

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук.

На правах рукописи

Мотовилова Наталья Владимировна

**ОБОСНОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯГОД КРЫЖОВНИКА ДЛЯ
ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Специальность 4.3.3 – Пищевые системы

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Голуб Ольга Валентиновна

Новосибирская область, Новосибирский район,
г.п. рабочий поселок Краснообск - 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1 Потенциал использования ягод крыжовника в пищевой промышленности	9
1.2 Послеуборочное качество плодов	14
1.3 Основные способы консервирования плодового сырья	21
1.3.1 Низкотемпературное воздействие на плодовое сырье	22
1.3.2 Высокотемпературное воздействие на плодовое сырье	26
1.3.3 Перспективы использования роторных аппаратов в технологиях получения пюреобразной продукции	29
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	33
2.1 Организация эксперимента	33
2.2 Объекты и методы исследований	35
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	45
3.1 Исследование качества свежих ягод крыжовника	46
3.1.1. Исследования влияния сорта, температуры и продолжительности хранения на качество ягод крыжовника	49
3.1.2 Исследования влияния сорта, температуры и продолжительности хранения на состав микобиоты свежих ягод крыжовника	58
3.2 Исследование качества консервированных ягод крыжовника	68
3.2.1 Определение влияния процессов замораживания и низкотемпературного хранения на качество ягод крыжовника	69
3.2.1.1 Определение влияния процесса быстрого замораживания на качество ягод крыжовника	69
3.2.1.2 Определение влияния процесса низкотемпературного хранения на изменения качества ягод крыжовника	72
3.2.2 Разработка способа получения полуфабрикатов из ягод крыжовника	82
3.2.2.1 Определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника	83
3.2.2.2 Исследования качества полуфабрикатов из ягод крыжовника.....	93
3.2.2.2.1 Определение влияния сорта и состояния ягод крыжовника, технологии изготовления на качество полуфабрикатов.....	97
3.2.2.2.2 Определение влияния срока хранения на качество полуфабрикатов из ягод крыжовника	102
3.3 Применение ягод крыжовника и продуктов их переработки при изготовлении пищевой продукции	107
3.3.1 Исследование возможности использования ягод крыжовника при изготовлении продукта из сливок	108
3.3.1.1 Разработка балльной системы органолептической оценки продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника.....	109

3.3.1.2 Определение влияния параметров обработки роторным аппаратом и количества ягод крыжовника на формирование органолептических показателей продукта из сливок	113
3.3.1.3 Исследования качества продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника.....	122
3.3.2 Исследование возможности использования полуфабриката из ягод крыжовника при изготовлении пастилы	129
3.4. Практическая реализация результатов исследований	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ.....	144
ПРИЛОЖЕНИЯ	173

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В последние годы отмечено возрастающее внимание к использованию в питании человека локальной сельскохозяйственной продукции аутентичной для региона произрастания, позволяющей скорректировать монотонность рационов за счет уникальности биоактивного состава, создать позитивный образ традиций и подлинности продукции, обеспечить экономическую устойчивость регионов и местных производителей пищевой продукции.

По данным Федеральной службы государственной статистики, площади крыжовника на территории нашей страны (4530,3 га) занимают пятое место среди ягодников уступая землянике/клубнике, малине/ежевике, смородине и облепихе, на территории Новосибирской области (113,0 га) – шестое, уступая еще и черно-плодной рябине. Ягоды крыжовника имеют уникальный состав, содержат соединения (полисахариды, органические кислоты, пектиновые и минеральные вещества, пр.), обуславливающие оригинальность их органолептических характеристик. При непосредственном употреблении самой ягоды и продуктов ее переработки проявляются биоактивные воздействия на организм человека (антиоксидантное, антибактериальное, противовирусное, пр.).

Обладая значительным ресурсным потенциалом ягоды крыжовника в свежем виде и продукции переработки позволят компенсировать недостаток потребления населением плодов, в том числе ягод, (от 69,8 до 73,3 кг при норме 100 кг), что согласуется с основными стратегическими задачами государственного уровня и обозначенных «больших вызовов» Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» и «Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». Обеспечение продовольственной безопасности требует решения комплекса задач, в том числе за счет создания: отечественной качественной пищевой продукции для формирования рациона здорового питания для всех групп населения, с заданными свойствами (физическими, химическими, биоактивными), имеющими потребительское признание; новых технологических решений при переработке и хране-

нии сельскохозяйственной продукции, сырья, включая сокращение технологических операций (механических, массообменных, тепловых). Следовательно, поиск инновационных путей модернизации / совершенствованию / модификации технологий переработки ягод крыжовника и является актуальным и позволит обеспечить технологическое лидерство в данном направлении.

Степень разработанности темы. Исследованию ягодного сырья, совершенствованию технологий его переработки, использованию в составе пищевых систем посвящены работы Л.Г. Елисеевой, Н.С. Левгеровой, В.Н. Иванца, И.А. Бакина, Е.Д. Рожнова, L.M. Enache, T. Kłapeć, K. Pravallika, G.L. Salazar-Orbea, E. Vitová и др. Значимый вклад в развитие направления исследований биохимического состава ягод крыжовника внесли отечественные (Г.П. Атрощенко, В.С. Ильин, С.Д. Князев, Н.В. Хромов, В.В. Яковенко и др.) и зарубежные (J. Birgi, K. Hempfling, J. Krisch, K.R. Määttä-Riihinen, M.S.D.H. Şahin и др.) ученые. Вместе с тем, исследования по использованию ягод крыжовника при изготовлении пищевой продукции носят неоднородный характер (М.Ю. Акимов, М.Э. Ахмедов, Е.В. Зубова, О.И. Квасенков, Н.Н. Типсина, A. Banaś, I. Davidson, M.M. Jenderek, D. Konrade, A.E. Tokar и др.), ограничивая их промышленное применение. Поэтому важное значение имеют теоретические и практические исследования по расширению области знаний, посвященной созданию продукции из ягод крыжовника путем использования современных технологий переработки.

Цель и задачи исследования. *Цель работы* – обоснование использования ягод крыжовника с регламентированными характеристиками качества для изготовления пищевой продукции с добавленной полезностью.

Для достижения поставленной цели определены следующие *задачи*:

- 1) определить влияние сорта, температуры и продолжительности хранения на изменения показателей качества ягод крыжовника;
- 2) исследовать влияние замораживания и низкотемпературного хранения на качество ягод крыжовника;

3) разработать технологию полуфабрикатов из ягод крыжовника, предусматривающую использование роторного аппарата (МАГ-50), определить показатели качества и срок хранения;

4) разработать рецептуру и технологию продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника, обосновать показатели качества и срок хранения;

5) исследовать влияние полуфабриката из ягод крыжовника на формирование показателей качества пастилы, определить их стабильность в процессе хранения;

6) разработать нормативно-техническую документацию на новые виды продукции из ягод крыжовника, регламентирующую требования к показателям качества; провести апробацию результатов исследования в условиях производства.

Научная новизна. Работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 4, 11, 16 и 23 Паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3 – Пищевые системы. На основании проведенных экспериментальных исследований:

- впервые установлен и проанализирован состав микобиоты ягод крыжовника вида *Ribes uva-crispa* L., в зависимости от помологического сорта, температуры и продолжительности хранения (п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3);

- предложено технологическое решение, с использованием методологии построения поверхности отклика, по производству полуфабрикатов из ягод крыжовника, включающее применение МАГ-50 (п. 11, 16, 23 Паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3);

- научно обоснованы характеристики качества продукта с добавлением ягод крыжовника с учетом оптимальных технологических условий их получения (п. 11, 16, 23 Паспорта специальности ВАК РФ 4.3.3);

- новизна технических решений подтверждена 2 патентами РФ на изобретения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в расширении научных знаний относительно характеристик качества ягод крыжовника, включая возможность кратковременного

хранения, приемлемость для переработки и использования при разработке пищевой продукции, отвечающей критериям качества и принципам здорового питания.

Практическая значимость работы заключается в разработке комплекта нормативно-технической документации, включающих СТО 00024348-008-2023 «Полуфабрикаты из ягод крыжовника. Технические условия», СТО 00024348-009-2024 «Продукт из сливок повышенной жирности. Технические условия», СТО 00024348-010-2024 «Пастила крыжовенная. Технические условия» и технологические инструкции по производству новой продукции, СТО 00024348-016-2025 «Продукт из сливок повышенной жирности. Методика органолептической оценки». Осуществлена опытно-промышленная апробация разработанной продукции на ООО НПО «Здоровое питание» (Кемеровская обл., Кемеровский р-н, п. Металлоплощадка), ОПХ «Байкальское» филиал СФНЦА РАН (Р. Бурятия, Кабанский р-н, с. Кабанск), ООО «БК» (Тюменская область, г. Тюмень), что подтверждается актами внедрения.

Методология и методы исследования. В работе использовали методологию системного анализа и проектирования, а также общепринятые и специальные методы сбора, обработки и анализа научной информации, физико-химические, органолептические и микробиологические методы исследования ягод крыжовника, продуктов их переработки и с их использованием, методы математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

- комплекс характеристик качества, в том числе состава микобиоты, свежих ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, собранных на биополигоне СФНЦА РАН, обосновывающий возможность их промышленной переработки;
- признаки качества, определяющие пригодность исследуемых ягод крыжовника к замораживанию и последующему низкотемпературному хранению;
- комплекс исследований характеристик качества полуфабрикатов из ягод крыжовника, обосновывающие оптимальные технологические условия их получения;

- результаты научного и практического обоснования использования ягод крыжовника и технологии, предусматривающей использование МАГ-50, при производстве продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника;

- результаты технологической пригодности полуфабрикатов из ягод крыжовника при изготовлении пастилы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов подтверждена значительным объемом экспериментальных данных, полученных не менее чем в трехкратной повторности, статистически обработанного с использованием пакетов компьютерных программ Microsoft Excel 2016 и Statistica 10.

Основные положения и результаты работы докладывались на конференциях различных уровней - международных «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2022), «Трансформация потребительского рынка в контексте приоритизации качества и безопасности товаров и услуг» (Донецк, 2022), «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2024), всероссийских (национальных) «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2023, 2024), «Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство» (Благовещенск, 2024).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 5 - в изданиях, входящих в Перечень ВАК, 2 – в Scopus, 2 патента на изобретения.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, основной части, содержащей обоснование направления исследований, процесс теоретических и экспериментальных исследований, обобщение и оценку результатов исследований, заключения, списка использованных источников информации, приложений. Общий объем работы изложен на 191 странице, включает 29 иллюстраций, 36 таблиц, 201 источник информации, в том числе 94 иностранных, 5 приложений.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Потенциал использования ягод крыжовника в пищевой промышленности

Более 190 природных видов 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). В Сибирском федеральном округе площади культуры составляют, га: Читинская область - 660,5; Красноярский край – 202,8; Омская область – 200,3; Алтайский край – 196,9; Кемеровская область – 178,3; Новосибирская область – 135,4; Тюменская область – 99,8; Иркутская область – 76,6; Республика Хакасия – 40,8; Республика Бурятия – 29,7; Республика Алтай – 11,2; Республика Тыва – 2,6 [39]. В настоящее время 59 сортов крыжовника допущено к использованию на территории нашей страны (на 26.11.2024), из них 24 в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах, относящихся к Сибирскому федеральному округу, сорт (год включения в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию): Русский, Сеянец Лефора, Смена, Челябинский зеленый (1959), Розовый 2 (1971), Красный крупный (1974), Колобок (1988), Черный Черкашина (1991), Надежный (1994), Арлекин, Владил, Сенатор (1995), Берилл (1998), Кооператор, Радужный, Северянин (1999), Любимец, Уральский изумруд (2000), Уральский розовый (2004), Шершеневский (2006), Конфетный (2008), Народный, Фламинго (2009), Яркий (2018) [20].

Плод крыжовника представляет собой настоящую неклимактерическую ягоду, которая может быть, в зависимости от сорта, разной: формы – эллиптической, грушевидной, округлой и т.д.; цвета – красной, зеленой, желтой и т.д.; вкусу – кислой, сладко-кислой, кисло-сладкой и т.д.; массе, аромату, прочности кожицы

и пр. [20, 115]. Также следует отметить, что ягоды крыжовника являются источником многих биохимических соединений (сахаров, пектиновых и минеральных веществ, органических кислот, клетчатки, фенольных соединений, витаминов и др.), которые обуславливают их оригинальные органолептические характеристики, пищевую ценность, направления использования и т.д. Качественно-количественный биохимический состав ягод крыжовника зависит от множества факторов - сорта (генетических особенностей), места произрастания (региона и условий окружающей среды - температуры, влажности, количества осадков и пр.), культурных практик (типа и водоснабжения почвы, обрезки, борьбы с вредителями, пр. [25, 70, 74, 79, 98]. Например, Причко Т.Г. с соавторами, изучив 10 сортов ягод крыжовника в период с 2009 по 2014 гг., произрастающих в СКЗНИИСиВ (г. Краснодар), определили, что наилучшим сортом по вкусу является Кубанец (содержание сахаров и титруемых кислот соответственно 8,5 и 1,15 %), содержанию сложных эфиров, многоатомных спиртов, калия Кубанец (соответственно 11,17, 3,80, 158,6 мг/100 г), флавонолов Кубанец и Память Комарова (соответственно 15,0 и 14,5 мг/100 г), лейкоантоцианов Память Комарова (231,0 мг/100 г), аскорбиновой кислоты и антоцианов Черный лекарь (соответственно 27,8 и 306,4 мг/100 г), Р-активных веществ, альдегидов и кетонов, магния Серенада (соответственно 150,0, 6,62 и 7,60 мг/100 г), ароматических и алифатических спиртов, кальция, железа Родник (соответственно 13,61, 21,80 и 0,54 мг/100 г), алифатических насыщенных кислот Северный капитан (33,12 мг/100 г) [101]; Hempfling K. с соавторами в ягодах крыжовника, произрастающих на юге Германии, идентифицировали 122 летучих соединения, отвечающих за аромат на разных стадиях зрелости – C₆-соединения (например, (Z)-гекс-3-еналь, (E)-гекс-2-еналь), сложные эфиры (например, метилбутаноат, этилбутаноат), кетоны (например, ацетофенон, пентан-2-он), спирты (например, (R)-окт-1-ен-3-ол, бензиловый спирт), альдегиды (например, проп-2-энал, бензальдегид), кислоты (например, уксусная, пропионовая), другие (например, углеводород, β-циклоцитрал) [125]; Virgi J. с соавторами установили, что урожайность и масса ягод крыжовника, выращенных в теплицах южной Патагонии, больше соответ-

ственно в 3,8 и 1,8 раз, чем в открытом грунте, различия содержания сухих веществ и значений активной кислотности – случайны [134]; Määttä-Riihinen K.R. с соавторами определили, что красные ягоды крыжовника, содержащие только цианидины, содержали большее количество растворенных сухих веществ, чем бледно-зеленые или желтые [143].

В последние годы появились исследования, посвященные противомикробной активности ягод крыжовника или продуктов их переработки за счет содержащихся в них биохимических соединений. Например, Krisch J. с соавторами определили, что соки из ягод крыжовника оказывали ингибирующее действие на рост *Candida glabrata* и *C. parapsilosis*, ментоловые экстракты из их выжимок – на *C. glabrata* и *C. lipolytica* [126]; Georgescu C. с соавторами определил, что *S. aureus* оказался чувствительным к экстракту из ягод крыжовника [156]; Erbil N. с соавторами определили, что водные экстракты ягод крыжовника обладают антибактериальной активностью в отношении *B. cereus*, *Bacillus licheniformis*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, не оказывают мутагенного действия в отношении *S. typhimurium* TA 98 и *S. typhimurium* TA 100 [132].

Биоактивное воздействие ягод крыжовника на здоровье объясняется широким спектром содержащихся в нем биохимических веществ - регулируют пищеварение, уровни давления и сахара в крови, укрепляют иммунную систему, увеличивают количество эритроцитов и т.д. [43, 198]. Метаноловые экстракты ягод и листьев крыжовника рассматривают как многообещающий источник для производства препаратов против респираторно-синцитиального вируса [144]. Благодаря антиоксидантному действию на уровень холестерина липопротеидов низкой плотности и антиатеросклеротическому эффекту употребление крыжовника может снизить вероятность возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, содержанию органических кислот - снизить риск болезни Альцгеймера или инсульта, способствовать более активному выведению из организма человека метаболитов эндогенных веществ, а также продуктов распада радиоактивных элементов, цианидина-3-арабинозида – ингибировать основную протеазу SARS-CoV-2, пищевых волокон – выводить радионуклиды и тяжелые металлы [3, 107]. Ягоды

крыжовника предлагается использовать при общей гипоаллергенной диете кормящим матерям с учетом индивидуальной переносимости [72]. Гагкаева З.В. с соавторами предложен антимуtagenный продукт в виде мармелада, основой которого является сок ягод крыжовника [89], а Гумеровым Т.Ю. с соавторами - для питания работающих с амино- и нитросоединениями злаковый батончик, ягоды крыжовника [92].

Ягоды крыжовника представляют большой интерес при изготовлении пищевой продукции, благодаря своему химическому составу, органолептическим характеристикам и т.д. При этом многолетние исследования констатируют такой факт, что для изготовления пищевой продукции могут быть использованы плоды, обладающие определенными характеристиками качества. Например, Рогачевым В.И. с соавторами установлены требования, согласно которым ягоды крыжовника для варенья и компотов должны иметь массу не менее 2 г, обладая при этом однородным цветом, предпочтительно зеленоватым, и размером, минимальным содержанием семян в мякоти, не толстой и не грубой кожицей, ясно выраженным ароматом и приятным вкусом [111]. При этом регламентируются сорта для переработки, произрастающие в центрально-нечерноземных и центрально-черноземных районах, Поволжья и Северного Кавказа России, Белоруссии, Латвии, Эстонии, Литвы и Украины, однако отсутствует информация о сортах, рекомендуемых для переработки из других регионов России. [111]. Следует отметить, что Акимов М.Ю. предлагает относить ягоды крыжовника к продуктам со средним содержанием пищевых волокон (3,0-5,9 г/100 г – сорта Гроссуляр, Малахит, Сливовый, Черномор) и калием (375-749 мг/100 г – сорта Белорусский сахарный, Краснославянский, Машека, Садко, Салют, Сливовый, Черномор), высоким – витамина С (10,5-20,9 мг/100 г) и полифенольных соединений (по антоцианинам – 12,75-25,49 мг/100 г), низким по гликемическому индексу (ниже 40). При этом он отмечает сорт ягод Черномор по содержанию железа, Машека, Садко и Серенада - яблочной кислоты, Машека и Сливовый - для создания специализированной пищевой продукции [4]. Левгеровой Н.С. с соавторами определено, что ягоды крыжовника селекции ВНИИСПК сортов Гроссуляр, Дискавери, Морячок, Некрасов-

ский, Солнечный зайчик пригодны для производства джема, желе и мармелада, содержащих витамин Р [50]. Голуб О.В. с соавторами доказана возможность использования ягод крыжовника сортов Хаутон и Челябинский зеленый, произрастающих на территории Кемеровской области, при изготовлении пюре и соусов на его основе [71, 106]. В настоящее время создаются базы данных биохимических, технических и технологических показателей качества плодов с учетом сортовых особенностей, позволяющие обосновать их целесообразность использования в технологических процессах при производстве пищевой продукции, в том числе функционального и специализированного назначения. Примером является работа Причко Т.Г., которая создала базу, содержащую, в том числе, сведения о 23 сортах крыжовника, произрастающих на Юге нашей страны [109].

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что использование ягод крыжовника при изготовлении пищевой продукции, оказывает положительное влияние на формирование оригинальных характеристик качества молочных и молочносодержащих продуктов, кондитерских изделий, напитков и пр. [21, 26, 34, 51, 52, 62, 64, 84, 85, 86, 88, 90, 93, 102, 105, 131]. Востребованность ягод крыжовника при изготовлении пищевой продукции подтверждается данными Единого реестра сертификатов соответствия и деклараций о соответствии (<https://pub.fsa.gov.ru/rds/declaration> - дата обращения 01.04.2022 г.), согласно которому в обращении на российском рынке может находиться порядка 354 разновидностей пищевых продуктов, изготовленных отечественными производителями, 14,8 % которых находится на территории Сибирского Федерального округа: джемы, варенье, повидло пюре и т.д. (24,0 %) > быстрозамороженный фасованный (12,1 %) > кондитерские изделия и десерты (11,9 %) > свежий фасованный (11,3 %) = наполнители, начинки, концентраты (11,3 %) > сублимированный целый, кусочки, порошок (10,5 %) > компоты, морсы, соки, сиропы и т.д. (9,6 %) > соусы, маринады и приправы (3,4 %) > замороженные полуфабрикаты пирогов, сырников, вареников и пр. (2,3 %) = прочая (аминокислотная смесь, растительное молочко и пр. – 2,3 %) > напитки чайные, заменители кофе и пр. (1,4 %).

Таким образом, ягоды крыжовника, обладающие высокой пищевой ценностью, имеют большой потенциал для применения в пищевых продуктах, а также в питании людей, стремящихся вести здоровый образ жизни.

1.2 Послеуборочное качество плодов

Собранные плоды метаболически активны, в них продолжают процессы созревания и старения, которые необходимо контролировать, чтобы продлить послеуборочное качество. Нарушения управления этими процессами могут привести к серьезным потерям органолептических показателей, пищевой ценности и безопасности свежих плодов [159, 173].

Качество свежих плодов напрямую связано со множеством факторов:

- предуборочными – сорт, место произрастания, культурные практики (рассмотрены в подразделе 1.1);

- сбора урожая – срок созревания плодов: стадия зрелости - техническая (с оптимальными технологическими характеристиками для переработки на определенные продукты) и потребительская (с наилучшим качеством по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти); условия сбора - ручной, механический. В зависимости от цели использования плодов (в свежем виде или для переработки, а также вида последней), проводятся исследования по определению их оптимальной зрелости и условий сбора, например, Антонова Н.В. и Тумаева Т.А. проведены исследования в области получения генотипов земляники садовой, обладающих способностями длительного хранения и хорошей транспортабельностью за счет повышенной прочности плодов [5]; Канарским А.А. и Макарычевым С.В. установлено, что уборка урожая плодов облепихи комбайном снижает себестоимость продукции в 6 раз, увеличивает рентабельность до 10 раз по сравнению с ручной [41];

- послеуборочными – влажность, температура, газовый состав, освещенность, механические травмы, послеуборочные болезни и/или инфекции. Исследования по влиянию различных факторов на качество и сохраняемость плодов про-

водятся во всех странах мира, например: Prange R.K. и Wright A.H. сделали обзор различных источников информации по влиянию температуры, газового состава и влажности на сохранность яблок и груш [189]; Pathare P.B. с соавторами установили, что количество механических повреждений (потертости, нажимы, порезы и пр.) плодов граната возрастает при увеличении уровня воздействия, температуры и продолжительности хранения, а, следовательно, приводит к большим негативным изменениям цвета и физико-химических показателей (твердость, диаметр, скорости дыхания и производства этилена) продукции при последующем хранении [188], пр.

Физиологические процессы, происходящие в плодах после сбора урожая:

- дыхание - ферментативное окисление субстратов в присутствии кислорода до углекислого газа и воды, сопровождающееся выделением энергии. Реакция приводит к изменению химического состава, поскольку в качестве субстратов используются углеводы, белки, липиды, органические кислоты и пр. Дыхание оказывает влияние на плоды из-за: сочетания результирующей восстанавливающей способности и образования аденозинтрифосфата за счет дыхания с реакциями биосинтеза, ведущими к потере качества; потери запасов субстратов; токсических эффектов накопления углекислого газа; повышения температуры продукта за счет респираторного тепла. Частота дыхания зависит от множества внутренних (количества субстрата; размера, формы, морфологии и зрелости клеток; структура кожуры; объема межклеточных пространств; химического состава ткани; пр.) и внешних (температуры; наличие этилена, кислорода и диоксида углерода; света; водного стресса; регуляторов роста; пр.) факторов. Влияние различных факторов на процесс дыхания, а также способов их регулирования, исследуются многими специалистами, например: Хоконовой М.Б. установлено, что повышение концентрации углекислого газа и снижение кислорода в окружающей атмосфере задерживали интенсивность дыхания плодов яблок, груши и лимонов, а, следовательно, процессы созревания и перезревания, что приводило к удлинению сроков их хранения и снижению потерь [119]; Fatchurrahman D. с соавторами определили, что с

увеличением температуры хранения плодов *Lycium barbarum* L., увеличивалась скорость дыхания продукции [155].

- транспирация - процесс массопереноса, при котором водяные пары перемещаются с поверхности продукта в окружающую атмосферу. Скорость транспирации зависит от плода, факторов окружающей среды – структуры кожицы; размера, формы и площади поверхности; разницы давлений водяного пара; движения воздуха; дыхания; стадии зрелости; количества растворенных веществ, присутствующих в продукте; пр. Основные места транспирации у плодов, это устьица, чечевички, волоски, кутикула и пр. Влияние процессов транспирации и водного стресса изучаются многими специалистами, например: Павловским Н.Б. установлено, что плоды голубики позднеспелых сортов из-за потери влаги медленнее теряли массу при хранении, чем раннеспелые, мелких сортов быстрее увядали, чем крупных [80]; Lufu R. с соавторами определили, что температура хранения и относительная влажность воздуха оказывают большое влияние на скорость потери воды плодами, а также на их качество, а также отметили, что плоды с жесткой толстой кожурой (например, граната), более восприимчивы к потере влаги, чем плоды с тонкой и мягкой кожурой (например, яблоки) [167].

- процесс созревания (развития тканей, когда плод достигает оптимального пищевого качества (химического состава, цвета, текстуры и пр.)), следует за физиологической зрелостью и предшествует процессу старения (генетически запрограммированному процессу, вызываемому стрессами (дефицит питательных веществ, воздействие насекомых, пр.) и неблагоприятными условиями окружающей среды), которое приводит к отмиранию. Процессы созревания и старения вызывают физические, химические, ферментативные и другие изменения плодов, носящие деградиционный (распад хлорофилла, гидролиз крахмала, пр.) и синтетический (образование каротиноидов, летучих ароматических веществ, пр.) характер. Подробности изменения состава и морфологии при созревании и старении плодов приведены в различных работах, например: Кумахова Т.Х. и Скоробогатова И.В. определили, что на начальных этапах хранения клетки околоплодника плодов яблок имеют хорошо развитую систему пластид, митохондрий, полярный эндоплазм-

матический ретикулум, многочисленные рибосомы и др., которая на протяжении 6 месяцев практически не изменяется (за исключением вакуолизации), но начинает деградировать после 8 месяцев [48]; Amundsen M. с соавторами обнаружили, что по мере созревания плодов дикой брусники увеличивается количество сахаров и антоцианов, уменьшается содержание органических кислот, флавонолов, производных коричной кислоты, флаван-3-олов [142].

- регуляторные функции фитогормонов (этилен, ауксины, гиббереллин, цитокинины и абсцизин), процессов роста и развития плодов за счет усиления трансляции и экспрессии защитных генов, подавления биосинтеза и метаболизма гормонов, связанных со старением, повышения активности антиоксидантных ферментов и поддержания высокого уровня поглотителей активных форм кислорода и пр. Функции и механизмы модуляции фитогормонов исследуются постоянно, например: Блинниковой О.М. предложено использовать увеличение концентрации эндогенного этилена в атмосфере хранения ягод актинии коломикта как индикатор начала процесса старения и мацерации тканей плодов [9]; Lu W. с соавторами своими исследованиями подтвердили решающую роль абсцизовой кислоты в регулировании процесса созревания плодов клубники в неклиматическом периоде [184].

- физиологические расстройства плодов возникают в результате метаболических нарушений, вызванных множеством внутренних (например, дисбаланс питания) и внешних (например, температура) факторов, вызывают потерю качества (например, цвета), предрасположенность к порче плодов под действием ферментов и разлагающих микроорганизмов. Физиологические расстройства плодов приводятся во многих работах, например: Munne-Bosch S. и Vincent C. акцентируют внимание на такое физиологическое нарушение как «солнечный ожог», поскольку плоды, получившие его, являются источником заражения многими бактериальными и грибковыми возбудителями, что может привести к другим пред- и послеуборочным заболеваниям [174]; Winkler A. с соавторами определили тесную связь между транспирацией плодов черешни и содержание в них кальция – чем ниже первая, тем больше второго [213].

- другие биохимические изменения, вызывающие размягчение тканей, неприятный привкус, потерю пигмента и цвета, снижение количества биологически активных веществ и пр.

Мировое потребление плодов растет, в том числе из-за пропаганды здорового образа жизни, а поскольку, чаще всего, они употребляются в сыром виде, то их рассматривают как один из источников микроорганизмов [195, 211]. Микроорганизмы (бактерии, грибы, вирусы и пр.) могут находиться как на поверхности плодов в виде эпифитов, так и внутри тканей в виде эндофитов. Для микроорганизмов плодов характерны свойства комменсализма, мутуализма, инфекций, сила которых изменяются при воздействии различных факторов (влажности почвы, температуры, механических повреждений и пр.) [170]. Следует отметить, что в настоящее время знаний о микробных сообществах свежих плодов недостаточно, основные направления исследований посвящены болезням растений, коммерчески востребованных овощей или плодов, вызываемых бактериями, грибами и вирусами, а также разработке способов их выявления и предотвращения [215].

Грибной компонент (микобиота) свежих плодов, является неотъемлемой, но менее исследованной частью микробиоты по сравнению с бактериальным компонентом, порядка 25 % всей плодоовощной продукции ежегодно теряется из-за грибковых инфекций в процессе сбора, послеуборочной обработки и последующей переработки [154, 180]. Микобиота плодов может представлять угрозу для здоровья человека, например, микотоксины, вторичные метаболиты мицелиальных грибов, способны вызвать тяжелые системные заболевания, аллергические реакции или инфекции, вызванные условно-патогенными грибковыми возбудителями и пр. [175]. Пораженные грибковыми инфекциями плоды изменяют свои характеристики качества – появляются неприятные запахи, приобретается не характерная для вида или сорта твердость плодов, снижается пищевая ценность, в том числе за счет биологически активных веществ и пр. [154]. На основании вышесказанного проводятся постоянные исследования микобиоты плодов как непосредственно произрастающих, так и в процессе их послеуборочной обработки, переработки и реализации. Например, специалисты Федерального научного центра

им. И.В.Мичурина доказали, что ягоды смородины / земляники садовой / малины разных сортов обладали различным качественно-количественным составом фитопатогенов [17, 30, 49].

Ягоды крыжовника являются неклиматерическими плодами, а, следовательно, относятся к скоропортящейся продукции, научная оценка влияния условий хранения на характеристики качества ограничена [172, 209, 210]. Допустимая продолжительность хранения ягод крыжовника на сырьевой площадке составляет 24-48 ч, а в условиях охлаждаемого склада (при температуре от -0,5 до 2,0 °С, относительной влажности воздуха 86-92 %) 3-5 суток в решетках, коробах, корзинах с максимальной емкостью 4-6 кг [111]. В зарубежной практике ягоды крыжовника хранят в течение 7-10 дней при температуре 0-0,5 °С и относительной влажности 80-85% [123, 198]. При этом нормы естественной убыли в массе ягод крыжовника составляет, в % к массе нетто: при их заготовке и кратковременном хранении на заготовительных (перевалочных) пунктах и сырьевых площадках - под навесом 0,4, в закрытых помещениях 0,3; при перевозке в автомобилях бортовых или с изотермическими кузовами на расстоянии 1-9, 10-25, 26-50, 51-75, 76-100, 101-125, 126-150, 151-175, 176-200, 201-225, 226-250, 251-275, 276-300 соответственно 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3 [111]. Согласно более современным данным, нормы естественной убыли ягод крыжовника при хранении и отпуске в кладовые предприятий общественного питания составляют осенью, зимой и весной по 0,3 %, летом 0,4 %; на базах, складах разного типа в заготовительных пунктах первой, второй (в т.ч. Новосибирская область) и третьей климатической группы осенью в охлаждаемых условиях 0,2 %, неохлаждаемых 0,3 %, первой и второй климатической группах летом в охлаждаемых условиях 0,4 %, третьей 0,3 %, у всех групп в неохлаждаемых условиях летом 0,5 % [100]. Установлено, что для ягод крыжовника сорта Ахиллес (Германия) наилучшим при хранении является сочетание CO₂ и O₂ соответственно 12-15 и 18 % [157], Хаутон и Челябинский зеленый (Кемеровская область, Россия) – срок годности при температуре 16-18 °С и относительной влажности воздуха 80-85 % составляет соответственно не более 4

и 3 суток, при температуре 0-2 °С и относительной влажности воздуха 90-95 % - соответственно не более 15 и 12 суток [106].

В настоящее время практически отсутствуют исследования, посвященные идентификации, формированию и сохранности качества ягод крыжовника, в том числе изучению их микро- и микобиоты (паразитических аскомицетов *Sphaerotheca mors-uvae* Berk. Et Curt. и других фитопатогенов) [53, 104, 183]. Ериной Н.В. с соавторами установлено, что в состав микрофлоры филлоплана растений семейства *Grossulariaceae*, в т.ч. *Grossularia reclinata*, вне зависимости от сезона и продолжительности хранения, входят: грамположительные бактерии *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. polymyxa*, *B. pumilis*, *B. mycoides*, *Paenibacillus polymyxa*, *P. macerans*, *P. humicus*, *Lactobacillus plantarum*, *Kocuria rosea*, *K. kristinae*, *Arthrobacter flavescens*, *A. Album*; грамотрицательные бактерии *Pseudomonas putida*, *Ps. chlororaphis*, *Ps. fluorescens*, *Ps. Syringae*, *Ps. desmolytica*, *Pantoea agglomerans*, *P. dispersa*, *Erwinia amylovora*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*; дрожжи *Cryptococcus albidus*, *C. magnus*, *C. glutinis*, *C. gatti*, *Pichia anomala*, *Candida tolerans*, *Aerobasidium pullulans*, *Rhodotorula glutinis*, *Rh. Rubra*; плесневые грибы *Aspergillus niger*, *Mucor mucedo*, *Mycosphaerella ribis* [28, 29]. Минченя А.А. с соавторами установлен средний размер клеток дрожжей (содержащих полисахариды, волютин, жир), выделенных с поверхности ягод крыжовника 1,6×1,4 мкм [59]. Специалистами Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, Федерального научного центра им. И.В. Мичурина и Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова установлено, что 38 % ягод крыжовника не соответствуют гигиеническому нормативу по содержанию плесневых грибов, в эпифитном составе сырья доминируют грибы рода *Alternaria*, выявлено 8 микотоксинов (тентоксин, дезоксиниваленол, токсин НТ-2, альтернариол, токсин Т-2, фумонизин В2, афлатоксин G1, теназоновая кислота) из 27 исследуемых [31, 46, 58].

Таким образом, с целью получения качественного плодового сырья непосредственно для употребления и переработки необходимо минимизировать потери плодов после их сбора, а, соответственно, следует проводить исследования в

данной области из-за множества факторов (разработки новых сортов, изменения климатических условий, разработки новых видов упаковки и пр.).

1.3 Основные способы консервирования плодового сырья

Свежие плоды относятся к продукции с коротким сроком годности, в том числе из-за восприимчивости к микробному заражению. Переработка свежих плодов позволит не только избежать данного недостатка, но и позволит расширить ассортимент плодовой продукции, обладающей длительным сроком хранения. Основная цель выбора технологии переработки плодов – создание продукции, способной удовлетворить потребительские запросы, прежде всего в безопасной и полезной для здоровья продукции. Безопасность, в том числе полезность продуктов переработки плодов обуславливается, прежде всего, подавлением микробной или ферментативной и неферментативной порчи, а полезность для здоровья – обеспечением сохранности биологически активных соединений.

По способу воздействия на плодовое сырье способы консервирования подразделяют на физические (охлаждение, замораживание, высушивание, стерилизация, пр. – направлены на инактивацию ферментов и микроорганизмов), химические (обработка солью пищевой с добавлением или без органических кислот, дымом и пр. – ослабление деятельности ферментов и микроорганизмов, придание новых органолептических характеристик), биохимические (добавление веществ (например, антибиотиков), с целью усиления эффекта основного способа консервирования или устойчивости при хранении, формирование новых органолептических характеристик) и комбинированные. В результате консервирования плодового сырья получают полуфабрикаты, готовые к дальнейшей переработке, и готовые к употреблению продукты.

Воздействия высокими и низкими температурами (пастеризация, стерилизация, охлаждение, замораживание) на плодовое сырье являются наиболее распространенными технологиями переработки, поскольку они позволяют получить продукцию, обладающую большой стойкостью, простотой хранения и минималь-

ными изменениями органолептических характеристик исходного сырья при существенном сохранении пищевой ценности [150, 203]. Тепловое (низко- и высокотемпературное) воздействие основано на принципе прекращения жизнедеятельности микроорганизмов и жизненных процессов в продукции под действием физических факторов.

1.3.1 Низкотемпературное воздействие на плодовое сырье

Процесс замораживания представляет собой один из лучших способов консервации плодов. Замораживание оказывает минимальное влияние на изменения характеристик качества (физических, химических, биологических и органолептических) плодов. В процессе замораживания плодов происходит снижение температуры ниже криоскопической и сопровождается льдообразованием. С физической точки зрения растительные ткани рассматриваются как разбавленный водный раствор, который является естественной средой, в которой протекают химические и биохимические реакции, растут и размножаются микроорганизмы, интенсивность которых снижается при кристаллизации воды в процессе замораживания. При этом отмечают, что качество замороженных плодов зависит от множества факторов (качества сырья, предварительной обработки, скорости замораживания и пр.) [127, 135, 191, 206].

Качественные замороженные фрукты требуют качественного сырья. Потенциал замораживания плодов оценивается путем практических испытаний после замораживания, последующих процессов хранения и размораживания. Пригодность видов и сортов плодов, их стадии зрелости, условий сбора и послеуборочной обработки (мытьё, сортировка, нарезка, бланширование, добавление ферментных ингибиторов, осмотическая дегидратация, упаковка и пр.) к замораживанию изучают по физическим (текстура и цвет), физико-химическим (рН, кислотность и растворимые сухие вещества), химическим (летучие вещества, пигменты и полифенольные соединения) показателям, содержанию биологически активных веществ и органо-

лептическим характеристикам (внешний вид, вкус и пр.), активности ферментных систем (полифенолоксидазы, пероксидазы, липоксигеназы и др.).

Отмечают, что скорость замораживания является важным фактором уменьшения повреждений клеток (вызванные растворенными веществами; осмотические, структурные), которые приводят к потерям качества замороженных фруктов, поскольку определяет размер, форму и состояние кристаллов льда. Скорость замораживания может быть медленной (до 1 см/ч) и быстрой (более 1 см/ч). При медленном замораживании во внешней части клеток медленно образуются крупные, острые кристаллы льда гексагональной формы, вызывающие повреждения их структуры, мигрирует вода из клеток под действием осмотического давления, а при размораживании клеточные мембраны повреждаются, вызывая значительные потери влаги, высвобождение ферментативных систем и их субстратов, приводящих к негативным изменениям качества продукции (цвета, текстуры, аромата и пр.). При быстрых скоростях замораживания кристаллы приобретают неправильную (дендритную) и/или округлую формы. На процесс кристаллизации оказывают влияние температура процесса замораживания и концентрация сухих веществ в воде - чем ниже температура, тем мельче величина образующихся кристаллов льда; рост кристаллов затормаживается, до полного прекращения, по мере увеличения концентрации раствора. Первоначальное преимущество, полученное при быстрых скоростях замораживания плодов, может быть потеряно из-за рекристаллизации (рост больших кристаллов за счет малых) из-за возникающих колебаний температуры в процессе хранения и дефростации (таяния), а, следовательно, разницы давлений водяных паров на поверхности кристаллов. Например, цельные плоды могут треснуть. Для замораживания плодов используют различные системы замораживания по материалу теплопередающей среды: в воздухе, в кипящем холодильном агенте и в жидких средах. Процесс осуществляется контактным или бесконтактным способами. Подобные исследования проводились многими специалистами: Коротким И.А. с соавторами в отношении плодов чёрной смородины, облепихи, жимолости, ирги, выращенных на территории Кеме-

ровской области [56]; Гусейновой М.Б. дикорастущих в горах Дагестана ежевики, кизила, мушмулы и облепихи [24]; пр. [6, 7, 204].

В процессе замораживания и последующих хранения и размораживания происходят изменения качества плодов, а именно:

- физические: расширение объема клеток; рекристаллизация; сублимация – потеря влаги за счет испарения с поверхности приводит к образованию светлой зоны (морозильный ожог), неприятного привкуса; пр. [127, 135, 191, 206].

- химические и биохимические, приводящие к: потере исходного цвета – из-за распада клеточных хлоропластов и хромопластов или изменений природных пигментов (хлорофиллов, каротиноидов и антоцианов) или ферментативного окисления фенольных соединений; появлению неприятных запаха и привкуса – из-за активности ферментов (пероксидазы, липоксигеназы, полифенолоксидазы, пектинметилэстеразы); изменению текстуры – из-за химических и биохимических модификаций компонентов клеточной стенки и средней пластинки (пищевых волокон – клетчатки/целлюлозы, гемицеллюлоз, пектинов и пр.); изменению содержания биологически активных соединений – потери витамина С из-за действия фермента аскорбатоксидазы, каротиноидов из-за ферментов пероксидазы, липоксигеназы и каталазы, эллаговой кислоты из-за фермента полифенолоксидазы. Антиоксидантная активность плодов при замораживании, хранении и размораживании может оставаться постоянной, уменьшаться или увеличиваться, поскольку зависит от множества факторов - присутствия и концентрации биоактивных молекул, способных препятствовать окислительным реакциям, предварительной обработки (бланширования, криопротекторов и пр.), пр.; [127, 135, 191, 206].

- микробиологические – из-за присутствия в микрофлоре плодов плесневых грибов, дрожжей, бактерий, в том числе патогенных, вирусов и паразитов, может происходить их рост в процессе медленного замораживания или колебаний температур при хранении и размораживании. Грамотрицательные бактерии (*Salmonella* spp., *Escherichia coli* и др.) более подвержены замораживанию, чем грамположительные (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* и др.). Замораживание не уничтожает *Clostridium botulinum*, его рост отсутствует при температуре хра-

нения в замороженном состоянии ниже -18°C или при низком pH плодов. [127, 135, 191, 206]. Были отмечены случаи гепатита А и норовируса, вызванные замороженными клубникой, малиной, ежевикой, голубикой, гранатом и пр. из Китая, Египта, Марокко, Аргентины, Чили, Мексики, Турции, Республики Сербия и пр. [177, 181].

В отношении ягод крыжовника на территории нашей страны проводятся исследования пригодности ягод крыжовника к замораживанию в зависимости от pomological сорта, места произрастания, метода замораживания и пр. [32, 69, 73]. Например, Авилова С.В. с соавторами установили, в результате проведенных органолептических, микробиологических, химических исследований, что зарубежные (Гюйдо, Винарус, Сеянец Маурера) и российские (Смена, Колобок, Садко) сорта ягод крыжовника могут подвергаться быстрому замораживанию и последующему хранению в течение 9 месяцев [2]; Базарнова Ю.Г. с соавторами – перспективность использования ягод крыжовника сортов Малахит и Русский при изготовлении пищевой добавки, которую можно использовать в качестве красителя и загустителя пищевых систем [8]; Типсиной Н.Н. и Гречишниковой Н.А. – способность замороженных ягод сортов Русский и Пушкинский сохранять свои характеристики качества в течение 6 месяцев хранения при температуре минус 18°C [114]. Определены нормы естественной убыли замороженных ягод крыжовника при хранении в течение 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 месяцев, %: в полиэтиленовых мешках или ящичных поддонах с вкладышами полиэтиленовыми – соответственно 0,12, 0,18, 0,23, 0,28, 0,32, 0,35 и 0,39; в ящичных поддонах с брезентовыми вкладышами – соответственно 0,25, 0,40, 0,53, 0,65, 0,77, 0,87 и 0,97 [100].

В целом можно сделать вывод, что низкотемпературное воздействие на плодовое сырье представляет собой эффективный метод получения качественной продукции, обладающей биологически активными соединениями. Считается, что дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на более детальном анализе отдельных соединений при замораживании, хранении и размораживании, в том числе потому, что в последние годы разрабатываются новые технологии процесса (гидрофлюидизация, соударение, высокое давление, ультразвук, пр.).

1.3.2 Высокотемпературное воздействие на плодовое сырье

Изготовление продуктов переработки плодового сырья, в том числе пюре, предусматривает, в результате проводимых технологических операций (уваривания, подогревания, стерилизации и пр.), прежде всего, высокотемпературную 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. Однако высокотемпературная обработка оказывает негативное воздействие на характеристики качества продукции – изменения органолептических показателей, пищевой ценности и пр. [145, 212].

С целью ограничения высокотемпературных процессов при изготовлении продуктов переработки плодов, в том числе пюре, проводятся исследования по использованию альтернативных технологий, обеспечивающих сохранение ароматических соединений, физиологически ценных компонентов, а также сокращение продолжительности технологического процесса. Одним из направлений исследований является использование нетермических технологий при изготовлении продуктов переработки плодов:

- холодной плазмы - слабоионизированный газ, содержащий свободные радикалы, заряженные и нейтральные частицы, а также возбужденные фотоны, обеспечивающие электрическую энергию; обеспечивает высокую эффективность инактивации роста микроорганизмов, сохранность цвета и антиоксидантных соединений; приводит к образованию нежелательных соединений (озон, активные формы кислорода, пр.);

- высокого давления – давлением выше 100 МПа и до 1000 МПа при низкой температуре (от 5 до 30 °С) в течение от миллисекунд до 20 минут; обеспечивает высокую эффективность против вегетативных клеток и спор бактерий, сохранность термочувствительных витаминов, ароматизаторов и пигментов, отсутствие

образования токсичных соединений; приводит к разрушению клеточной структуры, сырье должно содержать не менее 40 % воды;

- колебательного магнитного поля - предполагает генерацию магнитного поля электромагнитами, которые пропускают колебательный ток с напряженностью поля > 100 Тл и частотой от 5 до 500 кГц в течение от 25 мкс до нескольких миллисекунд для обеззараживания.; обеспечивает высокую эффективность против вегетативных клеток, возможность использования для упакованной и/или целой продукции, отсутствие термического эффекта; может стимулировать нежелательную активность ферментов, не оказывает влияния на ферменты и споры микроорганизмов;

- ультразвука – высокочастотные звуковые волны (около 20 кГц) используются для обработки жидких пищевых продуктов, эффективность зависит от мощности и частоты волны, а также продолжительности воздействия; обеспечивает возможность обработки в труднодоступных местах, отсутствие изменений физико-химически характеристик продукции, инактивацию ферментов, микробных вегетативных клеток и пр.; может приводить к образованию свободных радикалов, негативным изменениям органолептических характеристик продукции, содержанию биологически активных соединений;

- другие. [99, 121, 153, 190].

Например:

- Casas-Junco P.R. с соавторами доказали, что обработку холодной плазмой (30 Вт, 1,5 дм³/мин гелия, 0-16 мин) пюре из джекфрута (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) можно рассматривать как щадящую технологию, поскольку она эффективно ингибирует споры *Aspergillus niger* и общую микробиоту (мезофильные аэробные микроорганизмы, плесени и дрожжи), не оказывает влияния на органолептические (цвет, консистенцию, запах, вкус) и физико-химические (растворимые сухие вещества, pH, титруемую кислотность, цвет поверхности, активность воды, 13 вкусоароматических соединений, в том числе 2-метилпропил-3-метилбутаноат и (2E,4E)-гекса-2,4-диеновая кислота) показатели [146];

- Niu H. с соавторами установили, что обработка пюре из маракуйи высоким давлением (600 Мпа, 5 мин), по сравнению с пастеризацией (85 °С, 30 с) или высокотемпературной обработкой (110 °С, 8,6 с), позволяет получить продукцию с оригинальным цветом, содержанием сахаров, органических кислот и ароматических соединений (эфиров, спиртов и углеводов), а также органолептическими характеристиками. Выявили, что пюре обработанное высоким давлением или пастеризацией обладает высокой сохранностью антиоксидантов (фенолов, биофлавоноидов, витамина С, β -каротина, зеаксантина и ликопина) [141];

- результаты исследований Silva F.V.M. с соавторами позволили проранжировать: эффективность инактивации фермента полифенолоксидазы нетермическими технологиями обработки грушевого, яблочного и клубничного пюре – термозвуковая, 71 °С, 1,3 Вт/г, > термическая, 71 °С > высоким давлением, 600 Мпа, 71 °С (а для грушевого, отмечена нежелательная активация фермента); устойчивость фермента полифенолоксидазы пюре к исследуемым нетермическим технологиям, а, следовательно, последующему ферментативному потемнению – грушевое > яблочное > клубничное [202].

Выбор метода переработки плодов зависит от множества факторов (химического состава сырья, стадии зрелости сырья, пр.). [10, 36, 190]. При этом специалисты отмечают, что для получения продукции с высокими характеристиками качества, в том числе из плодов, инактивированных микроорганизмами и ферментами, желательно использовать два и более метода обработки [99]. Например, Manpozzi С. с соавторами установили, что применение высокотемпературной обработки в сочетании с импульсным электрическим полем или омическим нагревом яблок и моркови позволяет, по сравнению с необработанным сырьем, усилить повреждение клеток тканей, увеличить выход сока (более высокий для обработки импульсным электрическим полем, чем омическим нагревом). Выявлено, что в соках из предварительно обработанной моркови, по сравнению с необработанной, содержание сухих веществ меньше, рН ниже, при этом для сока из яблок не выявлено влияния предварительной обработки на исследуемые показатели. Предварительная обработка моркови приводит к пониженному содержанию в пюре, а по-

следующем и соках, каротиноидов, яблок - повышенному содержанию полифенолов. [197].

Следует отметить, что плодовое сырье в процессе переработки подвергается не только тепловому, но и механическому воздействию, например, постоянному взбалтыванию во время перекачиваний, смешиваний и других операциях, что, в свою очередь, приводит к необратимым структурным изменениям, а, следовательно, к потерям привлекательности для конечного потребителя готовой продукции, даже при сохранности биологически активных соединений.

Таким образом, решение вышеуказанных проблем обеспечивается многими способами, в том числе за счет использования оборудования, способного снизить потери показателей качества переработанной плодовой продукции. Поэтому в данной области проводятся исследования, с целью получения продукции, отвечающей требованиям потребителей.

1.3.3 Перспективы использования роторных аппаратов в технологиях получения пюреобразной продукции

Пюреобразная продукция из плодов или с их использованием представляет собой продукт, полученный из сырья, подготовленного в соответствии с установленной технологией, включающей измельчение, протираание без отделения сока и мякоти (пюре, повидло, соус и пр.). Следовательно, основными технологическими операциями, позволяющими получить пюреобразную продукцию, являются: измельчение, то есть механическое разрушение структуры ткани сырья дроблением или резкой с целью достижения необходимой формы и размера частиц; протираание, то есть отделение измельченной массы плодов от несъедобных частей путем механического продавливания через сита с диаметром ячеек от 3,0 до 0,4 мм; подогревание, то есть термическая обработка сырья (подготовленного продукта) до достижения заданной температуры. Операции по измельчению и протираанию основаны на приложении внешних сил, превышающих молекулярные силы сцепления, то есть это процессы разделения куска на отдельные части, при котором ме-

ханически преодолеваются силы сцепления частиц и образуются новые поверхности [117].

Для осуществления основных технологических операций изготовления пюреобразной продукции используется различное оборудование – дробилки, резательные машины, гомогенизаторы и дезинтеграторы (для тонкого измельчения), протирачные машины, финишеры, диспергаторы, вакуум-аппараты, варочные котлы, пр. [38, 42, 47, 81, 110].

Многими специалистами осуществляются исследования в области создания оборудования для получения высококачественной пюреобразной продукции из плодов или с их использованием, например: Самарского государственного аграрного университета – установка для производства пюре из яблок, состоящая из загрузочного бункера с измельчающим аппаратом, пресс-экструдера [96]; Всероссийского научно-исследовательского института консервной и овощесушильной промышленности - ультразвуковой диспергатор-смеситель, содержащий источник ультразвука, трансформатор упругих колебаний [82]; Таганрогского завода «Прибой» - измельчитель-смеситель, содержащий бункер, рабочую камеру, в которую входит узел, содержащий стационарный нож и установленный на приводном валу ротационный нож [83]; пр.

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 мелкомасштабные пульсации давления, интенсивная кавитация, ударные волны и нелинейные акустические эффекты) - роторные импульсные, роторные с модуляцией потока, роторно-пульсационные акустические [103].

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 [139, 176, 178] – 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 [139, 176, 178] – 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 клюквы), инактивации термостабильных ферментов (например, пектинметилэстеразы, пероксидазы, полифенолоксидазу) с увеличением срока хранения, усилению цвета (например, за счет ускоренной изомеризации каротиноидов апельсиновый сок становится более желтым, ярким и прозрачным, чем свежееотжатый);

- биологическим [139, 176, 178] – 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 ос-

нове 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 [35]; Mykhailov V. 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 [169]; специалистами Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии 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* [37, 112]; 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 [45].

Таким образом, использование роторных аппаратов при изготовлении пюреобразной продукции из плодов или с их использованием представляют собой перспективное направление исследований, поскольку механическое, гидродинамическое и гидроакустическое воздействия, возникающие в процессе их работы, позволяют получить продукты, обладающие высокой пищевой ценностью и длительным сроком хранения.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с поставленной целью и задачами работы в главе приведено описание организации выполнения работы, дана характеристика объектов и методов исследований.

2.1 Организация эксперимента

Экспериментальные исследования в рамках поставленных задач, определенных в диссертационной работе, проводились в период с 2021 по 2025 гг. в технологических и экспериментальных лабораториях Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук. Производственные испытания осуществляли в ООО НПО «Здоровое питание» (Кемеровская обл., Кемеровский р-н, п. Металлоплощадка), ОПХ «Байкальское» филиал СФНЦА РАН (Р. Бурятия, Кабанский р-н, с. Кабанск), ООО «БК» (Тюменская область, г. Тюмень).

В соответствии с целью и поставленными задачами работы выполнены теоретические и экспериментальные исследования. Общая схема проведённых исследований представлена на рисунке 2.1:

1) изначально проводили исследования различных источников информации по теме диссертационной работы для формирования цели и задач диссертационной работы;

2) далее осуществляли исследования характеристик качества ягод крыжовника, собранных на биополигоне Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, а также определяли их изменения в зависимости от сорта, условий и продолжительности хранения;

3) на третьем этапе исследовали характеристики качества консервированных ягод крыжовника:

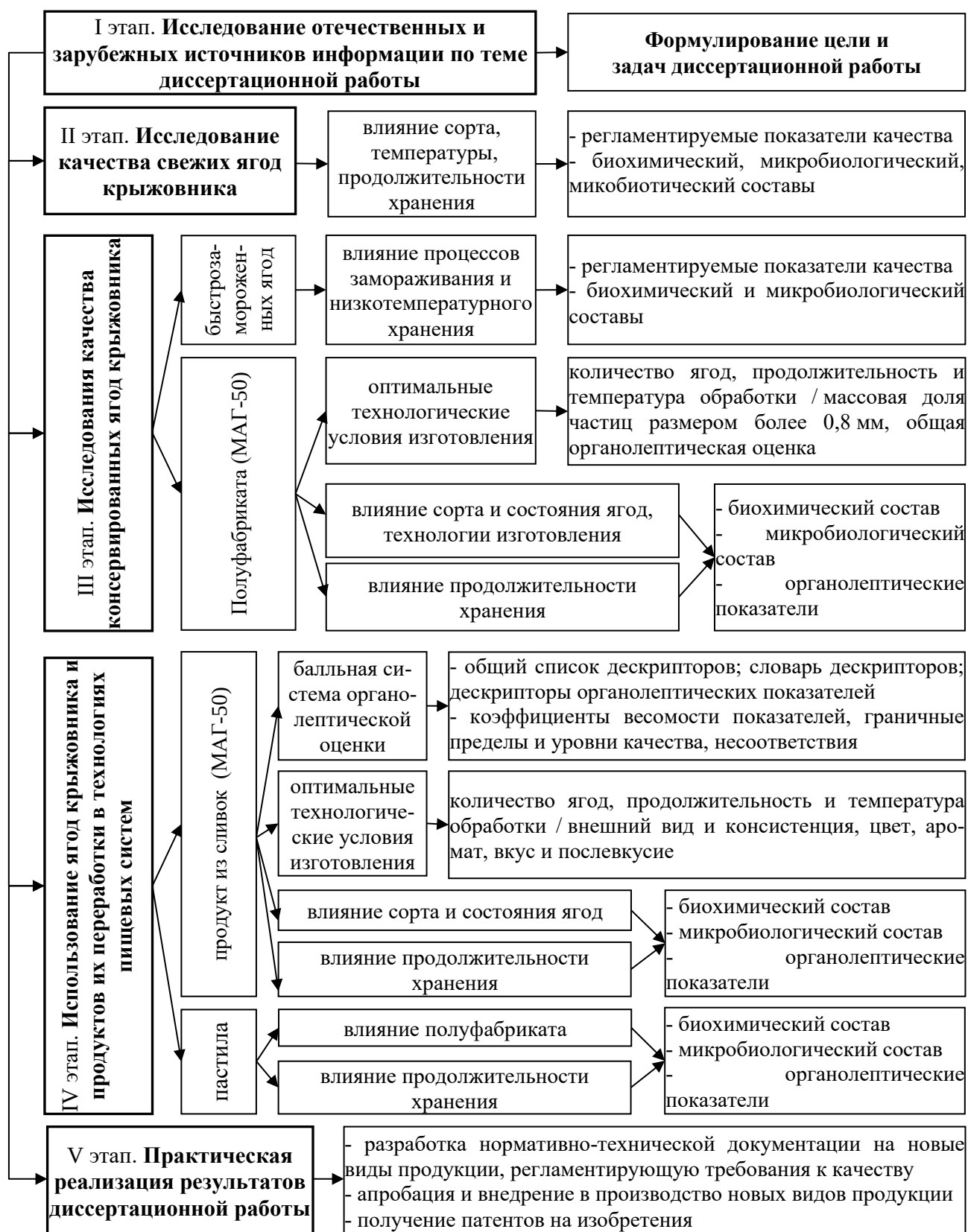


Рисунок 2.1 – Схема проведения экспериментальных исследований

- определяли пригодность исследуемых ягод крыжовника к быстрому замораживанию и последующему низкотемпературному хранению;

- разрабатывали способ производства полуфабриката из ягод крыжовника, предусматривающий использование роторного аппарата, путем: установления оптимальных технологических условий получения продукции; сравнительной оценки характеристики качества продукции, полученной из ягод разных сортов, состояний и технологий изготовления; определения влияния продолжительности хранения на характеристики качества продукции;

4) на следующем этапе определяли возможность использования ягод крыжовника и продуктов их переработки при изготовлении пищевой продукции:

- свежих и быстрозамороженных ягод крыжовника - продукта из сливок, путем: разработки балльной системы органолептической оценки продукции; установления оптимальных технологических условий получения продукции – количества ягодного сырья и параметров обработки роторным аппаратом; определении влияния сорта и состояния ягод на формирование характеристики качества продукции и их изменений в процессе хранения;

- полуфабриката из ягод крыжовника – пастилы, путем: определения влияния разновидности полуфабриката на формирование характеристики качества продукции и их стабильности в процессе хранения;

5) на заключительном этапе осуществили разработку нормативно-технической документации на новые виды продукции из ягод крыжовника (полуфабрикат, продукт из сливок, пастилу), получили патенты на изобретения (полуфабрикат, продукт из сливок), провели апробацию результатов исследования в условиях производства.

2.2 Объекты и методы исследований

При проведении исследований использовались следующие объекты:

1) ягоды крыжовника вида *Ribes uva-crispa* L. культурных 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 агробиотехнологий Российской академии наук. Сбор ягод, в контейнеры без крышки из полиэтилентерефталата массой 500 ± 20 г, осуществляли в сухую погоду, вручную. Хранение ягод осуществляли при параметрах физических воздействий, воспроизводимых при промышленном хранении в складских помещениях: в холодильной камере Polair, сплит-система Belluna U103 (Россия) при относительной влажности воздуха 90-95 % при температуре 18 ± 2 °C и $0,5 \pm 0,5$ °C в обычной атмосфере; в холодильнике «Свияга 445С» (Россия) при относительной влажности воздуха 90-95 % при температуре 4 ± 2 °C в обычной атмосфере.

2) быстрозамороженные ягоды крыжовника. Технологический процесс быстрого замораживания ягод крыжовника ниже криоскопической температуры, сопровождаемый льдообразованием, до достижения внутри продукции, в термическом центре, температуры минус 18 °C со средней скоростью не ниже 0,5 см/ч, осуществлялся путем проведения следующих последовательно выполняемых операций: сортировки (методом негативного отбора), мойки (водопроводной водой), сушки (струей воздуха), замораживания (слой ягод 3-4 см; температура воздуха минус 32 °C), упаковки (пакеты из полиэтилена низкого давления с толщиной пленки 20 мкм массой 500 ± 20 г), хранения (температура минус 18 °C, относительная влажность воздуха не более 95 %). Срок хранения ягод крыжовника в 11 месяцев выбирали исходя из требований нормативной документации (ГОСТ 33823-2016 «Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия») и с учетом коэффициента резерва 1,15 [67]. Дефростация ягод осуществлялась в холодильнике при температуре 4 ± 2 °C в течение 3-4 ч.

3) полуфабрикат из ягод крыжовника. Срок хранения полуфабриката из ягод крыжовника в банках стеклянных типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³ укупоренных крышками типоразмера 1-82-С при температуре 18 ± 2 °C, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте в 30 месяцев выбирали исходя из требований

нормативной документации (ГОСТ 33823-2016 «Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия») и с учетом коэффициента резерва 1,15 [67].

4) продукт из сливок с добавлением ягод (свежих или быстрозамороженных) крыжовника. Продукцию упаковывали банки стеклянных типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 250 см³, укупоривали крышками типоразмера 1-82-С, хранили в течение 7 месяцев с учетом коэффициента резерва 1,15 [67] при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте.

5) пастила. Технологический процесс изготовления пастилы: разливка полуфабриката из ягод крыжовника на сетки из пищевой нержавеющей стали, предварительно выстланные растительным пищевым пергаментом – толщина слоя полуфабриката 10-20 мм; обезвоживание в сушилке инфракрасной Микс-2 (ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН, Россия) при температуре 45-50 °С в течение 8-9 ч до содержания сухих веществ 70-80 %; охлаждение в камере температурой 25-30 °С до температуры массы 18-20 °С; отделение пергаменты; формование дисковыми ножами в виде пластинок, скручивание в трубочки; досушивание до содержания сухих веществ 83-85 %; упаковывание в полипропиленовые стик-пакеты (с одним продольным и двумя поперечными швами); хранение при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не более 70 % в течение 7 месяцев (с учетом коэффициента резерва 1,15 [67]).

При проведении исследований использовались различные методы исследований.

В ягодах крыжовника и продуктах его переработки или с их использованием определяли: массовую долю растворимых сухих веществ – рефрактометрическим методом согласно ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ»; массовую долю сахаров и сахарозы – перманганатным методом согласно ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров»; массовую долю титруемых кислот - методом титрования в присутствии цветного индикатора согласно ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фрук-

тов и овощей. Определение титруемой кислотности»; массовую долю золы – методом, основанном на озолении пробы продукта при температуре 525 ± 25 °С и определении массы золы согласно ГОСТ 25555.4-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы»; массовую долю пищевых волокон (общее содержание, нерастворимых, растворимых) - ферментативно-гравиметрическим методом согласно ГОСТ 34844-2022 «Продукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон»; массовую концентрацию аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом с потенциометрическим титрованием согласно ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С».

В продуктах из сливок определяли содержание: жира согласно ГОСТ 5867-2023 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения жира» кислотным методом; кислотности - ГОСТ Р 54669-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности» индикаторным методом; фосфатазы - ГОСТ 3623-2015 «Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации» по реакции с фенолфтапеинфосфатом натрия.

В пастиле крыжовенной определяли массовые доли влаги, золы (общей и нерастворимой в растворе соляной кислоты) соответственно согласно ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», ГОСТ 5901-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси».

Потери массы ягод крыжовника свежих и быстрозамороженных определяли в процентах к первоначальной массе объектов; влагоудерживающая способность быстрозамороженных ягод – по разности массы замороженных и размороженных объектов, выраженной в процентах к исходной [23].

Массу быстрозамороженных ягод (неравномерных по величине; обесцвеченных или частично обесцвеченных; частично деформированных и растрескивавшихся; с треснувшей кожицей) определяли с помощью весов, класса точности не ниже 4 с пределом взвешивания, соответствующим измеряемой массе.

Массовую долю минеральных примесей в продуктах переработки ягод крыжовника определяли согласно ГОСТ ISO 762-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение содержания минеральных примесей».

Наличие примесей растительного происхождения в быстрозамороженных ягодах определяли согласно ГОСТ 26323-2014 «Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения содержания примесей растительного происхождения».

Наличие посторонних примесей в продуктах переработки ягод крыжовника определяли визуально.

Температуру быстрозамороженных ягод измеряли с помощью цифрового термометра в соответствии с инструкцией по его эксплуатации, погружая температурный датчик в толщу продукта – информацию о температуре считывали после стабилизации показаний термометра.

На основании имеющегося опыта использования роторного аппарата МАГ-50 (ООО «Сибирская катализаторная компания», Россия) установили регламентируемые пределы размера частиц пюреобразной продукции: количество частиц мякоти размером более 0,8 мм не должно превышать 7,0% от общего количества [54]. 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:

$$f = \frac{100 \cdot m_1}{m}, \quad (2.1)$$

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 про-

дукции и технологических условий их получения проводилась по стандартному трехфакторному плану.

При проведении органолептической оценки ягод крыжовника и продуктов их переработки и с их использованием, разработке балльной системы органолептической оценки продукта из сливок принимали участие пять испытателей отдела пищевых систем и биотехнологии, имеющих специальную подготовку и опыт органолептического анализа пищевой продукции - 3 женщины и 2 мужчины в возрасте 40-51 лет.

Внешний вид, степень зрелости, окраску, форму, плотность кожицы и вид экзокарпа, наличие ягод крыжовника с повреждениями и больных, с излишней внешней влажностью, с признаками плесени, загнивших, запаренных, забродивших, со следами химических средств защиты, наличие минеральной примеси (песок, пыль и др.), сельскохозяйственных вредителей и продуктов их жизнедеятельности, а также запах и вкус ягод крыжовника оценивали органолептически согласно ГОСТ 33485-2015 «Крыжовник свежий. Технические условия», величину, привлекательность внешнего вида, вкус, общее впечатление ягод согласно балльной системы [55]. Массовую долю крыжовника, механически поврежденного и с повреждениями мучнистой росой, заплесневелого, загнившего, запаренного, забродившего, со следами химических средств защиты, не соответствующего товарному сорту в процентах от общей массы крыжовника в объединенной пробе вычисляли согласно ГОСТ 33485-2015 «Крыжовник свежий. Технические условия».

Органолептическую оценку продуктов переработки ягод крыжовника или с их использованием осуществляли, используя 5-балльную шкалу:

- быстрозамороженных ягод крыжовника: с учетом коэффициентов весомости - для внешнего вида, цвета замороженной продукции, цвета размороженной продукции, консистенции, запаха, вкуса соответственно 0,17, 0,16, 0,17, 0,16, 0,11, 0,23; уровень качества «отличный», «хороший», «удовлетворительный», «неудовлетворительный» соответственно границы баллов 4,43-5,00, 3,74-4,42, 3,12-3,73, менее 3,12 [12];

- полуфабриката из ягод крыжовника - согласно ГОСТ 8756.1-2017 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема»;

- продукта из сливок— согласно разработанной балльной системы органолептической оценки (подраздел 3.3.1.1). Разработку балльной системы органолептической оценки продукта из сливок проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO 5492-2014 «Органолептический анализ. Словарь», ГОСТ ISO 13299-2015 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля», ГОСТ 33609-2015 «Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе»;

- пастилы крыжовенной: с учетом коэффициентов весомости для формы, поверхности, структуры, цвета, запаха, вкуса соответственно 0,05, 0,10, 0,25, 0,10, 0,15, 0,35; уровень качества «отличный», «хороший», «удовлетворительный», «неудовлетворительный» соответственно границы баллов - 4,21-5,00, 3,21-4,20, 2,21-3,20, менее 2,21 баллов) [19].

Для выявления степени контаминации микроорганизмами ягод использовали метод смыва: 10 г ягод помещали во флакон со 90 см³ физиологического стерильного раствора и вручную встряхивали 15-20 мин, получали разведение 10¹; затем стерильной пипеткой отбирали 1 см³ исходной смывной жидкости и приливали в пробирки к 9 см³ физиологического раствора, получали разведения 10²-10³.

В ягодах крыжовника и продуктах их переработки / с их использованием определяли следующие микроорганизмы:

- мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы - согласно ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов». Для определения количественного обсеменения ягод мезофильно-аэробными и факультативно-анаэробными микроорганизмами проводили глубинные посевы разведений в чашки Петри на мясо-пептонный агар;

- титр присутствия бактерий группы кишечных палочек определяли при посеве в жидкую селективную среду Кесслера с лактозой с учетом газообразования, с дальнейшим пересевом на агаризованную среду Эндо для подтверждения принадлежности выделенных колоний к колиформным бактериям - согласно ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)»;

- наличие бактерий рода сальмонелл - согласно МУ 4.2.2723-10 «Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды» [66] и ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», путем посева разведений в стерильные питательные среды (забуференная пептонная вода, магниевая среда, Висмут-сульфит агар, среда Эндо, среда Клиглер);

- наличие плесневых грибов и дрожжей - согласно ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов». Для количественного присутствия дрожжей и плесневых грибов - в селективную агаризованную среду Сабуро с левомицетином. Родовую принадлежность выросших колоний дрожжей и плесневых грибов устанавливали с газона по репродуктивным органам.

Подсчёт количества колоний микромицетов проводили с нижней стороны чашки Петри. Количественный учёт колоний проводили путем подсчёта выросших колоний, сут: дрожжей - на 3; гифальных грибов – на 5-7, с последующим перерасчётом получившихся средних чисел в 1 г ягод.

Изучение микроморфологии, выделенных изолятов проводили с газона с использованием фазово-контрастной микроскопии через окуляр микроскопа (×400), фотографии с использованием цифрового фотоаппарата. Определение родовой принадлежности микромицетов проводили с использованием определителей [27, 57, 97, 108]. Структуру микобиоты характеризовали по частоте встречаемости представителей выделенных родов и по частоте их доминирования [57, 60].

Для получения достоверных результатов при подсчете количества микроорганизмов использовали стандартные методы согласно ГОСТ Р ИСО 7218-2008

«Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям».

Обилие представителей рода определяли по процентному содержанию изолятов одного рода по отношению к общему числу изолятов. Родовую структуру микобиоты ягод характеризовали по частоте встречаемости выделенных родов и по частоте их доминирования [120].

В продуктах из сливок определяли содержание *Listeria monocytogenes* согласно ГОСТ 32031-2022 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.)», *Staphylococcus aureus* - ГОСТ 30347-2016 «Молоко и молочная продукция. Методы определения *Staphylococcus aureus*», патогенные, в том числе сальмонеллы - ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», бактерии группы кишечной палочки и количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов - ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа», количество плесневых грибов - ГОСТ 30706-2000 «Продукты молочные для детского питания. Метод определения количества дрожжей и плесневых грибов».

Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica 10:

- все экспериментальные определения проводили в трех-пяти повторностях, результаты представляли, как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение;

- используя t-критерий для независимых / зависимых выборок, независимых переменных определяли существенность различий значений ($p < 0,05$);

- трехфакторный дисперсионный анализ применялся для оценки изменений характеристик качества ягод крыжовника (независимые переменные – сорт ягод, температура и продолжительность хранения), текстуры полуфабрикатов из ягод крыжовника (независимые переменные - количество ягод, продолжительность и температура обработки в МАГ-50), характеристики качества полуфабрикатов из ягод крыжовника (независимые переменные – сорт ягод, состояние ягод, технология изготовления), двухфакторный – для оценки характеристик качества продукта из сливок (независимые переменные - сорт и состояние ягод), однофакторный –

для оценки характеристик качества пастилы крыжовенной (независимая переменная – разновидность полуфабриката из ягод крыжовника), изменения характеристик качества полуфабрикатов из ягод крыжовника, продукта из сливок, пастилы крыжовенной (независимая переменная – продолжительность хранения);

- метод Снедекора – для определения силы влияния независимых переменных ($p < 0,05$), тест Тьюки – для сравнения средних значений ($p < 0,05$);

- при разработке технологии полуфабриката из ягод крыжовника и продукта из сливок: множественная регрессия проводилась для определения сопряженности между независимыми и зависимой переменными; используя методологию анализа поверхности отклика проводили исследования по поиску оптимальных технологических условий получения продукции.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Исследование качества свежих ягод крыжовника

Плодоовощное сырье широко используется при изготовлении пищевой продукции. Выбор сырья для производства продуктов, в т.ч. здорового питания, зависит от множества факторов, в том числе от сорта, места произрастания, условий выращивания и сбора и пр.

Для улучшения понимания потенциального использования ягод крыжовника в пищевой промышленности провели исследования по оценке сортов Сенатор и Розовый 2, выращиваемых на биополигоне Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук.

Из данных таблицы 3.1 видно, что исследуемые ягоды крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 по своим характеристикам качества соответствовали требованиям второго товарного сорта согласно ГОСТ 33485-2015 «Крыжовник свежий. Технические условия» по внешнему виду, запаху и вкусу, степени зрелости, количеству ягод, не соответствующих данному товарному сорту. Отметим, что исследуемые ягоды крыжовника: сорта Розовый 2 существенно превосходили ягоды сорта Сенатор по массе 100 ягод ($p < 0,05$) – 7 баллов (579 ± 87 г при норме 401-600 г) против 5 баллов (336 ± 71 г при норме 251-400 г).

Таблица 3.1 – Показатели качества свежих ягод крыжовника

Показатель	Требования ГОСТ 33485-2015 для 2-го товарного сорта	Характеристика /норма ягод крыжовника сорта	
		Сенатор	Розовый 2
Внешний вид	Ягоды свежие, вполне развившиеся, здоровые, чистые, целые, без механических повреждений, повреждений, вызванных сельскохозяйственными вредителями и болезнями, без излишней внешней влажности. Ягоды могут быть разнообразными по размеру и	Ягоды свежие, вполне развившиеся, здоровые, чистые, целые, без излишней внешней влажности; ягоды разнородные по размеру, однородные по окраске; без дефектов формы, утечки сока, с незначительной помятостью	
		- масса одной ягоды – $3,56 \pm 0,71^b$ г	- масса одной ягоды – $5,79 \pm 0,87^a$ г

Показатель	Требования ГОСТ 33485-2015 для 2-го товарного сорта	Характеристика /норма ягод крыжовника сорта	
		Сенатор	Розовый 2
	окраске, допускается смесь крыжовника различных помолологических сортов. Допускаются дефекты при условии, что ягоды сохраняют присущие им характерные признаки качества, сохраняемость и товарный вид: - незначительная утечка сока; - незначительная помятость	- окраска – темно-красная - форма – округлая - кожица – тонкая - экзокарп практически «голый»	- окраска – красная - форма – округло-овальная - кожица – плотная - экзокарп со слабым восковым налетом, без опущения
Запах и вкус	Свойственные данному помологическому сорту, без постороннего запаха и (или) привкуса	Свойственные ягодам крыжовника, нежные, без постороннего запаха и (или) привкуса	
		сладко-кислые	кисло-сладкие
Степень зрелости	Техническая или потребительская для крыжовника, предназначенного для промышленной переработки. Спелые ягоды крыжовника могут быть твердыми	Техническая	
Массовая доля крыжовника, не соответствующего данному товарному сорту, но соответствующего более низкому сорту, %	Не более 10,0	1,2±0,6	2,2±0,6
в т.ч.:			
- механически поврежденного;	10,0	отсутствовали	отсутствовали
- с незначительными повреждениями мучнистой росой;	5,0	отсутствовали	отсутствовали
- не соответствующего второму сорту	10,0	1,2±0,6	2,2±0,6
Примечания: наличие крыжовника запаренного, забродившего, заплесневелого, загнившего, со следами химических средств защиты, минеральной примеси (песок, пыль и др.), сельскохозяйственных вредителей и продуктов их жизнедеятельности – не допускается; по факту – отсутствуют; массовая доля примеси растительного происхождения – не более 0,5 %, по факту – отсутствуют; различия средних значений между сортами в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$)			

В результате проведенной оценки органолептических показателей ягод крыжовника установили (рис. 3.1), отсутствие существенной разницы между исследуемыми сортами ($p > 0,05$) - она выше у сорта Розовый 2 (4,91 баллов) на

2,8 % по сравнению с сортом Сенатор (4,79 баллов) за счет величины ($4,88 \pm 0,08$ против $4,60 \pm 0,10$ баллов, $p < 0,01$), привлекательности внешнего вида ($4,92 \pm 0,08$ против $4,82 \pm 0,21$ баллов, $p > 0,05$), вкуса ($4,88 \pm 0,13$ против $4,82 \pm 0,25$ баллов, ($p > 0,05$), общее впечатление ($4,96 \pm 0,05$ против $4,86 \pm 0,11$ баллов, ($p > 0,05$).

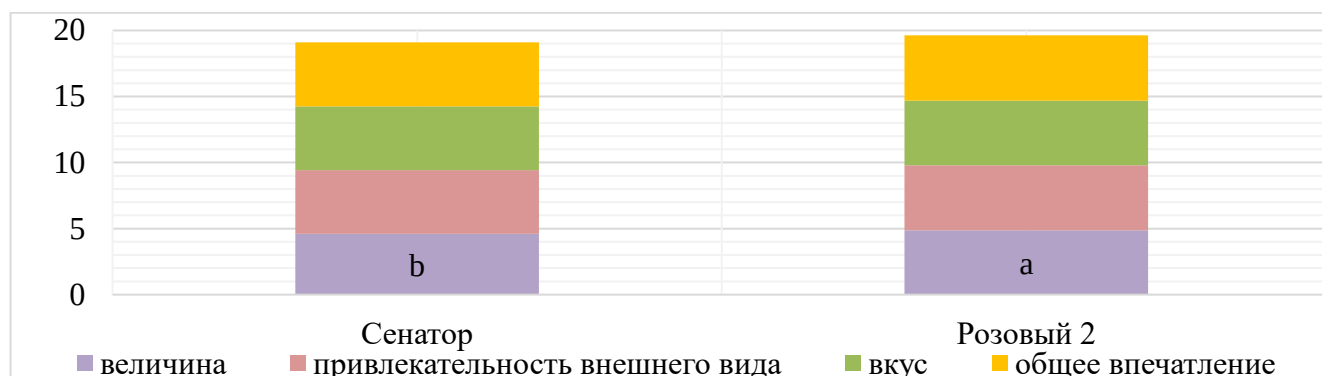


Рисунок 3.1 - Оценка органолептических показателей свежих ягод крыжовника, балл
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны ($p < 0,01$)

В результате проведенных исследований установлено (табл. 3.2), что ягоды крыжовника сорта Розовый 2 содержали в 1,2 раза больше растворимых сухих веществ, по сравнению с сортом Сенатор.

Таблица 3.2 - Биохимический состав ягод крыжовника

Показатель	Сорт ягод Сенатор (a)	Сорт ягод Розовый 2 (b)
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$16,3 \pm 0,7^b$	$19,8 \pm 0,5^a$
Массовая доля сахаров, %, в т.ч. сахарозы, %	$7,8 \pm 0,3^b$ $3,4 \pm 0,1^b$	$12,7 \pm 0,5^a$ $5,5 \pm 0,2^a$
Массовая доля пищевых волокон, %, в т.ч.	$2,92 \pm 0,09$	$2,93 \pm 0,10$
- нерастворимых, %	$1,64 \pm 0,03$	$1,66 \pm 0,02$
- растворимых, %	$1,28 \pm 0,12$	$1,27 \pm 0,09$
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %	$3,6 \pm 0,1^b$	$2,3 \pm 0,1^a$
Массовая доля золы, %	$0,87 \pm 0,03$	$0,94 \pm 0,04$
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	$22,367 \pm 0,955^b$	$36,470 \pm 1,796^a$
Примечания: различия средних значений между сортами в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$)		

В основном растворимые сухие вещества ягод крыжовника обоих сортов представлены моно- и дисахарами (на 47,9 и 64,1 % соответственно для сортов Сенатор и Розовый 2), органическими кислотами (на 22,1 и 11,6 % соответственно для сортов Сенатор и Розовый 2), пищевыми волокнами (на 18,0 и 14,8 % соответ-

ственно для сортов Сенатор и Розовый 2) и минеральными веществами (на 5,3 и 4,7 % соответственно для сортов Сенатор и Розовый 2). Стоит отметить, что основная часть сахаров исследуемых сортов ягод крыжовника, представлена сахарозой (в среднем на 43,5 %), а пищевых волокон - нерастворимыми фракциями (в среднем на 56,5 %). Ягоды крыжовника сорта Розовый 2 в среднем на 38,7 % больше содержали аскорбиновой кислоты, чем сорта Сенатор. Сахарокислотный индекс (соотношение моно- и дисахаридов к органическим кислотам) выше у ягод крыжовника сорта Розовый 2 (5,5 ус.ед.), по сравнению с сорта Сенатор (2,2 ус.ед.).

Согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.), суточная физиологическая потребность мужчин / женщин в простых углеводах составляет 301-551 / 238-435 г, пищевых волокнах 20-25 г, аскорбиновой кислоте 100 мг. 100 г ягод крыжовника исследуемых сортов удовлетворяют суточную потребность в простых углеводах в среднем на 2,6 % для мужчин и на 3,3 % для женщин, пищевых волокнах в среднем на 13,2 %, аскорбиновой кислоте в среднем на 29,4 %.

Следует отметить, что характеристики качества ягод крыжовника исследуемых сортов соответствовали не только требованиям действующей нормативной документации, но и сведениям, представленным Государственным реестре селекционных достижений, допущенных к использованию (<https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/>).

Таким образом, проведенные комплексные исследования (органолептических и физико-химических показателей) позволяют сделать вывод о том, что ягоды крыжовника вида *Ribes uva-crispa* L. сортов Сенатор и Розовый 2, собранные на биополигоне СФНЦА РАН, могут быть использованы в пищевой промышлен-

ности, в том числе при создании продукции, предназначенной для здорового питания. Результаты проведенных исследований опубликованы [63].

3.1.1. Исследования влияния сорта, температуры и продолжительности хранения на качество ягод крыжовника

Ягодам крыжовника, как и другим плодам, при хранении характерны усиления физиологических и физико-химических изменений (транспирация, дыхание, изменение химического состава и пр.), которые приводят к изменениям их характеристик качества за счет обезвоживания и расходованию накопленных органических соединений и пр.

Проведены исследования по определению влияния сорта, температуры и продолжительности хранения на изменения характеристик качества ягод крыжовника. В таблице 3.3, рисунках 3.2 и 3.3 представлены результаты исследований органолептических характеристик ягод крыжовника в процессе хранения.



Рисунок 3.2 – Внешний вид ягод крыжовника сорта Сенатор

Рисунок 3.3 – Внешний вид ягод крыжовника сорта Розовый 2

Установили, что на изменения величины ягод крыжовника в процессе хранения основное влияние оказывали «продолжительность хранения» и «температура хранения», а также их взаимодействие (сила влияния соответственно 51,2, 33,8 и 13,6 %, $p < 0,01$). На изменения данного показателя оказывали влияние также взаимодействия «сорта ягод × температуры хранения», «сорта ягод × продолжительности хранения» (сила влияния соответственно 0,6 и 0,5 %, $p < 0,01$), взаимодействия всех исследуемых факторов (сила влияния 0,2 %, $p < 0,05$). «Сорт ягод» не оказывал значимого влияния на изменения исследуемого

Таблица 3.3 - Изменения оценок за органолептические показатели ягод крыжовника в процессе хранения

Сорт ягод	Температура хранения, °С	Срок хранения, сут			
		0	1	2	3
Величина					
Сенатор	0,5±0,5	4,60±0,10 ^{beijm}	4,40±0,10 ^{aej}	3,98±0,15 ^{dfkn}	3,76±0,15 ^{cfklno}
Сенатор	18±2	4,60±0,10 ^{abijm}	3,96±0,17 ^{cdkn}	3,36±0,17 ^{lo}	1,44±0,11 ^p
Розовый 2	0,5±0,5	4,88±0,08 ^{aem}	4,32±0,08 ^{abe}	3,70±0,16 ^{cdflno}	3,52±0,18 ^{gko}
Розовый 2	18±2	4,88±0,08 ^{aei}	3,88±0,15 ^{cdfk}	3,50±0,16 ^{dgkl}	1,58±0,08 ^h
Привлекательность внешнего вида					
Сенатор	0,5±0,5	4,82±0,21 ^{ei jmn}	4,30±0,07 ^{cfkl}	4,02±0,08 ^{bfln}	3,56±0,11
Сенатор	18±2	4,82±0,21 ^{ai jmn}	4,18±0,15 ^{bcln}	3,14±0,17	1,54±0,11
Розовый 2	0,5±0,5	4,92±0,08 ^{aejmn}	4,72±0,08 ^{aeikmn}	4,48±0,08 ^{bjln}	4,24±0,08 ^{bckfo}
Розовый 2	18±2	4,92±0,08 ^{aeijn}	4,64±0,05 ^{aei-km}	4,00±0,16 ^{cfl}	2,40±0,16
Вкус					
Сенатор	0,5±0,5	4,82±0,25 ^{beijm}	4,62±0,18 ^{aei-km}	3,92±0,13 ^{dfln}	3,70±0,16 ^{cfn}
Сенатор	18±2	4,82±0,25 ^{abijm}	3,96±0,17 ^{cdln}	3,04±0,11 ^o	1,10±0,16 ^p
Розовый 2	0,5±0,5	4,88±0,13 ^{abejm}	4,78±0,13 ^{abeikm}	4,46±0,11 ^{bjl}	4,26±0,13 ^{cfkn}
Розовый 2	18±2	4,88±0,13 ^{abeij}	3,98±0,15 ^{cdf}	3,02±0,11 ^g	1,08±0,15 ^h
Общее впечатление					
Сенатор	0,5±0,5	4,86±0,11 ^{ei-km}	4,48±0,13 ^{kl}	3,86±0,13 ^{fn}	3,50±0,16 ^o
Сенатор	18±2	4,86±0,11 ^{ai-km}	3,88±0,13 ^{cn}	3,06±0,11	1,48±0,13
Розовый 2	0,5±0,5	4,96±0,05 ^{aejm}	4,82±0,08 ^{aeikm}	4,64±0,10 ^{abejl}	4,50±0,12 ^{bk}
Розовый 2	18±2	4,96±0,05 ^{aeij}	4,04±0,11 ^{cf}	3,46±0,11 ^d	0,96±0,11
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами не существенны ($p < 0,05$): a-d – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 ° на 0, 1, 2 и 3 сутки; e-h - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; i-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; m-р - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки					

показателя ($p > 0,05$). В результате проведенных исследований установили, что оценки за величину в процессе хранения снижались, по истечении 1, 2 и 3 суток соответственно при температуре: 18±2 °C – на 17,3, 27,6 и 68,1 %; 0,5±0,5 °C – на 8,0, 19,0 и 23,2 %. Оценки по показателю величина ягоды сорта Сенатор превосходили сорт Розовый 2 в первые 2-е суток хранения при температуре 18±2 °C (в среднем в 1,04 раза), уступая на 3-и сутки (в 1,04 раза). Оценки по показателю величина ягоды сорта Сенатор превосходили сорт Розовый 2 в течение исследуемого периода хранения при температуре 0,5±0,5 °C (в среднем в 1,12 раза).

На изменения привлекательности внешнего вида ягод крыжовника в процессе хранения основное влияние оказывали «продолжительность хранения» и «температура хранения» (сила влияния соответственно 42,3 и 28,4 %, $p < 0,01$). На изменения данного показателя оказывали влияние также «сорт ягод», взаимодей-

ствия «температуры × срока хранения», «сорта ягод × продолжительности хранения» (сила влияния соответственно 15,1, 12,3 и 1,4 %, $p < 0,01$), а также «сорта ягод × температуры хранения» (сила влияния 0,3 %, $p < 0,05$). Взаимодействие исследуемых факторов оказывало случайное воздействие на изменения данного показателя в процессе хранения ($p > 0,05$). Потери оценок за привлекательность внешнего вида по истечении 1, 2 и 3 суток при температуре 18 ± 2 °С соответственно 9,4, 26,7 и 59,5 %, $0,5 \pm 0,5$ °С - соответственно 7,4, 12,7 и 19,9 %. По показателю привлекательность внешнего вида ягоды сорта Сенатор на протяжении исследуемого периода хранения при температуре 18 ± 2 °С уступали ягодам сорта Розовый 2 (в среднем в 1,21 раза). Оценки по показателю привлекательность внешнего вида ягод сорта Сенатор уступали в среднем в 1,10 раз ягодам сорта Розовый 2 в течение исследуемого периода хранения при температуре $0,5 \pm 0,5$ °С.

На изменения вкуса ягод крыжовника в процессе хранения основное влияние оказывали «температура хранения» и «продолжительность хранения», а также их взаимодействие (сила влияния соответственно 49,7, 35,0 и 13,1 %, $p < 0,01$). На изменения данного показателя оказывали влияние также «сорт ягод», взаимодействия «сорта ягод × температуры хранения», взаимодействия всех исследуемых факторов (сила влияния соответственно 1,0, 0,9 и 0,2 %, $p < 0,01$). Взаимодействие «сорта ягод × продолжительности хранения» не оказывало значимого влияния на изменения исследуемого показателя ($p > 0,05$). Потери оценок за вкус ягод по истечении 1, 2 и 3 суток при температуре 18 ± 2 °С соответственно 18,1, 37,5 и 77,5 %, $0,5 \pm 0,5$ °С соответственно - 3,1, 13,6 и 17,9 %. По данному показателю ягоды сорта Сенатор на протяжении исследуемого периода хранения при температуре 18 ± 2 °С превосходили ягоды сорта Розовый 2 (в среднем в 1,02 раза). Оценки по показателю вкус ягод сорта Сенатор уступали в среднем в 1,08 раз ягодам сорта Розовый 2 в течение исследуемого периода хранения при температуре $0,5 \pm 0,5$ °С.

На изменение общего впечатления ягод крыжовника в процессе хранения оказывали влияние все исследуемые факторы ($p < 0,01$): «температура хранения» (сила влияния 45,3 %) > «продолжительность хранения» (34,8 %) > взаимодей-

ствие «температуры × срока хранения» (12,1 %) > «сорт ягод» (3,2 %) > «сорт ягод × температура хранения» (2,5 %) > «сорт ягод × температура хранения × продолжительность хранения» (1,1 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения» (0,4 %). Потери оценок за общую оценку качества по истечении 1, 2 и 3 суток при температуре 18 ± 2 °C соответственно 19,3, 33,6 и 75,2 %, $0,5 \pm 0,5$ °C - соответственно 5,3, 13,4 и 18,5 %. Оценки ягод сорта Сенатор уступали сорту Розовый 2 в первые 2-е суток хранения при температуре 18 ± 2 °C в среднем 1,06 раза и превосходили по истечении 3-х суток в среднем в 1,57 раза. Оценки по показателю общее впечатление ягод сорта Сенатор уступали в среднем в 1,14 раз ягодам сорта Розовый 2 в течение исследуемого периода хранения при температуре $0,5 \pm 0,5$ °C.

Таким образом, наибольшие потери оценок за органолептические показатели характерны для ягод крыжовника, хранение которых осуществлялось при температуре 18 ± 2 °C, а не $0,5 \pm 0,5$ °C, так через 1, 2 и 3 суток они были больше за величину соответственно в среднем в 1,11, 1,12 и 2,41 раза, привлекательность внешнего вида – соответственно в среднем в 1,02, 1,19 и 1,98 раза, вкус - соответственно в среднем в 1,18, 1,38 и 3,65 раза, общую оценку качества - соответственно в среднем в 1,17, 1,30 и 3,27 раза.

Установили, что на массу ягод крыжовника при хранении основное воздействие оказывал «сорт ягод» (сила влияния 96,9 %, $p < 0,01$), а также «температура хранения» и «продолжительность хранения» (сила влияния соответственно 1,2 и 1,0 %, $p < 0,01$), взаимодействие «температуры хранения × срока хранения» (сила влияния 0,8 %, $p < 0,01$). Взаимодействия «сорт ягод × температура хранения», «сорт ягод × продолжительность хранения», «сорт ягод × температура хранения × продолжительность хранения» не оказывали значимого влияния на изменения массы ягод ($p > 0,05$). Из данных таблицы 3.4 видно, что масса ягод в процессе хранения снижалась, по истечении 1, 2 и 3 суток соответственно при температуре: 18 ± 2 °C – на 3,5, 4,8 и 23,3 %; $0,5 \pm 0,5$ °C – на 2,2, 2,7 и 3,9 %. Потери массы ягод сорта Сенатор превосходили потери сорта Розовый 2 в первые 2-е суток хранения при температуре 18 ± 2 °C в среднем в 1,07 раза, на 3-и – в среднем в 1,21 ра-

Таблица 3.4 - Изменения физико-химических показателей ягод крыжовника в процессе хранения

Сорт ягод	Температура хранения, °С	Срок хранения, сут			
		0	1	2	3
Масса ягод, г					
Сенатор	0,5±0,5	3,56±0,71	3,35±0,71 ⁱ⁻ⁿ	3,33±0,70 ^{i-o}	3,29±0,70 ^{i-o}
Сенатор	18±2	3,56±0,71	3,29±0,70 ^{i-o}	3,24±0,69 ^{i-o}	2,41±0,51 ^{i-p}
Розовый 2	0,5±0,5	5,79±0,87 ^{b-df-h}	5,79±0,87 ^{b-df-h}	5,77±0,87 ^{b-df-h}	5,70±0,86 ^{b-df-h}
Розовый 2	18±2	5,79±0,87 ^{b-df-h}	5,73±0,86 ^{b-df-h}	5,66±0,85 ^{cdf-h}	4,76±0,71 ^h
Массовая доля растворимых сухих веществ, %					
Сенатор	0,5±0,5	16,3±0,7 ^{f-p}	16,5±0,7 ^{f-p}	16,5±0,7 ^{f-p}	16,5±0,7 ^{f-p}
Сенатор	18±2	16,3±0,7 ^{f-p}	22,3±1,0 ^{a-eh-kmn}	23,6±1,1 ^{a-eh-p}	33,4±1,5 ^{a-gi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	19,8±0,5 ^{a-h}	19,9±0,5 ^{a-h}	20,0±0,5 ^{a-h}	20,1±0,5 ^{a-egh}
Розовый 2	18±2	19,8±0,5 ^{a-h}	20,0±0,5 ^{a-h}	20,2±0,5 ^{a-egh}	20,6±0,5 ^{a-egh}
Массовая доля сахаров, %					
Сенатор	0,5±0,5	7,8±0,3 ^{f-p}	7,8±0,3 ^{f-p}	7,8±0,3 ^{f-p}	7,8±0,3 ^{f-p}
Сенатор	18±2	7,8±0,3 ^{f-p}	14,7±0,8 ^{a-fh-jm}	16,5±1,0 ^{a-eh-p}	26,4±1,3 ^{a-gi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	12,7±0,5 ^{a-h}	12,8±0,5 ^{a-h}	12,9±0,5 ^{a-egh}	12,9±0,5 ^{a-egh}
Розовый 2	18±2	12,7±0,5 ^{a-h}	13,1±0,6 ^{a-egh}	13,4±0,6 ^{a-egh}	14,1±0,2 ^{a-egh}
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %					
Сенатор	0,5±0,5	3,57±0,11 ^{g-p}	3,53±0,11 ^{g-p}	3,50±0,11 ^{h-p}	3,42±0,11 ^{h-p}
Сенатор	18±2	3,57±0,11 ^{g-p}	3,46±0,11 ^{h-p}	3,18±0,10 ^{abe-i-p}	2,96±0,10 ^{a-fi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	2,30±0,10 ^{a-h}	2,30±0,10 ^{a-h}	2,28±0,10 ^{a-h}	2,25±0,10 ^{a-h}
Розовый 2	18±2	2,30±0,10 ^{a-h}	2,28±0,10 ^{a-h}	2,25±0,10 ^{a-h}	2,19±0,10 ^{a-h}
Массовая доля золы, %					
Сенатор	0,5±0,5	0,87±0,03	0,86±0,03	0,86±0,03	0,86±0,03
Сенатор	18±2	0,87±0,03	0,86±0,03	0,86±0,03	0,85±0,03
Розовый 2	0,5±0,5	0,94±0,04	0,93±0,04	0,93±0,04	0,92±0,04
Розовый 2	18±2	0,94±0,04	0,93±0,04	0,92±0,04	0,91±0,04
Массовая доля пищевых волокон, %					
Сенатор	0,5±0,5	2,92±0,09 ^{gh}	0,89±0,09 ^{gh}	0,86±0,09 ^h	0,80±0,09 ^h
Сенатор	18±2	2,92±0,09 ^{gh}	2,75±0,09 ^h	2,60±0,09 ^{abeijm}	2,37±0,07 ^{a-fi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	2,93±0,10 ^{gh}	2,90±0,10 ^{gh}	2,88±0,10 ^h	2,82±0,10 ^h
Розовый 2	18±2	2,93±0,10 ^{gh}	2,85±0,10 ^h	2,82±0,10 ^h	2,67±0,10 ^h
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г					
Сенатор	0,5±0,5	22,367±0,955 ^{h-o}	22,457±0,958 ^{h-o}	22,144±0,945 ^{h-o}	20,802±0,888 ^{h-p}
Сенатор	18±2	22,367±0,955 ^{h-o}	23,929±1,021 ^{h-o}	21,473±0,916 ^{h-o}	15,657±0,668 ^{a-gi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	36,470±1,796 ^{a-hp}	36,579±1,801 ^{a-hp}	35,741±1,760 ^{a-hp}	34,282±1,688 ^{a-hp}
Розовый 2	18±2	36,470±1,796 ^{a-hp}	36,105±1,778 ^{a-hp}	35,011±1,724 ^{a-hp}	25,529±1,257 ^{dh-o}
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны (<i>p</i> < 0,05): a-d – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 ° на 0, 1, 2 и 3 сутки; e-h - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; i-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; m-p - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки					

за, а протяжении всего исследуемого периода хранения при температуре 0,5±0,5 °С – в среднем в 1,06 раза. Более высокие потери массы ягод сорта Сена-

тор, на наш взгляд, связаны с практически «голым» экзокарпом, который наблюдали у ягод сорта Розовый 2.

В результате проведенных исследований установили (табл. 3.4), что на изменение в процессе хранения ягод крыжовника содержания:

- растворимых сухих веществ оказывали наибольшее влияние «температура хранения» и взаимодействие «сорта ягод × температуры хранения», а также «продолжительность хранения», взаимодействие «температуры хранения × продолжительности хранения», «сорта ягод × температуры хранения × продолжительности хранения» и «сорта ягод × продолжительности хранения» – сила влияния соответственно 36,2, 32,5, 9,0, 8,0, 7,1 и 7,0 %, $p < 0,01$. В процессе хранения количество растворимых сухих веществ увеличивалось через 1, 2 и 3 суток соответственно в среднем на 0,6, 1,1 и 1,5 % ($p < 0,05$); содержание растворимых сухих веществ в 1,2 раза больше при температуре 18 ± 2 °С у сорта Сенатор, а при $0,5 \pm 0,5$ °С – сорта Розовый 2 ($p < 0,05$); на протяжении исследуемого периода хранения содержание растворимых сухих веществ больше в среднем в 1,1 раза у ягод сорта Розовый 2, а не Сенатор ($p < 0,01$); больше содержание растворимых сухих веществ в процессе хранения ягод при температуре 18 ± 2 °С, а не $0,5 \pm 0,5$ °С – соответственно через 1, 2 и 3 суток в среднем в 1,2, 1,2 и 1,5 раз ($p < 0,05$);

- сахаров – «температура хранения», «сорт × температура хранения», «продолжительность хранения», «температура хранения × продолжительность хранения», «сорта ягод × температуры хранения × продолжительности хранения», «сорта ягод × температуры хранения», «сорт ягод» – сила влияния соответственно 38,9, 30,7, 8,3, 8,0, 6,1, 5,9 и 2,0 %, $p < 0,01$. В процессе хранения количество сахаров увеличивалось через 1, 2 и 3 суток соответственно в среднем на 0,3, 0,6 и 1,0 % ($p < 0,05$); содержание сахаров в 1,2 раза больше при температуре 18 ± 2 °С у сорта Сенатор, а в 1,7 раз при $0,5 \pm 0,5$ °С у сорта Розовый 2 ($p < 0,01$); по истечении первых двух суток хранения количество сахаров больше в среднем в 1,1 раз у ягод сорта Розовый 2, третьих – в среднем в 1,3 раза у сорта Сенатор ($p < 0,05$); больше содержание сахаров в процессе хранения ягод при температуре 18 ± 2 °С, а

не $0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ – соответственно через 1, 2 и 3 суток в среднем в 1,4, 1,5 и 2,0 раз ($p < 0,05$);

- титруемых кислот – «сорт ягод» (сила влияния 96,7 %, $p < 0,01$) и незначительное «температура хранения» и «продолжительность хранения», взаимодействие «сорта ягод × температуры хранения», «сорта ягод × продолжительности хранения» и «температуры хранения × продолжительности хранения» (сила влияния соответственно 1,1, 0,8, 0,6, 0,3 и 0,3 %, $p < 0,01$), «сорта ягод × температуры хранения × продолжительности хранения» (сила влияния 0,2 %, $p < 0,05$). В процессе хранения количество титруемых кислот уменьшалось через 1, 2 и 3 суток соответственно в среднем на 0,7, 1,6 и 3,2 % ($p < 0,05$); содержание титруемых кислот в 1,2 раза больше при исследуемых температурах хранения у сорта Сенатор, а не Розовый 2 ($p < 0,05$); на протяжении исследуемого периода хранения количество титруемых кислот больше у ягод сорта Сенатор, а не Розовый 2 – в среднем в 1,5 раза ($p < 0,05$);

- золы – «сорта ягод», сила влияния 94,0 %, $p < 0,01$. Содержание титруемых кислот в 1,1 раз больше при исследуемых температурах хранения у ягод сорта Сенатор, а не Розовый 2 ($p < 0,01$); на протяжении исследуемого периода хранения количество золы в среднем в 1,1 больше у ягод сорта Розовый 2, а не Сенатор ($p < 0,05$);

- пищевых волокон – «температура хранения» и «продолжительность хранения», «сорт ягод» и взаимодействие «температуры хранения × продолжительности хранения» (сила влияния соответственно 38,0, 24,2, 14,6 и 7,3 %, $p < 0,01$), «сорта ягод × температуры хранения» (10,5 %, $p < 0,05$). В процессе хранения количество пищевых волокон снижалось через 1, 2 и 3 суток соответственно в среднем на 1, 2 и 4 % ($p < 0,05$); содержание пищевых волокон в 1,1 раза больше при исследуемых температурах хранения у ягод сорта Сенатор, а не Розовый 2 ($p < 0,05$); через 1, 2 и 3 суток хранения разница между содержанием пищевых волокон увеличивалось у сортов ягод – соответственно в 1,02, 1,04 и 1,06 раз больше у Розовый 2, чем Сенатор ($p < 0,05$); большее содержание пищевых волокон отметили у ягод, хранение которых осуществлялось при температуре

$0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, а не $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ – соответственно через 1, 2 и 3 суток в среднем в 1,04, 1,06 и 1,11 раз ($p < 0,05$);

- аскорбиновой кислоты – «сорт ягод», «продолжительность хранения» и взаимодействие «температуры хранения $\times$ продолжительности хранения» (сила влияния соответственно 92,3, 1,7 и 1,6 %, $p < 0,01$), «температура хранения» (1,7 %, $p < 0,01$). По истечении 1 суток хранения ягод отметили увеличение количества аскорбиновой кислоты в среднем на 0,4 %, скорее всего за счет синтеза из моносахаридов, с последующим снижением – через 2 и 3 суток соответственно в среднем 2,5 и 6,4 %, скорее всего за счет ее окисления ($p < 0,05$); при исследуемых температурах на протяжении исследуемого периода хранения содержание аскорбиновой кислоты в среднем в 1,6 раза больше у ягод сорта Розовый 2, а не Сенатор ($p < 0,05$).

Случайное воздействие на содержание растворимых сухих веществ в ягодах крыжовника в процессе хранения оказывал «сорт ягод», пищевых волокон - взаимодействия «сорта ягод $\times$ температуры хранения» и «сорта ягод $\times$ температуры хранения $\times$ продолжительности хранения», аскорбиновой кислоты – «сорта ягод $\times$ температуры хранения», «сорта ягод $\times$ продолжительности хранения» и «сорта ягод $\times$ температуры хранения $\times$ продолжительности хранения», золы – все факторы и их взаимодействия, за исключением сорта ($p > 0,05$).

Сахарокислотный индекс в процессе хранения ягод крыжовника зависел, в основном, от «сорта сырья», «температуры хранения» и взаимосвязи этих факторов (сила влияния соответственно 41,1, 24,1 и 15,8 %, $p < 0,01$). Остальные факторы оказывали существенно меньшее влияние на данный показатель ($p < 0,01$). Существенные различия отметили у ягод по сортам, выше у Розовый 2, чем у Сенатора, в среднем в 1,6 раз, и температуре хранения, ниже у хранившихся $0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, а не $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, в среднем в 1,4 раза ($p < 0,01$). Существенных различий у ягод крыжовника не отметили в зависимости от срока хранения ($p > 0,05$).

Установили, что на содержание в микробиоте ягод крыжовника мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов основное влияние оказывали «температура хранения» и «продолжительность хранения» (сила влия-

ния соответственно 40,6 и 29,2 %, $p < 0,01$), а также взаимодействие этих факторов (сила влияния 13,7 %, $p < 0,01$) и взаимодействия «сорта ягод × температурой хранения» (сила влияния 9,7 %, $p < 0,01$), «сорта ягод × температурой хранения × продолжительностью хранения» (сила влияния 5,1 %, $p < 0,01$) – «сорт ягод», как и взаимодействия «сорта ягод × сроком хранения» не оказывали значимого влияния ($p > 0,05$). На содержание в ягодах крыжовника плесневых грибов и дрожжей оказывала влияние только «срок хранения» (сила влияния 93,3 %, $p < 0,01$) – другие факторы (сорт ягод, температура хранения), как и их взаимодействия не оказывали значимого влияния ($p > 0,05$).

Таблица 3.5 - Изменения микробиоты ягод крыжовника в процессе хранения

Таблица 3.5. Изменения микробиологической нагрузки ягод крыжовника в процессе хранения					
Сорт ягод	Температура хранения, °С	Срок хранения, сут			
		0	1	2	3
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г					
Сенатор	0,5±0,5	(1,91±0,58)× 10 ^{4ghop}	(1,10±0,44)× 10 ^{4ghlop}	(1,32±0,48)× 10 ^{4ghlop}	(1,77±0,56)× 10 ^{4ghop}
Сенатор	18±2	(1,91±0,58)× 10 ^{4ghop}	(3,54±0,79)× 10 ^{4hp}	(8,27±1,20)× 10 ^{4a-ehj}	(2,41±0,65)× 10 ^{5a-gi-p}
Розовый 2	0,5±0,5	(2,36±0,64)× 10 ^{4hop}	(1,86±0,57)× 10 ^{4fgop}	(4,95±0,93)× 10 ^{4hp}	(7,50±1,14)× 10 ^{4bch}
Розовый 2	18±2	(2,36±0,64)× 10 ^{4hop}	(3,09±0,73)× 10 ^{4hp}	(8,73±1,23)× 10 ^{4a-eh-jm}	(1,36±0,49)× 10 ^{5a-fh-kmn}
Среднее количество колоний плесневых грибов и дрожжей, КОЕ/г					
Сенатор	0,5±0,5	(1,36±0,48)× 10 ^{2cdghklop}	(1,68±0,54)× 10 ^{2cdghklp}	(5,23±0,96)× 10 ^{2abefimn}	(7,27±1,13)× 10 ^{2abefijm-o}
Сенатор	18±2	(1,36±0,48)× 10 ^{2cdghklop}	(2,36±0,64)× 10 ^{2cdghklp}	(4,86±0,92)× 10 ^{2abefim}	(7,00±1,11)× 10 ^{2abefijm-o}
Розовый 2	0,5±0,5	(2,04±0,60)× 10 ^{2cdghklp}	(3,32±0,76)× 10 ^{2dhklp}	(6,09±1,03)× 10 ^{2abefijmn}	(6,23±1,04)× 10 ^{2abefijmn}
Розовый 2	18±2	(2,04±0,60)× 10 ^{2cdghklp}	(2,95±0,72)× 10 ^{2cdhklp}	(4,27±0,86)× 10 ^{2adehp}	(7,18±1,12)× 10 ^{2abefijm-o}
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны (p < 0,05): a-d – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 ° на 0, 1, 2 и 3 сутки; e-h - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; i-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 0,5±0,5 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; m-p - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 1, 2 и 3 сутки; норма согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», КОЕ/г: мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов - не более 5·10 ⁴ ; плесневых грибов и дрожжей - не более 7·10 ²					

Данные таблицы 3.5 свидетельствуют о том, что не более одних суток при температуре 18±2 °С целесообразно хранить ягоды крыжовника обоих сортов, так

как уже на вторые сутки превысило регламентируемые требования количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, на третьи сутки - плесневых грибов и дрожжей, а также выявлены бактерии группы кишечной палочки. Патогенные микроорганизмы, в том числе рода *Salmonella*, в ягодах крыжовника исследуемых сортов отсутствовали на протяжении всего исследуемого периода хранения. При температуре $0,5 \pm 0,5$ °C ягоды обоих сортов целесообразно хранить не более двух суток, поскольку в микробиоте ягод сорта Сенатор количество плесневых грибов и дрожжей, сорта Розовый 2 мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов превышало регламентируемые требования.

Таким образом, на основании проведенных исследований установили, что характеристики качества ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 в процессе хранения обладали тенденцией к снижению, за счет происходящих в них физиологических и биологических изменений. Продолжительность хранения оказывала наибольшее влияние на изменения величины и привлекательности внешнего вида ягод, сорт – потери массы, содержание титруемых кислот, золы и аскорбиновой кислоты, температура хранения – вкус и общую оценку качества ягод, содержание растворимых сухих веществ, сахаров, пищевых волокон, микроорганизмов. Полученные результаты исследований согласуются с данными других авторов [80, 136]. По результатам проведенных исследований опубликована работа [15]. Установили, что ягоды крыжовника, упакованные в контейнеры без крышки из полиэтилентерефталата массой 500 ± 20 г, целесообразно хранить не более 1 суток при температуре 18 ± 2 °C, 2 суток при температуре $0,5 \pm 0,5$ °C.

3.1.2 Исследования влияния сорта, температуры и продолжительности хранения на состав микробиоты свежих ягод крыжовника

Микробная загрязненность свежесобранных ягод непосредственно связана со средой их произрастания, определяющейся степенью естественной контаминации в полевых условиях. Проводили исследования по изучению состава микробио-

ты свежих ягод крыжовника в зависимости от сорта, температуры и продолжительности хранения. В таблице 3.6 представлены результаты исследований микробиоты исследуемых ягод крыжовника.

Таблица 3.6 - Микробиота ягод крыжовника

Сорт ягод	Температура хранения, °С	Срок хранения, сут		
		0	3	18
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г				
Сенатор	4±2	(1,91±0,58)×10 ^{4efil}	(1,77±0,56)×10 ^{4efil}	(9,73±1,30)×10 ^{4fl}
Сенатор	18±2	(1,91±0,58)×10 ^{4efil}	(2,41±0,65)×10 ^{5abdfgjl}	(7,04±1,11)×10 ^{5a-eg-l}
Розовый 2	4±2	(2,36±0,17)×10 ^{4efil}	(7,50±1,14)×10 ^{4fl}	(2,12±0,19)×10 ^{5abdfgjl}
Розовый 2	18±2	(2,36±0,17)×10 ^{4efil}	(1,36±0,48)×10 ^{5fl}	(1,33±0,15)×10 ^{6a-k}
Среднее количество колоний плесневых грибов и дрожжей, КОЕ/г				
Сенатор	4±2	(1,36±0,49)×10 ^{2befhikl}	(7,27±1,13)×10 ^{2acdglj}	(2,86±0,71)×10 ^{2befhikl}
Сенатор	18±2	(1,36±0,49)×10 ^{2befhikl}	(7,00±1,11)×10 ^{2acdglj}	(6,86±1,09)×10 ^{2acdglj}
Розовый 2	4±2	(2,04±0,59)×10 ^{2befhikl}	(6,23±1,04)×10 ^{2acdglj}	(6,95±1,10)×10 ^{2acdglj}
Розовый 2	18±2	(2,04±0,59)×10 ^{2befhikl}	(7,18±1,12)×10 ^{2acdglj}	(2,10±0,19)×10 ^{3a-k}
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны (p < 0,05): а-с – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 4±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; d-f - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; g-i - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 4±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; j-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 3 и 18 сутки				

Исследования количественного присутствия в микробиоте свежесобранной ягоды обоих сортов показали, что обсемененность мезофильными аэробными и факультативно анаэробными микроорганизмами находилась практически на одном уровне (10^4), плесневых грибов и дрожжей в пределах второго разведения. Бактерии группы кишечных палочек и патогенные микроорганизмы, в том числе *p. Salmonella*, в свежесобранных ягодах отсутствовали.

В результате дисперсионного анализа выявлено более существенное влияние «продолжительность хранения» и «температура хранения» ягод крыжовника, а также взаимодействия этих факторов на содержание в микробиоте мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (сила влияния соответственно 34,9, 32,0 и 20,5 %, $p < 0,01$), по сравнению с влиянием «сорта ягод», взаимодействиями «сорта ягод × продолжительность хранения», «сорта ягод × температуры хранения» и «сорта ягод × продолжительность хранения × температура хранения» (сила влияния соответственно 4,0, 4,6, 0,9 и 2,9 %, $p < 0,01$).

На содержание в микробиоте ягод крыжовника плесневых грибов и дрожжей основное влияние оказывала «продолжительность хранения» (сила влияния 32,7%, $p < 0,01$), по сравнению с «сортом ягод», «температурой хранения», взаимодействием «сорта ягод $\times$ продолжительность хранения», «продолжительностью хранения $\times$ температурой хранения» (сила влияния соответственно 14,5, 14,5, 14,3 и 14,2 %, $p < 0,01$) и «сорт ягод $\times$ температура хранения» и «сорт ягод $\times$ продолжительность хранения $\times$ температура хранения» (сила влияния соответственно 5,9 и 3,7 %, $p < 0,01$)

По сравнению с микробиотой свежесобранной продукции, в микробиоте ягод после 3-х суток хранения при температуре 18 ± 2 °C отметили увеличение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов - на порядок вне зависимости от сорта, плесневых грибов и дрожжей - в 5,0 и 3,5 раза соответственно для сортов Сенатор и Розовый 2, выявили бактерии группы кишечных палочек методом смыва (10^{-1}).

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов после 18 суток хранения при температуре 18 ± 2 °C увеличилось в микробиоте ягод сорта Сенатор в 2,92 раза, по сравнению с количеством после 3-х суток хранения, в микробиоте ягод Розовый 2 - в 9,78 раз. Количество плесневых грибов и дрожжей, а также титр бактерий группы кишечной палочки ягод сорта Сенатор не изменялись. В микробиоте ягод Розовый 2 отметили значительное увеличение титра бактерий группы кишечной палочки (до 10^2) и численности плесневых грибов и дрожжей (до 10^3).

В микробиоте ягод сорта Сенатор после 3-х суток хранения при температуре 4 ± 2 °C отмечали незначительное снижение количественного присутствия мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (в среднем в 0,08 раз), с одновременным увеличением численности плесневых грибов и дрожжей (более чем в 5 раз). В микробиоте ягод сорта Розовый 2 количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей увеличилось более чем в 3 раза, при этом оставалось в пределах четвертого и второго разведений соответственно. Бактерии группы кишечной

палочки в микробиоте ягод вне зависимости от сорта после 3-х суток хранения отсутствовали.

Количественное присутствие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов увеличилось в микробиоте ягод для сорта Сенатор после 18 суток хранения при температуре 4 ± 2 °С, по сравнению с количеством после 3-х суток – практически в 5,5 и в микробиоте ягод сорта Розовый 2. в 2,8 раза. Численность плесневых грибов и дрожжей в микробиоте ягод сорта Сенатор уменьшилась более чем в 2,5 раза, в микробиоте сорта Розовый 2 - увеличилась в 1,1 раза. Бактерии группы кишечной палочки отсутствовали в микробиоте ягод сорта Сенатор и выявлены в микробиоте сорта Розовый 2 (10^1).

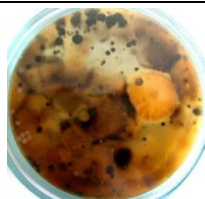
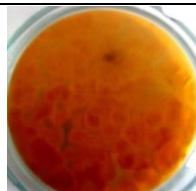
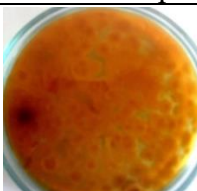
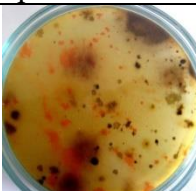
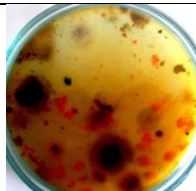
Патогенные микроорганизмы рода *Salmonella*, отсутствовали в микробиоте ягод сортов Сенатор и Розовый 2 не зависимо от срока и температуры хранения.

Изменения микробиоты обусловлены не только сортом ягод крыжовника, но и способностью микромицетов адаптироваться к средообразующим условиям. Проведены исследования микробиоты ягод крыжовника в процессе хранения (табл. 3.7-3.9, рис. 3.4-3.6).

Выявили, что на присутствие выделенных родов от общей численности родов оказывали влияние все факторы ($p < 0,01$) и они ранжировались следующим образом: «сорт ягод × температура хранения» (сила влияния 33,8 %) > «сорт ягод» (21,7 %) > «продолжительность хранения» (15,4 %) > «температура хранения» (11,7 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения × температура хранения» (8,8 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения» (5,2 %) > «продолжительность хранения × температура хранения» (3,3 %). Факторы, оказывающие влияние на содержание в микробиоте ягод крыжовника исследуемых микроорганизмов, ранжировались следующим образом ($p < 0,01$):

- дрожжей: «сорт ягод» (сила влияния 41,3 %) > «продолжительность хранения» (18,3 %) > «продолжительность хранения × температура хранения» (13,2 %) > «температура хранения» (10,3 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения» (8,3 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения × температура хранения» (7,9 %) > «сорт ягод × температура хранения» (0,7 %);

Таблица 3.7 – Заращение посевов на агаре Сабура с левомецетином
(на 3 сут, температура 18±2 °C)

Ягоды кры- жовника сорта		Разведение			
		10 ¹		10 ²	
Сенатор	лицевая сторона				
			Нет роста		
	лицевая сторона				
					
	обратная сторона				
					
Розовый 2	лицевая сторона				
			Нет роста		
	лицевая сторона				
					
	обратная сторона				
					

- дрожжеподобных грибов: «сорт ягод» (сила влияния 45,8 %) > «темпера-
тура хранения» (28,2 %) > «сорт ягод × температура хранения» (12,6 %) > «про-
должительность хранения × температура хранения» (8,2 %) > «сорт
ягод × продолжительность хранения × температура хранения» (3,4 %) > «сорт

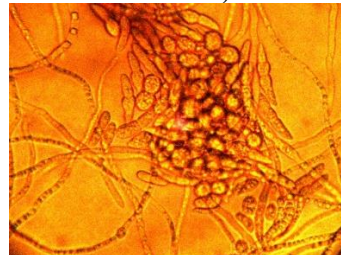
а) *Aspergillus* spp.б) *Mucor* spp.в) *Penicillium* spp.г) *Rhizopus* spp.д) *Fusarium* spp.

Рисунок 3.4 - Микроморфология мицелиальных грибов, выделенных из ягод крыжовника (×400)

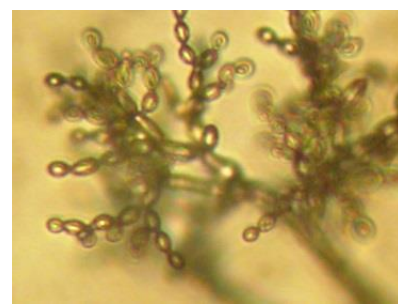
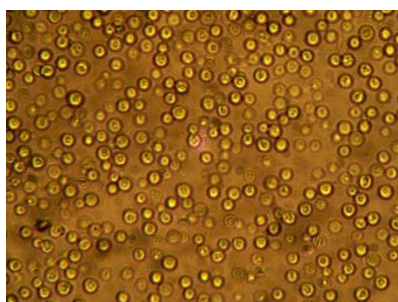
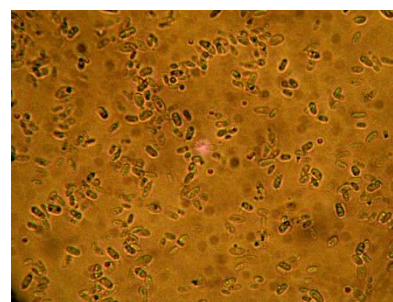
а) *Alternaria* spp.б) *Aureobasidium* spp.в) *Cladosporium* spp.

Рисунок 3.5 - Микроморфология дрожжеподобных грибов, выделенных из ягод крыжовника (×400)

а) *Cryptococcus* spp.

б) анаэробные дрожжи

Рисунок 3.6 - Микроморфология дрожжей, выделенных из ягод крыжовника (×400)

ягод × продолжительность хранения» (1,3 %) > «продолжительность хранения» (0,5 %, $p < 0,01$);

Таблица 3.8 - Характеристика микобиоты ягод крыжовника (посев в селективную среду Сабуро с левомицетином)

Показатель	Срок хранения, сут	Сорт ягод крыжовника			
		Сенатор		Розовый 2	
		Температура хранения, °С			
		4±2	18±2	4±2	18±2
Присутствие выделенных родов от общей численности родов, %	0	70,00 ^{cd}	70,00 ^{ac}	66,70 ^{h-j}	66,70 ^{g-i}
	3	50,00	60,00	66,70 ^{gij}	22,22
	18	70,00 ^{ad}	80,00	66,70 ^{ghj}	33,33
из них, %: дрожжи	0	14,30 ^d	14,30 ^a	33,33 ^j	33,33 ^g
	3	0,00 ^{cl}	16,67 ^{hi}	16,67 ^{ei}	50,00
	18	0,00 ^{bl}	12,50	16,67 ^{eh}	0,00 ^{bc}
дрожжеподобные грибы	0	42,85 ^{b-d}	42,85 ^{a-c}	16,67 ^j	16,67 ^g
	3	50,00 ^{acd}	33,33 ⁱ	50,00	0,00 ^l
	18	42,86 ^{abd}	37,50	33,33 ^e	0,00 ^k
мицелиальные грибы	0	42,85 ^d	42,85 ^a	50,00 ^{efi-k}	50,00 ^{e-gik}
	3	50,00 ^c	50,00 ^{fgi-k}	33,33	50,00 ^{e-gij}
	18	57,14 ^b	50,00 ^{egi-k}	50,00 ^{e-gjk}	100,0

Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами не существенны ($p < 0,05$): а-с – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 4±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; d-f - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; g-i - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 4±2 °С на 0, 3 и 18 сутки; j-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18±2 °С на 0, 3 и 18 сутки

- мицелиальных грибов: «сорт ягод × температура хранения» (сила влияния 27,7 %) > «продолжительность хранения» (22,1 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения» (13,8 %) > «температура хранения» (13,1 %) > «сорт ягод × продолжительность хранения × температура хранения» (11,2 %) > «продолжительность хранения × температура хранения» (6,5 %) > «сорт ягод» (5,6 %, $p < 0,01$).

В микобиоте ягод сорта Сенатор всех исследуемых образцов выделено 558 изолятов грибов, отнесенных к 10 родам (табл. 3.9).

В микобиоте свежесобранного образца ягод сорта Сенатор выявлено 42,85 % мицелиальных, 42,85 – дрожжеподобных грибов и 14,28% – дрожжей (табл. 3.8). Из них 100 %-ная частота встречаемости выявлена для мицелиальных грибов родов *Penicillium*, *Aspergillus*, дрожжеподобных - *Alternaria*, *Cladosporium*. Доминировали грибы сем. *Dematiaceae* рода *Cladosporium* и анаэробные дрожжи, представляющие собой белые блестящие колонии, очень мелкие почкующиеся дрожжевые клетки, не формирующие гиф и псевдогиф, обилие которых составляло 60,0 % от всего грибного сообщества.

Примечания: различия средних значений по роду с разными строчными буквами не существенны ($p < 0,05$): а-с – ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 4 ± 2 °C на 0, 3 и 18 сутки; d-f - ягоды сорта Сенатор, хранящиеся при температуре 18 ± 2 °C на 0, 3 и 18 сутки; g-i - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 4 ± 2 °C на 0, 3 и 18 сутки; j-l - ягоды сорта Розовый 2, хранящиеся при температуре 18 ± 2 °C на 0, 3 и 18 сутки

После 3-х суток хранения при температуре $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ численность изолятов от начальной возросла в 5 раз, в основном за счёт грибов рода *Alternaria* – численность которых увеличилась в 3,5 раза и рода *Cladosporium* – в 4 раза. Был выявлен рост грибов рода *Fusarium* и дрожжей рода *Cryptococcus*. Отсутствовал рост грибов рода *Mucor*, *Aureobasidium* и анаэробных дрожжей.

После 18 суток хранения в микобиоте наблюдали развитие грибных зародышей всех выявленных родов, за исключением рода *Rhizopus* и анаэробных дрожжей. Произошла смена статуса грибов – типично «доминирующие» грибы рода *Cladosporium* перешли в группу типично «частых».

В ягодах после 3-х суток хранения при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ отмечали рост дрожжеподобных (до 50,00 %) и мицелиальных (до 50,00 %) грибов, но отсутствие дрожжей. Численность изолятов увеличилась в 5 раз: за счёт увеличения численности грибов сем. *Dematiaceae* рода *Cladosporium* – в 4 раза и рода *Aureobasidium* в 2 раза. Выявлен рост грибов рода *Fusarium*. Доминировали грибы рода *Cladosporium*, обилие которых составляло 72,5 %.

После 18 суток хранения в микобиоте выявлено 70,0 % родов от всего грибного сообщества, из них 57,14 %, отнесены к мицелиальным и 42,86% к дрожжеподобным. Истинные дрожжи в микобиоте ягод отсутствовали. Суммарно доминировали грибы сем. *Dematiaceae* родов *Cladosporium* и *Alternaria*, обилие которых составляло 42,85 % и 31,7 % соответственно.

В микобиоте ягод крыжовника сорта Розовый 2 всех исследуемых образцов выделено 954 изолята грибов, отнесенных к 9 родам (табл. 3.9). В свежесобранных ягодах выявлено 66,7 % родов грибного сообщества, из них к мицелиальным отнесено 50,00 % (рода *Mucor*, *Aspergillus* и *Rhizopus*), дрожжеподобным – 16,67 % (род *Alternaria*), к дрожжам 33,33 % (род *Cryptococcus* и анаэробные дрожжи).

В микобиоте после 3-х суток хранения при температуре $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ отмечали резкое сокращение численности родов грибов до 22,22 %, из них 50,00 % отнесены к группе мицелиальных грибов – род *Penicillium* (обилие 81,65 %) и 50,00 % дрожжи – род *Cryptococcus* (обилие 18,35 %).

После 18 суток хранения в микобиоте ягод выявлено 33,33 % родов от всей численности родов, где присутствовали только мицелиальные грибы - 100,0%. Доминировали грибы рода *Penicillium* (обилие 98,7 %), минимально присутствовали грибы родов *Mucor* (обилие 0,87 %) и *Rhizopus* (обилие 0,43 %).

После 3-х суток хранения ягод при температуре 4 ± 2 °C отмечали сохранение первоначального присутствия (66,70 %) общего количества выявленных родов грибов, из них в мицелиальную группу (33,33 %) вошли грибы родов *Penicillium* (обилие 58,39 %) и *Mucor* (2,92 %), дрожжеподобную (50,00 %) - родов *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, (обилие которых составило 17,52, 8,76 и 4,38 % соответственно), дрожжей (16,67 %) – рода *Cryptococcus*.

После 18 суток хранения наблюдали снижение количества дрожжеподобных грибов (до 33,33 %), с одновременным увеличением мицелиальных до 50,00 %, доминировали грибы рода *Penicillium*, (обилие 67,97 %). Количество дрожжей не изменялось.

Таблица 3.10 - Сила влияния факторов на родовую структуру микобиоты ягод крыжовника, ($p < 0,01$)

Рода	Факторы						
	сорт ягод	температура хранения	продолжительность хранения	сорт ягод × температура хранения	сорт ягод × продолжительность хранения	температура хранения × продолжительность хранения	сорт ягод × температура хранения × продолжительность хранения
<i>Aspergillus</i>	1,0	0,1 ($p > 0,05$)	72,9	0,0 ($p > 0,05$)	22,9	1,1	2,0
<i>Mucor</i>	0,6 ($p > 0,05$)	0,9 ($p > 0,05$)	49,8	19,0	13,2	11,1	4,9
<i>Penicillium</i>	57,5	1,7	19,9	2,9	16,6	0,4	0,9
<i>Rhizopus</i>	18,6	1,8	24,2	5,9	41,5	1,8	5,9
<i>Fusarium</i>	39,8	10,1	11,9	10,1	11,9	8,1	8,1
<i>Alternaria</i>	3,5	2,6	12,7	0,7	62,3	9,6	8,6
<i>Aureobasidium</i>	27,9	10,7	6,8	4,1	11,8	36,2	2,5
<i>Cladosporium</i>	73,5	0,2	13,9	1,5	10,3	0,1	0,5
<i>Cryptococcus</i>	37,5	2,4	17,6	1,2	17,9	7,3	16,1
Анаэробные дрожжи	0,0 ($p > 0,05$)	0,0 ($p > 0,05$)	100,0	0,0 ($p > 0,05$)	0,0 ($p > 0,05$)	0,0 ($p > 0,05$)	0,0 ($p > 0,05$)

Из данных таблицы 3.10 видно, что основное влияние на содержание в микобиоте ягод крыжовника оказывали следующие факторы: мицелиальных грибов рода *Aspergillus*, *Mucor* - «продолжительность хранения», *Penicillium*, *Fusarium* - «сорт ягод», *Rhizopus* - «сорт ягод × продолжительность хранения» и «продолжительность хранения»; дрожжеподобных грибов рода *Alternaria* - «сорт ягод × продолжительность хранения», *Aureobasidium* - «продолжительность хранения × температура хранения», *Cladosporium* - «сорт ягод»; дрожжей рода *Cryptococcus* - «сорт ягод», анаэробных дрожжей - «продолжительность хранения».

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что ягоды крыжовника характеризовались различием состава микро- и микобиоты, зависящие от множества факторов.

Представленные и обсуждаемые на данном этапе работы результаты исследований, опубликованные [65] (подраздел 3.1), могут быть полезны заинтересованным лицам, в том числе при хранении, промышленной переработке и реализации в торговой сети ягод крыжовника вида *Ribes uva-crispa* L. сортов Сенатор и Розовый 2, поскольку расширяют объем научных знаний об их органолептических характеристиках, биохимическом и микробиологическом составе.

3.2 Исследование качества консервированных ягод крыжовника

Свежие ягоды имеют короткий срок хранения из-за интенсивного дыхания, потери влаги, подверженности микробной контаминации и других биохимических процессов, а, следовательно, их качество при послеуборочном хранении быстро изменяется. Свежие ягоды подвергают консервированию с целью сохранения их характеристик качества на протяжении длительного периода. Широко используемыми способами консервации ягод являются замораживание, сушка, переработки в компоты, желе и пр. На основании вышесказанного проведены исследования по получению новых знаний о влиянии различных способов консервации и последующего хранения на характеристики качества ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, произрастающих в СФНЦА РАН.

3.2.1 Определение влияния процессов замораживания и низкотемпературного хранения на качество ягод крыжовника

Процессы замораживания и последующего низкотемпературного хранения влияют на характеристики качества плодового сырья вследствие образования кристаллов льда и разрушения клеток (потери влаги, ферментативное потемнение, размягчение и пр.). Несмотря на существующие исследования по влиянию процессов замораживания и последующего хранения плодового сырья (подраздел 1.3.1), существует, на наш взгляд, недостаточное количество информации об их влиянии в отношении ягод крыжовника. Проведены исследования по изучению влияния процессов замораживания и последующего низкотемпературного хранения ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, произрастающих в СФНЦА РАН, на их характеристики качества.

3.2.1.1 Определение влияния процесса быстрого замораживания на качество ягод крыжовника

Методы быстрого замораживания позволяют образовывать и выращивать мелкие кристаллы льда в большом количестве, а, следовательно, не наносить чрезмерные разрушения растительной клетки. Специалисты отмечают, что плоды, подвергшиеся быстрому замораживанию, обладают длительным сроком хранения с минимальными потерями качества [191]. Проведены исследования по определению влияния процесса быстрого замораживания на изменения характеристик качества ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2. Результаты исследований представлены в таблице 3.11. Следует отметить, что в ягодах крыжовника, вне зависимости от сорта, в процессе замораживания и при последующем низкотемпературном хранении, отсутствовали примеси минеральные, растительного происхождения и посторонние, а также ягоды недозрелые, недоразвитые, поврежденные болезнями и вредителями.

Таблица 3.11 - Изменения характеристик качества ягод крыжовника при замораживании

Показатель	Ягоды сорта Сенатор (А)		Ягоды сорта Розовый 2 (В)	
	Свежие (а)	быстрозамороженные (b)	Свежие (а)	быстрозамороженные (b)
Потери массы, %	0,00	0,00 ^B	0,00 ^b	0,03±0,01 ^{aA}
Потери сока, %	0,00 ^b	3,20±0,15 ^{aB}	0,00 ^b	2,10±0,09 ^{aA}
Массовая доля быстрозамороженных ягод, неравномерных по величине, %	0,00 ^b	2,10±0,10 ^{aB}	0,00 ^b	3,40±0,20 ^{aA}
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	16,3±0,7 ^B	16,5±0,3 ^B	19,8±0,5 ^A	20,6±0,5 ^A
Массовая доля сахаров, %	7,8±0,3 ^B	7,9±0,5 ^B	12,7±0,5 ^A	12,9±0,5 ^A
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %	3,6±0,1 ^B	3,8±0,1 ^B	2,4±0,1 ^A	2,4±0,1 ^A
Массовая доля золы, %	0,87±0,03	0,91±0,03 ^B	0,94±0,04	0,99±0,04 ^A
Массовая доля пищевых волокон, %	2,92±0,09	2,91±0,09	2,93±0,10	2,92±0,10
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	22,367 ±0,955 ^B	21,741 ±0,928 ^B	36,470 ±1,796 ^A	35,338 ±1,740 ^A
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г	(1,91±0,58) ×10 ^{4b}	(5,45±0,98) ×10 ^{3aB}	(2,36±0,17) ×10 ^{4b}	(2,27±0,63) ×10 ^{3aA}
Среднее количество колоний плесневых грибов, КОЕ/г	(1,54±0,52) ×10 ²	(1,18±0,45) ×10 ²	(2,04±0,60) ×10 ²	(1,59±0,53) ×10 ²
Среднее количество колоний дрожжей, КОЕ/г	(1,82±0,56) ×10 ^B	(0,91±0,40) ×10 ^B	нет роста ^A	нет роста ^A
Примечания: различия средних значений до и после замораживания в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$); различия средних значений в строке между сортами ягод с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$)				

Считается, что недостатками процесса замораживания, как правило, являются потери массы в процессе хранения и клеточного сока во время оттаивания. Из данных таблицы 3.11 видно, что замораживание приводило к незначительным потерям массы ягод крыжовника сорта Розовый 2 ($p < 0,01$), а также потерям клеточного сока у ягод обоих исследуемых сортов (в среднем 2,65 %, $p < 0,01$). В результате проведенных исследований установлено, что в процессе замораживания 2,10 и 3,40 % соответственно ягод сорта Сенатор и Розовый 2 теряли свою равномерность по величине, другие дефекты ягод (обесцвеченных, растрескавшихся и пр.) не выявили ($p < 0,01$).

Данные таблицы 3.11 свидетельствуют о том, что процесс замораживания ягод крыжовника, вне зависимости от исследуемого сорта, не приводил к статистически значимым изменениям содержания растворимых сухих веществ, саха-

ров, титруемых кислот, золы и аскорбиновой кислоты ($p > 0,05$). При этом быстрозамороженные ягоды крыжовника сорта Розовый 2, содержали в 1,25, 1,61 и 1,63 раза больше, чем сорта Сенатор, соответственно растворимых сухих веществ, сахаров, золы и аскорбиновой кислоты, в 1,58 раз меньше титруемых кислот ($p < 0,01$). Достоверных различий по содержанию пищевых волокон в быстрозамороженных ягодах крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 не выявили ($p > 0,05$). Процесс замораживания не оказывал значимого влияния на сахарокислотный индекс ягод крыжовника – для свежих сортов Сенатор и Розовый 2 он равен в среднем 2,2 и 5,5 ус.ед., быстрозамороженных соответственно 2,1 и 5,4 ус.ед. ($p > 0,05$). Установили достоверные различия между сахарокислотными индексами быстрозамороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 ($p < 0,01$).

Известна избирательность реакции микроорганизмов к отрицательным температурам. Быстрое замораживание приостанавливает активность всех энзимов, но после дефростации и создания благоприятных условий для размножения микроорганизмов, работа ферментов может возобновиться, что способно привести к восстановлению жизнеспособности и увеличению численности холодостойких рас [22]. Данные таблицы 3.11 свидетельствуют о том, что в результате быстрого замораживания количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов снизилось в микробиоте ягод Сенатор в среднем в 3,5 раз по сравнению со свежим сырьем, Розовый 2 – в 10,4 раза ($p < 0,05$). Свежие ягоды сорта Сенатор в 1,2 раза меньше содержали мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, чем сорта Розовый 2, а быстрозамороженные, напротив, в 2,4 раза больше. Не выявлено существенных различий содержания плесневых грибов в микробиоте свежих и быстрозамороженных ягод крыжовника вне зависимости от сорта ($p > 0,05$). Выявлены существенные различия по содержанию в микробиоте ягод дрожжей в зависимости от сорта (Сенатор – присутствуют, Розовый 2 – отсутствуют, $p < 0,05$), однако процесс замораживания не оказывал на них существенного влияния ($p > 0,05$). Бактерии группы кишечной

палочки и патогенные микроорганизмы, включая сальмонеллы, в исследуемых ягодах крыжовника при замораживании не выявлены.

Установили, что процесс замораживания оказывал влияние на содержание в ягодах крыжовника мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, потери клеточного сока, а также появление ягод, неравномерных по величине - сила влияния соответственно 93,6, 92,0 и 89,9 % ($p < 0,01$). На изменения содержания растворимых сухих веществ, сахаров, титруемых кислот, золы, пищевых волокон, аскорбиновой кислоты, плесневых грибов, дрожжей и потери массы ягоды процесс замораживания носил случайный характер воздействия ($p > 0,05$). В результате проведенных исследований установили, что процесс быстрого замораживания ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 в целом оказывает несущественное влияние на изменения их характеристик качества.

3.2.1.2 Определение влияния процесса низкотемпературного хранения на изменения качества ягод крыжовника

В настоящее время обычной практикой является хранение замороженных плодов при температуре, равной или ниже $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, что также является пределом, установленным действующей нормативной документацией (ГОСТ 33823-2016 «Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия»). Однако, даже при этой температуре в плодах протекают биохимические, физические и другие изменения. Следовательно, во время хранения в замороженном состоянии в плодах могут наблюдаться изменения характеристик качества плодов за счет укрупнения кристаллов, биохимических реакций и других процессов. Проведены исследования по определению влияния процесса хранения на характеристики качества быстрозамороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2.

Установили, что сила влияния на величину потерь массы ягод крыжовника в процессе хранения составляла для «срока хранения» и взаимодействия «сорта ягод $\times$ срока хранения» соответственно 99,2 % ($p < 0,01$) и 0,6 % ($p < 0,01$). Аналогичная тенденция характерна для содержания быстрозамороженных ягод с трес-

нувшей кожицей – сила влияния «срока хранения» 99,3 % ($p < 0,01$), взаимодействия «сорта ягод × срока хранения» 0,5 % ($p < 0,05$). «Сорт ягод» оказывал случайное воздействие на исследуемые показатели ($p > 0,05$).

Сила влияния на величину потерь клеточного сока быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения 93,6 % ($p < 0,01$), 5,0 и 1,4 % ($p < 0,01$) соответственно для «срока хранения», «сорта ягод» и взаимодействия «сорта ягод × срока хранения». Аналогичная тенденция характерна для содержания дефектных быстрозамороженных ягод обесцвеченных или частично обесцвеченных – сила влияния «срока хранения», «сорта ягод», взаимодействия «сорта ягод × срока хранения» соответственно 81,9, 14,3 и 3,9 % ($p < 0,01$). Содержание быстрозамороженных ягод частично деформированных и растрескивавшихся также зависит от исследуемых факторов – сила влияния «срока хранения», «сорта ягод», взаимодействия «сорта ягод × срока хранения» соответственно 52,8, 34,7 и 12,5 % ($p < 0,01$). Массовая доля смерзшихся ягод крыжовника прежде всего зависит от «срока хранения» (сила влияния 98,9 %, $p < 0,01$) и незначительно от «сорта ягод», взаимодействия «сорта ягод × срока хранения» (соответственно 0,9 и 0,2 %, $p < 0,01$).

Из данных таблицы 3.12 видно, что в процессе исследуемого периода хранения быстрозамороженные ягоды крыжовника обоих сортов теряли свою массу – потери к концу 9 и 11 месяцам хранения составили соответственно в среднем 0,40 и 0,48 % ($p < 0,01$). Значимые различия потерь массы между сортами ягод крыжовника выявили на начало хранения и после 9 месяцев хранения – более высокие потери массы, в среднем в 1,08 раза, отмечали у ягод сорта Сенатор, что, скорее всего, связано с их практически «голым» экзокарпом, в то время как у ягод сорта Розовый 2 последний обладает слабым восковым налетом ($p < 0,05$).

В процессе хранения быстрозамороженных ягод крыжовника обоих исследуемых сортов снизилась влагоудерживающая способность из-за регидратации и увеличения размеров кристаллов льда в тканях – из данных таблицы 3.12 видно, что возрастание потерь сока после 9 и 11 месяцев хранения соответственно составило в среднем 8,4 и 12,1 % ($p < 0,01$). Выявили значимые различия потерь кле-

Таблица 3.12 - Изменения характеристик качества быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения

Показатель	Сорт ягод	Срок хранения, мес.		
		0	9	11
Потери массы, %	Сенатор	0,00±0,00 ^{bcef}	0,41±0,01 ^{acdf}	0,50±0,02 ^{abd-f}
	Розовый 2	0,03±0,01 ^{bcef}	0,38±0,01 ^{abd-f}	0,46±0,02 ^{a-e}
Потери сока, %	Сенатор	3,20±0,15 ^{b-f}	9,60±0,30 ^{ac-f}	12,20±0,57 ^{abde}
	Розовый 2	2,10±0,09 ^{a-cef}	7,10±0,33 ^{a-df}	12,00±0,45 ^{abde}
Массовая доля быстрозамороженных ягод, неравномерных по величине, %	Сенатор	2,1±0,1 ^{b-f}	2,6±0,1 ^{ad-f}	2,9±0,2 ^{ad-f}
	Розовый 2	3,4±0,2 ^{a-cef}	4,1±0,2 ^{a-df}	4,7±0,2 ^{a-e}
Массовая доля дефектных быстрозамороженных ягод обесцвеченных или частично обесцвеченных, %	Сенатор	0,00 ^{bcef}	2,4±0,1 ^{ac-f}	3,1±0,1 ^{abd-f}
	Розовый 2	0,00 ^{bcef}	3,7±0,2 ^{a-df}	4,8±0,2 ^{a-e}
Массовая доля дефектных быстрозамороженных ягод частично деформированных и растрескивавшихся, %	Сенатор	0,00 ^{bcef}	0,4±0,1 ^{ac-f}	1,5±0,1 ^{abdf}
	Розовый 2	0,00 ^{bcef}	1,7±0,1 ^{abdf}	4,4±0,1 ^{a-e}
Массовая доля быстрозамороженных ягод с треснувшей кожицей, %	Сенатор	0,00 ^{bcef}	0,6±0,1 ^{acdf}	1,9±0,1 ^{abde}
	Розовый 2	0,00 ^{bcef}	0,5±0,1 ^{acdf}	2,1±0,1 ^{abde}
Массовая доля сморщенных ягод, %	Сенатор	0,0±0,0 ^{bcef}	6,4±0,1 ^{ac-f}	8,6±0,2 ^{abd-f}
	Розовый 2	0,0±0,0 ^{bcef}	5,7±0,1 ^{a-df}	7,9±0,2 ^{a-e}
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны ($p > 0,05$): а-с – данные ягод сорта Сенатор на 0, 9 и 11 мес; d-f - данные ягод сорта Розовый 2 на 0, 9 и 11 мес				

точного сока между сортами ягод крыжовника на начало хранения и после 9 месяцев хранения – потери сока меньше у ягод сорта Розовый 2, по сравнению с сортом Сенатор, в среднем в 1,3 раза, что, на наш взгляд, связано с особенностями его экзокарпа, который предотвращает появлению большого количества кристаллов льда, способных разрушать внутриклеточные структуры ($p < 0,05$).

Следует отметить, что ягоды крыжовника обоих сортов после замораживания относили к «очень хорошей» категории качества (потери сока менее 5,0 %), после 9 месяцев хранения – «хорошей» (потери сока в пределах от 5,1 до 10,0 %), после 11 месяцев – «удовлетворительной» (потери сока от 10,1 до 20,0 %) [23].

Процесс хранения быстрозамороженных ягод крыжовника способствовал появлению и/или увеличению в них следующих видимых дефектов (табл. 3.12):

- неравномерных по величине ягод - количество увеличивалось от первоначального количества через 9 и 11 месяцев хранения соответственно у ягод сорта Сенатор на 0,5 и еще на 0,3 %, сорта Розовый 2 – на 0,7 и 0,6 %;

- обесцвеченных или частично обесцвеченных ягод - появлялись у 2,4 % у ягод сорта Сенатор, увеличившись в последующие 2 месяца хранения еще на 0,7 %, а у сорта Розовый 2 соответственно у 3,7 и на 1,1 %; полностью обесцвеченные ягоды отсутствовали;

- растрескавшихся ягод в процессе хранения не наблюдали; частично деформированные ягоды появлялись у 0,4 и 1,7 % соответственно у сортов Сенатор и Розовый 2 через 9 месяцев хранения, увеличиваясь на 1,1 и 2,7 % еще через 2 месяца хранения;

- ягоды с треснувшей кожицей – появлялись в среднем у 0,55 % ягод через 9 месяцев хранения, увеличиваясь еще в среднем на 1,45 % еще через 2 месяца хранения. Значимых различий между сортами по исследуемому показателю не выявили ($p > 0,05$);

- смерзшиеся ягоды - появлялись у 6,4 и 5,7 % соответственно у сортов Сенатор и Розовый 2 через 9 месяцев хранения, увеличиваясь на 2,2 % еще через 2 месяца хранения.

На изменения массовой доли быстрозамороженных ягод, неравномерных по величине, в процессе хранения основное влияние оказывал сорт сырья (сила влияния 85,5 %, $p < 0,01$), незначительное – срок хранения (13,5 %, $p < 0,01$). Взаимодействие сорта ягод $\times$ срока хранения оказывало случайное воздействие на исследуемый показатель ($p > 0,05$).

На появление в процессе хранения быстрозамороженных ягод обесцвеченных или частично обесцвеченных, частично деформированных и растрескивавшихся, с треснувшей кожицей и смерзшихся основное влияние оказывал «срок хранения» (сила влияния соответственно 81,9, 52,9, 99,3 и 98,9 %, $p < 0,01$). На появление в процессе хранения продукции обесцвеченных или частично обесцвеченных, частично деформированных и растрескивавшихся, смерзшихся ягод оказывали влияние также «сорт сырья» (соответственно сила влияния 14,3, 34,7 и 0,9 %, $p < 0,01$) и взаимодействие сорта ягод $\times$ срока хранения (соответственно 3,8 и 12,5 и 0,2 %, $p < 0,01$). На появление в процессе хранения продукции ягод с

треснувшей кожицей оказывало влияние взаимодействие «сорта ягод × срока хранения» (сила влияния 0,5 %, $p < 0,05$), случайное – «сорт ягод».

Появляющиеся в процессе хранения быстрозамороженных ягод крыжовника дефекты снижали их категорию качества. Так, на момент замораживания исследуемые ягоды относились к высшему сорту согласно ГОСТ 33823-2016 (2,1 и 3,4 % дефектов соответственно для сортов Сенатор и Розовый 2). После 9 месяцев хранения ягоды крыжовника относились к первому сорту из-за количества смерзшихся ягод. К концу исследуемого периода хранения, ягоды крыжовника сорта Сенатор, из-за количества выявленных дефектов, относились к первому сорту, Розовый 2 - второму.

Появляющиеся в процессе замораживания и последующего хранения ягод крыжовника, исследуемых сортов, дефекты обуславливали ухудшение их органолептических характеристик (рис. 3.7, 3.8).



а) Сенатор



б) Розовый 2

Рисунок 3.7 – Внешний вид быстрозамороженных ягод крыжовника

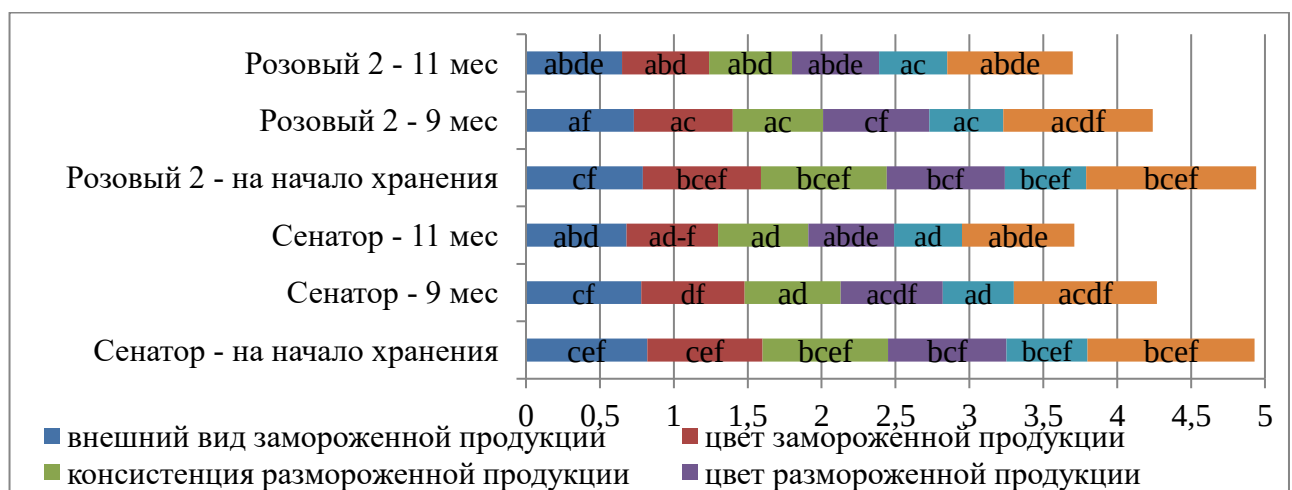


Рисунок 3.8 – Изменения органолептических показателей качества быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения, балл

Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$): а-с – данные ягод сорта Сенатор на 0, 9 и 11 мес; d-f - данные ягод сорта Розовый 2 на 0, 9 и 11 мес

Установили, что на изменения органолептических характеристик быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения оказывал наибольшее влияние «срок хранения», сила влияния которого ($p < 0,01$): «внешний вид замороженной продукции» – 82,9 %, «цвет замороженной продукции» – 93,8 %, «консистенция размороженной продукции» – 94,6 %, «цвет размороженной продукции» – 96,3 %; «запах размороженной продукции» – 97,1 %, «вкус размороженной продукции» – 91,0 %. На «внешний вид замороженной продукции» и «вкус размороженной продукции» незначительное влияние оказывал «сорт ягод» – сила влияния соответственно 13,4 и 7,0 % ($p < 0,05$). «Сорт ягод» оказывал случайное воздействие на «цвет замороженной продукции», «консистенцию, цвет и запах размороженной продукции» ($p > 0,05$). Взаимодействие исследуемых факторов на органолептические показатели быстрозамороженных ягод крыжовника оказывало случайное воздействие ($p > 0,05$).

Статистически значимые различия средних значений органолептических показателей быстрозамороженных ягод сортов Сенатор и Розовый 2 в процессе хранения отсутствовали ($p > 0,05$). После 9 месяцев хранения наибольшие потери отметили у показателей «консистенция размороженной продукции» (в среднем 26,0 %), «вкус размороженной продукции», «цвет замороженной продукции» (по 13,1 %), «цвет размороженной продукции» (12,0 %), «запах размороженной продукции» (11,0 %). После 11 месяцев хранения отметили резкое снижение оценок за показатели «вкус размороженной продукции» (до 29,3 %), «внешний вид замороженной продукции» (с 6,3 до 17,9 %), «цвет размороженной продукции» (до 27,0 %), «цвет замороженной продукции» (до 23,2 %), незначительное – «консистенция размороженной продукции» и «запах размороженной продукции» (до 16,0 %).

По органолептическим показателям быстрозамороженные ягоды в процессе хранения меняли свои категории качества: подвергшиеся замораживанию «отличная» – 4,93 и 4,94 баллов соответственно у сортов Сенатор и Розовый 2 (норма 4,43-5,00 баллов); после 9 месяцев хранения «хорошая» – 4,27 и 4,24 баллов соответственно у сортов Сенатор и Розовый 2 (норма 3,74-4,42 балла); после 11 меся-

цев хранения «удовлетворительная» - 3,71 и 3,70 баллов соответственно у сортов Сенатор и Розовый 2 (норма 3,12-3,73 балла).

Установили, что на изменения биохимического состава ягод крыжовника в процессе хранения оказывал «сорт сырья», сила влияния которого на ($p < 0,01$): растворимые сухие вещества – 95,1 %, сахара – 98,9 %, титруемые кислоты – 96,7 %. Незначительное влияние на изменения содержания в быстрозамороженной продукции растворимых сухих веществ, сахаров и титруемых кислот оказывал «срок хранения» – сила влияния соответственно 4,6, 0,9 и 3,1 % ($p < 0,01$). Взаимодействие исследуемых факторов не оказывало влияния на исследуемые показатели ($p > 0,05$). На изменения содержания золы в быстрозамороженных ягодах достоверное влияние оказывал только «сорт ягод» (сила влияния 95,5 % ($p < 0,01$), случайное воздействие – «срок хранения», как и взаимодействие «сорта ягод $\times$ срока хранения» ($p > 0,05$).

Из данных таблицы 3.13 видно, что в процессе хранения быстрозамороженных ягод крыжовника обоих исследуемых сортов содержание растворимых сухих вещества достоверно увеличивалось – после 9 и 11 месяцев хранения соответственно в среднем в 1,04 и 1,09 раза ($p < 0,01$). Аналогичная тенденция характерна и для других исследуемых нутриентов, увеличение после 9 и 11 месяцев хранения соответственно в среднем ($p < 0,01$): сахаров – в 1,06 и 1,08 раз; титруемых кислот – в 1,06 и 1,15 раз. В процессе хранения количество золы достоверно снижалось – потери после 9 и 11 месяцев хранения составили в среднем 1,45 и 3,85 % ($p < 0,01$).

Выявили значимые различия в содержании исследуемых нутриентов между сортами ягод крыжовника в процессе хранения – количество растворимых сухих веществ, сахаров и золы больше в быстрозамороженных ягодах сорта Розовый 2, чем в сорте Сенатор, после исследуемых периодов хранения – соответственно в среднем в 1,24, 1,63 и 1,10 раза ($p < 0,01$). После исследуемых периодов хранения быстрозамороженных ягод сорта Розовый 2 количество титруемых кислот меньше в 1,56 раза, чем в сорта Сенатор ($p < 0,01$).

Таблица 3.13 - Изменения биохимического состава быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения

Показатель	Сорт ягод	Срок хранения, мес.		
		0	9	11
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Сенатор	16,5±0,3 ^{c-f}	17,3±0,5 ^{d-f}	18,0±0,3 ^{ad-f}
	Розовый 2	20,6±0,5 ^{a-cf}	21,5±0,5 ^{a-cf}	22,4±0,3 ^{a-e}
Массовая доля сахаров, %	Сенатор	7,9±0,5 ^{d-f}	8,4±0,2 ^{d-f}	8,6±0,2 ^{d-f}
	Розовый 2	12,9±0,5 ^{a-cf}	13,7±0,2 ^{a-c}	13,9±0,4 ^{a-d}
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %	Сенатор	3,8±0,1 ^{b-f}	4,0±0,1 ^{ac-f}	4,3±0,1 ^{abd-f}
	Розовый 2	2,4±0,1 ^{a-cf}	2,6±0,1 ^{a-c}	2,8±0,1 ^{a-d}
Массовая доля золы, %	Сенатор	0,91±0,03 ^{d-f}	0,92±0,03 ^{ef}	0,93±0,03 ^{ef}
	Розовый 2	0,99±0,04 ^a	1,01±0,01 ^{a-c}	1,02±0,01 ^{a-c}
Массовая доля пищевых волокон, %	Сенатор	2,91±0,09	2,87±0,10	2,80±0,08
	Розовый 2	2,92±0,10	2,88±0,11	2,81±0,11
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Сенатор	21,741±0,928 ^{c-e}	20,093±0,857 ^{c-e}	14,610±0,623 ^{abd-f}
	Розовый 2	35,338±1,740 ^{a-cf}	32,430±1,598 ^{a-cf}	22,666±1,116 ^{c-e}
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$): a-c – данные ягод сорта Сенатор на 0, 9 и 11 мес; d-f - данные ягод сорта Розовый 2 на 0, 9 и 11 мес				

Процесс хранения не оказывал значимого влияния на изменения сахарокислотного индекса ягод крыжовника, так по истечении 9 и 11 месяцев хранения: для сорта Сенатор – соответственно в среднем 2,09 и 2,00 ус.ед.; сорта Розовый 2 – соответственно в среднем 5,33 и 5,03 ус.ед. ($p > 0,05$). Установили достоверные различия между сахарокислотными индексами быстрозамороженных ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 в процессе хранения ($p < 0,01$).

Факторы, оказывающие влияние на изменения содержания в быстрозамороженных ягодах в процессе хранения аскорбиновой кислоты по силе влияния ранжировались следующим образом ($p < 0,01$): сорт ягод (76,7 %) > срок хранения (21,4 %) > взаимодействие «сорта ягод × срока хранения» (1,7 %). Достоверного влияния исследуемых факторов на изменения содержания пищевых волокон в процессе хранения быстрозамороженной продукции не выявили ($p > 0,05$).

Исследования биологически активных соединений быстрозамороженных ягод крыжовника показали, что количество аскорбиновой кислоты в процессе хранения достоверно снижалось, после 9 и 11 месяцев хранения потери составили соответственно в среднем 8,0 и 34,5 % ($p < 0,01$), при этом значимых различий по содержанию пищевых волокон не выявили ($p > 0,05$).

Выявили значимые различие в содержании аскорбиновой кислоты между сортами ягод в процессе хранения – ее количество больше в ягодах крыжовника сорта Розовый 2, чем в сорта Сенатор, по истечении 9 и 11 месяцев хранения соответственно в среднем в 1,61 и 1,55 раза ($p < 0,01$). Значимых различий по содержанию в ягодах исследуемых сортов в процессе хранения пищевых волокон не выявили ($p > 0,05$).

Установили, что на изменения содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в микробиоте ягод крыжовника в процессе хранения основное влияние оказывал срок хранения (сила влияния 73,9 %, $p < 0,01$), и незначительное сорт сырья и взаимодействие «сорта ягод × срока хранения» (по 12,7 %, $p < 0,01$).

Данные таблицы 3.14 свидетельствуют о том, что срок хранения ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 оказывал достоверное снижение содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в микробиоте – через 9 и 11 месяцев их количество уменьшилось соответственно в среднем в 6,0 и 10,6 раз от первоначального количества ($p < 0,05$). Существенных различий по содержанию микроорганизмов после 9 и 11 месяцев хранения ягод исследуемых сортов не выявили ($p > 0,05$).

Установили, что на изменения содержания плесневых грибов в микробиоте ягод крыжовника в процессе хранения основное влияние оказывал срок хранения (сила влияния 94,0 %, $p < 0,01$), и случайное воздействие - сорт сырья и взаимодействие «сорта ягод × срока хранения» ($p > 0,05$). Значимые различия по содержанию плесневых грибов выявили у ягод крыжовника в процессе хранения – их количество по истечении 9 и 11 месяцев хранения меньше соответственно в среднем 6 и 15 раз от первоначального ($p < 0,05$). Значимых различий по содержанию плесневых грибов в микробиоте ягод сортов Сенатор и Розовый 2 в процессе хранения не выявили ($p > 0,05$).

На изменения содержания в микробиоте ягод дрожжей в процессе хранения, исследуемые факторы оказывали равнозначное влияние (по 32,4 %, $p < 0,01$). Выявили, что в микробиоте ягод сорта Сенатор после 9 и 11 месяцев хранения отсут-

Таблица 3.14 - Изменения микробиоты быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения

Показатель	Сорт ягод	Срок хранения, мес.			Норма со- гласно ТР ТС 021/2011
		0	9	11	
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г	Сенатор	(5,45±0,98) ×10 ^{3b-f}	(6,54±1,07) ×10 ^{ad}	(2,72±0,69) ×10 ^{ad}	не более 5·10 ⁴
	Розовый 2	(2,27±0,63) ×10 ^{3a-cef}	(6,27±1,05) ×10 ^{ad}	(4,54±0,89) ×10 ^{ad}	
Среднее количество колоний плесневых грибов, КОЕ/г	Сенатор	(1,18±0,45) ×10 ^{2cf}	(2,27±0,63) ×10	(0,91±0,40) ×10 ^{ad}	не более 5·10 ²
	Розовый 2	(1,59±0,53) ×10 ^{2cf}	(2,86±0,71) ×10	(1,54±0,52) ×10 ^{ad}	
Среднее количество колоний дрожжей, КОЕ/г	Сенатор	(0,91±0,40) ×10 ^{b-f}	нет роста ^a	нет роста ^a	не более 2·10 ²
	Розовый 2	нет роста ^a	нет роста ^a	нет роста ^a	
Примечания: различия средних значений по показателю с разными строчными буквами суще- ственны (p <0,05): а-с – данные ягод сорта Сенатор на 0, 9 и 11 мес; d-f - данные ягод сорта Розовый 2 на 0, 9 и 11 мес					

ствовал рост дрожжей ($p < 0,05$). В микробиоте ягод сорта Розовый 2 дрожжи отсутствовали. Значимых различий по содержанию дрожжей в микробиоте ягод сортов Сенатор и Розовый 2 в процессе хранения не выявили ($p > 0,05$).

Бактерии группы кишечной палочки и патогенные микроорганизмы, включая сальмонеллы, в исследуемых быстрозамороженных ягодах крыжовника в процессе хранения не выявлены (согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» не допускаются соответственно в 0,1 и 25 г).

В результате проведенных исследований установили отсутствие роста нормируемых ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» микроорганизмов в процессе хранения исследуемых образцов быстрозамороженных ягод крыжовника.

Полученные результаты согласуются с исследованиями других авторов по микробиологической чистоте плодов в процессе замораживания и последующего хранения плодов. Следовательно, несмотря на то, что процессы замораживания и последующего низкотемпературного хранения вызывают гибель основного количества микроорганизмов, при использовании быстрозамороженных плодов необ-

ходимо учитывать, что на них могут оставаться жизнеспособные виды, а дефростацию сырья следует осуществлять непосредственно перед употреблением [22.].

В результате проведенных исследований опубликован ряд работ [13, 61], а так же установлено, что процесс низкотемпературного хранения ягод крыжовника оказывал незначительное влияние на изменение их характеристик качества. Полученные результаты согласуются с данными других авторов [2, 22, 114]. В целом, наши результаты показали, что быстрозамороженные ягоды крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, упакованные в пакеты из полиэтилена низкого давления с толщиной пленки 20 мкм массой 500 ± 20 г, сохраняют свои характеристики качества в течение 9 месяцев при температуре минус 18 °С и относительной влажности воздуха не более 95 %, что соответствует требованиям действующей нормативной документации (ГОСТ 33823-2016 «Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия»).

Данные оценки состава микробиоты определены в качестве приоритетных с целью регламентирования пригодности ягод крыжовника для технологии пищевых систем.

3.2.2 Разработка способа получения полуфабрикатов из ягод крыжовника

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). Следовательно, является актуальным поиск инновационных путей по разработке / усовершенствованию / модификации / модернизации полуфабрикатов из ягод крыжовника, в том числе за счет использования современного оборудования.

3.2.2.1 Определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника

На данном этапе работы проведены исследования по определению оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника, предусматривающих использование оборудования с роторным аппаратом, обеспечивающих требуемые характеристики качества.

В таблице 3.15 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).

Таблица 3.15 - Результаты исследований

Количество ягод, % (x_1)	Продолжительность обработки, мин (x_2)	Температура обработки, °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	$11,1 \pm 0,2$ ^{2,5,20,21,36}	$10,7 \pm 0,2$ ^{2,5,20,21,36}	$1,05 \pm 0,05$ ^{17,33,49}	$1,01 \pm 0,02$ ^{17,33,49}
65	5	55	$10,8 \pm 0,2$ ^{1,5,20,57}	$10,4 \pm 0,2$ ^{1,5,20,36,57}	$1,26 \pm 0,03$ ^{18,34,50}	$1,28 \pm 0,03$ ^{4,5,18,34,50}
65	5	60	$9,4 \pm 0,4$ ^{9,25,41,54,61}	$9,0 \pm 0,4$ ^{9,25,41,54,61}	$2,47 \pm 0,02$ ^{4,9,19,20,25,35,36,40,41,52,57}	$1,95 \pm 0,04$ ^{3,5,19-21,35-37,51-53}
65	5	65	$8,7 \pm 0,1$ ^{13,25,29,41,45,54,55,61}	$8,4 \pm 0,1$ ^{13,25,29,41,45,54,55,61}	$2,57 \pm 0,03$ ^{3,9,20,25,35,36,41,42,52,57-60}	$2,04 \pm 0,05$ ^{3,4,19-21,36-38,51-54}
65	10	50	$10,7 \pm 0,02$ ^{1,2,20,57}	$10,3 \pm 0,2$ ^{1,2,20,57}	$2,06 \pm 0,04$ ^{6,21,37,38,51,53,54}	$2,03 \pm 0,05$ ^{3,4,19-21,36-39,51-53}
65	10	55	$5,8 \pm 0,1$ ^{10,22-24,26,27,40,60}	$5,6 \pm 0,1$ ^{10,22-24,26,27,40,42,60}	$2,17 \pm 0,03$ ^{5,22,38,54,56}	$2,18 \pm 0,02$ ^{22,38,54-56}
65	10	60	$4,5 \pm 0,1$ ^{11,28,44,62-64}	$4,3 \pm 0,1$ ^{11,28,44,62-64}	$3,30 \pm 0,04$ ^{23,24,39,47}	$2,49 \pm 0,04$ ^{8,9,23-25,41,57,59,60}
65	10	65	$3,7 \pm 0,1$ ^{11,12,28,30,44,46}	$3,6 \pm 0,1$ ^{11,12,28,30,44,46}	$3,43 \pm 0,04$ ^{24,47}	$2,49 \pm 0,04$ ^{7,9,23-25,41,57,59,60}
65	15	50	$9,6 \pm 0,3$ ^{3,25,41,54}	$9,2 \pm 0,3$ ^{3,25,41,54}	$2,48 \pm 0,04$ ^{3,4,19,20,25,35,36,40,41,52,57}	$2,47 \pm 0,04$ ^{7,8,23-25,41,57}
65	15	55	$5,2 \pm 0,1$ ^{6,24,27,62,63}	$5,0 \pm 0,1$ ^{6,24,27,62,63}	$2,88 \pm 0,05$ ^{14,29,30,43-46,56,61,62}	$4,57 \pm 0,08$ ^{11,12,14-16,}
65	15	60	$4,2 \pm 0,2$ ^{7,8,28,30,44,46,64}	$4,0 \pm 0,2$ ^{7,8,28,30,44,46,64}	$4,40 \pm 0,05$ ^{12,14,15,27,28,31,32}	$4,57 \pm 0,08$ ^{10,12,14-16,}

Количество ягод, % (x_1)	Продолжитель- ность обработки, мин (x_2)	Температура об- работки, °C (x_3)	Массовая доля частиц разме- ром более 0,8 мм в полуфабри- кате из ягод, %		Общая органолептическая оценка, балл	
			свежих (y_1)	быстрозаморо- женных (y_2)	свежих (y_3)	быстрозаморо- женных (y_4)
65	15	65	3,4±0,2 ^{8,30,46}	3,3±0,2 ^{8,30,46}	4,48±0,04 ^{11,15,16,2 7,28,31,32}	4,57±0,08 ^{10,11,14-16,}
65	20	50	8,7±0,2 ^{4,25,29,41,4 5,54,55,61}	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 ^{15,16,31,3 2,47,48}	2,94±0,05 ^{10,30,43,4 4,46,48,55,62}	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 ^{11,12,16,2 7,28,31,32}	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 ^{14,15,31,3 2,47,48}	4,42±0,04 ^{11,12,15,2 7,28,31,32}	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 ^{17,33,341}	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 ^{3,9,20,25,3 5,36,40,41,52,57}	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 ^{6,23,26,27,4 0,42,43,60}	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 ^{6,22,26,27,4 0,42,43,60}	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 ^{6,10,26,27,6 0,62,63}	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 ^{3,4,9,13,41,4 5,54,55,61}	8,7±0,3 ^{3,4,9,13,4 1,45,54,55,61}	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 ^{11,12,15,1 6,28,31,32,}	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 ^{11,12,15,1 6,27,31,32,}	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 ^{10,13,26,4 3-45,61,64}	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 ^{11,12,15,1 6,27,28,32}	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 ^{11,12,15,1 6,27,28,31}	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}

Количество ягод, % (x_1)	Продолжительность обработки, мин (x_2)	Температура обработки, °C (x_3)	Массовая доля частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикate из ягод, %		Общая органолептическая оценка, балл	
			свежих (y_1)	быстрозамороженных (y_2)	свежих (y_3)	быстрозамороженных (y_4)
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 ^{5,6,21,22,5,15,53,54,56}	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 ^{3,4,9,13,2,24,54,55,61}	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 ^{22,23,26,3,9,40,42,60}	2,83±0,05 ^{10,13,14,2,6,29,44,45,55,61,62,64}	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 ^{10,13,14,2,6,29,43,45,46,55,61,62}	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 ^{10,13,26,2,9,43,44,60,61,64}	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 ^{10,14,30,4,44,55,62}	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}
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 ^{3,4,9,13,2,5,41,45,55,61}	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 ^{10,14,30,4,34,44,46,48,62}	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}

Количество ягод, % (x_1)	Продолжитель- ность обработки, мин (x_2)	Температура об- работки, °C (x_3)	Массовая доля частиц разме- ром более 0,8 мм в полуфабри- кате из ягод, %		Общая органолептическая оценка, балл	
			свежих (y_1)	быстрозаморо- женных (y_2)	свежих (y_3)	быстрозаморо- женных (y_4)
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 ^{10,13,26,2 9,43-45,64}	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 ^{10,14,3043 ,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 ^{13,26,29,4 2,43,45,58-61}	2,69±0,04 ^{13,29,42- 45,58-61}

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

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. На образование частиц размерами более 0,8 мм в полуфабрикатах выявлено более существенное влияние «продолжительности обработки», чем «температуры обработки» (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 × продолжительности обработки», «количества ягод × температуры обработки», «продолжительности обработки × температуры обработки» и «количества ягод × продолжительности обработки × 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 воздействий (пульсационных, ударных и пр.) оборудования с роторным аппаратом.

На органолептическую оценку полуфабрикатов из свежих ягод крыжовника «продолжительность обработки» 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 × продолжительности обработки», «количества ягод × температуры обработки», «продолжительности обработки × температуры обработки» и «количества ягод × продолжительности обработки × 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 быстро-

замороженных 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 ягод $r = 0,29$. 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 $r = 0,51$; $p < 0,05$), незначительном усилении продолжительности обработки (до $r = 0,84$; $p < 0,05$).

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

- свежих:

$$y_1 = 18,97 + 0,18x_1 - 0,50x_2 - 0,31x_3, \quad (3.1)$$

- замороженных:

$$y_2 = 18,26 + 0,17x_1 - 0,48x_2 - 0,30x_3, \quad (3.2)$$

Анализ значимости факторов уравнений регрессии с помощью критерия Стьюдента (продолжительности и температуры обработки, количества ягод – соответственно $t_{cm} = -27,8$, $t_{cm} = -17,4$ и $t_{cm} = 10,0$) 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:

$$y_3 = -0,04x_1 + 0,10x_2 + 0,08x_3, \quad (3.3)$$

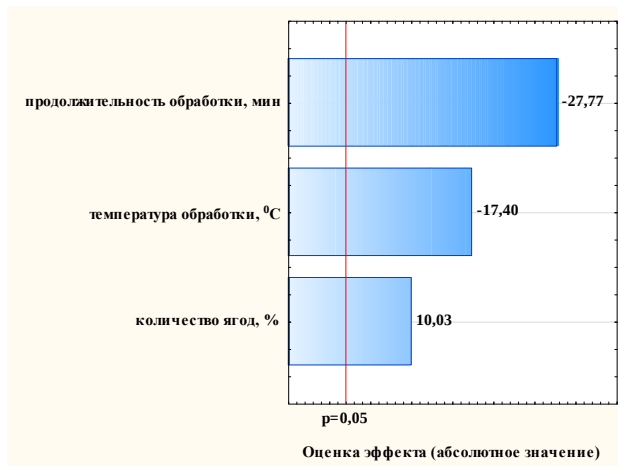
- замороженных:

$$y_4 = 1,78 - 0,05x_1 + 0,12x_2 + 0,05x_3, \quad (3.4)$$

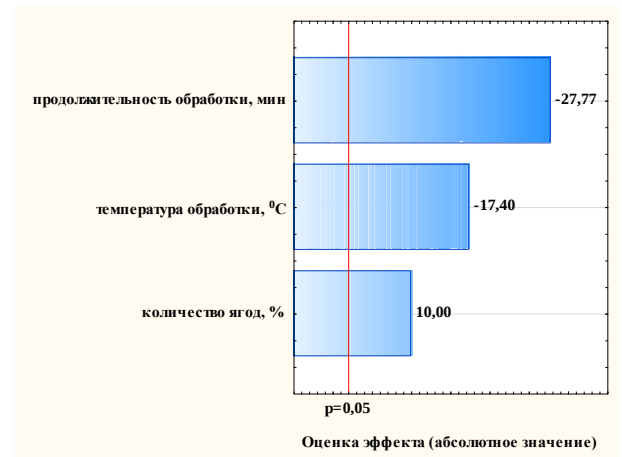
Анализ значимости факторов уравнений регрессии с помощью критерия Стьюдента (продолжительности и температуры обработки, количеством ягод – соответственно для свежего сырья $t_{cm} = 22,18$, $t_{cm} = 18,33$ и $t_{cm} = -9,24$, для быстро-замороженного сырья $t_{cm} = 27,44$, $t_{cm} = 10,52$ и $t_{cm} = -10,67$) 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 (рис. 3.9 и 3.10) 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 (рис. 3.11-3.13) 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 °С, продолжительности обработки от 13 до 20 мин, количестве ягод не более 72%; из быстро

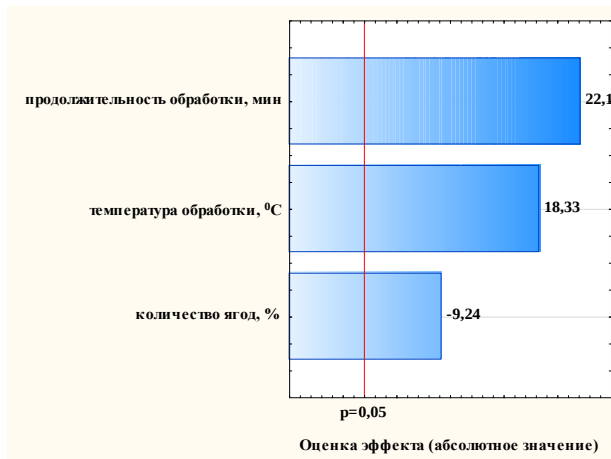


а) свежих

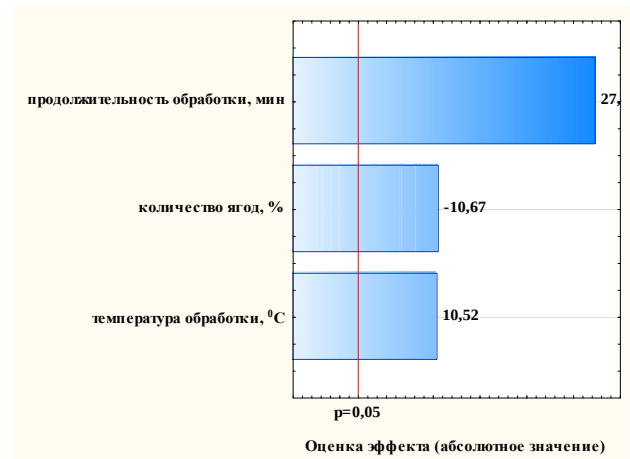


б) быстрозамороженных

Рисунок 3.9 - Карта Парето массовой доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника



а) свежих



б) быстрозамороженных

Рисунок 3.10 - Карта Парето общей органолептической оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника

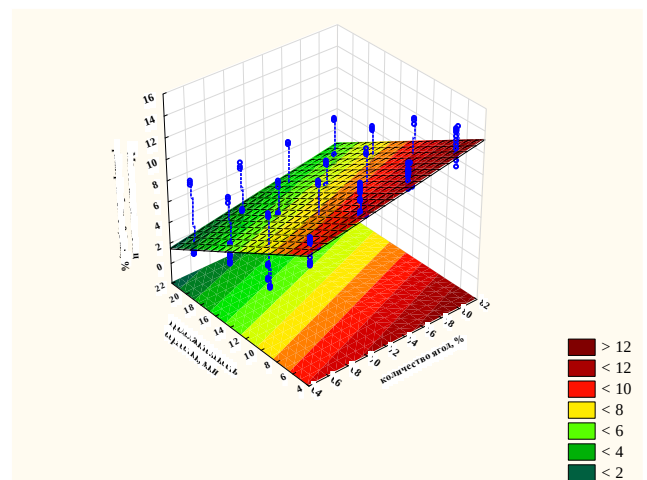
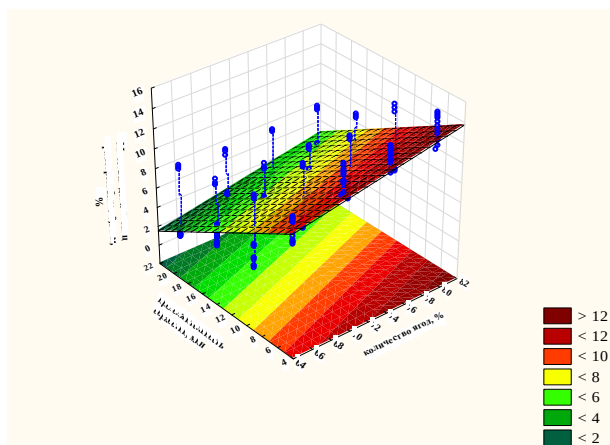
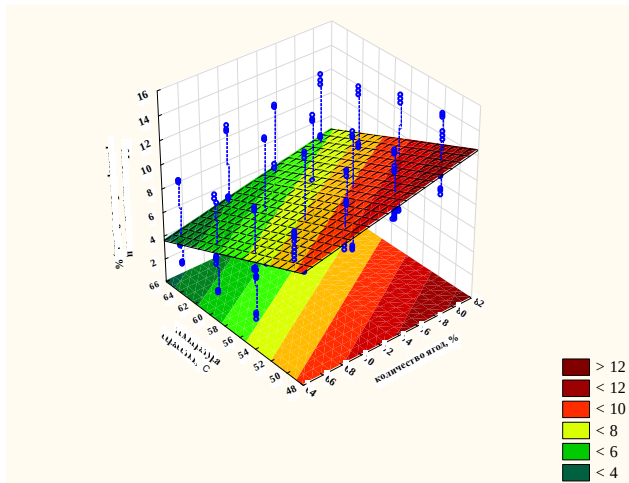
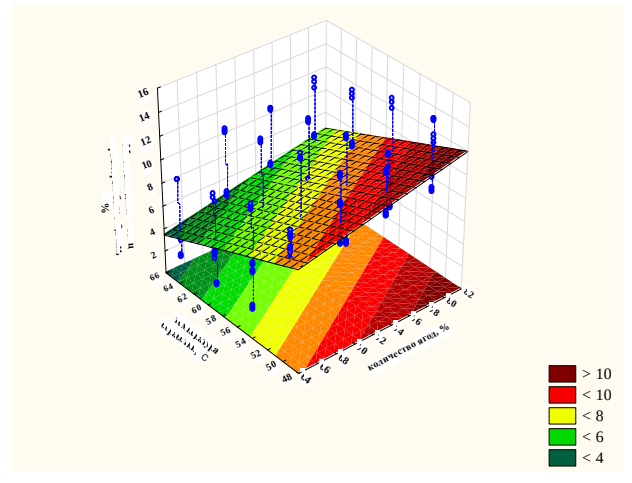


Рисунок 3.11 - Зависимость доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника от количества ягод и продолжительности обработки

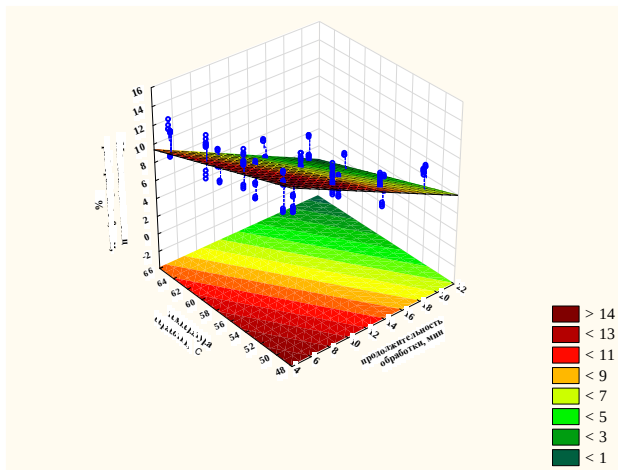


а) свежих

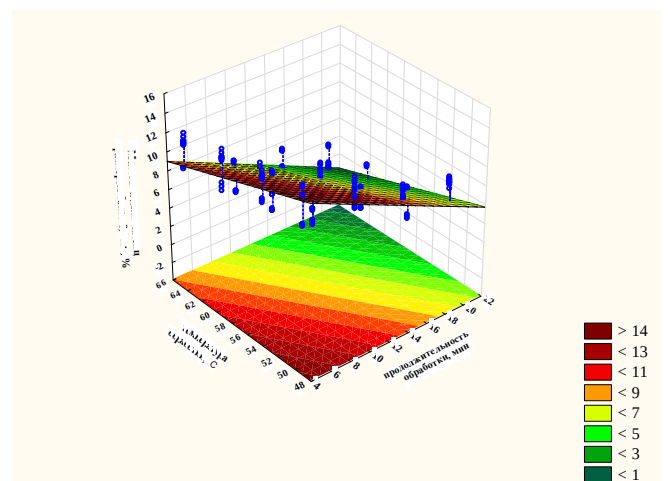


б) быстрозамороженных

Рисунок 3.12 - Зависимость доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника от количества ягод и температуры обработки

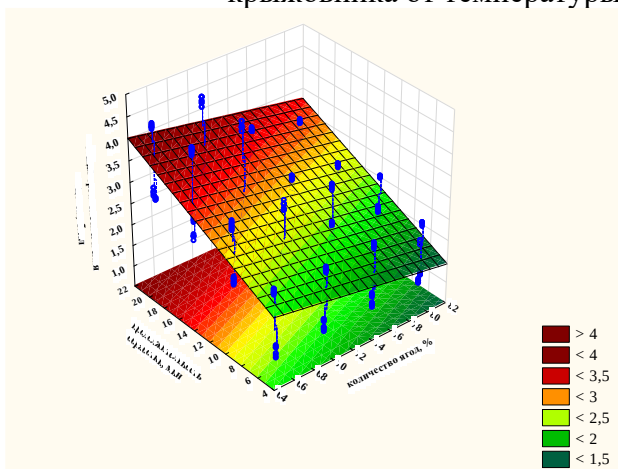


а) свежих

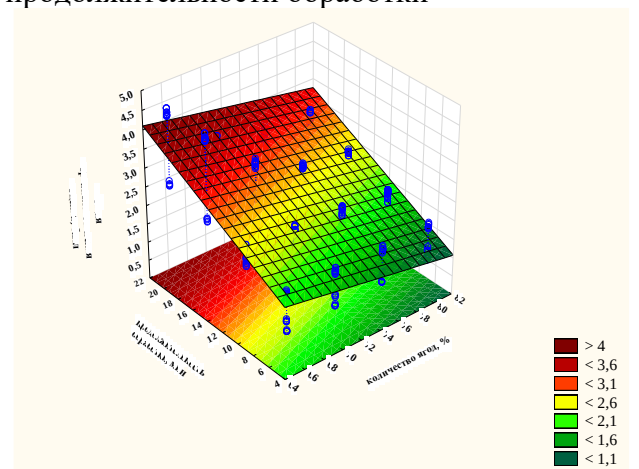


б) быстрозамороженных

Рисунок 3.13 - Зависимость доли частиц размером более 0,8 мм в полуфабрикатах из ягод крыжовника от температуры и продолжительности обработки



а) свежих



б) быстрозамороженных

Рисунок 3.14 - Зависимость общей органолептической оценки полуфабрикатов от количества ягод крыжовника и продолжительности обработки

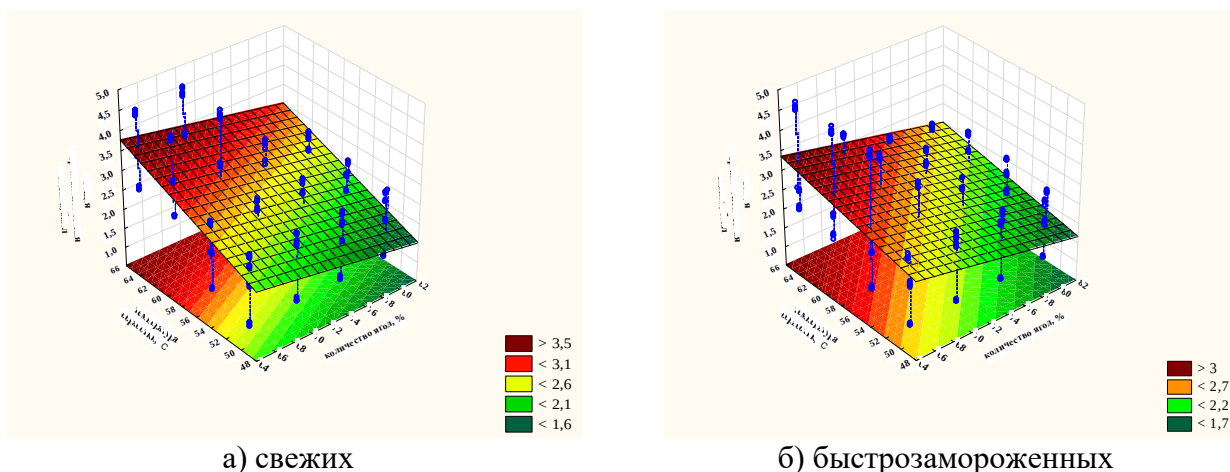


Рисунок 3.15 - Зависимость общей органолептической оценки полуфабрикатов от количества ягод крыжовника и температуры обработки

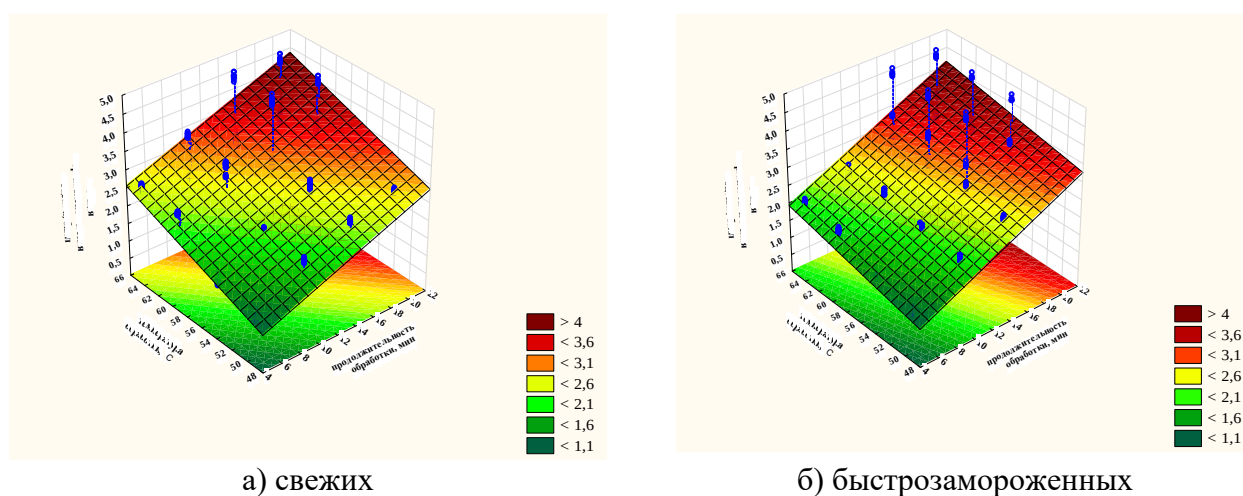


Рисунок 3.16 - Зависимость общей органолептической оценки полуфабрикатов из ягод крыжовника от температуры и продолжительности обработки

замороженных - при температуре обработки от 55 до 65 °C, продолжительности обработки от 13 до 20 мин, количестве ягод не более 66%.

Анализ графических зависимостей показал (рис. 3.14-3.16), что в полуфабрикатах из ягод крыжовника общая органолептическая оценка не ниже 3,0 баллов: из свежих - при температуре обработки от 59 до 65 °C, продолжительности обработки от 14 до 20 мин, количестве ягод не более 71%; из быстрозамороженных - при температуре обработки от 58 до 65 °C, продолжительности обработки от 14 до 20 мин, количестве ягод не более 67%.

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 - продолжи-

тельность 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.

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.

3.2.2.2 Исследования качества полуфабрикатов из ягод крыжовника

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. Также провели исследования стабильности физико-химических, микробиологических и органолептических показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника при хранении.

Приготовление полуфабриката из ягод крыжовника по технологии, предусматривающей:

- высокотемпературную обработку – мойка ягод, сортировка, бланширование в воде (температурой 90-100 °С) в течение 3-8 мин, смешивание с водой (температурой 16-20 °С), протираание (диаметр отверстий сита 0,5-0,8 мм), финиширование (диаметр отверстий сита 0,4 мм), уваривание в течение 45-50 мин;

- использование роторного аппарата – мойка, сортировка, получение смеси ягод (свежих 70%, быстрозамороженных 65 %) и воды питьевой (температурой 16-20 °С), обработка в МАГ-50 (частота вращения диспергатора 2900 об/мин, мешалки 10 об/мин в течение 15-20 мин при температуре 60-65 °С).

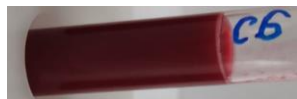
В таблице 3.16 представлена кодировка исследуемых в рамках данного этапа работы полуфабрикатов из ягод крыжовника, таблицах 3.17-3.19 и рисунке 3.17 – результаты испытаний исследуемых показателей качества продукции.

Таблица 3.16 - Кодировка полуфабрикатов из ягод крыжовника

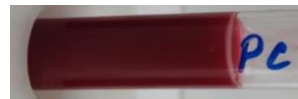
Код полуфабриката	Сорт	Состояние ягод	Технология изготовления
ССК	Сенатор	свежие	высокотемпературная обработка
ССМ	Сенатор	свежие	с использованием роторного аппарата
СБК	Сенатор	быстрозамороженные	высокотемпературная обработка
СБМ	Сенатор	быстрозамороженные	с использованием роторного аппарата
РСК	Розовый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



а) Сенатор (свежих)



б) Сенатор (быстрозамороженных)



в) Розовый 2 (свежих)



г) Розовый 2 (быстрозамороженных)

Рисунок 3.17 – Полуфабрикаты из ягод крыжовника, выработанных по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата

Таблица 3.17 – Содержание основных нутриентов в полуфабрикатах из ягод крыжовника

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	ССК	11,70±0,20 ^{E-Hc}	11,26±0,19 ^{E-H}	10,93±0,19 ^{E-Ha}
	ССМ	11,50±0,10 ^{E-Hbc}	11,24±0,10 ^{E-Ha}	11,00±0,10 ^{CE-Ha}
	СБК	11,60±0,20 ^{E-Hbc}	11,09±0,19 ^{E-Ha}	10,59±0,18 ^{BE-Hab}
	СБМ	11,30±0,10 ^{E-Hbc}	11,01±0,10 ^{E-Hac}	10,70±0,10 ^{E-Hab}
	РСК	13,80±0,20 ^{A-Cc}	13,30±0,19 ^{A-D}	12,94±0,19 ^{A-Da}
	РСМ	13,60±0,10 ^{A-Cbc}	13,31±0,10 ^{A-Dac}	13,04±0,10 ^{A-DGab}
	РБК	13,70±0,10 ^{A-Cbc}	13,14±0,10 ^{A-Dac}	12,62±0,10 ^{A-DFab}
	РБМ	13,40±0,10 ^{A-Cbc}	13,09±0,10 ^{A-Dac}	12,70±0,10 ^{A-Dab}
Массовая доля сахаров, %	ССК	5,60±0,10 ^{E-Hbc}	5,34±0,10 ^{E-Ha}	5,19±0,09 ^{E-Ha}
	ССМ	5,60±0,10 ^{E-Hc}	5,44±0,10 ^{DE-H}	5,29±0,10 ^{CE-Ha}
	СБК	5,30±0,20 ^{E-H}	5,02±0,19 ^{BE-H}	4,87±0,18 ^{BE-H}
	СБМ	5,40±0,20 ^{E-H}	5,21±0,19 ^{E-H}	5,09±0,19 ^{E-H}
	РСК	8,80±0,10 ^{A-Cbc}	8,40±0,10 ^{A-Dac}	8,13±0,09 ^{A-Dab}
	РСМ	8,80±0,10 ^{A-Cc}	8,57±0,10 ^{A-DGc}	8,30±0,09 ^{A-DGab}
	РБК	8,60±0,10 ^{A-Cbc}	8,14±0,10 ^{A-DFac}	7,88±0,09 ^{A-DFab}
	РБМ	8,60±0,20 ^{A-C}	8,30±0,19 ^{A-D}	8,09±0,19 ^{A-D}
Титруемых кислот (по	ССК	2,28±0,02 ^{D-Hc}	2,32±0,02 ^{D-Hc}	2,38±0,02 ^{BD-Hab}
	ССМ	2,28±0,02 ^{D-Hc}	2,29±0,02 ^{D-H}	2,32±0,02 ^{AC-Ha}
	СБК	2,25±0,01 ^{E-Hc}	2,29±0,01 ^{D-Hac}	2,37±0,01 ^{BD-Hab}

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
Массовая доля пищевых волокон, %	СБМ	2,22±0,01 ^{ABE-Hc}	2,25±0,01 ^{A-CE-Hac}	2,70±0,01 ^{A-CE-Hab}
	РСК	1,81±0,02 ^{A-CGHc}	1,85±0,02 ^{A-DGHc}	1,89±0,02 ^{A-DHab}
	РСМ	1,81±0,01 ^{A-CGHc}	1,83±0,01 ^{A-DH}	1,85±0,01 ^{A-DHa}
	РБК	1,76±0,01 ^{A-Fc}	1,80±0,01 ^{A-Eac}	1,85±0,01 ^{A-DHab}
	РБМ	1,74±0,02 ^{A-Fc}	1,76±0,02 ^{A-F}	1,78±0,02 ^{A-Ga}
	ССК	2,56±0,02 ^{CE-Hbc}	1,98±0,02 ^{BCE-Hac}	1,97±0,02 ^{BCE-Hab}
	ССМ	2,61±0,02 ^{CE-Hc}	2,58±0,02 ^{ACE-H}	2,54±0,02 ^{AC-Ha}
	СБК	2,35±0,02 ^{ABD-Hbc}	2,25±0,02 ^{ABD-Hac}	2,18±0,02 ^{ABD-Hab}
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	СБМ	2,53±0,03 ^{CE-Hc}	2,49±0,03 ^{DE-H}	2,45±0,03 ^{BCE-Ha}
	РСК	2,06±0,03 ^{A-CGc}	1,99±0,03 ^{A-DG}	1,92±0,03 ^{A-DFGa}
	РСМ	2,07±0,02 ^{A-CG}	2,04±0,02 ^{A-DG}	2,01±0,02 ^{A-DG}
	РБК	1,88±0,02 ^{A-Fbc}	1,81±0,02 ^{A-Fac}	1,74±0,02 ^{A-FHab}
	РБМ	2,00±0,01 ^{A-CGbc}	1,97±0,01 ^{A-DGa}	1,96±0,01 ^{A-DGa}
	ССК	13,751±0,499 ^{CE-Hbc}	9,722±0,352 ^{B-Hac}	5,941±0,215 ^{B-Hab}
	ССМ	14,411±0,536 ^{CE-Hbc}	12,682±0,472 ^{ACEFHac}	8,696±0,324 ^{AC-Hab}
	СБК	11,736±0,451 ^{ABD-Hbc}	8,086±0,311 ^{ABD-Hac}	4,659±0,179 ^{ABD-Hab}
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	СБМ	13,935±0,503 ^{CE-Hbc}	11,740±0,424 ^{ACE-Hac}	7,901±0,285 ^{A-CEFHab}
	РСК	21,504±0,592 ^{A-CF-Hbc}	15,332±0,422 ^{A-DF-Hac}	9,806±0,270 ^{A-DF-Hab}
	РСМ	23,710±0,479 ^{A-EGbc}	21,244±0,429 ^{A-EGHac}	14,811±0,299 ^{A-EGHab}
	РБК	19,182±0,252 ^{A-FHbc}	13,370±0,176 ^{A-FHac}	7,558±0,099 ^{A-CEFHab}
	РБМ	22,697±0,470 ^{A-CGbc}	19,360±0,400 ^{A-Gac}	13,300±0,275 ^{A-Gab}
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$): а-с - по сроку хранения; различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$): А-Н – по разновидности полуфабриката				

Таблица 3.18 – Микробиологические показатели полуфабрикатов из ягод крыжовника

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г	ССК	$(31,36 \pm 2,34) \times 10^{2B-DF-Hbc}$	$(3,64 \pm 0,80) \times 10^{BD-FHac}$	$(1,44 \pm 0,50) \times 10^{B-DF-Hab}$
	ССМ	$(4,09 \pm 0,85) \times 10^{ACEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^{AEa}
	СБК	$(12,27 \pm 1,46) \times 10^{ABD-FHbc}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{Eac}$	Нет роста ^{AEab}
	СБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{ACE-Gbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^{AEa}
	РСК	$(28,18 \pm 2,21) \times 10^{2B-DF-Gbc}$	$(4,54 \pm 0,89) \times 10^{A-DF-Hac}$	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{B-DF-Hab}$
	РСМ	$(5,46 \pm 0,98) \times 10^{AC-EGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^{AEa}
	РБК	$(10,91 \pm 1,38) \times 10^{ABD-FHbc}$	$(1,81 \pm 0,56) \times 10^{Eac}$	Нет роста ^{AEab}
	РБМ	$(2,27 \pm 0,63) \times 10^{ACEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^{AEa}
Среднее количество колоний плесневых грибов, КОЕ/г	ССК	$(8,64 \pm 1,22) \times 10^{B-DF-Hbc}$	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{B-Ha}$	Нет роста ^a
	ССМ	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{AEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a
	СБК	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{ADEHbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a
	СБМ	$(0,91 \pm 0,40) \times 10^{ACEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a
	РСК	$(9,55 \pm 1,29) \times 10^{B-DF-Hbc}$	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{A-DF-Ha}$	Нет роста ^a
	РСМ	$(3,18 \pm 0,75) \times 10^{AEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a
	РБК	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{ABD-FHbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a
	РБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{ACEGbc}$	Нет роста ^{AEa}	Нет роста ^a

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
Среднее количество колоний дрожжей, КОЕ/г	ССК	$(5,91 \pm 1,02) \times 10^{\text{CDF-Hbc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	ССМ	$(4,55 \pm 0,89) \times 10^{\text{DHbc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	СБК	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{\text{Abc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	СБМ	$(1,82 \pm 0,56) \times 10^{\text{ABbc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	РСК	$(3,63 \pm 0,80) \times 10^{\text{bc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	РСМ	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{\text{Abc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	РБК	$(2,73 \pm 0,69) \times 10^{\text{Abc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a
	РБМ	$(1,36 \pm 0,49) \times 10^{\text{ABbc}}$	Нет роста ^a	Нет роста ^a

Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$): а-с - по сроку хранения; различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$): А-Н – по разновидности полуфабриката

Таблица 3.19 – Оценка органолептических показателей полуфабрикатов из ягод крыжовника

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
Внешний вид, балл	ССК	$4,62 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,00 \pm 0,10^{\text{BCEFHac}}$	$3,06 \pm 0,05^{\text{Fab}}$
	ССМ	$4,68 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,38 \pm 0,08^{\text{ACDGac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{CFab}}$
	СБК	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$3,78 \pm 0,08^{\text{ABD-Hac}}$	$3,00 \pm 0,10^{\text{BFab}}$
	СБМ	$4,64 \pm 0,11^{\text{bc}}$	$4,10 \pm 0,10^{\text{BCFHac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РСК	$4,62 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,20 \pm 0,10^{\text{ACFGac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{ab}}$
	РСМ	$4,66 \pm 0,05^{\text{bc}}$	$4,52 \pm 0,08^{\text{AC-EGac}}$	$3,28 \pm 0,08^{\text{ACab}}$
	РБК	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$3,98 \pm 0,08^{\text{BCEFHac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РБМ	$4,74 \pm 0,11^{\text{bc}}$	$4,32 \pm 0,13^{\text{ACDFGac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{ab}}$
Цвет, балл	ССК	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,16 \pm 0,11^{\text{BCEFac}}$	$3,08 \pm 0,08^{\text{Fab}}$
	ССМ	$4,68 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,42 \pm 0,13^{\text{ACDGac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{ab}}$
	СБК	$4,54 \pm 0,05^{\text{bc}}$	$3,92 \pm 0,11^{\text{ABEFHac}}$	$3,00 \pm 0,10^{\text{FHab}}$
	СБМ	$4,62 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,02 \pm 0,08^{\text{BEFHac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РСК	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,38 \pm 0,08^{\text{ACDGac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{ab}}$
	РСМ	$4,70 \pm 0,07^{\text{Gbc}}$	$4,54 \pm 0,11^{\text{ACDGHac}}$	$3,30 \pm 0,07^{\text{ACGab}}$
	РБК	$4,52 \pm 0,08^{\text{Fbc}}$	$4,08 \pm 0,08^{\text{BEFHac}}$	$3,12 \pm 0,08^{\text{Fab}}$
	РБМ	$4,64 \pm 0,09^{\text{bc}}$	$4,32 \pm 0,08^{\text{CDFGac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{Cab}}$
Текстура, балл	ССК	$4,52 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$3,92 \pm 0,13^{\text{BDEHac}}$	$3,08 \pm 0,04^{\text{Fab}}$
	ССМ	$4,64 \pm 0,11^{\text{bc}}$	$4,34 \pm 0,11^{\text{ACEGac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{Cab}}$
	СБК	$4,48 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$3,86 \pm 0,13^{\text{BD-FHac}}$	$3,00 \pm 0,10^{\text{BEFHab}}$
	СБМ	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,18 \pm 0,08^{\text{ACFac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РСК	$4,52 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,10 \pm 0,10^{\text{BCFHac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{Cab}}$
	РСМ	$4,62 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,48 \pm 0,13^{\text{AC-EGac}}$	$3,28 \pm 0,08^{\text{ACab}}$
	РБК	$4,48 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,02 \pm 0,08^{\text{BFHac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РБМ	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,38 \pm 0,13^{\text{ACEGac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{Cab}}$
Запах, балл	ССК	$4,52 \pm 0,08^{\text{Fbc}}$	$3,88 \pm 0,13^{\text{BEFHac}}$	$3,08 \pm 0,04^{\text{Fab}}$
	ССМ	$4,62 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,30 \pm 0,10^{\text{ACGac}}$	$3,20 \pm 0,10^{\text{Cab}}$
	СБК	$4,48 \pm 0,08^{\text{FHbc}}$	$3,72 \pm 0,08^{\text{BD-Hac}}$	$3,00 \pm 0,10^{\text{BEFHab}}$
	СБМ	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,08 \pm 0,08^{\text{CFac}}$	$3,14 \pm 0,05^{\text{ab}}$
	РСК	$4,58 \pm 0,08^{\text{bc}}$	$4,14 \pm 0,13^{\text{ACFac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{Bab}}$
	РСМ	$4,70 \pm 0,07^{\text{ACbcd}}$	$4,42 \pm 0,13^{\text{AC-EGac}}$	$3,28 \pm 0,08^{\text{ACGab}}$
	РБК	$4,56 \pm 0,05^{\text{bc}}$	$4,02 \pm 0,08^{\text{BCFac}}$	$3,12 \pm 0,04^{\text{Fab}}$
	РБМ	$4,64 \pm 0,05^{\text{Cbc}}$	$4,22 \pm 0,13^{\text{ACac}}$	$3,18 \pm 0,08^{\text{Cab}}$
Вкус и послевкусие,	ССК	$4,32 \pm 0,18^{\text{bc}}$	$3,92 \pm 0,08^{\text{BCEFHac}}$	$3,06 \pm 0,05^{\text{Fab}}$
	ССМ	$4,46 \pm 0,13^{\text{bc}}$	$4,12 \pm 0,08^{\text{ACDEac}}$	$3,16 \pm 0,09^{\text{Cab}}$

Показатель	Полуфабрикат	Срок хранения, мес		
		0	24	30
балл	СБК	4,26±0,15 ^{Fbc}	3,68±0,08 ^{ABD-Нac}	2,98±0,08 ^{BEFHab}
	СБМ	4,44±0,11 ^{bc}	3,88±0,08 ^{BCE-Нac}	3,12±0,08 ^{ab}
	РСК	4,38±0,13 ^{bc}	4,12±0,08 ^{ACDFac}	3,16±0,09 ^{Cab}
	РСМ	4,54±0,11 ^{Cbc}	4,34±0,11 ^{A-EGac}	3,28±0,08 ^{ACab}
	РБК	4,36±0,11 ^{bc}	4,08±0,08 ^{CDFac}	3,12±0,08 ^{ab}
	РБМ	4,50±0,10 ^{bc}	4,16±0,11 ^{ACDac}	3,16±0,09 ^{Cab}
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$): а-с - по сроку хранения; различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$): А-Н – по разновидности полуфабриката				

Обсуждение результатов испытаний характеристик качества полуфабрикатов из ягод крыжовника согласно поставленным задачам представлены в следующих подразделах (3.2.2.2.1 и 3.2.2.2.2).

3.2.2.2.1 Определение влияния сорта и состояния ягод крыжовника, технологии изготовления на качество полуфабрикатов

В результате проведенных исследований установили, что на содержание всех исследуемых веществ полуфабрикатов из ягод крыжовника основное влияние оказывал «сорт ягод» – сила влияния для растворимых сухих веществ, сахаров и титруемых кислот, пищевых волокон и аскорбиновой кислоты соответственно 98,0, 99,5, 98,7, 89,6 и 89,8 % ($p < 0,01$). Из данных таблицы 3.17 видно, что полуфабрикаты из ягод крыжовника сорта Розовый 2 характеризовались большим содержанием, по сравнению с продукцией из сорта Сенатор, растворимых сухих веществ, сахаров и аскорбиновой кислоты соответственно в среднем в 1,2, 1,6 и 1,6 раз, но уступали - по количеству титруемых кислот и пищевых волокон в среднем в 1,3 раза.

Фактор «состояние ягод» оказывало влияние на исследуемые показатели полуфабрикатов из ягод крыжовника – сила влияния на содержание растворимых сухих веществ, сахаров, органических кислот, в том числе аскорбиновой, пищевых волокон соответственно 0,5, 0,5, 1,2, 2,8 и 6,3 % ($p < 0,01$). Продукция, изготовленная из свежих ягод крыжовника, превосходила по содержанию растворимых сухих веществ, сахаров и титруемых кислот, в том числе аскорбиновой, пи-

щевых волокон, продукцию из быстрозамороженного сырья соответственно в среднем в 1,01, 1,03, 1,03, 1,06 и 1,09 раз.

Фактор «технология изготовления» оказывал значимое влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника растворимых сухих веществ, органических кислот, в том числе аскорбиновую, пищевых волокон – сила влияния соответственно 1,4, 0,1, 6,0 и 2,7 % ($p < 0,01$). Полуфабрикаты, изготовленные по технологии, предусматривающей высокотемпературную обработку, содержали большее количество растворимых сухих веществ и титруемых кислот, в том числе аскорбиновой, пищевых волокон соответственно в среднем 1,02, 1,01, 1,13 и 1,04 раз, чем продукция, полученная по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом.

Взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления» оказывали существенное влияние на содержание в полуфабрикатах из ягод крыжовника аскорбиновой кислоты (сила влияния 0,7 %, $p < 0,01$), а на остальные показатели – не существенное ($p > 0,05$). Взаимодействия «состояния ягод × технология изготовления» оказывали значимое влияние на содержание в продукции пищевых волокон и аскорбиновой кислоты (сила влияния соответственно 1,2 и 0,7 %, $p < 0,01$), на остальные показатели – случайное ($p > 0,05$). Взаимодействия «сорт ягод × состояния ягод» и «сорт ягод × состояния ягод × технология изготовления» не оказывали существенного влияния на исследуемые показатели полуфабрикатов из ягод крыжовника ($p > 0,05$).

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 ягод» 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 ягод» (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 × состояние ягод × технология изготовления», плесневых грибов – взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояние ягод», «сорт ягод × состояние ягод × технология изготовления», дрожжей – взаимодействия «сорт ягод × технология изготовления», «состояние ягод × технология изготовления», «сорт ягод × состояние ягод × технология изготовления» ($p > 0,05$).

Из данных таблицы 3.18 видно, 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

неспоробразующие 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 *p. Salmonella*), а также микроорганизмы «порчи» (плесневые грибы и дрожжи) в количестве, не превышающем допустимые уровни (табл. 1.5 Приложения 2 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

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% ($p < 0,01$). Фактор «состояние ягод» оказывал влияние только на цвет полуфабрикатов, а «сорт ягод» на запах - сила влияния соответственно 20,1% ($p < 0,05$) и 28,4% ($p < 0,01$). Взаимодействия исследуемых факторов на органолептические характеристики продукции носили случайный характер.

Из данных таблицы 3.19 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 значениями общих органолептических оценок исследуемых полуфабрикатов и полученными внутри выбранных интервалов варьирования факторов (табл. 3.15) случайны ($p > 0,05$).

Результаты наших исследований биохимического состава, органолептической оценки, микробиологической стабильности полуфабрикатов из ягод крыжовника согласуются с данными других авторов о том, что они зависят от сорта сырья, количества и параметров операций технологической обработки, состояния сырья и других факторов [22, 77, 78, 122, 128, 130, 141, 149, 163, 179, 186].

Таким образом, 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.

3.2.2.2.2 Определение влияния срока хранения на качество полуфабрикатов из ягод крыжовника

В результате проведенных исследований установили (табл. 3.17), что «срок хранения» полуфабрикатов оказывал значимое влияние на изменение содержания в них растворимых сухих веществ (сила влияния более 89,0 %, $p < 0,01$): через 24 и 30 месяцев хранения уменьшилось в среднем на 3,2 и 6,0 %. Аналогичная тенденция отмечалась при изменении содержания в продукции: сахаров (сила влияния более 83,0 %, $p < 0,05$) - через 24 и 30 месяцев хранения снижение соответственно в среднем на 4,0 и 6,8 % от первоначального количества. Количество титруемых кислот в продукции с течение времени увеличивается (сила влияния более 83,0 %, $p < 0,05$) - через 24 и 30 месяцев хранения соответственно в среднем на 1,5 и 3,6 % от первоначального количества.

В продукции, изготовленной из ягод сорта Сенатор содержание растворимых сухих веществ через 24 и 30 месяцев хранения соответственно в среднем в 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 технологии, предусматривающей высокотемпературную обработку или использование оборудования с роторным аппаратом, из свежего или быстрозамороженного сырья ($p > 0,05$).

В результате проведенных исследований установили (табл. 3.17), что «срок хранения» полуфабрикатов оказывал значимое влияние на изменение содержания в них пищевых волокон (сила влияния более 84,0 %, $p < 0,05$): через 24 и 30 месяцев хранения оно снижалось в среднем на 5,2 и 7,1 % от первоначального количества. Содержание пищевых волокон на протяжении исследуемого периода хране-

ния 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 предусматривающей использование высокотемпературной обработки. Не выявили значимых различий по изменению содержания нутриентов при хранении продукции, изготовленной из свежего или быстрозамороженного сырья ($p > 0,05$).

Установили (табл. 3.17), что «срок хранения» оказывал влияние на снижение содержания в полуфабрикатах из ягод крыжовника аскорбиновой кислоты (сила влияния более 98,9 % при $p < 0,01$) – сохранность через 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 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 предусматривающей использование высокотемпературной обработки ($p < 0,01$) - на начало хранения, через 24 и 30 месяцев соответственно в 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 ($p > 0,05$).

В результате проведенных исследований установили (таб. 3.18), что «срок хранения» полуфабрикатов 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 из ягод крыжовника через 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 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 достоверно больше, чем по предусматривающей использование высокотемпературной обработки ($p < 0,01$).

тивно-анаэробных микроорганизмов в процессе хранения меньше, чем по предусматривающей использование высокотемпературной обработки ($p < 0,01$): на начало хранения и через 24 месяцев хранения - присутствовали в продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование высокотемпературной обработки, вне зависимости от состояния сырья; через 30 месяцев - только в продукции из свежего сырья, изготовленной по технологии, предусматривающей использование высокотемпературной обработки. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$): на начало хранения, через 24 месяцев соответственно в 22,2 и 2,5 раз; через 30 месяцев - присутствовали только в продукции, изготовленной из свежего сырья по технологии, предусматривающей высокотемпературную обработку.

Установили снижение численности колониеобразующих единиц плесневых грибов на протяжении исследуемого периода хранения полуфабрикатов из ягод крыжовника - через 24 и 30 месяцев соответственно в среднем до 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 предусматривающей использование высокотемпературной обработки ($p < 0,01$): на начало хранения в 3,3 раза; через 24 месяцев – присутствовали только в продукции из свежего сырья, изготовленной по технологии, предусматривающей использование высокотемпературной обработки. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$): на начало хранения в 1,8; по истечении 24 месяцев – присутствовали только в продукции, изготовленной из свежего сырья.

Отметили отсутствие роста численности колониеобразующих единиц дрожжей после 24 и 30 месяцев хранения полуфабрикатов из ягод крыжовника ($p < 0,01$). В продукции, изготовленной по технологии, предусматривающей использование роторного аппарата, количество дрожжей в процессе хранения достоверно меньше, чем по предусматривающей использование высокотемператур-

ной обработки ($p < 0,01$): на начало хранения в 1,4 раза, при этом микроорганизмы присутствовали только в продукции из свежего сырья. Количество исследуемых микроорганизмов в полуфабрикатах из свежих ягод в процессе хранения больше, чем из быстрозамороженных на начало хранения в 1,9 раз ($p < 0,01$).

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 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.

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 *p. Salmonella*), а также микроорганизмы «порчи» (плесневые грибы и дрожжи) в количестве, не превышающем допустимые уровни (табл. 1.5 Приложения 2 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»). При этом необходимо отметить, что технология изготовления продукции из ягод крыжовника, предусматривающая использование роторного аппарата, более эффективна в уничтожении микроорганизмов, по сравнению с технологией, предусматривающей высокотемпературную обработку.

Установили, что «срок хранения» оказывал влияние на изменения органолептических характеристик полуфабрикатов из ягод крыжовника, вне зависимости от сорта и состояния сырья, технологии изготовления, сила влияния ($p < 0,01$): внешний вид – 99,3 %; цвет – 99,2 %; текстура – 99,3 %; запах – 98,8 %; вкус и послевкусие – 99,1 %.

В процессе хранения продукции во внешнем виде отметили незначительное отделение жидкости, а цвет поверхностного слоя становился темнее – из данных

таблицы 3.19 видно, что потери оценок за данные показатели после 24 месяцев составили в среднем 9,2 %, увеличившись еще через 6 месяцев в среднем до 32,1 % ($p < 0,01$). Сохранность оценок за текстуру (становилась тягучей) после 24 и 30 месяцев хранения продукции составила соответственно в среднем 91,4 и 69,1 %, запах (слабее) - 89,4 и 68,7 % ($p < 0,01$). В процессе хранения вкус и послевкусие продукции теряли свою гармоничность, что приводило к потерям оценок за данный показатель – после 24 и 30 месяцев составили соответственно в среднем 8,4 и 29,0 % ($p < 0,01$).

Лучшим внешним видом в процессе хранения характеризовалась продукция, выработанная из сорта Розовый 2, а не сорта Сенатор – через 24 и 30 месяцев хранения соответственно в 1,05 и 1,03 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 в среднем 1,04 раза ($p < 0,01$). В процессе хранения лучше сохраняла свои органолептические характеристики продукция, выработанная из свежего, а не быстрозамороженного сырья, после 24 и 30 месяцев хранения ($p < 0,01$): внешний вид – соответственно в 1,05 и 1,02 раза; цвет – 1,07 и 1,02 раза; текстура – 1,02 и 1,02 раза; запах, вкус и послевкусие – 1,04 и 1,02 раза. Продукция, изготовленная по технологии, предусматривающей использование оборудования с роторным аппаратом, характеризовалась лучшей сохранностью органолептических характеристик в процессе хранения, чем по технологии, предусматривающей высокотемпературную обработку ($p < 0,01$): внешний вид – соответственно в 1,08 и 1,03 раза; цвет – 1,04 и 1,03 раза; текстура – 1,09 и 1,03 раза; запах – 1,07 и 1,03 раза; вкус и послевкусие – 1,04 и 1,03 раза.

Полученные нами данные об изменениях характеристик качества полуфабриката из ягод крыжовника в процессе хранения в целом согласуются с данными других авторов – изменения обусловлены множеством факторов (сырьем, используемым методом обработки, видом упаковки, температурой хранения и т.д.) [140, 147, 148, 150, 152, 160, 165, 182, 187, 193].

По истечении 30 месяцев хранения полуфабрикатов из ягод крыжовника, вне зависимости от используемых помологического сорта и состояния сырья, технологии изготовления, при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте в банках стеклянных типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укупоренных крышками типоразмера 1-82-С, оценки за органолептические показатели приближалось к предельно допустимым нормам (явным несоответствиям), поэтому срок годности следует ограничить 24 месяцами.

Представленные и обсуждаемые на данном этапе работы результаты опубликованы [75, 95, 113] (подраздел 3.2) и могут быть полезны заинтересованным лицам, поскольку расширяют объем научных знаний о традиционных и инновационных способах консервации ягод крыжовника.

По истечении 30 месяцев хранения полуфабрикатов из ягод крыжовника, вне зависимости от используемых помологического сорта и состояния сырья, технологии изготовления, при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте в банках стеклянных типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 500 см³, укупоренных крышками типоразмера 1-82-С, оценки за органолептические показатели приближалось к предельно допустимым нормам (явным несоответствиям), поэтому срок годности следует ограничить 24 месяцами.

3.3 Применение ягод крыжовника и продуктов их переработки при изготовлении пищевой продукции

Плоды, а также продукты их переработки, часто используются при изготовлении различной пищевой продукции в качестве основного или дополнительного ингредиента. Следовательно, провели исследования по использованию ягод крыжовника и полуфабриката из них в технологиях пищевых систем двух видов.

3.3.1 Исследование возможности использования ягод крыжовника при изготовлении продукта из сливок

Молочные продукты незаменимы, потребляются ежедневно и являются одними из желаемых продуктов питания для значительной части населения мира. Молочные продукты изготавливаются как в домашних, так и промышленных условиях. Молочные продукты, за счет содержащихся в них пептидов, жирных кислот и других биологически активных соединений, обладающих иммуномодулирующей, антигипертензивной, противоопухолевой или противораковой активностью, а также противомикробным и антиоксидантным свойствам, оказывают положительное влияние на состояние здоровья потребителей. Молочные продукты специалисты рассматривают как важный компонент здорового питания, поскольку они содержат молочный жир, включающий порядка 400 различных жирных кислот, в состав которых входят насыщенные жирные кислоты, каждая из которых имеет биологическое значение [194].

В последние годы отмечается интерес к современным технологиям по созданию молочной продукции, в которых традиционные процессы (гомогенизации, пастеризации и пр.) заменяются инновационными (использующими высокое давление, ультразвук и пр.), при одновременном сохранении или улучшении физико-химических и органолептических характеристик, эндогенных физиологически активных соединений, микробиологической безопасности [138, 205]. Например, Щетинин М.П. с соавторами использовали кавитационную обработку при получении молочно-фруктового продукта (с пюре из плодов облепихи или черной смородины) [87], Sarker A. и Siddiqui R.A. – ультразвуковую обработку йогуртов, обогащенных бананово-устойчивым крахмалом и порошком зеленой папайи [199], Дунченко Н. с соавторами - высокочастотную акустическую кавитацию при изготовлении адыгейского сыра из коровьего и козьего молока [162], Kashaninejad M. и Razavi S.M.A. - термоультразвуковую обработку сливок из верблюжьего молока [164], Sert D. с соавторами - гомогенизацию под высоким давлением смеси для мороженого из молока буйволиц [201].

Тем не менее, существует не так много исследований, посвященных разработке молочной продукции с использованием ягод крыжовника, а, следовательно, является актуальным проведение исследований по определению возможности использования ягод крыжовника при изготовлении продукта из сливок.

3.3.1.1 Разработка балльной системы органолептической оценки продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника

Органолептический анализ обеспечивает понимание и оценку восприятия человеком характеристик пищевой продукции. Отметим ограниченное количество исследований, направленных на создание органолептических методов оценки качества продуктов из сливок. Следовательно, на данном этапе работы осуществляли создание словаря органолептических показателей продукта из сливок, который использовали при разработке балльной системы его органолептической оценки.

Изначально составлялся список дескрипторов продукта, максимально описывающий ощущения, полученные на основании результатов апробации сливок, плодов крыжовника / черники / ирги, продуктов из сливок и плодового сырья, справочных материалов и собственного опыта, который впоследствии обсуждался в группе - 49 для внешнего вида и консистенции, 31 для цвета, 45 для аромата, вкуса и послевкусия. После список дескрипторов: сокращали, удаляли гедонические, количественные, неуместные и отрицательные дескрипторы (табл. 1 Приложения Б); сокращали и определяли наиболее значимые дескрипторы согласно шкалы интенсивности (от 0 до 5 баллов по ГОСТ 33609-2015 «Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе»), учитывая, что общее количество упоминаний каждого дескриптора 63, общая возможная интенсивность дескриптора 315 (табл. 3.20).

Используя метод главных компонент, определяли дескрипторы, которые наилучшим образом характеризовали различия продукта. Данные рисунка 3.18

Таблица 3.20 - Результаты расчетов значимых дескрипторов описательных характеристик продукта из сливок

Дескриптор	Частота упоминаний, %	Относительная интенсивность, %	Важность, %	Ранг
Вязкость	100	70,48	83,95	9
Гомогенность	100	92,38	96,12	1
Цвет коричневый	100	77,14	87,83	5
Однородность цвета	100	72,06	84,89	7
Аромат /послевкусие сливок	100	82,86	91,03	4
Аромат /послевкусие пастеризации	100	91,75	95,78	2
Аромат /послевкусие фруктовые	100	73,33	85,63	6
Аромат /послевкусие карамельные	33,33	6,67	14,91	11
Аромат /послевкусие травяные	30,16	6,03	13,49	12
Аромат/послевкусие зелени	26,98	5,4	12,07	13
Вкус и послевкусие сладкие	100	87,62	93,61	3
Вкус и послевкусие кислые	23,81	4,76	10,65	15
Терпкость	25,4	5,08	11,36	14
Насыщенность вкуса и послевкусия	100	69,52	83,38	10
Длительность послевкусия	100	72,06	84,89	7

свидетельствуют о том, что у продукта на Факторы 1- 3 приходится соответственно 45,65, 26,00 и 9,50 % информационной нагрузки. На рисунке 3.19 представлен график дескрипторов описательных характеристик продукта на плоскости, определяемый Факторами 1 и 2. В результате проведенного дисперсионного анализа установили, что испытуемые образцы продукта не имели существенных различий между собою по внешнему виду (вязкости и гомогенности), однородности цвета, аромату и привкусу пастеризации, сладости и его длительности ($p > 0,05$), при этом в продукции: с добавлением ягод черники отметили значимые отличия от той, в состав которой входили плоды крыжовника / ирги – в коричневом цвете присутствовали серо-сиреневые тона ($p < 0,05$); при изготовлении которой плодovое сырье использовалось в количестве 10-12 %, отметили более интенсивные ноты сливок и менее плодovого сырья, чем 14 % ($p < 0,05$); при изготовлении которой плодovое сырье использовалось в количестве 12-14 %, отметили более насыщенные вкус и послевкусие, чем 10 % ($p < 0,05$).

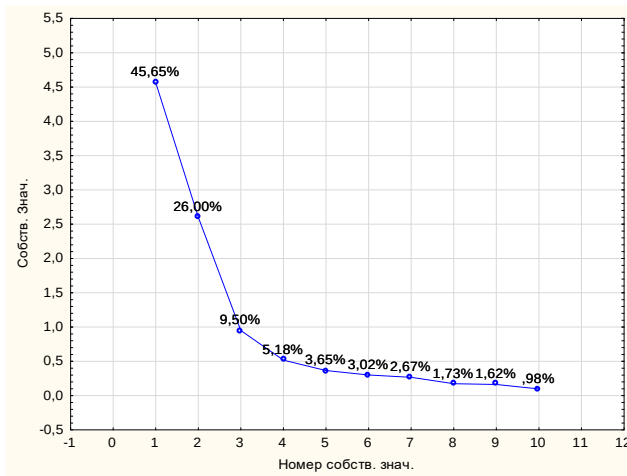


Рисунок 3.18 - Информационные нагрузки факторов на дескрипторы описательных характеристик продукта из сливок

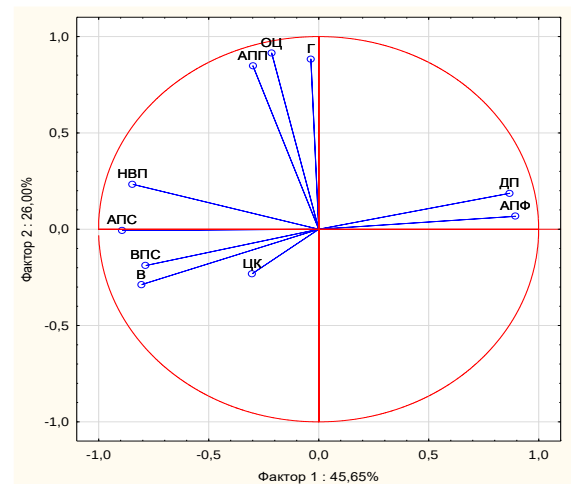


Рисунок 3.19 - График нагрузок дескрипторов описательных характеристик продукта из сливок, выбранных по первым двум факторам: В - вязкость; Г - гомогенность; ЦК - цвет коричневый; ЦО - цвет однородный; АПС - аромат / послевкусие сливок; АПП - аромат / послевкусие пастеризации; АПФ - аромат / послевкусие фруктовые; ВПС - вкус и послевкусие сладкие; НВП - насыщенность вкуса и послевкусия; ДП - длительность послевкусия

Из данных таблицы 3.21 видно, что с Фактором 1 наибольшей положительной связью связаны дескрипторы продукта, описывающие его фруктовые аромат и послевкусие, а также их длительность, отрицательной – вязкость, аромат / послевкусие сливок, сладость и насыщенность вкуса и послевкусия. На наш взгляд - это можно объяснить количественным соотношением сырьевых ингредиентов продукта. Наибольшие положительные значения нагрузки Фактора 2 на дескрипторы, описывающие гомогенность продукта, однородность цвета и наличия в аромате и послевкусии нот пастеризации можно объяснить его технологическими параметрами изготовления. Положительные значения Фактора 3 на окраску продукта можно объяснить взаимодействием технологических факторов и биохимическими особенностями используемого при изготовлении продукции сырья.

Таким образом, продукт описывается следующими 10 дескрипторами: 2 - внешнего вида и консистенции (вязкость, гомогенность); 2 - цвета (коричневый, однородный); 6 аромата, вкуса и послевкусия (сладкие, сливочные, пастеризации, фруктовые, насыщенные, длительное послевкусие).

Таблица 3.21 - Факторные нагрузки на дескрипторы описательных характеристик продукта из сливок

Дескриптор	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Вязкость	-0,81	-0,29	0,07
Гомогенность	-0,04	0,88	0,22
Цвет коричневый	-0,30	-0,23	0,89
Однородность цвета	-0,21	0,91	0,00
Аромат /послевкусие сливок	-0,89	-0,01	-0,01
Аромат /послевкусие пастеризации	-0,30	0,85	0,03
Аромат /послевкусие фруктовые	0,89	0,07	0,13
Вкус и послевкусие сладкие	-0,79	-0,19	-0,24
Насыщенность вкуса и послевкусия	-0,85	0,23	-0,13
Длительность послевкусия	0,87	0,19	-0,10

Далее осуществили разработку балльной системы оценки органолептических характеристик продукта из сливок и ягод крыжовника – в таблице 2 Приложения Б представлены установленные коэффициенты весомости органолептических показателей продукта, граничные пределы их значений в зависимости от уровня качества. В таблице 3.22 представлены результаты апробации созданной балльной системы органолептической оценки продукта из сливок и ягод крыжовника.

Таблица 3.22 - Оценки за органолептические показатели продуктов из сливок с добавлением ягод крыжовника (n = 5), балл

Показатель	Образец					
	свежие ягоды			быстрозамороженные ягоды		
	количество ягод, %					
	10	12	14	10	12	14
Внешний вид и кон-систенция	1,40±0,11	1,37±0,10	1,33±0,13	1,40±0,11	1,36±0,11	1,33±0,13
Цвет	0,46±0,02	0,46±0,02	0,46±0,02	0,46±0,02	0,46±0,02	0,45±0,00
Аромат, вкус и по-слевкусие	2,50±0,05	2,56±0,08	2,57±0,08	2,45±0,10	2,46±0,10	2,57±0,08
Общая оценка каче-ства	4,35±0,13	4,39±0,13	4,35±0,22	4,30±0,14	4,27±0,21	4,34±0,11

По внешнему виду и текстуре исследуемые образцы продуктов из сливок представляли собою непрозрачную, вязкую, гомогенную массу коричневого цвета, однородного по всей массе, обладающую насыщенными, сладкими ароматом, вкусом и послевкусием сливок, пастеризации и ягод крыжовника, длительным послевкусием. Образцы продукции характеризовались отличным уровнем качества. Скидка баллов за органолептические показатели продуктов из сливок осуществ-

лена из-за: внешний вид и консистенция – наличия в массе единичных семян / кожицы ягод крыжовника; цвет – ощущения неоднородности; аромата, вкуса и послевкусия – ощущения карамели. В результате дисперсионного анализа установили, что состояние ягод (свежие или быстрозамороженные) и их количество (10, 12 и 14 %) не оказывали существенного влияния на исследуемые органолептические показатели продуктов из сливок ($p > 0,05$).

Таким образом, заинтересованные лица (производители, специалисты контроля качества, потребители и пр.) для описания и дифференциации продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника могут использовать предлагаемый словарь дескрипторов органолептических характеристик и балльную шкалу их оценки.

3.3.1.2 Определение влияния параметров обработки роторным аппаратом и количества ягод крыжовника на формирование органолептических показателей продукта из сливок

При изготовлении продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника органолептические показатели представляют собой одну из важных характеристик качества. Поэтому проведены исследования по определению влияния количества используемых ягод крыжовника и параметров обработки роторным аппаратом МАГ-50 смеси с молочными продуктами (температуры и продолжительности) на оценки органолептических показателей готового продукта.

Оптимизация внешнего вида и консистенции не менее 0,66 баллов, цвета не менее 0,20 баллов, аромата, вкуса и послевкусия не менее 1,32 баллов в смеси ягод крыжовника с молочными продуктами и условий их получения проводилась по стандартному трехфакторному плану.

В таблице 3.23 представлены результаты исследования по влиянию количества добавляемых ягод крыжовника и параметров обработки смеси в МАГ-50 на оценки органолептических показателей продукта из сливок. Продукт из сливок представлял собой смесь сливок с массовой долей жира 48 %, обезжиренного мо-

лока, казеината натрия сухого и ягод крыжовника.

Таблица 3.23 - Влияние количества ягод крыжовника и параметров обработки смеси на оценки органолептических показателей продукта из сливок

Количество ягод крыжовника, % (x_1)	Температура обработки смеси, °C (x_2)	Продолжительность обработки смеси, мин (x_3)	Внешний вид и консистенция, балл (y_1)	Цвет, балл (y_2)	Аромат, вкус и послевкусие, балл (y_3)
10	69	15	0,42±0,05 ^{16,31}	0,14±0,02 ^{16,31}	0,64±0,05 ^{16,31}
10	69	20	0,96±0,02 ^{10,15,17,20,25,32,35,40}	0,34±0,02 ¹⁷	2,04±0,09 ^{10,15,17,25,32,40}
10	69	25	1,19±0,03 ^{4,7,12,14,18,19,33}	0,41±0,01 ^{4,7,12,14,19}	2,52±0,09 ^{4,5,7,12,13,19,20,27,42-44}
10	69	30	1,23±0,05 ^{3,7,9,12,14,18,19,27,33,34}	0,41±0,02 ^{3,7,12,14,19,29}	2,58±0,04 ^{3,7,9,12,13,19,27,34,42-44}
10	69	35	1,08±0,02 ^{10,20,32}	0,30±0,01 ¹⁰	2,40±0,09 ^{3,7,20,35}
10	73	15	0,54±0,05 ^{21,31,36}	0,18±0,01 ^{21,30,31,36,45}	0,86±0,07 ^{21,31,36}
10	73	20	1,23±0,02 ^{3,4,9,12,14,18,19,27,33,34}	0,43±0,01 ^{3,4,9,12,14,18,19,27,29,33,34,44}	2,48±0,07 ^{3-5,12,13,19,20,27,42-44}
10	73	25	1,38±0,02 ^{13,22,23,24,28,29,37,38,39,42-44}	0,46±0,01 ^{9,13,18,22,23,24,27,28,33,34,37-39,42-44}	2,88±0,04 ^{14,18,22-24,28,29,33,37-39}
10	73	30	1,28±0,04 ^{4,7,12,14,18,19,27,29,33,34,37,42-44}	0,45±0,01 ^{7,8,13,14,18,24,27-29,33,34,39,42-44}	2,70±0,09 ^{4,12,13,18,19,27,29,34,37,42-44}
10	73	35	1,03±0,03 ^{2,5,17,20,25,32,35}	0,28±0,01 ^{5,20,41}	2,18±0,07 ^{2,17,25,32,35}
10	77	15	0,67±0,04 ^{26,36,41,45}	0,22±0,01 ^{15,25,26,30,35,36,40}	1,12±0,07 ^{26,36,41}
10	77	20	1,26±0,02 ^{3,4,7,9,14,18,19,27,29,33,34,37,42-44}	0,42±0,01 ^{3,4,7,9,14,18,19,29,33,34,44}	2,58±0,04 ^{3,4,7,9,13,19,27,34,42-44}
10	77	25	1,38±0,02 ^{8,22-24,28,29,37-39,42-44}	0,46±0,01 ^{8,9,18,22-24,27-29,33,34,37-39,42-44}	2,64±0,09 ^{3,4,7,9,12,18,19,27,29,34,37,42-44}
10	77	30	1,26±0,02 ^{3,4,7,9,12,18,19,27,29,33,34,37,42-44}	0,42±0,02 ^{3,4,7,9,12,18,19,29,33,34,44}	2,88±0,04 ^{8,18,22-24,28,29,33,37-39}
10	77	35	0,90±0,04 ^{2,17,25,30,40}	0,23±0,01 ^{11,25,26,30,35,36,40,41}	1,88±0,07 ^{2,25,40}
12	69	15	0,44±0,03 ^{1,31}	0,15±0,01 ^{1,31}	0,67±0,08 ^{1,31}
12	69	20	0,96±0,02 ^{2,10,15,20,25,32,35,40}	0,36±0,01 ^{2,32}	2,16±0,09 ^{2,10,25,32,35}
12	69	25	1,26±0,02 ^{3,4,7,9,12,14,19,27,29,33,34,37,42-44}	0,44±0,01 ^{7-9,12-14,19,24,27-29,33,34,39,42-44}	2,76±0,04 ^{8,9,13,14,19,22,24,27,29,33,34,37-39,42-44}
12	69	30	1,26±0,05 ^{3,4,7,9,12,14,18,27,29,33,34,37,42-44}	0,42±0,01 ^{3,4,7,12,14,18,29,33,34,44}	2,64±0,09 ^{3,4,7,9,12,13,18,27,29,34,37,42-44}
12	69	35	1,03±0,03 ^{2,5,10,17,25,32,35}	0,27±0,01 ^{10,41}	2,36±0,07 ^{3,5,7,35}
12	73	15	0,55±0,04 ^{6,31,36}	0,18±0,01 ^{6,30,31,36,45}	0,89±0,05 ^{6,31,36}
12	73	20	1,38±0,02 ^{8,13,23,24,28,29,37-39,42-44}	0,48±0,01 ^{8,13,23,24,27,28,37-39,42,43}	2,88±0,04 ^{8,14,18,23,24,28,29,33,37-39}

Количество ягод крыжовника, % (x_1)	Температура обработки смеси, °C (x_2)	Продолжительность обработки смеси, мин (x_3)	Внешний вид и консистенция, балл (y_1)	Цвет, балл (y_2)	Аромат, вкус и послевкусие, балл (y_3)
12	73	25	1,38±0,02 ^{8,13,22,24,28,29,37-39,42-44}	0,47±0,01 ^{8,13,22,24,27,28,37-39,42,43}	3,00±0,01 ^{8,14,22,24,28,33,38,39}
12	73	30	1,380,02 ^{8,13,22,23,28,29,37-39,42-44}	0,46±0,01 ^{8,9,13,18,22,23,27,28,33,34,37-39,42,43}	2,88±0,04 ^{8,14,18,22,23,28,29,33,37-39}
12	73	35	0,97±0,03 ^{2,10,15,17,20,32,35,40}	0,24±0,01 ^{11,15,26,35,41}	2,05±0,05 ^{2,10,15,17,32}
12	77	15	0,67±0,03 ^{11,36,41,45}	0,25±0,01 ^{11,15,25,35,41}	1,12±0,07 ^{11,36,41}
12	77	20	1,29±0,02 ^{4,7,9,12,14,18,19,29,33,34,37,42-44}	0,45±0,01 ^{7-9,13,18,22,23,24,28,29,33,34,37-39,42-44}	2,64±0,04 ^{3,4,7,9,12,13,18,19,29,34,37,42-44}
12	77	25	1,38±0,02 ^{8,13,22-24,29,37-39,42-44}	0,47±0,01 ^{8,9,13,18,22-24,27,33,34,37-39,42-44}	2,94±0,04 ^{8,14,22-24,33,38,39}
12	77	30	1,32±0,02 ^{8,9,12-14,18,19,22,23,24,27,28,33,34,37-39,42-44}	0,43±0,01 ^{4,7,9,12-14,18,19,27,33,34,42,44}	2,76±0,09 ^{8,9,13,14,18,19,22,24,27,33,34,37-39,42-44}
12	77	35	0,86±0,04 ^{15,40}	0,20±0,01 ^{6,11,15,21,36,40,45}	1,69±0,05
14	69	15	0,49±0,04 ^{1,6,16,21}	0,16±0,01 ^{1,6,16,21,45}	0,74±0,08 ^{1,6,16,21}
14	69	20	1,02±0,05 ^{2,5,10,17,20,25,35}	0,37±0,01 ¹⁷	2,16±0,09 ^{2,10,17,25,35}
14	69	25	1,26±0,02 ^{3,4,7,9,12,14,18,19,27,29,34,37,42-44}	0,44±0,01 ^{7-9,12-14,18,19,24,27-29,34,39,42-44}	2,88±0,04 ^{8,14,18,22-24,28,29,37-39}
14	69	30	1,28±0,04 ^{4,7,9,12,14,18,19,27,29,33,37,42-44}	0,44±0,01 ^{7-9,12-14,18,19,24,27-29,33,39,42-44}	2,70±0,09 ^{4,9,12,13,18,19,27,29,37,42-44}
14	69	35	0,98±0,03 ^{2,10,17,20,25,32,40}	0,24±0,01 ^{11,15,25,26,41}	2,28±0,04 ^{5,10,17,20,32}
14	73	15	0,61±0,04 ^{6,11,21,26,41}	0,20±0,01 ^{6,11,15,21,30,40,45}	0,97±0,08 ^{6,11,21,26}
14	73	20	1,32±0,02 ^{8,9,12-14,18,19,22-24,27-29,33,34,38,39,42-44}	0,48±0,01 ^{8,13,22-24,27,28,38,39,42,43}	2,76±0,09 ^{8,9,13,14,18,19,22,24,27,29,33,34,38,39,42-44}
14	73	25	1,38±0,02 ^{8,13,22-24,28,29,37,39,42-44}	0,48±0,01 ^{8,13,22-24,27,28,37,39,42,43}	2,88±0,04 ^{8,14,18,22-24,28,29,33,37,39}
14	73	30	1,38±0,02 ^{8,13,22-24,28,29,37,3,42-44}	0,46±0,01 ^{8,9,13,18,22-24,27,28,33,34,37,38,42,43}	2,88±0,04 ^{8,14,18,22-24,28,29,33,37,38}
14	73	35	0,92±0,03 ^{2,15,17,25,30,35}	0,21±0,01 ^{11,15,30,36,45}	1,87±0,08 ^{2,15}
14	77	15	0,68±0,03 ^{11,26,36,45}	0,25±0,01 ^{10,15,20,25,26,35}	1,24±0,05 ^{11,26,45}
14	77	20	1,32±0,02 ^{8,9,12-14,18,19,22-24,27-29,33,34,37-39,43,44}	0,46±0,01 ^{8,9,13,18,22-24,27-29,33,34,37-39,43,44}	2,64±0,04 ^{3,4,7,9,12,13,18,19,27,29,34,37,43,44}

Количество ягод крыжовника, % (x_1)	Температура обработки смеси, °C (x_2)	Продолжительность обработки смеси, мин (x_3)	Внешний вид и консистенция, балл (y_1)	Цвет, балл (y_2)	Аромат, вкус и послевкусие, балл (y_3)
14	77	25	1,32±0,05 ^{8,9,12-14,18,19,22-24,27-29,33,34,37-39,41,44}	0,47±0,01 ^{8,9,13,18,22-24,27,28,33,34,37-39,42,44}	2,64±0,09 ^{3,4,7,9,12,13,18,19,27,29,34,37,42,44}
14	77	30	1,32±0,05 ^{8,9,12-14,18,19,22-24,27-29,33,34,37-39,42,43}	0,44±0,02 ^{7-9,12-14,18,19,24,27-29,33,34,39,42,43}	2,64±0,09 ^{3,4,7,9,12,13,18,19,27,29,34,37,42,43}
14	77	35	0,42±0,05 ^{11,26,41}	0,14±0,02 ^{6,21,30,31,36,40}	0,64±0,05 ⁴¹
Примечания: различия средних значений в столбце с разными надстрочными цифрами не существенны ($p < 0,05$)					

В результате дисперсионного анализа на формирование внешнего вида и консистенции продукта из сливок наибольшее влияние оказывала «продолжительность обработки» (сила влияния 89,5 %, $p < 0,01$), меньшее – «температура обработки» и взаимодействие «продолжительности обработки × температуры обработки» (сила влияния соответственно 6,2 и 3,2 %, $p < 0,01$), незначительное – «количество ягод крыжовника», взаимодействия факторов «количества ягод крыжовника × температуры обработки», «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки» и «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки × температуры обработки» (сила влияния соответственно 0,2, 0,2, 0,5 и 0,1 %, $p < 0,01$).

На формирование цвета продукта из сливок наибольшее влияние оказывала «продолжительность обработки» (сила влияния 91,8 %, $p < 0,01$), меньшее – «температура обработки» и взаимодействие «продолжительности обработки × температуры обработки» (сила влияния соответственно 4,4 и 2,6 %, $p < 0,01$), незначительное – «количество ягод крыжовника», взаимодействия факторов «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки» и «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки × температуры обработки» (сила влияния соответственно 0,3, 0,7 и 0,1 %, $p < 0,01$). Взаимосвязь «количества ягод крыжовника × температуры обработки» оказывала случайное воздействие на формирование цвета продукции ($p > 0,05$).

На формирование аромата, вкуса и послевкусия продукта из сливок выявлено значимое влияние «продолжительности обработки» (сила влияния 93,3 %, $p < 0,01$), незначительное остальных факторов (количества используемых при изготовлении ягод крыжовника, температуры обработки, взаимодействия «количества ягод крыжовника × температуры обработки», «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки», «продолжительности обработки × температуры обработки» и «количества ягод крыжовника × продолжительности обработки × температуры обработки» (сила влияния соответственно 0,3, 2,0, 0,3, 0,6, 3,3 и 0,1 %, $p < 0,01$).

В результате расчета коэффициентов корреляции установили (табл. 3.24), что между исследуемыми:

- органолептическими показателями продукта из сливок и количеством ягод крыжовника / температурой обработки существует слабая положительная связь, а исследуемыми факторами в квадрате слабая отрицательная

- внешним видом и консистенцией, ароматом, вкусом и послевкусием и продолжительностью обработки существует умеренная положительная связь, а исследуемым фактором в квадрате высокая отрицательная, при этом между цветом и исследуемым фактором слабая положительная, фактором в квадрате весьма высокая отрицательная;

- исследуемыми органолептическими показателями и взаимосвязью исследуемых факторов существует слабая отрицательная связь.

Получены уравнения множественной регрессии, описывающие зависимость от исследуемых факторов органолептических показателей продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника:

- внешнего вида и консистенции:

$$y_1 = -36,434 + 0,264x_1 + 0,787x_2 - 0,005x_2^2 + 0,549x_3 - 0,006x_3^2 - 0,002x_2 - 0,003x_3 \quad (3.5)$$

- цвета:

$$y_2 = -11,474 + 0,242x_2 - 0,002x_2^2 + 0,213x_3 - 0,003x_3^2 - 0,001x_2 - 0,001x_3 \quad (3.6)$$

Таблица 3.24 – Матрица корреляции ($p < 0,01$)

Факторы	Внешний вид и консистенция	Цвет	Аромат, вкус и послевкусие
Количество ягод крыжовника, % - x_1 - x_1^2	0,02 -0,02	0,04 -0,02	0,01 -0,04
Температура обработки, °C - x_2 - x_2^2	0,13 -0,12	0,11 -0,10	0,05 -0,09
Продолжительность обработки, мин - x_3 - x_3^2	0,40 -0,84	0,13 -0,93	0,47 -0,81
Количество ягод крыжовника × температура обработки	-0,03	0,00	-0,05
Количество ягод крыжовника × продолжительность обработки	-0,07	-0,09	-0,08
Температура обработки × продолжительность обработки	-0,21	-0,20	-0,21

- аромата, вкуса и послевкусия:

$$y_3 = -74,483 + 1,003x_1 - 0,015x_1^2 + 1,483x_2 - 0,008x_2^2 + 1,307x_3 - 0,014x_3^2 - 0,007x_1 - 0,005x_2 - 0,007x_3 \quad (3.7)$$

В таблице 3.25 представлены данные, свидетельствующие о значимости коэффициентов регрессии, используя критерий Стьюдента, и адекватности уравнений (коэффициент детерминации для внешнего вида и консистенции, цвета, аромата, вкуса и послевкусия соответственно $R^2 = 0,95$, $R^2 = 0,96$, $R^2 = 0,94$), используя критерий Фишера.

На наш взгляд, процесс формирования органолептических характеристик продукта из сливок обусловлен структурными изменениями его нутриентного состава за счет активизации ферментов и других биохимических изменений под воздействием оборудования с роторным аппаратом (пульсационных, ударных и пр.), а также вносимых ягод крыжовника.

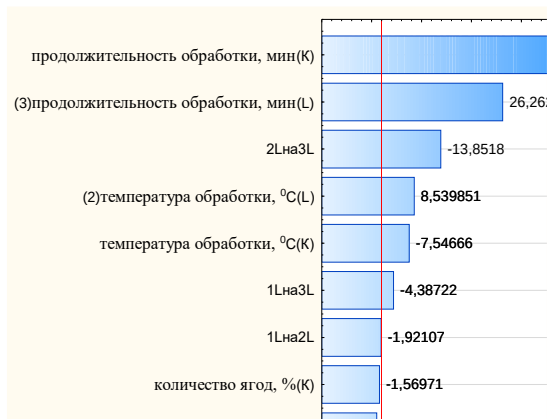
Из карт Парето (рис. 3.20) видно, что на внешний вид и консистенцию продукта из сливок оказывали влияние «температура обработки» и «продолжительность обработки», «количества ягод × продолжительности обработки» и «продолжительности обработки × температуры обработки», поскольку их колонки пересекают вертикальную линию, которая представляет 95 %-ную доверительную

Таблица 3.25 – Данные значимости коэффициентов регрессии, адекватности уравнений регрессии

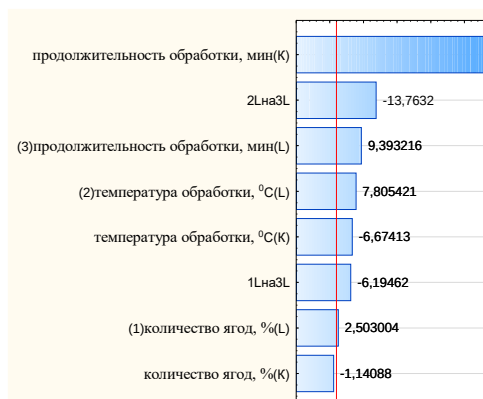
Факторы	Внешний вид и консистенция		Цвет		Аромат, вкус и послевкусие	
	t_{cm}	F	t_{cm}	F	t_{cm}	F
Свободный член	-10,61 ($p < 0,01$)	-	-9,47 ($p < 0,01$)	-	-8,58 ($p < 0,01$)	-
Количество ягод крыжовника, % - x_1	3,00 ($p < 0,01$)	1,09 ($p > 0,05$)	1,54 ($p > 0,05$)	6,27 ($p < 0,05$)	4,50 ($p < 0,01$)	0,48 ($p > 0,05$)
- x_1^2	-1,57 ($p > 0,05$)	2,46 ($p > 0,05$)	-1,14 ($p > 0,05$)	1,30 ($p > 0,05$)	-2,41 ($p < 0,01$)	5,79 ($p < 0,01$)
Температура обработки, °C - x_2	8,61 ($p < 0,01$)	72,93 ($p < 0,01$)	7,50 ($p < 0,01$)	60,93 ($p < 0,01$)	6,42 ($p < 0,01$)	8,56 ($p < 0,01$)
- x_2^2	-7,55 ($p < 0,01$)	56,95 ($p < 0,01$)	-6,68 ($p < 0,01$)	44,54 ($p < 0,01$)	-5,32 ($p < 0,01$)	28,31 ($p < 0,01$)
Продолжительность обработки, мин - x_3	33,14 ($p < 0,01$)	689,71 ($p < 0,01$)	36,46 ($p < 0,01$)	88,23 ($p < 0,01$)	31,20 ($p < 0,01$)	860,17 ($p < 0,01$)
- x_3^2	-54,55 ($p < 0,01$)	2975,21 ($p < 0,01$)	-65,05 ($p < 0,01$)	4231,83 ($p < 0,01$)	-50,00 ($p < 0,01$)	2496,48 ($p < 0,01$)
Количество ягод крыжовника × температура обработки	-1,9211 ($p > 0,05$)	3,69 ($p > 0,05$)	0,04 ($p > 0,05$)	0,002 ($p > 0,05$)	-3,18 ($p < 0,01$)	10,09 ($p < 0,01$)
Количество ягод крыжовника × продолжительность обработки	-4,39 ($p < 0,01$)	19,25 ($p < 0,01$)	-6,20 ($p < 0,01$)	38,37 ($p < 0,01$)	-4,70 ($p < 0,01$)	22,11 ($p < 0,01$)
Температура обработки × продолжительность обработки	-13,86 ($p < 0,01$)	191,87 ($p < 0,01$)	-13,76 ($p < 0,01$)	189,43 ($p < 0,01$)	-13,17 ($p < 0,01$)	173,45 ($p < 0,01$)

вероятность. На цвет продукции не оказывали влияние «количество ягод» крыжовника, взаимодействия «количества ягод × температуры обработки», поскольку их колонки не пересекают вертикальную линию, а остальные исследуемые факторы – оказывали. На аромат, вкус и послевкусие продукта из сливок оказывали влияние практически все исследуемые факторы, за исключением количества ягод крыжовника.

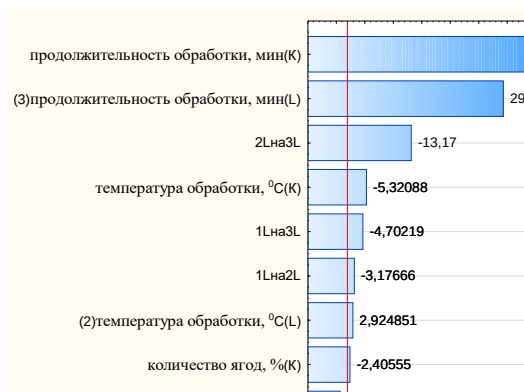
Анализ графических зависимостей (рисунки 3.21-3.19-3.23) показал, что для изготовления продукта из сливок следует использовать не менее 10 % ягод кры-



а) внешний вид и консистенция

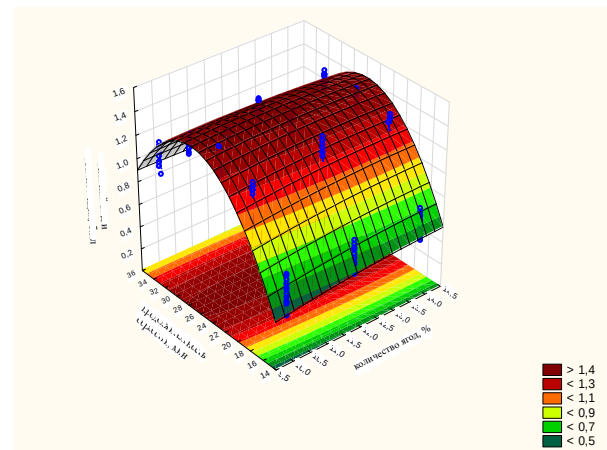


б) цвет

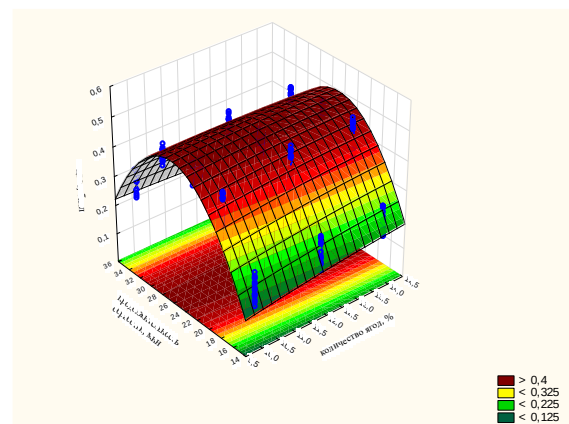


в) аромат, вкус и послевкусие

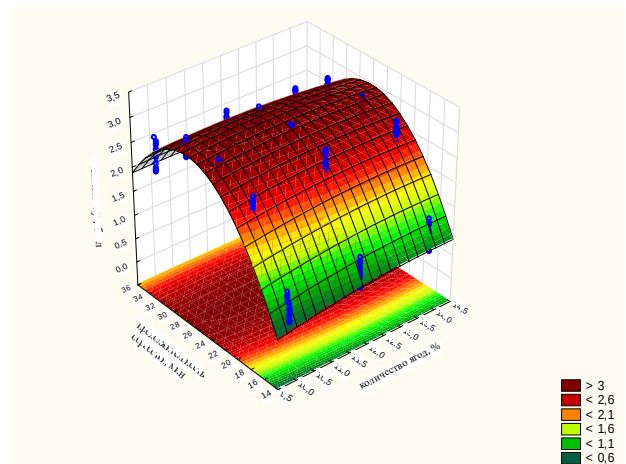
Рисунок 3.20 - Карта Парето оценок органолептических характеристик продукта из сливок



а) внешний вид и консистенция

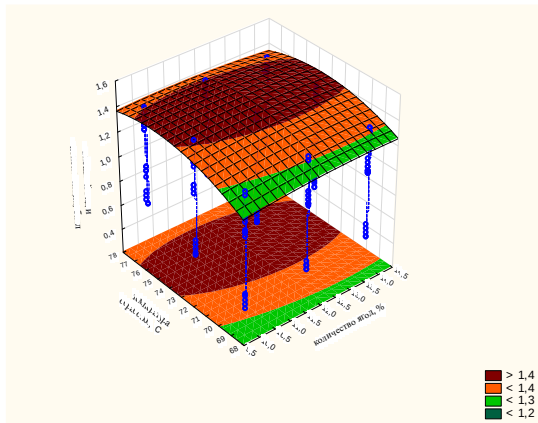


б) цвет

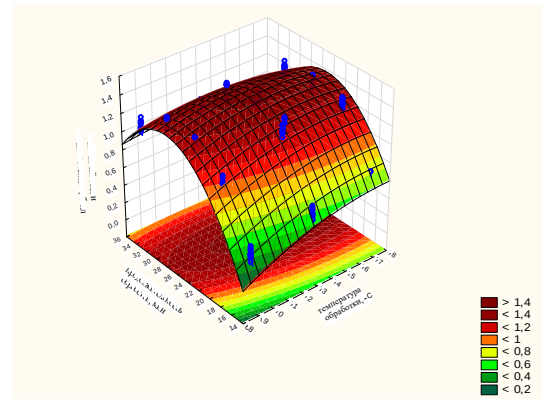


в) аромат, вкус и послевкусие

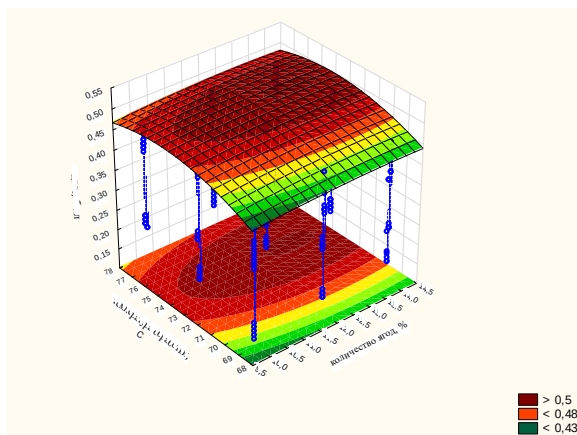
Рисунок 3.21 - Зависимость оценок органолептических характеристик продукта из сливок от количества ягод крыжовника и продолжительности обработки



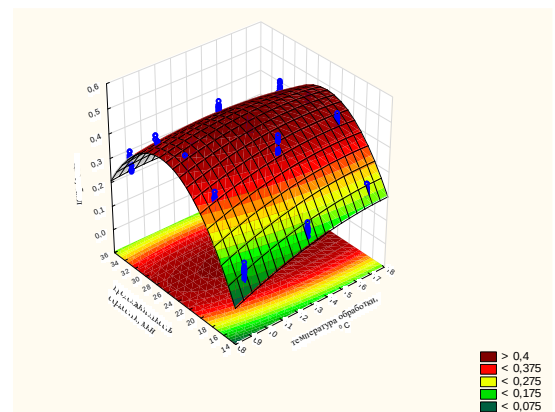
а) внешний вид и консистенция



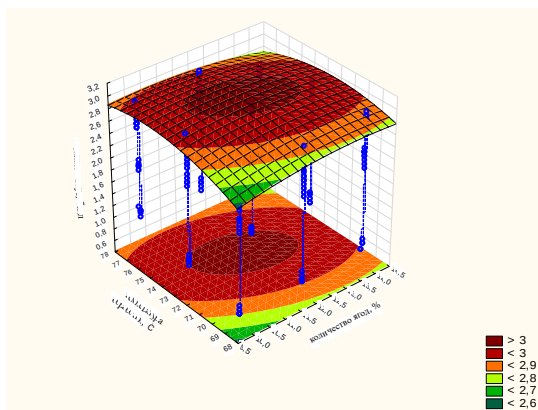
а) внешний вид и консистенция



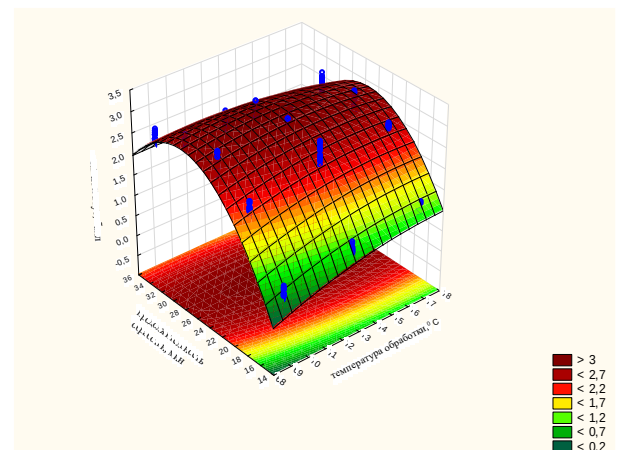
б) цвет



б) цвет



в) аромат, вкус и послевкусие



в) аромат, вкус и послевкусие

Рисунок 3.22 - Зависимость оценок органолептических характеристик продукта из сливок от количества ягод крыжовника и температуры обработки

Рисунок 3.23 - Зависимость оценок органолептических характеристик продукта из сливок от температуры и продолжительности обработки

жовника, температуру и продолжительность обработки в МАГ-50, при скорости вращения диспергатора 2900 об/мин, мешалки 10 об/мин, не менее соответственно 74 °С и 19 мин.

Таким образом, на основе статистического анализа данных, выявлены наиболее значимые факторы, а также межфакторные взаимодействия, влияющие на формирование органолептических показателей продукта из сливок. Получены математические зависимости влияния технологических параметров обработки и количества ягод крыжовника на оценки органолептических характеристик продукции. Для достижения требуемых характеристик качества продукта из сливок установлены наилучшие параметры обработки МАГ-50 и количество добавляемых ягод крыжовника.

3.3.1.3 Исследования качества продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника

Далее проведены исследования по изучению влияния сорта и состояния ягод крыжовника на формирование физико-химических показателей и органолептических характеристик, содержание микроорганизмов продукта из сливок. Также провели исследования стабильности характеристик качества продукта из сливок при хранении.

Расход сырья на изготовление 100 кг продукции (без учета потерь), кг: сливки с массовой долей жира 48 % - 82,18; молоко обезжиренное с массовой долей жира 0,05 % - 5,49; казеинат натрия с массовой долей сухих веществ 94 % - 0,33; ягоды крыжовника с массовой долей сухих веществ 15 % - 12,0.

Основные технологические операции изготовления продукта из сливок следующие:

- получение сливок - сырое молоко подогревалось ($t=40-45$ °С); сепарировалось с получением сливок и обезжиренного молока с массовой долей жира соответственно 48,0 и 0,05 %; нормализация до массовой доли жира 45,0 % с добавлением казеината натрия;

- получение полуфабриката - свежие ягоды крыжовника - мылись, инспектировались; загружались в МАГ-50; обрабатывались (v диспергатора - 2900 об/мин; v мешалки – 10 об/мин; $t=59-65$ °C; $\tau=14-20$ мин);

- получение продукта – смешивание полуфабриката из ягод крыжовника и нормализованных сливок в МАГ-50 (12 : 88); смесь обрабатывалась (v диспергатора 2900 об/мин; v мешалки – 10 об/мин; $t=74-77$ °C; $\tau=31-35$ мин); продукт фасовался, укупоривался, охлаждался, хранился.

В таблицах 3.26 и 3.27, рисунке 3.24 представлены результаты исследований физико-химических и органолептических показателей продукта из сливок, в том их изменения в процессе хранения.

Таблица 3.26 – Физико-химические показатели продукта из сливок

Ягоды крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояния	0 (а)	6 (б)	7 (с)
Массовая доля жира, %				
Сенатор	свежие (А)	45,20±0,05 ^c	45,16±0,05	45,06±0,05 ^a
	быстрозамороженные (В)	45,25±0,05 ^c	45,21±0,05	45,11±0,05 ^a
Розовый 2	свежие (С)	45,22±0,04 ^c	45,17±0,04	45,08±0,04 ^a
	быстрозамороженные (D)	45,20±0,04 ^c	45,15±0,04	45,06±0,04 ^a
Кислотность, °Т				
Сенатор	свежие (А)	15,98±0,02 ^{bcB-D}	16,14±0,02 ^{acB-D}	16,43±0,02 ^{abB-D}
	быстрозамороженные (В)	16,15±0,02 ^{bcACD}	16,43±0,02 ^{acACD}	16,59±0,02 ^{abACD}
Розовый 2	свежие (С)	14,12±0,03 ^{bcAB}	14,25±0,03 ^{acAB}	14,51±0,03 ^{abAB}
	быстрозамороженные (D)	14,15±0,02 ^{bcAB}	14,31±0,02 ^{acAB}	14,52±0,02 ^{abAB}
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г				
Сенатор	свежие (А)	1,565±0,029 ^{bcCD}	1,132±0,021 ^{acCD}	0,646±0,012 ^{abCD}
	быстрозамороженные (В)	1,512±0,010 ^{bcCD}	1,093±0,007 ^{acCD}	0,624±0,004 ^{abCD}
Розовый 2	свежие (С)	2,605±0,071 ^{bcABD}	1,884±0,029 ^{acABD}	1,076±0,029 ^{abAB}
	быстрозамороженные (D)	2,374±0,054 ^{bcA-C}	1,716±0,039 ^{acA-C}	0,980±0,022 ^{abAB}
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$)				



а) ягоды крыжовника сорта Сенатор (свежие)



б) ягоды крыжовника сорта Сенатор (быстрозамороженные)



в) ягоды крыжовника сорта Розовый 2 (свежие)



г) ягоды крыжовника сорта Розовый 2 (быстрозамороженные)

Рисунок 3.24 – Внешний вид и консистенция, цвет продукта из сливок

Таблица 3.27 – Оценки органолептических показателей продукта из сливок

Ягоды крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояния	0 (a)	6 (b)	7 (c)
Внешний вид и консистенция, балл				
Сенатор	свежие (A)	1,30±0,02 ^{bcC}	1,06±0,02 ^{acBC}	0,80±0,03 ^{abCD}
	быстрозамороженные (B)	1,27±0,02 ^{bcCD}	1,03±0,01 ^{acACD}	0,78±0,02 ^{abCD}
Розовый 2	свежие (C)	1,34±0,03 ^{bcAB}	1,12±0,03 ^{acABD}	0,89±0,03 ^{abAB}
	быстрозамороженные (D)	1,33±0,02 ^{bcB}	1,08±0,02 ^{acBC}	0,87±0,03 ^{abAB}
Цвет, балл				
Сенатор	свежие (A)	0,45±0,01 ^{bcB}	0,38±0,01 ^{ac}	0,31±0,01 ^{ab}
	быстрозамороженные (B)	0,42±0,01 ^{bcCD}	0,37±0,01 ^{acC}	0,31±0,01 ^{abC}
Розовый 2	свежие (C)	0,46±0,01 ^{bcB}	0,39±0,01 ^{acB}	0,33±0,01 ^{abB}
	быстрозамороженные (D)	0,46±0,00 ^{bcB}	0,38±0,01 ^{ac}	0,32±0,01 ^{ab}
Аромат, вкус и послевкусие, балл				
Сенатор	свежие (A)	2,65±0,03 ^{bcCD}	2,05±0,05 ^{acCD}	1,72±0,03 ^{abB-D}
	быстрозамороженные (B)	2,62±0,03 ^{bcCD}	2,03±0,03 ^{acCD}	1,64±0,03 ^{abACD}
Розовый 2	свежие (C)	2,90±0,03 ^{bcABD}	2,41±0,05 ^{acAB}	1,96±0,03 ^{abABD}
	быстрозамороженные (D)	2,84±0,03 ^{bcA-C}	2,42±0,03 ^{acAB}	1,90±0,03 ^{abA-C}
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$)				

Установили, что используемые при изготовлении продукта из сливок «сорт ягод» и «состояние ягод» крыжовника, как и их взаимодействие, не оказывали значимого влияния на содержание жира ($p > 0,05$), но оказывали на содержание органических кислот (сила влияния «сорта ягод», «состояния ягод» и «сорт ягод × состояние ягод» соответственно 99,6, 0,27 и 0,14 %, $p < 0,01$).

Срок хранения оказывал значимое влияние на изменения содержания жира и органических кислот в продукте из сливок (сила влияния соответственно более 85,1 и 99,7 %, $p < 0,05$). Количество жира в продукте из сливок по истечению 6 месяцев хранения значимо не различалось от первоначального содержания ($p > 0,05$), 7 месяцев – существенно различалось (сохранность составила 99,7 %, $p < 0,05$). По истечении 6 и 7 месяцев хранения продукт содержал соответственно в среднем на 1,2 и 2,7 % больше от первоначального количества органических кислот ($p < 0,01$), вне зависимости от того, ягоды какого сорта и состояния использовались при изготовлении.

Продукт из сливок, изготовленный с использованием ягод крыжовник сорта Сенатор, в среднем в 1,1 раза больше содержал органических кислот, чем из сорта Розовый 2 ($p < 0,01$). Сорт ягод крыжовника не оказывал значимого влияния на

содержание в продукции жира ($p > 0,05$). Не выявили значимых различий по содержанию в продукции жира и органических кислот в зависимости от того, свежее или быстрозамороженное сырье использовалось при изготовлении ($p > 0,05$).

На содержание аскорбиновой кислоты в продукте из сливок оказывали влияние «сорт ягод» и «состояние ягод» крыжовника, а также их взаимодействия, которые использовались при изготовлении (сила влияния соответственно 96,9 %, 2,1 %, $p < 0,01$, и 0,9 %, $p < 0,05$).

Срок хранения оказывал значимое влияние на изменения содержания аскорбиновой кислоты в продукте из сливок (сила влияния более 99,8 %, $p < 0,01$). По истечении 6 и 7 месяцев хранения продукта из сливок сохранность аскорбиновой кислоты составляла соответственно в среднем 72,3 и 41,3 % ($p < 0,05$).

Установили, что в продукте из сливок, изготовленном с использованием ягод крыжовника сорта Сенатор, а не Розовый 2, содержалось меньшее количество аскорбиновой кислоты, вне зависимости от исследуемого периода хранения – в среднем в 1,6 раза ($p < 0,01$). Не выявили значимых различий по содержанию в продукции исследуемого биологически активного соединения в зависимости от того, свежие или быстрозамороженные ягоды крыжовника использовались при изготовлении ($p > 0,05$).

В продукте из сливок с добавлением ягод крыжовника фосфатаза отсутствовала как на момент выработки, так и при последующем хранении продукции, вне зависимости от используемых при изготовлении ягод крыжовника (сорта и состояния).

Установили, что на формирование внешнего вида и консистенции, аромата, вкуса и послевкусия продукта из сливок оказывали «сорт ягод» (сила влияния соответственно 81,4 и 95,6 %, $p < 0,01$) и «состояние ягод» (сила влияния соответственно 13,8 %, $p < 0,05$, 3,82 %, $p < 0,01$) сырья, используемого при изготовлении, но не их взаимодействие (сила влияния соответственно 2,53 и 0,2 %, $p > 0,05$). На формирование цвета продукции оказывали влияние «сорт ягод» и «состояние ягод» крыжовника, как и их взаимодействие (сила влияния соответственно 58,5, 26,0 и 14,6 %, $p < 0,01$).

По внешнему виду и консистенции продукт из сливок представлял собою вязкую гомогенную массу - оценки за данный показатель варьировались от 1,27 до 1,34 баллов, при максимальных 1,5 баллов, скидка баллов из-за наличия в массе единичных семян / кожицы ягод крыжовника. Продукт обладал коричневой окраской, равномерной по всей массе цветом - оценки за данный показатель варьировались от 0,42 до 0,46 баллов, при максимальных 0,5 баллов, скидка баллов из-за ощущения неоднородности окраски. Аромат, вкус и послевкусие продукта насыщенные, сладкие, ощущениями сливок, пастеризации, ягод крыжовника, с длительным послевкусием – оценки за показатель варьировались от 2,62 до 2,90 баллов, при максимальных 3,0 баллов, скидка баллов из-за ощущений карамели. Продукт из сливок относился к отличной категории качества: из свежих ягод сорта Розовый 2 (комплексная оценка 4,71 баллов) > из быстрозамороженных ягод сорта Розовый 2 (комплексная оценка 4,64 баллов) > из свежих ягод сорта Сенатор (комплексная оценка 4,41 балла) > из быстрозамороженных ягод сорта Сенатор (комплексная оценка 4,31 балла).

В результате проведенных исследований установили, что срок хранения оказывал значимое влияние на изменения органолептических характеристик продукта из сливок (сила влияния более 99,5 %, $p < 0,01$).

По истечении 6 месяцев хранения продукт из сливок терял однородность своей массы и равномерность окраски за счет появления сбившихся комочков жира (потери оценок 18,4 и 15,2 % за показатели «внешний вид и консистенция» и «цвет»), а 7 месяцев – масса становилась более густой, неравномерность окраски увеличивалась (потери оценок 36,2 и 29,6 % за показатели «внешний вид и консистенция» и «цвет»). В процессе хранения, аромат, вкус и послевкусие продукции становились менее выраженными, поэтому по истечении 6 месяцев хранения оценки за данный показатель варьировались от 2,03 до 2,42 баллов (сохранность 80,9 %), 7 месяцев – от 1,64 до 1,96 баллов (сохранность 65,5 %).

На протяжении исследуемых периодов хранения оценки за органолептические показатели значимо выше у продукта из сливок, полученного из ягод крыжовника сорта Розовый 2, по сравнению с сортом Сенатор – за внешний вид и

консистенцию, цвет, аромат, вкус и послевкусие соответственно в 1,04, 1,06 и 1,09 раз ($p < 0,01$). Не выявили значимых различий оценок за органолептические показатели продукции в зависимости от того, какие ягоды крыжовника использовались (свежие или быстрозамороженные) ($p > 0,05$).

После 6 месяцев хранения продукта из сливок категория качества «хорошая» (от 3,43 до 3,92 баллов), 7 месяцев – «удовлетворительная» (от 2,73 до 3,17 баллов).

Согласно требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в продукте из сливок с добавлением ягод крыжовника должны отсутствовать бактерии группы кишечных палочек (колиформы – в 0,01 г), патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы (в 25 г), *Staphylococcus aureus* (в 1 г), *Listeria monocytogenes* (в 25 г), среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов не должно превышать соответственно $1 \cdot 10^5$ и 100 КОЕ/г. В результате проведенных исследований установили, что изготовление продукта из сливок, вне зависимости от сорта и состояния ягод крыжовника, используемых при изготовлении, по технологии, предусматривающей использование МАГ-50, обеспечивало их микробиологическую безопасность по содержанию бактерий *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов, как на момент выработки, так и по истечении 7 месяцев хранения. Инактивация микроорганизмов обеспечивалась за счет нарушения структурной целостности клеток из-за механических, биохимических и термических воздействий, возникающих в процессе обработки, что подтверждается исследованиями других авторов [133, 176].

Полученные в результате проведенных органолептических и физико-химических исследований, в том числе содержания биологически активных соединений, данные о влиянии сорта сырья и способа переработки сырья на формирование характеристик качества продукции, продолжительности хранения на изменения исследуемых показателей качества согласуются с данными, полученными другими авторами [14, 16, 124, 137, 151, 158, 200, 207, 208, 214].

Результаты проведенных исследований опубликованы [76, 94]. Установили, что при изготовлении продукта из сливок можно использовать свежие и быстро-замороженные ягоды крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2. Основное влияние на формирование основных характеристик качества (содержание органических кислот, в том числе аскорбиновой, внешнего вида и консистенции, цвета, аромата, вкуса и послевкусия) продукции оказывали сорт и состояние ягод крыжовника, на содержание жира - случайное воздействие. Срок хранения продукта из сливок оказывал значимое влияние на изменения содержания в нем жира и органических кислот, в том числе аскорбиновой, органолептических характеристик. Отметим значимые различия по содержанию в продукции органических кислот, включая аскорбиновую, между оценками за органолептические показатели в зависимости от сорта используемых ягод крыжовника – изготовленная из сорта Сенатор содержала большее количество органических кислот, но меньшие аскорбиновой, более низкие оценки за органолептические характеристики, чем из Розовый 2. Технология изготовления продукта из сливок, предусматривающая использование роторного аппарата, обеспечивала микробиологическую безопасность продукции на протяжении длительного периода хранения. По истечении 7 месяцев хранения продукта из сливок при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте в банках стеклянных типа I с номером венчика горловины 82 мм и вместимостью 250 см³, укупоренных крышками типоразмера 1-82-С, содержание органических кислот приближалось к предельно допустимым норма (не более 17,0 °Т), категория качества по органолептическим характеристикам становилась «удовлетворительной», поэтому срок годности следует ограничить 6 месяцами.

3.3.2 Исследование возможности использования полуфабриката из ягод крыжовника при изготовлении пастилы

Создание полезных, практичных продуктов, которые можно использовать в качестве перекусов, на основе фруктов является постоянной проблемой в пище-

вой промышленности [1]. Кондитерские изделия пользуются большой популярностью у потребителей. К фруктовым кондитерским изделиям относится пастила. Пастила, в отличие от традиционных пастильных кондитерских изделий, обладает повышенной пищевой ценностью, длительным сроком хранения и пр. [68]. Интерес к пастиле как полезному и натуральному пищевому продукту наблюдается не только у отечественных, но и зарубежных специалистов, причем исследования ведутся как в направлениях поиска нового нативного основного сырья [129], так и изучения характеристик качества [166, 185] готовой к употреблению продукции. Сырьем для производства пастилы выступают как классическое фруктовое пюре (например, яблочное, сливовое, абрикосовое и пр.), так и многокомпонентные смеси, включая нетрадиционное сырье [33, 91, 161]. Следует отметить, что выработка пастилы из ягод крыжовника, согласно Единому реестру сертификатов соответствия и деклараций о соответствии (<https://pub.fsa.gov.ru/rds/declaration> - дата обращения 14.03.2022) в настоящее время осуществляется 27 предприятиями нашей страны разных форм собственности (общества с ограниченной ответственностью, индивидуальные предприниматели, потребительские общества), которые располагаются в 20 городах (Барнаул, Долгопрудный, Екатеринбург, Зей, Казань, Калуга, Красноярск, Михайловск, Москва, Октябрьский, Санкт-Петербург, Сергиев Посад, Смоленск, Сорочинск, Сочи, Ставрополь, Тверь, Тула, Хабаровск, Челябинск), однако комплексные исследования их характеристик качества отсутствуют.

В процессе проводимых исследований определяли влияние: разновидности полуфабрикатов из ягод крыжовника на формирование характеристик качества продукции; срока хранения на сохранность характеристик качества продукции.

В таблицах 3.28-3.30, рисунке 3.25 представлены результаты исследований физико-химических и органолептических показателей пастилы крыжовенной, в том их изменения в процессе хранения.

Установили, что на формирование физико-химических и микробиологических показателей пастилы крыжовенной оказывали влияние фактор «разновидность полуфабриката» ($p < 0,05$) – сила влияния на содержание влаги, сахаров, ор-

Таблица 3.28 - Физико-химические показатели пастилы крыжовенной, %

Полуфабрикат из ягод крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояние ягод	0 (a)	6 (b)	7 (c)
Массовая доля влаги				
Сенатор	свежие (A)	14,20±0,10 ^{cC}	14,03±0,10 ^D	13,86±0,10 ^{aD}
	быстрозамороженные (B)	14,10±0,10 ^{cCD}	13,93±0,10 ^{CD}	13,75±0,10 ^{aCD}
Розовый 2	свежие (C)	14,59±0,10 ^{cAB}	14,42±0,10 ^{AB}	14,24±0,10 ^{aAB}
	быстрозамороженные (D)	14,39±0,10 ^{cB}	14,23±0,10 ^B	14,04±0,10 ^{aB}
Массовая доля сахаров				
Сенатор	свежие (A)	43,14±0,61 ^{cCD}	42,42±0,37 ^{CD}	41,93±0,20 ^{aCD}
	быстрозамороженные (B)	42,76±0,13 ^{cCD}	42,16±0,13 ^{CD}	41,86±0,13 ^{aCD}
Розовый 2	свежие (C)	55,22±0,96 ^{cAB}	54,14±0,06 ^{AB}	53,79±0,19 ^{aAB}
	быстрозамороженные (D)	54,55±0,42 ^{cAB}	53,68±0,41 ^{AB}	53,35±0,41 ^{aAB}
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной)				
Сенатор	свежие	17,32±0,17 ^{bcCD}	17,61±0,18 ^{acCD}	17,90±0,18 ^{abCD}
	быстрозамороженные	17,61±0,12 ^{bcCD}	17,90±0,12 ^{acCD}	18,19±0,13 ^{abCD}
Розовый 2	свежие	11,39±0,09 ^{bcAB}	11,58±0,09 ^{acAB}	11,77±0,09 ^{abAB}
	быстрозамороженные	11,46±0,10 ^{bcAB}	11,59±0,16 ^{acAB}	11,79±0,16 ^{abAB}
Массовая доля пищевых волокон				
Сенатор	свежие (A)	19,89±0,30 ^{CD}	19,82±0,30 ^{CD}	19,81±0,30 ^{CD}
	быстрозамороженные (B)	19,65±0,35 ^{CD}	19,57±0,35 ^{CD}	19,49±0,35 ^{CD}
Розовый 2	свежие (C)	13,05±0,35 ^{AB}	13,00±0,35 ^{AB}	12,95±0,35 ^{AB}
	быстрозамороженные (D)	12,83±0,05 ^{AB}	12,78±0,05 ^{AB}	12,73±0,05 ^{AB}
Массовая доля золы				
Сенатор	свежие (A)	4,64±0,14 ^{CD}	4,59±0,13 ^{CD}	4,58±0,13 ^{CD}
	быстрозамороженные (B)	4,47±0,09 ^{CD}	4,46±0,09 ^{CD}	4,44±0,09 ^{CD}
Розовый 2	свежие (C)	4,15±0,09 ^{AB}	4,12±0,09 ^{AB}	4,06±0,09 ^{AB}
	быстрозамороженные (D)	3,95±0,13 ^{AB}	3,94±0,13 ^{AB}	3,92±0,13 ^{AB}
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,05$)				

Таблица 3.29 - Микробиологические показатели пастилы крыжовенной, КОЕ/г

Полуфабрикат из ягод крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояния ягод	0 (a)	6 (b)	7 (c)
Среднее количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов				
Сенатор	свежие (A)	$(1,92 \pm 0,18) \times 10^{2bcBC}$	$(4,61 \pm 0,28) \times 10^{2acBD}$	$(9,03 \pm 0,40) \times 10^{2abB-D}$
	быстрозамороженные (B)	$(1,36 \pm 0,05) \times 10^{2bcAC}$	$(3,60 \pm 0,25) \times 10^{2acABC}$	$(4,22 \pm 0,27) \times 10^{2abAC}$
Розовый 2	свежие (C)	$(2,50 \pm 0,20) \times 10^{2bcABD}$	$(5,78 \pm 0,32) \times 10^{2acABD}$	$(9,58 \pm 0,41) \times 10^{2abABD}$
	быстрозамороженные (D)	$(1,68 \pm 0,17) \times 10^{2bcC}$	$(4,45 \pm 0,27) \times 10^{2acBC}$	$(5,15 \pm 0,30) \times 10^{2abAC}$
Среднее количество колоний плесневых грибов				
Сенатор	свежие (A)	$(1,55 \pm 0,05) \times 10^{bcB-D}$	$(3,27 \pm 0,08) \times 10^{acBD}$	$(4,82 \pm 0,09) \times 10^{abB}$
	быстрозамороженные (B)	$(0,55 \pm 0,03) \times 10^{bcACD}$	$(2,14 \pm 0,06) \times 10^{acACD}$	$(3,86 \pm 0,08) \times 10^{abACD}$

Полуфабрикат из ягод крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояния ягод	0 (a)	6 (b)	7 (c)
	рожденные (B)			
Розовый 2	свежие (C)	$(1,82 \pm 0,06) \times 10^{bcABD}$	$(3,09 \pm 0,07) \times 10^{acBD}$	$(4,96 \pm 0,09) \times 10^{abBD}$
	быстрозамороженные (D)	$(1,09 \pm 0,04) \times 10^{bcA-C}$	$(2,55 \pm 0,07) \times 10^{acA-C}$	$(4,68 \pm 0,09) \times 10^{abBC}$
Среднее количество колоний дрожжей				
Сенатор	свежие (A)	$(2,36 \pm 0,06) \times 10^{bcB-D}$	$(3,72 \pm 0,08) \times 10^{acCD}$	$(4,46 \pm 0,09) \times 10^{abCD}$
	быстрозамороженные (B)	$(1,91 \pm 0,06) \times 10^{bcACD}$	$(3,59 \pm 0,08) \times 10^{acCD}$	$(4,55 \pm 0,09) \times 10^{abCD}$
Розовый 2	свежие (C)	$(1,77 \pm 0,06) \times 10^{bcABD}$	$(3,32 \pm 0,08) \times 10^{acABD}$	$(4,18 \pm 0,09) \times 10^{abABD}$
	быстрозамороженные (D)	$(0,79 \pm 0,05) \times 10^{bcA-C}$	$(2,55 \pm 0,07) \times 10^{acA-C}$	$(2,86 \pm 0,07) \times 10^{abA-C}$
Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,01$); различия средних значений в столбце с разными прописными буквами существенны ($p < 0,01$)				

Таблица 3.30 - Оценка органолептических показателей пастилы крыжовенной, балл

Полуфабрикат из ягод крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояние ягод	0 (a)	6 (b)	7 (c)
Форма				
Сенатор	свежие (A)	0,23±0,03	0,23±0,03	0,23±0,03
	быстрозамороженные (B)	0,23±0,03	0,23±0,03	0,23±0,03
Розовый 2	свежие (C)	0,23±0,03	0,23±0,03	0,23±0,03
	быстрозамороженные (D)	0,23±0,03	0,23±0,03	0,23±0,03
Поверхность				
Сенатор	свежие (A)	0,48±0,03 ^c	0,48±0,03 ^c	0,43±0,02 ^{ab}
	быстрозамороженные (B)	0,48±0,03 ^c	0,48±0,03 ^c	0,43±0,02 ^{ab}
Розовый 2	свежие (C)	0,48±0,03 ^c	0,48±0,03 ^c	0,43±0,02 ^{ab}
	быстрозамороженные (D)	0,48±0,03	0,48±0,03 ^c	0,43±0,02 ^{ab}
Структура				
Сенатор	свежие (A)	1,19±0,08 ^{bc}	0,97±0,02 ^{ac}	0,89±0,11 ^{ab}
	быстрозамороженные (B)	1,19±0,09 ^{bc}	0,97±0,03 ^{ac}	0,87±0,02 ^a
Розовый 2	свежие (C)	1,20±0,08 ^{bc}	0,98±0,02 ^{ac}	0,89±0,01 ^{ab}
	быстрозамороженные (D)	1,18±0,09 ^{bc}	0,98±0,02 ^{ac}	0,88±0,02 ^{ab}
Цвет				
Сенатор	свежие (A)	0,46±0,06	0,44±0,05	0,42±0,05
	быстрозамороженные (B)	0,46±0,06	0,44±0,05	0,42±0,05
Розовый 2	свежие (C)	0,46±0,06	0,44±0,05	0,42±0,04
	быстрозамороженные (D)	0,46±0,06	0,43±0,05	0,41±0,04
Запах				
Сенатор	свежие (A)	0,71±0,06 ^{bc}	0,62±0,03 ^a	0,58±0,03 ^a
	быстрозамороженные (B)	0,70±0,07 ^{bc}	0,61±0,03 ^a	0,57±0,02 ^a
Розовый 2	свежие (C)	0,71±0,05 ^{bc}	0,62±0,02 ^a	0,59±0,02 ^a
	быстрозамороженные (D)	0,71±0,05 ^{bc}	0,61±0,02 ^a	0,57±0,01 ^a
Вкус				
Сенатор	свежие (A)	1,64±0,16 ^{bc}	1,41±0,06 ^a	1,23±0,06 ^a
	быстрозамороженные (B)	1,62±0,16 ^{bc}	1,39±0,08 ^a	1,25±0,05 ^a

Полуфабрикат из ягод крыжовника		Срок хранения, мес		
сорта	состояние ягод	0 (а)	6 (b)	7 (с)
Розовый 2	свежие (С)	1,66±0,13 ^{bc}	1,43±0,05 ^a	1,30±0,07 ^a
	быстрозамороженные (D)	1,64±0,15 ^{bc}	1,41±0,15 ^a	1,26±0,15 ^a

Примечания: различия средних значений в строке с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$)



а) из свежих ягод сорта Сенатор



б) из быстрозамороженных ягод сорта Сенатор



в) из свежих ягод сорта Розовый 2



г) из быстрозамороженных ягод сорта Розовый 2

Рисунок 3.25 – Внешний вид образцов пастилы крыжовенной

ганических кислот, пищевых волокон, минеральных веществ, мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей соответственно 93,2, 99,7, 99,9, 99,8, 95,9, 95,8, 99,7 и 99,8 %. Исследуемый фактор не оказывал влияния на формирование органолептических показателей пастилы крыжовенной ($p > 0,05$).

Наибольшее содержание влаги, сахаров, мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесневых грибов содержала продукция, изготовленная из полуфабрикатов из свежих ягод сорта Розовый 2, а наименьшее из быстрозамороженных ягод сорта Сенатор, пищевых волокон, золы и дрожжей – наибольшее из свежих ягод сорта Сенатор, наименьшее из быстрозамороженных ягод сорта Розовый 2, органических кислот – наибольшее из быстрозамороженных ягод сорта Сенатор, наименьшее из свежих ягод сорта Розовый 2.

В пастиле крыжовенной выявлены мезофильно-аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, количество которых в процессе изготовления увеличилось в среднем в 5,5 раза по сравнению с используемыми полуфабрикатами ($p < 0,05$), но соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пище-

вой продукции» (не более 1×10^3 КОЕ/г). Количество выявленных в пастиле плесневых грибов и дрожжей по сравнению с используемыми полуфабрикатами уменьшилось соответственно в среднем в 1,7 и 1,5 раза ($p < 0,05$), что соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (соответственно не более 5×10^1 КОЕ/г и не более 5×10^1 КОЕ/г). В пастиле крыжовенной не выявлены бактерии группы кишечных палочек и патогенные бактерии р. *Salmonella*, что соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (соответственно не допускаются в 1,0 г и 25,0 продукта).

По форме пастила представляет собой пластинки, скрученные в трубочки диаметром 2-3 см и длиной 9-10 см, с сухой, ровной поверхностью, темно-бордового цвета – оценки за показатели высокие, соответственно 0,23 балла из максимальных 0,25, 0,48 балла из 0,50, 0,46 балла из 0,50. Структура пастилы мягкая, легко поддающаяся разрезанию и разжевыванию – оценки за показатель от 1,18 до 1,20 баллов из максимальных 1,25. Запах пастилы приятный, характерный для ягод крыжовника – оценки за показатель от 0,70 до 0,71 баллов из 0,75 максимальных. Вкус пастилы приятный, гармоничный, сладко-кислый, характерный для ягод крыжовника, прошедших термическую обработку – оценки за показатель от 1,62 до 1,66 баллов из максимальных 1,25. Отметили, что пастила крыжовенная на момент изготовления, вне зависимости от используемого при изготовлении полуфабриката-пюре, относилась к «отличной» категории качества – от 4,68 до 4,74 баллов при норме от 4,21 до 5,00 баллов.

Отметили, что в пастиле посторонние минеральные примеси отсутствовали.

Полученные данные согласуются с результатами других исследований, что формирование характеристик качества продукции зависит от многих факторов, в том числе сорта и состояния сырья, технологии изготовления и пр. [68, 116, 118, 140].

Исследования показали, что значимое влияние продолжительность хранения оказывала на изменение содержания в пастиле крыжовенной влаги (сила влияния от 90,0 до 90,5 %, $p < 0,01$), сахаров (сила влияния от 83,8 до 97,4 %, $p < 0,05$), органических кислот (сила влияния от 88,9 до 94,5 %, $p < 0,05$), мезо-

фильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (сила влияния от 99,2 до 99,8 %, $p < 0,01$), плесневых грибов (сила влияния 99,9 %, $p < 0,01$), дрожжей (сила влияния от 99,8 до 99,9 %, $p < 0,01$), органолептических оценок за поверхность (сила влияния от 83,0 до 88,0 %, $p < 0,05$), структуру (сила влияния от 97,7 до 98,6 %, $p < 0,01$), запах (сила влияния от 92,8 до 94,5,6 %, $p < 0,01$) и вкус (сила влияния от 91,3 до 95,6 %, $p < 0,01$). Срок хранения пастилы не оказывал существенного влияния на изменения содержания в ней пищевых волокон и минеральных веществ, органолептических оценок за форму и цвет ($p > 0,05$).

Из данных таблицы 3.28 видно отсутствие существенных изменений по содержанию влаги и сахаров в пастиле крыжовенной по истечении 6 месяцев ($p > 0,05$). После 7 месяцев хранения снизилось содержание влаги и сахаров в продукции в среднем на 2,4 % ($p < 0,05$). Количество органических кислот в продукции по истечении 6 и 7 месяцев хранения увеличилось в 1,02 и 1,04 раза соответственно ($p < 0,05$). Установлено, что пастила, изготовленная из полуфабриката из ягод крыжовника сорта Розовый 2 по истечении 6 и 7 месяцев хранения содержала в среднем в 1,03 и 1,28 раз больше влаги и сахаров, но в среднем в 1,36 раз больше органических кислот, чем из сорта Сенатор, ($p < 0,05$). Следует отметить, что у образцов пастилы, изготовленных из полуфабрикатов из свежих и быстрозамороженных ягод исследуемых сортов отсутствовали значимые различия значений исследуемых показателей ($p > 0,05$).

Представленные в таблице 3.29 данные показывают, что количество мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов за 6 и 7 месяцев хранения пастилы крыжовенной возросло в среднем в 2,5 и 4,1 раз ($p < 0,01$), плесневых грибов – в среднем в 2,2 и 3,7 раза ($p < 0,01$), дрожжей – в среднем в 1,9 и 2,4 раза ($p < 0,01$) соответственно.

В пастиле из полуфабриката из ягод крыжовника сорта Сенатор содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов после 6 и 7 месяцев хранения соответственно в 1,3 раз меньше, чем из сорта Розовый 2 ($p < 0,01$). В пастиле из полуфабриката из свежих ягод количество исследуемых

микроорганизмов после 6 и 7 месяцев хранения было соответственно в 1,3 и 2,2 раза больше, чем из быстрозамороженных ($p < 0,01$).

По окончании хранения в пастиле из полуфабриката из ягод крыжовника сорта Розовый 2 плесневых грибов содержалось в 1,1 раз больше, по истечении 6 и 7 месяцев хранения в среднем в 1,2 раза меньшее количество дрожжей, чем из сорта Сенатор ($p < 0,01$).

Пастила, изготовленная из полуфабриката из свежего сырья после 6 и 7 месяцев хранения содержала соответственно в 1,4 и 1,1 раза больше плесневых грибов, чем из быстрозамороженного ($p < 0,01$), и, в среднем в 1,2 раза большее количество дрожжей, чем из быстрозамороженного ($p < 0,01$).

В целом следует отметить, что содержание исследуемых микроорганизмов по истечении 7 месяцев хранения пастилы крыжовенной находилось в пределах регламентируемых ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» значений.

В процессе хранения пастилы крыжовенной наблюдали появление липкости поверхности (сохранность органолептических оценок за показатель «поверхность» через 6 и 7 месяцев хранения соответственно в среднем 100 и 90,2 %, $p < 0,05$), затвердевание боковых граней (сохранность органолептических оценок за показатель «структура» через 6 и 7 месяцев хранения соответственно в среднем 81,6 и 73,9 %, $p < 0,05$), потерь выраженности запаха (сохранность органолептических оценок через 6 и 7 месяцев хранения соответственно в среднем 86,7 и 81,6 %, $p < 0,05$) и вкуса (сохранность органолептических оценок через 6 и 7 месяцев хранения соответственно в среднем 86,0 и 77,4 %, $p < 0,05$), вне зависимости от сорта и состояния ягод. Общая оценка органолептических показателей качества пастилы крыжовенной по истечении 6 и 7 месяцев хранения показала сохранность категории их качества на уровне «хорошая» (соответственно от 4,11 до 4,17 баллов и от 3,77 до 3,85 баллов). Разновидность используемого при изготовлении пастилы полуфабриката не оказывала значимого влияния на оценку органолептических показателей ($p > 0,05$).

Результаты исследований влияния продолжительности хранения на изменения характеристик качества пастилы крыжовенной согласуются с результатами других авторов [11, 40, 148, 168, 192].

Рациональная норма потребления человеком сухофруктов в пересчете на свежие фрукты составляет не менее 10 кг в год (Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»), физиологическая потребность человека в пищевых волокнах составляет 20-25 г/сутки («МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1. Гигиена. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021)). Пастилу, изготовленную из полуфабриката из ягод крыжовника сорта Сенатор можно рассматривать как функциональный пищевой продукт, поскольку 27,3 г продукции содержит не менее 21 % от суточной физиологической потребности в пищевых волокнах, при рекомендуемых не менее 15 % (ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения») – из полуфабриката из сырья сорта Розовый 2 не менее 14 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований определили, что на формирование физико-химических и микробиологических показателей качества пастилы крыжовенной разновидности полуфабриката оказывали значимое влияние, на органолептические – случайное. Наибольшее количество влаги и сахаров, мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов отметили у продукции, изготовленной из полуфабриката из свежих ягод крыжовника сорта Розовый 2, пищевых волокон, минеральных веществ и дрожжей - из свежих ягод сорта Сенатор, органических кислот – из быстрозамороженных ягод сорта Сенатор.

Полученные в ходе испытаний результаты подтвердили, что качество пастилы крыжовенной формируется не только на этапе производства, но и может изменяться в процессе хранения, о чем свидетельствуют наблюдаемые изменения

характеристик исследуемых образцов. Определили, что продолжительность хранения пастилы оказывала значимое влияние на изменения количества влаги, сахаров, органических кислот, колоний мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов, дрожжей, характеристик поверхности, структуры, запаха и вкуса, не значимое – содержание пищевых волокон и минеральных веществ, характеристик формы и цвета. По истечении 7 месяцев хранения пастилы крыжовенной при температуре 18 ± 2 °С в полипропиленовых стик-пакетах (с одним продольным и двумя поперечными швами) содержание мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей приближалось к предельно допустимым нормам, поэтому срок годности следует ограничить 6 месяцами.

По результатам проведенных исследований опубликован ряд работ [18, 19, 44]. Представленные и обсуждаемые на данном этапе работы результаты (подраздел 3.3) свидетельствуют о том, что продукты переработки ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 могут быть успешно использованы при изготовлении продукта из сливок и пастилы, а также дают основания для их дальнейшего использования при создании пищевой продукции, в том числе здорового питания.

3.4. Практическая реализация результатов исследований

В результате проведенных исследований в отношении ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, продуктов их переработки и/или с их использованием, проведена:

- разработка нормативно-технической документации на новые виды продукции из ягод крыжовника (Приложение В) – полуфабриката, продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника и пастилы крыжовенной.

- апробация и получение положительного решения о дальнейшем внедрении в производство разработанной продукции из ягод крыжовника или с их использованием в ООО НПО «Здоровое питание» (Кемеровская обл., Кемеровский р-н, п. Металлоплощадка), ОПХ «Байкальское» филиал СФНЦА РАН (Р. Бурятия, Ка-

банский р-н, с. Кабанск), ООО «БК» (Тюменская обл., г. Тюмень) (полуфабриката, продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника, пастилы крыжовенной (Приложение Г));

- разработка и получение патентов на изобретение № 2791330 «Способ получения полуфабриката-пюре из ягод крыжовника», № 2783214 «Способ получения продукта из сливок и плодов» (Приложение Д).

В таблицах 3.31-3.33 представлены рецептуры и нормы расхода сырья и материалов при производстве полуфабриката из ягод крыжовника, продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника, пастилы крыжовенной, таблицах 3.34-3.36 - регламентируемые показатели на продукцию, рисунках 3.26-3.28 - принципиальные схемы производства.

Таблица 3.31 - Рецептуры и нормы расхода сырья при производстве полуфабриката из ягод крыжовника

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Отходы и потери при переработке, %	Потери в производстве полуфабриката, %	Рецептура на 1000 кг полуфабриката, кг	Норма расхода сырья на 1000 кг полуфабриката, кг
из свежих ягод					
Ягоды крыжовника	15	21	8	720	1014
Вода питьевая	-	-	-	280	280
из замороженных ягод					
Ягоды крыжовника	16	-	8	660	718
Вода питьевая	-	-	-	340	340

Таблица 3.32 - Рецепт продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника

Сырье	Расход сырья без учета потерь, кг	Потери, %	Расход сырья с учетом потерь, кг
Сливки (массовая доля жира 48 %)	821,8	1,06	830,51
Молоко обезжиренное (массовая доля жира 0,05 %)	54,9	0,4	55,11
Казеинат натрия (массовая доля сухих веществ 94 %)	3,3	3,4	3,41
Ягоды крыжовника (массовая доля сухих веществ 15 %)	120	8,0	129,60
Итого	1000	-	1018,63

Показатели безопасности продуктов переработки ягод крыжовника, а также с их использованием, должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Таблица 3.33 - Рецептúra пастилы крыжовенной (влажность 15 %)

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на загрузку, кг		Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Полуфабрикат из ягод крыжовника	10,5	1000	105	8252,00	866,46
Итого расход	-	-	105	8252,00	866,46
Потери сухого вещества (1,9 %)	-	-	-	-	16,46
Выход	85,0	-	-	1000,00	850,00

Таблица 3.34 - Регламентируемые технические характеристики полуфабриката из ягод крыжовника

Показатель	Характеристика /норма
Внешний вид	Однородная масса без частиц волокон, кожицы, семян, плодоножек и листьев; допускается присутствие единичных семян ягод крыжовника
Цвет	Однородный по всей массе, свойственный ягодам крыжовника, прошедшим тепловую обработку (темно-бордовый)
Текстура	Пюреобразная, текучая; допускается незначительное отделение жидкости при хранении
Запах	Хорошо выраженный, свойственный ягодам крыжовника, прошедшим тепловую обработку
Вкус и послевкусие	Хорошо выраженный, свойственный ягодам крыжовника, прошедшим тепловую обработку; сладко-кислый для ягод сорта Сенатор; кисло-сладкий для ягод сорта Розовый 2
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Не менее 10,5
Массовая доля титруемых кислот (по лимонной), %	не менее 1,0
Минеральные примеси	Не допускаются
Посторонние примеси	Не допускаются

Таблица 3.35 - Регламентируемые технические характеристики продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника

Показатель	Характеристика /норма
Внешний вид и консистенция	Вязкая, гомогенная масса
Цвет	Коричневый, однородный
Запах, вкус и послевкусие	Сладкие, пастеризованных сливок, характерные и идентифицируемые особенности ягод крыжовника, насыщенные вкус и послевкусие, долгое послевкусие
Массовая доля жира, %	Не менее 45,0
Кислотность, °Т	Не более 17,0
Фосфатаза	Отсутствует

В результате проведенных исследований установлено, что продукция из исследуемых ягод крыжовника обладает доступной розничной стоимостью:

- быстрозамороженные – 47,66 руб. за упаковку массой нетто 0,5 кг;

Таблица 3.36 - Регламентируемые технические характеристики пастилы крыжовенной

Показатель	Характеристика / норма
Форма	Пластинки, скрученные в трубочки диаметром 2-3 см и длиной 9-10 см
Поверхность	Сухая; допускается при механизированном способе резки наличие на ее поверхности отпечатков рабочих органов формующережущих механизмов
Структура	Эластичная, легко поддающаяся разрезанию и разжевыванию
Цвет	От светло- до темно-красного, равномерного по всей поверхности пластинок
Запах	Характерный для ягод крыжовника прошедших термическую обработку
Вкус	Сладко-кислый, характерный для ягод крыжовника прошедших термическую обработку
Массовая доля влаги, %	Не более 15,0
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %, не более	Не более 0,05
Массовая доля частично деформированных изделий, %	Не более 4,0



Рисунок 3.26 - Принципиальная схема производства полуфабриката из ягод крыжовника

- полуфабрикат – из свежих и быстрозамороженных ягод соответственно 75,73 и 81,67 руб. за упаковку массой нетто 0,5 кг;

- продукт из сливок с добавлением ягод крыжовника – из свежего и быстрозамороженного сырья соответственно 159,26 и 161,02 руб. за упаковку массой нетто 0,25 кг;

- пастила - из свежих и быстрозамороженных ягод соответственно 1212,88 и 1367,42 руб. за упаковку массой нетто 1,0 кг (20 шт.).

Добавленная полезность новой продукции:

– в полуфабрикате из ягод крыжовника, пастиле крыжовенной за счет содержания нативных форм сахаров и пищевых волокон в количестве не менее соответственно 6,8 /48,1 и 2,1 /16,3 г в 100 г продукции, в соответствии с



Рисунок 3.27 – Принципиальная схема производства продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника

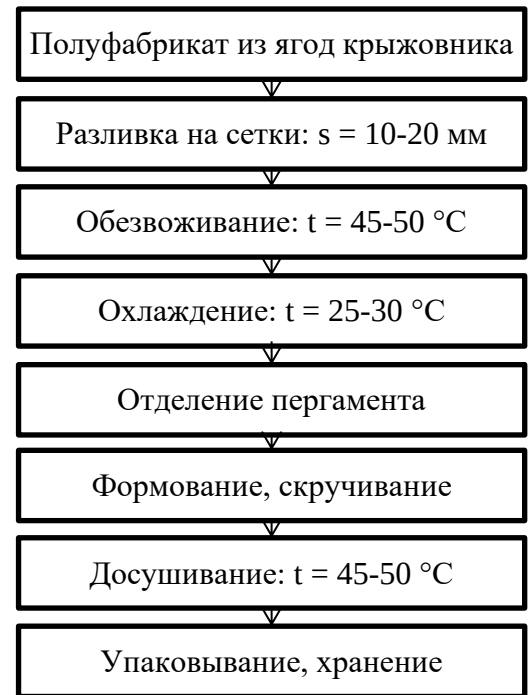


Рисунок 3.28 – Принципиальная схема производства пастилы крыжовенной

ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» позволяют их реализацию с информацией об отличительных признаках: «содержит сахара природного (естественного) происхождения», «источник пищевых волокон»;

– в продукте из сливок с добавлением ягод крыжовника заключается в обеспечении новых вкусо-ароматических восприятий неофилов от продукции, 1,4 % рекомендуемой нормы потребления в насыщенных жирных кислотах при употреблении 2,75 г /сутки, что соответствует требованиям Приказа Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» и МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Таким образом, в результате проведенных исследований определена целесообразность использования ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2 при изготовлении пищевой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании новых научных данных, полученных в результате выполненного комплекса исследований, сформулированы следующие выводы:

1. Ягоды крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2, выращенные на биополигоне СФНЦА РАН, обладают показателями качества, обуславливающими их потенциал при создании пищевой продукции, отвечающей критериям качества и принципам здорового питания. Исследуемое ягодное сырье представляют собой источник сахаров, пищевых волокон, органических кислот, в том числе аскорбиновой - соответственно не менее 7,5, 2,83 и 2,2 %, 21,412 мг/100 г. Установлен рекомендуемый срок хранения ягод при температуре 18 ± 2 °C 1 сутки, $0,5 \pm 0,5$ °C 2 суток. В микобиоте ягод идентифицированы микромицеты, отнесенные по морфологическим признакам к родам *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Cryptococcus*, анаэробные дрожжи характерны только для сорта Сенатор – рода *Fusarium*.

2. Установлено незначительное влияние процесса быстрого замораживания на изменения показателей качества ягод крыжовника сортов Сенатор и Розовый 2. Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели быстрозамороженных ягод по истечению 9 месяцев хранения при температуре минус 18 °C и относительной влажности воздуха не более 95 % соответствуют требованиям регламентируемым нормативно-технической документацией.

3. Разработана технология полуфабрикатов из ягод крыжовника. Определены оптимальные технологические условия изготовления полуфабрикатов, предусматривающих использование 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 высокотемпературной, позволяет получить продукцию с меньшим содержанием мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесеней (соответственно на 97,7 и 69,8%), лучшими характе-

ристикami внешнего вида (на 1,7%), цвета, текстуры и запаха (на 2,3%), вкуса и послевкусия (на 3,6%).

4. Доказано, что для получения продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника в количестве не менее 10 %, обладающего оригинальными органолептическими характеристиками и способностью сохранять свое качество в течение длительного срока при температуре не выше 20 °С, целесообразно использовать обработку в МАГ-50 при температуре не менее 74 °С в течение не менее 19 мин.

5. Установили, что разновидности полуфабриката из ягод крыжовника оказывали значимое влияние на формирование физико-химических и микробиологических показателей качества пастилы (сила влияния по Снедекору более 93,3 %, $p < 0,05$), случайное – на органолептические. Употребление пастилы в количестве 27,3 г в сутки обеспечивает не менее 21 % от суточной физиологической потребности в пищевых волокнах.

6. Обоснованы регламентируемые показатели качества новой продукции из ягод крыжовника, обладающие стабильностью при хранении в банках стеклянных, относительной влажности воздуха не более 75 % в защищенном от прямых солнечных лучей месте - полуфабрикатов 24 месяца, продукта из сливок с добавлением ягод крыжовника 6 месяцев хранения при температуре 18 ± 2 °С. Установлены регламентируемые показатели качества пастилы крыжовенной, устойчивые к негативным изменениям на протяжении 6 месяцев хранения в полипропиленовых стик-пакетах при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не более 70 %.

7. Разработан комплект нормативно-технической документации на новую продукцию из ягод крыжовника, регламентирующую требования к характеристикам качества, апробация которой осуществлена в условиях ООО НПО «Здоровое питание» (Кемеровская обл., Кемеровский р-н, п. Металлоплощадка), ОПХ «Байкальское» филиал СФНЦА РАН (Р. Бурятия, Кабанский р-н, с. Кабанск), ООО «БК» (Тюменская область, г. Тюмень). Новизна технических решений подтверждена 2-мя патентами на изобретения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Аверьянова, Е.В. Разработка и оценка качества мармелада с экстрактами растительного сырья /Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников, Е.Д. Рожнов //Индустрия питания. – 2024. – Т. 9. - № 2. – С. 30-39. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2024-9-2-4>
2. Авилова, С.В. Быстрое замораживание ягод крыжовника новых сортов /С.В. Авилова, М.В. Гладков, Н.С. Шишкина //Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 2004. – № 2. – С. 24-26.
3. Аджаихметова, С.Л. Химическое исследование крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* (L) Mill) семейства крыжовниковые (*Grossulariaceae* DC) с целью получения фармакологически активных веществ: специальность 15.00.02: диссертация на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук /Аджаихметова Симилла Леонтьевна. - Пятигорск, 2017. – 157 с.
4. Акимов, М.Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания /М.Ю. Акимов //Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. - № 4. – С. 244-254. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10057>.
5. Андропова, Н.В. Селекционная оценка сортов и форм земляники садовой по прочности плодов /Н.В. Андропова, Т.А. Тумаева //Садоводство и виноградарство. – 2021. – № 2. – С. 5-12. – <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-5-12>
6. Анисимова, О.С. Влияние способа переработки и хранения на содержание аскорбиновой кислоты в ягодах /О.С. Анисимова //Химия растительного сырья. – 2022. – № 2. – С. 157-164. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2022028341>.
7. Антипенко, М.И. Оценка замороженных ягод малины в условиях Самарской области по некоторым компонентам химического состава /М.И. Антипенко //Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 58. – С. 11-17. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-11-17>.
8. Базарнова, Ю.Г. Изучение состава фитонутриентов замороженного

ягодного сырья при переработке и хранении /Ю.Г. Базарнова, Е.Б. Аронова, Е.В. Москвичева //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9. – № 4(52). – С. 93-97. <https://doi.org/10.46548/21vek-2020-0951-0017>.

9. Блинникова, О.М. Проектирование и обеспечение сохраняемости поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами: специальность 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук /Блинникова Ольга Михайловна. – Москва, 2021. – 469 с.

10. Бурак, Л.Ч. Существующие способы обработки пищевых продуктов и их влияние на пищевую ценность и химический состав /Л.Ч. Бурак //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 3. – С. 59-73. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-3-59-73>

11. Бухтоярова, З.Т. Изменение свойств пастилы профилактического назначения при хранении /З.Т. Бухтоярова, М.Ю. Тамова, Г.М. Зайко //Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1994. - № 1-2(218-219). – С. 36-37.

12. Вербкина, К.Е. Дегустационная оценка качества быстрозамороженных ягод красной смородины /К.Е. Вербкина, О.В. Голуб, Е.В. Тяпкина //Проблемы, перспективы биотехнологии и биологических исследований: мат. 7-й рег. конф. ст-в; 19 ноября 2016 г. – Бийск: Изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2016. – С. 80-85.

13. Влияние процессов замораживания и последующего хранения на качество ягод крыжовника /О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга, А.В. Паймулина, Н.В. Мотовилова, О.К. Мотовилов //Индустрия питания. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 14-23. – DOI 10.29141/2500-1922-2022-7-1-2

14. Влияние растительных добавок на микробиологические показатели молочных йогуртов /И.А. Бакин, А.В. Корчуганова, Д.С. Бычков, А.С. Мустафина // Молочная промышленность. – 2024. – № 1. – С. 46-50. – DOI 10.21603/1019-8946-2024-1-2

15. Влияние хранения на характеристики качества ягод крыжовника (*Ribes uva-crispa* L.) /О.В. Голуб, Н.В. Мотовилова, Г.П. Чекрыга, В.А. Петрук //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 1(65). – С. 75-82.

16. Возможность использования плодов черного тутовника для получения фруктового йогурта /Ж. Сулейменова, Ж. Досимова, Т. Боранбаев и др. //Изденістер, Нәтижелер. – 2023. - № 3(99). – С. 11-25. <https://doi.org/10.37884/3-2023/02>

17. Выборнова, М.В. Микобиота ягод смородины /М.В. Выборнова, Т.С. Полунина, В.А. Лавринова //Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 122-126. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2020-29-122-126>

18. Голуб, О.В. Определение возможности использования полуфабриката-пюре из ягод крыжовника при изготовлении пастилы /О.В. Голуб, Н.В. Мотовилова //Пищевые инновации и биотехнологии: Сборник тезисов XII Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 16 мая 2024 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. – С. 204-206.

19. Голуб, О.В. Разработка и применение балльной шкалы для органолептической оценки фруктовой пастилы /О.В. Голуб, Н.В. Мотовилова //Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: мат. VI всерос. (нац.) науч.-практ. конф.; 20 февраля 2024 г. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 52-59.

20. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/?arrFilter_pf%5BCULTURE_NAME%5D=%D0%9A%D1%80%D1%8B%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA&arrFilter_pf%5BSORT_NAME%5D=&arrFilter_pf%5BSORT_ID%5D=&arrFilter_pf%5BALLOW_SUBJECTS

[NAME%5D=&arrFilter_pf%5BALLOW_ORIGINATORS_NAME%5D=&set_filter=](#)

[Y](#) (дата обращения 26.11.2024)

21. Гречишникова, Н.А. Разработка технологии получения полуфабрикатов и новых видов кондитерских изделий из плодов крыжовника: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук /Гречишникова Надежда Александровна. – Красноярск, 2021. – 130 с.

22. Гусейнова, Б.М. Влияние режимов замораживания, сроков хранения и способов дефростации на микробиологические показатели качества абрикосов /Б.М. Гусейнова, И.Х. Асабутаев, Т.И. Даудова //Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51. - № 1. – С. 29-38. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-29-38>

23. Гусейнова, Б.М. Изменение физико-технологических показателей плодов черешни из Дагестана в процессе замораживания и длительного холодильного хранения /Б.М. Гусейнова, Р.Т. Мусаева //Приоритетные научные исследования в области производства и переработки плодоовощного сырья и винограда: сб. науч. тр. межд. науч.-практ. конф.; 12–13 сентября 2023 г. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство АЛЕФ», 2023. – С. 289-296.

24. Гусейнова, Б.М. Пищевая ценность дикорастущих плодов из горного Дагестана и ее сохранность после быстрого замораживания и холодового хранения /Б.М. Гусейнова //Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. - № 4. – С. 76-81.

25. Данчева, А.С. Сублимированные фрукты как источники пищевых волокон с антиоксидантными свойствами /А.С. Данчева, Н.В. Макарова //Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 3(144). – С. 154-160.

26. Долматова, О.И. Изучение реологических свойств структурированного молокосодержащего продукта /О.И. Долматова //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83. - № 3(89). – С. 168-173. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-3-168-173>.

27. Егорова, Л.Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: Гифомициты. – Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1986. – 191 с.
28. Ерина, Н.В. Видовой состав эпифитной микрофлоры некоторых растений семейства Grossulariaceae и различные типы их взаимодействий /Н.В. Ерина, Т.С. Коптева, И.А. Заикина //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 98-106.
29. Ерина, Н.В. Микробные сообщества филлосферы некоторых растений семейства Grossulariaceae /Н.В. Ерина, Т.С. Коптева //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 110. – С. 660-671.
30. Жидехина, Т.В. Микологическая оценка сортов малины при хранении /Т.В. Жидехина, В.А. Лавринова, Т.С. Полунина //Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 6. – С. 40-45. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-6-40-45>
31. Загрязненность микотоксинами свежих ягод и плодов, реализуемых на потребительском рынке Центрального региона России /И.Б. Седова, З.А. Чалый, Н. Р. Ефимочкина и др. //Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 87-99. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.08>.
32. Захаров, В.Л. Влияние окраски плодов крыжовника на содержание биологически активных веществ при замораживании и в компотах /В.Л. Захаров, Р.А. Щукин //Экономика и социум. – 2014. – № 3-4(12). – С. 228-231.
33. Зотова, Л.В. Инновационная технология производства фруктово-овощной пастилы /Л.В. Зотова, Е.И. Мякинникова, А.М. Савина //Известия высших учебных заведений. – 2016. - № 2-3 (350-351). – С. 43-46.
34. Зубова, Е.В. Биологическая ценность фруктовых купажных вин на основе ягод крыжовника и земляники садовой /Е.В. Зубова, Т.В. Залетова //Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. – 2023. – № 2(38). – С. 59-64.
35. Иванец, Г.Е. Использование растительного сырья при производстве аэрированных продуктов на молочной основе /Г.Е. Иванец, Е.А. Светкина,

А.Н. Потапов //Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2(25). – С. 42А-49.

36. Изучение районированных сортов плодовоовощной продукции для разработки технологий получения биоэкологических продуктов с функциональными свойствами /М.Т. Велямов, А.Б. Оспанов, Н.В. Попова и др. //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2022. – Т. 10. - № 1. – С. 30-38. <https://doi.org/10.14529/food220104>.

37. Изучение качества полуфабриката из ядер семян *Pinus sibirica* /В.Б. Мазалевский, О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга и др. //Техника и технология пищевых производств. – 2022. - № 52(4). – С. 665-674. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2396>

38. Исследование эффективности экстрагирования в различных типах аппаратов при использовании растительного сырья чаги, корня копеечника, плодов шиповника /М.В. Просин, Д.М. Бородулин, Е.А. Сафонова, Я.С. Головачева //Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6(171). – С. 170-175. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-6-170-175>

39. 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. – 599 с.

40. Казанцев, Е.В. Влияние свойств модифицированных полисахаридов на хранимоспособность пастильных кондитерских изделий /Е.В. Казанцев, Н.Б. Кондратьев //Пищевая промышленность. – 2022. - № 12. – С. 107-111. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.12.12.023>

41. Канарский, А.А. К вопросу о совершенствовании технологии механизированной уборки урожая ягодных культур /А.А. Канарский, С.В. Макарычев //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 9(179). – С. 72-77.

42. Каторгин, И.Л. Гомогенизаторы, диспергаторы и смесители для пищевой промышленности /И.Л. Каторгин //Пищевая индустрия. – 2021. – № 1(45). – С. 44-45.
43. Кафьян, А.Р. Определение жирнокислотного состава липидного комплекса жомы плодов крыжовника /А.Р. Кафьян, О.В. Нестерова //Естественные и технические науки. – 2009. – № 5(43). – С. 165-166.
44. Качественные характеристики пастилы на основе пюре из крыжовника /Н.В. Мотовилова, Н.И. Давыденко, О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга, О.К. Мотовилов //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. – № 3(74). – С. 93-99. – DOI 10.33979/2219-8466-2022-74-3-93-99
45. Кольтюгина, О.В. Получение молочных продуктов с использованием продуктов переработки плодов облепихи /О.В. Кольтюгина //Ползуновский вестник. – 2016. - № 1. – С. 24-28.
46. Контаминация плодово-ягодной продукции микотоксигенными плесневыми грибами /Л.П. Минаева, А.Д. Евсюкова, В.А. Кольцов и др. //Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. - № 3. – С. 272-278. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-3-272-278>
47. Кравцова, Е.В. Повышение эффективности резки на части плодово-овощного сырья близкого к сферической форме /Е.В. Кравцова, В.В. Пеленко //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 35-42. <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2016-11-1-35-42>.
48. Кумахова, Т.Х. Сопряженность ультраструктурных изменений и гормонального статуса в клетках околоплодника *Malus domestica* (Rosaceae) при старении /Т.Х. Кумахова, И.В. Скоробогатова //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 40-55.
49. Лавринова, В.А. Фитопатогенная микобиота плодов земляники садовой /В.А. Лавринова, И.И. Козлова //Садоводы - за здоровьесбережение нации!: мат. науч.-практ. конф.; 14–15 сентября 2023 г. – Мичуринск–наукоград РФ: ООО «Группа компаний МПФ», 2023. – С. 112-118.

50. Левгерова, Н.С. Новые сорта плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК для производства натуральных продуктов питания /Н.С. Левгерова, Е.С. Салина, И.А. Сидорова //Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 4. – С. 33-37. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/4/33-37>.

51. Лимонникова, С.Г. Разработка новых видов пресервов с соусом из плодов крыжовника /С.Г. Лимонникова, Н.А. Величко //Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 4(169). – С. 127-132. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-127-132>

52. Lupinskaya, S.M. Разработка композиции дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров /С.М. Лупинская, Л.А. Кузнецова //Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2(37). – С. 22-28.

53. Магомедов, Р.К. Обеззараживание ягод /Р.К. Магомедов //Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 92. – С. 148-152. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-91-148-152>

54. Мазалевский, В.Б. Исследование микроструктуры полуфабриката из семян амаранта /В.Б. Мазалевский, О.К. Мотовилов //Пищевая промышленность. – 2020. - №, 3. – С. 47-50. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10036>

55. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск V. Плодовые, ягодные, субтропические, цитрусовые, орехоплодные культуры, виноград и чай /Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. – М.: Колос, 1970. - 160 с.

56. Методика определения криоскопической температуры для различных плодов и ягод /И.А. Короткий, Е.Н. Неверов, Е.В. Короткая, О.Ю. Лапшакова //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 202-208. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-26>.

57. Методы экспериментальной микологии: Справочник /Отв. ред. В.И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. - 550 с.

58. Микофлора свежей плодово-ягодной и овощной продукции и источники контаминации микотоксинами /Л.П. Минаева, В.А. Кольцов, Т.В. Жидехина и др. //Успехи медицинской микологии. – 2023. – Т. 24. – С. 351-355.

59. Минченя, А.А. Пополнение коллекции микроорганизмов кафедры биотехнологии /А.А. Минченя, П.Г. Климович, Е.А. Флюрик //Химия. Экология. Урбанистика. – 2020. – Т. 2. – С. 147-151.

60. Мирчинк, Т.Г. Выявление комплексов микроскопических почвенных грибов по их структуре /Т.Г. Мирчинк, С.М. Озерская, О.Е. Марфенина //Биологические науки. – 1982. - № 1. – С. 61.-69.

61. Мотовилова, Н.В. Изменение характеристик качества быстрозамороженных ягод крыжовника в процессе хранения /Н.В. Мотовилова, О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга //Пищевые инновации и биотехнологии: Сборник тезисов XI Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 18 мая 2023 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 260-263.

62. Мотовилова, Н.В. Использование ягод крыжовника при формировании ассортимента продуктов питания /Н.В. Мотовилова //Трансформация потребительского рынка в контексте приоритезации качества и безопасности товаров и услуг: Материалы международной научно-практической интернет-конференции, Донецк, 19-20 апреля 2022 года. – Донецк: ГО ВПО «ДОННУЭТ», 2022. – С. 129-130.

63. Мотовилова, Н.В. Исследования качественных характеристик свежих ягод крыжовника /Н.В. Мотовилова, О.В. Голуб //Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: Материалы XI Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 24 апреля 2024 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2024. – С. 154-158.

64. Мотовилова, Н.В. Органолептические и физико-химические показатели соков из ягод крыжовника /Н.В. Мотовилова //Пищевые инновации и биотехнологии: Сборник тезисов X Международной научной конференции студентов,

аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 17 мая 2022 года. Том 1. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 76-78.

65. Мотовилова, Н.В. Развитие микобиоты ягод крыжовника при хранении /Н.В. Мотовилова, О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга //Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 261-274. – DOI 10.21603/2074-9414-2024-2-2505

66. МУ 4.2.2723-10. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 13.08.2010) //М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 111 с.

67. МУК 4.2.1847-04. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.03.2004) //М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. - 31 с.

68. Мунгиева, Н.А. Особенности производства восточной фруктовой пастилы /Н.А. Мунгиева, И.М. Ашурбеков, Н.М. Мусаева //Проблемы развития АПК региона. - 2019. - № 2 (38). - С. 291-293.

69. Новикова, Д.А. Влияние заморозки на показатели качества ягод крыжовника /Д.А. Новикова, Е.В. Пальчиков //Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 314.

70. Новые сорта смородины и крыжовника селекции ВНИИСПК /О.Д. Голяева, О.В. Курашев, С.Д. Князев, А.Ю. Бахотская //Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 4. – С. 41-46.
<https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/4/41-46>

71. Новый кисломолочный соус /О.В. Голуб, Е.М. Лобачева, И.В. Романовская, Т.С. Габерман //Молочная промышленность. – 2010. – № 11. – С. 58.

72. Образовательные программы для родителей по профилактике аллергических болезней у детей – важная составляющая формирования здорового образа жизни (ЗОЖ) в Российской Федерации /О.В. Гончарова, П.А. Ветров, Р.П. Прохоренков, Л.П. Никонова //РМЖ. – 2011. – Т. 19(22). – С. 1399-1404.

73. Одарченко, А. Изменения анатомического строения замороженных ягод в зависимости от предварительной обработки /А. Одарченко //Товары и рынки. – 2012. – № 1(13). – С. 117-122.

74. Определение антоцианов плодов некоторых растений рода *Ribes* методами обращенно-фазовой ВЭЖХ и гидрофильной хроматографии /В.И. Дейнека, Е.Ю. Олейниц, А.А. Павлов и др. //Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 81-88. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020016331>

75. Определение оптимальных технологических условий изготовления полуфабрикатов из ягод крыжовника /О.В. Голуб, О.К. Мотовилов, Н.В. Мотовилова, Н.И. Давыденко //Пищевые системы. – 2024. – Т. 7, № 3. – С. 454-465. – DOI 10.21323/2618-9771-2024-7-3-454-465

76. Оптимизация условий получения продукта из сливок повышенной жирности /О.В. Голуб, Н.В. Мотовилова, Е.М. Лобачева и др. //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2025. – Т. 14, № 1(69). – С. 92-99.

77. Особенности биохимического состава соков и вин, произведенных из замороженного сырья /О.С. Егорова, Д.Р. Акбулатова, Н.Э. Каухчешвили, А.А. Грызунов //Пиво и напитки. – 2021. – № 1. – С. 36-41. <https://doi.org/10.24412/2072-9650-2021-1-0007>

78. Особенности биохимического состава соков, изготовленных из замороженного плодового сырья /С.А. Гишева, Г.Ю. Арутюнова, Б.Б. Сиюхова и др. //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2024. – № 1. – С. 79-84. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-1-79-84>

79. Оценка биохимических показателей ягод земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duchesne) в условиях Юга Амурской области /А.П. Пакусина, Т.П. Платонова, Е.И. Решетник и др. //Вестник Камчатского государственного

технического университета. – 2024. – № 68. – С. 89-97.
<https://doi.org/10.17217/2079-0333-2024-68-89-97>

80. Павловский, Н.Б. Оценка сохраняемости плодов голубики разных таксонов /Н.Б. Павловский //Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. – 2021. – Т. 66. – № 3. – С. 302-311.
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-3-302-311>

81. Парамонова, В.А. Исследование протирочного оборудования, его анализ и оценка эффективности /В.А. Парамонова, В.Н. Кудрявцев //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 43-53.

82. Патент № 2050963 С1 Российская Федерация, МПК В01F 11/02. Ультразвуковой диспергатор-смеситель: № 93052062/26: заявл. 18.11.1993: опубл. 27.12.1995 /О.И. Квасенков; ВНИИКиОП.

83. Патент № 2177835 С2 Российская Федерация, МПК В02С 18/08, А47J 43/00, В01F 5/24. Измельчитель-смеситель: № 2000101536/13: заявл. 24.01.2000: опубл. 10.01.2002 /А.И. Дыгай, А.И. Деркунский, Ю.С. Усков и др.; ГУП «Таганрогский завод «Прибой».

84. Патент № 2298935 С2 Российская Федерация, МПК А23G 3/48, А23L 1/06. Способ производства крыжовникового наполнителя: № 2005125826/13: заявл. 16.08.2005: опубл. 20.05.2007 /Л.К. Пацюк, В.А. Ломачинский, Э.С. Гореньков и др.; ВНИИКиОП (государственное научное учреждение).

85. Патент № 2362804 С1 Российская Федерация, МПК С12G 3/06. Водка «Кауфман кремлевские традиции»: № 2008109315/13: заявл. 13.03.2008: опубл. 27.07.2009 /М.А. Кауфман; ООО «ВЛ Энтерпрайзез».

86. Патент № 2404234 С1 Российская Федерация, МПК С11В 1/10, А61К 36/00. Способ получения жирного масла из плодов и жома крыжовника: № 2009133015/13: заявл. 03.09.2009: опубл. 20.11.2010 /О.В. Нестерова, А.Р. Кафьян; ГОУ ВПО Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова Росздрава

87. Патент № 2541764 С1 Российская Федерация, МПК А23С 9/13, А23С 9/133, А23С 23/00. Способ получения молочно-фруктового продукта: № 2013137291/10: заявл. 08.08.2013: опубл. 20.02.2015 /М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина, Л.Н. Азолкина, Г.А. Лоскутова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

88. Патент № 2577625 С1 Российская Федерация, МПК А23L 2/46. Способ производства компота из крыжовника: № 2014131875/13: заявл. 31.07.2014: опубл. 20.03.2016 /М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова, М.М. Ахмедова.

89. Патент № 2590976 С2 Российская Федерация, МПК А61К 36/28, А61К 36/185, А61Р 43/00. Способ приготовления антимуtagenного продукта: № 2014136948/15: заявл. 11.09.2014: опубл. 10.07.2016 /З.В. Гагкаева, Л.В. Чопикашвили, Е.Г. Пухаева и др.; ФГБОУ ВПО «Северо-осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова».

90. Патент № 2636320 С1 Российская Федерация, МПК А23G 3/48, А23G 3/54. Способ приготовления сахаристых изделий из ягод: № 2017103409: заявл. 02.02.2017: опубл. 22.11.2017 /Л.В. Фигурина.

91. Патент № 2653009 С2 Российская Федерация, МПК А23L 21/10, А23L 21/12. Способ приготовления фруктовой пастилы: № 2016138255: заявл. 26.09.2016: опубл. 04.05.2018 /Н.А. Мунгиева, Н.М. Мусаева; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джембулатова».

92. Патент № 2712697 С1 Российская Федерация, МПК А23L 7/126, А23L 21/00. Злаковый батончик для питания работающих с амино- и нитросоединениями бензола: № 2019109573: заявл. 01.04.2019: опубл. 30.01.2020 /Т.Ю. Гумеров, Л.З. Габдукаева, Н.В. Клинцева; ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».

93. Патент № 2762430 С1 Российская Федерация, МПК А21D 2/36. Способ активации прессованных хлебопекарных дрожжей для производства хлебобулочных изделий: № 2021110140: заявл. 12.04.2021: опубл. 21.12.2021 /А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова и др.; ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

94. Патент № 2783214 С1 Российская Федерация, МПК А23С 23/00. Способ получения продукта из сливок и плодов: № 2021135564: заявл. 02.12.2021: опубл. 10.11.2022 /О.В. Голуб, Н.В. Мотовилова, Е.М. Лобачева, Г.П. Чекрыга; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук.

95. Патент № 2791330 С1 Российская Федерация, МПК А23L 3/30. Способ получения полуфабриката-пюре из ягод крыжовника: № 2022113988: заявл. 24.05.2022: опубл. 07.03.2023 /О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга, Н.В. Мотовилова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук.

96. Патент на полезную модель № 201104 U1 Российская Федерация, МПК А23В 7/00. Установка для производства яблочного пюре: № 2020114066: заявл. 03.04.2020: опубл. 26.11.2020 /В.В. Новиков, А.С. Грецов, Н.В. Морозов и др.; ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

97. Пидопличко, Н.М. Пенициллин. – К.: Наук. думка, 1972. - 150 с.

98. Плоды сортов ягодных и нетрадиционных садовых культур, выращенных в Черноземье, - ценные источники незаменимых микронутриентов /Е.В. Жбанова, Т.В. Жидехина, М.Ю. Акимов и др. //Пищевая промышленность. – 2021. – № 3. – С. 8-11. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0020>

99. Посокина, Н.Е. Современные нетермические способы обработки растительного сырья, применяемые для увеличения его хранимостпособности /Н.Е. Посокина, А.И. Захарова //Пищевые системы. – 2023. – Т. 6. - № 1. – С. 4-10. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-4-10>.

100. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 1 марта 2013 г. № 252 «Об утверждении норм естественной убыли продоволь-

ственных товаров в сфере торговли и общественного питания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70257284/> (дата обращения 26.11.2023)

101. Причко, Т.Г. Ягоды крыжовника - источник биологически активных веществ /Т.Г. Причко, В.В. Яковенко, М.Г. Германова //Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 4. – С. 26-28.

102. Производство натуральных сидров на основе плодово-ягодного сырья республики Башкортостан /Г.А. Миндиярова, С.А. Хасанов, И.М. Галин и др. //Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2017. – № 4(44). – С. 37-40.

103. Промтов, М.А. Методы расчета характеристик роторного импульсного аппарата: монография /М.А. Промтов, А.Ю. Степанов, А.В. Алешин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 148 с.

104. Просеков, А.Ю. Диагностика плодово-ягодного сырья с помощью ДНК-тест-систем /А.Ю. Просеков, Ю.В. Голубцова //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 1. – С. 98-105.

105. Разработка и исследование качества поликомпонентного творожного продукта /И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, О.П. Серова, А.О. Казаринская //Индустрия питания. – 2018. – Т. 3. - № 3. – С. 23-27. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2018-3-3-4>

106. Разработка консервированной продукции из ягод крыжовника /О.В. Голуб, И.Н. Ковалевская, Т.С. Габерман, И.В. Романовская //Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 3(18). – С. 40-44.

107. Санькова, М.В. Исторический опыт и перспективы использования крыжовника в медицине /М.В. Санькова, О.В. Нестерова //Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2019. – Т. 21. - № 7. – С. 54-60. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2019-21-7-54-6Q>

108. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов /Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; Пер. с англ. К.Л. Тарасова и Ю.Н. Ковалева; Под ред. И.Р. Дорожковой. – М.: Мир, 2001. - 468 с.

109. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621027 Российская Федерация. База биохимических, технических и технологических показателей качества ягодных культур с учетом сортовых особенностей, выращенных в условиях Юга России: № 2015620515: заявл. 14.05.2015: опубл. 06.07.2015 /Т.Г. Причко; ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»

110. Сенкевич, В.И. Научные основы режимов финишной стерилизации жидких консервируемых пищевых систем /В.И. Сенкевич //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2021. – № 2(48). – С. 53-67. <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2021-14-2-53-67>.

111. Справочник по производству консервов. Том 4. Консервы из растительного сырья /под ред. В.И. Рогачева. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 656 с.

112. Сравнительная оценка качества пюре из плодов шиповника, выработанного разными технологическими способами /О.В. Голуб, Г.П. Чекрыга, О.К. Мотовилов, В.В. Щербинин //Техника и технология пищевых производств. – 2022. - № 52(2). – С. 310-320. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-2-2365>

113. Стабильность при хранении полуфабрикатов-пюре из ягод крыжовника /О.В. Голуб, О.К. Мотовилов, Н.В. Мотовилова, Н.И. Давыденко //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2024. - № 32(2). – С. 99-115. - DOI 10.36107/spfp.2024.2.567

114. Типсина, Н.Н. Влияние заморозки на физико-химические показатели ягод крыжовника /Н.Н. Типсина, Н.А. Гречишникова //Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 10(109). – С. 121-125.

115. Титова, Ю.Г. Качественный анализ российских сортов крыжовника, включенных в Госреестр селекционных достижений /Ю.Г. Титова, О.В. Курашев //Современное садоводство. – 2022. – № 3. – С. 24-37. https://doi.org/10.52415/23126701_2022_0303

116. Улучшение свойств пастильных изделий посредством обогащения йодсодержащим сырьем /А.А. Рядинская, И.А. Кощаев, С.А. Чуев,

- К.В. Лавриненко //Ползуновский вестник. – 2023. - № 3. – С. 115-122.
<https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.015>
117. Филимонова, Е.Ю. Технологические особенности производства соков с мякотью, пюреобразных и пастообразных продуктов из облепихи /Е.Ю. Филимонова, Я.Н. Зайцева //Ползуновский вестник. – 2013. – № 4-4. – С. 117-120.
118. Химико-технологическая оценка сортов алычи коллекции Никитского ботанического сада /В.М. Горина., Н.В. Месяц, Л.А. Лукичева, Е.А. Мелкозерова //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. - № 6(74). – С. 64-67.
119. Хоконова, М.Б. Биохимические основы хранения плодовоовощной продукции в регулируемой атмосфере /М.Б. Хоконова //Биология в сельском хозяйстве. – 2022. – № 3(36). – С. 28-31.
120. Чекрыга, Г.П. Микобиота продуктов пчеловодства /Г.П. Чекрыга, К.Я. Мотовилов //Микология и фитопатология. – 2011. – Т. 45. – № 2. – С. 158-163.
121. Челомбитько, М.А. Применение технологий нетепловой обработки в пищевой промышленности /М.А. Челомбитько //Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика: мат. межд. науч.-практ. конф.; 19-20 февраля 2019 г. – М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2019. – С. 388-395.
122. Ağçam, E. A study on the quality criteria of some mandarin varieties and their suitability for juice processing /E. Ağçam, A. Akyıldız //Journal of Food Processing. – 2014. – V. 2014. -№ 1. – P. 982721. <https://doi.org/10.1155/2014/982721>
123. Agrobiological Assessments of Gooseberry (*Ribes uva-Crispa*) Varieties Depending on The Quality and Pure Variety of the Planting Material /G.S. Gabrielyan, A.K. Muradyan, A.A. Manvelyan, M.H. Ghazaryan //International Journal of Agriculture Innovations and Research. – 2022. – V. 10. - № 5. – P. 167-173.

124. Akubor, P.I. Quality evaluation and storage properties of yoghurt supplemented with pineapple juice /P.I. Akubor //International Journal Science and Knowledge. – 2016. – V. 5. - № 1. – P. 23-31.

125. Analysis and sensory evaluation of gooseberry (*Ribes uva crisper* L.) volatiles /K. Hempfling, O. Fastowski, M. Kopp et al. //Journal of agricultural and food chemistry. – 2013. – V. 61. - № 26. – P. 6240-6249. <https://doi.org/10.1021/jf401310v>

126. Anticandidal effect of berry juices and extracts from *Ribes* species /J. Krisch, L. Ördögh, L. Galgóczy et al. //Open Life Sciences. – 2009. – V. 4. – P. 86-89. <https://doi.org/10.2478/s11535-008-0056-z>

127. Antioxidant Activity in Frozen Plant Foods: Effect of Cryoprotectants, Freezing Process and Frozen Storage /L. Neri, M. Faieta, C. Di Mattia et al. //Foods. - 2020. – V. 9. - № 12. – P. 1886. <https://doi.org/10.3390/foods9121886>

128. Application of freezing and thawing to carrot (*Daucus carota* L.) juice extraction /R. Nadulski, J. Grochowicz, P. Sobczak et al. //Food and Bioprocess Technology. – 2015. – V. 8. – P. 218-227. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1395-6>

129. Application of red pitaya powder as a natural food colourant in fruit pastille /L.P. Yee, C.S. Wah, L.P. Kui, C.S. Wah //Jurnal Gizi Klinik Indonesia. – 2017. – V. 13. - № 3. – P. 111-120. <https://doi.org/10.22146/ijcn.17863>

130. Baby food purees obtained from ten different apple cultivars and vegetable mixtures: product development and quality control /A.M. Mateescu, A.E. Mureşan, A. Puşcaş et al. //Applied Sciences. – 2022. – V. 12. - № 23. – P. 12462. <https://doi.org/10.3390/app122312462>

131. Banaś, A. Texture, color, and sensory features of low-sugar gooseberry jams enriched with plant ingredients with prohealth properties /A. Banaś, A. Korus, J. Korus //Journal of Food Quality. – 2018. – V. 2018. - № 1. – P. 1646894. <https://doi.org/10.1155/2018/1646894>

132. Bektaş Üzümlü (*Ribes uva-crispa* L.) ve Dağ Frenk Üzümlü (*Ribes alpinum* L.) Bazı Biyokimyasal İçerik ve Biyolojik Aktiviteleri Yönünden Karşılaştırılması /N. Erbil, Z.T. Murathan, M. Arslan, A. İlçim //Adnan Menderes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Dergisi. – 2021. – V. 18. - № 2. - P. 197-203.
<https://doi.org/10.25308/aduziraat.907968>

133. Bermudez-Aguirre, D. Pasteurization of Foods with Ultrasound: The Present and the Future /D. Bermudez-Aguirre, B.A. Niemira //Applied Sciences. – 2022. – V. 12. - № 20. – P. 10416. <https://doi.org/10.3390/app122010416>

134. Birgi, J. Raspberries and gooseberries in south Patagonia: Production, fruit quality, morphology and phenology in two environmental conditions /J. Birgi, P.L. Peri, V. Gargaglione //Scientia Horticulturae. – 2019. – V. 258. – P. 108574. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108574>

135. Bonat Celli, G. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products /G. Bonat Celli, A. Ghanem, M. Su-Ling Brooks //Food Reviews International. – 2016. – V. 32. - № 3. – P. 280-304. <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2015.1075212>

136. Brondino, L. Influence of a Sulphur Dioxide Active Storage System on the Quality of Ribes rubrum L. Berries /L. Brondino, D. Cadario, N.R. Giuggioli //Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2021. – V. 71. – № 3. – P. 279-288. <https://doi.org/10.31883/pjfn/139997>

137. Camire, M.E. Frozen wild blueberry-tofu-soymilk desserts /M.E. Camire, M.P. Dougherty, Y.H. The //Journal of food science. – 2006. – V. 71. - № 2. – P. S119-S123.

138. Cavitation-Effect-Based Treatments and Extractions for Superior Fruit and Milk Valorisation /M.-P. Bucur, M.-C. Radulescu, G.L. Radu, B. Bucur //Molecules. – 2023. – V. 28. - № 12. – P. 4677. <https://doi.org/10.3390/molecules28124677>

139. Chen, Y. Effect of hydrothermodynamic (HTD) processing on physical and chemical qualities of American cranberry puree using response surface methodology (RSM) /Y. Chen, A. Martynenko //LWT. – 2016. – V. 70. – P. 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.054>

140. Comparison of high hydrostatic pressure and thermal processing on micro-organisms and quality of anthocyanin-rich fruit puree /X. Yang, H. Ding, S. Luo et al.

//Frontiers in Food Science and Technology. - 2022. – V. 2. – P. 911283.
<https://doi.org/10.3389/frfst.2022.911283>

141. 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 /H. Niu, L. Yuan, H. Zhou et al. //Foods. – 2022. – V. 11. - № 5. – P. 632.
<https://doi.org/10.3390/foods11050632>

142. Composition of Sugars, Organic Acids, Phenolic Compounds, and Volatile Organic Compounds in Lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) at Five Ripening Stages /M. Amundsen, A.L. Hykkerud, N. Kelanne et al. //Foods. – 2023. –V. 12. - № 11. – P. 2154. <https://doi.org/10.3390/foods12112154>

143. Distribution and contents of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species /K.R. Määtä-Riihinen, A. Kamal-Eldin, P.H. Mattila et al. //Journal of agricultural and food chemistry. – 2004. – V. 52. - № 14. – P. 4477-4486.
<https://doi.org/10.1021/jf049595y>

144. Dogan, H. Antiviral activity of *Ribes uva-crispa* L. extracts in vitro /H. Dogan, R. Duman, M. Dinç //Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2020. – V. 33. - № 3. – P. 1173-1178.
<http://142.54.178.187:9060/xmlui/handle/123456789/12976>

145. Dundar Kirit, B. Rheological properties of thermally or non-thermally treated juice/nectar/puree: A review /B. Dundar Kirit, A. Akyıldız //Journal of Food Processing and Preservation. – 2022. – V. 46. - № 11. – P. 17075.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.17075>

146. Effect of cold plasma treatment on jackfruit puree: decontamination of *Aspergillus niger* spores and quality attributes. TIP /P.P. Casas-Junco, J.R. Solís-Pacheco, J.A. Ragazzo-Sánchez et al. //Revista especializada en ciencias químico-biológicas. – 2021. – V. 24. – P. 1-10. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.315>

147. Effect of cultivar, pasteurization and storage on the volatile and taste compounds of strawberry puree /N. Teribia, C. Buvé, D. Bonerz et al. //LWT. – 2021. – V. 150. – P. 112007. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112007>

148. Effect of High Hydrostatic Pressure and Thermal Processing on the Shelf Life and Quality Attributes of Apple-Kiwi-Carrot Puree Blend /X. Tian, Y. Yang, W. Zhang et al. //Journal of Food Qualit. – 2023. – V. 2023. - № 1. – P. 1631285. <https://doi.org/10.1155/2023/1631285>

149. Effect of high-pressure and thermal pasteurization on microbial and physico-chemical properties of Opuntia ficus-indica juices /R.M. Ferreira, R.A. Amaral, A.M.S. Silva et al. //Beverages. – 2022. – V. 8. - № 4. – P. 84. <https://doi.org/10.3390/beverages8040084>

150. Effect of storage conditions on the stability of polyphenols of apple and strawberry purees produced at industrial scale by different processing techniques /G.L. Salazar-Orbea, R. García-Villalba, M.J. Bernal, et al. //Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2023. – V. 71. - № 5. – P. 2541-2553. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07828>

151. Effect of the Addition of Selected Herbal Extracts on the Quality Characteristics of Flavored Cream and Butter /M. Ziarno, M. Kozłowska, K. Ratusz, R. Hasalliu //Foods. – 2023. – V. 12. - № 3. – P. 471. <https://doi.org/10.3390/foods12030471>

152. Effect of vacuum grinding and storage under oxygen free condition on antioxidant activity and bacterial communities of strawberry puree /A.N. Kim, W.S. Hu, K.-Y. Lee et al. //LWT. – 2021. – V. 137. - P. 110495. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110495>

153. Effects of short-wave ultraviolet light, ultrasonic and microwave treatments on banana puree during refrigerated storage /R.R. Franco, G.A. Ojeda, K.M. Rompato, S.C. Sgroppo //Food Science and Technology International. – 2023. – V. 29. - № 1. – P. 50-61. <https://doi.org/10.1177/10820132211058444>

154. Elicitation of Fruit Fungi Infection and Its Protective Response to Improve the Postharvest Quality of Fruits /A. Bano, A. Gupta, M.R. Prusty, M. Kumar //Stresses. – 2023. – V. 3. - № 1. – P. 231-255. <https://doi.org/10.3390/stresses3010018>

155. Fatchurrahman, D. Quality of Goji Berry Fruit (*Lycium barbarum* L.) Stored at Different Temperatures /D. Fatchurrahman, M.L. Amodio, G. Colelli //Foods. – 2022. – V. 11. - № 22. – P. 3700. <https://doi.org/10.3390/foods11223700>
156. Geographic Variability of Berry Phytochemicals with Antioxidant and Antimicrobial Properties /C. Georgescu, A. Frum, L.-I. Virchea et al. //Molecules. – 2022. – V. 27. - № 15. – P. 4986. <https://doi.org/10.3390/molecules27154986>
157. Harb, J. Quality and consumer acceptability of gooseberry fruits (*Ribes uva-crispa*) following CA and air storage /J. Harb, J. Streif //The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. – 2004. – V. 79. - № 2. – P. 329-334. <https://doi.org/10.1080/14620316.2004.11511769>
158. Hashemi, S.M.B. Rosmarinus officinalis L. Essential Oils Impact on the Microbiological and Oxidative Stability of Sarshir (Kaymak) /S.M.B. Hashemi, A. Gholamhosseinpour, F.J. Barba //Molecules. – 2023. – V. 28. - № 10. – P. 4206. <https://doi.org/10.3390/molecules28104206>
159. Hossain, A. Postharvest physiological and biochemical alterations in fruits: a review /A. Hossain, M. Karim, S.A. Juthee //Fundamental and Applied Agriculture. – 2020. – V. 5. - № 4. – P. 453-469.
160. Impacts of Thermal Processing, High Pressure, and CO₂-Assisted High Pressure on Quality Characteristics and Shelf Life of Durian Fruit Puree /Z. Bu, W. Luo, J. Wei et al. //Foods. – 2022. – V. 11. - № 17. – P. 2717. <https://doi.org/10.3390/foods11172717>
161. Improving pastille manufacturing technology using the developed multi-component fruit and berry paste /K. Kasabova, A. Zagorulko, A. Zahorulko et al. //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 3. - № 11(111). – P. 49-56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231730>
162. Influence of acoustic cavitation on physico-chemical, organoleptic indicators and microstructure of Adyghe cheese produced from cow and goat milk /N. Dunchenko, O. Krasulya, E. Voloshina et al. //Ultrasonics Sonochemistry. – 2023. - № 98. – P. 106493. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106493>

163. Influence of fruit variety, harvest technique, quality sorting, and storage on the native microflora of unpasteurized apple cider /S.E. Keller, S.J. Chirtel, R.I. Merker et al. //Journal of Food Protection. – 2004. – V. 67. - № 10. – P. 2240-2247. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.10.2240>
164. Kashaninejad, M. Influence of thermosonication treatment on the average size of fat globules, emulsion stability, rheological properties and color of camel milk cream /M. Kashaninejad, S.M.A. Razavi //LWT. – 2020. – V. 132. – P. 109852. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109852>
165. Li, Y. High pressure processing vs. thermal pasteurization of whole concord grape puree: Effect on nutritional value, quality parameters and refrigerated shelf life /Y. Li, O.I. Padilla-Zakour //Foods. – 2021. – V. 10. - № 11. – P. 2608. <https://doi.org/10.3390/foods10112608>
166. Lubbers, S. The effect of sugars and pectin on flavour release from a fruit pastille model system /S. Lubbers, E. Guichard //Food Chemistry. – 2003. – V. 81. - № 2. – P. 269-273. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00422-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00422-3)
167. Lufu, R. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors /R. Lufu, A. Ambaw, U.L. Opara //Scientia Horticulturae. – 2020. – V. 272. – P. 109519. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109519>
168. Mallabayev, O. Scientific basis for the production technology of fruit lozenges (marshmallow) /O. Mallabayev, D. Saribayeva //Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2023. – V. 8. - № 2. – P. 74-79.
169. Method for producing fruit paste using innovative equipment /V. Mykhailov, A. Zahorulko, A. Zagorulko et al. //Acta Innovations. – 2021. – V. 39. – P. 15-21. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.39.2>
170. Microbial contamination, an increasing threat to the consumption of fresh fruits and vegetables in today's world /G.L. Balali, D.D. Yar, V.G.A. Dela, P. Adjei-Kusi //International journal of microbiology. – 2020. – V. 2020. – P. 3029295. <https://doi.org/10.1155/2020/3029295>

171. Microbial Load of Fresh Blueberries Harvested by Different Methods /P. Wang, M. Hur, Y. Cai et al. //Foods. – 2023. – V. 12. - № 5. – P. 1047. <https://doi.org/10.3390/foods12051047>
172. Minimally processing and preservation methods for shelf-life prolonging of different types of fruits /P.-A. Popescu, I.-C. Nicolae, A.C. Miteluț et al. //Scientific Papers. Series B, Horticulture. – 2022. – V. LXVI(1). – P. 863-871.
173. Mishra, V.K. Postharvest physiology of fruits and vegetables /V.K. Mishra, T.V. Gamage //Handbook of Food Preservation, CRC Press, 2020. – P. 25-44.
174. Munné-Bosch, S. Physiological mechanisms underlying fruit sunburn /S. Munné-Bosch, C. Vincent //Critical Reviews in Plant Sciences. – 2019. – V. 38. - № 2. – P. 140-157. <https://doi.org/10.1080/07352689.2019.1613320>
175. Mycobiota of berry fruits – levels of filamentous fungi and mycotoxins, composition of fungi, and analysis of potential health risk for consumers /T. Kłapeć, A. Wócik-Fatla, E. Farian et al. //Annals of Agricultural and Environmental Medicine. – 2022. – V. 29. – № 1. – P. 28-37. <https://doi.org/10.26444/aaem/147297>
176. Nachal, N. Enhancement of physicochemical stability and reduction in enzyme and microbial activity of apple juice by hydrodynamic cavitation processing /N. Nachal, K. Pegu, S.S. Arya //Journal of Agriculture and Food Research. – 2023. – V. 14. – P. 100797. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100797>
177. Nasheri, N. Foodborne viral outbreaks associated with frozen produce /N. Nasheri, A. Vester, N. Petronella //Epidemiology & Infection. – 2019. – V. 147. – P. E291. <https://doi.org/10.1017/S0950268819001791>
178. Non-thermal, energy efficient hydrodynamic cavitation for food processing, process intensification and extraction of natural bioactives: A review /S.S. Arya, P.R. More, M.R. Ladole et al. //Ultrasonics Sonochemistry. – 2023. - № 98. – P. 106504. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106504>
179. Nthabiseng, L.K. Effects of frozen of marula fruits (*Sclerocarya birrea*) on chemical, antioxidant activities, and sensory properties of marula fruit juice /L.K. Nthabiseng, A.A. Adeyanju, O.P. Bamidele //Heliyon. – 2023. – V. 9. - № 10. – P. e20452. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20452>

180. Oliveira, M. Microbiological quality of raw berries and their products: A focus on foodborne pathogens /M. Oliveira, C.M. Rodrigues, P. Teixeira //Heliyon. – 2019. – V. 5. - № 12. – P. e02992. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02992>
181. Outbreaks, occurrence, and control of norovirus and hepatitis a virus contamination in berries: A review /H. Bozkurt, K.-Y. Phan-Thien, F. van Ogtrop et al. //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2021. – V. 61. - № 1. – P. 116-138. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1719383>
182. Overall quality properties in pressurized kiwi purée: Microbial, physico-chemical, nutritive and sensory tests during refrigerated storage /A. Fernández-Sestelo, R.S. De_Saá, C. Pérez-Lamela et al. //Innovative food science & emerging technologies. – 2013. - № 20. – P. 64-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2013.06.009>
183. Panstruga, R. Mutual interplay between phytopathogenic powdery mildew fungi and other microorganisms /R. Panstruga, H. Kuhn //Molecular plant pathology. – 2018. – V. 20. - № 4. – P. 463-470. <https://doi.org/10.1111/mpp.12771>
184. Participation of FaTRAB1 Transcription Factor in the Regulation of *FaMADS1* Involved in ABA-Dependent Ripening of Strawberry Fruit /W. Lu, X. Wei, X. Han et al. //Foods. – 2023. – V. 12. - № 9. – P. 1802. <https://doi.org/10.3390/foods12091802>
185. Physicochemical properties and sensory characteristics of ciku fruit (Manilkara zapota) pastilles /N.H. Hashim, Z. Mohd Zin, A.I. Zamri et al. //Food Research. – 2021. – V. 5. - № 2ю – P. 164-172. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(2\).510](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).510)
186. Physicochemical, microbiological, functional and sensory properties of frozen pulp of orange and orange-red chilot (Solanum betaceum Cav.) fruits /M.E. Orqueda, S. Torres, H. Verón et al. //Scientia Horticulturae. – 2021. – V. 276. – P. 109736. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109736>
187. Physiochemical, sensorial and rheological characteristics of puree developed from Kashmiri peaches: Influence of sugar, KMS and storage conditions /S. Wani, R.A. Bakshi, Z.S. Khan et al. //Heliyon. – 2021. – V. 7. - № 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07781>

188. Physiological Response of Stored Pomegranate Fruit Affected by Simulated Impact /P.B. Pathare, M. Al-Dairi, R. Al-Yahyai, A. Al-Mahdouri //Foods. – 2023. – V. 12. - № 6. – P. 1122. <https://doi.org/10.3390/foods12061122>
189. Prange, R.K. A Review of Storage Temperature Recommendations for Apples and Pears /R.K. Prange, A.H. Wright //Foods. – 2023. – V. 12. - № 3. – P. 466. <https://doi.org/10.3390/foods12030466>
190. Pravallika, K. Effect of nonthermal technologies on the shelf life of fruits and their products: A review on the recent trends /K. Pravallika, S. Chakraborty //Applied Food Research. – 2022. – V. 2. - № 2. – P. 100229. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100229>
191. Preservation of Biologically Active Compounds and Nutritional Potential of Quick-Frozen Berry Fruits of the Genus Rubus /J.Š. Žlabur, N. Mikulec, L. Doždor et al. //Processes. – 2021. – V. 9. - № 11. – P. 1940. <https://doi.org/10.3390/pr9111940>
192. Quality attributes of convective hot air dried spine gourd (*Momordica dioica* Roxb. Ex Willd) slices /Y. Kumar, L. Singh, V.S. Sharanagat et al. //Food Chemistry. – 2021. – V. 347. – P. 129041. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129041>
193. Quality of banana puree during storage: A comparison of high pressure processing and thermal pasteurization methods /Z. Xu, Y. Wang, P. Ren et al. //Food Bioprocess Technol. – 2016. – V. 9. – P. 407-420. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1635-4>
194. Regular-Fat Dairy and Human Health: A Synopsis of Symposia Presented in Europe and North America (2014–2015) /A. Astrup, B.H. Rice Bradley, J.T. Brenna et al. //Nutrients. – 2016. – V. 8. - № 8. – P. 463. <https://doi.org/10.3390/nu8080463>
195. Revisiting the current and emerging concepts of postharvest fresh fruit and vegetable pathology for next-generation antifungal technologies /G.L. Ngolong Ngea, Q. Yang, M. Xu et al. //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2024. – V. 23. – №. 4. – P. e13397. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13397>
196. Rheological and physical properties affected by the thermal processing of fruit: A bibliometric analysis /I.G. Vidigal, M.P. Melo, P.C.M. Da Rós et al. //Processes. – 2023. – V. 11. - № 10. – P. 2874. <https://doi.org/10.3390/pr11102874>

197. Role of thermal and electric field effects during the pre-treatment of fruit and vegetable mash by pulsed electric fields (PEF) and ohmic heating (OH) /C. Mannozi, T. Fauster, K. Haas et al. //Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2018. – V. 48. – P. 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.004>
198. Şahin, M.S.D.H. Future fruits: currant and gooseberries /M.S.D.H. Şahin //Agribalkan. – 2022. – V. 1. – P. 580-586.
199. Sarker, A. Effects of ultrasonic processing on the quality properties of fortified yogurt /A. Sarker, R.A. Siddiqui //Ultrasonics Sonochemistry. – 2023. – V. 98. – P. 106533. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106533>
200. Selecting apple cultivars for use in ready-to-eat desserts based on multivariate analyses of physico-chemical properties /D.F. Keenan, J. Valverde, R. Gormley et al. //LWT-Food Science and Technology. – 2012. – V. 48. - № 2. – P. 308-315. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.005>
201. Sert, D. Development of buffalo milk ice-cream by high pressure-homogenisation of mix: Physicochemical, textural and microstructural characterization /D. Sert, E. Mercan, M. Kılınç //LWT. – 2021. – V. 150. – P. 112013. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112013>
202. Silva, F.V.M. Control of Enzymatic Browning in Strawberry, Apple, and Pear by Physical Food Preservation Methods: Comparing Ultrasound and High-Pressure Inactivation of Polyphenoloxidase /F.V.M. Silva, A. Sulaiman //Foods. – 2022. – V. 11. - № 13. – P. 1942. <https://doi.org/10.3390/foods11131942>
203. Stability of phenolic compounds in apple and strawberry: Effect of different processing techniques in industrial set up /G.L. Salazar-Orbea, R. García-Villalba, M.J. Bernal et al. //Food Chemistry. – 2023. – V. 401. – P. 134099. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134099>
204. Storage of Fruits and Vegetables in Refrigerator Increases their Phenolic Acids but Decreases the Total Phenolics, Anthocyanins and Vitamin C with Subsequent Loss of their Antioxidant Capacity /J.H.Y. Galani, J.S. Patel, N.J. Patel, J.G. Talati //Antioxidants. – 2017. – V. 6. - № 3. – P. 59. <https://doi.org/10.3390/antiox6030059>

205. Strieder, M.M. Advances and innovations associated with the use of acoustic energy in food processing: An updated review /M.M. Strieder, E.K. Silva, M.A.A. Meireles //Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2021. – V. 74. – P. 102863. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102863>

206. Sun, L. Regulating ice formation for enhancing frozen food quality: Materials, mechanisms and challenges /L. Sun, Z. Zhu, D.W. Sun //Trends in Food Science & Technology. – 2023. – V. 139. – P. 104116. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.07.013>

207. Szydłowska, A. Effect of Pumpkin Cultivar on the Selected Quality Parameters of Functional Non-Dairy Frozen Desserts /A. Szydłowska, D. Zielińska, D. Kołożyn-Krajewska //Applied Sciences. – 2022. – V. 12. - № 16. – P. 8063. <https://doi.org/10.3390/app12168063>

208. The effect of using pomegranate and strawberry juices with red beet puree on the physicochemical, microbial and sensory properties of yoghurt /M. Baciony, A. Saleh, R. Hassabo, A. AL-Fargah //Food Measure. – 2023. - № 17. – P. 5024-5033. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01984-8>

209. The evaluation of physical parameters of gooseberries using different pre-treatment technologies and packaging materials /S. Muizniece-Brasava, L. Dukalska, S. Kampuse et al. //XI International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference 1071. – 2013. – P. 381-388. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1071.49>

210. Tissue biochemical diversity of 20 gooseberry cultivars and the effect of ethylene supplementation on postharvest life /M. Anastasiadi, P.M. Mwangi, J.J. Ordaz-Ortiz et al. //Postharvest biology and technology. – 2016. – V. 117. – P. 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.02.008>

211. Unravelling the fruit microbiome: The key for developing effective biological control strategies for postharvest diseases /H. Zhang, N.A.S. Boateng, G.L.N. Ngea et al. //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021; 20(5): 4906-4930. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12783>

212. UV-C Light: A Promising Preservation Technology for Vegetable-Based Nonsolid Food Products /R.D. Tchoukouang, A.R. Lima, A.C. Quintino et al. //Foods. – 2023. – V. 12. - № 17. – P. 3227. <https://doi.org/10.3390/foods12173227>
213. Winkler, A. Calcium physiology of sweet cherry fruits /A. Winkler, B. Fiedler, M. Knoche //Trees. – 2020. – V. 34. – P. 1157-1167. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-01986-9>
214. Yildirim, M. Physico-chemical and microbiological changes occurring in Kuru Kaymak (a traditional dairy product in Turkey) during storage /M. Yildirim, E.D. Aizer //Indian Journal of Dairy Science. – 2022. – V. 75. - № 1. – P. 62-67. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2022.v75i01.009>
215. Youssef, K. Post-harvest diseases of fruit and vegetable: methods and mechanisms of action /K. Youssef, A. Ippolito, S.R. Roberto //Frontiers in Microbiology. – 2022. – V. 13. – P. 900060. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.900060>

Приложение А
Акт сбора продукции

УТВЕРЖДАЮ

Директор СФНЦА РАН,
чл. корр. РАО, проф. РАН,
д-р биол. наук

К.С. Голохваст

« » _____ 2024 г.

АКТ

сбора продукции

Свежие ягоды крыжовника помологических сортов Сенатор и Розовый 2 собирались в технической стадии зрелости во второй половине июля 2021-2023 гг. вручную в сухую погоду в ящики-лотки вместимостью 3 кг на биополигоне лаборатории экспериментальных исследований СФНЦА РАН для испытаний и дальнейшей переработки.

Заведующая лабораторией
экспериментальных исследований, канд. с.-х. наук



В.А. Петрук

**Разработка балльной системы органолептической оценки
продукта из сливок повышенной жирности**

Таблица Б.1 - Перечень определений дескрипторов описательных характеристик продукта из сливок повышенной жирности и плодового сырья

Дескриптор	Определение дескриптора	Ссылка
Вязкость	Механическая характеристика текстуры, связанная с сопротивлением потоку - обнаруживаемая путем стимулирования тактильных рецепторов	[1]
Гомогенность	Геометрическая характеристика текстуры, связанная с восприятием величины, формы и количества частиц в продукте	[1]
Цвет коричневый	Ощущение коричневого тона, насыщенности и светлоты, вследствие стимуляции сетчатки световыми лучами волн различной длины	-
Однородность цвета	Впечатление цветового ощущения о том, что характерный цвет проявляется во всем объеме продукта одинаково	-
Аромат / послевкусие сливок	Аромат / послевкусие, ассоциируемые со сливками сливок, вызываемые ароматическими соединениями (например, лактонами)	[3,4]
Аромат / послевкусие пастеризации	Аромат / послевкусие, ассоциируемые с пастеризацией сливок, вызываемые ароматическими соединениями (например, этаналем)	[3]
Аромат / послевкусие карамельные	Аромат / послевкусие, ассоциируемые с карамелью, вызываемые ароматическими соединениями (например, фуразином)	[3]
Аромат / послевкусие фруктовые	Аромат / послевкусие, ассоциируемые с фруктами, вызываемые ароматическими соединениями (например, (Z)-3-гексеналем, гексеналом)	[4,5,6,7,8]
Аромат / послевкусие травяные	Аромат / послевкусие, ассоциируемые с травой, вызываемые ароматическими соединениями (например, (Z)-3-гексен-1-олом)	[4,5,6,7,8]
Аромат / послевкусие ассоциируемые с зеленью	Аромат / послевкусие, ассоциируемые с зеленью, вызываемые ароматическими соединениями (например, (E)-2-гексеналом)	[4,5,6,7,8]
Сладкий вкус или сладость	Вкус / послевкусие, вызываемый разведенными водными растворами природных или синтетических веществ (например, сахарозы)	[1]
Кислый вкус или кислотность	Вкус / послевкусие, вызываемое комплексное ощущение, в основном, из-за присутствия органических кислот (например, уксусной)	[1]
Терпкость	Комплексное ощущение, сопровождаемое стягиванием, натягиванием или сморщиванием кожи или слизистой ротовой полости (например, органические кислоты ягод черники)	[1,6]
Насыщенность вкуса и послевкусия	Комплексное ощущение, вызываемое сочетанием нескольких сильных ароматов и вкусов	-
Длительность послевкусия	Период времени, в течение которого ощущается послевкусие после проглатывания продукта	-

Таблица Б.2 - Балльная система оценки органолептических показателей продукта из сливок повышенной жирности и плодового сыра

Показатель / коэффициент весомости	Характеристика / несоответствия	Уровень качества, балл			
		отличный	хороший	удовлетворительный	неудовлетворительный
Внешний вид и консистенция / 0,3	Вязкая, гомогенная масса / Масса водянистая, с наличием видимых признаков брожения, прочие несоответствия, не подлежит оценке	1,26-1,50	0,96-1,25	0,66-0,95	Ниже 2,70
Цвет / 0,1	Коричневый, однородный / Не соответствует используемому сырью, неоднородный, прочие несоответствия, не подлежит оценке	0,40-0,50	0,30-0,39	0,20-0,29	Ниже 2,00
Аромат, вкус и послевкусие / 0,6	Сладкие, пастеризованных сливок, характерные и идентифицируемые особенности ягодных культур, насыщенные вкус и послевкусие, долгое послевкусие / Не идентифицируемые, кормовые, прочие несоответствия, не подлежит оценке	2,52-3,00	1,92-2,51	1,32-1,91	Ниже 2,20
Общая оценка	-	Выше 4,13	3,13-4,12	2,13-3,12	Ниже 2,13

Список источников

- ГОСТ ISO 5492-2014 Органолептический анализ. Словарь. М.: Стандартинформ, 2018. – 20 с.
- Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 278 с.
- Wang W., Sun B., Deng J., Ai N. Addressing flavor challenges in reduced-fat dairy products: A review from the perspective of flavor compounds and their improvement strategies //Food Research International. – 2024. – V. 188. - P. 114478. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114478>
- Butorova L., Vitova E., Polovka M. Comparison of volatiles identified in Aronia melanocarpa and Amelanchier alnifolia using solid-phase microextraction coupled to gas chromatography-mass spectrometry //Journal of Food & Nutrition Research. – 2016. – V. 55(1). – P. 57-68.
- Cheng K., Peng B., Yuan F. Volatile composition of eight blueberry cultivars and their relationship with sensory attributes //Flavour and Fragrance Journal. – 2020. – V. 35(4). – P. 443-453. <https://doi.org/10.1002/ffj.3583>
- Forney C.F., Qiu S., Jordan M.A. et al. Comparison of Volatile Compounds Contributing to Flavor of Wild Lowbush (*Vaccinium augustifolium*) and Cultivated Highbush (*Vaccinium corymbosum*) Blueberry Fruit Using Gas Chromatography-Olfactometry //Foods. – 2022. – V. 11(16). – P. 2516. <https://doi.org/10.3390/foods11162516>
- Hempfling K., Fastowski O., Kopp M., Nikfardjam M.P., Engel K.-H. Analysis and sensory evaluation of gooseberry (*Ribes uva crisa* L.) volatiles //Journal of agricultural and food chemistry. – 2013. – T. 61. – № 26. – С. 6240-6249. <https://doi.org/10.1021/jf401310v>
- Vitová E., Sukalová K., Mahdalová M. et al. Influence of volatile compounds on flavour of selected cultivars of gooseberry //Chemical Papers. – 2017. – V. 71. – P. 1895-1908. <https://doi.org/10.1007/s11696-017-0184-x>

Продолжение приложения Б

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

**Стандарт организации****ПРОДУКТ ИЗ СЛИВОК ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ**
Методика органолептической оценки**СТО 00024348-016-2025**

Дата введения документа в действие
(срок действия)

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2025

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

**Стандарт организации****ПОЛУФАБРИКАТЫ ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА**
Технические условия**СТО 00024348-008-2023**

Дата введения документа в действие
(срок действия)

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2023

Продолжение приложения В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

**ПОЛУФАБРИКАТЫ ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА****Технологическая инструкция
ТИ СТО 00024348-008-2023**

Дата введения документа в действие

РАЗРАБОТАНА

Отдел пищевых систем и
биотехнологий СФНЦА РАН

Гл. науч. сотр., д-р техн. наук, проф.

 О.В. Голуб

Мл. науч. сотр.

 Н.В. Мотовилова

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2023

Продолжение приложения В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

УТВЕРЖДАЮ

**Стандарт организации**

ПРОДУКТ ИЗ СЛИВОК ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ
Технические условия

СТО 00024348-009-2024

Дата введения документа в действие
(срок действия)

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2024

Продолжение приложения В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

**ПРОДУКТ ИЗ СЛИВОК ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ****Технологическая инструкция
ТИ СТО 00024348-009-2024**

Дата введения документа в действие

РАЗРАБОТАНА

Отдел пищевых систем и
биотехнологий СФНЦА РАН

Гл. науч. сотр., д-р техн. наук, проф.

 О.В. Голуб

Мл. науч. сотр.

 Н.В. Мотовилова

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2024

Продолжение приложения В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор СФНЦА РАН

К.С. Голохваст

2024 г.



Стандарт организации

ПАСТИЛА КРЫЖОВЕННАЯ
Технические условия

СТО 00024348-010-2024

Дата введения документа в действие
(срок действия)

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2024

Продолжение приложения В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)

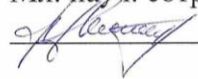
**ПАСТИЛА КРЫЖОВЕННАЯ**

**Технологическая инструкция
ТИ СТО 00024348-010-2024**

Дата введения документа в действие
(срок действия)

РАЗРАБОТАНА
Отдел пищевых систем и
биотехнологий СФНЦА РАН

Гл. науч. сотр., д-р техн. наук, проф.
 О.В. Голуб

Мл. науч. сотр.
 Н.В. Мотовилова

Новосибирская область, р.п. Краснообск
2024

ООО НПО «Здоровое питание»
650514, Кемеровская обл., Кемеровский р-н,
п. Металлоплощадка, ул. Спортивная, д.3 кАв
ИНН 4234009729, тел.: 8-904-378-38-93



**Акт
выработки опытно-промышленной партии
полуфабрикатов из ягод крыжовника**

Произведена опытно-промышленная партия полуфабрикатов из ягод крыжовника по СТО 00024348-008-2023 «Полуфабрикаты из ягод крыжовника» и технологической инструкции в период с 09.10.2023 г. по 13.10.2023 г. в количестве 150 кг каждого наименования и оценка показателей качества готовой продукции:

- полуфабрикат из свежих ягод крыжовника сорта Сенатор;
- полуфабрикат из быстрозамороженных ягод крыжовника сорта Сенатор;
- полуфабрикат из свежих ягод крыжовника сорта Розовый 2;
- полуфабрикат из быстрозамороженных ягод крыжовника сорта Розовый 2.

В результате проведенных испытаний установили, что подобранные технологические условия получения полуфабрикатов из ягод крыжовника, обеспечивают качество и выход готовой продукции, соответствующей требованиям нормативно-технической документации, что позволяет рекомендовать их к внедрению в производство.

Директор ООО НПО
«Здоровое питание»
К.т.н.



Попов А.А.

« 20 » сентября 2024 г.

**выработки опытно-промышленной партии
продукта из сливок повышенной жирности**

Проведена дегустация выработанной продукции, согласно разработанной Голуб О.В. и Мотовиловой Н.В. методике органолептической оценки продукта из сливок повышенной жирности. Отмечены высокие показатели качества продукции, соответствующие требованиям нормативно-технической документации. Продукт из сливок повышенной жирности и ягод крыжовника рекомендуется к внедрению в производство.

Дорохова Т.Е



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ООО «БК»**

625005, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Газовиков, д. 79, кв. 107

Тел/факс: +7(3452)94-61-60 e-mail: info@marinakoroleva.com

ОГРН 1147232047786 ИНН/КПП 7203323546/720301001

Исх. № 2

«23» мая 2025 г

АКТ**выработки опытно-промышленной партии
пастилы крыжовенной в условиях производственной деятельности
ООО «БК» (г. Тюмень)**

Настоящий акт составлен о том, что научные результаты, полученные Мотовиловой Натальей Владимировной в результате диссертационных исследований, апробированы ООО «БК», а именно технология изготовления пастилы крыжовенной в соответствии с СТО 00024348-010-2024 «Пастила крыжовенная» и технологической инструкцией.

Выработаны опытные партии пастилы: из полуфабриката свежих ягод крыжовника сорта Сенатор - 15 кг; из полуфабриката свежих ягод крыжовника сорта Розовый 2 - 15 кг; из полуфабриката быстрозамороженных ягод крыжовника сорта Сенатор - 15 кг; из полуфабриката быстрозамороженных ягод крыжовника сорта Розовый 2 - 15 кг.

Опытно-промышленные партии пастилы произведены на существующей аппаратурно-технологической линии. Для производства продукта использовано сырье и технологические вспомогательные средства, соответствующие требованиям нормативных документов: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», Сан-ПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», СТО 0024348-008-2023 «Полуфабрикаты из ягод крыжовника. Технические условия».

Проведенные производственные испытания показали, что использование полуфабрикатов из ягод крыжовника вне зависимости от их помологического сорта (Сенатор, Розовый 2) и состояния (свежих или быстрозамороженных), позволяет получить продукцию с характеристиками качества, соответствующими требованиям действующей нормативной документации.

Настоящий акт подтверждает практическую ценность результатов исследований и в иных целях использован быть не может.

Директор ООО «БК»

А.Т. Королев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2791330

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТА-ПЮРЕ
ИЗ ЯГОД КРЫЖОВНИКА

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН) (RU)*

Авторы: *Голуб Ольга Валентиновна (RU), Чекрыга Галина Петровна (RU), Мотовилова Наталья Владимировна (RU), Паймулина Анастасия Валерияновна (RU), Мотовилов Олег Константинович (RU), Углов Владимир Александрович (RU)*

Заявка № 2022113988

Приоритет изобретения 24 мая 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 07 марта 2023 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 24 мая 2042 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2783214

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТА ИЗ СЛИВОК И
ПЛОДОВ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук (СФНЦ РАН) (RU)*

Авторы: *Голуб Ольга Валентиновна (RU), Мотовилова Наталья Владимировна (RU), Лобачёва Елена Михайловна (RU), Чекрыга Галина Петровна (RU)*

Заявка № 2021135564

Приоритет изобретения 02 декабря 2021 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 10 ноября 2022 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 02 декабря 2041 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов