

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-454-465>



Поступила 25.03.2024

Поступила после рецензирования 20.09.2024

Принята в печать 27.09.2024

© Голуб О. В., Мотовилов О. К., Мотовилова Н. В., Давыденко Н. И., 2024

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА

Голуб О. В.^{1*}, Мотовилов О. К.¹, Мотовилова Н. В.¹, Давыденко Н. И.²

¹ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская обл., р. п. Краснообск, Россия

² Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

полуфабрикат,
Ribes uva-crispa L.,
сорт, роторный
аппарат,
свежие плоды,
быстрозамороженные
плоды

Качество пюреобразной продукции из плодов определяется множеством факторов. Цель исследования — определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника, предусматривающих использование оборудования с роторным аппаратом (МАГ-50), обеспечивающих требуемые характеристики качества. Объекты исследований — полуфабрикаты из ягод крыжовника. Технология изготовления — предусматривающая высокотемпературную обработку и предусматривающая использование МАГ-50. Методы исследований — стандартные. Установлено, что для получения продукции с требуемыми характеристиками качества наибольшее влияние оказывала продолжительность обработки в МАГ-50. Определены оптимальные технологические условия изготовления продукции в МАГ-50 — обработка в течение 14–20 мин при температуре 59–65 °C не менее 72% свежих ягод или 58–65 °C не менее 66% быстрозамороженных. Установлено, что технология, предусматривающая использование МАГ-50, по сравнению с предусматривающей высокотемпературную обработку, позволяла получить продукцию с меньшим содержанием мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов (соответственно на 97,7 и 69,8%), лучшими характеристиками внешнего вида (на 1,7%), цвета, текстуры и запаха (на 2,3%), вкуса и послевкусы (на 3,6%). Состояние сырья оказывало наибольшее влияние на содержание в полуфабрикатах дрожжей — продукция, изготовленная из свежих ягод, содержала их в среднем на 48,7% больше, чем из быстрозамороженных. Ягоды крыжовника сорта Розовый 2, по сравнению с сортом Сенатор, позволяли получать продукцию с большим содержанием растворимых сухих веществ, сахаров, минеральных веществ и аскорбиновой кислоты (соответственно на 18,2, 58,9, 7,7 и 61,8%), меньшим — титруемых кислот и пищевых волокон (соответственно на 21,2 и 20,3%). Исследование демонстрирует потенциал получения полуфабрикатов из ягод крыжовника, вне зависимости от их сорта и состояния, за счет использования технологии, предусматривающей использование МАГ-50.

Received 25.03.2024

Accepted in revised 20.09.2024

Accepted for publication 27.09.2024

© Golub O. V., Motovilov O. K., Motovilova N. V., Davydenko N. I., 2024

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

DETERMINATION OF OPTIMAL TECHNOLOGICAL CONDITIONS FOR THE MANUFACTURE OF SEMI-FINISHED PRODUCTS FROM GOOSEBERRY FRUIT

Olga V. Golub^{1*}, Oleg K. Motovilov¹, Natalya V. Motovilova¹, Nataliia I. Davydenko²

¹ Siberian Federal Scientific Center of Agro-biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk region, working village Krasnoobsk, Russia

² Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

KEY WORDS:

semi-finished product,
Ribes uva-crispa
L., variety, rotary
machine, fresh berries,
frozen berries

ABSTRACT

The quality of pureed berries products is determined by many factors. The purpose of the study was to determine the optimal technological conditions for the manufacture of semi-finished products from gooseberries, providing for the use of equipment with a rotary machine (MAG-50) and ensuring the required quality characteristics. The objects of research were semi-finished products from gooseberries. The manufacturing technology involved high-temperature processing or the use of the rotary machine MAG-50. The research methods were standard. It has been found that in order to obtain products with the required quality characteristics, the duration of processing in MAG-50 had the greatest influence. The optimal technological conditions for the manufacture of products in MAG-50 have been determined: processing for 14–20 minutes at a temperature of 59–65 °C of at least 72% of fresh berries or 58–65 °C of at least 66% of quick-frozen ones. It has been established that the technology involving the use of rotary machine MAG-50, compared with the high-temperature one, made it possible to obtain products with a lower content of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, molds (by 97.7 and 69.8%, respectively), better appearance characteristics (by 1.7%), color, texture and odor (by 2.3%), taste and aftertaste (by 3.6%). The state of the raw materials had the greatest impact on the content of yeast in semi-finished products — products made from fresh berries contained 48.7% more of them on average than products from quick-frozen ones. Compared with the Senator variety, gooseberry fruits of the Pink 2 variety-made it possible to obtain products with a high content of soluble solids, sugars, minerals and ascorbic acid (by 18.2, 58.9, 7.7 and 61.8%, respectively), less titrated acids and dietary fibers (by 21.2 and 20.3%, respectively). The study demonstrates the potential of obtaining semi-finished products from gooseberries, regardless of their variety and condition by using the technology involving the use of MAG-50.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Голуб, О. В., Мотовилов, О. К., Мотовилова, Н. В., Давыденко, Н. И. (2024). Определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника. *Пищевые системы*, 7(3), 454–465. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-454-465>

FOR CITATION: Golub, O. V., Motovilov, O. K., Motovilova, N. V., Davydenko, N. I. (2024). Determination of optimal technological conditions for the manufacture of semi-finished products from gooseberry fruit. *Food Systems*, 7(3), 454–465. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-454-465>

1. Введение

Полуфабрикаты из ягодного сырья в последние годы приобретают все большую востребованность из-за того, что могут использоваться не только непосредственно в питании, но и при изготовлении других пищевых продуктов, например, молочных, кондитерских, мясных). Пюреобразная продукция из плодов или с их использованием представляет собой продукт, полученный из сырья, подготовленного в соответствии с установленной технологией, включающей измельчение, протирание без отделения сока и мякоти (пюре, повидло, соус и других [1]. Для осуществления основных технологических операций изготовления пюреобразной продукции используется различное оборудование — дробилки, резательные машины, гомогенизаторы и дезинтеграторы (для тонкого измельчения), протирочные машины, финишеры, диспергаторы, вакуум-аппараты, варочные котлы и прочие [2]. Многими специалистами осуществляются исследования в области создания оборудования для получения высококачественной пюреобразной продукции из плодов или с их использованием.

В последние годы все большую популярность при изготовлении пюреобразной продукции приобретают роторные аппараты, реализующие разные воздействия на частицы пищевой среды: механические (ударные, срезающие, истирающие) и гидродинамические (большие сдвиговые напряжения, развитая турбулентность, пульсации давления и скорости потока жидкости) — например, гидродинамические роторного типа, роторно-пульсационные гомогенизаторы, насосы-гомогенизаторы; механические, гидродинамические и гидроакустические (крупно- и мелкоакустические пульсации давления, интенсивная кавитация, ударные волны и нелинейные акустические эффекты) — роторные импульсные, роторные с модуляцией потока, роторно-пульсационные акустические [3]. Применение роторных аппаратов в технологиях пюреобразной продукции из плодов позволяет сократить количество используемого оборудования, поскольку они способны осуществлять одновременно ряд технологических операций: механических — диспергирование, эмульгирование, гомогенизацию и другие; массообменных — растворение, экстрагирование, абсорбцию; тепловых — нагревание. Обработка пищевой системы в роторном аппарате приводит к ряду ее изменений: физическим [4–6] — уменьшению размера частиц (приводит к улучшению процесса гомогенизации, снижению скорости их осаждения и отделения осадка, повышению кажущейся вязкости), общего количества растворимых сухих веществ, вязкости, плотности, кислотности; химическим [4–6] — лучшей, по сравнению с традиционными высокотермическими способами обработки, сохранности нутриентного состава, в том числе термочувствительных веществ (например, витамина С); увеличению содержания многих термостабильных соединений за счет их высвобождений из матрицы (например, общего содержания фенолов, проантоцианидинов кляклов); инактивации термостабильных ферментов (например, пектинметилэстеразы, пероксидазы, полифенолоксидазы) с увеличением срока хранения; усилению цвета (например, за счет ускоренной изомеризации каротиноидов апельсинового сока становится более желтым, ярким и прозрачным, чем свежеежатый); биологическим [4–6] — микробной инактивации за счет воздействий физических (например, из-за разрыва мембраны и цитоплазмы), термических (например, из-за денатурации мембран, разрывов цепей ДНК) и химических (например, активные формы кислорода окисляют сульфгидрильные группы и двойные связи в белках, липидах).

За счет использования нового оборудования специалисты осуществляют модернизацию, совершенствование и модификацию пюреобразной продукции из плодов или с их использованием. Например: Иванец Г. Е. с соавторами использовали роторные аппараты для изготовления ряда продуктов (пюре из ранета на основе молочной сыворотки, из сушеных ягод черной смородины; взбитого кисло-молочного десерта; мороженого «Рыжик» с облепиховой порошкообразной биодобавкой «Полис»; майонеза «Провансаль»), обладающих наименьшим размером частиц, равномерно распределенным по всему объему, что повышает седиментационную устойчивость продукции и органолептические свойства [7]; Mykhailov [8] с соавторами разработали пюре и пасты из яблок, калины, черноплодной рябины, тыквы, свеклы, отличающиеся высоким содержанием физиологически функциональных ингредиентов за счет использования способа, предусматривающего применение многофункционального аппарата для осуществления предварительной термической обработки сырья и ротационного пленочного испарителя для концентрирования, где основные технологические операции осуществлялись в диапазоне температур 45–70 °C [8]; специалистами Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской ака-

демии наук использован роторный аппарат при изготовлении ряда пищевой продукции, обладающей оригинальными органолептическими характеристиками, высоким содержанием биологически активных веществ и длительным сроком хранения — полуфабриката из плодов шиповника, ядер семян *Pinus sibirica* [9,10]; специалистами Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова роторные аппараты использовались при изготовлении молочных продуктов, обладающих оригинальными органолептическими свойствами, в том числе пышной нерасслаивающейся структурой, биологически активными нутриентами — из плодов облепихи, черной смородины, яблок, абрикосов, вишен, персиков, слив, черники [11].

Крыжовник произрастает на территории нашей страны и культивируется предприятиями различных форм собственности. Ягоды крыжовника представляют собой настоящую неклиматическую ягоду разной формы (эллиптической, грушевидной, округлой и т. д.), цвета (красного, зеленого, желтого и т. д.), вкуса (кислого, сладко-кислого, кисло-сладкого и т. д.) и другими качественными характеристиками. [12,13]. Пищевая ценность и фармакологические свойства ягод крыжовника обусловлены, в основном, его химическим составом, изменчивость которого зависит от множества факторов (сорта, места произрастания, условий сбора и т. д.) [14], а именно содержащимися сахарами [14–16], пищевыми волокнами [14,15], минеральными веществами [14,15], органическими кислотами [15,16], фенольными соединениями [15,16,17,18], витаминами [14,15,17,18] и пр. [14,17,19]. Ягоды крыжовника употребляются как в свежем, так и переработанном виде, например при изготовлении молокосодержащих продуктов [20], хлеба [21], печенья и варенья [22].

На основании вышесказанного, поиск инновационных путей совершенствования способов получения полуфабрикатов из ягод крыжовника, в том числе за счет использования современного оборудования, является актуальным.

Цель исследования — определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника, предусматривающих использование оборудования с роторным аппаратом, обеспечивающих требуемые характеристики качества.

2. Объекты и методы

Объекты исследований — полуфабрикаты из ягод крыжовника. При определении оптимальных технологических условий изготовления свежих и быстрозамороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, оборудованием с роторным аппаратом МАГ-50 (ООО «Сибирская катализаторная компания», Россия). Ягоды крыжовника собирались на биополитоне Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, замораживались, после мойки, сортировки и обсушивания, при температуре минус 32 °C до достижения внутри продукции температуры минус 18 °C. Приготовление полуфабриката из ягод крыжовника по технологии: предусматривающей высокотемпературную обработку — мойка, сортировка, бланширование в воде (температурой 90–100 °C) в течение 3–8 мин, смешивание с водой (температурой 16–20 °C), протирание (диаметр отверстий сита 0,5–0,8 мм), финиширование (диаметр отверстий сита 0,4 мм), уваривание в течение 45–50 мин (до содержания сухих веществ не менее 11,0% по рефрактометру); предусматривающей использование роторного аппарата — мойка, сортировка, смешивание с водой (температурой 16–20 °C), обработка в МАГ-50 (частота вращения диспергатора 2900 об/мин, мешалки 10 об/мин). Испытания проводили сразу после производства полуфабрикатов.

На основании имеющегося опыта использования роторного аппарата МАГ-50 установили регламентируемые пределы размера частиц пюреобразной продукции: количество частиц мякоти размером более 0,8 мм не должно превышать 7,0% от общего количества [23]. Размер частиц полуфабрикатов определяли методом, основанным на пропускании анализируемой пробы продукции сквозь набор сит с постепенно уменьшающимися размерами отверстий (проволочная ткань с размером ячеек 0,70, 0,80, 1,00 и 1,25 мм) и статистической оценке размеров частиц образовавшихся фракций. Массовую долю каждой фракции продукции определенного размера (f, %) вычисляли по формуле:

$$f = \frac{100 \cdot m_1}{m} \quad (1)$$

где 100 — коэффициент пересчета в проценты; m_1 — масса фракции продукции, г; m — масса анализируемой пробы продукции, г.

Оптимизация массовой доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника, общей органолептической оценки не менее 3,0 баллов продукции и технологических условий их получения проводилась по стандартному трехфакторному плану. Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica 10. Все экспериментальные определения проводили в трех повторностях, результаты представляли как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение. Трехфакторный дисперсионный анализ применялся для оценки текстуры полуфабрикатов из ягод крыжовника (независимые переменные — количество ягод, продолжительность и температура обработки в МАГ-50), метод Снедекора — для определения силы влияния независимых переменных ($p < 0,05$), тест Тьюки — для сравнения средних значений ($p < 0,05$); множественная регрессия проводилась для определения сопряженности между независимыми и зависимой переменными; используя методологию анализа поверхности отклика проводили исследования по поиску оптимальных технологических условий получения полуфабрикатов из ягод крыжовника.

Определение значений физико-химических (растворимых сухих веществ, сахаров, титруемых кислот, золы, пищевых волокон и витамина С), микробиологических (мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей, бактерий группы кишечной палочки и рода) и органолептических (внешнего вида, цвета, текстуры, запаха и вкуса) показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника проводили, используя стандартные методы — согласно ГОСТ ISO 2173-2013¹, ГОСТ 8756.13-87², ГОСТ ISO 750-2013³, ГОСТ 25555.4-91⁴, ГОСТ 34844-2022⁵, ГОСТ 24556-89⁶, ГОСТ 10444.15-94⁷, ГОСТ 10444.12-2013⁸, ГОСТ 31747-2012⁹, ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)¹⁰, ГОСТ 8756.1-2017¹¹. Все экспериментальные определения проводили в трех-пяти повторностях, результаты представляли как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение. Трехфакторный дисперсионный анализ применялся для оценки характеристик качества полуфабрикатов из ягод крыжовника (независимые переменные — сорт и состояние ягод, технология изготовления), тест Тьюки — для сравнения средних значений ($p < 0,05$), метод Снедекора — для определения силы влияния независимых переменных. При выполнении исследований использовано следующее оборудование: бая водяная WB-4MS (Биосан, Латвия), весы лабораторные Pioneer PA2102C (Ohaus Instruments (Changzhon) Co., Ltd., Китай), весы лабораторные Pioneer PA214 (Ohaus Instruments (Changzhon) Co., Ltd., Китай), гомогенизатор HG-15F-Set (DAIHAN Scientific Co., Ltd., Республика Корея), pH-метр Starter 2100 (Ohaus Instruments (Changzhon) Co., Ltd., Китай), микроскоп Микромед 2 (Ningbo Sheng Heng Optics&electronics Co., Ltd., Китай), печь муфельная Snol 7,2/900 (Umega Group, АВ, Литва), плата программируемая ПЛП-03 (НПП «Томьяналит», Россия), рефрактометр ИРФ-454Б2М (КОМЗ, Россия), стерилизатор паровой ВК-75-01 (ОАО «Тюменский завод медицинского оборудования и инструментов», Россия), инкубатор MIR-262 (SANYO Electric Co., Ltd., Япония), шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ (ОАО «Смоленское специальное конструкторско-технологическое бюро систем программного управления», Россия).

¹ ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2019. — 8 с.

² ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М.: Стандартинформ, 2010. — 10 с.

³ ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартинформ, 2019. — 8 с.

⁴ ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы. М.: Стандартинформ, 2011. — 6 с.

⁵ ГОСТ 34844-2022 Продукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон. М.: Российский институт стандартизации, 2022. — 16 с.

⁶ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. — 11 с.

⁷ ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2010. — 7 с.

⁸ ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М.: Стандартинформ, 2010. — 13 с.

⁹ ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М.: Стандартинформ, 2013. — 20 с.

¹⁰ ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. М.: Стандартинформ, 2014. — 25 с.

¹¹ ГОСТ 8756.1-2017 Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема. М.: Стандартинформ, 2019. — 17 с.

3. Результаты и обсуждение

В Таблице 1 представлены результаты исследований по влиянию исследуемых факторов (количества ягод в смеси с водой питьевой, продолжительности и температуры обработки смеси) на характеристики качества полуфабрикатов из ягод крыжовника (содержание части определенных размеров и общую органолептическую оценку).

Полуфабрикаты из ягод крыжовника представляли собою смеси частиц кожицы, мякоти и семян ягод и воды питьевой. Полуфабрикаты содержали различное количество частиц размерами, превышающими 0,8 мм. В результате дисперсионного анализа на образование частиц размерами более 0,8 мм в полуфабрикатах выявлено более существенное влияние продолжительности обработки, чем температуры (сила влияния соответственно в среднем 63,0 и 27,0%, $p < 0,01$). Количество ягод оказывало минимальное влияние на образование исследуемых частиц (сила влияния в среднем 8,0%, $p < 0,01$). Взаимосвязь исследуемых факторов оказывала незначительное влияние на образование в полуфабрикатах частиц размерами более 0,8 мм — сила влияния «количества ягод $\times$ продолжительности обработки», «количества ягод $\times$ температуры обработки», «продолжительности обработки $\times$ температуры обработки» и «количества ягод $\times$ продолжительности обработки $\times$ температуры обработки» соответственно в среднем 0,4, 0,2, 1,3 и 0,1% ($p < 0,01$). Процесс образования частиц в продукции обусловлен, вероятно, структурными изменениями полисахаридов ягод, активизацией ферментов и другими биохимическими изменениями из-за воздействия (пульсационных, ударных и пр.) оборудования с роторным аппаратом.

На органолептическую оценку полуфабрикатов из свежих ягод крыжовника продолжительность и температура обработки оказывали существенное влияние (сила влияния соответственно 48,1 и 37,6%, $p < 0,01$), меньшее — количество ягод (сила влияния 9,1%, $p < 0,01$). На органолептическую оценку полуфабрикатов из быстрозамороженных ягод продолжительность обработки оказывала существенное влияние (сила влияния в среднем 70,4%, $p < 0,01$), меньшее — количество ягод и температура обработки (сила влияния соответственно 11,5 и 12,3%, $p < 0,01$). Взаимосвязи исследуемых факторов («количества ягод $\times$ продолжительности обработки», «количества ягод $\times$ температуры обработки», «продолжительности обработки $\times$ температуры обработки» и «количества ягод $\times$ продолжительности обработки $\times$ температуры обработки») оказывали минимальное влияние на исследуемый показатель полуфабрикатов — сила влияния соответственно в среднем 2,3, 2,1, 0,8 и 0,5% ($p < 0,01$).

В результате расчета коэффициентов парной корреляции установили, что между содержанием в полуфабрикатах частиц размером более 0,8 мм, вне зависимости от состояния ягод крыжовника, и продолжительностью их обработки существует отрицательная высокая корреляционная связь ($r = -0,75$; $p < 0,01$), температурой обработки — отрицательная умеренная ($r = -0,47$; $p < 0,01$), количеством ягод — положительная слабая ($r = 0,27$; $p < 0,01$). Частные коэффициенты корреляции свидетельствуют о незначительном увеличении отрицательной связи между содержанием в полуфабрикатах частиц с размером более 0,8 мм и продолжительностью обработки (до $r = -0,90$; $p < 0,01$), усилении до высокой тесноты отрицательной связи с температурой обработки (до $r = -0,79$; $p < 0,01$), до заметной положительной — с количеством ягод (до $r = 0,59$; $p < 0,01$).

Установили, что между общей органолептической оценкой полуфабрикатов из ягод крыжовника и исследуемыми факторами существуют корреляционные связи ($p < 0,05$): с количеством ягод — отрицательная слабая для свежих и быстрозамороженных ягод соответственно $r = -0,26$ и $r = -0,30$; продолжительностью обработки — положительная умеренная для свежих ягод $r = 0,63$, высокая для быстрозамороженных $r = 0,76$; температурой обработки — положительная заметная для свежих ягод $r = 0,52$, слабая для быстрозамороженных $r = 0,29$. Частные коэффициенты корреляции свидетельствуют об увеличении до высокой положительной связи между общей органолептической оценкой полуфабрикатов из свежих ягод и продолжительностью (до $r = 0,78$; $p < 0,05$) и температурой обработки (до $r = 0,72$; $p < 0,05$), отрицательной умеренной — количеством ягод (до $r = -0,46$; $p < 0,05$). Частные коэффициенты корреляции свидетельствуют об увеличении до заметной отрицательной связи между общей органолептической оценкой полуфабрикатов из быстрозамороженных ягод и их количеством (до $r = -0,51$; $p < 0,05$), положительной — температурой обработки (до $r = 0,51$; $p < 0,05$), незначительным усилением продолжительности обработки (до $r = 0,84$; $p < 0,05$).

Таблица 1. Результаты исследований
Table 1. Results of the study

Количество ягод, % (x_1)	Продолжи- тельность обработки, мин (x_2)	Температу- ра обработ- ки, °C (x_3)	Массовая доля частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикате из ягод, %		Общая органолептическая оценка, балл	
			свежих (y_1)	быстрозамороженных (y_2)	свежих (y_3)	быстрозамороженных (y_4)
65	5	50	11,1 ± 0,2 ^{2,5,20,21,36}	10,7 ± 0,2 ^{2,5,20,21,36}	1,05 ± 0,05 ^{17,33,49}	1,01 ± 0,02 ^{17,33,49}
65	5	55	10,8 ± 0,2 ^{1,5,20,57}	10,4 ± 0,2 ^{1,5,20,36,57}	1,26 ± 0,03 ^{18,34,50}	1,28 ± 0,03 ^{4,5,18,34,50}
65	5	60	9,4 ± 0,4 ^{9,25,41,54,61}	9,0 ± 0,4 ^{9,25,41,54,61}	2,47 ± 0,02 ^{4,9,19,20,25,35,36,40,41,52,57}	1,95 ± 0,04 ^{3,5,19–21,35–37,51–53}
65	5	65	8,7 ± 0,1 ^{13,25,29,41,45,54,55,61}	8,4 ± 0,1 ^{13,25,29,41,45,54,55,61}	2,57 ± 0,03 ^{3,9,20,25,35,36,41,42,52,57–60}	2,04 ± 0,05 ^{3,4,19–21,36–38,51–54}
65	10	50	10,7 ± 0,02 ^{1,2,20,57}	10,3 ± 0,2 ^{1,2,20,57}	2,06 ± 0,04 ^{6,21,37,38,51,53,54}	2,03 ± 0,05 ^{3,4,19–21,36–39,51–53}
65	10	55	5,8 ± 0,1 ^{10,22–24,26,27,40,60}	5,6 ± 0,1 ^{10,22–24,26,27,40,42,60}	2,17 ± 0,03 ^{5,22,38,54,56}	2,18 ± 0,02 ^{22,38,54–56}
65	10	60	4,5 ± 0,1 ^{11,28,44,62–64}	4,3 ± 0,1 ^{11,28,44,62–64}	3,30 ± 0,04 ^{23,24,39,47}	2,49 ± 0,04 ^{8,9,23–25,41,57,59,60}
65	10	65	3,7 ± 0,1 ^{11,12,28,30,44,46}	3,6 ± 0,1 ^{11,12,28,30,44,46}	3,43 ± 0,04 ^{24,47}	2,49 ± 0,04 ^{7,9,23–25,41,57,59,60}
65	15	50	9,6 ± 0,3 ^{3,25,41,54}	9,2 ± 0,3 ^{3,25,41,54}	2,48 ± 0,04 ^{3,4,19,20,25,35,36,40,41,52,57}	2,47 ± 0,04 ^{7,8,23–25,41,57}
65	15	55	5,2 ± 0,1 ^{6,24,27,62,63}	5,0 ± 0,1 ^{6,24,27,62,63}	2,88 ± 0,05 ^{14,29,30,43–46,56,61,62}	4,57 ± 0,08 ^{11,12,14–16,}
65	15	60	4,2 ± 0,2 ^{7,8,28,30,44,46,64}	4,0 ± 0,2 ^{7,8,28,30,44,46,64}	4,40 ± 0,05 ^{12,14,15,27,28,31,32}	4,57 ± 0,08 ^{10,12,14–16,}
65	15	65	3,4 ± 0,2 ^{8,30,46}	3,3 ± 0,2 ^{8,30,46}	4,48 ± 0,04 ^{11,15,16,27,28,31,32}	4,57 ± 0,08 ^{10,11,14–16,}
65	20	50	8,7 ± 0,2 ^{4,25,29,41,45,54,55,61}	8,4 ± 0,2 ^{4,25,29,41,45,54,56,61,}	2,76 ± 0,04 ^{26,29,43–45,59–61,64}	2,73 ± 0,05 ^{29,42–45,58,61,64}
65	20	55	1,9 ± 0,2 ^{15,16,31,32,47,48}	1,8 ± 0,2 ^{15,16,31,32,47,48}	2,94 ± 0,05 ^{10,30,43,44,46,48,55,62}	4,57 ± 0,08 ^{10–12,15,16}
65	20	60	1,6 ± 0,1 ^{14,16,31,32,48}	1,5 ± 0,1 ^{14,16,31,32,48}	4,41 ± 0,03 ^{11,12,16,27,28,31,32}	4,57 ± 0,08 ^{10–12,14,16}
65	20	65	1,7 ± 0,1 ^{14,15,31,32,47,48}	1,6 ± 0,1 ^{14,15,31,32,47,48}	4,42 ± 0,04 ^{11,12,15,27,28,31,32}	4,57 ± 0,08 ^{10–12,14,15}
70	5	50	14,0 ± 0,2 ^{33,50,53}	13,4 ± 0,2 ^{18,33,50,53}	1,09 ± 0,04 ^{1,33,49}	1,06 ± 0,02 ^{1,33,49}
70	5	55	13,3 ± 0,2 ^{33,34,51,53}	12,8 ± 0,2 ^{17,33,34,1}	1,30 ± 0,02 ^{2,34,50}	1,32 ± 0,03 ^{2,34,50}
70	5	60	12,5 ± 0,1 ^{35,37,51,52}	12,0 ± 0,1 ^{35,37,51,52}	2,45 ± 0,02 ^{3,9,20,25,35,36,40,41,52,57}	1,92 ± 0,03 ^{3–5,20,21,35–37,51–53}
70	5	65	11,3 ± 0,2 ^{1,2,5,21,36}	10,8 ± 0,2 ^{1,2,5,21,36}	2,50 ± 0,05 ^{3,4,9,19,25,35,36,41,52,57}	2,02 ± 0,05 ^{3–5,19,21,35–37,51–53}
70	10	50	11,6 ± 0,2 ^{1,20,36,52}	11,1 ± 0,2 ^{1,20,36,52}	2,05 ± 0,03 ^{5,37,38,51,53,54}	2,01 ± 0,05 ^{3–5,19,20,35–37,51–53}
70	10	55	6,2 ± 0,1 ^{6,23,26,27,40,42,43,60}	6,0 ± 0,1 ^{6,23,26,27,40,42,43,60}	2,19 ± 0,01 ^{6,38,54,56}	2,22 ± 0,04 ^{6,38–40,54–56}
70	10	60	6,2 ± 0,1 ^{6,22,26,27,40,42,43,60}	6,0 ± 0,1 ^{6,22,26,27,40,42,43,60}	3,24 ± 0,05 ^{7,24,39}	2,39 ± 0,06 ^{7–9,24,25,39–41,57}
70	10	65	5,5 ± 0,1 ^{6,10,26,27,60,62,63}	5,3 ± 0,1 ^{6,10,26,27,60,62,63}	3,36 ± 0,05 ^{7,8,23,47}	2,39 ± 0,06 ^{7–9,23,25,39–41,57}
70	15	50	9,1 ± 0,3 ^{3,4,9,13,41,45,54,55,61}	8,7 ± 0,3 ^{3,4,9,13,41,45,54,55,61}	2,53 ± 0,05 ^{3,4,9,21,22,35,36,41,42,52,57,58}	2,50 ± 0,06 ^{7–9,23,24,41,57–60}
70	15	55	6,0 ± 0,1 ^{6,22–24,27,40,42,43,60}	5,8 ± 0,1 ^{6,22–24,27,40,42,43,60}	2,74 ± 0,04 ^{13,29,42–45,58–61,64}	3,31 ± 0,05 ^{28,30,31}
70	15	60	5,8 ± 0,1 ^{6,10,22–24,26,40,60}	5,6 ± 0,1 ^{6,10,22–24,26,40,42,60}	4,50 ± 0,09 ^{11,12,15,16,28,31,32,}	3,44 ± 0,05 ^{28,30–32}
70	15	65	4,2 ± 0,1 ^{7,8,11,30,44,46,64}	4,0 ± 0,1 ^{7,8,11,30,44,46}	4,51 ± 0,10 ^{11,12,15,16,27,31,32,}	3,40 ± 0,03 ^{26,27,30–32}
70	20	50	8,2 ± 0,3 ^{4,13,45,55}	7,9 ± 0,3 ^{4,13,45,55}	2,78 ± 0,03 ^{10,13,26,43–45,61,64}	2,75 ± 0,07 ^{13,42–45,48,61,64}
70	20	55	3,8 ± 0,1 ^{8,11,12,28,44,46}	3,6 ± 0,1 ^{8,11,12,28,44,46}	2,97 ± 0,03 ^{10,14,46,48,55,62}	3,38 ± 0,05 ^{26–28,31,32}
70	20	60	2,2 ± 0,1 ^{14–16,32,47,48}	2,1 ± 0,2 ^{14–16,32,47,48,}	4,51 ± 0,10 ^{11,12,15,16,27,28,32}	3,39 ± 0,02 ^{26–28,30,32}
70	20	65	2,2 ± 0,2 ^{14–16,31,47,48}	2,1 ± 0,2 ^{14–16,31,47,48,}	4,51 ± 0,10 ^{11,12,15,16,27,28,31}	3,44 ± 0,03 ^{27,28,30,31}
75	5	50	13,9 ± 0,1 ^{17,18,50,53}	13,3 ± 0,1 ^{17,18,34,50,53}	1,09 ± 0,05 ^{1,17,49}	1,06 ± 0,01 ^{1,17,49}
75	5	55	13,2 ± 0,2 ^{18,51,53}	12,7 ± 0,2 ^{18,33,51,53}	1,33 ± 0,02 ^{2,18,50}	1,35 ± 0,02 ^{2,18,50}
75	5	60	12,5 ± 0,2 ^{19,37,51,52}	12,0 ± 0,1 ^{19,37,51,52}	2,49 ± 0,04 ^{3,4,9,19,20,25,36,40,41,52,57}	1,90 ± 0,04 ^{3,19–21,36,37,51–53}
75	5	65	11,5 ± 0,1 ^{1,20,21,52}	11,0 ± 0,1 ^{1,2,20,21,52}	2,54 ± 0,04 ^{3,4,9,19,20,25,35,41,42,52,57–60}	1,97 ± 0,05 ^{3–5,19–21,35,37,51–53}
75	10	50	12,5 ± 0,2 ^{19,35,51,52}	12,0 ± 0,2 ^{19,35,51,52}	2,01 ± 0,05 ^{5,21,51,53}	1,96 ± 0,05 ^{3–5,19–21,35,36,51–53}
75	10	55	7,5 ± 0,1 ^{39,56,58,59}	7,2 ± 0,1 ^{39,56,58,59}	2,15 ± 0,04 ^{5,6,21,22,51,53,54,56}	2,15 ± 0,04 ^{4–6,22,54–56}
75	10	60	7,2 ± 0,1 ^{38,43,56,58,59}	6,9 ± 0,1 ^{38,43,56,58,59}	3,24 ± 0,06 ^{7,23}	2,34 ± 0,04 ^{22–24,40,55,56}
75	10	65	6,3 ± 0,2 ^{6,22,23,26,27,42,43,60}	6,1 ± 0,1 ^{6,22,23,26,27,42,43,60}	2,37 ± 0,03 ^{3,9,19,35,52}	2,34 ± 0,04 ^{22–24,39,55,56}
75	15	50	9,0 ± 0,2 ^{3,4,9,13,25,45,54,55,61}	8,6 ± 0,2 ^{3,4,9,13,22,45,54,55,61}	2,50 ± 0,03 ^{3,4,9,19,20,25,35,36,52,57}	2,47 ± 0,06 ^{7–9,23–25,57}
75	15	55	6,5 ± 0,1 ^{22,23,26,40,43,60}	6,2 ± 0,1 ^{6,22,23,26,27,40,43,60}	2,63 ± 0,03 ^{4,25,26,36,57–60,64}	2,74 ± 0,03 ^{13,29,43–45,48,61,64}
75	15	60	6,6 ± 0,2 ^{22,23,26,39,40,42,56,60}	6,3 ± 0,2 ^{22,23,26,39,40,42,60}	2,83 ± 0,05 ^{10,13,14,26,29,44,45,55,61,62,64}	2,78 ± 0,05 ^{13,29,42,44,45,48,61,64}
75	15	65	4,1 ± 0,2 ^{7,8,11,28,30,46,64}	3,9 ± 0,2 ^{7,8,11,28,30,46,64}	2,84 ± 0,04 ^{10,13,14,26,29,43,45,46,55,61,62}	2,78 ± 0,05 ^{13,29,42,43,45,48,61,64}
75	20	50	8,5 ± 0,1 ^{4,13,25,29,41,54,55,61}	8,2 ± 0,1 ^{4,13,29,41,54,55,61}	2,77 ± 0,05 ^{10,13,26,29,43,44,60,61,64}	2,76 ± 0,05 ^{13,29,42–45,48,61,64}
75	20	55	3,8 ± 0,2 ^{8,11,12,28,30,44}	3,6 ± 0,2 ^{8,11,12,28,30,44}	2,96 ± 0,05 ^{10,14,30,44,48,55,62}	3,02 ± 0,02 ^{47,62,63}
75	20	60	2,3 ± 0,1 ^{14,16,31,32,48}	2,2 ± 0,1 ^{14,16,31,32,48}	3,36 ± 0,04 ^{7,8,24}	3,13 ± 0,04 ^{46,63}
75	20	65	2,1 ± 0,2 ^{14–16,31,32,47}	2,0 ± 0,2 ^{14–16,31,32,47}	3,02 ± 0,04 ^{14,30,46,55,62,63}	2,86 ± 0,03 ^{29,42–45,61,62}
80	5	50	15,1 ± 0,1	14,5 ± 0,1	1,10 ± 0,02 ^{1,17,33,}	1,08 ± 0,02 ^{1,17,33,}
80	5	55	14,4 ± 0,4 ^{17,33}	13,8 ± 0,4 ^{17,33}	1,30 ± 0,04 ^{2,18,34}	1,32 ± 0,05 ^{2,18,34}
80	5	60	13,1 ± 0,4 ^{18,19,34,35,37,53}	12,6 ± 0,4 ^{18,19,34,35,37,53}	2,03 ± 0,04 ^{5,21,37,38,53}	1,92 ± 0,03 ^{3–5,19–21,35–37,52,53}

Количество ягод, % (x_1)	Продолжи- тельность обработки, мин (x_2)	Температу- ра обработ- ки, °C (x_3)	Массовая доля частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикате из ягод, %		Общая органолептическая оценка, балл	
			свежих (y_1)	быстрозамороженных (y_2)	свежих (y_3)	быстрозамороженных (y_4)
80	5	65	12,1 ± 0,5 ^{19,21,35-37}	11,6 ± 0,5 ^{19,21,35-37}	2,48 ± 0,04 ^{3,4,9,19,20,25,35,36,40,41,57}	1,99 ± 0,06 ^{3-5,19-21,35-37,51,53}
80	10	50	13,4 ± 0,4 ^{17,18,33,34,51}	12,9 ± 0,3 ^{17,18,33,34,51}	2,04 ± 0,03 ^{5,21,37,38,51,54}	1,98 ± 0,07 ^{3-5,19-21,35-37,51,52}
80	10	55	9,1 ± 0,2 ^{3,4,9,13,25,41,45,55,61}	8,7 ± 0,2 ^{3,4,9,13,25,41,45,55,61}	2,16 ± 0,04 ^{5,6,21,22,38,53,56}	2,16 ± 0,04 ^{6,22,38,55,56}
80	10	60	8,5 ± 0,2 ^{4,13,25,29,41,45,54,61}	8,2 ± 0,2 ^{4,13,25,29,41,45,54,61}	2,95 ± 0,03 ^{10,14,30,43,44,46,48,62}	2,22 ± 0,04 ^{6,22,38-40,54,56}
80	10	65	7,2 ± 0,1 ^{38,39,43,58,59}	6,9 ± 0,1 ^{38,39,43,58,59}	2,24 ± 0,04 ^{6,22,38,54}	2,22 ± 0,04 ^{6,22,38-40,54,55}
80	15	50	10,3 ± 0,2 ^{2,5}	9,9 ± 0,2 ^{2,5}	2,52 ± 0,03 ^{3,4,9,19,20,25,35,36,41,42,52,58}	2,48 ± 0,07 ^{7-9,23-25,41}
80	15	55	7,3 ± 0,2 ^{38,39,56,59}	7,0 ± 0,2 ^{38,39,56,59}	2,64 ± 0,04 ^{4,25,26,36,42,57,59,60,64}	2,61 ± 0,05 ^{13,25,59,60,64}
80	15	60	7,3 ± 0,1 ^{38,39,56,58}	7,0 ± 0,1 ^{38,39,56,58}	2,65 ± 0,02 ^{4,13,26,36,42,58,60,64}	2,60 ± 0,01 ^{7,8,25,58,60,64}
80	15	65	6,1 ± 0,1 ^{6,22-24,26,27,40,42,43}	5,9 ± 0,1 ^{6,22-24,26,27,40,42,43}	2,66 ± 0,02 ^{4,13,26,36,42,58,59,64}	2,60 ± 0,01 ^{7,8,25,58,60,64}
80	20	50	8,9 ± 0,2 ^{3,4,13,25,45,54,55}	8,5 ± 0,2 ^{3,4,13,25,41,45,54,55}	2,78 ± 0,04 ^{10,13,26,29,43-45,64}	2,78 ± 0,04 ^{13,29,42-45,48,64}
80	20	55	5,1 ± 0,1 ^{7,10,24,63,64}	4,9 ± 0,1 ^{7,10,24,63,64}	2,92 ± 0,04 ^{10,14,30,43,44,46,48,55}	2,98 ± 0,03 ^{46,48,63}
80	20	60	4,9 ± 0,1 ^{7,10,24,62,64}	4,7 ± 0,1 ^{7,10,24,62,64}	3,09 ± 0,04 ⁴⁸	3,06 ± 0,04 ^{45,47,62}
80	20	65	4,5 ± 0,1 ^{7,11,28,44,62,63}	4,3 ± 0,1 ^{7,11,28,44,62,63}	2,72 ± 0,05 ^{13,26,29,42,43,45,58-61}	2,69 ± 0,04 ^{13,29,42-45,58-61}

Примечания: различия средних значений в столбце с разными надстрочными цифрами не существенны ($p < 0,05$).

Получены уравнения множественной регрессии, описывающие зависимость от исследуемых факторов содержания частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника:

□ свежих: $y_1 = 18,97 + 0,18x_1 - 0,50x_2 - 0,31x_3$, (2)

□ замороженных: $y_2 = 18,26 + 0,17x_1 - 0,48x_2 - 0,30x_3$, (3)

Анализ значимости факторов уравнений регрессии с помощью критерия Стьюдента (продолжительности и температуры обработки, количества ягод — соответственно $t_{cr} = -27,8$, $t_{cr} = -17,4$ и $t_{cr} = 10,0$) и коэффициентов регрессии (для свежего и быстрозамороженного сырья соответственно $\beta = 18,97$ и $\beta = 18,26$) методом наименьших квадратов показал их достоверность ($p < 0,01$). Проверка качества регрессионных моделей показала их адекватность: критерий Фишера для свежих и быстрозамороженных ягод соответственно $F_{3,188} = 391,42$ и $F_{3,188} = 391,44$, коэффициент корреляции $r = 0,928$, коэффициент детерминации $R^2 = 0,862$, уровень значимости $p < 0,01$.

Получены уравнения множественной регрессии, описывающие зависимость от исследуемых факторов общей органолептической оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника:

□ свежих: $y_3 = -0,04x_1 + 0,10x_2 + 0,08x_3$, (4)

□ замороженных: $y_4 = 1,78 - 0,05x_1 + 0,12x_2 + 0,05x_3$, (5)

Анализ значимости факторов уравнений регрессии с помощью критерия Стьюдента (продолжительности и температуры обработ-

ки, количеством ягод — соответственно для свежего сырья $t_{cr} = 22,18$, $t_{cr} = 18,33$ и $t_{cr} = -9,24$, для быстрозамороженного сырья $t_{cr} = 27,44$, $t_{cr} = 10,52$ и $t_{cr} = -10,67$) и коэффициентов регрессии (для быстрозамороженного сырья $\beta = 1,78$) методом наименьших квадратов показал их достоверность ($p < 0,01$). Проверка качества регрессионных моделей показала их адекватность: критерий Фишера для свежих и быстрозамороженных ягод соответственно $F_{3,316} = 304,42$ и $F_{3,316} = 325,82$, коэффициент корреляции для свежих и быстрозамороженных ягод соответственно $r = 0,862$ и $r = 0,869$, коэффициент детерминации свежих и быстрозамороженных ягод соответственно $R^2 = 0,743$ и $R^2 = 0,756$, уровень значимости $p < 0,01$.

Из карт Парето (Рисунки 1 и 2) видно, что колонки количества ягод, продолжительности и температуры обработки, вне зависимости от состояния (свежие, быстрозамороженные) пересекают вертикальную линию, которая представляет 95%-ную доверительную вероятность, т. е. на количество частиц размером более 0,8 мм и общую органолептическую оценку в полуфабрикатах оказывают воздействие все три варьируемых фактора.

Анализ графических зависимостей (Рисунки 3–5) показал, что в полуфабрикатах из ягод крыжовника массовая доля частиц размером более 0,8 мм не превышала 7%: из свежих — при температуре обработки от 59 до 65 °C, продолжительности обработки от 13 до 20 мин, количестве ягод не более 72%; из быстрозамороженных — при температуре обработки от 55 до 65 °C, продолжительности обработки от 13 до 20 мин, количестве ягод не более 66%.

Анализ графических зависимостей показал (Рисунки 6–8), что в полуфабрикатах из ягод крыжовника общая органолептическая

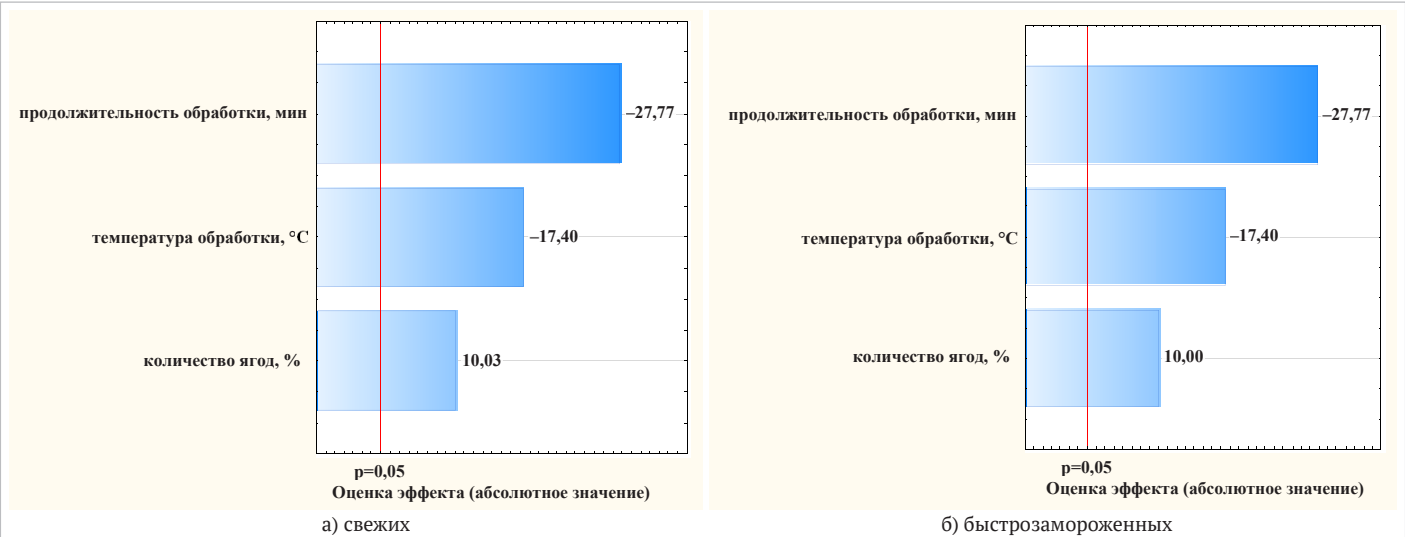


Рисунок 1. Карта Парето массовой доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника
Figure 1. Pareto chart of the mass fraction of particles with a size of more than 0.8 mm in the semi-finished products from gooseberry fruits



Рисунок 2. Карта Парето общей органолептической оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника
Figure 2. Pareto chart of the general organoleptic assessment of the semi-finished products from gooseberry fruits

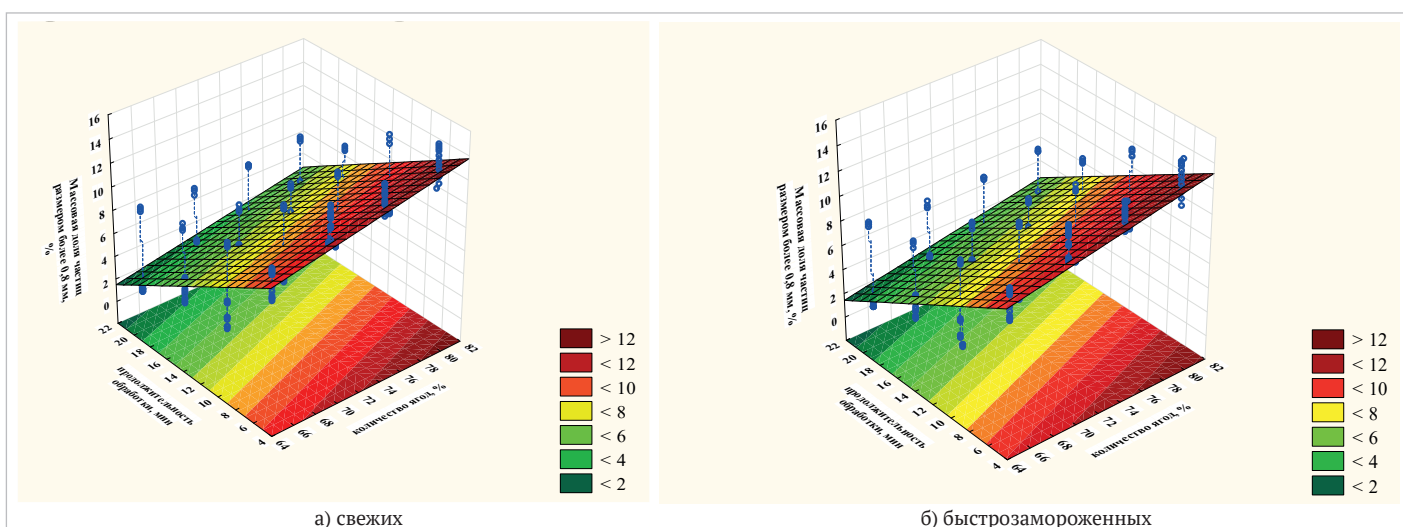


Рисунок 3. Зависимость доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника от количества ягод и продолжительности обработки
Figure 3. Dependence of the proportion of particles with a size of more than 0.8 mm in the semi-finished products from gooseberry fruits on the quantity of berries and duration of processing

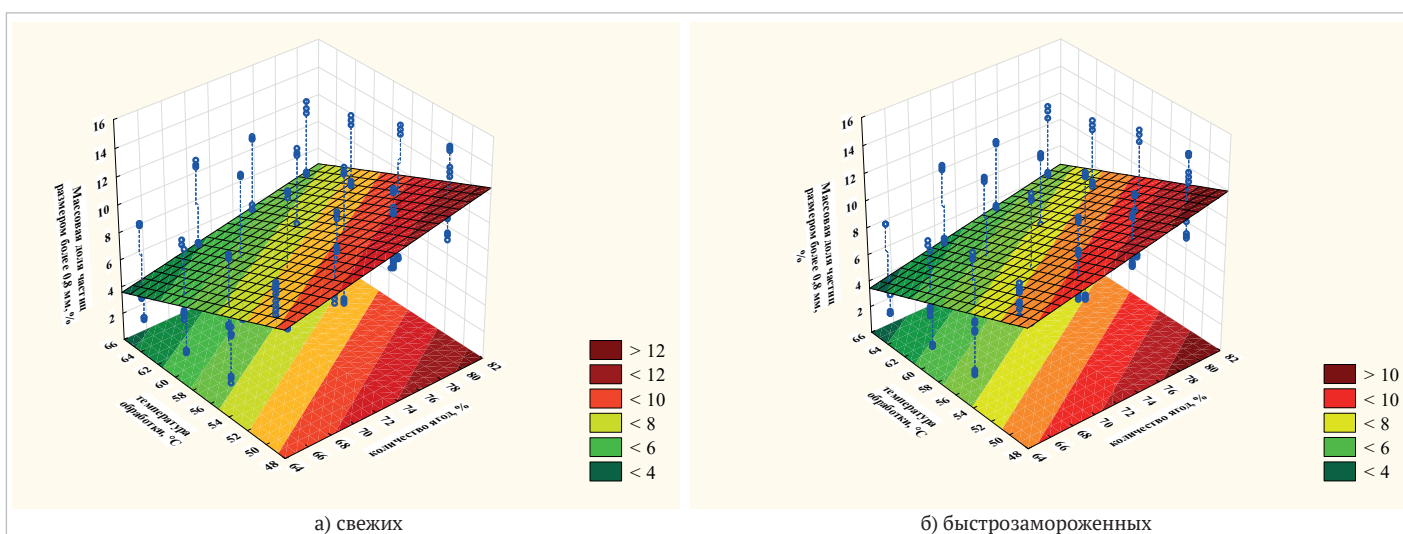
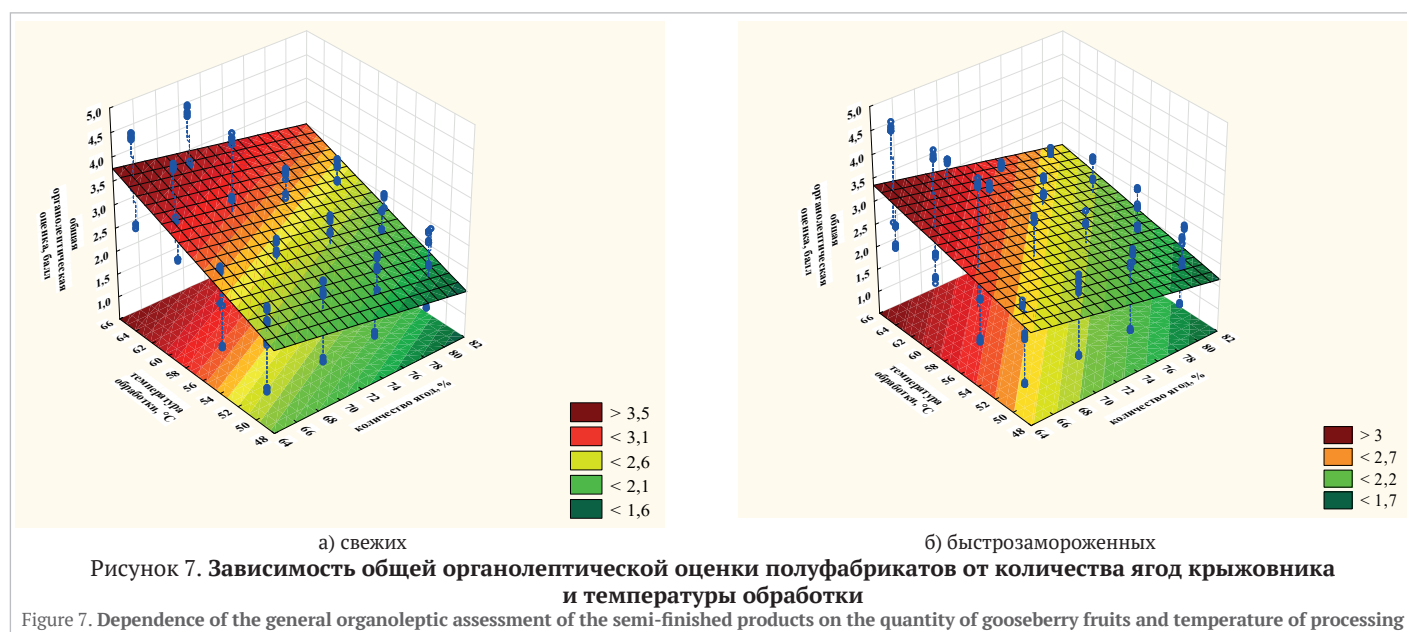
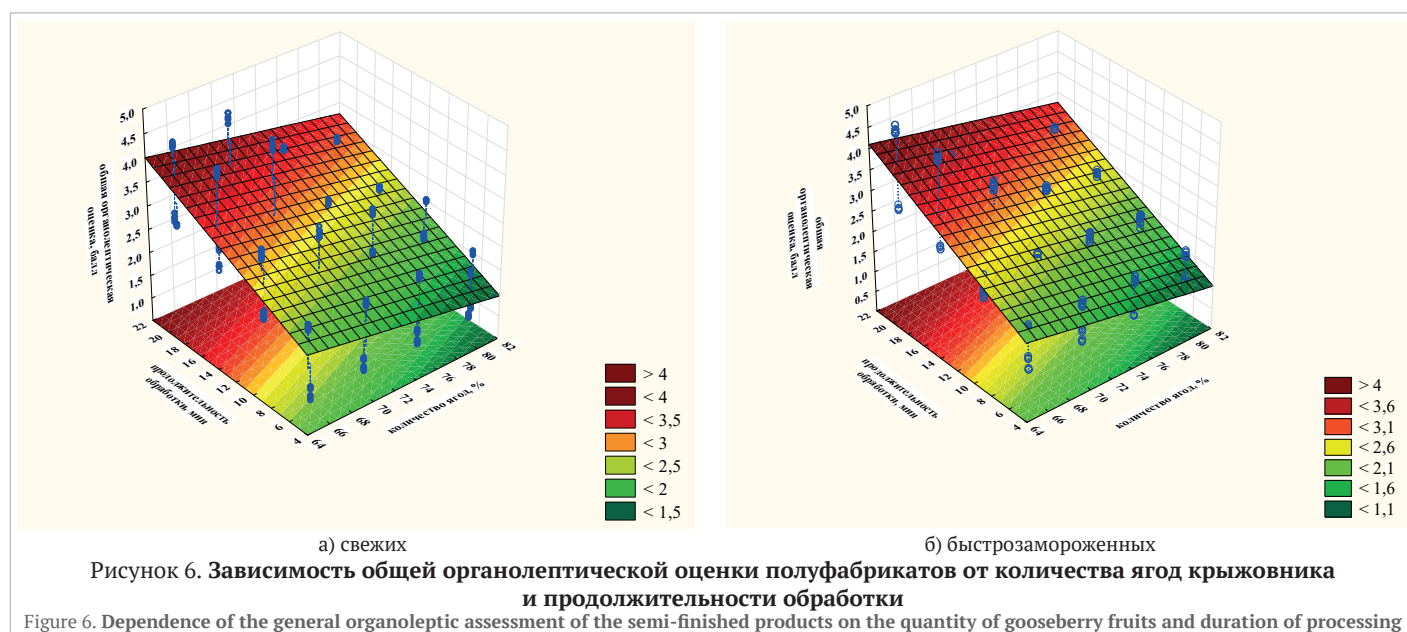
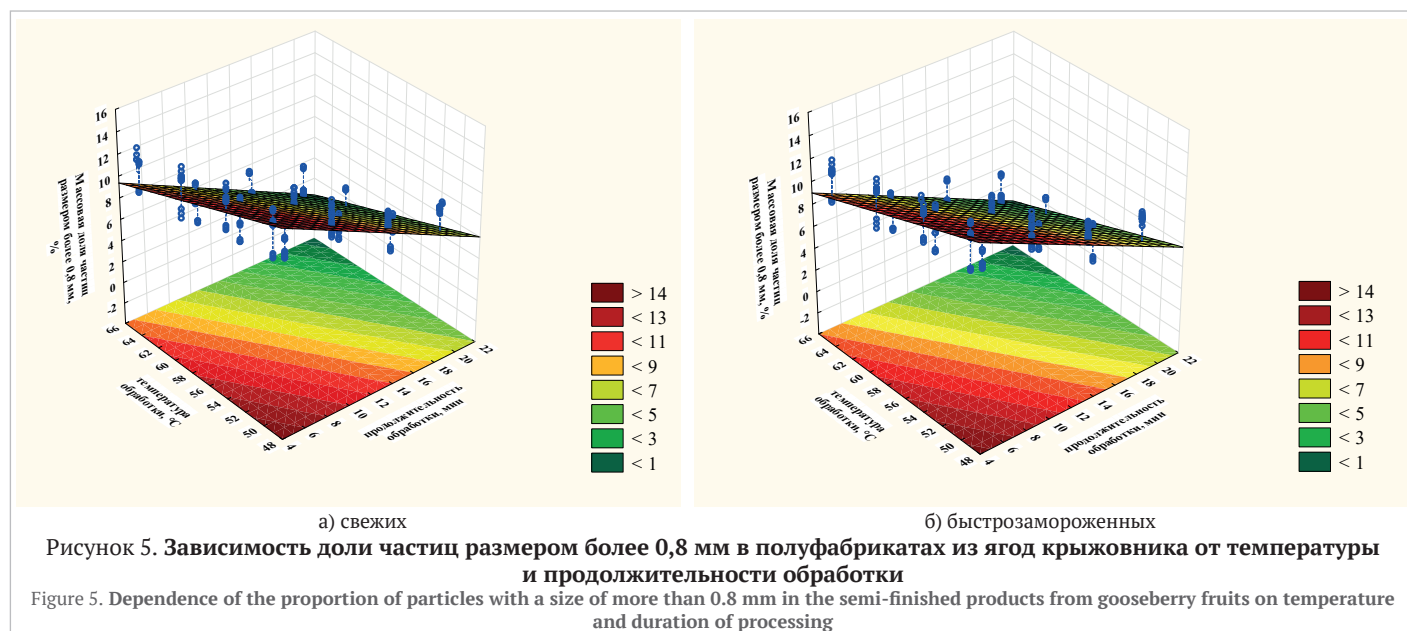


Рисунок 4. Зависимость доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника от количества ягод и температуры обработки
Figure 4. Dependence of the proportion of particles with a size of more than 0.8 mm in the semi-finished products from gooseberry fruits on the quantity of berries and temperature of processing



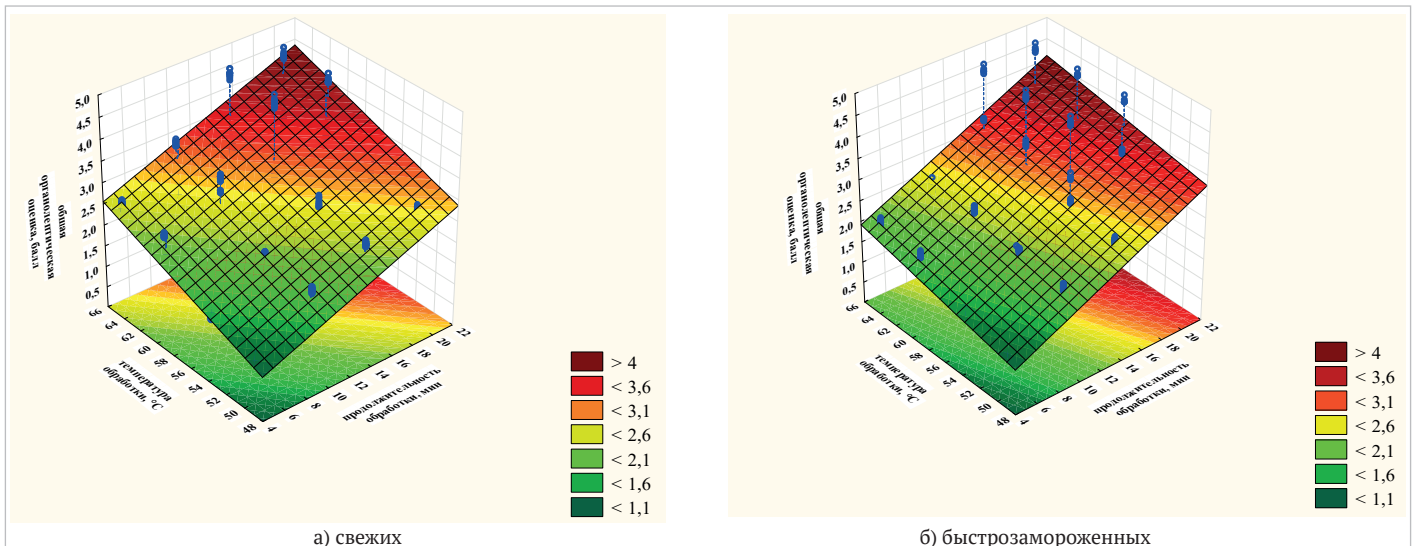


Рисунок 8. Зависимость общей органолептической оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника от температуры и продолжительности обработки

Figure 8. Dependence of the general organoleptic assessment of semi-finished products from gooseberry fruits on temperature and duration of processing

оценка не ниже 3,0 баллов: из свежих — при температуре обработки от 59 до 65 °С, продолжительности обработки от 14 до 20 мин, количестве ягод не более 71%; из быстрозамороженных — при температуре обработки от 58 до 65 °С, продолжительности обработки от 14 до 20 мин, количестве ягод не более 67%.

Далее проведены исследования по изучению влияния сорта и состояния ягод крыжовника, а также технологии изготовления на физико-химические показатели и органолептические характеристики, содержание биологически активных соединений и микроорганизмов полуфабрикатов. Технология изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника: высокотемпературная обработка; с использованием роторного аппарата — обработка смеси ягод (свежих 70%, быстрозамороженных 65%) и воды питьевой с целью получения массы, обладающей регламентируемыми текстурными характеристиками готовой продукции, в течение 15–20 мин при температуре 60–65 °С.

В Таблице 2 представлены результаты исследований физико-химических показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника.

В результате проведенных исследований установили, что на содержание всех исследуемых веществ полуфабрикатов из ягод крыжовника основное влияние оказывал сорт — сила влияния для растворимых сухих и минеральных веществ, сахаров и титруемых кислот соответственно 98,0, 60,1, 99,5 и 98,7% ($p < 0,01$). Из данных Таблицы 2 видно, что полуфабрикаты из ягод крыжовника сорта Розовый 2 характеризовались большим содержанием, по сравнению с продукцией из сорта Сенатор, растворимых сухих и минеральных веществ, сахаров соответственно в среднем в 1,2, 1,1 и 1,6 раз, но уступали — по количеству титруемых кислот в среднем в 1,3 раза.

На содержание титруемых кислот оказывали незначительное влияние технология изготовления и взаимодействие «состояние ягод × технология изготовления» — сила влияния по 0,1% ($p < 0,05$). Количество растворимых сухих веществ в полуфабрикатах зависело не только от сорта, но и технологии изготовления и состояния сырья — сила влияния соответственно 1,4% ($p < 0,01$) и 0,5% ($p < 0,05$). Полуфабрикаты из ягод крыжовника изготовленные по технологии,

предусматривающей высокотемпературную обработку, содержали большее количество растворимых сухих веществ и титруемых кислот, соответственно в среднем 1,02 и 1,01 раз, чем продукция, полученная по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом.

На содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника растворимых сухих и минеральных веществ, сахаров взаимодействия исследуемых факторов оказывали случайное воздействие, также как и на содержание сахаров и минеральных веществ — воздействие технологии, титруемых кислот — взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояние ягод × технология изготовления» ($p > 0,05$).

На содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника минеральных веществ состояние ягод оказывало достаточно сильное влияние (сила влияния 36,7%, $p < 0,01$), сахаров и титруемых кислот — незначительное (сила влияния соответственно 0,5 и 1,2%, $p < 0,01$). Продукция, изготовленная из свежих ягод крыжовника, превосходила по содержанию растворимых сухих и минеральных веществ, сахаров и титруемых кислот продукцию из быстрозамороженного сырья соответственно в среднем в 1,01, 1,06, 1,03 и 1,03 раз.

В Таблице 3 представлены результаты исследований биологически активных соединений полуфабрикатов из ягод крыжовника.

Выявлено, что на содержание в полуфабрикатах пищевых волокон и аскорбиновой кислоты основное влияние оказывал сорт ягод крыжовника (сила влияния соответственно в среднем 89,6 и 89,8%, $p < 0,01$) — в продукции из ягод сорта Розовый 2 в сравнении с сортом Сенатор пищевых волокон меньше в среднем в 1,25 раз, аскорбиновой кислоты больше в 1,62 раз.

Факторы, также оказывающие влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника пищевых волокон, ранжировались следующим образом ($p < 0,01$): состояние сырья (сила влияния 6,3%) > технология изготовления (2,7%) > взаимодействие «состояние ягод × технология изготовления» (1,2%). Факторы, оказывающие основное влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника аскорбиновой кислоты ранжировались следующим образом: технология изготовления (сила влияния 6,0%, $p < 0,01$) > состояние

Таблица 2. Физико-химические показатели полуфабрикатов из ягод крыжовника

Table 2. Physico-chemical indicators of semi-prepared products from gooseberry fruits

Полуфабрикат из ягод			Массовая доля, %			
Сорта	состояния	технологии изготовления	растворимых сухих веществ	сахаров	титруемых кислот	зола
Сенатор	свежие	высокотемпературная обработка	11,7±0,2 ^{e-h}	5,6±0,1 ^{e-h}	2,28±0,02 ^{d-h}	0,61±0,03
	быстрозамороженные		11,6±0,2 ^{e-h}	5,3±0,2 ^{e-h}	2,25±0,01 ^{e-h}	0,58±0,01 ^{eg}
	свежие	с использованием роторного аппарата	11,5±0,1 ^{e-h}	5,6±0,1 ^{e-h}	2,27±0,02 ^{d-h}	0,61±0,02
	быстрозамороженные		11,3±0,1 ^{e-h}	5,4±0,2 ^{e-h}	2,22±0,01 ^{ace-h}	0,58±0,01 ^{eg}
Розовый 2	свежие	высокотемпературная обработка	13,8±0,2 ^{a-d}	8,8±0,1 ^{a-d}	1,81±0,02 ^{a-dfh}	0,66±0,04 ^{bd}
	быстрозамороженные		13,7±0,1 ^{a-d}	8,6±0,1 ^{a-d}	1,76±0,01 ^{a-g}	0,62±0,02
	свежие	с использованием роторного аппарата	13,6±0,1 ^{a-d}	8,8±0,1 ^{a-d}	1,81±0,01 ^{a-dfh}	0,66±0,01 ^{bd}
	быстрозамороженные		13,4±0,1 ^{a-d}	8,6±0,2 ^{a-d}	1,74±0,02 ^{a-g}	0,62±0,03

Примечания: разные строчные буквы в столбце обозначают существенные различия средних значений между полуфабрикатами ($p < 0,05$).

Таблица 3. Биологически активные соединения полуфабрикатов из ягод крыжовника
Table 3. Biologically active compounds of the semi-finished products from gooseberry fruits

Полуфабрикат из ягод			Массовая доля, %	
Сорта	состояния	технологии изготовления	пищевых волокон	аскорбиновой кислоты
Сенатор	свежие	высокотемпературная обработка	2,56 ± 0,02 ^{be-h}	13,751 ± 0,498 ^{be-h}
	быстрозамороженные		2,35 ± 0,02 ^{ac-h}	11,736 ± 0,451 ^{abd-h}
	свежие	с использованием роторного аппарата	2,61 ± 0,02 ^{be-h}	14,411 ± 0,540 ^{be-h}
	быстрозамороженные		2,53 ± 0,03 ^{be-h}	13,935 ± 0,503 ^{a-dg-h}
Розовый 2	свежие	высокотемпературная обработка	2,06 ± 0,03 ^{a-df}	21,504 ± 0,592 ^{a-dgf}
	быстрозамороженные		1,88 ± 0,02 ^{a-gh}	19,182 ± 0,252 ^{a-gh}
	свежие	с использованием роторного аппарата	2,07 ± 0,02 ^{a-df}	23,710 ± 0,479 ^{a-ef}
	быстрозамороженные		2,00 ± 0,01 ^{a-df}	22,697 ± 0,470 ^{a-df}

Примечания: разные строчные буквы в столбце обозначают существенные различия средних значений между полуфабрикатами ($p < 0,01$).

сырья (2,8%, $p < 0,01$) > взаимодействие «состояние ягод × технология изготовления» и «сорт ягод × состояние ягод × технология изготовления» (по 0,7%, $p < 0,01$). Установили, что в полуфабрикатах из ягод крыжовника, изготовленных из свежего сырья, содержится большее количество пищевых волокон и аскорбиновой кислоты, чем из быстрозамороженного — соответственно в среднем в 1,06 и 1,09 раза. В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, по сравнению с высокотемпературной обработкой, содержание пищевых волокон и аскорбиновой кислоты выше соответственно в среднем в 1,04 и 1,13 раза.

На содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника пищевых волокон взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояние ягод × технология изготовления» оказывали случайное воздействие, аскорбиновой кислоты — взаимодействие «сорт ягод × состояние ягод» ($p > 0,05$).

Полуфабрикаты из ягод крыжовника представляли собой по внешнему виду однородную темно-бордовую массу без частиц волокон, кожицы, плодоножек, семян и листьев, с пюреобразной, текучей консистенцией, хорошо выраженными, характерными ягодам крыжовника запахом и вкусом (сладко-кислым для ягод сорта Сенатор и кисло-сладким для ягод сорта Розовый 2), с легкими тонами и привкусами сырья, прошедшего тепловую обработку. Установили, что на формирование органолептических характеристик полуфабрикатов из ягод крыжовника оказывала влияние технология изготовления — сила ее влияния на внешний вид, цвет, текстуру, запах, вкус и послевкусие соответственно 59,3, 73,4, 79,0, 57,9 и 73,0% ($p < 0,01$). Состояние ягод оказывало влияние только на цвет полуфабрикатов, а сорт ягод на запах — сила влияния соответственно 20,1% ($p < 0,05$) и 28,4% ($p < 0,01$). Взаимодействий исследуемых факторов на органолептические характеристики продукции носили случайный характер.

Из данных Таблицы 4 видно, что оценки за органолептические показатели полуфабрикатов из свежих ягод крыжовника выше, чем из быстрозамороженных. Оценки за внешний вид, цвет, текстуру, запах, вкус и послевкусие полуфабрикатов из ягод крыжовника, изготовленных по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, превосходили оценки за продукцию, полученную путем высокотемпературной обработки. Оценки за запах и вкус у продукции, изготовленной из ягод сорта Розовый 2 выше, чем из сорта Сенатор, но за внешний вид, цвет и текстуру находились в пределах стандартной ошибки. Отсутствовали значимые различия между общими органолептическими оценками за полуфабрикаты ($p > 0,05$) — из свежих и быстрозамороженных ягод сорта Сенатор соответственно 4,62 и 4,57 баллов, сорта Розовый 2 соответственно 4,64 и 4,62 баллов. Наблюдаемые различия между средними значе-

ниями общих органолептических оценок исследуемых полуфабрикатов и полученными внутри выбранных интервалов варьирования факторов (Табл. 1) случайны ($p > 0,05$).

Результаты наших исследований биохимического состава и сенсорной оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника согласуются с данными других авторов о том, что они зависят от сорта сырья, количества и параметров операций технологической обработки [24–27]. Продукция, изготовленная из замороженного сырья, содержит большее количество растворимых сухих веществ и сахаров, но меньшее титруемых кислот, минеральных веществ, пищевых волокон и аскорбиновой кислоты, обладает более лучшими органолептическими характеристиками, чем из свежего, что обусловлено физическими, биохимическими и микробиологическими изменениями сырья в процессе замораживания [28–31].

В Таблице 5 представлены результаты исследований микробиологической безопасности полуфабрикатов из ягод крыжовника.

В результате проведенных исследований установили, что основное влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов оказывала технология изготовления — сила влияния соответственно 64,4 и 71,8% ($p < 0,01$). Значительное влияние на содержание исследуемых микроорганизмов оказывало состояние ягод — сила влияния для мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов соответственно 22,9 и 21,4% ($p < 0,01$). На содержание в продукции мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов оказывало влияние также взаимодействия «состояние ягод × технология изготовления» и «сорт ягод × технология изготовления» (сила влияния соответственно 12,2% ($p < 0,01$) и 0,3% ($p < 0,05$), плесневых грибов — сорт и взаимодействие «состояние ягод × технология изготовления» (соответственно 2,4%, $p < 0,01$ и 3,7%, $p < 0,05$). Факторы, оказывающие основное влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника дрожжей ранжировались следующим образом: состояние сырья (сила влияния 53,9%, $p < 0,01$) > технология изготовления и сорт ягод (по 16,6%, $p < 0,01$) > взаимодействие «сорт ягод × состояние ягод» (10,7%, $p < 0,05$). Случайное воздействие оказывали на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов сорт сырья, взаимодействие факторов «сорт ягод × состояние ягод», «сорт ягод × состояния ягод × технология изготовления», плесневых грибов — взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояние ягод», «сорт ягод × состояния ягод × технология изготовления», дрожжей — взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления»,

Таблица 4. Оценка органолептических показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника, балл
Table 4. Assessment of organoleptic indicators of the semi-finished products from gooseberry fruits, points

Полуфабрикат из ягод			Внешний вид	Цвет	Текстура	Запах	Вкус
Сорта	состояния	технологии изготовления					
Сенатор	свежие	высоко-температурная обработка	4,62 ± 0,08	4,58 ± 0,08	4,52 ± 0,08	4,52 ± 0,08 ^f	4,32 ± 0,18
	быстрозамороженные		4,58 ± 0,08	4,54 ± 0,05	4,48 ± 0,08	4,48 ± 0,08 ^{fh}	4,26 ± 0,15 ^f
	свежие	с использованием роторного аппарата	4,68 ± 0,08	4,68 ± 0,08	4,64 ± 0,11	4,62 ± 0,08	4,46 ± 0,13
	быстрозамороженные		4,64 ± 0,11	4,62 ± 0,08	4,58 ± 0,08	4,58 ± 0,08	4,44 ± 0,11
Розовый 2	свежие	высоко-температурная обработка	4,62 ± 0,08	4,58 ± 0,08	4,52 ± 0,08	4,58 ± 0,08	4,38 ± 0,13
	быстрозамороженные		4,58 ± 0,08	4,52 ± 0,08 ^f	4,48 ± 0,08	4,56 ± 0,05	4,36 ± 0,11
	свежие	с использованием роторного аппарата	4,66 ± 0,05	4,70 ± 0,07 ^g	4,62 ± 0,08	4,70 ± 0,07 ^{ac}	4,54 ± 0,11 ^c
	быстрозамороженные		4,74 ± 0,11	4,64 ± 0,09	4,58 ± 0,08	4,64 ± 0,05 ^c	4,50 ± 0,10

Примечания: разные строчные буквы в столбце обозначают существенные различия средних значений между полуфабрикатами ($p < 0,05$).

Таблица 5. Микробиологические показатели полуфабрикатов из ягод крыжовника

Table 5. Microbiological indicators of the semi-finished products from gooseberry fruits

Полуфабрикат из ягод			Среднее количество колоний, КОЕ/г		
Сорта	состояния	технологии изготовления	мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	плесневых грибов	дрожжей
Сенатор	свежие	высокотемпературная обработка	$(31,36 \pm 2,34) \times 10^{2b-dg-h}$	$(8,64 \pm 1,22) \times 10^{b-dg-h}$	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{bdgh}$
	быстрозамороженные		$(12,27 \pm 1,46) \times 10^{abd-gh}$	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{abeh}$	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^a$
	свежие	с использованием роторного аппарата	$(4,09 \pm 0,85) \times 10^{abef}$	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{aef}$	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{dh}$
	быстрозамороженные		$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{abe-f}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{abef}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{ab}$
Розовый 2	свежие	высокотемпературная обработка	$(28,18 \pm 2,21) \times 10^{2b-dg-h}$	$(9,55 \pm 1,29) \times 10^{b-dg-h}$	$(3,63 \pm 0,80) \times 10$
	быстрозамороженные		$(10,91 \pm 1,38) \times 10^{acd-gh}$	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{acd-gh}$	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^a$
	свежие	с использованием роторного аппарата	$(5,46 \pm 0,98) \times 10^{abdef}$	$(3,18 \pm 0,75) \times 10^{aef}$	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^a$
	быстрозамороженные		$(2,27 \pm 0,63) \times 10^{abef}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{abef}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{ab}$

Примечания: разные строчные буквы в столбце обозначают существенные различия средних значений между полуфабрикатами ($p < 0,05$).

«состояния ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояния ягод × технология изготовления» ($p > 0,05$).

Установили, что в полуфабрикатах, изготовленных из ягод сорта Сенатор, содержалось большее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжей, чем из сорта Розовый 2 (соответственно в 1,03 и 1,44 раза), и меньшее — плесневых грибов (в 1,22 раза). В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом, содержалось меньшее количество исследуемых микроорганизмов, чем при высокотемпературной обработке — мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей соответственно в 5,96, 3,32 и 1,44 раза. Количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей в 2,48, 1,83 и 1,95 раз меньше в продукции, изготовленной из быстрозамороженного сырья, а не свежего.

В полуфабрикатах из ягод крыжовника, вне зависимости от сорта и состояния сырья, технологии изготовления, отсутствовали непоробразующие микроорганизмы (бактерии группы кишечных палочек, рода *Salmonella*) из-за своей невысокой термоустойчивости.

Следовательно, полуфабрикаты из ягод крыжовника, вне зависимости от сорта и состояния сырья, технологии изготовления, являлись микробиологически безопасными, поскольку в них присутствовали санитарно-показательные (мезофильно-аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, бактерии группы кишечной палочки), патогенные (бактерии р. *Salmonella*), а также микроорганизмы «порчи» (плесневые грибы и дрожжи) в количестве, не превышающем допустимые уровни (Табл. 1.5 Приложения 2 ТР ТС 021/2011¹²).

Результаты наших исследований согласуются с данными других авторов в том, что микробиологическая стабильность продуктов переработки плодов зависит от используемых сорта сырья и процессов его последующей обработки [27,32–34].

4. Заключение

Актуальным способом переработки плодового сырья, в том числе ягод крыжовника, является изготовление полуфабрикатов, которые

представляют ценный компонент при производстве разнообразных продуктов питания.

Установили, что наибольшее влияние в полуфабрикатах из ягод крыжовника на формирование частиц размером более 0,8 мм оказывала продолжительность обработки, на общую органолептическую оценку из свежего сырья — продолжительность и температура обработки, а из быстрозамороженного сырья — только продолжительность обработки. Определили оптимальные технологические условия изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника, при условии использования оборудования с роторным аппаратом, для достижения требуемых характеристик качества, продолжительность обработки, мин / температура обработки, °С / количество ягод, %: из свежего сырья — 14–20 / 59–65 / не более 72; из быстрозамороженного — 14–20 / 58–65 / не более 66.

Сорт ягод крыжовника оказывал наибольшее влияние на формирование физико-химических показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника, технология изготовления — на содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов, формирование органолептических показателей, состояние сырья — на содержание дрожжей. Большим содержанием растворимых сухих и минеральных веществ, сахаров и аскорбиновой кислоты характеризовалась продукция, изготовленная из ягод крыжовника сорта Розовый 2, титруемых кислот и пищевых волокон — Сенатор. Продукция, изготовленная по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом, характеризовалась наилучшими органолептическими характеристиками (внешним видом, цветом, текстурой, запахом, вкусом и послевкусием) и микробиологической безопасностью (по содержанию мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов, дрожжей) по сравнению с высокотемпературной обработкой. Полуфабрикаты, изготовленные из свежего сырья, характеризовались большим содержанием дрожжей, чем из быстрозамороженного.

Таким образом, ягоды крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 в свежем или быстрозамороженном состоянии перспективно использовать при изготовлении полуфабрикатов по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом. Продолжение исследований целесообразно в направлении разработки продукции из полученных полуфабрикатов, в том числе продуктов функционального и специализированного назначения.

¹²Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) (с изменениями на 25 ноября 2022 года). Утвержден решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Филимонова, Е.Ю., Зайцева Я. Н. (2013). Технологические особенности производства соков с мякотью, пюреобразных и пастообразных продуктов из облепихи. *Ползуновский вестник*, 4–4, 117–120. [Filimonova, E. Yu., Zaytseva Ya. N. (2013). Technological features of production of juice with pulp, puree-like and pasty production. *Polzunovskiy Vestnik*, 4–4, 117–120. (In Russian)]
2. Сенкевич, В.И. (2021). Научные основы режимов финишной стерилизации жидких консервируемых пищевых систем. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*, 2, 53–67. [Senkevich, V.I. (2021). Scientific basis for terminal sterilization of liquid canned food systems. *Processes and Food Production Equipment*, 2, 53–67. (In Russian)] <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2021-14-2-53-67>
3. Промтов, М.А., Степанов, А.Ю., Алешин, А.В. (2015). Методы расчета характеристик роторного импульсного аппарата. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет. 2015. [Promtov, M.A., Stepanov, A. Yu., Aleshin, A.V. (2015). Methods for calculating the characteristics of a rotary pulse apparatus. Tambov: Tambov State Technical University. 2015. (In Russian)]
4. Arya, S.S., More, P.R., Ladole, M.R., Pegu, K., Pandit, A.B. (2023). Non-thermal, energy efficient hydrodynamic cavitation for food processing, process intensification and extraction of natural bioactives: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 98, Article 106504. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106504>
5. Chen, Y., Martynenko, A. (2016). Effect of hydrothermodynamic (HTD) processing on physical and chemical qualities of American cranberry puree using response surface methodology (RSM). *LWT*, 70, 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.054>
6. Nachal, N., Pegu, K., Arya, S.S. (2023). Enhancement of physicochemical stability and reduction in enzyme and microbial activity of apple juice by hydrodynamic cavitation processing. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, Article 100797. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100797>
7. 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*, 2(25), 42А–49. [Ivanets, G.E., Svetkina, E.A., Potapov, A.N. (2012). Use of plant raw materials in the production of aerated milk-based products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2(25), 42А–49. (In Russian)]

8. Mykhailov, V., Zahorulko, A., Zagorulko, A., Liashenko, B., Dudnyk, S. (2021). Method for producing fruit paste using innovative equipment. *Acta Innovations*, 39, 15–21. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.39.2>
9. Голуб, О.В., Чекрыга, Г.П., Мотовилов, О.К., Щербинин, В.В. (2022). Сравнительная оценка качества пюре из плодов шиповника, выработанного разными технологическими способами. *Техника и технология пищевых производств*, 52(2), 310–320. [Golub, O.V., Chekryga, G.P., Motovilov, O.K., Shcherbinin, V.V. (2022). Comparative quality assessment of rose hip puree produced by different technological methods. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(2), 310–320. (In Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2365>
10. Мазалевский, В.Б., Голуб, О.В., Чекрыга, Г.П., Бородай, Е.В., Мотовилов, О.К. (2022). Изучение качества полуфабриката из ядер семян *Pinus sibirica*. *Техника и технология пищевых производств*, 52(4), 665–674. [Mazalevsky, V.B., Golub, O.V., Chekryga, G.P., Borodai, E.V., Motovilov, O.K. (2022). Quality analysis of semi-finished product from *Pinus Sibirica* kernels. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(4), 665–674. (In Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2396>
11. Колтыгина, О.В. (2016). Получение молочных продуктов с использованием продуктов переработки плодов облепихи. *Ползуновский вестник*, 1, 24–28. [Koltuygina, O.V. (2016). Production of dairy products using processed sea buckthorn fruit products. *Polzunovskiy Vestnik*, 1, 24–28. (In Russian)]
12. Попова, Е.И., Хромов, Н.В., Родюков, Е.Ю., Лисова, Е.Н. (2023). Хозяйственно-биологическая оценка плодов крыжовника ЦЧР. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, 2(73), 38–41. [Popova, E.I., Khromov, N.V., Rodyukov, E. Yu., Lisova, E.N. (2023). Economic and biological assessment of gooseberry fruits in the CCHR. *The Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*, 2(73), 38–41. (In Russian)]
13. Титова, Ю.Г., Курашев, О.В. (2022). Качественный анализ российских сортов крыжовника, включенных в Госреестр селекционных достижений. *Современное садоводство*, 3, 24–37. [Titova, Yu.G., Kurashov, O.V. (2022). Qualitative analysis of Russian gooseberry cultivars included in the State Register of Breeding Achievements. *Contemporary Horticulture*, 3, 24–37. (In Russian)] https://doi.org/10.52415/23126701_2022_0303
14. Pluta, S. (2018). Gooseberry — *Ribes uva-crispa*, sin. *R. grossularia* L. — exotic fruits. Academic Press, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00027-7>
15. Акимов, М.Ю., Бессонов, В.В., Коденцова, В.М., Эллер, К.И., Вржесинская, О.А., Бекетова, Н.А. и др. (2020). Биологическая ценность плодов и ягод Российского производства. *Вопросы питания*, 89(4), 220–232. [Akimov, M. Yu., Bessonov, V.V., Kodentsova, V.M., Eller, K.I., Vrzhesinskaya, O.A., Beketova, N.A. et al (2020). Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*, 89(4), 220–232. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>
16. Тиунов, В.М., Вяткин, А.В. (2022). Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья, произрастающих в Свердловской области. *Современная наука и инновации*, 2(38), 124–129. [Tiunov, V.M., Vyatkin, A.V. (2022). Study of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk region. *Modern Science and Innovation*, 2(38), 124–129. (In Russian)] <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.2.13>
17. 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. [Zhbanova, E.V., Zhidekhina, 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 Russian)] <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>
18. Erbil, N., Murathan, Z.T., Arslan, M., İlçim, A. (2021). Comparison of some biochemical content and biological activities of gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) and alpine currant (*Ribes alpinum* L.). *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 197–203. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.907968> (In Turkish)
19. Georgescu, C., Frum, A., Virchea, L.-I., Sumacheva, A., Shamtsyan, M., Gligor, F.-G. et al. (2022). Geographic variability of berry phytochemicals with antioxidant and antimicrobial properties. *Molecules*, 27(15), Article 4986. <https://doi.org/10.3390/molecules27154986>
20. Долматова, О.И. (2021). Изучение реологических свойств структурированного молокосодержащего продукта. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 83(3–89), 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 Russian)]
21. Маслов, А.В., Мингалева, З.Ш., Ямашев, Т.А., Старовойтова, О.В. (2023). Влияние комплексной добавки на цветные характеристики пшеничного и ржано-пшеничного хлеба. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 4(393), 45–51. [Maslov, A.V., Mingaleeva, Z. Sh., Yamashev, T.A., Starovoitova, O.V. (2023). Effect of the complex additive on the color of wheat and rye-wheat bread. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 4(393), 45–51. (In Russian)] <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.8>
22. Gruescu, R.D., Moigradean, D., Dumbrava, D., Moldovan, C., Rivi, A., Poiana, M.-A. (2022). Insights on the use of gooseberries to develop food products with high bioactive properties. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 28(4), 299–304.
23. Мазалевский, В.Б., Мотовилов, О.К. (2020). Исследование микроструктуры полуфабриката из семян амаранта. *Пищевая промышленность*, 3, 47–50. [Mazalevsky, V.B., Motovilov, O.K. (2020). The study of the microstructure of the half-prepared product from amaranth seeds. *Food Industry*, 3, 47–50. (In Russian)]
24. Ağcam, E., Akyıldız, A. (2014). A study on the quality criteria of some mandarin varieties and their suitability for juice processing. *Journal of Food Processing*, 2014(1), Article 982721. <https://doi.org/10.1155/2014/982721>
25. Ferreira, R.M., Amaral, R.A., Silva, A.M.S., Cardoso, S.M., Saraiva, J.A. (2022). Effect of high-pressure and thermal pasteurization on microbial and physicochemical properties of *Opuntia ficus-indica* juices. *Beverages*, 8(4), Article 84. <https://doi.org/10.3390/beverages8040084>
26. Mateescu, A.M., Mureşan, A.E., Puşcaş, A., Mureşan, V., Sestras, R.E., Muste, S. (2022). Baby food purees obtained from ten different apple cultivars and vegetable mixtures: Product development and quality control. *Applied Sciences*, 12(23), Article 12462. <https://doi.org/10.3390/app122312462>
27. Niu, H., Yuan, L., Zhou, H., Yun, Y., Li, J., Tian, J. et al. (2022). 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*, 11(5), Article 632. <https://doi.org/10.3390/foods11050632>
28. Гишева, С.А., Арутюнова, Г.Ю., Сиюхова, Б.Б., Удычак, М.М., Схалыхов, А.А. (2024). Особенности биохимического состава соков и вин, произведенных из замороженного плодового сырья. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*, 1, 79–84. [Gi-sheva, S.A., Arutyunova, G.Y., Siyukhova, B.B., Udychak, M.M., Shalyakhov, A.A. (2024). Features of the biochemical composition of juices made from frozen fruit raw materials. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex — Healthy Food Products*, 1, 79–84. (In Russian)] <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-1-79-84>
29. Егорова, О.С., Акбулатова, Д.Р., Каухчешвили, Н.Э., Грызунов, А.А. (2021). Особенности биохимического состава соков и вин, произведенных из замороженного сырья. *Пиво и напитки*, 1, 36–41. [Egorova, O.S., Akbulatova, D.R., Kaukhcheshvili, N.E., Gryzunov, A.A. (2021). Juices and wines biochemical composition features made from frozen fruit raw materials. *Beer and Beverages*, 1, 36–41. (In Russian)] <https://doi.org/10.24412/2072-9650-2021-1-0007>
30. Nadulski, R., Grochowicz, J., Sobczak, P., Kobus, Z., Panasiewicz, M., Zawislak, K. et al. (2015). Application of freezing and thawing to carrot (*Daucus carota* L.) juice extraction. *Food and Bioprocess Technology*, 8, 218–227. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1395-6>
31. Nthabiseng, L.K., Adeyanju, A.A., Bamidele, O.P. (2023). Effects of frozen of marula fruits (*Sclerocarya birrea*) on chemical, antioxidant activities, and sensory properties of marula fruit juice. *Heliyon*, 9(10), Article e20452. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20452>
32. Гусейнова, Б.М., Асабутаев, И.Х., Даудова, Т.И. (2021). Влияние режимов замораживания, сроков хранения и способов дефростации на микробиологические показатели качества абрикосов. *Техника и технология пищевых производств*, 51(1), 29–38. [Guseynova, B.M., Asabutaev, I.H., Daudova, T.I. (2021). Effect of freezing modes, storage time, and defrosting methods on microbiological quality parameters of apricots. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(1), 29–38. (In Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-29-38>
33. Keller, S.E., Chirtel, S.J., Merker, R.I., Taylor, K.T., Tan, H.L., Miller, A.J. (2004). Influence of fruit variety, harvest technique, quality sorting, and storage on the native microflora of unpasteurized apple cider. *Journal of Food Protection*, 67(10), 2240–2247. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.10.2240>
34. Orqueda, M.E., Torres, S., Verón, H., Pérez, J., Rodríguez, F., Zampini, C. et al. (2021). Physicochemical, microbiological, functional and sensory properties of frozen pulp of orange and orange-red chilo (*Solanum betaceum* Cav.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 276, Article 109736. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109736>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Голуб Ольга Валентиновна — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, отдел пищевых систем и биотехнологий, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук 630501, Новосибирская обл., р. п. Краснообск Тел.: +7-909-529-30-11 E-mail: golubov@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2561-9953 * автор для контактов	Olga V. Golub, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Food Systems and Biotechnologies, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia Tel.: +7-909-529-30-11 E-mail: golubov@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2561-9953 * corresponding author
Мотовилов Олег Константинович — доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, отдел пищевых систем и биотехнологий, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук 630501, Новосибирская обл., р. п. Краснообск Тел.: +7-913-474-32-29 E-mail: motovilovok@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2298-3549	Oleg K. Motovilov, Doctor of Technical Sciences, Docent, Chief Researcher, Department of Food Systems and Biotechnologies, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia Tel.: +7-913-474-32-29 E-mail: motovilovok@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2298-3549
Мотовилова Наталья Владимировна — аспирант, младший научный сотрудник, отдел пищевых систем и биотехнологий, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук 630501, Новосибирская обл., р. п. Краснообск Тел.: +7-913-474-55-26 E-mail: motovilovanv@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2249-7666	Natalya V. Motovilova, Graduate Student, Junior Researcher, Department of Food Systems and Biotechnologies, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia Tel.: +7-913-474-55-26 E-mail: motovilovanv@sfscs.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2249-7666
Давыденко Наталия Ивановна — доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания, Кемеровский государственный университет 650000, Кемерово, ул. Красная, 6 Тел.: +7-905-965-81-22 E-mail: nat1861@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2479-8750	Nataliia I. Davydenko, Doctor of Technical Sciences, Docent, Head of Technology and Organization of Public Catering Department, Kemerovo State University 6, Krasnaya str., Kemerovo, 650000, Russia Tel.: +7-905-965-81-22 E-mail: nat1861@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2479-8750
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.