ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов». Органолептическую оценку полуфабриката-пюре из ягод крыжовника осуществляли, используя 5-балльную шкалу с учетом коэффициентов весомости (для внешнего вида $K = 0,1$; цвета $K = 0,1$; текстуры $K = 0,3$; запаха $K = 0,2$; вкуса и послевкуся $K = 0,3$) [3].

Процедура исследования

Продукция изготавливалась по технологиям: классической; предусматривающей использование аппарата с роторно-диспергирующим устройством (МАГ-50, Россия). На Рисунке 1 представлена принципиальная схема производства полуфабриката-пюре из ягод крыжовника, предусматривающая использование МАГ-50 (Россия).

Рисунок 1

Принципиальная схема производства полуфабриката-пюре из ягод крыжовника



Анализ данных

Все экспериментальные определения проводили в трех-пяти повторностях, результаты представляли, как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение. Однофакторный дисперсионный анализ применялся для оценки изменений характеристик качества полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника в процессе хранения, тест Тьюки — для сравнения средних значений ($p < 0,05$), метод Снедекора — для определения силы влияния независимой переменной (срок хранения)

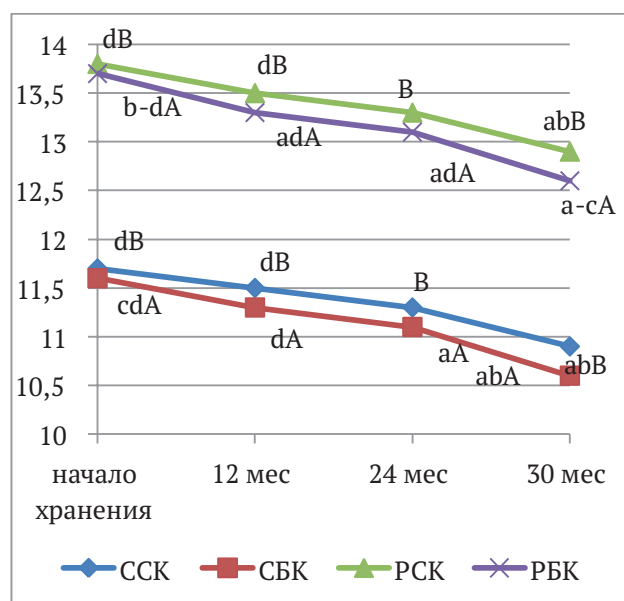
РЕЗУЛЬТАТЫ

Физико-химические параметры

Результаты исследований влияния продолжительности хранения на изменения качественных характеристик полуфабрикатов-пюре из свежих или замороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 по технологиям классической и предусматривающей использование роторно-диспергирующего устройства представлены на Рисунках 2–4 и в Таблице 2.

Рисунок 2

Массовая доля растворимых сухих вещества, %



а) классическая технология изготовления;

Биологически активные вещества

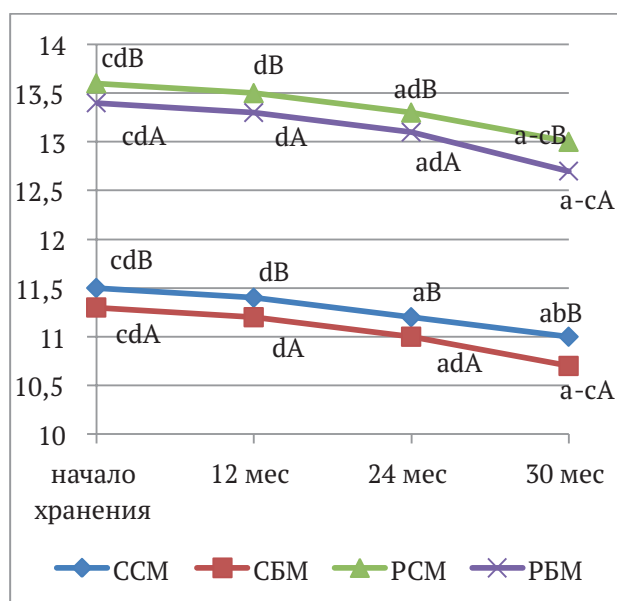
Изменения содержания биологически активных веществ полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, полученных из разных сортов, состояний и по разным технологиям количественно определяли в процессе хранения. Результаты исследований представлены в Таблице 3.

Микробиологические показатели

В Таблице 4 представлены результаты исследований содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей в процессе хранения полуфабрикатов-пюре из свежих или замороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 по технологиям классической и предусматривающей использование роторно-диспергирующего устройства.

Органолептическая оценка

Результаты изменений в процессе хранения оценок органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, полученных из разных сортов, состояния и технологиям, представлены на Рисунке 5 и в Таблице 5.

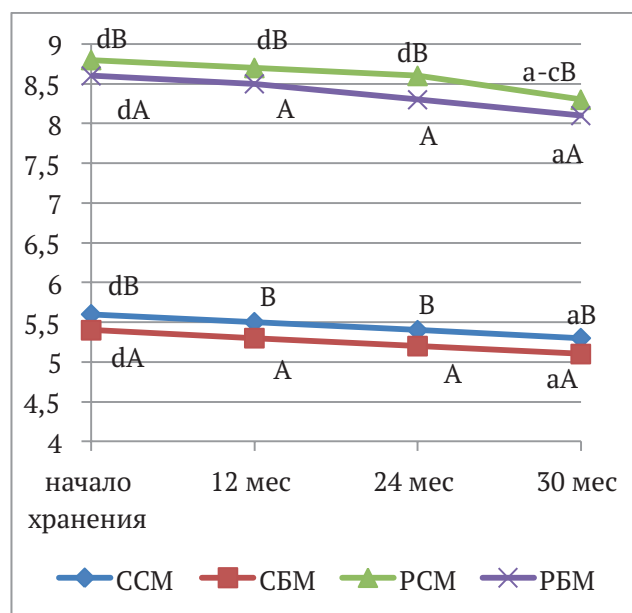
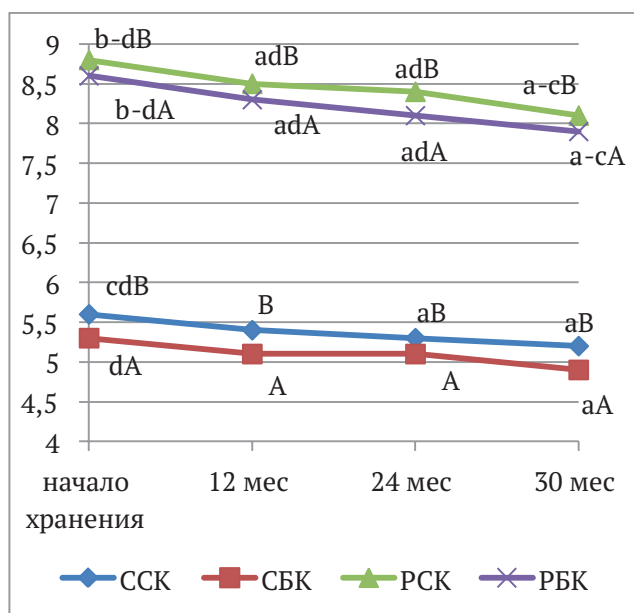


б) технология изготовления с использованием роторного аппарата

Примечания: различия средних значений с разными строчными буквами (a-d — по сроку хранения) существенны ($p < 0,05$); различия средних значений с разными прописными буквами (A-B — по сорту ягод) существенны ($p < 0,05$)

Рисунок 3

Массовая доля сахаров, %



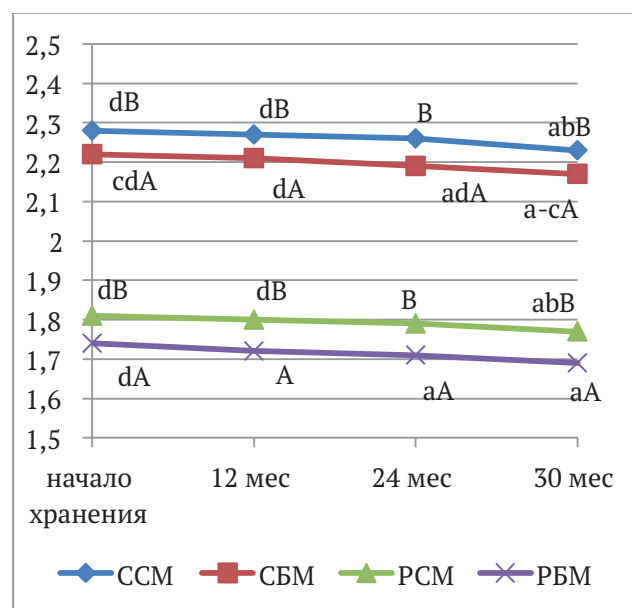
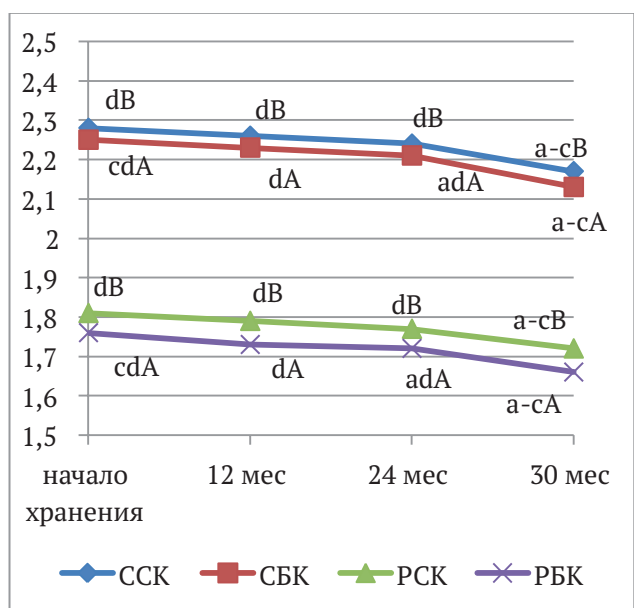
а) классическая технология изготовления;

б) технология изготовления с использованием роторного аппарата

Примечания: различия средних значений с разными строчными буквами (a-d – по сроку хранения) существенны ($p < 0,05$); различия средних значений с разными прописными буквами (A-B – по сорту ягод) существенны ($p < 0,05$)

Рисунок 4

Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %



а) классическая технология изготовления;

б) технология изготовления с использованием роторного аппарата

Примечания: различия средних значений с разными строчными буквами (a-d – по сроку хранения) существенны ($p < 0,05$); различия средних значений с разными прописными буквами (A-B – по сорту ягод) существенны ($p < 0,05$)

Таблица 2
Сила влияния срока хранения на физико-химические показатели полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, % (p < 0,01)

Полуфабрикат-пюре	Массовая доля		
	растворимых сухих вещества	сахаров	титруемых кислот
ССК	89,6	90,5	96,3
СБК	93,8	84,9 (p < 0,05)	98,8
ССМ	93,9	84,0 (p < 0,05)	85,8 (p < 0,05)
СБМ	95,4	81,2 (p < 0,05)	94,2
РСК	91,1	92,6	94,3
РБК	98,5	96,8	97,5
РСМ	94,9	93,3	91,1
РБМ	96,6	86,8 (p < 0,05)	83,7 (p < 0,05)

Таблица 3
Изменения биологически активных соединений полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника в процессе хранения

Показатель	Полуфабрикат-пюре	Срок хранения, мес				Сила влияния срока хранения, %
		0	12	24	30	
Массовая доля пищевых волокон, %	ССК	2,56	2,00	1,98	1,97	99,9 (< 0,01)
	СБК	2,35	2,31	2,25	2,18	97,9 (< 0,01)
	ССМ	2,61 ± 0,02 ^{dB}	2,60 ± 0,02 ^{dB}	2,58 ± 0,02 ^{BF}	2,54 ± 0,02 ^{abBF}	87,8 (< 0,05)
	СБМ	2,53 ± 0,03 ^{dA}	2,51 ± 0,03 ^{AE}	2,49 ± 0,03 ^{AE}	2,45 ± 0,03 ^{aAE}	84,7 (< 0,05)
	РСК	2,06 ± 0,03 ^{cdB}	2,02 ± 0,03 ^{dB}	1,99 ± 0,03 ^{aBF}	1,92 ± 0,03 ^{abBF}	93,6 (< 0,01)
	РБК	1,88 ± 0,02 ^{cdA}	1,85 ± 0,02 ^{dAE}	1,81 ± 0,02 ^{adAE}	1,74 ± 0,02 ^{a-cAE}	96,7 (< 0,01)
	РСМ	2,07 ± 0,02 ^{dB}	2,06 ± 0,02 ^{BF}	2,04 ± 0,02 ^{BF}	2,01 ± 0,02 ^{aBF}	84,0 (< 0,05)
	РБМ	2,00 ± 0,01 ^{cdA}	1,98 ± 0,01 ^{AE}	1,97 ± 0,01 ^{aAE}	1,96 ± 0,01 ^{aAE}	90,9 (< 0,01)
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	ССК	13,751 ± 0,499 ^{b-dB}	12,569 ± 0,456 ^{acdB}	9,722 ± 0,352 ^{abdB}	5,941 ± 0,215 ^{a-cBF}	99,6 (< 0,01)
	СБК	11,736 ± 0,451 ^{b-dA}	10,668 ± 0,410 ^{acdA}	8,086 ± 0,311 ^{abdAE}	4,659 ± 0,179 ^{a-cAE}	99,6 (< 0,01)
	ССМ	14,411 ± 0,536 ^{cdB}	13,861 ± 0,516 ^{dB}	12,682 ± 0,472 ^{adBF}	8,696 ± 0,324 ^{a-cBF}	98,9 (< 0,01)
	СБМ	13,935 ± 0,503 ^{cdA}	13,022 ± 0,470 ^{cdA}	11,740 ± 0,424 ^{abdAE}	7,901 ± 0,285 ^{a-cAE}	99,1 (< 0,01)
	РСК	21,504 ± 0,592 ^{b-dB}	19,697 ± 0,543 ^{acdB}	15,332 ± 0,422 ^{abdB}	9,806 ± 0,270 ^{a-cBF}	99,7 (< 0,01)
	РБК	19,182 ± 0,252 ^{b-dA}	17,341 ± 0,228 ^{acdA}	13,370 ± 0,176 ^{abdAE}	7,558 ± 0,099 ^{a-cAE}	99,9 (< 0,01)
	РСМ	23,710 ± 0,479 ^{cdB}	22,927 ± 0,463 ^{cdB}	21,244 ± 0,429 ^{abdB}	14,811 ± 0,299 ^{a-cBF}	99,6 (< 0,01)
	РБМ	22,697 ± 0,470 ^{b-dA}	21,385 ± 0,442 ^{acdA}	19,360 ± 0,400 ^{abdAE}	13,300 ± 0,275 ^{a-cAE}	99,7 (< 0,01)

Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами (a-d – по сроку хранения) существенны (p < 0,05); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами (A-B – по сорту ягод; C-D – по состоянию ягод; E-F – по технологии изготовления) существенны (p < 0,05)

Таблица 4

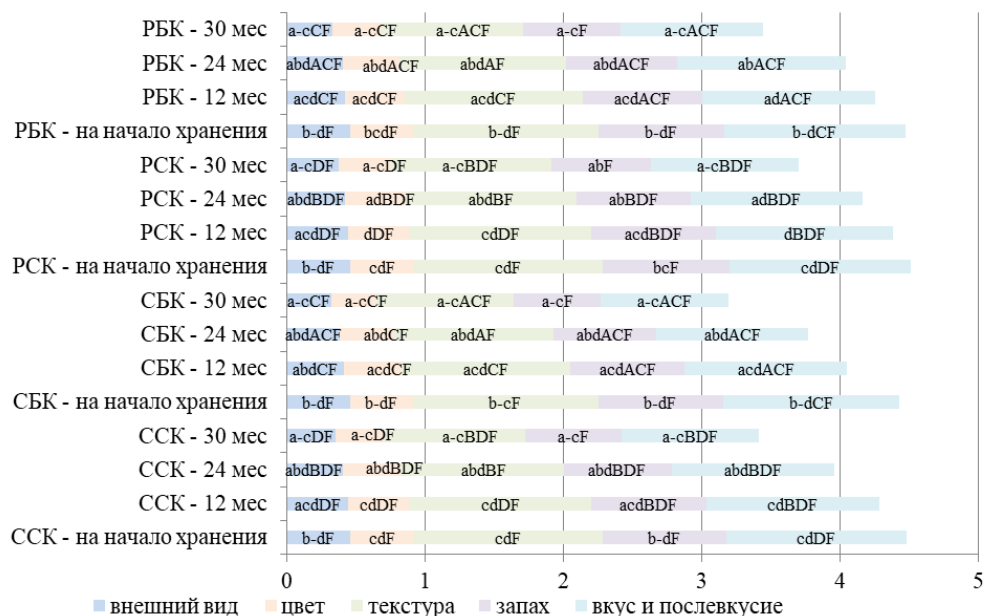
Изменения микробиологических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника в процессе хранения, КОЕ/г

Показатель	Полуфабрикат-пюре	Срок хранения, мес				Сила влияния срока хранения, %
		0	12	24	30	
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	ССК	$(31,36 \pm 2,34) \times 10^{2b-dDF}$	$(8,19 \pm 1,20) \times 10^{acdDF}$	$(3,64 \pm 0,80) \times 10^{abF}$	$(1,44 \pm 0,50) \times 10^{abDF}$	99,8 (<0,01)
	СБК	$(12,27 \pm 1,46) \times 10^{b-dCE}$	$(6,36 \pm 1,05) \times 10^{acdCE}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{abE}$	Нет роста ^{abCE}	99,3 (<0,01)
	ССМ	$(4,09 \pm 0,85) \times 10^{cdDF}$	$(3,18 \pm 0,75) \times 10^{cdDF}$	Нет роста ^{abF}	Нет роста ^{abDF}	97,1 (<0,01)
	СБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{cdCE}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{cdCE}$	Нет роста ^{abE}	Нет роста ^{abCE}	96,2 (<0,01)
	РСК	$(28,18 \pm 2,21) \times 10^{2b-dDF}$	$(10,46 \pm 1,35) \times 10^{acdDF}$	$(4,54 \pm 0,89) \times 10^{abDF}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{a-dDF}$	99,8 (<0,01)
	РБК	$(10,91 \pm 1,38) \times 10^{bcCE}$	$(5,00 \pm 0,93) \times 10^{acCE}$	$(1,81 \pm 0,56) \times 10^{abE}$	Нет роста ^{abCE}	99,0 (<0,01)
	РСМ	$(5,46 \pm 0,98) \times 10^{cdDF}$	$(4,09 \pm 0,85) \times 10^{cdDF}$	Нет роста ^{abF}	Нет роста ^{abDF}	98,3 (<0,01)
	РБМ	$(2,27 \pm 0,63) \times 10^{b-dCE}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{acdCE}$	Нет роста ^{abE}	Нет роста ^{abCE}	97,1 (<0,01)
Среднее количество колоний плесневых грибов	ССК	$(8,64 \pm 1,22) \times 10^{b-dDF}$	$(4,09 \pm 0,85) \times 10^{acdDF}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{abDF}$	Нет роста ^{ab}	98,4 (<0,01)
	СБК	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{b-dCE}$	$(2,27 \pm 0,63) \times 10^{acdCE}$	Нет роста ^{abCE}	Нет роста ^{ab}	98,2 (<0,01)
	ССМ	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{b-dDF}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{acdDF}$	Нет роста ^{abDF}	Нет роста ^{ab}	95,2 (<0,01)
	СБМ	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{b-dCE}$	Нет роста ^{aCE}	Нет роста ^{aCE}	Нет роста ^a	92,3 (<0,01)
	РСК	$(9,55 \pm 1,29) \times 10^{b-dDF}$	$(4,46 \pm 0,98) \times 10^{acdDF}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{abDF}$	Нет роста ^{ab}	98,6 (<0,01)
	РБК	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{b-dCE}$	$(3,18 \pm 0,75) \times 10^{acdCE}$	Нет роста ^{abCE}	Нет роста ^{ab}	98,3 (<0,01)
	РСМ	$(3,18 \pm 0,75) \times 10^{b-dDF}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{acdDF}$	Нет роста ^{abDF}	Нет роста ^{ab}	96,5 (<0,01)
	РБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{b-dCE}$	Нет роста ^{aCE}	Нет роста ^{aCE}	Нет роста ^a	98,2 (<0,01)
Среднее количество колоний дрожжей	ССК	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{b-dD}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{acdF}$	Нет роста ^{ab}	Нет роста ^{ab}	98,9 (<0,01)
	СБК	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{cdC}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{cdE}$	Нет роста ^{ab}	Нет роста ^{ab}	95,6 (<0,01)
	ССМ	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{b-dD}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{aF}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a	98,2 (<0,01)
	СБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{b-dC}$	Нет роста ^{aE}	Нет роста ^a	Нет роста ^a	98,0 (<0,01)
	РСК	$(3,63 \pm 0,80) \times 10^{b-dD}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{aF}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a	97,2 (<0,01)
	РБК	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{b-dC}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{aE}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a	95,0 (<0,01)
	РСМ	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{b-dD}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{aF}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a	96,1 (<0,01)
	РБМ	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{b-dC}$	Нет роста ^{aE}	Нет роста ^a	Нет роста ^a	96,4 (<0,01)

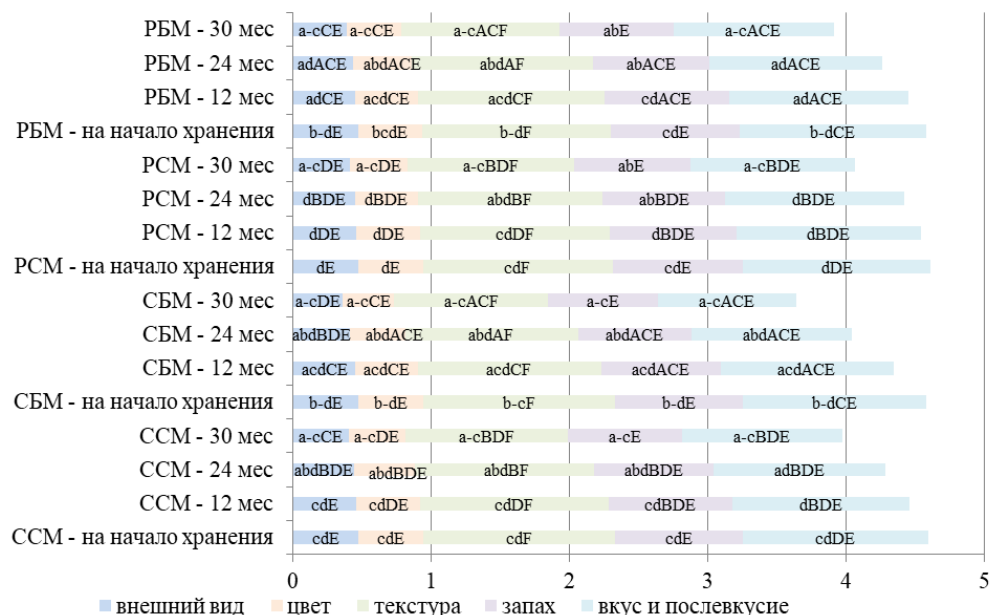
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами (a-d – по сроку хранения существенны ($p < 0,05$); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами (A-B – по сорту ягод; C-D – по состоянию ягод; E-F – по технологии изготовления) существенны ($p < 0,05$)

Рисунок 5

Изменения органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника в процессе хранения, балл



а) классическая технология изготовления



б) технология изготовления с использованием роторного аппарата

Примечания: различия средних значений с разными строчными буквами (a-d – по сроку хранения) существенны ($p < 0,01$); различия средних значений с разными прописными буквами (A-B – по сорту ягод; C-D – по состоянию ягод; E-F – по технологии изготовления) существенны ($p < 0,01$)

Таблица 5

Сила влияния срока хранения на органолептические показатели полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, % ($p < 0,01$)

Полуфабрикат-пюре	Внешний вид	Цвет	Текстура	Запах	Вкус и послевкусие
ССК	99,2	98,9	99,0	98,7	98,4
СБК	99,4	99,4	99,0	99,4	98,7
ССМ	98,6	96,8 ($< 0,01$)	97,8	96,6 ($< 0,01$)	96,1 ($< 0,01$)
СБМ	99,3	99,1	99,0	98,2	99,1
РСК	98,9	98,9	98,1	98,9	98,5
РБК	99,5	99,3	99,3	99,4	99,0
РСМ	98,3	97,0 ($< 0,01$)	97,4	96,6 ($< 0,01$)	95,9 ($< 0,01$)
РБМ	97,8	98,5	97,7	97,2	97,4

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Физико-химические параметры

В результате проведенных исследований установили (Таблица 2), что срок хранения полуфабрикатов-пюре оказывал значимое влияние на изменение содержания в них растворимых сухих веществ (сила влияния более 89,0%, $p < 0,01$): через 12, 24 и 30 месяцев хранения уменьшилось в среднем на 1,6, 3,2 и 6,0% от первоначального количества (Рисунок 2). Аналогичная тенденция отмечалась при изменении содержания в продукции: сахаров (сила влияния более 84,0%, $p < 0,05$) — через 12, 24 и 30 месяцев хранения снижение соответственно в среднем на 2,6, 4,0 и 6,9% от первоначального количества (Рисунок 3); титруемых кислот (сила влияния более 83,0%, $p < 0,05$) — через 12, 24 и 30 месяцев хранения уменьшилось соответственно в среднем на 0,8, 1,5 и 3,6% от первоначального количества (Рисунок 4).

В продукции, изготовленной из ягод сорта Сенатор содержание растворимых сухих веществ через 12, 24 и 30 месяцев хранения соответственно в среднем в 1,18, 1,20 и 1,23 раза меньше, чем из сорта Розовый 2 ($p < 0,01$), сахаров — на протяжении исследуемого периода хранения в среднем в 1,6 раз ($p < 0,01$). В продукции, изготовленной из ягод сорта Сенатор, содержание титруемых кислот на протяжении исследуемого периода хранения продукции в среднем в 1,3 раза больше, чем из сорта Розовый 2 ($p < 0,01$).

Не выявили значимых различий по изменению содержания растворимых сухих веществ, сахаров

и титруемых кислот при хранении продукции, изготовленной по классической технологии или предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом, из свежего или быстрозамороженного сырья ($p > 0,05$).

Биологически активные вещества

В результате проведенных исследований установили (табл. 3), что срок хранения полуфабрикатов-пюре оказывал значимое влияние на изменение содержания в них пищевых волокон (сила влияния более 84,0%, $p < 0,05$): через 12, 24 и 30 месяцев хранения оно снижалось в среднем на 4,1, 5,2 и 7,1% от первоначального количества. Содержание пищевых волокон на протяжении исследуемого периода хранения продукции, изготовленной ($p < 0,01$): из ягод сорта Сенатор в среднем в 1,19 раз меньше, чем из сорта Розовый 2; по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом, в среднем в 1,13 раза больше, чем по классической. Не выявили значимых различий по изменению содержания нутриентов при хранении продукции, изготовленной из свежего или быстрозамороженного сырья ($p > 0,05$).

Установили, что срок хранения оказывал влияние на снижение содержания в полуфабрикатах-пюре из ягод крыжовника аскорбиновой кислоты (сила влияния не менее 98,0% при $p < 0,01$) — сохранность через 12, 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 93,3, 79,2 и 51,6% от первоначального количества. В продукции, изготовленной из ягод сорта Сенатор содержание аскорбиновой кислоты на протяжении исследуемого периода хранения в среднем в 1,4 раза меньше, чем из сорта Розовый 2 ($p < 0,01$).

В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, количество аскорбиновой кислоты в процессе хранения достоверно больше, чем по классической ($p < 0,01$) — на начало хранения, через 12, 24 и 30 месяцев соответственно в 1,1, 1,2, 1,4 и 1,6 раз. Не выявили значимых различий по изменению содержания аскорбиновой кислоты при хранении продукции, изготовленной из свежих или быстрозамороженных ягод ($p > 0,05$).

Микробиологические показатели

В результате проведенных исследований установили (Таблица 4), что срок хранения полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника оказывал влияние на изменение среднего количества колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей — сила влияния соответственно не менее 96,0, 92,0 и 95,0 ($p < 0,01$).

Отметили снижение численности колониеобразующих единиц мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов на протяжении исследуемого периода хранения полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника через 12, 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 6,3, 1,5 и 0,4 % от первоначального количества ($p < 0,01$). В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в процессе хранения меньше, чем по классической ($p < 0,01$): на начало хранения и через 12 месяцев соответственно в 45,4 и 3,1 раз; через 24 месяцев хранения — присутствовали в продукции, изготовленной по классической технологии вне зависимости от состояния сырья; через 30 месяцев — только в продукции из свежего сырья. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах-пюре из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$): на начало хранения, через 12 и 24 месяцев соответственно в 22,2, 1,9 и 2,5 раз; через 30 месяцев — присутствовали только в продукции, изготовленной из свежего сырья по классической технологии.

Установили снижение численности колониеобразующих единиц плесневых грибов на протяжении исследуемого периода хранения полуфабри-

катов-пюре из ягод крыжовника — через 12, 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 46,3, 7,3 и 0,0 % от первоначального количества ($p < 0,01$). В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, количество плесневых грибов в процессе хранения меньше, чем по классической ($p < 0,01$): на начало хранения и через 12 месяцев соответственно в 3,3 и 4,4 раз; через 24 месяцев — микроорганизмы присутствовали в продукции, изготовленной по классической технологии из свежего сырья. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах-пюре из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$): на начало хранения и через 12 месяцев соответственно в 1,8 и 2,2 раз; по истечении 24 месяцев — присутствовали только в продукции, изготовленной из свежего сырья.

Отметили снижение численности колониеобразующих единиц дрожжей после 12 месяцев хранения полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника до 25,0 %, после 24 и 30 месяцев — отсутствие роста ($p < 0,01$). В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, количество дрожжей в процессе хранения достоверно меньше, чем по классической ($p < 0,01$): на начало хранения и через 12 месяцев соответственно в 1,4 и 3,7 раз, при этом микроорганизмы присутствовали только в продукции из свежего сырья. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах-пюре из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$): на начало хранения и через 12 месяцев соответственно в 1,9 и 1,3 раз.

Не выявили значимых различий по изменению содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов, дрожжей при хранении продукции, изготовленной из сортов ягод крыжовника Сенатор и Розовый 2 ($p > 0,05$).

В полуфабрикатах-пюре из ягод крыжовника, вне зависимости от сорта и состояния сырья, технологии производства, не выявлены неспорообразующие микроорганизмы (бактерии группы кишечных палочек, рода *Salmonella*) ни на момент изготовления, ни в процессе последующего хранения.

В результате проведенных исследований установили отсутствие роста нормируемых ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (Приложение 2, табл. 2, полные консервы группы «Г») микроорганизмов в процессе хранения исследуемых образцов полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника. При этом необходимо отметить, что технология изготовления полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, предусматривающая использование роторного аппарата, более эффективна в уничтожении микроорганизмов, по сравнению с классической.

Органолептическая оценка

Свежеизготовленные полуфабрикаты-пюре представляли собою однородную пюреобразную, текучую массу без частиц волокон, кожицы, семян, плодоножек и листьев, темно-бордового цвета, однородного по всей массе, характеризовались хорошо выраженным запахом и вкусом ягод крыжовника, прошедших тепловую обработку, сладко кислым (для ягод сорта Сенатор) или кисло-сладким (для ягод сорта Розовый 2) вкусом. В таблице 4 представлены результаты исследований органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника в процессе хранения.

Из данных Таблицы 5 видно, что срок хранения оказывал влияние на изменения органолептических характеристик полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника, вне зависимости от сорта и состояния сырья, технологии изготовления, в среднем: внешний вид, текстура — сила влияния не менее 97,0% ($p < 0,01$), цвет, запах, вкус и послевкусие — не менее 95,0% ($p < 0,01$).

В процессе хранения продукции во внешнем виде отметили незначительное отделение жидкости, а цвет поверхностного слоя становился темнее — потери оценок за данные показатели после 12 месяцев составили в среднем 4,2% (Рисунок 5), увеличившись еще через 12 и 6 месяцев соответственно в среднем еще на 5,5 и 11,8% ($p < 0,01$). Сохранность оценок за текстуру (становилась тягучей) после 12, 24 и 30 месяцев хранения продукции составила соответственно в среднем 96,5, 91,1 и 79,7% для текстуры (становилась тягучей), запах (слабее) — 95,0, 88,8 и 80,5% ($p < 0,01$). В процессе хранения вкус и послевкусие продукции теряли свою гармоничность, что приводило к потерям оценок за данный

показатель — после 12, 24 и 30 месяцев составили соответственно в среднем 4,3, 8,4 и 19,0% ($p < 0,01$).

Лучшим внешним видом в процессе хранения характеризовалась продукция, выработанная из сорта Розовый 2, а не сорта Сенатор — через 12, 24 и 30 месяцев хранения соответственно в 1,01, 1,05 и 1,05 раза соответственно ($p < 0,01$). Аналогичная тенденция характерная для других органолептических показателей, лучше из сорта Розовый 2, по сравнению с сортом Сенатор — цвет, текстура, запах, вкус и послевкусие соответственно в среднем 1,04, 1,04, 1,05 и 1,06 раза ($p < 0,01$). В процессе хранения лучше сохраняла свои органолептические характеристики продукция, выработанная из свежего, а не быстрозамороженного сырья, после 12, 24 и 30 месяцев хранения ($p < 0,01$): внешний вид — соответственно в 1,04, 1,06 и 1,08 раза; цвет — 1,04, 1,07 и 1,10 раза; текстура — 1,04, 1,02 и 1,07 раза; запах — 1,03, 1,04 и 1,05 раза; вкус и послевкусие — 1,03, 1,04 и 1,07 раза. Продукция, изготовленная по технологии, предусматривающая использования оборудования с использованием роторного аппарата, характеризовалась лучшей сохранностью органолептических характеристик в процессе хранения, чем по классической ($p < 0,01$): внешний вид — соответственно в 1,06, 1,09 и 1,14 раза; цвет — 1,04, 1,05 и 1,13 раза; текстура — 1,05, 1,09 и 1,11 раза; запах — 1,05, 1,08 и 1,19 раза; вкус и послевкусие — 1,03, 1,04 и 1,14 раза.

Согласованность полученных результатов с ранее опубликованными данными

Представленные выше результаты в целом согласуются с данными других авторов, изменения качественных характеристик пюре в процессе хранения обусловлены множеством факторов — сырьем, используемым методом обработки, видом упаковки, температурой хранения и т.д. Например: Yang с соавторами (2022) определили, что содержание растворимых сухих веществ в яблочно-клубнично-питахайевом пюре, полученным под высоким давлением (400 МПа, 10 мин или 500 МПа, 8 мин) или термической обработкой (90 °C, 2 мин), снижалось по истечении 20 суток хранения при температуре 4 °C в реторт-пакетах из-за разложения и окисления сахаров, пищевых волокон; Teribia с соавторами (2021) определили, что хранение (14 суток, 35 °C) термически обработанного (95 °C,

1 мин) пюре из замороженных ягод клубники оказывало существенное влияние на снижение количества сахарозы из-за ее гидролиза до фруктозы и глюкозы; Ху с соавторами (2016) выявили, что снижение количества титруемых кислот в процессе хранения (30 суток, 4 °C) пюре из бананов, полученного под высоким давлением (500 МПа, 10 мин) или термической обработкой (90 °C, 2 мин), обусловлено деградацией аскорбиновой кислоты в процессе хранения; Tian с соавторами (2023) определили, что изменения содержания пищевых волокон в процессе хранения яблочно-киви-морковного пюре после обработки (под высоким давлением при 400 МПа /2 мин или 500 МПа /2 мин или термической обработкой при 90 °C /2 мин) и последующего хранения (24 суток, 4 °C) обусловлены активностью пектинметилэстеразы, вызывающая трансформацию различных форм нутриентов; потери аскорбиновой кислоты в процессе хранения плодовых пюре, из-за активизации гидролитических ферментных систем и оксидоредуктаз, включая аскорбатоксидазу, зависят от множества факторов (сорта сырья, условий обработки продукции, продолжительности хранения и пр.), не только снижают их физиологическую ценность, но и представляют собою показатель окислительной порчи, то есть косвенный критерий определения срока годности продукции (Bu et al., 2022; Fernández-Sestelo et al., 2013); Li и Padilla-Zakour (2021) определили, что обработка высоким давлением (600 МПа, 3 мин, 5 °C) пюре из винограда лучше обеспечивает, чем термическая (63 °C, 3 мин), снижение микробных популяций в течение 5 месяцев хранения при температуре 4 ± 1 °C; Kim A.N. с соавторами (2021) выявили замедление или отсутствие роста общего количества аэробных и анаэробных бактерий, плесневых грибов и дрожжей в клубничном пюре, полученном путем измельчения в вакууме и упакованного в герметичный контейнер в процессе хранения при температурах 5, 25 и 35 °C в течение 10 суток; ряд авторов установил, что изменения органолептических характеристик (внешнего вида, цвета, текстуры, запаха, вкуса) плодовых пюре обусловлены процессами, происходящими в продукции в процессе хранения — например, реакциями конденсации антоцианов с аскорбиновой кислотой, полимеризацией фенолов, трансформацией пищевых волокон, цвета, вкуса, запаха из-за активности пектинметилэстеразы, полифенолоксидазы и пероксидазы и пр. (Salazar-Orbea et al., 2023; Wani et al., 2021).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования подтвердили стабильность физико-химических, микробиологических и органолептических показателей полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника сортов Розовый 2 и Сенатор, полученных как по традиционной технологии, так и предусматривающей использование роторно-диспергирующего устройства при хранении в течение 30 месяцев в стеклянных банках, укупоренных металлическими крышками при температуре не выше 20 °C, относительной влажности воздуха не более 75 %, без доступа прямых солнечных лучей. При этом применение роторно-диспергирующего устройства, используемого при изготовлении продукции, повышает стабильность ее микробиологических и органолептических показателей. Таким образом, полуфабрикаты-пюре из ягод крыжовника могут использоваться при изготовлении разнообразной продукции (мороженого, соусов, кондитерских изделий и пр.), соответствующей современным тенденциям здорового образа жизни потребителей, поскольку при их изготовлении не используются пищевые добавки, а при хранении — особые условия. В этой связи дальнейшие исследования в рамках темы перспективны в направлении изучения влияния применения роторно-диспергирующего устройства на сохранность биологически активных веществ.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Голуб Ольга Валентиновна: методология исследований; верификация данных; формальный анализ; проведение исследований; создание рукописи; визуализация данных.

Мотовилов Олег Константинович: концептуализация; методология; руководство исследованием.

Мотовилова Наталья Владимировна: проведение исследований; создание черновика рукописи.

Давыденко Наталия Ивановна: верификация, администрирование данных; визуализация данных; создание рукописи и ее редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Акимов, М. Ю., Бессонов, В. В., Коденцова, В. М., Эллер, К. И., Вржесинская, О. А., Бекетова, Н. А., Кошелева, О. В., Богачук, М. Н., Малинкин, А. Д., Макаренко, М. А., Шевякова, Л. В., Перова, И. Б., Рылина, Е. В., Макаров, В. Н., Жидехина, Т. В., Кольцов, В. А., Юшков, А. Н., Новоторцев, А. А., Брыксин, Д. М., & Хромов, Н. В. (2020). Биологическая ценность плодов и ягод российского производства. *Вопросы питания*, 89(4), 220–232. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>
- Akimov, M. Yu., Bessonov, V. V., Kodentsova, V. M., Eller, K. I., Vrzhesinskaya, O. A., Beketova, N., Kosheleva, O. V., Bogachuk, M. N., Malinkin, A. D., Makarenko, M. A., Shevyakova, L. V., Perova, I. B., Rylyina, E. V., Makarov, V. N., Zhidexhina, T. V., Koltsov, V. A., Yushkov, A. N., Novotortsev, A. A., Bryksin, D. M., & Khromov, N. V. (2020). Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*, 89(4), 220–232. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>
- Бурак, Л. Ч. (2021). Существующие способы обработки пищевых продуктов и их влияние на пищевую ценность и химический состав. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (3), 59–73. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-3-59-73>
- Burak, L. Ch. (2021). Existing food processing methods and their impact on nutritional value and chemical composition. *Technologies for the Food and Processing Industry of AIC-Healthy Food*, (3), 59–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-3-59-73>
- Глебова, С. Ю., Голуб, О. В., & Заворохина, Н. В. (2018). Разработка балльной шкалы органолептической оценки качества овощных соусов. *Пищевая промышленность*, (2), 20–23.
- Glebova, S. Yu., Golub, O. V., & Zavorokhina, N. V. (2018). Development of a scoring scale for the organoleptic evaluation of the quality of vegetable sauces. *Food Industry*, (2), 20–23. (In Russ.)
- Голуб, О. В., Ковалевская, И. Н., Габерман, Т. С., & Романовская, И. В. (2010). Разработка консервированной продукции из ягод крыжовника. *Техника и технология пищевых производств*, 18(3), 40–44.
- Golub, O. V., Kovalevskaya, I. N., Gaberman, T. S., & Romanovskaya, I. V. (2010). The development of technology of canned foods from gooseberry. *Food Processing: Techniques and Technology*, 18(3), 40–44. (In Russ.)
- Горлов, И. Ф., Сложенкина, М. И., Серова, О. П., & Казаринская, А. О. (2018). Разработка и исследование качества поликомпонентного творожного продукта. *Индустрия питания*, 3(3), 23–27.
- Gorlov, I. F., Slozhenkina, M. I., Serova, O. P., & Kazarinskaya, A. O. (2018). Quality Research and Development of the Polycomponent Cottage Cheese Product. *Food Industry*, 3(3), 23–27. (In Russ.)
- Дейнека, В. И., Олейниц, Е. Ю., Павлов, А. А., Михеев, А. Ю., Шелепова, О. В., Волкова, О. Д., & Хлебникова, Е. И. (2020). Определение антоцианов плодов некоторых растений рода *Ribes* методами обращенно-фазовой ВЭЖХ и гидрофильной хроматографии. *Химия растительного сырья*, (1), 81–88. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020016331>
- Deineka, V. I., Oleynits, E. Yu., Pavlov, A. A., Mikheev, A. Yu., Shelepova, O. V., Volkova, O. D., & Khlebnikova, E. I. (2020). Determination of anthocyanins of fruits of some plants of the genus *ribes* by reversed-phase HPLC and Hydrophilic Interaction Chromatography (HILIC). *Chemistry of Plant Raw Material*, (1), 81–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020016331>
- Долматова, О. И. (2021). Изучение реологических свойств структурированного молочкосодержащего продукта. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 83(3–89), 168–173. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-3-168-173>
- Dolmatova, O. I. (2021). Study of the rheological properties of a structured milk-containing product. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 83(3–89), 168–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-3-168-173>
- Жбанова, Е. В., Жидехина, Т. В., Акимов, М. Ю., Родюкова, О. С., Хромов, Н. В., & Гурьева, И. В. (2021). Плоды сортов ягодных и нетрадиционных садовых культур, выращенных в Черноземье, — ценные источники незаменимых микронутриентов. *Пищевая промышленность*, (3), 8–11. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>
- Zhbanova, E. V., Zhidexhina, T. V., Akimov, M. Yu., Rodyukova, O. S., Khromov, N. V., & Guryeva, I. V. (2021). The fruits varieties of berry-like and nontraditional horticultural crops grown in Black Soil zone are the valuable sources of indispensable micronutrients. *Food Industry*, (3), 8–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>
- Зубова, Е. В., & Залетова, Е. В. (2023). Биологическая ценность фруктовых купажных вин на основе ягод крыжовника и земляники садовой. *Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета*, 38(2), 59–64.
- Zubova, E. V., & Zaletova, E. V. (2023). Biological value of fruit blended wines based on gooseberries and garden strawberries. *Vestnik Nižegorodskoj gosudarstvennoj sel'skhozâjstvennoj akademii*, 38(2), 59–64. (In Russ.)
- Иванец, Г. Е., Светкина, Е. А., & Потапов, А. Н. (2012). Использование растительного сырья при производстве аэрированных продуктов на молочной основе. *Техника и технология пищевых производств*, 25(2), 42А–49.
- Ivanets, G. E., Svetkina, E. A., & Potapov, A. N. (2012). Using of plant raw material for manufacture of aerated milk-based products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 25(2), 42А–49. (In Russ.)

- Кулагина, К. А., & Назарова, Н. Е. (2020). Технология производства плодово-ягодных вин с применением растительного подсластителя. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (4), 22–27.
- Kulagina, K. A., & Nazarova, N. E. (2020). Technology for the production of fruit and berry wines using a vegetable sweetener. *Technologies for the Food and Processing Industry of AIC-Healthy Food*, (4), 22–27. (In Russ.)
- Левгерова, Н. С., Салина, Е. С., & Сидорова, И. А. (2020). Новые сорта плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК для производства натуральных продуктов питания. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, (4), 33–37. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/4/33-37>
- Levgerova, N. S., Salina, E. S., & Sidorova, I. A. (2020). New varieties of fruit and berries in selection of all-russian research institute for natural food production. *Vestnik of Russian Agricultural Science*, (4), 33–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/4/33-37>
- Лимонникова, С. Г., & Величко, Н. А. (2021). Разработка новых видов пресервов с соусом из плодов крыжовника. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 169(4), 127–132. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-127-132>
- Limonnikova, S. G., & Velichko, N. A. (2021). Development of new types of preserves with gooseberry sauce. *Vestnik Krasnoarskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 169(4), 127–132. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-127-132>
- Маслов, А. В., Мингалеева, З. Ш., Ямашев, Т. А., & Шибаева, Н. Ф. (2022). Изучение влияния комплексной растительной добавки на свойства мучных смесей и пшеничного теста. *Техника и технология пищевых производств*, 52(3), 511–525. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2385>
- Maslov, A. V., Mingaleeva, Z. Sh., Yamashev, T. A., & Shibaeva, N. F. (2022). Effect of a complex plant additive on flour mixes and wheat dough. food processing: Techniques and technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(3), 511–525. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2385>
- Попова, Е. И., Хромов, Н. В., Родюков, Е. Ю., & Лисова, Е. Н. (2023). Хозяйственно-биологическая оценка плодов крыжовника ЦЧР. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, 73(2), 38–41.
- Popova, E. I., Khromov, N. V., Rodyukov, E. Yu., & Lisova, E. N. (2023). Economic and biological assessment of gooseberry fruits of the Central Black Earth Region. *Vestnik Mîchurinskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*, 73(2), 38–41. (In Russ.)
- Посокина, Н. Е., & Захарова, А. И. (2023). Современные нетермические способы обработки растительного сырья, применяемые для увеличения его хранимостоспособности. *Пищевые системы*, 6(1), 4–10. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-4-10>
- Posokina, N. E., & Zakharova, A. I. (2023). Modern non-thermal methods of processing plant raw materials used to increase its storage capacity. *Food Systems*, 6(1), 4–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-4-10>
- Протасова, Д. Н., Акимов, М. Ю., Ильинский, А. С., Кольцов, В. А., & Соломатин, Н. И. (2023). Математическая модель планирования плодово-ягодного пюре при различных способах обработки сырья. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, (4), 85–91. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2023-4-85-91>
- Protasova, D. N., Akimov, M. Yu., Ilyinsky, A. S., Koltsov, V. A., & Solomatin, N. I. (2023). Mathematical model of planning fruit and berry puree with various methods of raw material processing. *Technologies for the Food and Processing Industry of AIC-Healthy Food*, (4), 85–91. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2023-4-85-91>
- Рогачев, В. И. (Ред.) (1974). *Справочник по производству консервов* (том 4. Консервы из растительного сырья). Москва.
- Rogachev, V. I. (Ed.). (1974). *Handbook of canned food production* (Vol. 4. Canned plant raw materials). Moscow. (In Russ.)
- Тиунов, В. М., & Вяткин, А. В. (2022). Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья произрастающих в Свердловской области. *Современная наука и инновации*, 38(2), 124–129. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.2.13>
- Tiunov, V. M., & Vyatkin, A. V. (2022). Study of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials grown in the Sverdlovsk region. *Modern Science and Innovation*, 38(2), 124–129. (In Russ.) <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.2.13>
- Bainotti, M. B., Colás-Medà, P., Viñas, I., Garza, S., Alegre, I. (2024). The survival of Salmonella enterica strains in ready-to-eat fruit purees under different storage temperatures. *Beverages*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.3390/beverages10010017>
- Bu, Z., Luo, W., Wei, J., Peng, J., Wu, J., Xu, Y., Yu, Y., Li, L. (2022). Impacts of thermal processing, high pressure, and CO₂-assisted high pressure on quality characteristics and shelf life of durian fruit puree. *Foods*, 11(17), 2717. <https://doi.org/10.3390/foods11172717>
- Erbil, N., Murathan, Z. T., Arslan, M., & İlçim, A. (2021). Bektaşî Üzümlü (Ribes uva-crispa L.) ve Dağ Frenk Üzümlünün (Ribes alpinum L.) bazı biyokimyasal içerik ve biyolojik aktiviteleri yönünden karşılaştırılması [Gooseberry (Ribes uvacrispa L.) and Mountain Currant (Ribes alpinum L.) Some biochemical content and biological comparison of activities in terms of]. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 197–203. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.907968>
- Fernández-Sestelo, A., De Saá, R. S., Pérez-Lamela, C., Torrado Agrasar, A., Rúa, M. L., & Pastrana-Castro, L. (2013). Overall quality properties in pressurized kiwi purée: Microbial, physicochemical, nutritive and sensory tests during refrigerated storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, (20), 64–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2013.06.009>

- Grobelna, A., Kalisz, S., & Kieliszek, M. (2019). Effect of processing methods and storage time on the content of bioactive compounds in blue honeysuckle berry purees. *Agronomy*, 9(12), 860. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120860>
- Kendir, G., Süntar, I., Çeribaşı, A. O., Köroğlu, A. (2019). Activity evaluation on Ribes species, traditionally used to speed up healing of wounds: With special focus on ribes nigrum. *Journal of Ethnopharmacology*, 237, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.03.038>
- Kim, A. N., Hu, W. S., Lee, K.-Y., Koo, O.-K., Kerr, W. L., & Choi, S. G. (2021). Effect of vacuum grinding and storage under oxygen free condition on antioxidant activity and bacterial communities of strawberry puree. *LWT*, 137, 110495. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110495>
- Li, Y., & Padilla-Zakour, O. I. (2021). High pressure processing vs. thermal pasteurization of whole concord grape puree: Effect on nutritional value, quality parameters and refrigerated shelf life. *Foods*, 10(11), 2608. <https://doi.org/10.3390/foods10112608>
- Pérez-Lamela, C., Franco, I., & Falqué, E. (2021). Impact of high-pressure processing on antioxidant activity during storage of fruits and fruit products: A review. *Molecules*, 26(17), 5265. <https://doi.org/10.3390/molecules26175265>
- Pino-Hernández, E., Alves, M., Moreira, N., Lima, V., Pinto, C. A., & Saraiva, J. A. (2024). Effects of Equivalent processing conditions for microbial inactivation by innovative nonthermal technologies on the safety, quality, and shelf-life of reineta parda apple puree. *Applied Sciences*, 14(7), 3088. <https://doi.org/10.3390/app14073088>
- Pluta, S. (2018). Gooseberry — Ribes uva-crispa, sin. R. grossularia L. *Exotic fruits*, 211–218. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00027-7>
- Saarniit, K., Lang, H., Kuldjärv, R., Laaksonen, O., & Rosenvald, S. (2023). The stability of phenolic compounds in fruit, berry, and vegetable purees based on accelerated shelf-life testing methodology. *Foods*, 12(9), 1777. <https://doi.org/10.3390/foods12091777>
- Salazar-Orbea, G. L., García-Villalba, R., Bernal, M. J., Hernández-Jiménez, A., Egea, J. A., Tomás-Barberán, F. A., & Sánchez-Siles, L. M. (2023). Effect of storage conditions on the stability of polyphenols of apple and strawberry purees produced at industrial scale by different processing techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(5), 2541–2553. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07828>
- Teribia, N., Buvé, C., Bonerz, D., Aschoff, J., Hendrickx, M., & Loey, A. V. (2021). Effect of cultivar, pasteurization and storage on the volatile and taste compounds of strawberry puree. *LWT*, 150, 112007. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112007>
- Tian, X., Yang, Y., Zhang, W., & Wang, Y. (2023). Effect of high hydrostatic pressure and thermal processing on the shelf life and quality attributes of apple-kiwi-carrot puree blend. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2023/1631285>
- Vidigal, I. G., Melo, M. P., Da Rós, P. C. M., Carvalho, A. K. F., Alencar, S. M., & Ferreira, A. L. G. (2023). Rheological and physical properties affected by the thermal processing of fruit: A bibliometric analysis. *Processes*, 11(10), 2874. <https://doi.org/10.3390/pr11102874>
- Wani, S., Bakshi, R. A., Khan, Z. S., Fayaz, S., Muzaffar, K., & Dar, B. N. (2021). Physiochemical, sensorial and rheological characteristics of puree developed from Kashmiri peaches: Influence of sugar, KMS and storage conditions. *Heliyon*, 7(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07781>
- Xu, Z., Wang, Y., Ren, P., Ni, Y., & Liao, X. (2016). Quality of banana puree during storage: A comparison of high pressure processing and thermal pasteurization methods. *Food Bioprocess Technology*, (9), 407–420. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1635-4>
- Yang, X., Ding, H., Luo, S., Sun, X., Wang, N., & Wang, Y. (2022). Comparison of high hydrostatic pressure and thermal processing on microorganisms and quality of anthocyanin-rich fruit puree. *Frontiers in Food Science and Technology*, (2), 911283. <https://doi.org/10.3389/frfst.2022.911283>