



**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ
И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ**

**QUALITY CONTROL AND SAFETY
OF AGRICULTURAL RAW MATERIALS
AND PROCESSED PRODUCTS**

УДК 663.81

DOI:10.31677/2311-0651-2025-49-3-6-22

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ
В СОКОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПАСТЕРИЗАЦИЯ
И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
(ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ)**

С. А. Алексашина, кандидат технических наук, доцент

М. С. Воронина, кандидат технических наук, доцент

П. Е. Селиверстова, магистрант

Самарский государственный технический университет

E-mail: vsasofi@rambler.ru

Ключевые слова: соковая продукция, срок хранения, качество соковой продукции, методы обработки, пастеризация.

Реферат. Соки играют важную роль в рационе питания современного человека. Они обеспечивают организм необходимыми витаминами, минералами и другими полезными веществами. В связи с этим производители соков оказываются под повышенным вниманием потребителей. В данном обзоре рассматриваются современные методы управления и контроля качества на разных стадиях производства. Особое внимание уделяется инновационным методам обработки, таким как холодная пастеризация и использование биопленок для упаковки, которые способствуют продлению срока хранения соков и повышению их качества. Современные подходы к производству различны. Некоторые представляют собой оптимизации традиционных технологий, к таким технологиям можно отнести пастеризацию и асептическую упаковку. Однако наряду с ними активно внедряются и инновационные решения. Например, обработка высоким давлением и использование импульсного электрического поля становятся все более популярными. Обзор современных методов управления технологическими процессами в производстве соков длительного хранения демонстрирует значительные достижения в нескольких ключевых областях. Во-первых, это касается обеспечения безопасности конечного продукта. Во-вторых, особое внимание уделяется качеству и питательной ценности соков. Автоматизация процессов и применение интеллектуальных систем управления дают возможность значительно повысить эффективность и контроль над производственными процессами. Успешная реализация этих передовых методов позволит производителям не только удовлетворять растущие требования потребителей, но и гарантировать высокое качество, безопасность и питательную ценность соковой продукции. Кроме того, данные меры помогают сохранить конкурентоспособность на рынке. Будущее производства соков длительного хранения связано с интеграцией новейших технологических достижений. Комплексный подход к управлению качеством на всех этапах производственного цикла становится необходимостью для успешного функционирования в данной отрасли.

MODERN TECHNOLOGIES AND INNOVATIVE APPROACHES IN JUICE PRODUCTION: AUTOMATION, PASTEURIZATION, AND QUALITY CONTROL (REVIEW ARTICLE)

S. A. Aleksashina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

M. S. Voronina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

P. E. Seliverstova, Master's student

Samara State Technical University

Keywords: Juice products, shelf life, quality of juice products, processing methods, pasteurization.

Abstract. Juices play an important role in the diet of modern individuals. They provide the body with essential vitamins, minerals, and other beneficial substances. As a result, juice manufacturers are under increased scrutiny from consumers. This review examines modern methods of management and quality control at various stages of production. Special attention is given to innovative processing methods, such as cold pasteurization and the use of biopolymers for packaging, which help extend the shelf life of juices and improve their quality. Modern approaches to production range from optimizing traditional technologies. These technologies include pasteurization and aseptic packaging. However, alongside these, innovative solutions are being actively implemented. For example, high-pressure processing and the use of pulsed electric fields are becoming increasingly popular. The review of contemporary methods for managing technological processes in the production of long shelf-life juices highlights significant achievements in several key areas. First, this concerns ensuring the safety of the final product. Second, special attention is paid to the quality and nutritional value of juices. Automation of processes and the application of intelligent management systems promise to significantly enhance efficiency and control over production processes. The successful implementation of these advanced methods will allow manufacturers not only to meet the growing demands of consumers but also to guarantee high quality, safety, and nutritional value of juice products. Furthermore, these measures help maintain competitiveness in the market. The future of long shelf-life juice production is linked to the integration of the latest technological advancements. A comprehensive approach to quality management at all stages of the production cycle is becoming a necessity for successful operation in this industry.

Управление технологическим процессом производства соковой продукции длительного срока хранения – важная и многогранная задача, требующая комплексного подхода для обеспечения качества, безопасности и стабильности конечного продукта. Соки являются существенным компонентом рациона современного человека, обеспечивая его необходимыми витаминами, минералами и другими полезными веществами. В свете растущего интереса к здоровому образу жизни и правильному питанию производители соков находятся под повышенным вниманием.

Необходимо всестороннее рассмотрение факторов, влияющих на процесс производства, включая выбор сырья, подбор методов обработки, способов консервации и упаковки. Эффективное управление этими процессами имеет первостепенное значение не только для производства высококачественной продукции, но и для обеспечения ее безопасности для потребителей. Необходимо признать, что любые недочеты в процессе производства могут привести к порче или появлению некачественной продукции, что в свою очередь может негативно сказаться на репутации и финансовых показателях производителя.

Использование современных технологий, включая высокую и холодную пастеризацию, ионизирующее излучение и другие инновационные методы, открывает новые возможности для улучшения качества сока и продления срока его хранения. Однако необходимо подчеркнуть, что внедрение этих технологий зависит от эффективного управления и контроля на всех этапах переработки – от сбора и хранения сырья до конечной упаковки. Несмотря на большое количество исследований, достаточно мало внимания уделяется теоретическому анализу существующих инноваций и, соответственно, четкому пониманию их внедрения в производство.

Таким образом, целью текущей обзорной статьи является изучение теоретических аспектов интенсификации методов управления технологическим процессом производства соковой продукции длительного срока хранения, направленных на повышение качества, безопасности и стабильности продукции, а также оптимизацию затрат на производство и минимизацию потерь на всех этапах технологического цикла.

Целями настоящей работы являются:

- 1) анализ факторов, влияющих на качество и безопасность соковой продукции;
- 2) оценка современных технологий обработки и упаковки соков;
- 3) разработка рекомендаций по управлению технологическими процессами;
- 4) теоретический анализ интенсификации методов управления.

В рамках исследования проведен комплексный анализ научной литературы и информационных ресурсов по следующим направлениям:

- 1) автоматизация технологических процессов сокового производства;
- 2) инновационные подходы к пастеризации соковой продукции;
- 3) контроль качества сырья соковой продукции;
- 4) технологические аспекты консервации и пастеризации соковой продукции.

Автоматизация технологических процессов. Системы контроля качества в настоящее время претерпели значительную трансформацию. Наблюдается явный переход от ручных процессов инспекции к сложным автоматизированным решениям. Эта эволюция обусловлена несколькими факторами: сложностью пищевых систем, необходимостью обеспечения качества в реальном времени и строгими требованиями, выдвигаемыми контролирующими органами.

Интеграция систем контроля качества на основе искусственного интеллекта (ИИ) – ключевое достижение в современном производстве. Искусственный интеллект поддерживает и усиливает человеческий интеллект и интуицию. Его основная задача – помочь людям работать быстрее и более эффективно в определенных областях. Путь ИИ направлен на имитацию когнитивных функций человека [1]. Многие авторы подчеркивают важность внедрения ИИ в пищевой промышленности для снижения количества человеческих ошибок, оптимизации технологических процессов (экстракция сока, пастеризация и упаковка), снижения риска патогенной микробной обсемененности, а так же для уменьшения технологических потерь.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в контроле качества соковой продукции наиболее наглядно можно изобразить в виде блок-схемы (рис. 1). Сбор данных осуществляется посредством передачи сигналов через датчики и сенсоры на производственной линии.

Сотрудник Университета Южной Калифорнии (Лос-Анджелес, США) Джэйн Дивьянш поднимает вопрос о возможностях внедрения искусственного интеллекта в системах контроля качества. Ключевое преимущество данной интеграции заключается в значительном улучшении точности технологических процессов при производстве – в среднем на 85–95 % [2]. В книге «Artificial Intelligence (AI) in Cocoa Production» авторы, члены Малазийского университета науки и технологий (Куала-Лумпур, Малайзия), представляют пошаговое руководство по внедрению ИИ в производство какао с разработанной дорожной картой для успешной интеграции [3]. Внедрение ИИ в пищевую промышленность, несмотря на его огромный потенциал, требует коллективных усилий для согласования технологических достижений с этическими нормами и принципами социальной справедливости. Авторы подчеркивают необходимость использования ИИ для улучшения жизни наиболее уязвимых групп населения, что делает их работу особенно актуальной в контексте устойчивого развития.



Рис. 1. Блок-схема использования искусственного интеллекта (ИИ) в контроле качества соковой продукции
Fig. 1. Flowchart of the use of artificial intelligence (AI) in the quality control of juice products

Действительно, существует ряд проблем, которые могут стать непреодолимым барьером при внедрении систем ИИ. Так, для их обучения необходимы большие объемы качественных данных. Если данные о производственном процессе или качестве готовой продукции неполные, некорректные или неструктурированные, это может привести к ошибкам в моделях и снижению их эффективности. Помимо этого, использование ИИ может вызвать вопросы о конфиденциальности информации и ответственности за ошибки и сбои при ведении технологического процесса. Эту проблему озвучивают и вышеупомянутые авторы из Малазийского университета науки и технологий [3]. Существует риск того, что крупные корпорации могут использовать эти данные в своих интересах, превращая инструмент оптимизации в средство коммерческой манипуляции.

В ходе анализа литературных источников была выявлена характерная особенность: публикации, касающиеся технологий искусственного интеллекта в пищевой промышленности, значительно преобладают в иностранных научных журналах. Это явление можно объяснить несколькими факторами. Во-первых, развитая научная инфраструктура и финансирование исследований в странах с высокими технологиями способствуют активному генерированию новых знаний и их публикации. Во-вторых, международные журналы обеспечивают более широкий доступ к информации и разнообразным методологиям, что способствует повышению

качества публикаций. В-третьих, языковой барьер ограничивает распространение российских исследований, что снижает количество статей на русском языке. Кроме того, актуальность вопросов продовольственной безопасности и устойчивого развития на глобальном уровне стимулирует интерес к данной тематике среди зарубежных ученых. Наконец, строгие стандарты рецензирования иностранных журналов способствуют повышению научной значимости и репутации публикуемых работ.

Однако исследования в области технологий искусственного интеллекта в соковой промышленности России обладают значительным потенциалом для оптимизации процессов контроля качества и управления производственными цепочками. Внедрение алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных может способствовать повышению эффективности прогнозирования потребительского спроса и снижению потерь сырья. Кроме того, использование ИИ в автоматизации упаковки и логистики позволит улучшить экономические показатели отрасли и конкурентоспособность на внутреннем и международном рынках.

Инновационные подходы к пастеризации. К данной группе методов обработки продуктов относят приемы с использованием физических технологий для уничтожения патогенных микроорганизмов и продления срока хранения без применения высокой температуры.

Обработка импульсными электрическими полями (PEF) является инновационной альтернативой традиционным методам дезинтеграции клеток. Воздействие на растительную ткань электрическим полем умеренной напряженности (0,5–10,0 кВ/см) и относительно низкой энергии (1–10 кДж/кг) вызывает проницаемость клеточных мембран, что способствует высвобождению сока и ценных соединений из внутренних частей клеток (рис. 2) [4].

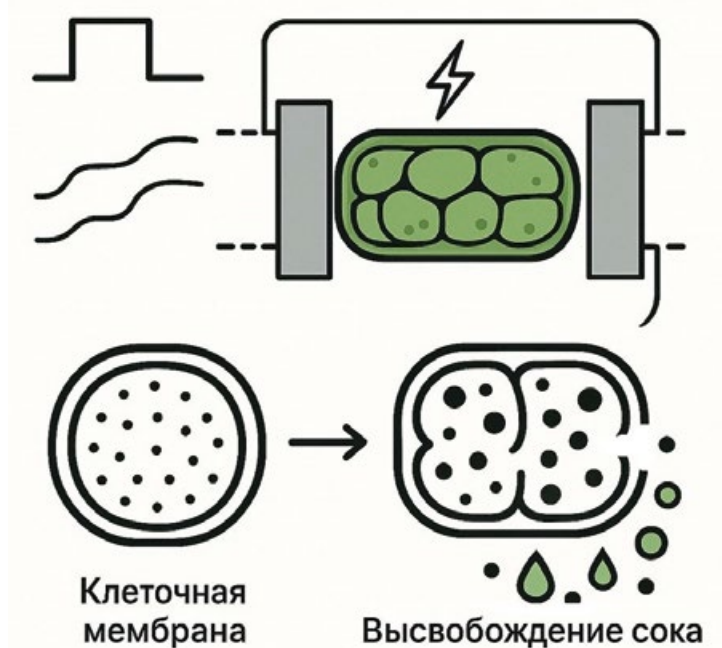


Рис. 2. Дезинтеграция растительной клетки под действием обработки импульсными электрическими полями

Fig. 2. Disintegration of plant cell under the influence of treatment with pulsed electric fields

Согласно обзору литературы, при внедрении *PEF* в технологию объём сока, представленный внутриклеточной и межклеточной жидкостями, может увеличить выход продукции на 35–40 % [5]. Данный метод представляет собой значительный интерес для пищевой промышленности, поскольку повышение эффективности извлечения сока может привести к значительному снижению производственных затрат и улучшению качества конечного продукта.

Эффекты импульсных электрических полей на инактивацию микробов и качество свежесжатого грушевого сока обсуждают китайские ученые [6]. Результаты эксперимента показали, что обработка импульсными электрическими полями при 200 Гц и 30 кВ/см при температуре 10 °С в течение 240 мкс привела к значительному снижению численности *E. coli* и *S. cerevisiae* в грушевом соке – на 4,6 и 2,7 логарифма соответственно. При этом физико-химические свойства и питательная ценность обработанного сока оставались ближе к необработанному, чем к пастеризованному, что подтверждает эффективность *PEF* в сохранении качества грушевого сока. Положительные результаты микробиологической стабильности также получила команда ученых Института пищевых технологий (Квакенбрюк, Германия) и Университета ветеринарной медицины (Ганновер, Германия) [7]. Обработка импульсными электрическими полями обеспечила микробиально стабильный сок на протяжении 8 недель хранения. Вместе с тем *PEF* обеспечил антиоксидантную способность и наивысшее содержание общего количества фенолов по сравнению с прочими образцами.

Интересные результаты по увеличению биодоступности витамина С из апельсинового сока, обработанного импульсными электрическими полями, были получены испанскими учеными. Согласно приведенным в публикации результатам, максимальное увеличение уровня витамина С в плазме крови испытуемых происходило через 4 часа после приема дозы сока [7]. Вероятно, использование импульсных электрических полей (*PEF*) способствует образованию временных пор в клеточных мембранах, что облегчает высвобождение витамина С из клеток плодов и повышает его концентрацию в соке. Это снижает окислительное разрушение витамина С, поскольку обработка *PEF* происходит при низких температурах и минимизирует контакт с кислородом. Максимальный уровень витамина С в плазме крови через 4 часа после приема указывает на более быстрое и эффективное усвоение этого витамина из *PEF*-обработанного сока. Таким образом, улучшенная экстракция и сохранение активной формы витамина С способствуют его повышенной биодоступности по сравнению со свежесжатым соком.

Ученые Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства предлагают использовать импульсное электрическое поле для выделения кислых полисахаридов из пектинсодержащих экстрактов [8]. Предложенный метод продемонстрировал значительное улучшение в извлечении целевых компонентов из пектинсодержащих экстрактов. Данный подход открывает новые перспективы для оптимизации процессов переработки растительного сырья и получения высококачественных биополимеров с улучшенными функциональными характеристиками.

Однако воздействие электрического поля может оказать влияние на молекулярную структуру пектинов, что может изменить их функциональные свойства и повлиять на их эффективность в биоремедиации или других приложениях.

Обработка ультразвуком. Данный подход в производстве соков используется как нетермическая технология обработки. Существует ряд исследований, показывающих, что ультразвуковое воздействие улучшает вкус апельсинового сока и эффективно повышает содержание и разнообразие спиртов, эфиров, альдегидов и кетонов в томатном соке, что компенсирует недостатки компонентов вкуса в свободном состоянии [9, 10].

Кроме органолептических характеристик критическое значение для пищевой промышленности имеет выход сока, так как он напрямую влияет на экономическую эффективность производства. Кандидаты технических наук П. Е. Баланов (Университет ИТМО) и И. В. Смотраева (СПбГАУ) в исследовательской статье доказывают положительное влияние применения ультразвука: выход сока увеличился в среднем на 15 % для разных видов сырья [11]. Данные результаты достаточно легко соотносятся с тем, что применение ультразвука способствует кавитации, воздействие которой разрушает клеточные стенки сырья и облегчает высвобождение сока. Ультразвуковые волны также увеличивают проницаемость клеточных мембран и снижают вязкость жидкости, что улучшает экстракцию.

Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленной переработке в значительной степени зависит от эффективного использования различных механизмов,

которые активируются ультразвуковой энергией. К числу этих механизмов относятся теплообразование, перемешивание, диффузионные процессы, нестабильность на границах раздела фаз, трение и химические взаимодействия компонентов пищевой системы [12].

Не стоит забывать также и о безопасности соковой продукции длительных сроков хранения – микроорганизмы, такие как бактерии и дрожжи, могут вызывать снижение пищевой ценности и накопление токсичных веществ. Для обеспечения более качественного и безопасного продукта с лучшими вкусовыми характеристиками некоторые авторы предлагают использовать комбинированные технологии, основанные на синергетических эффектах микроволновой и ультразвуковой обработки [13, 14]. Сотрудники Университета Шехре-Корда (Шехре-Корд, Иран) и Университета Гилана (Рашт, Иран) оценили влияние нового комбинированного метода воздействия на количество *Escherichia coli* в виноградном соке. Результаты исследования показали, что мощность ультразвука и конечная температура виноградного сока являются ключевыми факторами, влияющими на снижение численности *E. Coli*. При этом эффективность ультразвукового воздействия превзошла показатели от микроволнового излучения. Вероятно, ультразвук может эффективно снижать численность патогенных микроорганизмов благодаря процессу образования пузырьков, что разрушает клеточные стенки бактерий.

Обработка пищевых продуктов с использованием высокого давления. Обработка пищевых продуктов с использованием высокого давления представляет собой одну из современных технологий, которая не требует термической обработки. Эта методика, известная как *High Pressure Processing* (HPP), привлекает внимание ученых. Основным преимуществом данного метода является сохранение химического состава и пищевой ценности растительного сырья. Кроме того, он способствует сохранению потребительских свойств продуктов, включая требуемый срок хранения. Этот показатель обеспечивается за счет инактивации патогенных микроорганизмов под воздействием высокого давления [15].

Аппарат для обработки под высоким давлением состоит из нескольких ключевых компонентов (рис. 3).

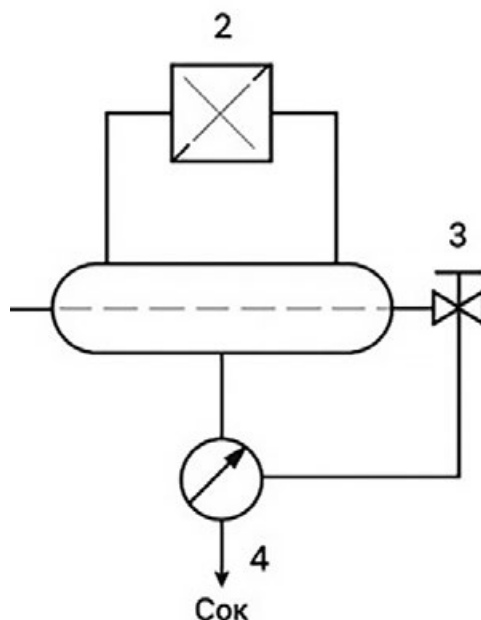


Рис. 3. Принципиальная схема аппарата для обработки сырья под высоким давлением при производстве сока: 1 – насос высокого давления; 2 – сосуд высокого давления; 3 – теплообменник; 4 – выпускной клапан

Fig. 3. Schematic diagram of the apparatus for high-pressure processing of raw materials in juice production: 1 – high-pressure pump; 2 – high-pressure vessel; 3 – heat exchanger; 4 – outlet valve.

В его конструкцию входят сосуд высокого давления и нагнетательная система. В качестве нагнетательной системы могут использоваться насосы гидростатического давления или интенсификаторы высокого давления. Также в аппарате предусмотрены устройства для нагрева или охлаждения, а также для хранения продукта. При обработке в аппарате высокого давления происходят изменения физических свойств воды. Например, объем воды может уменьшаться на 4 % при давлении 100 МПа и на 15 % при давлении 600 МПа [16].

Эффективность технологии подтверждается исследованиями озвученной выше международной команды ученых на примере работы с соком клубники [4]. В качестве целевого возбудителя авторы работы использовали *E. coli* O157:H7. Выбор патогенного микроорганизма, на котором остановились исследователи, возможно, обусловлен известной устойчивостью его к различным методам обработки, включая пастеризацию [17]. Этот фактор позволяет исследовать эффективность различных температур и временных режимов пастеризации на выживаемость. Обработка высоким давлением (HPP) эффективно снижает количество адаптированных к кислоте *E. coli* в соках, а именно это происходит при воздействии более высокого давления (300, 350 и 400 МПа) за минимальное время (60 с). Снижение жизнеспособности патогена также подтверждается другими исследованиями, где аналогичные условия приводили к значительным уменьшениям популяции *E. coli* в различных соках. В более ранних исследованиях Хосахалли С. Рамасвами, сотрудника кафедры пищевых наук и агрохимии Университета Макгилла (Монреаль, Канада), одиночный импульс при 400 МПа так же обеспечил снижение популяции *E. coli* в яблочном соке.

В ходе анализа русскоязычных литературных источников, касающихся обработки соковой продукции высоким давлением, наблюдалось снижение публицистической активности к 2025 г. Вероятно, исследователи могли сосредоточиться на других методах обработки, таких как ферментация или новые подходы к консервированию, которые могут быть более актуальными или эффективными.

Однако существует ряд обзорных статей, базирующихся на рассмотрении вариантов пастеризации в пищевой промышленности [18–21]. Большинство авторов рассматривают методы обработки пищевых продуктов импульсными электрическими полями, ультразвуком и высоким давлением в совокупности. При этом результативность методов по большей части доказывается теоретическими заключениями об изменениях в морфологии клеток патогенных микроорганизмов, приводящих к их разрушению.

Технология ферментативного разжижения. Технология ферментативного разжижения является перспективным способом переработки фруктов и овощей, приводящим к получению различных продуктов – от почти прозрачных соков и соков с мякотью до однородных продуктов, так называемых жидких фруктов. Применение ферментных препаратов является лучшим стимулятором роста продуктивности любого процесса, условием улучшения качества конечного продукта и повышения его выхода из единицы перерабатываемого сырья [22].

В промышленности используются различные ферментные препараты:

- 1) обладающие пектолитическим действием – увеличивают выход соковой продукции и способствуют оптимизации экстрагирования красящих веществ используемого сырья;
- 2) амилалитические ферменты – способствуют расщеплению крахмала до простых сахаров, улучшая тем самым внешний вид сока и повышая его стойкость при хранении (рис. 4) [23].

Комбинация этих ферментов известна как ферменты мацерации.

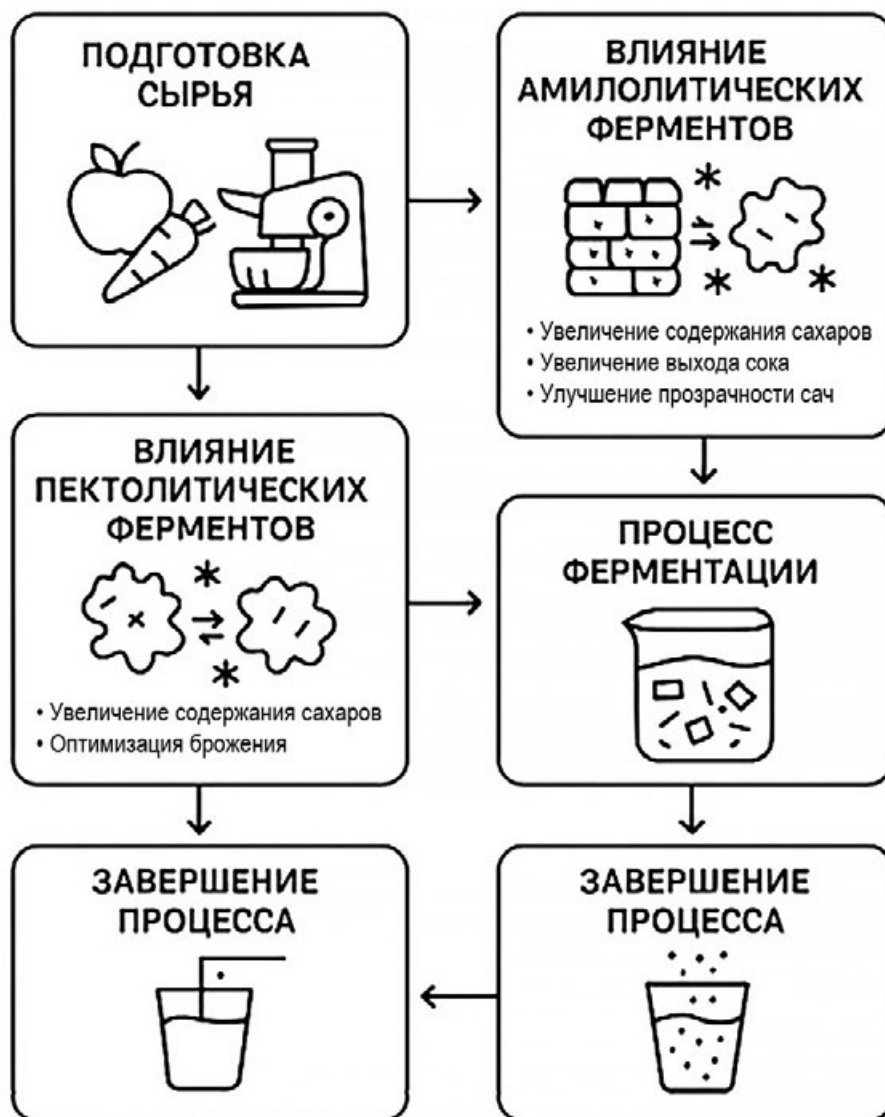


Рис. 4. Схема использования ферментных препаратов в соковой промышленности

Fig. 4. Diagram of the use of enzyme preparations in the juice industry

В настоящее время на кафедре пищевой биотехнологии Оренбургского государственного университета (Оренбург, Россия) разрабатывается технология получения соков из растительного сырья с применением ферментных препаратов. Использование механического измельчения позволяет существенно повысить степень разрушения растительной ткани. Это способствует увеличению доступности клеточного сока для дальнейших процессов. Вместе с тем авторы предлагают использовать нагревание растительного сырья, что приводит к коагуляции и обезвоживанию белков протоплазмы, что, в свою очередь, увеличивает клеточную проницаемость. Применение ферментных препаратов в процессе производства соков может дополнительно улучшить экстракцию полезных веществ, таких как витамины и антиоксиданты, а также способствовать расщеплению сложных углеводов и клетчатки, что может повысить выход сока и улучшить его органолептические свойства.

Применение ферментных препаратов актуально не только для экстракции сока, но и для технологической операции его восстановления. Исследователи Всемирной организации здравоохранения в качестве ферментного препарата использовали пектиназы. Достижение 89,04 % выхода сока – достаточно впечатляющий результат, который свидетельствует о высоком

уровне эффективности применения ферментного препарата пектиназы. Установленные параметры (концентрация пектиназы, температура и время гидролиза) могут быть полезны для дальнейшего масштабирования производства и оптимизации технологических процессов [24].

Анатомическое строение некоторых фруктов из-за структурных компонентов их клеточных стенок и толстой мякоти затрудняет извлечение сока. Эту проблему можно обойти при использовании ферментных препаратов. Результаты исследований ученых Камеруна показали, что, опять же, пектиназа значительно увеличивает выход сока и общее содержание растворимых твердых веществ в плодах. Авторы использовали фермент в концентрации 1,84 % к массе плодов *Dacryodes macrophylla* [25].

Популярность пектиназы в контексте разработки моделей исследований не является случайной. Данный фермент используется для изучения соковой продукции с целью повышения процента выхода сока с высокими ароматическими качествами за счет разложения пектина.

Ферменты целлюлаза и микроорганизмы редко рассматриваются в исследованиях соковой продукции из-за сложности их применения и необходимости строгого контроля условий реакции, что может усложнить экспериментальный процесс. Кроме того, существует лишь ограниченное количество данных об их эффективности в экстракции соков и влиянии на органолептические свойства конечного продукта.

Несмотря на преимущества, использование ферментных препаратов в технологии получения соков имеет свои недостатки и сложности. Во-первых, необходимость точного контроля условий процесса, таких как температура и pH, может усложнить производственный процесс и потребовать дополнительных затрат на оборудование и мониторинг. Во-вторых, применение нагревания может негативно сказаться на термолабильных витаминах и других полезных компонентах, что может снизить общую питательную ценность получаемого сока.

Контроль качества сырья. Данный параметр напрямую влияет на безопасность конечного продукта. На начальном этапе производственного процесса необходимо проводить регулярное тестирование входящего сырья на содержание сахаров, кислот, витаминов, антиоксидантов и т. д. Также в обязательном порядке изучаются показатели качества (pH продукта, содержание макро- и микронутриентов) и безопасности (содержание пестицидов, микробиологические показатели). В настоящее время органолептический контроль качества продуктов питания, полуфабрикатов, сырья и материалов представляет собой ключевой элемент входного, операционного и приёмочного контроля.

Сотрудники Кондитерского комбината «Кубань» в одной из своих научных работ делают акцент на относительно новом термине «прослеживаемость» (*traceability*) [26]. Входной контроль сырья является важной частью, влияющей на качество производимой продукции, и требует более тщательного надзора. Требование прослеживаемости неизменно включается в отраслевые стандарты и другие нормативные документы. Требования данной системы распространяются на всю готовую продукцию и ее компоненты, в том числе ингредиенты, продукцию в процессе производства, возвратные продукты, первичные упаковочные материалы, готовые компоненты, добавочные продукты, полуфабрикаты и промежуточные продукты, отправляемые на другие объекты для дальнейшей переработки. Как указывает автор, данная система прослеживаемости не гарантирует полного исключения риска поступления на предприятие несоответствующего сырья и материалов, но позволяет проследить и идентифицировать источник несоответствия при поступлении претензий относительно качества готовой продукции.

При внедрении на предприятия такая система позволяет повысить ответственность производственного персонала на каждом технологическом этапе производства продукта, а также дисциплинировать поставщиков. Внедрение системы прослеживаемости на предприятия для контроля качества и эффективности производства проводится в строгом соответствии с требованиями, содержащимися в международном стандарте *ISO 22000:2005*.

Иностранные ученые также весьма активно поднимают вопрос о модернизации системы качества пищевых продуктов и введении новых терминов. Ученые Национального университета Чжун Син (Тайчжун, Тайвань, Китайская Республика) в своей статье «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов на основе стандарта *ISO 22000:2018*: методология анализа опасности в сравнении с *ISO 22000:2005*» анализируют и сравнивают различные подходы к управлению безопасностью пищевых продуктов. Основное внимание уделяется улучшению прослеживаемости продукции и транспортировки с целью обеспечения безопасности пищевых продуктов, как на национальном, так и на международном уровнях. Авторы подчеркивают важность обеспечения безопасности пищевых продуктов среди поставщиков, вовлеченных в пищевую индустрию. Применение методологий *ISO 22000:2018* и принципов системы анализа опасностей и критических контрольных точек (*HACCP*), согласно мнению авторов, представляет собой ключевое направление, которое может быть адаптировано для различных сегментов пищевой промышленности.

Авторы также рассматривают возможность внедрения на производственных площадках для регулирования и оценки рисков новых методологических подходов, основанных на принципах *HACCP*, которые могут быть использованы для предотвращения опасностей или минимизации их последствий. Методология *ISO 22000:2018* акцентирует внимание на интеграции двух циклов *PDCA* (планируй – делай – проверяй – действуй), включая систему управления безопасностью пищевых продуктов (*FSMS*) и принципы *HACCP*. В соответствии с описанием, эти два цикла *PDCA* функционируют независимо, однако их взаимная коммуникация может способствовать синергии и повышению эффективности систем безопасности пищевых продуктов и программ её обеспечения. Это также позволяет организациям выявлять возможности для улучшения и немедленного реагирования, что содействует преобразованию рисков, связанных с опасностями [27].

Мнение авторов о применении методологий *ISO 22000:2018* и *HACCP* в пищевой промышленности действительно подчеркивает важность интеграции стандартов для повышения безопасности продуктов. Адаптация этих методологий к различным сегментам отрасли позволяет компаниям гибко реагировать на изменения и повышать свою конкурентоспособность. Интеграция циклов *PDCA* с принципами *HACCP* создает мощный инструмент для проактивного управления рисками, что критически важно в условиях современных вызовов. Взаимодействие между этими системами способствует не только улучшению процессов, но и формированию культуры безопасности на всех уровнях организации. В целом, применение таких подходов может значительно повысить уровень доверия со стороны потребителей и обеспечить устойчивое развитие предприятий в пищевой сфере.

Сотрудники Линкольнского университета, (Линкольн, Великобритания) оценивают применимость воздействия частных стандартов на продукты питания, используя стандарты *BRC (British Retail Consortium)*. В статье «Сертификация по частным продовольственным стандартам: анализ стандарта *BRC* в итальянской агропродовольственной отрасли» авторы указывают на статистику нецелесообразности использования сторонних аудитов для частных организаций, в том числе и крупных розничных торговых точек. Для урегулирования контроля качества входящего сырья большая часть предприятий вводит схему контроля *BRC*, которая является важным инструментом обеспечения определенного уровня безопасности и тщательной проверки поставляемого сырья. Стандарт *BRC* включает в себя требования разработки и соблюдения: обязательств высшего руководства; плана *HACCP*; систем менеджмента качества; обязательных программ безопасного производства. Пищевой стандарт *BRC* широко используется в Великобритании, растет интерес к нему в других странах, включая Италию [28].

Мнение авторов о применимости стандарта *BRC* в агропродовольственной отрасли подчеркивает важность сертификации для обеспечения качества и безопасности продуктов. Действительно, отказ от таких стандартов может негативно сказаться на спросе, поскольку потребители все больше ориентируются на надежность и прозрачность в цепочке поставок. В то же время статистика нецелесообразности сторонних аудитов может указывать на необходимость оптимизации процессов контроля, чтобы сделать их более эффективными и соответствующими современным требованиям рынка.

Технологические аспекты консервации и пастеризации. Для производства соковой продукции первостепенное значение имеет выбор подходящей технологии консервирования, которая позволит сохранить питательные вещества и продлить срок хранения продукта. Для этого используют целый ряд методов, включая, традиционную пастеризацию, холодную пастеризацию, ионизирующее излучение, ультразвуковую технологию и т. д. У каждого метода есть свои преимущества и недостатки, которые нужно учитывать при выборе наиболее подходящего в зависимости от типа продукта. Например, Л. Ч. Бурак в своей статье «Исследование соков с высокой антиоксидантной активностью, консервированных омической пастеризацией» при сравнении трёх образцов сока – свежесжатого сока, сока, консервированного омической пастеризацией, и сока, консервированного традиционной пастеризацией – в ходе исследования выявляет, что метод омической пастеризации значительно лучше сказывается на физико-химических показателях сока, чем обычная традиционная пастеризация [29].

Технология извлечения сока, включающая прессование, центрифугирование и механическую фильтрацию, может существенно повлиять на результат. Улучшение этих процессов может быть достигнуто путем интеграции передовых технологий, таких, например, как активное разделение и мембранные технологии, которые способствуют сохранению питательных веществ и улучшению органолептических характеристик конечного продукта.

В настоящее время пищевая промышленность стремится организовать свое производство с минимальным выходом отходов, а также использовать вторичное сырье для снижения технологических затрат и издержек. Сотрудники Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия в лице Н. В. Дрофичевой и Т. Г. Причко предлагают в своих научных трудах использовать яблочный порошок, произведенный из отходов сокового производства, как компонент функциональных продуктов для готовых напитков [30]. Также используются виноградные выжимки для приготовления напитков на водном экстракте [31].

Пастеризация. Одной из актуальных задач при производстве соковой продукции является необходимость обеспечения микробиологической стабильности при хранении [32]. Основными процессами, нарушающими стабильность соков, являются окисление, микробная порча и изменение органолептических свойств. Операция пастеризации нацелена на уничтожение патогенных микроорганизмов и уменьшение микробиологической обсемененности.

Данный метод консервирования используют для уничтожения вегетативных форм микроорганизмов, включая патогенные бактерии в жидких средах или пищевых продуктах. Пастеризованную продукцию хранят при пониженных температурах (4–6 °C) с целью предотвращения роста выживших сапрофитных бактерий и прорастания спорообразующих бактерий. Для пастеризации используется диапазон температур в пределах от 60 до 100 °C с временными интервалами от 1 с до 30 мин в зависимости от метода и условий пастеризации [33].

Однако, пастеризация изменяет химический состав соков, негативно влияя на pH среды, содержание растворимых сухих вещества, титруемых кислот и цвет [34].

Ультрафиолетовое облучение. Ультрафиолетовое облучение (УФ) применяют для стерилизации продуктов. При этом происходит гибель микробных клеток, которая обуславливается адсорбцией УФ лучей нуклеиновыми кислотами и нуклеопротеидами,

которые денатурируют [35]. При изучении данного метода обработки А. Ю. Колоколова и её коллеги в своей статье «Исследования закономерностей ингибирования нативной микрофлоры сырья (сухофрукты) под воздействием излучения с различной интенсивностью обработки» описывают, как напрямую влияет ультрафиолетовое излучение на микроорганизмы при определенном диапазоне времени и дозе УФ-излучения [36].

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность ультрафиолетового излучения в снижении обсемененности нативной микрофлорой, с наибольшим эффектом – при 10-минутной обработке. Снижение количества колониеобразующих единиц (КОЕ) показывает значительное ингибирование микроорганизмов, что делает УФ-дезинфекцию перспективным методом. Дальнейшее увеличение времени обработки не приводит к значительному улучшению результатов, что указывает на достижение порога эффективности. Эти выводы могут быть полезны для оптимизации дезинфекционных протоколов в различных областях, требующих контроля микробиологического загрязнения в соковой продукции.

Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение является эффективным средством дезинфекции соков, обеспечивающим высокий уровень удаления патогенных микроорганизмов. Л. Н. Рождественская в своей статье «Предпосылки и основания использования ионизирующего излучения для обработки пищевой продукции» описывает, что ионизирующее излучение уже использовали в 1987 г. во Франции на производственной линии по переработке птицы [37, 38]. Также в статье указано, что на данный момент в России достаточно мало информации, позволяющей регламентировать процесс облучения продуктов из определенной пищевой группы. Данный вопрос находится на стадии рассмотрения, и на сегодняшний день в Российской Федерации разработаны, но еще не приняты проекты ГОСТ Р ИСО, аналогичные соответствующим стандартам признанного мирового эксперта в области технической документации и сопутствующей информации *American Society for Testing and Materials (ASTM) International*.

Из результатов проведенного анализа следуют выводы:

1. В ходе литературного анализа выявлены ключевые факторы, оказывающие влияние на качество и безопасность соков, такие как выбор сырья, методы обработки, условия хранения и упаковки. Качество исходного сырья напрямую связано с конечным продуктом, поэтому его тщательный отбор и контроль являются первостепенной задачей. Также необходимо учитывать влияние технологических процессов на микробиологическую безопасность, что подчеркивает важность соблюдения санитарных норм и стандартов на всех этапах производства.

2. Рассмотренные современные технологии, такие как высокая и холодная пастеризация, ионизирующее излучение и другие инновационные методы, продемонстрировали свою эффективность в улучшении качества соков и продлении их срока хранения. Эти технологии позволяют не только сохранять питательные вещества и органолептические свойства продукта, но и минимизировать потери при переработке.

3. На основе проведенного анализа были разработаны рекомендации по оптимизации управления технологическими процессами в производстве соков. Включение систем контроля качества на каждом этапе, применение автоматизации и мониторинга в реальном времени позволит повысить эффективность процессов и снизить вероятность ошибок. Также важно внедрять обучение персонала для обеспечения высоких стандартов качества и безопасности.

4. Теоретический анализ методов интенсификации управления технологическими процессами показал, что комплексный подход к внедрению инновационных технологий может значительно улучшить результаты производства. Это включает в себя не только технические аспекты, но и организационные изменения, направленные на улучшение взаимодействия между различными подразделениями предприятия. Кроме того, важно учитывать экономические аспекты внедрения новых технологий, чтобы обеспечить их рентабельность и долгосрочную эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Aniama S. O.* The use of artificial intelligence in improving the preservation and quality of cashew apple juice drinks for national development // *International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive*. – 2021. – No. 2. – P. 1–8.
2. *Divyansh J.* Artificial Intelligence in Quality Control Systems: A Cross- Industry Analysis of Applications, Benefits, and Implementation Frameworks // *International Journal of Scientific Research in Computer Science*. – 2024. – Vol. 10. – P. 1321–1333.
3. *Atianashie A. M., Obeng-Ofori D.* Artificial Intelligence (AI) in Cocoa Production. – Open University Press USA, 2025. – P. 190–200.
4. *Identification* of equivalent processing conditions for pasteurization of strawberry juice by high pressure, ultrasound, and pulsed electric fields processing / S. Yildiz, P. R. Pokhrel, S. Unluturk, G. V. Barbosa-Canovas // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. – 2019. – No. 57. – P. 102–195.
5. *Хасанов А. Р., Баракова Н. В.* Исследование влияния дозы внесения ферментных препаратов на выход полифенольных веществ и антоцианов в плодово-ягодных и овощных соках // *Вестник ВГУИТ*. – 2021. – № 2. – С. 61–66.
6. *Effect* of pulsed electric fields on inactivation of microbe and quality of freshly-squeezed pear juice / J. Zhao, R. Yang, W. Zhao [et al.] // *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. – 2008. – No. 6. – P. 36.
7. *Impact* of alternative and thermal preservation on microbiological, enzymatical, and chemical properties of blackcurrant juice / E. Ebert, S. Yadav, A. S. Stübler [et al.] // *European Food Research and Technology*. – 2024. – Vol. 250. – P. 2553–2567.
8. *Ильина И. А., Богус А. М., Мачнева И. А.* Электрокоагуляция кислых полисахаридов из пектинсодержащих экстрактов в импульсном вращающемся электрическом поле // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. – 2015. – № 3. – С. 70–77.
9. *Pulsed* electric fields-processed orange juice consumption increases plasma vitamin C and decreases F2-isoprostanes in healthy humans / M. P. Cano, B. De Ancos, L. Plaza [at al.] // *Journal of Nutritional Biochemistry*. – 2004. – No. 11 (15). – P. 601–607.
10. *Power* ultrasound enhanced the flavor quality of tomato juice / J. Guo, L. Wu, Y. Sun [et al.]. – 2024. – No. 7. – P. 1–8.
11. *Баланов П. Е., Смотраева И. В.* Воздействие ультразвука и микроволнового излучения на выход сока из дикорастущих ягод // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 42. – С. 52–56.
12. *Analysis* of the combinative effect of ultrasound and microwave power on *Saccharomyces cerevisiae* in orange juice processing / B. H. Samani, M. H. Khoshtaghaza, Z. Lorigooini [et al.] // *Innov Food Sci Emerg Technol*. – 2015. – Vol. 32. – P. 110–115.
13. *The simultaneous* effect of electromagnetic and ultrasound treatments on *Escherichia coli* count in red grape juice / B. H. Samani, Z. Lorigooini, S. Rostami [et al.] // *Journal of Herbmед Pharmacology*. – 2018. – Vol. 7. – P. 29–36.
14. *Individual* and Combined Effects of Pomegranate Extract and Ultrasonic Treatments on Kiwifruit Juice Quality Parameters / B. Tomadoni, M. Del R. Moreira, J. P. Espinosa, A. G. Ponce // *Journal of Food Process Engineering*. – 2015. – Vol. 40, No. 1. – e12339.
15. *Смотраева И. В., Баланов П. Е., Третьяков Н. А.* Применение ультразвука при переработке растительного сырья // *Известия СПбГАУ*. – 2014. – № 37. – С. 28–32.
16. *Пастушкова Е. В.* Исследование процесса извлечения биологически активных веществ из лекарственно-технического сырья путем воздействия высоким давлением // *Вестник КамчатГТУ*. – 2018. – № 44. – С. 5–14.
17. *Huang L., Juneja V. K.* Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef Supplemented with Sodium Lactate // *Journal of Food Protection*. – 2003. – Vol. 66. – P. 664–667.
18. *Букар Л. Ч.* Существующие способы обработки пищевых продуктов и их влияние на пищевую ценность и химический состав // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. – 2021. – № 3. – С. 59–73.

19. Букар Л. Ч. Современные методы консервирования, применяемые в пищевой промышленности. обзор // The scientific heritage. – 2022. – № 88. – С. 106–124.
20. Сербина Н. В. Исследование технологий сохранения потребительских свойств функциональных напитков в пэт-упаковке без использования консервантов // Universum: технические науки. – 2021. – № 11 (92). – С. 90–95.
21. Руденко Р. А., Насирова А. Ю. Новые тенденции в сохранении продуктов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 6 (132). – С. 1–4.
22. Рухсара М. М., Айна Г. А., Али Х. С. Влияние ферментных препаратов на показатели яблочного сока // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 6 (207). – С. 206–211.
23. Панкина И. А., Белокурова Е. С. Интенсификация технологии получения сока из плодово-ягодного сырья с высоким содержанием пектина // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2017. – № 1. – С. 36–41.
24. Anh T. L., Van L. N. Application of pectinase enzyme preparations for extraction and recovery of passion fruit juice (*Passiflora edulis*) from Cao Bang province // Journal of Science Natural Science. – 2023. – Vol. 68. – P. 53–62.
25. Банникова А. В., Евдокимов И. А. Инновационные технологии функциональных продуктов с применением высокого давления для сохранения нативной структуры белков // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 2 (22). – С. 67–76.
26. Кочетов В. К., Агеева Н. В. Практическое применение принципа прослеживаемости // Вестник ВГУИТ. – 2019. – № 2 (80). – С. 84–91.
27. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005 / C. Hsinjung, L. Shinlun, C. Yijyuan [et al.] // Springer Nature. – 2019. – Vol. 25. – P. 23–37.
28. Spadoni R., Lombardi P., Canavari M. Private food standard certification: analysis of the BRC standard in Italian agri-food // British Food Journa. – 2014. – No. 1. – P. 142–164.
29. Бурак Л. Ч. Существующие способы обработки пищевых продуктов и их влияние на пищевую ценность и химический состав // ТППП АПК. – 2021. – № 3. – С. 59–73.
30. Дрофичева Н. В., Причко Т. Г. Функциональные продукты питания с использованием компонентов вторичного сырья сокового производства // Вестник ВГУИТ. – 2018. – № 3. – С. 134–139.
31. Абдуллина Л. В., Юсупова Г. Р., Галиева Ч. Р. Инструменты и методы управления качеством продукции на основе принципов ХАССП в предприятиях торговли и общественного питания // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. – 2022. – № 2. – С. 7–12.
32. Бурак Л. Ч., Завалей А. П. Исследование соков с высокой антиоксидантной активностью, консервированных омической пастеризацией // ТППП АПК. – 2021. – № 4. – С. 38–47.
33. Подбор и обоснование элементов технологии производства функциональных напитков из виноградной выжимки / Г. В. Ермолина, Д. В. Ермолин, А. А. Завалий [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – № 12. – С. 64–71.
34. Сединина Н. В., Донченко Л. В. О влиянии температуры, pH и времени их воздействия на дрожжи – показатели порчи пектиновых концентратов, соков и напитков // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 87. – С. 1–11.
35. Макарова Н. В., Валиулина Д. Ф. Влияние термообработки на химический состав и антиоксидантные свойства яблочных соков прямого отжима // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2 (29). – С. 1–4.
36. Колоколова А. Ю., Илюхина Н. В., Масленникова М. А. Исследования закономерностей ингибирования нативной микрофлоры сырья (сухофрукты) под воздействием ультрафиолетового излучения с различной интенсивностью обработки // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82, № 4. – С. 122–125.
37. Экспериментальная оценка влияния комплексной обработки высоким давлением и ультразвуком на микробиологические показатели жидкого яичного меланжа / С. А. Соколов, И. Г. Дейнека, А. А. Декань, А. А. Яшонков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 3. – С. 59–67.
38. Рождественская Л. Н., Коробейников М. В., Брызгин А. А. Предпосылки и основания использования ионизирующего излучения для обработки пищевой продукции // Пищевая промышленность. – 2016. – № 11. – С. 115–118.

REFERENCES

1. Aniaya S. O. The use of artificial intelligence in improving the preservation and quality of cashew apple juice drinks for national development, *International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive*, 2021, No. 2, pp. 1–8.
2. Divyansh J. Artificial Intelligence in Quality Control Systems: A Cross- Industry Analysis of Applications, Benefits, and Implementation Frameworks, *International Journal of Scientific Research in Computer Science*, 2024, Vol. 10, pp. 1321–1333.
3. Atianashie A. M., Obeng-Ofori D. Artificial Intelligence (AI) in Cocoa Production, Open University Press USA, 2025, pp. 190–200.
4. Yildiz S., Pokhrel P. R., Unluturk S., Barbosa-Canovas G. V. Identification of equivalent processing conditions for pasteurization of strawberry juice by high pressure, ultrasound, and pulsed electric fields processing, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2019, No. 57, pp. 102–195.
5. Hasanov A. R., Barakova N. V., *Vestnik VGUIT*, 2021, No. 2, pp. 61–66. (In Russ.)
6. Zhao J., Yang R., Zhao W. et al. Effect of pulsed electric fields on inactivation of microbe and quality of freshly-squeezed pear juice, *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, No. 6, P. 36.
7. Ebert E., Yadav S., Stubler A. S. et al. Impact of alternative and thermal preservation on microbiological, enzymatical, and chemical properties of blackcurrant juice, *European Food Research and Technology*, 2024, Vol. 250, pp. 2553–2567.
8. Ilina I. A., Bogus A. M., Machneva I. A., *Tehnologii pishevoj i pererabatyvayushej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2015, No. 3, pp. 70–77. (In Russ.)
9. Cano M. P., De Ancos B., Plaza L. et al. Pulsed electric fields-processed orange juice consumption increases plasma vitamin C and decreases F2-isoprostanes in healthy humans, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2004, No. 11 (15), pp. 601–607.
10. Power ultrasound enhanced the flavor quality of tomato juice, J. Guo, L. Wu, Y. Sun [et al.], 2024, No. 7, pp. 1–8.
11. Balanov P. E., Smotraeva I. V., *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 42, pp. 52–56. (In Russ.)
12. Samani B. H., Khoshtaghaza M. H., Lorigooini Z. et al. Analysis of the combinative effect of ultrasound and microwave power on *Saccharomyces cerevisiae* in orange juice processing, *Innov Food Sci Emerg Technol*, 2015, Vol. 32, pp. 110–115.
13. Samani B. H., Lorigooini Z., Rostami S. et al. The simultaneous effect of electromagnetic and ultrasound treatments on *Escherichia coli* count in red grape juice, *Journal of Herbmmed Pharmacology*, 2018, Vol. 7, pp. 29–36.
14. Tomadoni B., Moreira M. Del R., Espinosa J. P., Ponce A. G. Individual and Combined Effects of Pomegranate Extract and Ultrasonic Treatments on Kiwifruit Juice Quality Parameters, *Journal of Food Process Engineering*, 2015, Vol. 40, No. 1, e12339.
15. Smotraeva I. V., Balanov P. E., Tretyakov N. A., *Izvestiya SPbGAU*, 2014, No. 37, pp. 28–32. (In Russ.)
16. Pastushkova E. V. *Vestnik KamchatGTU*, 2018, No. 44, pp. 5–14. (In Russ.)
17. Huang L., Juneja V. K. Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef Supplemented with Sodium Lactate, *Journal of Food Protection*, 2003, Vol. 66, pp. 664–667.
18. Bukar L. Ch. *Tehnologii pishevoj i pererabatyvayushej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2021, No. 3, pp. 59–73. (In Russ.)
19. Bukar L. Ch. *The scientific heritage*, 2022, No. 88, pp. 106–124. (In Russ.)
20. Serbina N. V. *Universum: tehnicheckie nauki*, 2021, No. 11 (92), pp. 90–95. (In Russ.)
21. Rudenko R. A., Nasirova A. Yu., *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2023, No. 6 (132), pp. 1–4. (In Russ.)
22. Ruhsara M. M., Ajna G. A., Ali H. S. Vliyanie fermentnykh preparatov na pokazateli yablochnogo soka // *Vestnik KrasGAU*. – 2024. – № 6 (207). – S. 206–211.
23. Pankina I. A., Belokurova E. S. Intensifikatsiya tehnologii polucheniya soka iz plodovo-yagodnogo syrya s vysokim soderzhaniem pektina // *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO*. – 2017. – № 1. – S. 36–41. (In Russ.)

24. Anh T. L., Van L. N. Application of pectinase enzyme preparations for extraction and recovery of passion fruit juice (*Passiflora edulis*) from Cao Bang province, *Journal of Science Natural Science*, 2023, Vol. 68, pp. 53–62.
25. Bannikova A. V., Evdokimov I. A., *Molochnohozyajstvennyj vestnik*, 2016, No. 2 (22), pp. 67–76. (In Russ.)
26. Kochetov V. K., Ageeva N. V., *Vestnik VGUIT*, 2019, No. 2 (80), pp. 84–91. (In Russ.)
27. Hsinjung S., Shinlun L., Yijyuan C. et al. Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005, *Springer Nature*, 2019, Vol. 25, pp. 23–37.
28. Spadoni R., Lombardi P., Canavari M. Private food standard certification: analysis of the BRC standard in Italian agri-food, *British Food Journal*, 2014, No. 1, pp. 142–164.
29. Burak L. Ch. *TPPP APK*, 2021, No. 3, pp. 59–73. (In Russ.)
30. Droficheva N. V., Prichko T. G., *Vestnik VGUIT*, 2018, No. 3, pp. 134–139. (In Russ.)
31. Abdullina L. V., Yusupova G. R., Galieva Ch. R. *Uchenye zapiski KGAVM im. N. E. Baumana*, 2022, No. 2, pp. 7–12. (In Russ.)
32. Burak L. Ch., Zavalej A. P. *TPPP APK*, 2021, No. 4, pp. 38–47. (In Russ.)
33. Ermolina G. V., Ermolin D. V., Zavalij A. A. i dr., *Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy*, 2017, No. 12, pp. 64–71. (In Russ.)
34. Sedinina N. V., Donchenko L. V., *Nauchnyj zhurnal KubGAU*, 2013, No. 87, pp. 1–11. (In Russ.)
35. Makarova N. V., Valiulina D. F. *Tekhnika i tekhnologiya pishhevyykh proizvodstv*, 2013, No. 2 (29), pp. 1–4. (In Russ.)
36. Kolokolova A. Yu., Ilyuhina N. V., Maslennikova M. A., *Vestnik VGUIT*, 2020, Vol. 82, No. 4, pp. 122–125. (In Russ.)
37. Sokolov S. A., Dejneki I. G. a., Dekan A. A., Yashonkov A. A., *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya*, 2023, No. 3, pp. 59–67. (In Russ.)
38. Rozhdestvenskaya L. N., Korobejnikov M. V., Bryazgin A. A., *Pishevaya promyshlennost*, 2016, No. 11, pp. 115–118. (In Russ.)