

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский национальный исследовательский технический университет»

На правах рукописи

Немчинова Алёна Игоревна

**Научное обоснование технологии переработки плодов мелкоплодных
яблонь Иркутской области**

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

Научный руководитель:
к.с.-х.н., доцент
Гусакова Г.С.

Иркутск 2022

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	11
1.1 Оценка объёма рынка яблочного сока.....	11
1.1.1 Прогноз объёмов потребления витаминизированных и лечебных напитков на основе яблочного сока.....	12
1.1.2 Характеристика торгового ассортимента яблочного сока, обогащённого пектином	13
1.2 Перспективы развития садоводства в Прибайкалье	14
1.3 Технологии переработки плодово-ягодного сырья.....	20
1.4 Свойства пектиновых веществ	27
1.5 Основные характеристики пектинсодержащего сырья	29
1.5.1 Факторы, влияющие на содержание пектиновых веществ в яблоках	32
1.5.2 Характеристики пектиновых веществ в яблочном жоме.....	33
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
2.1 Организация эксперимента	35
2.2 Объекты и методы исследования	36
2.2.1 Сырьё и материалы для исследования.....	36
2.2.2 Методы исследования	37
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	41
3.1 Характеристика плодов мелкоплодных яблонь Иркутской области.....	41
3.1.1 Органолептическое описание плодов яблони изучаемых сортов.....	41
3.1.2 Физико-химические показатели плодов	43
3.1.3 Минеральный состав плодов	44
3.1.4 Содержание и состав пектиновых веществ в изучаемых сортах	45
3.1.5 Исследования наличия микроорганизмов на поверхности плодов	47
3.2 Изучение влияния технологических параметров на выход и качественные показатели сока	50
3.2.1 Влияние условий хранения на выход сока	50
3.2.2 Влияние ферментативного гидролиза на выход сока	51
3.2.3 Обработка полученных данных.....	53
3.2.4 Исследование состава сока	60
3.3 Разработка технологии получения яблочного сока.....	67
3.4 Исследование процессов извлечения пектиновых веществ из яблочных выжимок. 69	

3.5 Разработка технологии получения пектинового концентрата	72
3.5.1 Способ удаления сахаров из пектинового экстракта	72
3.5.2 Аппаратурно-технологическая схема производства пектинового концентрата	75
3.6 Изучение потребительских предпочтений жителей г. Иркутска.....	78
3.7 Разработка рецептуры напитка «Пектин Прибайкалья».....	81
ГЛАВА 4 РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ	97
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НАПИТКОВ	97
4.1 Расчёт стоимости строительно-монтажных работ	97
4.2 Расчёт стоимости оборудования	97
4.3 Расчёт стоимости инвентаря.....	99
4.4 Расчёт прочих затрат	99
4.5 Общий расчёт производственной мощности предприятия	100
4.6 Расчёт производства в стоимостном выражении	100
4.7 План по труду и расчёту заработной платы	101
4.8 План расчёта материально-технического обеспечения предприятия	102
4.8.1 Стоимость основного и дополнительного сырья	102
4.8.2 План обеспечения топливно-энергетическими ресурсами предприятия.....	104
4.8.3 Расчёт себестоимости продукции	104
4.9 Расчёт основных технико-экономических показателей проектируемого предприятия	105
4.10 Оценка рисков проекта.....	106
4.10.1 Коммерческие риски.....	106
4.10.2 Организационные риски	107
4.10.3 Технологические риски	108
ВЫВОДЫ.....	110
ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ СОКРАЩЕНИЯ	112
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	113
ПРИЛОЖЕНИЯ	136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. По данным исследований иркутских экологов в области существует целый ряд проблем: неблагоприятное состояние атмосферного воздуха, (в первую очередь в городах Ангарске, Братске, Иркутске, Шелехове); загрязнение рек и источников питьевого водоснабжения сточными водами; критическое положение в сфере обращения с отходами производства и потребления [57, 147]. Экологические проблемы, суровые климатические условия, постоянно возрастающая стрессовая нагрузка на организм оказывают негативное влияние на здоровье населения области. Многочисленные медицинские исследования показывают, что между рационом питания, здоровьем и болезнью человека существует тесная взаимосвязь. Следовательно, важной социальной задачей современной пищевой промышленности является разработка продуктов питания повседневного спроса с повышенной физиологической ценностью. Корректируя состав продуктов в процессе производства и обогащая их биологически активными добавками можно добиться значительного повышения защитных реакций организма человека.

Зарубежный рынок функциональных пищевых продуктов ряда стран (Япония, Англия, США, Франция и др.) ежегодно увеличивается на 15-20 % [22, 60]. В России эти темпы значительно ниже. Для ускорения темпов внедрения в производство новых изделий технологом, разрабатывающим и выпускающим данные продукты, нужны научно обоснованные рекомендации с учётом имеющегося мирового опыта, разработанных медико-биологических требований к сырью, составу и сочетаемости компонентов.

Большая часть Иркутской области покрыта лесами, богатыми лекарственными травянистыми и плодово-ягодными растениями, имеющими высокую хозяйственную ценность. Активно развивается приусадебное садоводство, начаты работы по закладке промышленных садов. В этой ситуации необходимо увеличивать потребление свежего плодово-ягодного сырья и продуктов питания на основе их переработки, исключая применение консервантов и технологических приемов,

приводящих к потере биологически активных веществ. Удовлетворить возрастающий спрос можно за счёт районированных высокоурожайных плодово-ягодных культур. Наиболее перспективной садовой культурой в Иркутской области является яблоня. Выращенная в суровых климатических условиях она может накапливать в своих плодах гораздо больше функциональных компонентов, чем аналоги, выращенные в западных регионах нашей страны.

Несмотря на то, что в первую очередь плоды яблок предназначены для потребления в свежем виде, необходимо учитывать, что при хороших урожаях это прекрасная сырьевая база для многих видов переработки. Кроме того, в ветреную погоду значительная часть урожая осыпается, получает ушибы, не может длительно храниться и должна направляться на переработку.

Ценность яблочного сока хорошо известна. Она заключается в гармоничном сочетании компонентов, которые усиливают и дополняют действие друг друга. Яблочный сок, как диетический продукт используется в народной и официальной медицине при лечении целого ряда заболеваний: простуда, нарушение обмена веществ, пониженный тонус, гипертония и многие др. [117, 119, 136, 163].

Плоды являются промышленным источником яблочного пектина. В пищевых целях употребляется в виде гелей, киселей и муссов. В медицинской и фармацевтической промышленности используется в профилактических целях при работе с отравляющими веществами, так как является мощным природным детоксикантом [169, 216].

Для получения продуктов функциональной направленности, по-видимому, пригодно большинство сортов, хотя специальных исследований в этом направлении выполнено недостаточно [170].

Степень разработанности темы. Впервые в научной литературе термин функциональные продукты появился в Японии в 1989 г. Данное направление возникло на стыке медицинской и пищевой биотехнологии. В СССР биопрепараты на основе живых бифидобактерий для лечения кишечных заболеваний были разработаны еще в 1972 г. В то время как в европейских странах концепция функцио-

нальных продуктов получила развитие только в 90-е годы. Большой вклад в разработку теоретических основ, производство, реализацию и потребление функциональных продуктов внесли отечественные и зарубежные ученые, работающие в области прикладной биотехнологии, биохимии и медицины: В.И. Ганина, А.Ф. Доронин, М.Н. Волгарев, В.М. Позняковский, Е.И. Титов, Л. Данс, Шронеман Верена и др.

В Красноярском крае Н.Н. Типсиной и Н.В. Цугленок (2009 г.) проводились работы по изучению мелкоплодных сортов яблонь Сибири и их использованию в продуктах питания. Но учитывая, что адаптивная селекция активно развивается, появляются новые районированные сорта, продолжение работ в этом направлении не теряет своей актуальности.

Объект исследования. Плоды мелкоплодных яблонь Иркутской области и продукты функциональной направленности.

Предмет исследования. Взаимосвязь между технологическими параметрами переработки плодов мелкоплодных яблонь и качеством полученных продуктов на их основе.

Цель исследования: научное обоснование и разработка технологии переработки плодов мелкоплодных яблонь Иркутской области с получением продуктов повышенной физиологической ценности.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие **задачи:**

- исследование органолептических показателей и физико-химического состава плодов мелкоплодных яблонь Иркутской области;
- определение технологических режимов получения сока прямого отжима;
- изучение физико-химических свойств сока;
- разработка технологии получения пектинового концентрата;
- разработка рецептуры и технологии приготовления напитка «Пектин Прибайкалья»;
- экономическая оценка разработанной технологии переработки плодов и производства новых продуктов.

Научная новизна. Впервые исследован химический состав 7 сортов мелкоплодных яблок Иркутской области. Установлено, что отличительной особенностью плодов является высокая кислотность (до 10,8 г/дм³), среднее значение сахаристости (не выше 12,5 г/100 см³) и повышенное содержание низкоэтерифицированных пектиновых веществ (до 1,4 %). Относительно высокое содержание в соке плодов витамина С (более 17 мг/100 см³) и фенольных соединений (до 1,7 г/дм³) предопределяет целесообразность их переработки в продукты лечебно-профилактического назначения [п.2 паспорта].

Разработаны технологические режимы получения пектинового концентрата из плодов мелкоплодных яблок. Впервые для очистки пектинового экстракта от сахаров предложена ферментация с помощью лиофилизированных дрожжей штамма Lalvin 71B-1122 при 20-25 °С в течение 24 ч [п.3 паспорта].

Построена математическая модель изменения выхода сока в зависимости от условий ферментативной обработки плодов мелкоплодных яблонь [п.4 паспорта].

Разработана, обоснована и экспериментально подтверждена технология производства напитка «Пектин Прибайкалья», обогащённого биологически активными веществами – пектином и дигидрокверцетином [п.6 паспорта]. Физиологическая ценность напитка обусловлена присутствием в соке флавоноидов (в том числе кверцетина и его гликозидов рутина и др.) и фенолокислот, а также введением источника растворимых пищевых волокон – пектинового концентрата до содержания пектиновых веществ в готовом напитке не менее 8,0 г/100 мл) и антиоксиданта (дигидрокверцетина) не менее 10 мг/100 мл.

Теоретическая и практическая значимость. Разработана технология переработки мелкоплодных яблок Иркутской области. Подготовлена и зарегистрирована нормативно-технологическая документация на производство напитка «Пектин Прибайкалья». Разработанные технологические режимы переработки мелкоплодных яблок и рецептура напитка «Пектин Прибайкалья» прошли производственные испытания на ООО «Энолог». Определены технико-экономические показатели проектируемого предприятия. Результаты диссертационного исследо-

вания используются в учебном процессе по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» на кафедре химии и пищевой технологии имени проф. В.В. Тутуриной ИРНИТУ.

Методология и методы исследования. Планирование и проведение исследований основано на анализе информационного материала, изложенного в научных статьях, монографиях и трудах конференций. Методология базируется на использовании производственных, лабораторных и статистических методов исследований. В процессе работы использовались общие методы научного познания: анализ, сравнение, обобщение; применялись общепринятые, биохимические, морфологические, физиологические, статистические и экономические методы с использованием современного оборудования.

Положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование использования местных плодов мелкоплодных яблонь для производства продуктов профилактической направленности;
- результаты исследования химического состава продуктов переработки плодов;
- технологические режимы получения сока прямого отжима и пектинового концентрата с использованием биохимических приёмов;
- разработка рецептуры и технологии приготовления напитка «Пектин Прибайкалья».

Степень достоверности и апробация результатов экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с привлечением современных программных средств Microsoft Office и Microsoft Excel. Экспериментальные исследования проводились в 2–3 кратной повторности для каждого варианта опыта и контроля с доверительной вероятностью 0,90.

Материалы диссертации обсуждались на конференциях различного уровня:
– Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг». г. Иркутск (2015, 2017–2020 г);

– на XII Международной научно-практической конференции «Научный диалог: Молодой учёный». 22.12.2017, Санкт-Петербург.

Результаты исследований внедрены в производство напитка «Пектин Прибайкалья» на ООО «Энолог». Также используются в учебном процессе по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» на кафедре химии и пищевой технологии имени проф. В.В. Тутуриной ИРНИТУ.

Личное участие автора. Личный вклад соискателя заключается в постановке и проведении экспериментов, в статистической обработке, интерпретации и публикации полученных результатов.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации. Диссертация является результатом исследований автора, проведенных в 2015–2021 гг. Автором лично разработан весь комплекс исследований. Проведен сбор первичной информации по оценке объема рынка яблочного сока и перспективам развития садоводства в Прибайкалье. Также проведен обзор технологии переработки плодово-ягодного сырья, свойств пектиновых веществ и основных характеристик пектинсодержащего сырья. Проведены исследования плодов 7 сортов мелкоплодных яблонь и продуктов их переработки. При непосредственном участии автора осуществлялись все экспериментальные работы. Автором проведена камеральная обработка данных, их математическая обработка и интерпретация. Проведен анализ и обобщение полученных результатов. Подготовлен текст диссертации, сформулированы выводы и защищаемые положения. Опубликованы статьи в журналах и сборниках трудов.

В диссертации Немчинова А.И. указывает, что в соавторстве с Гусаковой Г.С. проведены исследования био– и физико-химического состава мелкоплодных яблок Иркутской области для производства соков, пектинового экстракта и функциональных напитков, в соавторстве с Супрун Н.П. выполнены исследования биохимического состава плодов яблони Прибайкалья и оценка их качества для производства напитков.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и списка литературы. Содержание работы изложено на 143 страницах печатного текста, включает 28 рисунков, 61 таблицу, 5 приложений и 216 литературных источников отечественных и зарубежных авторов.

Публикации результатов исследований. Основное содержание диссертационной работы полностью отражено в 10 научных работах автора, в том числе 2 в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых изданий, рекомендованных для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций, в том числе 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Обзор литературных источников показывает, что сегодня в большинстве стран мира наибольшей популярностью пользуются свежевыжатые фруктово-овощные и ягодные соки. Этот спектр пищевой промышленности развивается более эффективно, но сильно зависит от экономической ситуации [129]. Спад экономики приводит к снижению потребления соковой продукции. По итогам 2018 года, среднедушевое потребление фруктовых, овощных и ягодных соков в России на душу населения составило порядка 23,7 литра, что практически в два раза меньше, чем в странах Европы. Таким образом, российский соковый рынок далёк от насыщения.

1.1 Оценка объёма рынка яблочного сока

В условиях продовольственного эмбарго возрождение отечественного садоводства и производство собственной продукции – ключевое направление развития агропромышленного комплекса России. Вопрос импортозамещения остро встал перед российскими садоводами после введённых ответных санкций Россией в августе 2014 года и последовавшим за этим запретом на ввоз большинства продуктов сельского хозяйства [159].

Согласно данным аналитического агентства Canadean, в 2018 году сегмент 100-процентных соков в РФ составил порядка 23% от общего объема соковой продукции, нектары заняли долю в 53 %, остальная соковая продукция представлена сокосодержащими напитками и морсами [57, 124, 125, 127]. Их ассортимент постоянно увеличивается за счёт разнообразия вкусов вывода новых видов купажированных напитков. На российском рынке их ассортимент сегодня превышает 2500 наименований [149, 161].

Изменилось потребление и отношение россиян к сокам. На данный момент основную роль при выборе продукции играет прагматический подход к покупкам и стремление к здоровому образу жизни. В Европе потребителю уже недостаточно просто стопроцентных соков – он ищет продукты с усиленной «профилактической» функцией [60, 108, 109, 119].

Многие компании ведут сотрудничество с научными центрами по созданию инновационных изделий [12, 17, 24]. Новые вкусы создают за счёт смешивания ягодных и овощных вкусов, добавление злаковых и ореховых наполнителей [23, 33]. Популярными становятся соковые напитки на молочной основе [14]. Российскому потребителю хорошо известен «Мажитель» компании Wimm-Bill-Dann. Многие компании идут по пути введения провитаминов А, С и Е. По прогнозу аналитиков рынок спортивных и энергетических напитков будет развиваться наиболее активно [22].

1.1.1 Прогноз объёмов потребления витаминизированных и лечебных напитков на основе яблочного сока

На потребление соковой продукции большое влияние оказывает экономическая ситуация в стране. Снижение доходов населения, рост цен сказывается на объёмах потребления. По оценкам Canadean, такое снижение может составить от 6 % до 8 % в год. Однако, некоторые аналитики ожидают восстановление рынка [22, 129, 140, 165] (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Прогноз потребления в России яблочного сока, обогащённых и лечебных напитков на его основе

Показатель	По годам		
	2021	2022	2023
Потребление яблочного сока, млн. дм ³	392,1	411,7	432,2
Потребление обогащённых и лечебных напитков из яблочного сока, млн. дм ³	13,5	14,9	16,4
Потребление яблочного сока, дм ³ на душу населения	2,68	2,81	2,96
Потребление обогащённых и лечебных напитков из яблочного сока, дм ³ на душу населения	0,09	0,10	0,11

Из приведённых данных следует, что при улучшении экономической ситуации в России к 2023 году ожидается восстановления объёмов потребления яблочных соков на уровне 2015 года.

Предполагается, что новые сегменты рынка яблочного сока (обогащённые соки и лечебные напитки) будут расти более быстрыми темпами. В среднем рост

составит около 10 % в год и к 2023 году достигнет объемов – 16,4 млн. дм³ или 0,11 дм³ на душу населения в год.

Хотя в целом в категории соков больших изменений в течение прогнозируемого периода не ожидается, объём розничных продаж свежееотжатых соков, согласно прогнозам, увеличится на 9 % до 2023 года. Потребители будут выбирать невосстановленные (приготовленные из концентратов) соковые напитки, а действительно натуральные соки, даже соглашаясь с их высокой ценой [167].

Также более перспективным станет производство продукции по месту продажи на основе региональных ресурсов. Восстановленные соки из импортируемого сырья вряд ли будут иметь перспективы для увеличения продаж на рынке [59, 129, 140, 167].

1.1.2 Характеристика торгового ассортимента яблочного сока, обогащённого пектином

В качестве конкурентов яблочного сока, обогащённого пектином можно выделить следующие продукты (табл.1.2).

Таблица 1.2 – Характеристика торгового ассортимента яблочного сока, обогащённого пектином

Продукт	Производитель	Торговая марка	Упаковка	Объем, мл/гр	Заявляемые полезные свойства
Нектар «Яблочный», обогащённый пектином, с мякотью и сахаром, пастеризованный, гомогенизированный	САВА, Томск	Мир здоровья - Лечебно-профилактическое питание	Дой-пак, гибкая вакуумная пластиковая упаковка	200 мл	Яблоки содержат углеводы, пищевые волокна, свободные органические кислоты, калий, натрий, кальций, магний, фосфор, железо, йод и ряд других элементов, а также провитамин А, витамины В1, В2.
Сок «Спелёнок» яблоко-груша, обогащённый пектином с мякотью	Национальная продовольственная группа «Сады Придонья», Волгоградская область	Спелёнок	Упаковка Тетра Пак	200 мл	Помогает в профилактике и лечении дисбактериоза у детей, выводит токсины и вредные вещества после перенесенных инфекций, стимулирует перистальтику кишечника (помогает при запорах) и снижает побочное негативное действие.

Как видно из таблицы 1.2, яблочный сок, обогащённый пектином в России, предлагают только два производителя – Национальная продовольственная группа «Сады Придонья» и САВА. В то же время, сок «Спелёнок» позиционируется как детское питание. Оба производителя подчеркивают лечебно-профилактическую направленность продукта.

Обогащение пектином придает соку полезные лечебно-профилактические свойства. Его рекомендуется употреблять для утоления жажды, в пищу, в оздоровительных и лечебных целях [4, 5, 21, 33]. Содержащийся в нём пектин выводит токсины и вредные вещества после перенесённых инфекций, стимулирует перистальтику кишечника и снижает побочное негативное действие антибиотиков.

Проведённый анализ имеющихся на рынке конкурентных продуктов позволяет сделать вывод о том, что организация производства комплексной переработки мелкоплодных яблок, произрастающих в Прибайкалье и выпуск соков, обогащённых пектином, позволит удовлетворить потребность населения Иркутской и близлежащих областей в продуктах из местного натурального экологически чистого сырья.

1.2 Перспективы развития садоводства в Прибайкалье

Одним из показателей устойчивого экономического развития является благосостояние населения и, в первую очередь, обеспечение качественными продуктами питания. В профилактике различных заболеваний ключевую роль играют плодово-ягодные и овощные культуры, которые благодаря своему химическому составу обладают повышенной физиологической ценностью. Традиционно их используют как в свежем виде, так и в качестве сырья для различных отраслей пищевой промышленности. Современные методы переработки, использование низких температур при хранении позволяют сохранять пищевую ценность и продлевают период потребления. Следовательно, садоводство является важной отраслью сельского хозяйства.

Одной из основных проблем садоводства Прибайкалья является воздействие неблагоприятных природно-климатических условий на большей части территории. Но благодаря неоднородности рельефа можно выбрать зоны, удовлетворяющие и даже благоприятные для создания промышленных садов. При этом важно правильно подобрать садовые культуры. Необходимо учитывать, что ключевую роль играют рациональное использование и преумножение генофонда культурных растений. Источником его пополнения являются дикорастущие растения. Во флоре Сибири их насчитывается более 300 видов [128]. Глобальный экологический кризис ведёт к потере биологического разнообразия видов и сортов. Научный подход к изучению генофонда растений, в том числе плодовых и ягодных культур, способствует сохранению и освоению природных ресурсов [139].

Сегодня в стране на долю населения приходится 77 % валового сбора плодов и ягод [130, 189]. Иркутская область, несмотря на сложные климатические условия, не является исключением. На любительские хозяйства приходится более 1320 садоводств на общей площади 2889 гектара. Гораздо менее развита такая отрасль сельского хозяйства, как промышленное садоводство, на долю которого приходится 170 гектара, в том числе на ягодники – 148 гектаров, а на плодовые только 22 гектара. Наиболее крупные промышленные сады в регионе находятся на территории: в Иркутском НИИСХ (п. Новая Лисиха, Иркутский район), ООО «Благодатное» (Боханский район) и СХ ОАО «Белореченское» (с. Лохово, Черемховский район), ООО «Сибирский сад» (с. Малиновка). Количество плодов и ягод, которое они поставляют, лишь на 10 – 15 % покрывает потребности населения [128, 132].

В Прибайкалье, как и в целом по России, яблоня является одной из основных плодовых культур. В регионе ведётся большая селекционная работа, расширяющая сортовой состав. Ещё 30 лет назад в Иркутске мелкоплодные яблони выращивали немногие хозяйства, главная причина отсутствие посадочного материала. Решению этой проблемы способствовало приобретение саженцев в других регионах и создание сети опытных станций. В посёлке Малиновка Черемховского района был орга-

низован совхоз, ориентированный на выращивание сортового посадочного материала, который на протяжении нескольких десятилетий стал основным поставщиком плодово-ягодных культур для садоводов Иркутской области [143, 177].

Большая работа по изучению сортов проводится и на базе отдела садоводства НИИСХ (п. Нижняя Лисиха). Он положил начало для активной работы первого клуба садоводов (г. Иркутск), созданного в 70-е годы П.Е. Луненком. В дальнейшем ему было присвоено имя А.К. Томсона. Именно садоводы-опытники клуба им. А.К. Томсона активно способствуют распространению новых современных сортов, демонстрируя на выставках выращенные плоды, информируя о результатах в печати и распространяя посадочный материал на ярмарках. В садах произошли качественные изменения, сорта с пресноватой и терпкой мякотью заменены качественными сладкоплодными сортами из г. Красноярска, Челябинска, Свердловска [177, 187, 205].

В 2001 г. на базе фермерского хозяйства В.В. Шичалина был создан научно-производственный питомник, также сыгравший немаловажную роль в обновлении сортов. На данной базе проходили испытания несколько сортов яблони.

Важнейшую роль в продвижении культурной яблони в северные районы земледелия сыграло использование в селекции сибирской ягодной яблони. Её использовали в селекции для выведения устойчивых к заморозкам мелкоплодных сортов таких как ранетки, и китайки, наиболее востребованные в северных регионах России, а также Канады, США и. др. Отличительными особенностями этого вида являются высокая морозоустойчивость (до минус 56 °С), продолжительное цветение (14 дней), короткий вегетационный период (Пономаренко, 1992; Витковский, 2003; Барсукова, 2012).

В Иркутской области, как и в Сибири в целом чаще всего выращивают сорта ранеток и полукультурок. Ранетки результат скрещивания в первом поколении яблони домашней и сибирской ягодной яблони. А к полукультуркам относят сорта, выведенные путём скрещивания ранеток между собой или с крупноплодными сортами во втором-четвёртом поколении. Они похожи на среднерусские китайки. Масса плодов достигает 25–70 грамм и более (Помология, 2005).

Всего в Сибири создано 213 сортов яблонь, в том числе народной селекции – 39, в НИИСС – 63, на Красноярской опытной станции – 45, Минусинской – 15, Бурятской – 12, Новосибирской – 5, ЦСБС СО РАН – 22, СБС ТГУ – 10, в Омской ГАУ – 2 сорта (Помология, 2005; Гос. реестр, 2015).

Количество районированных в Иркутской области сортов сравнительно невелико по данным Крутикова (2007) это сорта штамбовой формы Красноярской опытной станции плодоводства такие как Лалетино (1947) Алёнушка (1984), Добрыня (1965), Красноярское сладкое (1988), Живинка (1993), Фонарик (1974), Лада (1989); Минусинской опытной станции садоводства и бахчеводства – Тубинское (1988), Минусинское красное (1979), Любимица Шевченко (1981); Южно-уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства – Уральское наливное (1959); Бурятской плодово-ягодной опытной станции – Краса Бурятии (2001), Слава Бурятии (1988), Дубровинка (1997), Малинка (1988), Подарок БАМу (1990); а также сорта народной селекции, например, Ранетка Ермолаева (1959).

Только два сорта рекомендованы в области для выращивания в форме стланца: Мелба (1947) американской селекции и Жигулевское (1965) селекции Самарской опытной станции.

Основными центрами выращивания яблони в Сибири являются Алтайский край и Республика Алтай, Красноярский край и Республика Бурятия, Новосибирская, Кемеровская, Томская и Омская области. Здесь находятся опытные селекционные станции и промышленные садоводческие хозяйства [177, 205].

В Иркутской области центром научно-исследовательских работ является коллекционный участок СИФИБР СО РАН. Здесь проходили испытания более 30 сортов яблонь-ранеток и мелкоплодных яблонь-полукультурок, а также крупноплодные яблони полукультурки (около 18 сортов). Селекционная работа направлена на создание местных высокоурожайных сортов и прежде всего, на формирование деревьев устойчивых к морозам, засухе, болезням и с высокими вкусовыми качествами плодов.

Наиболее благоприятные условия для выращивания яблонь складываются

на возвышенных формах рельефа, защищенных от ветра, это скалистые берега правобережья Ангары по Александровскому тракту, участки по Качугскому тракту, в Мельничной пади, посёлках Марково, Мельниково, в микрорайоне Маршала Конева, на Ангарских островах и др.

Развитие садоводства в Слюдянском районе. Слюдянский район простирается по южному побережью оз. Байкал, расположен в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории, в которой чрезвычайно ограничены возможности по созданию производств, кроме заводов по розливу байкальской воды, а также переработки плодовоовощной продукции и еще некоторых видов деятельности в области пищевой промышленности.

Администрация муниципального образования Слюдянский район инициировала создание в Слюдянском районе научно-производственного объединения, одним из учредителей которого станет ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», в составе которого находится кафедра химии и пищевой технологии им проф. В.В. Тутуриной. Научно-производственное объединение (НПО) на территории Слюдянского района включает инвестиционные площадки для размещения инновационного производства по выращиванию, заготовке и переработке дикорастущего растительного сырья, произрастающего в границах Слюдянского района, а также овощной и плодово-ягодной продукции, выращенной на территории Слюдянского района в создаваемых в Слюдянском районе промышленных плодово-ягодных садах и садоводствах. В деятельность НПО вовлечены мощности ОГАУ «Лесхоз Иркутской области», расположенные в г. Слюдянке.

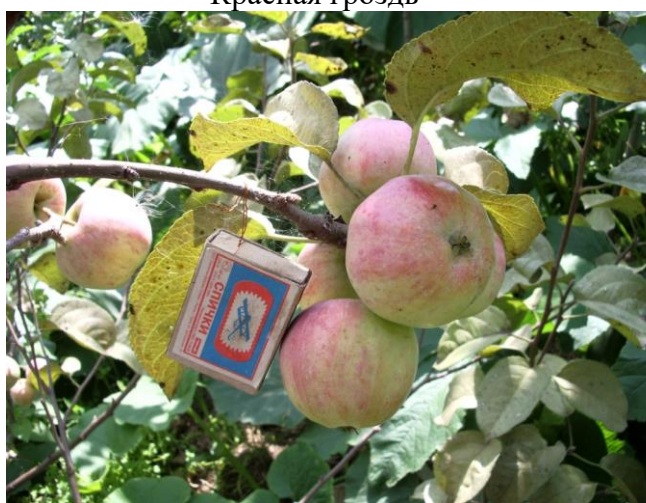
В мае 2021 г. в посёлке Новоснежная был заложен первый промышленный муниципальный сад 1,3 га и ещё 10 га распаханы для увеличения площади. Высажены более 1000 саженцев плодово-ягодных культур. Среди них перспективные сорта яблони, изучаемые в диссертационной работе (рис 1.1).



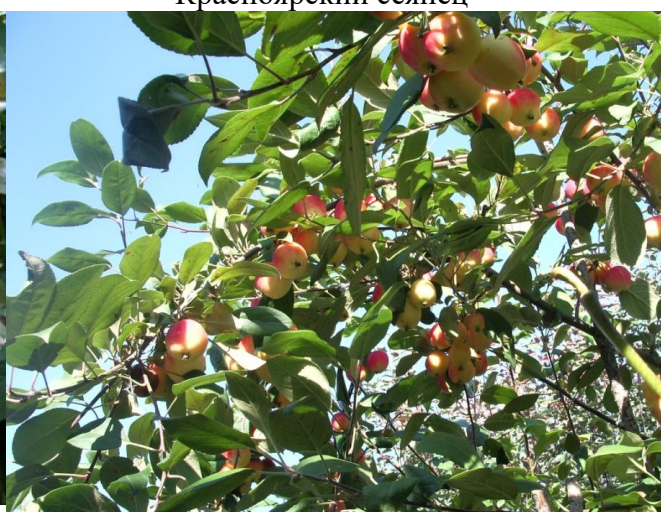
Яблоня-полукультурка
Красная гроздь



Яблоня-полукультурка
Красноярский сеянец



Яблоня-полукультурка
Лада



Яблоня-полукультурка
Красноярский снежирёк

Рисунок 1.1 – Сорта яблонь, высаженные в саду

Работы по закладке сада проводились под руководством заведующего отделом прикладных и экспериментальных работ СИФИБР СО РАН, доктора сельскохозяйственных наук Раченко М.А. Через 5 лет предполагаемый валовый сбор по яблокам составит от 30 до 40 тонн за сезон. А потребности в напитках только для организации школьного питания более 50 тыс. литров в год.

Кафедра химии и пищевой технологии ИРНИТУ имеет серьезные наработанные технологии для организации производства на основе местного плодово-ягодного сырья пищевых продуктов, пищевых ингредиентов функционального назначения нового поколения, широкого ассортимента, в том числе обогащённых пищевых продуктов (соки, сиропы, сидры, биопектин, пищевой фруктовый порошок).

Из приведённых выше данных можно сделать вывод, что регион Прибайкалья имеет реальные предпосылки для увеличения производства плодовой продукции. Но одновременно потребуются комплексное развитие материально-технической базы, интенсификация производства хранения и переработки.

1.3 Технологии переработки плодово-ягодного сырья

На большинстве территории РФ имеются благоприятные условия для выращивания плодово-ягодных культур. Применительно к Иркутской области возможности отрасли могут быть значительно расширены за счёт использования дикорастущего сырья (плодов и ягод). С учётом биологических факторов и экономической целесообразности сбора, на территории России в год может быть заготовлено 7,4–8,5 млн тонн дикоросов. По оценкам экспертов, сегодня используется только 6 % этого объёма. Степень освоения запасов различается в зависимости от региона и продукта. На уровне РФ этот показатель оценивается (%): орехи – 4, клюква – 2,5, брусника 1,5, черника – 1,3 [151].

В 2020 году наблюдался существенный рост объёмов экспорта дикоросов (на 50 % в натуральном выражении и более чем в два раза в денежном) – это самый хороший результат отрасли за последние годы. Возможности России по наращиванию экспорта дикоросов обусловлены не только внутренними ресурсами, но и динамичным развитием мирового рынка органических продуктов, к которому относятся дикоросы.

Можно выделить два основных фактора роста спроса – повышение осведомленности потребителей о преимуществах органических продуктов и расширение их доступности. Органическая продукция уже давно представлена в супермаркетах и дискаунтерах, аптеках, предприятиях общественного питания [17]. Пандемия COVID-19 также повысила заинтересованность потребителей в органических продуктах, которые считаются полезными для организма, в частности для укрепления иммунитета. Эти напитки отличаются самобытностью и оригинальностью вкуса, в которых проявляются народные традиции. Но при создании таких напит-

ков необходимо учитывать целый ряд особенностей. Разнообразие видового состава заключается в том, что многие виды плодов и ягод содержат высокий процент семян и косточек (до 42 % по массе), кроме того, отличаются структурой и консистенцией [8, 142]. Соответственно это приводит к высокому разнообразию типов и марок оборудования. Высокое содержание пектина затрудняет выделение сока и требует применения тепловой или ферментативной обработки [30].

Необходимо учитывать, что химический состав сырья не является постоянным [10]. Он зависит от многих факторов, в том числе от природно-климатических условий, агротехники, и может существенно различаться по годам. Для большинства дикорастущих культур он до конца не изучен и требует дополнительных исследований с учётом региональных особенностей.

Известно, что плоды и ягоды накапливают большое количество функциональных соединений, таких как: фенольные вещества, эфирные масла, азотистые, пектиновые и другие соединения. Благодаря этому технологи могут значительно расширять ассортимент продукции с высокими вкусовыми качествами [76, 214, 215].

Получение соков. Основную долю рынка функционального сока занимают соки прямого отжима. Отрасль соков – одна из немногих в России, имеющих мировой технологический уровень. Особой популярностью в настоящий период времени пользуются обогащённые напитки из нетрадиционного сырья (в т. ч. дикоросов). Но мелкие производители часто испытывают трудности при использовании технологий, применяемых на крупных заводах [12, 17]. Так как режимы во многом определяются химическим составом сырья и используемым оборудованием. Поэтому производители функциональных соков из местного сырья вынуждены сами подбирать режимы переработки или разрабатывать собственные уникальные технологии [19, 65].

Традиционная технология включает основные приёмы: сортировку и при необходимости мойку сырья, дробление и прессование. При переработке плодовоовощного или ягодного сырья эти технологии модифицируют с учётом их физико-технологических свойств. Из-за особенностей клеточной структуры требу-

ется, например, разная степень измельчения для мягких и твёрдых фруктов. Помимо механического воздействия на плодовую ткань иногда рекомендуется применять ферментативное разрушение.

При получении осветлённых соков разработаны мембранные технологии, но они не находят широкого применения в связи с высокими эксплуатационными затратами, поэтому необходимо учитывать экономическую целесообразность.

В последнее время на рынке появляется большое количество бюджетных напитков, которые производят на основе яблочных концентратов, красителей и ароматизаторов [204, 209]. При концентрировании чаще всего используют технологию испарения воды, при этом теряются многие вкусо-ароматические соединения и разрушаются витамины. Более современным подходом является консервирование с использованием минимальной тепловой обработки. В Японии для этого используют метод ультрафильтрации [199].

Сохранить исходный состав сырья позволяет такая технология, как вымораживание. Для этого сок охлаждают до низких температур и затем удаляют образовавшиеся кристаллы воды. Но широкого применения в промышленности эта технология пока не находит из-за низкой эффективности. Содержание сухих веществ в таких концентратах составляет только 40–50 %, а при тепловой обработке – 70 %.

Для увеличения сроков годности применяют стерилизацию в том числе электрическим током и ультразвуком, ионизирующим излучением, консервирование антисептиками и другие способы [181, 199, 207]. Большинство антисептиков (сернистый ангидрид, соли бензойной кислоты, уксусная, сорбиновая кислоты) в большой дозировке наносят вред организму, поэтому их использование в пищевой промышленности ограничено [120, 121].

Другим способом обеспечения микробиологической стабильности является пастеризация. Известна мгновенная пастеризация (15–30 сек., 85–90 °C) и легкая пастеризация (несколько секунд, 90–92 °C), которая позволяет минимизировать ухудшение вкуса. Достаточно широкое применение находит пастеризация в упа-

ковке. Типичный режим – 20 мин. при температуре 70 °С. Чаще такой метод используют для стеклянной упаковки.

Для увеличения сроков хранения некоторые предприятия применяют горячий розлив. Напиток нагревают до 85–90 °С, фасуют, укупоривают и охлаждают.

В некоторых странах сейчас формируется рынок свежееотжатых соков, которые хранят в замороженном виде при температуре минус 10 °С. Но это требует соответствующих условий, сбыта и реализации.

В наиболее развитых странах все чаще используют лиофильную сушку, обработку высоким давлением и облучением. Несмотря на их эффективность они пока не находят широкого применения.

Таким образом, технологические приёмы, используемые для переработки сырья, являются весьма специфичными и многие из них требуют уточнения и научно-технологического обоснования, применительно к местным условиям.

Получение пектина. Промышленная технология получения пектина основана на его экстракции из пектинсодержащего сырья (яблоки, свёкла, топинамбур и др.). Основными факторами, влияющими на процесс извлечения пектиновых соединений, является диффузионная проводимость сырья температура и продолжительность процесса. Кроме этого коэффициент диффузии зависит от концентрации, структуры и свойств исходного материала и растворителя [78].

Получение пектина по традиционной технологии включает несколько основных моментов:

- подготовку и обработку сырья;
- кислотный гидролиз и экстракцию протопектина;
- очистку и концентрирование пектинового экстракта;
- осаждение спиртом пектиновых веществ, сушку и стандартизацию;
- переработку отходов пектинового производства (извлечение спирта, утилизация твёрдых отходов и сточных вод).

Получение пектина на основе кислотного гидролиза и высоких температур имеет ряд недостатков, связанных с высокими энергетическими затратами, аппаратным оформлением, утилизацией отходов. И целесообразно при больших

объёмах производства [70, 105].

Современные технологии могут существенно различаться параметрами и аппаратным оформлением. Ведущие мировые производители используют специально разработанное и модифицированное оборудование [111, 134, 164].

Сравнительно новым направлением является использование ферментов в технологии получения пектина. Такой подход позволяет избежать использования едких и агрессивных кислот, применяемых в производстве по классической технологии [62, 71, 192].

Многообразие приемов обусловлено использованием экстрагентов различной природы, параметрами ведения процессов, гидролиза и способами очистки конечного продукта. Современные технологические особенности производства крупнейших мировых производителей пектина в основном закрыты и являются интеллектуальной собственностью компаний.

Для получения пектина наибольшее промышленное значение имеют вторичные ресурсы сокового и сахарного производства, в частности, яблочные выжимки и свекловичный жом.

При переработке яблочные выжимки традиционно их промывают ледяной водой для удаления остаточного сахара, органических кислот, солей, и других соединений [61]. Гидролиз ведут водным раствором азотной кислоты (рН 1,5–2,0) при 70–80 °С, гидромодуль 1:(10–12), 3–3,5 ч в периодическом экстракторе. Экстракт отжимают прессованием. Сырьё, которое было отпрессовано вновь экстрагируют водой 45–50 °С, гидромодуль 1:(12–14), 1,5–2 ч. Полученные экстракты соединяют и отстаивают 2–4 ч. Далее экстракт упаривают под вакуумом до содержания сухих веществ 6–7%, рН 1,7–3,2. Охлаждённый концентрат обрабатывают спиртом (90–95 об. %) в соотношении 1:3. Смесь центрифугируют, а коагулят промывают спиртом (70 об. %) в соотношении 1:8. Затем сырой пектин промывают и подают на барабанную вакуум-сушилку (2–3 ч, 60 °С). Сушат до влажности 8–10%. Получившийся порошок измельчают на молотковой дробилке и отправляют на фасовку.

Разработке инновационных способов получения яблонного пектина посвящено не мало работ [53–56]. Часть авторов показывает, что кислотный гидролиз должен осуществляться при pH 1,8–1,9, другая при pH 2,6–2,8. Для экстрагирования пектинов применяют винную, лимонную, молочную, яблочную и уксусную кислоты, т.к. применение неорганических кислот (азотной, соляной) для пищевого производства нежелательно [52, 80, 145].

Большинство авторов даёт рекомендацию проводить экстракцию при температуре 85 °С, 60–80 мин или при 100 °С 30–40 мин. В данное время многие исследователи применяют температуру 80–90 °С.

М.В. Шош, В.Г. Моисеева и А.А. Таран [213] уточняли проведение гидролиза и экстракцию пектина из сульфитированных и сушёных яблочных выжимок и рекомендовали осуществление гидролиза в производстве проводить соляной кислотой при pH 1,6–1,8, гидромодуль 1:3, при 95 °С в течение 1 ч. Из полученного экстракта отделяли жидкую фазу и отправляли на фильтрацию и пропускание через колонку с ионообменной смолой Варион КС и колонку с анионитом Вофанит ЭЗ. Выщелачивание содой проводили до pH 3,7, а осаждение пектината алюминия 20%-ным раствором сернокислого алюминия. Коагулят отфильтровывали и обрабатывали водно-спиртовой смесью (15 мин), а для удаления сульфат- и хлорид-ионов обрабатывали аммиаком. Получившийся препарат высушивали при 50 °С до влажности 8–10 %. Пектин дробили и просеивали.

Л.В. Донченко, Т.М. Сычева, И.Л. Ильина и Я.Д. Бакирь [115] исследовали режим гидролиза и определяли зависимость уронидной составляющей, степени этерификации и молекулярной массы пектина в зависимости от концентрации, температуры и времени гидролиза. Ими были установлены оптимальные параметры получения высокоэтерифицированного пектина (80,8 %): 0,2%-ная кислота, гидромодуль 1:5, при 70 °С в течение 1,5 ч. Для низкоэтерифицированного пектина концентрация кислоты 0,4 %, при 80–85 °С, 3 ч., гидромодуль аналогичен. Степень метоксилирования яблочного пектина 36,8 %.

Также Л.В. Донченко предложила экологически чистый способ получения

пектиновых веществ [114]. Сырьё промывается и обрабатывается теплом и электроактивированной водной системой (ЭАВС). В зависимости от вида сырья оптимальные параметры кислотно-термического гидролиза следующие: для свекловичных выжимок гидромодуль 1:1,5, pH = 1,0 при 80 °C, 1 ч. Обработкой ЭАВС установлено, что высокая студнеобразующая способность у свекловичного жома при pH ЭАВС 1,5, для яблочного – при pH 2,0, для мандаринового – при pH 2,5. При использовании ЭАВС степень гидролиза возрастает до 95,6 %, а продолжительность уменьшается до 0,2 – 1 ч. Идёт снижение зольности до 0,1...0,2% и увеличение уронидной составляющей.

Помимо получения сухого пектина яблочные выжимки являются сырьём для получения концентрированных пектиновых экстрактов. Данный способ убивает дорогостоящий этап осаждения пектина спиртом, но усложняет способ транспортировки.

В свекловичных выжимках протопектин гораздо прочнее связан с белками, целлюлозой и другими компонентами растительной клетки. И поэтому его переработка требует ещё более жёстких условий кислотно-температурного гидролиза. Кроме того, желирующие свойства свекловичного пектина хуже, чем яблочного. Поэтому он не находит такого широкого применения [187].

Под действием кислот молекулы пектина могут претерпевать изменения: омыление этерифицированных карбоксильных групп; разрушение молекулы вследствие разрыва гликозидной связи между остатками D-галактурановой кислоты. При действии окислителей – йодной кислоты, хлора, перекиси водорода, аскорбиновой кислоты и др. пектиновые вещества разрушаются [39]. Однако присутствие сахарозы оказывает ингибирующее влияние [38]. Это важная характеристика, которую необходимо учитывать при выборе способа переработки [146, 195, 196].

Учитывая, что мировые лидеры производства пектина находятся в основном за рубежом, следует разрабатывать и внедрять новые технологии для его получения на территории России [37]. При этом необходимо учитывать экологичность производства, щадящие условия экстрагирования, чтобы не разрушать природ-

ную структуру макромолекул пектина и тем самым сохранять его ценные свойства [61].

1.4 Свойства пектиновых веществ

Пектин – полисахарид, состоящих из остатков D–галактуроновой кислоты в свободной или этерифицированной форме. Достоверно установлено [6], что в строении молекулы принимают участие нейтральные сахара, в основную цепь (её гладкой части) входит рамноза, а боковые цепи (волокнистая часть) состоят из галактозы, арабинозы, ксилозы и глюкозы [13, 50]. Свойства пектиновых веществ определяются: количеством входящих моносахаридных остатков, типом гликозидной связи, соединяющих их, конфигурацией звеньев, размером кольца сахарных остатков и степенью полимеризации [78].

Растворимость. Свойство зависит от молекулярной массы и наличия функциональных групп, которые определяют степень связи пектина с компонентами клеточной стенки. От растворимости зависит насколько трудно или легко их экстрагировать из растительного сырья. Водорастворимые пектины имеют высокую степень этерификации (40–66 %). Ниже 40 % растворяются значительно хуже [44].

Коагуляция. Пектиновые вещества имеют отрицательный заряд и в водных растворах окружены гидратной оболочкой. Уменьшение степени гидратации или снижение электроотрицательности приводит к их коагуляции или осаждению. Эта необходимость возникает при выделении пектиновых веществ из экстрактов [27]. Чаще всего для этого используют этиловый спирт, ацетон, гидроксид кальция. Коагулируемость зависит от содержания карбоксильных и гидроксильных групп, молекулярной массы, концентрации и коагулирующего агента.

Оптические свойства пектина зависят от асимметрии строения его молекулы. Наибольшей оптической активностью обладают водные растворы пектиновых веществ. Изучая их В.Д. Сорочан установил [188] зависимость от природы углеродной цепи, содержание уроновой кислоты и метоксильных групп. Заметное влияние на оптические свойства оказывают ферменты и щелочи, снижая лучепреломление [34].

Вязкость. Коллоидные растворы пектиновых веществ, обладающие гидрофильными свойствами, имеют высокую вязкость. Это можно объяснить склонностью молекул взаимодействовать друг с другом, образуя агрегаты. Это свойство зависит от температуры, концентрации и вида растворителя. Вязкость падает при уменьшении размера молекул, например, в результате нагревания, обработке кислотами и длительном хранении. При добавлении в малых количествах веществ, способных вызывать коагуляцию, вязкость возрастает. Эти свойства изучали Г.П. Перченко, М.Ю. Плетнев [166], Kuneko Kenturo [25], V.U. Foda [10], А.В. Шилов, Н.П. Паршикова [211] и др. [28]. Проведённые ими исследования показали, что при рН 7 вязкость максимальная, а при рН 4 – минимальная.

Желеобразование. Свойства желеобразования зависят от многих факторов, в том числе от пространственного строения молекулы (транс-изомерии). Существуют несколько механизмов образования геля:

- как результат реакции полимеризации или поликонденсации (такие желе фактически термонеобратимы);
- взаимодействие между макромолекулами, имеющими кислый, основной, или аморфный характер. Многовалентные катионы или анионы образуют с ними «солеобразные мостики», образуя трехмерную структуру. Термообратимость таких желе зависит от растворимости соли при повышении температуры;
- взаимодействие между коллоидными частицами. Наибольшее значение здесь имеют водородные связи. Их возникновение зависит от температуры, рН среды и присутствия других веществ (сахаров). Высокоэтерифицированный пектин (выше 50 %) имеют максимальную желеобразующую способность в присутствии 50–65 % сахара. В отличие от других студнеобразователей, пектиновые вещества образуют студни в водных растворах только в присутствии сахара и кислоты. В зависимости от физико-химических свойств пектина, меняется требуемое количество сахара, кислоты, её природа (обычно требуется рН в пределах 3,0–3,2, т.е. в присутствии слабых кислот, таких, как винная, лимонная).

Шнейдер и Бок утверждают, что добавки меняют скорость желирования. По степени влияния их можно расположить следующим образом: сахар < глюкоза < арабиноза < эритрит < глицерин < гликоль < спирт [78].

Пектин является поверхностно активным веществом. Обладает эмульгирующими и пенообразующими свойствами, которые приближаются к свойствам яичного белка.

Комплексообразующие свойства зависят от содержания свободных карбоксильных групп, т.е. степени этерификации карбоксильных групп металлом. По селективности они располагаются в следующем порядке: $Mn^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Co^{2+} > Pb^{2+} > Ni^{2+} > Ca^{2+} > Vg^{2+} > Ca^{2+}$. И не зависят от молекулярной массы пектина.

Способность пектина к образованию комплекса с металлами зависит от соотношения этих компонентов и pH среды [1].

Таким образом, благодаря этим химическим свойствам пектина он является незаменимым соединением в пищевой промышленности при разработке продуктов профилактического назначения [3, 18]. Оптимальная доза составляет не более 2–4 г в сутки, а для людей, работающих в условиях радиоактивного загрязнения 15–16 г. По данным ФАО / ВОЗ объединённого комитета экспертов по пищевым добавкам пектин можно использовать без ограничения дозы ежедневного потребления [71, 162].

1.5 Основные характеристики пектинсодержащего сырья

Критериями отбора сырья для производства пектина является содержание и качество в нём пектиновых веществ. Донченко Л.В. была предложена классификация по его содержанию (табл. 1.3). Она выделяет 3 основные группы: овощи (клубнеплоды, корнеплоды, листовые, стеблевые, плодовые, тыквенные и бобовые), плоды (семечковые, косточковые, субтропические и тропические), и ягоды (настоящие, сложные и ложные) и другие виды растительного сырья (чай, корзинки подсолнечника, кора деревьев и др.)

На территории России по содержанию пектиновых веществ лучшим сырьём для производства пектина являются яблочные выжимки (12 %) и свекловичный

жом (14 %). При переработке необходимо обращать внимание на количество остаточного сахара, т.к. при реакции с аминокислотами образуются окрашенные продукты и содержание балластных веществ (не должно превышать 30 %). Иначе, несмотря на высокое содержание пектина, при его получении из плодовоовощного сырья (свекловичного жома, тыквы, моркови) в продукте присутствует трудноудаляемый запах овощей [2, 8, 16]. Также наличие балластных веществ в пектинах снижает их студнеобразующие свойства и ухудшает комплексообразование. Поэтому перед извлечением пектиновых веществ производится экстрагирование водорастворимых компонентов [134, 146].

Комплексообразующие свойства различных видов сырья приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Комплексообразующие свойства пектинов [145]

Сырье	Выход пектиновых веществ, %	Степень этерификации, %	КС, мг Рb ²⁺ /г пектина
Яблочные выжимки, 16 сортов	12,0	60,9	90,6
Свекловичный жом	14,0	59,9	370,0
Подсолнечные корзинки	18,7	60,0	350,0
Апельсиновые выжимки	4,0	83,3	78,0
Мандариновые выжимки	4,9	75,6	113,6
Лимонные выжимки	3,6	84,9	80,6
Виноградные выжимки, 6 сортов	7,8	68,3	194,2
Кормовой арбуз, 3 сорта	14,0	50,0	394,0
Тыква, 4 сорта	5,0	56,5	340,0
Киви, 9 сортов	5,6	51,4	103,6

Исходя из таблицы видно, что большая комплексообразующая способность у свекловичного жома (370), а степень этерификации выше у цитрусовых выжимок.

Высокое содержание пектиновых веществ еще раз подтверждает, что основными источниками получения пектинов являются: подсолнечные корзинки, кормовой арбуз, свекловичный жом и яблочные выжимки, которые имеют наибольшее значение для сибирского региона.

В таблице 1.4 приведено содержание пектиновых веществ в плодах мелкоплодных яблонь разных сортов, выращенных в Красноярском крае.

Таблица 1.4 – Содержание пектиновых веществ в плодах мелкоплодных яблонь [197, 198].

Сорт	Содержание пектиновых веществ, % на сырую массу			Отношение ПП/(ВП+ПП), %
	ВП	ПП	Общее содержание	
Воспитанница	0,31±0,14	0,7±0,20	1,01±0,34	69,30
Алёнушка	0,49±0,08	0,72±0,35	1,21±0,43	59,50
Фонарик	1,01±0,21	1,10±0,04	2,11±0,25	52,10
Красноярский снежирёк	0,64±0,06	0,29±0,15	0,93±0,21	31,20
Живинка	0,62±0,11	0,65±0,39	1,27±0,50	51,18
Добрыня	1,05±0,09	1,26±0,84	2,31±0,93	54,50
Смена	0,85±0,32	0,87±0,16	1,72±0,48	50,58
Замена	0,69±0,25	0,83±0,05	1,52±0,30	54,60
Байкал	0,42±0,01	0,69±0,24	1,11±0,25	62,16
Зорька	0,69±0,15	0,74±0,41	1,43±0,56	51,17
Юность	0,32±0,75	0,71±0,14	1,03±0,89	68,90
Ранетка пурпуровая	1,06±0,09	1,37±0,50	2,49±0,59	55,02
Яркое	0,71±0,01	0,65±0,15	1,36±0,16	47,79
Ранетка Ермолаева	1,12±0,15	1,09±0,19	2,15±0,34	50,69
Горноалтайская	0,92±0,34	1,04±0,27	1,96±0,61	53,06
Забайкальская	0,82±0,17	0,91±0,06	1,73±0,23	52,60
Кызыкуль	0,98±0,28	1,09±0,13	2,05±0,41	53,17
Тунгус	0,62±0,05	0,81±0,11	1,43±0,16	56,64
Вега	0,54±0,02	0,78±0,28	1,32±0,30	59,09

Как видно из таблицы общее содержание пектиновых веществ в яблоках варьирует в пределах (% на сырую массу): 0,93–2,49, при этом на долю водорастворимого пектина приходится 0,31–1,12, а протопектина – 0,29 – 1,37.

В работе [8] исследованы соки из 175 сортов яблок, выращенных в 12 странах мира и показано, что они различаются по компонентному составу фенольных соединений. Во многих сортах такие соединения, как катехин, кофейная кислота, эпикатехин, *n*-кумаровая кислота, феруловая кислота и рутин не были обнаружены. Напротив, флоридзин и хлорогеновая кислота присутствовали во всех исследованных образцах. Это побудило нас к изучению состава фенольных соединений в соке из яблок сорта Красноярский снежирёк, выращенных в Прибайкалье.

Высокое содержание пектиновых веществ в сибирских яблоках делает их важным источником пищевых волокон для производства соков функциональной направленности.

1.5.1 Факторы, влияющие на содержание пектиновых веществ в яблоках

Вегетация и хранение. Пектиновые вещества несут механические функции и участвуют в обмене веществ плода при его хранении и переработке. Содержание пектина в яблоках увеличивается в процессе созревания. При размягчении плодов в ходе их созревания происходит превращение трудно растворимого протопектина в растворимый пектин. При перезревании пектин распадается.

При хранении яблок общее содержание пектина, как правило, уменьшается. Так, в яблоках сорта Джонатан в начале хранения содержится 0,78 %, сорта Голден Делишес – 0,80 % пектиновых веществ, а в конце хранения остаётся 0,54 % и 0,59 % соответственно [137, 196].

Климат и погода. По результатам исследования, проведённого Е.Е. Шишкиной и Т.Н. Архиповой, содержание пектиновых веществ в яблоках, произрастающих в районах Барнаула и Горно-Алтайска, составило 0,44 –1,52 %. Отмечено, что в ранетках и полукulturках, растущих в лесостепной зоне, пектиновых веществ накапливается больше (0,72–1,52 %), чем в яблоках предгорной зоны (0,44–0,95 %) [112, 196].

Известно, что в сухое жаркое лето пектиновых веществ накапливается больше. Мелкоплодные яблоки Иркутской области содержат большее количество пектиновых веществ по сравнению с южными крупноплодными яблоками и мелкоплодными сортами Красноярского края (рис 1.2).

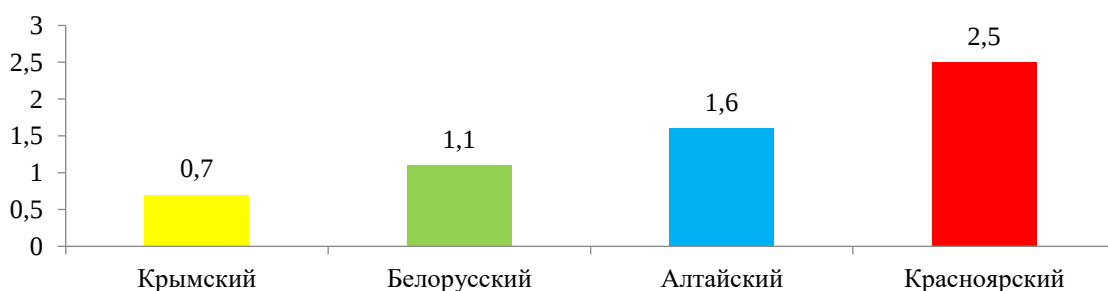


Рисунок 1.2 - Содержание пектина в яблоках по регионам, % [66, 74]

Количество пектиновых веществ в плодах сибирских яблок, выращиваемых в Бурятии, колеблется в пределах 0,64 –1,49 %. Результаты исследований показали, что протопектин в них составляет 72,6 %. При этом они отличаются высокой

степенью этерификации (выше 50 %), а содержание метоксильных групп (не превышает 5,6 %) [118, 196].

Сорт яблок. Для мелкоплодных яблок Восточной Сибири является характерным высокое содержание пектиновых веществ, что повышает их функциональную ценность, которая в свою очередь зависит от строения и физико-химических показателей пектина (табл.1.5).

Таблица 1.5 – Физико-химические показатели пектина из ранеток и полукультурок [196]

Показатели	Ранетки			Полукультурки		
	Ранетка Пурпуровая	Добрыня	Ранетка Ермолаева	Фонарик	Горноалтайское	Зорька
Влажность, %	14,0	13,7	13,5	13,7	13,5	14,0
Свободные карбоксильные группы (Кс), %	5,0	5,2	5,0	5,8	5,7	5,5
Связанные карбоксильные группы (Км), %	5,3	5,5	5,3	6,1	6,0	5,7
Ацетильные группы, %	0,22	0,44	0,80	0,37	0,47	0,25
Степень этерификации, %	50,4	49,3	47,4	49,7	49,2	49,8
Средняя молекулярная масса, ед.	51000	47000	49000	53000	50000	2000
Желирующая способность, ч	410	511	548	391	422	274
Степень чистоты пектина, %	36,2	37,8	36,3	41,7	41,2	39,2

Приведённые данные показывают, что существенной разницы в качественных показателях пектиновых веществ у ранеток и полукультурок не установлено.

1.5.2 Характеристики пектиновых веществ в яблочном жоме

В яблочных выжимках содержание пектиновых веществ составляет около 6,5 % на сухое вещество. Пектиновые вещества яблочных выжимок характеризуются низкими карбоксильной, ацетильной составляющими и высокой метоксильной составляющей, что обуславливает высокую студнеобразующую способность выделяемых из них пектиновых веществ.

Содержание чистого пектина в выжимках летних сортов яблок колеблется в пределах 39–59 %, у осенних сортов яблок - от 45 до 65 % на сырую массу, что несколько выше в сравнении с летними [137].

Студнеобразующая способность пектина в яблочных выжимках снижается через 3 часа хранения до 63 %, через 12 ч – до 52 %, через 24 ч – до 43 %, а через 48 ч – до 31% [105].

Содержание пектиновых веществ можно увеличить за счёт технологий экстракции, воздействия электромагнитного поля крайне низкочастотного диапазона, использования молочной сыворотки [116].

Выводы:

1. Проведённый анализ рынка показал конкурентные преимущества производства соков на основе использования местных сырьевых ресурсов.
2. Установлено, что регион Прибайкалья имеет высокий потенциал для расширения сырьевой базы. Однако работы по закладке промышленных садов необходимо вести комплексно, создавая одновременно площадки для хранения и переработки плодов.
3. Высокое содержание пектиновых веществ в плодах региональных сортов яблок диктует необходимость продолжить работы по их извлечению и использованию в разработке функциональных продуктов питания.
4. Анализ существующих технологий показал необходимость модернизации комплексной переработки плодов и создание новых продуктов с использованием сырьевых ресурсов Иркутской области.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация эксперимента

Теоретические и экспериментальные исследования проводились автором в научно-исследовательской лаборатории кафедры химии и пищевой технологии им. проф. В.В. Тутуриной Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ).

Этапы работы и схема проведения эксперимента, согласно которой проводились исследования, представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Общая схема проведения исследования

Работа была проведена в пять этапов. На первом этапе, на основании литературных данных обоснована перспективность разработки напитков функционального назначения. Этот этап включил в себя исследование органолептических характеристик и физико-химического состава мелкоплодных яблок, произрастающих в Иркутской области.

Второй этап посвящён изучению влияния технологических параметров на выход сока из плодов и разработке технологии получения сока прямого отжима, оценке качества и безопасности полученных продуктов.

На третьем этапе исследования показана целесообразность использования яблочных выжимок для получения пектинового экстракта. На основании этого была разработана технологическая схема его приготовления.

Четвёртый этап работы включает разработку рецептуры и технологии приготовления напитка, обогащённого функциональными компонентами – пектин и дигидрокверцетин, оценку органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. Проведена опытно-промышленная апробация в производственных условиях на предприятии ООО «Энолог».

На пятом этапе произведен расчёт экономической эффективности безотходного производства.

2.2 Объекты и методы исследования

2.2.1 Сырьё и материалы для исследования

Объектами исследования служили плоды мелкоплодных яблонь, сок прямого отжима, напиток «Пектин Прибайкалья», пектиновый концентрат и ферментные препараты.

В работе использовали плоды мелкоплодных яблонь-полукультурок (*род Malus*) 7 сортов (Красноярский сеянец, Красная гроздь, Уральское наливное, Светлое, Пепинчик красноярский, Красноярский снегирёк, Лада) выращенные на коллекционном участке Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, урожая 2018–2020 гг.

Сок прямого отжима – отличной особенностью которого является высокое содержание функциональных компонентов (витамин С, пектин) и низкотемпературные режимы хранения (до минус 18 °С).

Напиток «Пектин Прибайкалья» – обогащённый биологически активными компонентами (ДКВ, пектин). Полученный путём купажирования соков прямого отжима, сахарного сиропа и пектинового концентрата, отличной особенностью которого является низкие параметры пастеризации (50–60 °С, 30–40 мин) и отсутствие консервантов.

Пектиновый концентрат – полуфабрикат, предназначенный для использования в продуктах питания с целью обогащения их пектиновыми веществами. Полученный с помощью концентрирования ранее приготовленного пектинового экстракта, на основе оставшихся выжимок после приготовления сока.

Ферментный препарат «Целлолюкс А» с целлюлолитической активностью 2000 ед/г, производства ООО ПК «Сиббиофарм», представляет собой комплекс ферментов, обеспечивающих ступенчатое расщепление некрахмалистых полисахаридов до сбраживаемых сахаров и полупродуктов гидролизуемых далее другими ферментами. Диапазон действия: рН – 3,0–7,0 и температура 30–70 °С. Внешний вид – порошок светло-кремового цвета [106].

Ферментный препарат «Фруктоцим П6-Л» («Fructozym P-6L») с пектолитической активностью 200 ед/г, разрушающий пектин в мезге и соке, он представляет комплекс пектиназных активностей (пектинэстеразы, пектинлиазы, эндополигалактуроназы). Продукция изготовлена «ERBSLOEH Geisenheim AG», Erbsloehstrasse 1, D-65366 Geisenheim (ФРГ) [106].

В ходе приготовления напитка «Пектин Прибайкалья» использовали следующие виды сырья, соответствующее требованиям ГОСТ, ОСТов или ТУ: питьевая вода СанПин 2.1.4.1074-01 [179], сахар белый ГОСТ 33222-2015 [93], яблоки по ГОСТ 34314-2017 [94].

2.2.2 Методы исследования

Для проведения испытаний среднюю пробу отбирали от всех сортов в зависимости от партии по ГОСТ 26313-2014 [103].

Исследование плодово-ягодного сырья по органолептическим показателям проводили в помещениях без посторонних запахов, хорошо освещённых по ГОСТ Р 53956–2010 [92]. Внешний вид (форма, размер, цвет), запах, вкус, консистенцию плодов определяли по ГОСТ 16270 – 70.

Для определения органолептических показателей качества разработанных безалкогольных напитков была создана комиссия из студентов и преподавателей кафедры химии и пищевой технологии им. проф. В.В. Тутуриной ИРНИТУ в количестве 10 человек, прошедших специальную подготовку ГОСТ ISO 5496 – 2014 в соответствии с дегустационным методом [88, 89]. У исследуемых образцов безалкогольных напитков оценку проводили по показателям: внешний вид (прозрачность, цвет), аромат, вкус и тип (соответствие сорту) согласно ГОСТ 28188–2014 [84].

Микробиологические показатели определяли по общепринятым методикам: ГОСТ 10444.8-88, ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 26668-85 [95–97, 82].

Содержание макро-, микроэлементов элементов в яблоках определяли методом рентгенофлуоресцентной спектromетрии (РФА) по ГОСТ [86]. Интенсивность рентгеновской флуоресценции определяемых элементов переводили в единицы концентраций по математическим моделям, полученным в результате градуировки спектрометра ГОСТ 33850-2016 [86]. Для определения в составе содержания химических элементов (Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr, Pb, Ba) анализируемую пробу готовили в виде таблетки. Для этого растительный материал вначале измельчали в агатовой ступке до порошка менее 100 мкм, затем отбирали навеску 0,5 г, которую далее прессовали в виде таблетки-излучателя на подложке из борной кислоты. Измерения интенсивности аналитических линий выполняли на волнодисперсионном рентгеновском спектрометре S4 Pioneer, Bruker (Германия). Для расчёта концентраций строили линейные градуировочные зависимости, используя программное обеспечение спектрометра SpectraPlus и стандартные образцы состава: клубней картофеля СБМК-02, зерен пшеницы СБМП-02, листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007), луговой травосмеси Тр-1 (ГСО 8922-2007), китайского образца листьев чая (GBW 07605), польского стандартного образца муки соевых бобов INCT-SBF-4 и кукурузной

муки INCT-CF-3. Правильность РФА оценили сравнением результатов определения содержаний элементов в польском стандартном образце состава травосмеси INCT-MPH-2 с аттестованными значениями. Сопоставление данных показало, что результаты РФА хорошо согласуются с сертифицированными значениями.

Определение массовой концентрации фенольных веществ в соках проводили перманганатометрическим способом по методам теххимического контроля в виноделии [144]. Калибровали по галловой кислоте.

Содержание состава фенольных соединений в соке и его эфирном экстракте выполняли по результатам анализа ВЭЖХ Agilent 1200 в сочетании с (МС) детектором Agilent 6210. Для экстракции использовали диэтиловый эфир, его эффективность показана в работе [34].

Наличие пектиновых веществ было определено с использованием карбазольного [85] и кальций-пектатного методов [112].

Степень этерификации, комплексообразующую способность пектинов, уронидную составляющую, содержание свободных карбоксильных групп, общую золу и сорбционную способность определяли по методикам, приведённым в [195].

Ферментативный гидролиз проводили с использованием комплексов «Целлолюкс А» с целлюлазной активностью 2000 ед/г и «Фруктоцим П6-Л» с пекталитической активностью – 200 ед/г. Ферментные препараты вводили в виде суспензии в равные по объёму партии плодовой мезги. Концентрация основного раствора «Фруктоцим П6-Л» – 10 %, «Целлолюкс А» – 5 %. Эффективность использования ферментных препаратов изучали в зависимости от их дозы (для «Фруктоцим П6-Л» от 0,001 до 0,1 см³/кг, для «Целлолюкс А» от 1 до 4 г/кг мезги), температуры в интервале 20–50 °С и продолжительности обработки от 0,5 до 4 ч. Оценку эффективности ферментных препаратов на стадии мацерации мезги проводили по выходу и скорости фильтрации сока.

Исследования свежих плодов, полуфабрикатов на разных этапах производства и готовой продукции выполнены с помощью стандартных и общепринятых методов:

- массовую долю растворимых сухих веществ (м.д. РСВ, %) в плодах определяли рефрактометрическим методом ГОСТ Р 51433 [90];
- массовую долю титруемых кислот (м.д. К, %) в пересчёте на яблочную кислоту (г/дм³) в плодах и соке – потенциометрическим титрованием по ГОСТ Р 51434 [91];
- массовую долю редуцирующих сахаров в соках (м.д. Сах., %) – методом прямого титрования по ГОСТ 8756.13–87 [101];
- содержание витамина С (%) в плодах – методом визуального титрования по ГОСТ 24556-89 [100];
- массовую концентрацию летучих кислот (г/дм³) – по ГОСТ 32001-2012 [99].

Статистическую обработку данных проводили по результатам 2-3 повторностей. В диапазоне измеряемых концентраций относительная погрешность находилась в пределах 5–13 % при доверительной вероятности 0,90.

Для обработки результатов эксперимента была использована программа Microsoft Excel – 2013.

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Известно, что плоды зимостойких сортов яблонь Сибири более богаты функциональными компонентами (витаминами С, Р, Е, β -каротином, терпеновыми, пектиновыми веществами, минеральными соединениями и др., чем сорта, произрастающие в западных регионах нашей страны [141, 146, 195, 198]. Это позволяет им лучше приспосабливаться к экстремальным климатическим условиям. Исследование состава местных сортов мелкоплодных яблок, определение их технологических параметров и направления переработки имеет большое значение для региона.

3.1 Характеристика плодов мелкоплодных яблонь Иркутской области

Для исследования выбрали 7 сортов районированных яблонь: Красная гроздь, Уральское наливное, Красноярский снежирёк, Красноярский сеянец, Лада, Пепинчик красноярский и Светлое. Руководствовались факторами: распространённость в садоводствах области, зимостойкость и урожайность. Отбор плодов в стадии съёмной зрелости вели на участке фермерского хозяйства «Иркутский садовод», урожая 2019 года.

3.1.1 Органолептическое описание плодов яблони изучаемых сортов

Описание плодов по органолептическим показателям и оценка на соответствие ГОСТ [83] приведена в таблице 3.1.

Всем сортам свойственен кисло-сладкий вкус и запах, соответствующий помологическому сорту. Различия складываются из соотношения кислоты и сладости, а также от присутствия во вкусе терпкости, горечи, вяжущей компоненты, пряности и аромата.

Дегустационную оценку соков проводили по 10 бальной шкале. Наиболее высокая дегустационная оценка у сортов «Лада» и «Красная гроздь» (9,5), а значительно меньшая – у сортов «Красноярский снежирёк» и «Пепинчик красноярский» (соответственно 8,3, 7,5).

Таблица 3.1 – Оценка плодов [41, 177]

Сорт яблок	Описание плодов	Органолеп- тическая оценка	Массовая доля плодов, не соот- ветствующих требованиям 1 сорта по ГОСТ 27572, %, не бо- лее:	
			Факт	Норма
Красная гроздь	плоды мелкие, средний вес 20 г, максималь- ный – 38 г, приплюснuto-округлые. Поверх- ность гладкая. Основная окраска жёлтая, по- кровная – тёмно-красная, занимающая более половины поверхности плода. Мякоть кре- мовая, кисловато-сладкая, сочная.	9,5	1,2	10,0
Уральское наливное	плоды мелкие, округлой формы, одномер- ные. Кожица гладкая, блестящая, зелено- вато-жёлтая. Плодоножка длинная. Мякоть плодов белая, нежная, сочная, кисло-слад- кая, очень приятная.	9,1	2,5	10,0
Краснояр- ский снегирёк	плоды мелкие, массой 25,0-35,0 г, округлые, с закрытой, маленькой чашечкой. Кожица гладкая, маслянистая, с налетом. Основная окраска зеленоватая, покровная красная, по всему плоду, размытая и полосатая. Мякоть зеленоватая, плотная, мелкозернистая, соч- ная, кисловато-сладкого вкуса, с ароматом средней интенсивности.	8,3	1,0	10,0
Краснояр- ский сеянец	плоды мелкие 20,0–30,0 г, приплюснuto- округлые. Основная окраска жёлто-зеленая, со слабым розовым румянцем. Мякоть кре- мовая, кисло-сладкая, с небольшой терпко- стью.	8,9	1,8	10,0
Лада	плоды мелкие, одномерные, плоскоокруг- лые. Окраска беловатая, по всей поверхности плода размыто-полосатый малиновый румя- нец. Кожица гладкая с налётом. Мякоть бе- лая, плотная, сочная. Вкус кисло-сладкий, со средним ароматом.	9,5	1,5	10,0
Пепинчик краснояр- ский	плоды 25–55 г, округло-конические. Основ- ная окраска светло-жёлтая, покровная – тёмно-красная. Мякоть плотная, мелкозер- нистая, сочная, очень хорошего винно-слад- кого вкуса.	7,5	2,0	10,0
Светлое	плоды 80–90 г. Окраска светло-зеленая, без покровной. Мякоть зеленоватая, рыхлая, очень сочная, кисло-сладкого вкуса с силь- ным ароматом.	8,7	1,8	10,0

Количество повреждённых плодов варьирует от 1,0 до 2,0 %, что значительно ниже нормируемого показателя (10 %). Свежие яблоки соответствуют требованиям первого товарного сорта по ГОСТ 27572 «Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия» [83].

3.1.2 Физико-химические показатели плодов

Физико-химические показатели плодов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Физико-химические показатели плодов ($M \pm m$, $n=3$)

Сорт яблок	Сухие вещества, %	Содержание сахара, г/100 см ³	Содержание титруемых кислот, г/дм ³
Красноярский сеянец	13,6 $\pm$ 0,5	12,3 $\pm$ 0,2	10,8 $\pm$ 0,7
Красная гроздь	13,8 $\pm$ 0,5	12,5 $\pm$ 0,2	7,2 $\pm$ 0,4
Уральское наливное	10,8 $\pm$ 0,4	7,0 $\pm$ 0,1	4,9 $\pm$ 0,3
Светлое	11,5 $\pm$ 0,4	6,0 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,3
Пепинчик	9,6 $\pm$ 0,3	5,0 $\pm$ 0,1	5,7 $\pm$ 0,4
красноярский			
Красноярский снежирёк	12,9 $\pm$ 0,5	11,7 $\pm$ 0,2	10,6 $\pm$ 0,7
Лада	12,0 $\pm$ 0,4	10,8 $\pm$ 0,2	6,9 $\pm$ 0,5

Из приведённых данных видно, что содержание сухих веществ (СВ) в плодах во многом зависит от сорта. Больше СВ содержится в сорте «Красная гроздь» (13,8), меньше – в сорте «Пепинчик красноярский» (9,6).

В изучаемых сортах сахар варьирует от 5,0 до 12,5 г/100 см³. Наибольшее содержание сахаров в сорте «Красная гроздь» (12,5) и наименьшее в сорте «Пепинчик красноярский» (5,0).

Помимо сахаров на вкус влияет и содержание кислот. Проведённые исследования показали, что кислотность варьировала по сортам от 4,8 до 10,8. Это свидетельствует о том, что изученные сорта относятся к высоко кислотным. Наибольшим содержанием отличаются сорта «Красноярский сеянец» (10,8), средним – «Красная гроздь» (7,2) и низким – «Уральское наливное» (4,9). Высокое содержание кислот и среднее значение сахаристости плодов несколько снижают органолептические показатели [158].

3.1.3 Минеральный состав плодов

Содержание минеральных веществ зависит от многих факторов, но наибольшее значение имеют экологические условия местности и агротехника.

По данным РФА в воздушно-сухом материале плодов Красноярский снежирёк обнаружены следующие макроэлементы, приведённые в таблице 3.3. Микроэлементы, присутствующие в плодах приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.3 – Макроэлементы, присутствующие в плодах сорта Красноярский снежирёк ($M \pm m$, $n=2$)

Наименование	K	P	Ca	Mg	Si	Mn	Na	Fe	Al	S
Значение, % на а.с.м.	0,762	0,141	0,099	0,056	0,012	0,01	0,008	0,006	0,002	0,05

Как видно из полученных результатов среди макроэлементов в наибольшем количестве найдены K – 0,762, P – 0,141, Ca – 0,099 и Mg – 0,056. По литературным данным калий необходим для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы человека. Ребёнку необходимо в день употреблять 16 – 30 мг на 1 кг массы тела, для взрослого человека – 1,5–2,5 грамма, при этом необходимый минимум составляет 1 грамм. Во время физических нагрузок и беременности потребность в нём может возрасти до 3,5 грамм в сутки. Потребность в калии различается по сезонам: возрастает весной, а осенью снижается. Токсическая доза для человека составляет 6 грамм, а летальная – 14 грамм. Кальций, фосфор и магний необходим для нормального функционирования иммунной системы, сокращения мышц и построения костной ткани человека. Остальные компоненты найдены в меньшем количестве, но их значение для организма не менее важно. Ионы натрия существенно влияют на проведение импульсов в нервной системе. Главной биологической функцией марганца и железа является участие в тканевом дыхании и кроветворении. Кремний – укрепляет сосуды, суставы, необходим для усвоения кальция [16, 27].

Таблица 3.4 – Микроэлементы, присутствующие в плодах сорта Красноярский снежирёк ($M \pm m$, $n=2$)

Наименование	Ti	Cr	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Ba	Pb
Значение, мкг/г	< 4	7	2	< 8	15	8	9	16	< 3

Медь, цинк, свинец при высоком содержании являются токсичными элементами. Причиной может служить окружающая среда. Для производства функциональных продуктов следует использовать сырьё, которое соответствует по показателям безопасности требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Дополнительно были проведены исследования по этим показателям. Результаты приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Содержание токсичных элементов и пестицидов в плодах сорта Красноярский снежирёк ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование показателя (характеристик) и критерий соответствия по НД	Пункт требований НД	Метод исследования	Результат испытания и/или вывод о соответствии
Токсичные элементы			
Свинец (не более 0,4 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	ГОСТ 26932-86	0,002±0,001
Мышьяк (не более 0,2 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	ГОСТ 26930-86	0,002±0,001
Кадмий (не более 0,03 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	ГОСТ 26933-86	0,001±0,001
Ртуть (не более 0,02 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	ГОСТ 26927-86	не обнаружено
Пестициды			
ДДТ и его метаболиты (не более 0,1 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	МУ 4120-86 (газохроматографический метод)	0,003±0,015
Гексахлорциклопексан (альфа-, бета-, гамма- изомеры) (не более 0,05 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	МУ 4120-86 (газохроматографический метод)	0,003±0,015

Из полученных данных видно, что исследуемые плоды соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

3.1.4 Содержание и состав пектиновых веществ в изучаемых сортах

По полученным данным (табл. 3.6) количество пектиновых веществ варьирует от 0,9 % (Пепинчик красноярский) до 1,4 % (Лада).

Таблица 3.6 – Содержание пектиновых веществ в плодах ($M \pm m$, $n=3$)

Сорт яблок	Массовая доля пектиновых веществ, % на сырую массу плодов	Массовая доля протопектина, % на сырую массу мякоти и семян
Красноярский сеянец	1,0 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,2
Красная гроздь	1,2 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,3
Уральское наливное	1,1 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,3
Светлое	1,0 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,2
Пепинчик красноярский	0,9 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,2
Красноярский снежирёк	1,0 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,2
Лада	1,4 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,3

Из них на протопектин, выделенный из сырых выжимок (в основном это кожица и семена) приходится 65–70 %. Соответственно оставшееся количество содержится в мякоти плодов (25–29 %).

Фракционный состав пектиновых веществ приведён в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Состав пектиновых веществ изучаемых сортов ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование показателя	Сорт яблок				
	Красная гроздь	Красноярский снежирёк	Красноярский сеянец	Лада	Уральское наливное
Уронидная составляющая, % к массе пектина	42,4 $\pm$ 0,2	45,0 $\pm$ 0,2	46,0 $\pm$ 0,2	43,3 $\pm$ 0,2	44,1 $\pm$ 0,2
Степень этерификации, %	33 $\pm$ 0,1	46 $\pm$ 0,2	47 $\pm$ 0,2	46 $\pm$ 0,2	46 $\pm$ 0,2
Содержание свободных карбоксильных групп, %	17,6 $\pm$ 0,6	14,5 $\pm$ 0,5	11,2 $\pm$ 0,4	11,5 $\pm$ 0,4	11,4 $\pm$ 0,4
Сорбционная способность пектинов, мг Pb ²⁺	124 $\pm$ 1,6	93 $\pm$ 0,8	92 $\pm$ 0,8	120 $\pm$ 1,6	92 $\pm$ 0,8
Полная статистическая обменная ёмкость пектинов, мг-экв/г CaCl ₂	38,2 $\pm$ 0,2	35,8 $\pm$ 0,2	35,5 $\pm$ 0,2	37,7 $\pm$ 0,2	35,8 $\pm$ 0,2
Общая зола пектинов, %	16,5 $\pm$ 0,7	15,8 $\pm$ 0,7	16,3 $\pm$ 0,7	16,5 $\pm$ 0,7	16,2 $\pm$ 0,7

Выделенный гидратопектин имеет высокую зольность. Содержание общей золы в пектинах изменяется от 15,8 % (Красноярский снежирёк) до 16,5 % (Красная гроздь и Лада).

Самым высоким содержанием карбоксильных групп отличается сорт Красная гроздь. Установлено, что примерно 60 % карбоксильных групп связаны с металлами и только 30 % находится в этерифицированной форме.

Высокое значение уронидной составляющей свидетельствует о высоком содержании галактуроновой кислоты у сортов Красноярский сеянец и Уральское наливное. Наиболее низкая у сортов Красная гроздь и Лада.

Степень этерификации ранних сортов (Красная гроздь) выше, чем поздних и согласуется с содержанием карбоксильных групп.

Высокой сорбционной способностью отличаются сорта Красная гроздь, и Лада, наименьшей – Красноярский сеянец.

При определении показателя полной статической обменной ёмкости учитывали все карбоксильные группы пектинов: как свободные, так и замещённые катионами металлов, а также связанные с аминокислотами, полифенолами и др. Определяли по хлориду кальция. Наибольшее значение 38,2 мг-экв/г CaCl_2 у сорта Красная гроздь свидетельствует о большей способности пектиновых соединений данного сорта к обмену на токсичные металлы и меньшая (35,5 мг-экв/г CaCl_2) у сорта Красноярский сеянец.

3.1.5 Исследования наличия микроорганизмов на поверхности плодов

На поверхности плодов находятся различные микроорганизмы, которые могут вызывать порчу соков. По мере созревания их количество возрастает. Исследование смывов с кожицы плодов показало, что на 100 г яблок приходится от 400 тыс. до 2 млн. микроорганизмов. Среди них идентифицированы: плодовые дрожжи, уксусные, молочнокислые бактерии и плесневые грибы. Чтобы не допустить порчи соков необходимо тщательно мыть плоды, поступающие на переработку.

Процесс мойки был смоделирован в лабораторных условиях: плоды замачивали в ёмкости с водой на 15 минут (температура воды 18–22 °C). В нижнюю часть через распылительное устройство компрессором подавали воздух, периодически (1 раз в 5 минут) перемешивали. Затем яблоки выгружали на решётку и споласкивали проточной водой.

Результаты проверки средней пробы от всех исследуемых образцов на соответствие ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Микробиологические показатели безопасности плодов, отобранных на коллекционном участке СИФИБР СО РАН Иркутской области, урожая 2018-2020 гг ($M \pm m$, $n=2$)

Наименование показателя (характеристик) и критерий соответствия по НД	Пункт требований НД	Метод исследования	Результат испытания (наблюдения) и/или вывод о соответствии
Наличие яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших (не допускается)	ТР ТС 021/2011 (ст. 7 п.11)	МУК 4.2.3016-2012	Не обнаружено
КМАФАнМ (допустимые уровни КОЕ/г, не более 5×10^4)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.15-94	2×10^2
Дрожжи (допустимые уровни КОЕ/г, не более 200)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.12-2013	15
Плесени (допустимые уровни КОЕ/г, не более 500)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.12-2013	10
БГКП (колиформы) (масса продукта (см^3 , г), в которой не допускается 0,1)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 31747-2012 (ГОСТ Р 52816-2007)	Не обнаружено

Из полученных данных видно, что по микробиологическим показателям безопасности плоды соответствуют ТР ТС 021/2011.

Тем не менее чтобы не допустить порчи соков необходимо тщательно мыть плоды, поступающие на переработку.

Вымытые плоды были проверены на микробиологические показатели безопасности (табл. 3.9).

Таблица 3.9 – Микробиологические показатели безопасности плодов после мойки (n=3)

Результаты испытаний	Наименование сорта яблок						
	Красноярский сеянец	Красная гроздь	Уральское наливное	Светлое	Пепинчик красноярский	Красноярский снегирёк	Лада
Наличие яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших (не допускается)	Не обнаружено						
КМАФАнМ (допустимые уровни КОЕ/г, не более 5×10^4)	Не обнаружено						
Дрожжи (допустимые уровни КОЕ/г, не более 200)	Не обнаружено						
Плесени (допустимые уровни КОЕ/г, не более 500)	Не обнаружено						
БГКП (колиформы) (масса продукта (см ³ , г), в которой не допускается 0,1)	Не обнаружено						

Полученные данные подтверждают результативность режима мойки.

Таким образом, в результате исследования органолептических и физико-химических показателей плодов изучаемых сортов установлено, что плоды мелкоплодных яблок, выращенных в Иркутской области, относятся к высоко кислотным сортам. Высокое содержание кислот, фенольных соединений (определяющих терпкий вкус) и среднее содержание сахаров снижает их дегустационную оценку. Следовательно, плоды лучше пускать на переработку.

Изучение состава и свойств пектиновых веществ, показало, что наибольшей статистической обменной ёмкостью по CaCl_2 , обладают пектиновые вещества сортов Красная гроздь и Лада. Это свидетельствует о большей способности выводить из организма тяжёлые металлы. У всех сортов степень этерификации пектиновых веществ ниже 50, что говорит об их высокой желирующей способности.

3.2 Изучение влияния технологических параметров на выход и качественные показатели сока

Переработка яблок для получения сока включает цикл технологических приёмов: доставка и хранение сырья, мойка, инспекция, измельчение, при необходимости обработка мезги, прессование и осветление сока.

3.2.1 Влияние условий хранения на выход сока

Изучая влияние условий хранения сравнивали выход сока из плодов в день сбора, после хранения в течении 7 суток при температуре хранения 20 °С и при температуре хранения минус 15 °С. Для измельчения использовали ножевую дробилку «ИЗМ-102». Мезгу отжимали на гидравлическом прессе «Hobbi Juice», давление 0,6 МПа. Выход сока показан в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Зависимость выхода сока от условий хранения (n=3)

Наименование сорта яблок	Выход сока в зависимости от условий хранения, %		
	Без хранения	7 суток, 20 °С	7 суток, –15 °С.
Красноярский сеянец	57,0	55,0	60,5
Красная гроздь	55,0	53,5	59,0
Уральское наливное	60,0	57,0	65,0
Светлое	52,0	51,5	56,0
Пепинчик красноярский	61,0	60,5	64,0
Красноярский снежирёк	60,5	59,0	63,0
Лада	56,0	55,0	58,0
Средний выход сока	57,4	55,9	60,7

Выход сока варьировал от 52 % до 64 %. Наибольшим выходом сока отличаются сорта Пепинчик красноярский (61,0), Красноярский снежирёк (60,5) и Уральское наливное (60,0). Самый низкий – у плодов сорта Светлое (52,0 %). В результате хранения при температуре 20 °С наблюдали снижение выхода на 1,5 %, возможной причиной является потеря влаги. Хранение при минусовых температурах увеличивает выход сока на 4,9 %. После размораживания плодовая ткань становится мягкой и хорошо отдает сок.

Таким образом, если позволяют условия, плоды лучше хранить в замороженном виде (7 суток). При этом по литературным данным органолептические и физико-химические показатели существенно не изменяются [79, 149, 195].

3.2.2 Влияние ферментативного гидролиза на выход сока

Плодовая ткань может быть разрушена механическим, температурным воздействием или действием ферментов. С этой целью изучали влияние нативных ферментов и внесённых ферментных препаратов пектолитического (Фруктоцим П6-Л) и цитолитического (Целлолюкс А) действия. Время действия и дозировку ферментных препаратов на данном этапе брали по рекомендации, приведённой в нормативных сопроводительных документах. Перед обработкой свежие плоды яблок предварительно измельчали на ручной овощерезке до размеров 1-5 мм. Условия обработки приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Условия обработки мезги ферментными препаратами (n=3)

Выход сока в зависимости от условий ферментативного гидролиза мезги, %.	Наименование сорта яблок							
	Краснояр- ский сеянец	Красная гроздь	Уральское наливное	Светлое	Пепинчик красноярский	Краснояр- ский снеги- рок	Лада	Средний выход сока
Контроль	57,0	55,0	60,0	52,0	61,0	60,5	56,0	57,4
Нативные ферменты, 12 ч, 40 °С	60,0	58,5	64,3	55,7	63,2	62,6	59,4	60,5
Фруктоцим П6-Л, 12 ч, 40 °С, 0,005 см ³ /кг	64,2	62,2	68,8	59,4	66,4	65,7	58,7	63,6
Целлолюкс А, 12 ч, 50° С, 3,0 г/кг	64,9	63,5	69,3	61,7	67,2	66,6	57,4	64,8
Фруктоцим П6-Л, 0,005 см ³ /кг + Целлолюкс А, 3,0 г/кг, 12 ч, 40 °С	66,8	65,3	70,2	63,6	69,5	68,4	58,1	66,0

Как видно из полученных данных, действие ФП увеличивает выход сока в интервале от 55,7 % (Светлое) до 70,2 % (Уральское наливное).

Наибольшее увеличение выхода сока (12,1 %) получено при совместном действии ферментных препаратов Фруктоцим П6-Л и Целлолюкс А. Наименьший выход сока (8,6 %) при действии нативных ферментов.

Для сорта Уральское наливное с самым высоким выходом сока уточняли дозировку ФП (табл. 3.12).

Таблица 3.12 – Зависимость выхода сока от дозировки ферментных препаратов (n=3)

Фруктоцим П6-Л		Целлюлюкс А	
Доза ФП, см ³ /кг	Выход сока, %	Доза ФП, г/кг	Выход сока, %
0	60,0	0	60
0,001	65,3	1,5	66,8
0,003	68,8	2,2	67,1
0,005	68,0	3,0	68,8
0,010	67,4	4,5	69,3
0,013	67,1	5,2	68,7
0,015	66,8	6,0	67,3

Из полученных данных следует, что оптимальная концентрация, обеспечивающая в данных условиях максимальный выход сока для ФП Фруктоцим П6-Л составила 0,003 см³/кг, а для Целлюлюкс А 4,5 г/кг.

На следующем этапе определяли оптимальную продолжительность обработки. Зависимость выхода сока от температуры и времени действия ФП показана в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Зависимость выхода сока от температуры и продолжительности действия ФП (n=3)

Продолжительность обработки ФП, ч	Температура, °С			
	20	30	40	50
	Выход сока, %			
0	60	-	-	-
2	61,4	67,3	69,4	69,3
4	62,3	69,7	69,6	69,1
6	64,5	69,9	69,5	68,1
8	65,3	69,8	68,3	67,7
10	66,1	68,6	67,8	66,3
12	68,6	67,4	66,1	62,4
14	68,8	66,9	65,4	61,5
16	68,9	65,2	64,2	60,6

Полученные данные показывают, что при повышении температуры время контакта мезги с ФП необходимое для максимального выхода сока сокращается. Наибольший выход сока получен при температурах в интервале 30–40 °С и продолжительности от 2 до 4 ч.

При увеличении температуры до 50 °С уже через 2 ч выход сока начинает приближаться к максимальному, однако, воздействие повышенных температур нежелательно из-за увеличения скорости окислительных процессов.

3.2.3 Обработка полученных данных

Обработку полученных данных выполняли в пакете Statgraphics Plus. По наибольшему значению коэффициента детерминации R^2 , % выявлялся вид регрессионной модели. Значение R^2 показывает, сколько процентов экспериментальных данных описывается найденным уравнением регрессии. Скорректированный коэффициент детерминации R^2_c , % использовали для оценки тесноты связи между независимой и зависимой переменными, а среднеквадратическую σ и абсолютную Δ ошибки – для оценки точности модели. По критерию Дарбина-Уотсона DW судили об отсутствии автокорреляции в опытных данных. Критерии адекватности полученных регрессионных моделей приведены в таблице 3.12.

Зависимость выхода сока v от дозировки d ферментного препарата (ФП) Фруктоцим П6-Л описывается моделью (1) представлена на рисунке 3.1.

$$v = 60,707 + 112,759 \times d^{0,5} - 36776,5 \times d^2. \quad (1)$$

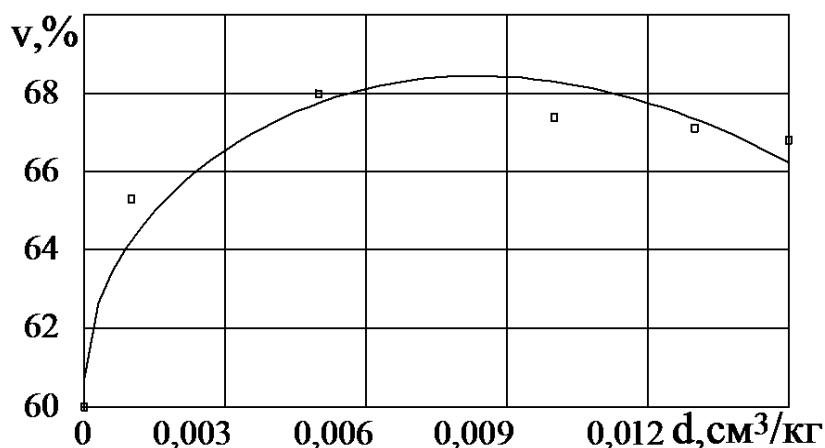


Рисунок 3.1 – Зависимость выхода сока от дозировки ферментного препарата Фруктоцим П6-Л

На рисунке 3.2 представлено сравнение вычисленных по модели (1) значений v_p с экспериментальными данными $v_э$.

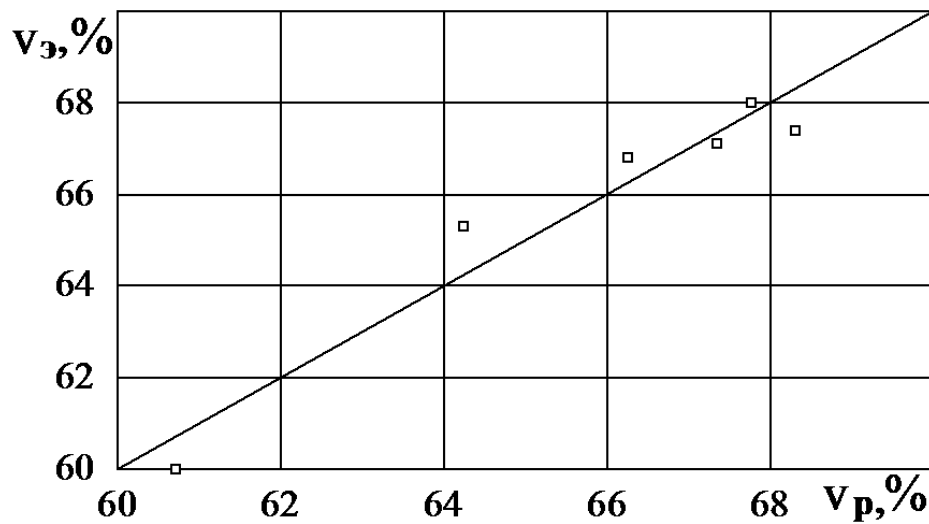


Рисунок 3.2 – Сравнение вычисленных по модели (1) значений v_p с экспериментальными данными v_z

Зависимость выхода сока v_z от дозировки d_z ферментного препарата Целлюлюкс А описывается моделью (2) представлена на рисунке 3.3.

$$v_z = 60,131 + 114,13 \times d_z^{0.5} - 34355,8 \times d_z^2. \quad (2)$$

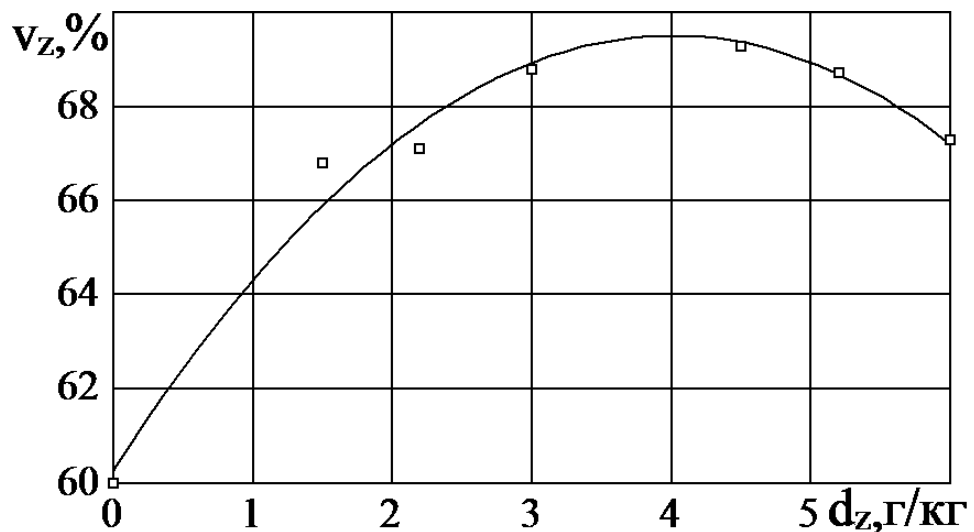


Рисунок 3.3 – Зависимость выхода сока от дозировки ферментного препарата Целлюлюкс А

На рисунке 3.4 представлено сравнение вычисленных по модели (2) значений v_{zp} с экспериментальными данными $v_{z\phi}$.

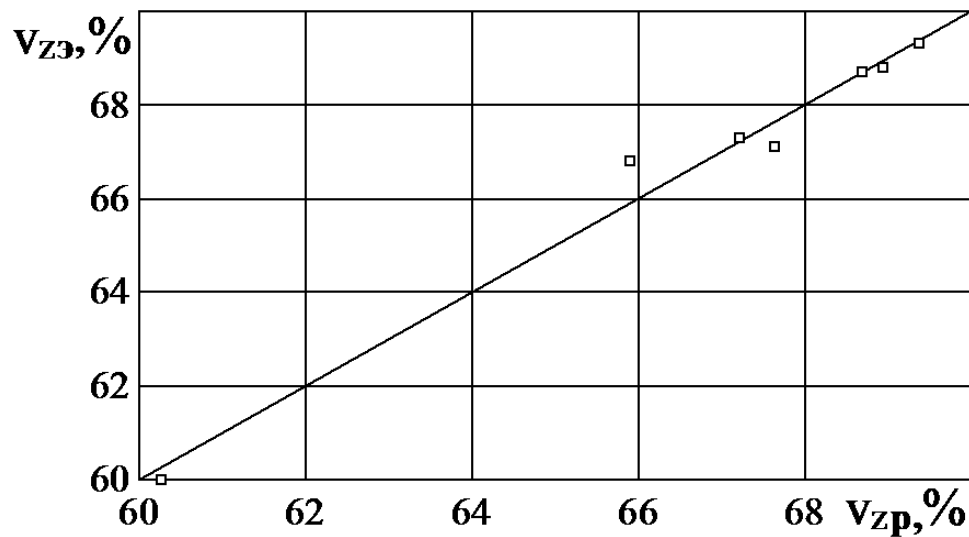


Рисунок 3.4 – Сравнение вычисленных по модели (2) значений v_{zp} с экспериментальными данными v_{z3}

Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $T_c = 20^\circ\text{C}$ описывается линейной моделью (3) и дана на рисунке 3.5.

$$v = 60,30 + 0,60 \times t. \quad (3)$$

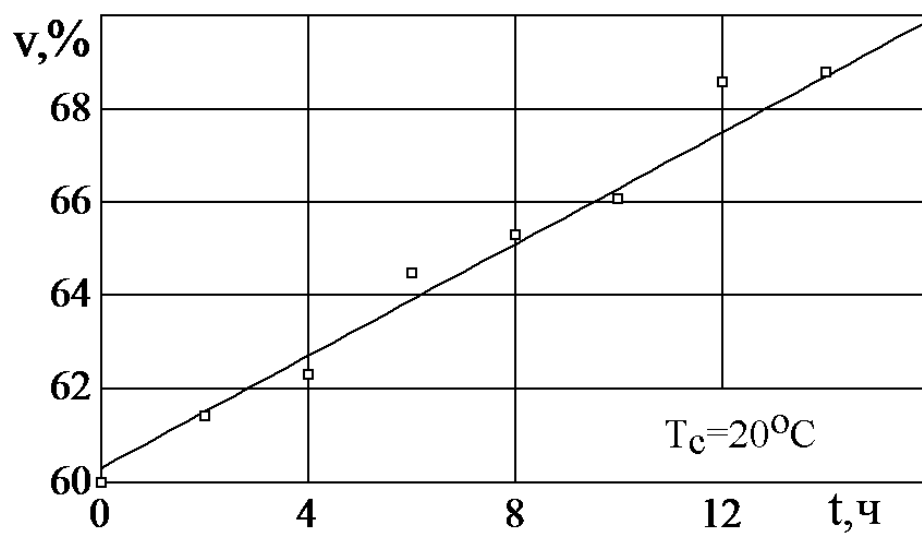


Рисунок 3.5 – Зависимость выхода сока от времени t действия ФП

На рисунке 3.6 представлено сравнение вычисленных по модели (3) значений v_p с экспериментальными данными v_3 .

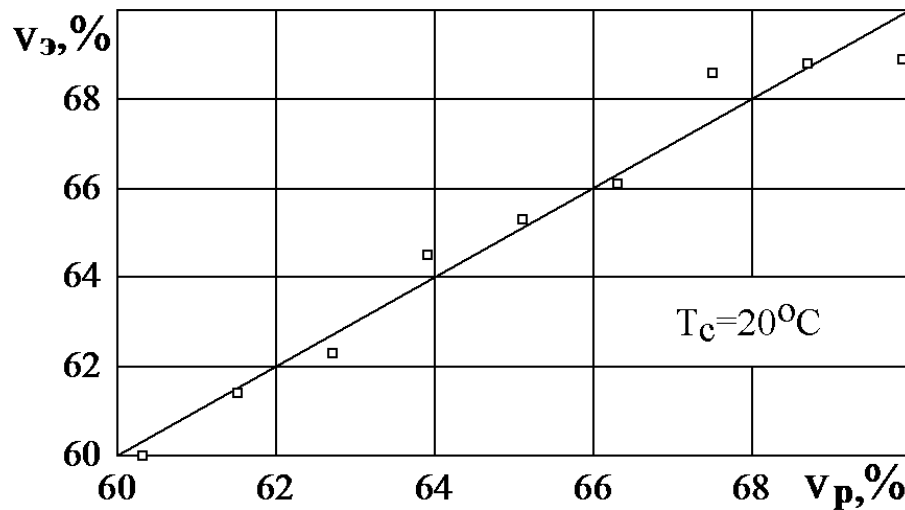


Рисунок 3.6 – Сравнение вычисленных по модели (3) значений v_p с экспериментальными данными v_3

Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $T_c = 30\text{ }^\circ\text{C}$ описывается нелинейной моделью (4) и дана на рисунке 3.7.

$$v = 63,637 + 3,605 \times t^{0,5} - 0,043 \times t^2. \quad (4)$$

Из рисунка 3.7 следует, что наибольший выход сока будет при времени t действия ФП до 8 час.

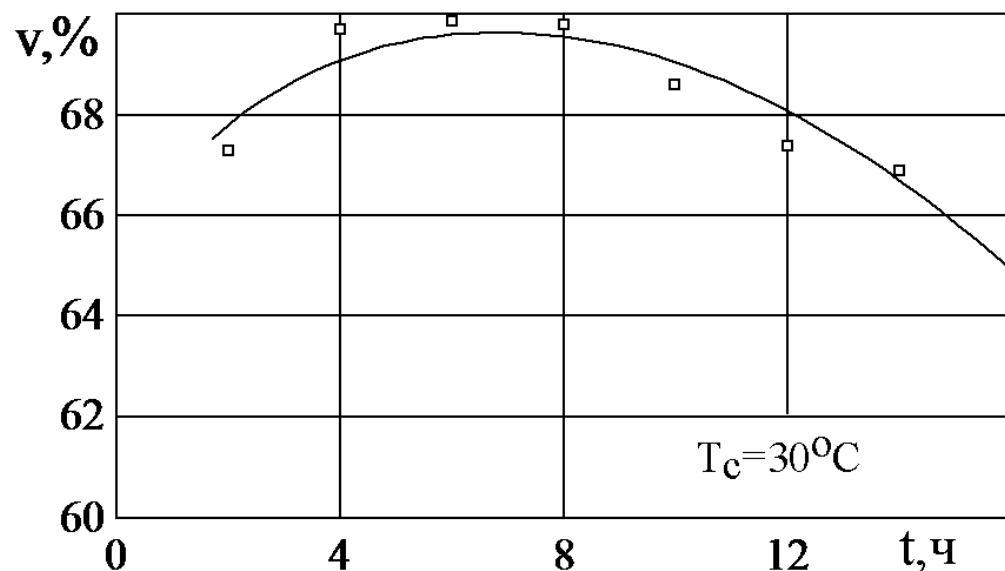


Рисунок 3.7 – Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $30\text{ }^\circ\text{C}$

На рисунке 3.8 представлено сравнение вычисленных по модели (4) значений v_p с экспериментальными данными v_3 .

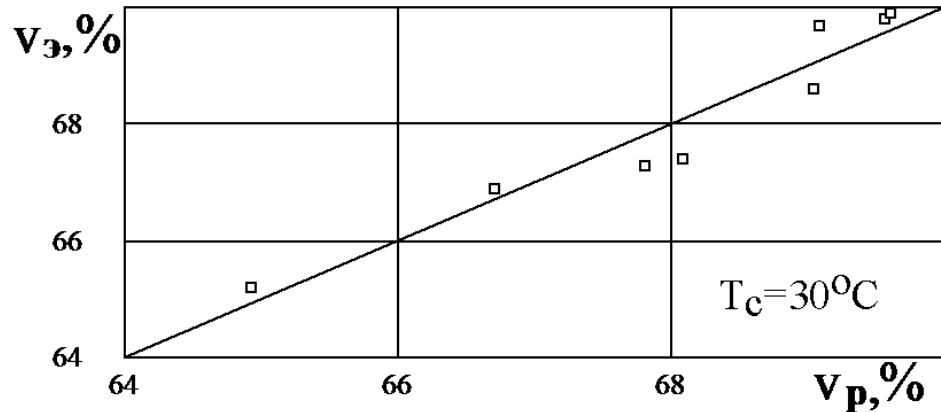


Рисунок 3.8 – Сравнение вычисленных по модели (4) значений v_p с экспериментальными данными v_3

Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $T_c = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ описывается нелинейной моделью (5) и дана на рисунке 3.9.

$$v = 69,354 + 0,255 \times t^{0.5} - 0,025 \times t^2. \quad (5)$$

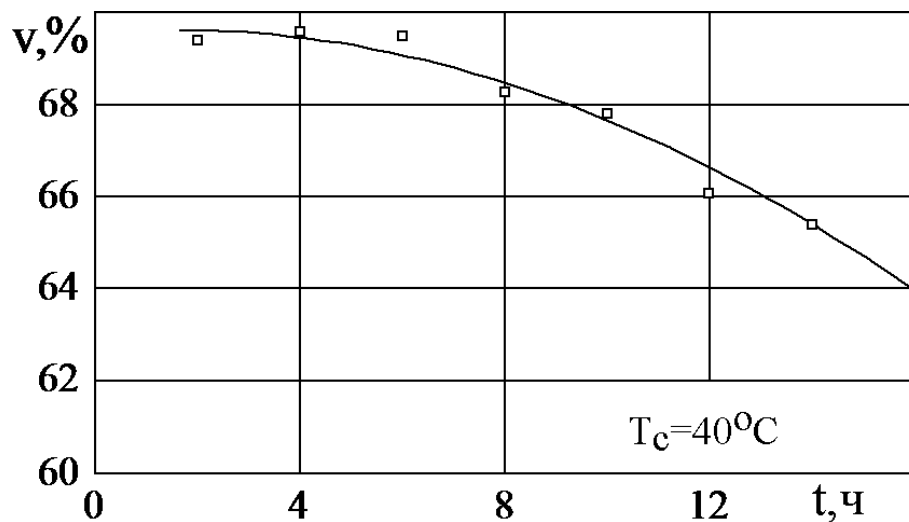


Рисунок 3.9 – Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Из рисунка 3.9 видно, время действия ФП при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно ограничить 5 час.

На рисунке 3.10 представлено сравнение вычисленных по модели (5) значений v_p с экспериментальными данными v_3 .

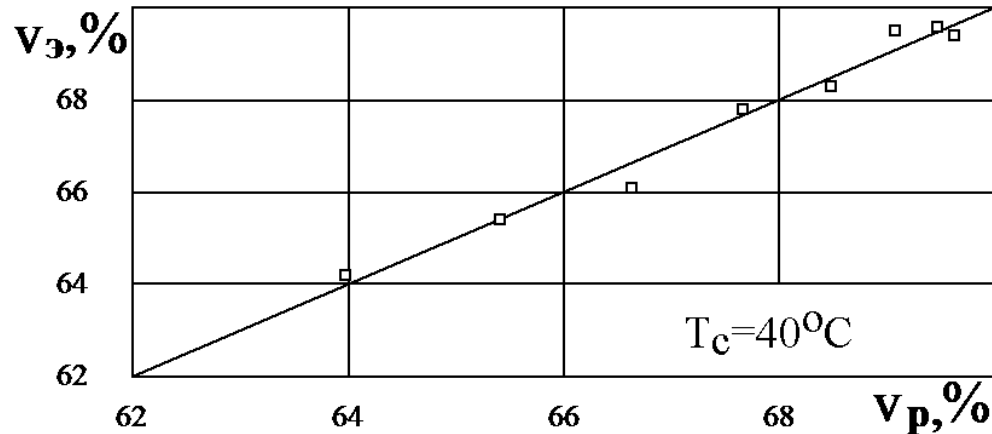


Рисунок 3.10 – Сравнение вычисленных по модели (5) значений v_p с экспериментальными данными v_3

Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $T_c = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ описывается нелинейной моделью (6) и дана на рисунке 3.11.

$$v = 70,118 - 0,291 \times t^{0.5} - 0,036 \times t^2. \quad (6)$$

Из рисунка 3.11 видно, время действия ФП при температуре $40 \text{ } ^\circ\text{C}$ можно ограничить 4 час.

На рисунке 3.12 представлено сравнение вычисленных по модели (6) значений v_p с экспериментальными данными v_3 .

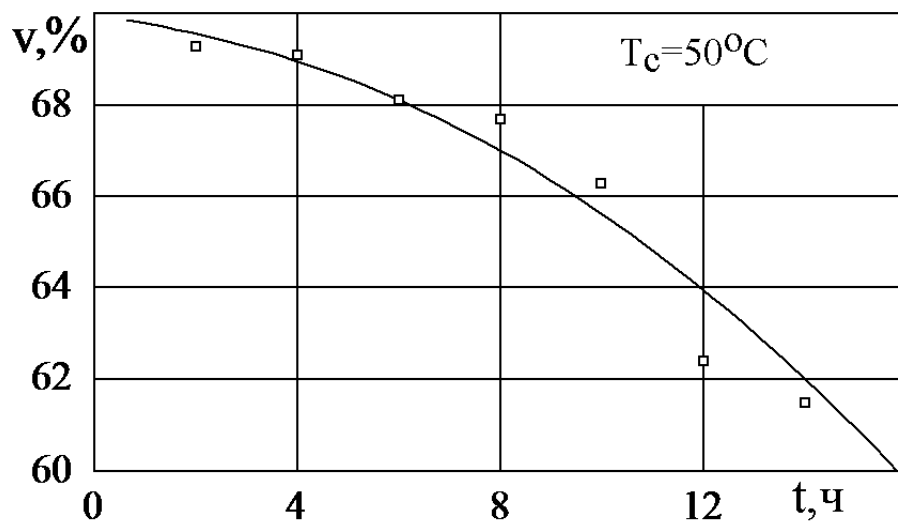


Рисунок 3.11 – Зависимость выхода сока от времени t действия ФП при температуре $50 \text{ } ^\circ\text{C}$

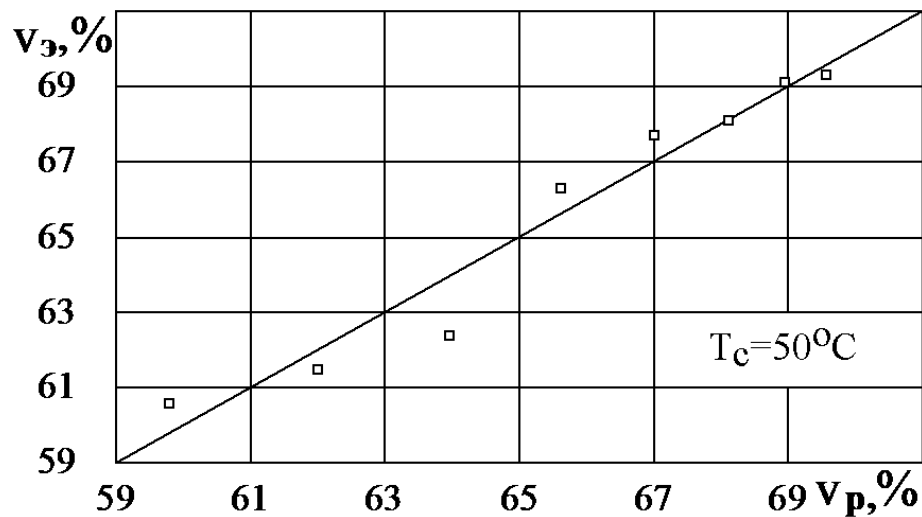


Рисунок 3.12 – Сравнение вычисленных по модели (6) значений v_p с экспериментальными данными v_3

Судя по рисункам (3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 3.10, 3.12) и критериям адекватности полученные модели достаточно точны и описывают 92,0- 97,89 % экспериментальных данных (табл. 3.14).

Таблица 3.14 – Критерии адекватности регрессионных моделей

Номер модели	R^2 , %	R^2_c , %	DW	σ	Δ
(1)	93,45	89,08	1,38	0,980	0,853
(2)	97,29	94,58	0,99	0,770	0,925
(3)	96,73	96,26	1,83	0,646	0,444
(4)	92,00	89,07	1,71	0,556	0,406
(5)	97,89	97,05	2,30	0,356	0,232
(6)	95,09	93,13	1,95	0,935	0,584

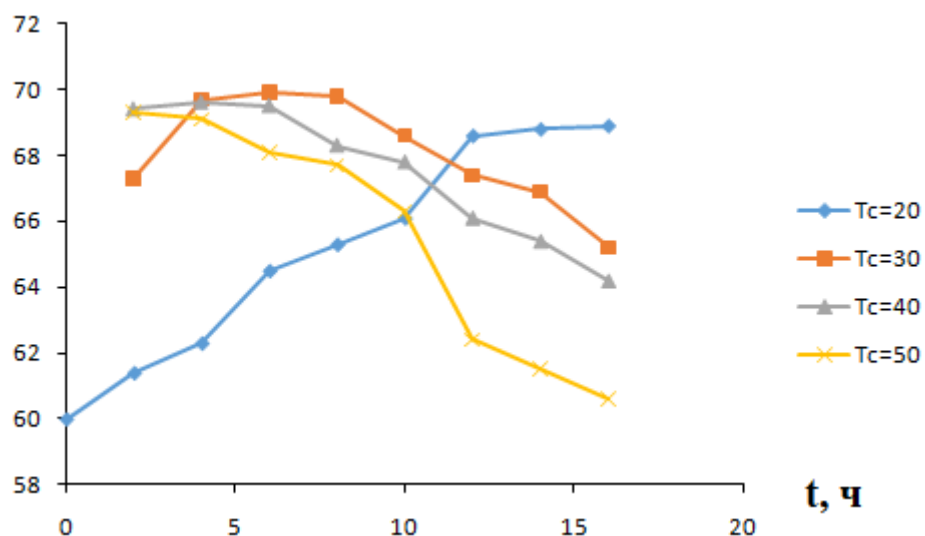


Рисунок 3.13 – Зависимость выхода сока от продолжительности t действия ФП при различных температурах ведения процесса

Как видно из рисунка 3.13, повышение температуры рабочей среды интенсифицирует процесс получения сока и существенно сокращает время ведения процесса.

Зависимости выхода сока от времени t действия ФП при температурах ведения процесса 30 – 50 °С описываются нелинейной моделью вида

$$v = A + B \times t^{0.5} + C \times t^2. \quad (7)$$

Значение коэффициентов модели (7) приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Значение коэффициентов модели (7) для различной температуры T_c ведения процесса

$T_c, ^\circ\text{C}$	A	B	C
30	63,637	3,605	– 0,043
40	69,354	0,255	– 0,025
50	70,118	– 0,291	– 0,036

3.2.4 Исследование состава сока

В пищевой промышленности все сорта яблок принято делить на столовые и технические. Это деление носит условный характер, так как многие сорта могут быть использованы для различных целей и большинство, по-видимому, пригодно для производства соков. Хотя специальных исследований до сих пор выполнено недостаточно.

Для изучения технологических и физико-химических показателей сока изучаемых сортов, свежие плоды яблок измельчали (1-5 мм), мезгу обрабатывали ферментными препаратами (Фруктозим П6-Л 0,003 см³/кг, Целлолюкс А 4,5 г/кг; при 30–40 °С от 2 до 4 ч). Сок извлекали с помощью гидравлического пресса «Нобби Juice» (максимальное давление 0,6 МПа).

Полученный сок представляет собой прозрачную жидкость светло-соломенного цвета с зеленоватым оттенком. Имеет характерный плодовой аромат, умеренно кислый и терпкий вкус. Основу экстрактивных веществ составляют сахара и кислоты. Физико-химические показатели сока приведены в табл. 3.16.

Таблица 3.16 – Физико-химические показатели сока ($M \pm m$, $n=3$)

Сорт яблок	Сухие вещества, %	Сахара, г/100 см ³	Титруемые кислоты, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс	Витамин С, мг/100 см ³ .	Сумма фенольных соединений, г/дм ³
Красноярский сеянец	13,6±0,5	12,3±0,2	10,8±0,7	11,4±0,7	11,4±0,2	1,1±0,5
Красная гроздь	13,8±0,5	12,5±0,2	7,2±0,5	17,4±1,1	17,4±0,4	1,7±0,7
Уральское наливное	10,8±0,3	7,0±0,1	4,9±0,3	14,3±0,9	14,3±0,3	1,4±0,6
Светлое	11,5±0,4	6,0±0,1	4,8±0,3	12,5±0,8	12,4±0,2	1,2±0,5
Пепинчик красноярский	10,0±0,3	5,0±0,1	5,7±0,4	8,8±0,6	8,8±0,2	0,9±0,4
Красноярский снегирёк	12,9±0,4	11,7±0,2	10,6±0,7	11,3±0,7	11,0±0,2	1,1±0,5
Лада	12,0±0,4	10,8±0,2	6,9±0,4	15,6±1,0	15,6±0,3	1,6±0,7
Среднее значение	11,0±0,4	8,5±0,1	6,5±0,4	13,0±0,8	13,0±0,3	1,3±0,6

Из полученных данных видно, что исследуемые яблочные соки существенно различаются по физико-химическим показателям. Содержание сухих веществ в среднем составило 10,9 % и варьирует в пределах 13,8 – 10,0 %, что в основном больше регламентированного минимального значения 10 % и соответствует показателем (ГОСТ Р 52184-2003. Соки фруктовые прямого отжима) [90].

Содержание титруемых кислот в соках тоже является нормируемым показателем. В изучаемых образцах титруемая кислотность изменяется от 4,8 г/ дм³ (Светлое) до 10,8 г/ дм³ (Красноярский сеянец). Это соответствует ГОСТ [91], по которому в соках из плодов ранних сроков созревания титруемых кислот должно быть 0,3–1,2 %, а поздних сроков – 0,4–1,4 %.

Массовая доля сахаров в соке не нормируется, но является важным технологическим показателем, так как определяет органолептическое восприятие, маскирует высокую кислотность. Наибольшее содержание сахаров в соке из яблок Красная гроздь (12,5 %), менее сахаристым был сок сорта Пепинчик красноярский (9,6 %).

По мнению ряда авторов, наиболее пригодными для производства соков являются сорта, сахарокислотный индекс которых равен 10–15 ед., содержание органических кислот 6 – 9 г/дм³, сахаров выше 9 % [65]. Этим показателям соответ-

ствуют не все сорта. Отклонение по сахару имеют соки у сортов Светлое и Пепинчик красноярский, по кислотности – Красноярский сеянец и Красноярский снегирёк и по сахарокислотному индексу – Пепинчик красноярский. Тем не менее, их можно использовать в купажах с менее кислыми соками.

Содержание фенольных соединений не относится к нормируемым показателям, но определяет пищевую и функциональную ценность соков. Их количество зависит от содержания в исходном сырье, технологических режимов переработки, активности ферментов (полифенолоксидазы и пероксидазы). Для изучаемых сортов изменяется в диапазоне от 1,7 (Красная гроздь) до 0,9 (Пепинчик красноярский) г/дм³.

Компонентный состав фенольных соединений в соке из яблок сорта Красноярский снегирёк, а также в его эфирном экстракте, представлен в таблице 3.17 [154].

Таблица 3.17 – Состав фенольных соединений в соке из яблок сорта Красноярский снегирёк и его эфирном экстракте по результатам ВЭЖХ-МС

Название	T _R (MS), мин	[M+H] ⁺ _T еор.	УФ _{max} , нм	Эфирный экстракт яблочного сока	Яблочный сок
Фенолкарбоновые кислоты:					
Хлорогеновая кислота (1)	4.1	355.102	326	+	+
Кофейная кислота (2)	5.0	181.050	325	+	+
4-паракумаровая кислота (3)	6.1	339.107	312	+	+
Производные дигидрохалконов:					
Ксилозид-флоретина (4)	14.2	569.187	284	-	+
Флоридзин (5)	15.1	437.144	284	+	+
Флоретин (6)	15.4	275.091	286	+	+
Флаван-3-олы:					
(+) катехин (7)	9.5	291.086	278	+	+
(-) эпикатехин (8)	12.6	291.086	278	+	+
Флавонолы и их гликозиды:					
Глюкозид-кверцетина (изокверцитрин) (9)	13.1	465.103	354	-	+
Галактозид кверцетина (10)	13.4	465.103	355	-	+
Ксилозид кверцетина (11)	13.3	435.092	356	+	+
Арабинозид кверцетина (12)	13.9	435.092	354	+	+
Рамнозид кверцетина (кверцитрин) (13)	14.6	449.108	350	+	+
Кверцетин (14)	17.2	303.050	372	+	+
Рутинозид кверцетина (рутин) (15)	12.5	611.161	356	-	+

Данные получены на основе хроматографии сока и его эфирной фракции путем извлечения выбранного ионного тока (EIC, extracted-ion chromatogram) из полного ионного тока (TIC) (рис. 3.14).

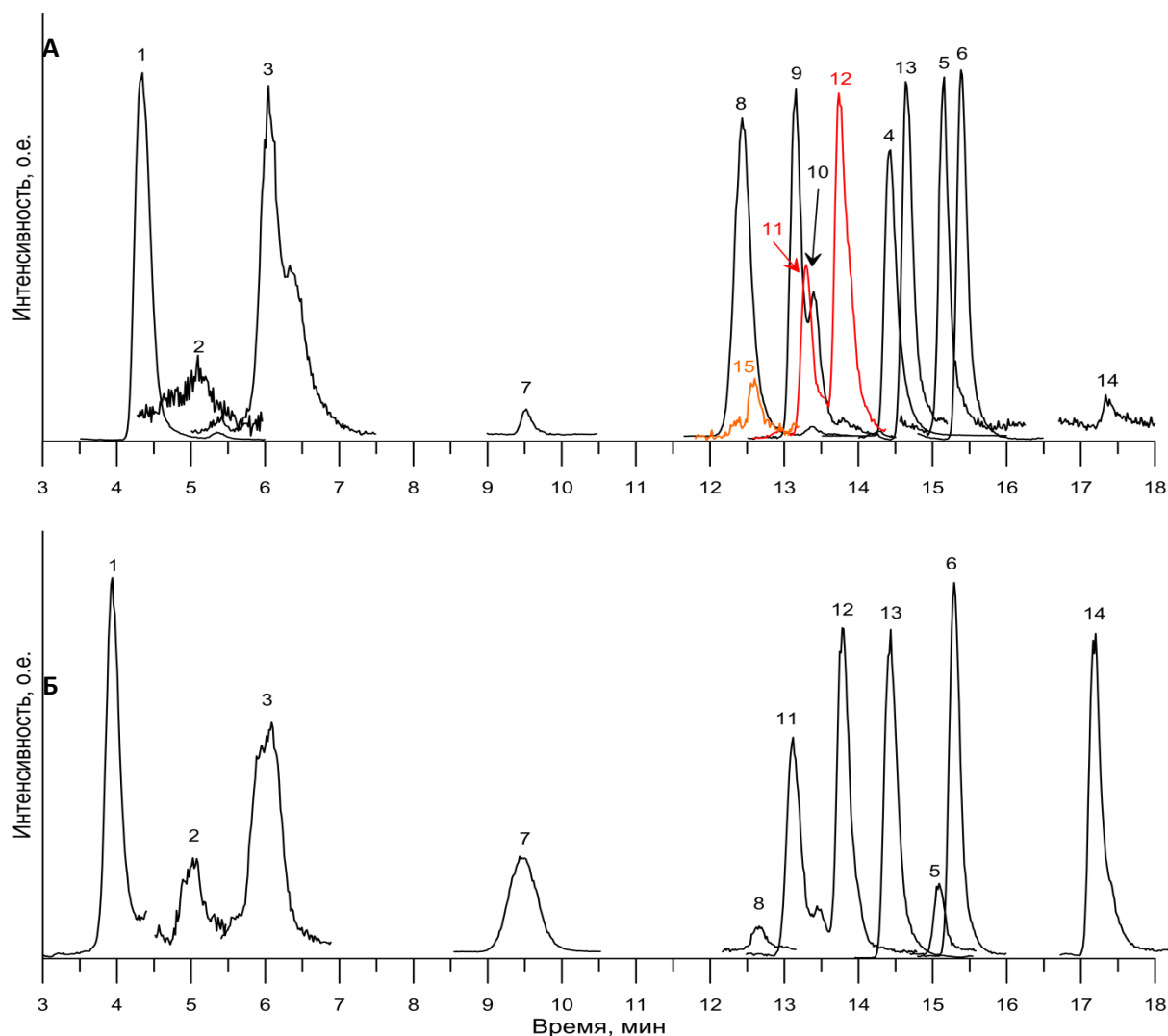


Рисунок 3.14 - Хроматограмма сока из яблок сорта Красноярский снегирёк (А) и его эфирной фракции (Б).

**Нумерация соединений и их значения m/z представлены в табл. 3.15*

Из приведённых данных видно, что всего идентифицировано 15 фенольных соединений, представленных фенолкарбоновыми кислотами (3), дигидрохалконами (3), флаван-3-олами (2) и флавонами (7).

В яблочном соке и в его эфирном экстракте в составе фенолкарбоновых кислот идентифицированы хлорогеновая кислота, 4-п-кумарилхинная кислота и ко-

фейная кислота. В литературе имеется много данных об антимикробном [57] противоопухолевом [58, 61] и антиоксидантном [63–65] действии фенолкарбоновых кислот. Попадая из растительного сырья в готовый напиток, они оказывают положительное воздействие на здоровье человека. С точки зрения влияния на качество готовых напитков считается, что антиоксиданты фенольной природы способствуют сохранению вкусовой стабильности при хранении, предотвращая процессы свободнорадикального окисления.

Производные дигидрохалконов представлены 2'-О-ксилозидом флоретина (4), флоридзином (5) и флоретином (6). Среди данных соединений наиболее интересен, с точки зрения медицинского применения, флоретин, обладающий антиоксидантной и противораковой активностью [66, 165].

Из представителей группы флаван-3-олов найден (+)-катехин и его изомер (-)-эпикатехин. С технологической точки зрения к данным соединениям необходимо относиться настороженно. Считается, что мономерные катехины имеют положительное влияние на качество напитков, защищая их от окисления благодаря своим восстанавливающим свойствам. Однако при хранении и в процессе технологической переработки соков эти соединения склонны к ди- и полимеризации. (+) Катехин образует два димера: продельфинидин и процианидин В3, которые взаимодействуя с белками, содержащимися в соке, могут приводить к образованию коллоидного помутнения напитков [57].

Наибольшее число идентифицированных соединений принадлежит к группе флавонолов, среди которых в исследуемом яблочном соке обнаружены кверцетин (14) и его гликозиды: 3-О-глюкозид кверцетина (9), 3-О-галактозид кверцетина (10), 3-О-ксилозид кверцетина (11), 3-О-арабинозид кверцетина (12), 3-О-рамнозид кверцетина (кверцитрин) (13), 3-О-рутинозид кверцетина (рутин) (15). Кверцетин широко известен благодаря своей выраженной антиоксидантной активности [58]. По своему физиологическому воздействию большое значение имеет рутин (15). Он проявляет активность витамина Р и применяется для предотвращения хрупкости капиллярных кровеносных сосудов [70].

В окрашенных соках из сортов «Красноярский сеянец» и «Красноярский снежирёк» определяли содержание антоцианов по ГОСТ, количество которых не превышает 10,6 мг/дм³. Они присутствуют в основном в кожице, так как мякоть не имеет розовой окраски. Известно, что эти соединения оказывают Р-витаминное действие, повышают диетическую ценность продуктов, способны образовывать комплексы с металлами [69].

В соке из сорта Уральское наливное содержание лейкоантоцианов определяли по ГОСТ, которое составило 540 мг/л. Эти соединения принадлежат к группе фенольных соединений C₆–C₃–C₆ ряда, легко окисляются, отвечают за терпкий вкус. По данным ряда авторов активно участвуют в окислительно-восстановительных процессах, вызывают побурение соков [69].

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты отмечено в соке из сорта Красная гроздь – 17,4 мг / 100 см³, для остальных сортов меняется от 15,6 мг /100 см³ (Лада) до 11,4 (Красноярский сеянец) мг /100 см³.

Микробиологические показатели соков проверяли в свежеполученном соке (образец 1) и соках, которые хранились в камере при минус 15 °С один месяц (образец 2), шесть месяцев (образец 3) и 12 месяцев (образец 4) (табл. 3.18).

Таблица 3.18 – Микробиологические показатели безопасности соков (n=3)

Наименование показателя	Регламентированное значение показателя [214]	Результаты исследований соков			
		Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП)	не допускаются в массе продукта 1 г/см ³	Не обнаружено в 1,0 г			
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/10см ³	не более 50	Менее 1,0x10			
<i>V.cereus</i> , КОЕ/г	не более 200	Менее 1,0x10			
КМАФАнМ, КОЕ/г	менее 10	Не более 5x10 ³			
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	не допускается в 10 г	Не обнаружено в 10 г			
Плесени, КОЕ/г	не более 50	Менее 1,0x10			

Из полученных данных видно, что по микробиологическим показателям безопасности все образцы сока соответствуют ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Таким образом, проведённые исследования показали, что мелкоплодные яблоки Восточной Сибири являются перспективным сырьём для производства яблочного сока. Все 7 сортов отличаются высоким выходом сока, высоким уровнем биологически активных веществ, обладают оригинальными вкусовыми характеристиками.

На основе полученных данных разработана технология переработки плодов. Общая схема приведена на рисунке 3.15.

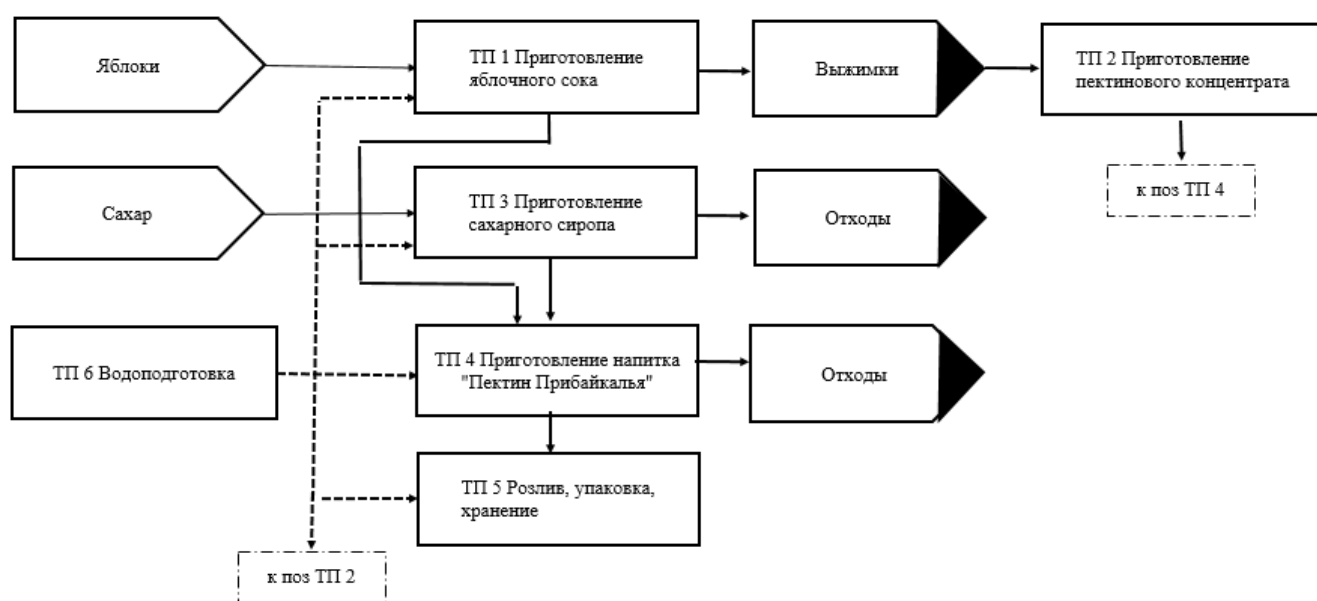


Рисунок 3.15 – Общая технологическая схема переработки плодов.

Данная схема включает 6 технологических процессов (ТП):

ТП 1 – Приготовление яблочного сока;

ТП 2 – Приготовление пектинового концентрата;

ТП 3 – Приготовление сахарного сиропа;

ТП 4 – Приготовление напитка «Пектин Прибайкалья»;

ТП 5 – Розлива, упаковки, хранения готовой продукции;

ТП 6 – Водоподготовки.

3.3 Разработка технологии получения яблочного сока

Схема технологического процесса переработки мелкоплодных яблок с получением натурального сока прямого отжима (ТП 1) приведена на рисунке 3.16.

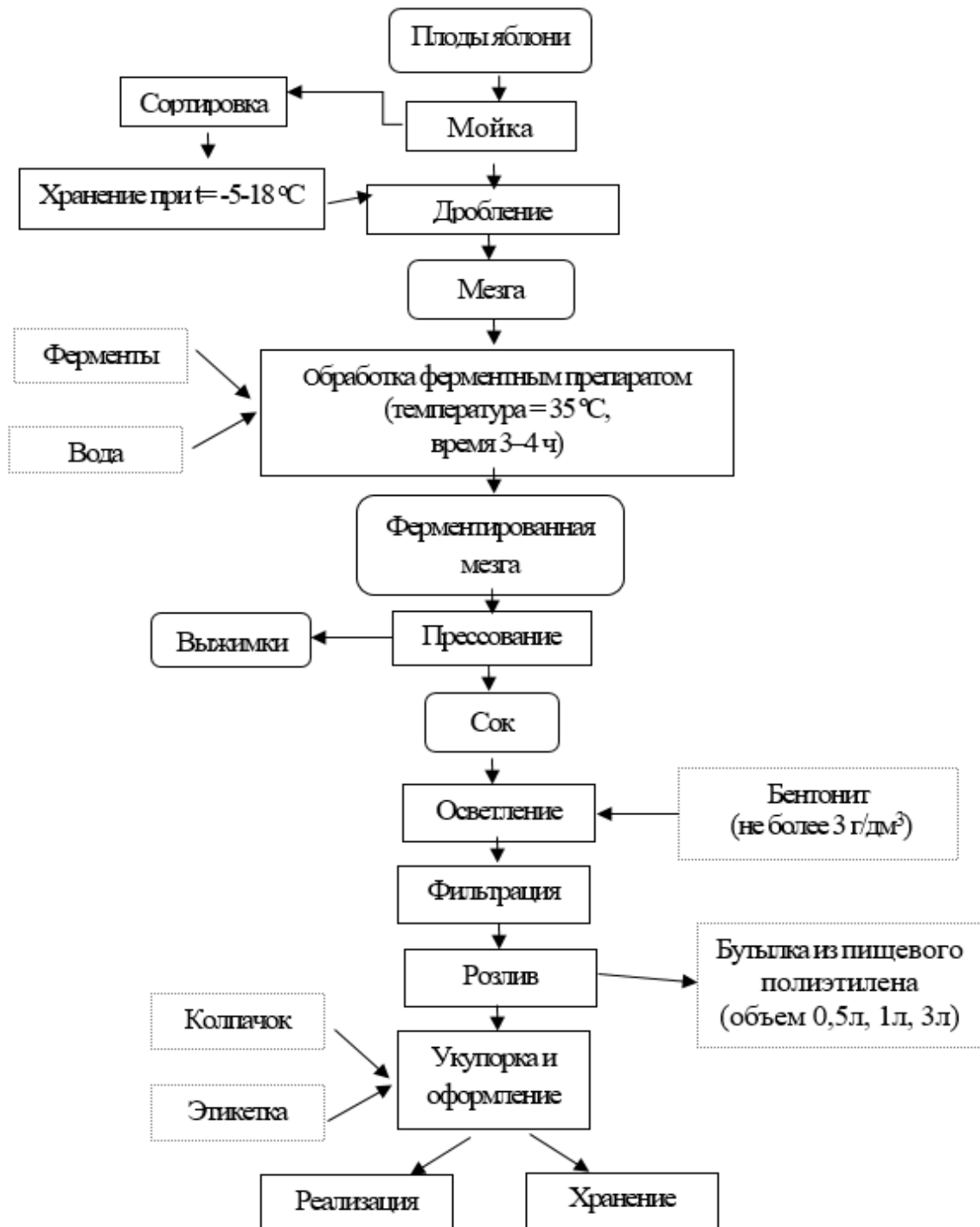


Рисунок 3.16 – Принципиальная схема приготовления яблочного сока

Описание схемы. Яблоки поступают на предприятие автотранспортом. Каждую поступившую партию взвешивают, отбирают среднюю пробу для проверки качества (химические показатели, засоренность и сортность). Засоренность не должна превышать 1 %, если превышает, то поставщик обязан провести сортировку. Оплачивается только доброкачественное сырьё. Данные полученных результатов анализа записывают в реестр сопроводительных накладных отдельно на каждое наименование плодов. После приёмки по количеству и качеству яблоки направляются на мойку для удаления загрязнений, ядохимикатов, механических примесей и микроорганизмов. Для небольших предприятий можно использовать вентиляторную моечную машину КМВ. Она состоит из ванны с барботёром, транспортёра и душирующего устройства. Верхний участок транспортёра может использоваться для инспекции сырья. Моют холодной водой, при этом механические повреждения плодов не желательны, так как это увеличивает потерю сухих веществ. Вода должна быть чистой прозрачной, всегда свежей. Присутствие аммиака и сероводорода не допустимо. Общая жёсткость не более 7 мг экв/дм³. Необходимо учитывать, что соли железа могут вступать в реакцию с дубильными веществами сырья и вызывать помутнение сока. Далее часть яблок передаётся на хранение в морозильную камеру, а другая поступает на ножевую дробилку «ИЗМ- 102». В стадии технической зрелости рекомендуется степень измельчения 2–5 мм. Такие размеры плодовой ткани обеспечивают хороший дренаж мезги в период прессования. Степень измельчения устанавливается пробным дроблением. Полученная мезга должна быть рыхлой и однородной. Её накапливают в мезгосборнике и далее передается в ферментёр. Здесь она нагревается до температуры 35 °С, перемешивается с ферментными препаратами и выдерживается 3–4 часа. При этом следует строго соблюдать рекомендованные режимы. Продолжительный контакт и повышение температуры приводят к получению пюреобразной массы, которая плохо прессуется. Получившийся сок осветляют оклейкой бентонитом (доза определяется пробной обработкой в лабораторных условиях, но не

должна превышать 3 г/дм³). Для отделения осадка проводят фильтрацию на пластинчатом фильтре ENOTECNICA PILLAN. Отфильтрованный сок фасуют в ёмкости из пищевого полиэтилена и хранят в замороженном виде [157].

Отличительной особенностью разработанной принципиальной схемы является отсутствие консервантов, пастеризации и хранение сока в замороженном состоянии.

После получения яблочного сока 35–40 % массы плодов, взятых в переработку, составляют выжимки. Ранее было показано, что они содержат протопектин от 0,6 до 1,0 % на сырую массу (табл. 3.6). Для его извлечения выжимки отправляют на дальнейшую переработку.

3.4 Исследование процессов извлечения пектиновых веществ из яблочных выжимок

При получении сока протопектин частично гидролизуется, но в основном остается в выжимке. Опытным путём (п. 3.1.3) установлено, что на его долю приходится до 1,0 % от общего содержания, в пересчёте на сухие вещества. Проведение исследований позволит разработать технологию приготовления пектинового экстракта для обогащения соков.

Условия гидролиза и процесса экстрагирования пектиновых веществ из яблочных выжимок подбирали на основе анализа литературных данных. Гидромодуль 1:5, температура 80 °С, продолжительность 120–150 мин [185].

Показатели качества экстрактов показаны в табл. 3.19.

Таблица 3.19 – Показатели качества пектиновых экстрактов ($M \pm m$, $n=3$)

Условия гидролиза	Показатели качества экстракта			
	pH	Сухие вещества, %	Пектиновые вещества, %	Содержание балластных веществ, %
	1	2	3	4
	Контроль. Экстрагент - вода			
	3,4±0,3	8,5±0,3	1,6±0,3	5,9±0,3
Массовая доля кислоты, %	Винная кислота			
0,6	3,1±0,3	7,8±0,3	1,3±0,2	5,6±0,3
0,8	3,2±0,3	8,5±0,3	1,7±0,3	7,0±0,4
1,0	3,1±0,3	9,5±0,3	2,0±0,3	7,0±0,4
1,2	2,9±0,2	9,6±0,3	1,9±0,3	8,0±0,4
1,4	2,8±0,2	9,6±0,3	1,9±0,3	8,0±0,4

Продолжение таблицы 3.19

Концентрация фермента, г/кг	1	2	3	4
	Фермент Целлолюкс А			
1,5	3,4±0,3	8,5±0,3	1,7±0,3	6,0±0,3
2,2	3,5±0,3	8,7±0,3	1,7±0,3	7,0±0,4
3,0	2,9±0,2	9,2±0,3	1,9±0,3	7,0±0,4
4,5	2,9±0,2	9,7±0,3	2,0±0,3	8,0±0,4
5,2	2,8±0,2	9,6±0,3	2,0±0,3	8,0±0,4

На основе полученных данных установлено, что максимальный выход пектиновых веществ (2,0 %) получен при ферментативном гидролизе с концентрацией фермента Целлолюкс-А 4,5 г/кг. Раствор винной кислоты в концентрации (1 %) даёт аналогичный результат, но применение в производстве агрессивных сред не желательно. Содержание балластных веществ (остаток сахара, минеральные вещества, красящие вещества, частички клетчатки) изменяется в интервале 5,9–8,0 %. Для изготовления лекарственных препаратов чистота пектина играет важную роль. Наличие балластных веществ в пектинах снижает их студнеобразующие и сорбционные свойства. Поэтому перед извлечением пектиновых веществ производится экстрагирование водорастворимых компонентов. Но при использовании пектиновых экстрактов для обогащения соков этот показатель не важен.

Далее изучали зависимость качественных показателей пектиновых экстрактов от температуры ферментативного гидролиза (табл. 3.20). Продолжительность гидролиза 2 часа.

Таблица 3.20 – Зависимость показателей качества пектиновых экстрактов от температуры процесса ферментативного гидролиза ($M \pm m$, $n=3$)

Температура °С	Показатели качества экстракта			
	pH	Сухие вещества, %	Пектиновые вещества, %	Содержание балластных веществ, %
55	3,1±0,3	7,8±0,3	1,3±0,2	5,0±0,3
60	3,2±0,3	8,5±0,3	1,7±0,3	7,0±0,4
65	3,1±0,3	9,5±0,3	2,0±0,3	7,0±0,4
70	2,9±0,2	9,6±0,3	2,0±0,3	8,0±0,4
75	2,8±0,2	9,6±0,3	1,9±0,3	8,0±0,4
80	2,8±0,2	9,7±0,3	1,8±0,3	9,0±0,5

С повышением температуры до 70 °С наблюдаем одновременное увеличение сухих и пектиновых веществ, при дальнейшем повышении сухие вещества

растут, а содержание пектиновых веществ снижается. Причиной может быть их разрушение.

Содержание балластных веществ возрастает в интервале температур 70–80 °С.

Следует отметить, что при температуре 65 °С пектиновый экстракт светлее, чем при температуре 75–80 °С.

При изучении влияния продолжительности процесса на качественные показатели пектинового экстракта время гидролиза изменяли от 60 мин до 180 мин. Температура гидролиза 65 °С (табл. 3.21).

Таблица 3.21 – Зависимость показателей качества пектиновых экстрактов от продолжительности процесса гидролиза ($M \pm m$, $n=3$)

Продолжительность, мин	Показатели качества экстракта			
	pH	Сухие вещества, %	Пектиновые вещества, %	Содержание балластных веществ, %
60	3,2±0,3	7,5±0,3	1,1±0,2	5,0±0,3
90	3,2±0,3	8,3±0,3	1,9±0,3	7,0±0,4
120	2,9±0,2	10,8±0,4	2,1±0,3	7,0±0,4
150	2,9±0,2	10,6±0,4	2,1±0,3	8,3±0,4
180	2,8±0,2	10,6±0,4	1,9±0,3	8,2±0,4

С увеличением продолжительности процесса гидролиза до 150 мин концентрация сухих и пектиновых веществ возрастает до максимального значения 10,8 % и 2,1 % соответственно. Далее незначительно понижаются. Следовательно, время гидролиза пектиновых веществ из яблочных выжимок должно составлять 120–150 мин.

Для установления оптимального гидромодуля соотношение сырья к экстрагенту меняли от 1:3 до 1:12 (табл. 3.22).

Таблица 3.22 – Зависимость показателей качества пектиновых экстрактов от количества экстрагента ($M \pm m$, $n=3$)

Гидромодуль	Показатели качества экстракта			
	pH	Сухие вещества, %	Пектиновые вещества, %	Содержание балластных веществ, %
1:3	3,1±0,3	7,3±0,3	1,2±0,2	6,5±0,3
1:5	3,2±0,3	8,5±0,3	2,2±0,3	7,3±0,4
1:8	2,8±0,2	10,5±0,4	2,3±0,3	7,0±0,4
1:10	2,9±0,2	9,6±0,3	2,0±0,3	6,5±0,3
1:12	2,9±0,2	8,9±0,3	2,0±0,3	5,4±0,3

Из полученных данных оптимальным следует считать гидромодуль 1:5 и 1:8.

Увеличение экстрагента приводит к некоторому снижению выхода пектиновых веществ. При увеличении доли экстрагента наблюдали снижение доли балластных веществ с 7,3 до 5,4 %.

На основе полученных данных условия гидролиза пектиновых веществ из яблочных выжимок следует проводить при гидромодуле 1:5 или 1:8. При температуре 65 °С продолжительность экстракции 120–150 мин. Концентрация фермента Целлолюкс А – 4,5 г/кг сырья.

Режимы были апробированы в лабораторных условиях. Содержание пектиновых веществ в экстракте составило $2,3 \pm 0,05\%$.

3.5 Разработка технологии получения пектинового концентрата

3.5.1 Способ удаления сахаров из пектинового экстракта

По традиционной технологии при производстве пектинового экстракта яблочные выжимки, для удаления остатка сахаров, промывают ледяной водой. Одновременно с этим частично вымываются кислоты и пектиновые вещества, которые уходят в потери. Однако, эта операция необходима, потому что в присутствии сахаров и кислот при концентрировании пектиновые вещества желируются.

Для сокращения потерь разработан способ удаления сахаров в пектиновом экстракте путём их сбраживания. Принципиальная схема приготовления (ТП 2) приведена на рисунке 3.17.

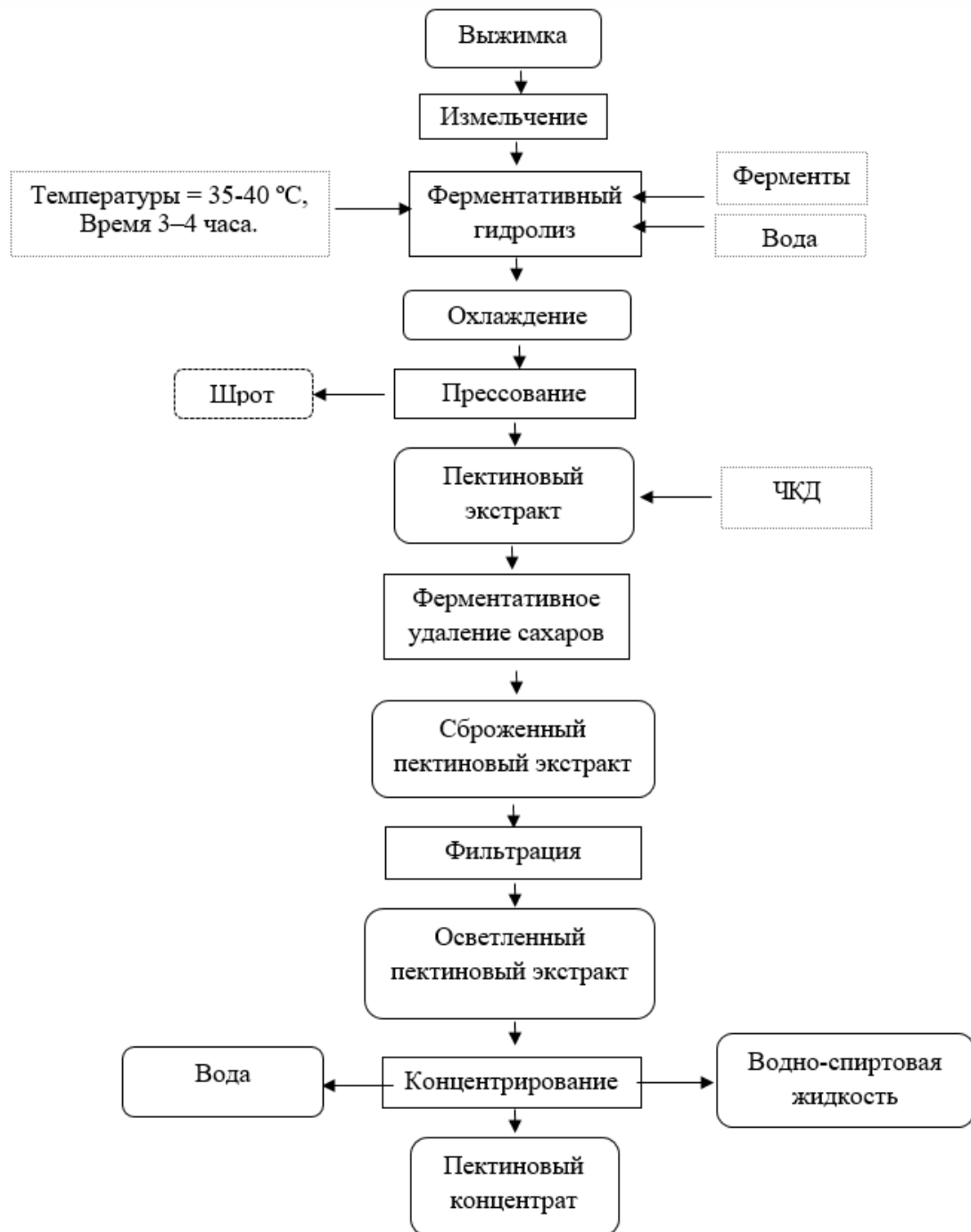


Рисунок 3.17 – Принципиальная блок-схема производства пектинового концентрата из яблочных выжимок

Этот способ позволяет сократить энергозатраты на приготовление ледяной воды и расход самой воды, примерно в 10 раз. Кроме того, исключить потерю сахаров и кислот.

Не требуется использование дорогого кислотоупорного оборудования. Графики сбраживания сахаров приведен на рисунке 3.18.

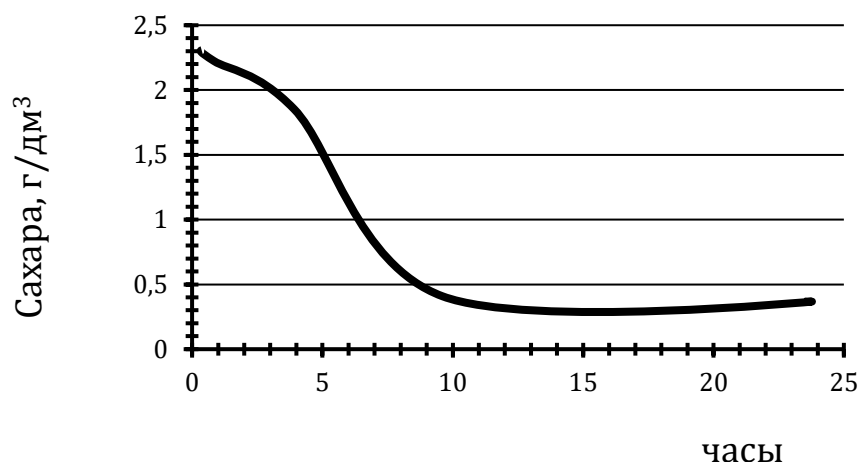


Рисунок 3.18 – Изменения концентрации сахаров в процессе брожения

Для брожения были использованы сухие лиофилизированные дрожжи штамма Lalvin 71B-1122. Данный штамм усваивает больше яблочной кислоты (от 20 % до 40 %) при брожении, чем большинство других дрожжей. При приготовлении дрожжевой разводки воду подогревали до 30–35 °С, для подсахаривания использовали декстрозу из расчета 50 г/л., дрожжи разводили в соотношении 1:10 и выдерживали 30 мин для восстановления гидратной оболочки и начала размножения. После этого использовали для брожения, температуру поддерживали на уровне 20 – 25 °С. Продолжительность брожения составила 24 часа. Основное содержание сахаров в пектиновом экстракте сбродило примерно за 12 часов. Далее концентрация менялась в пределах погрешности методики $\pm 0,1$.

На рисунке 3.19 показан график накопления этилового спирта.

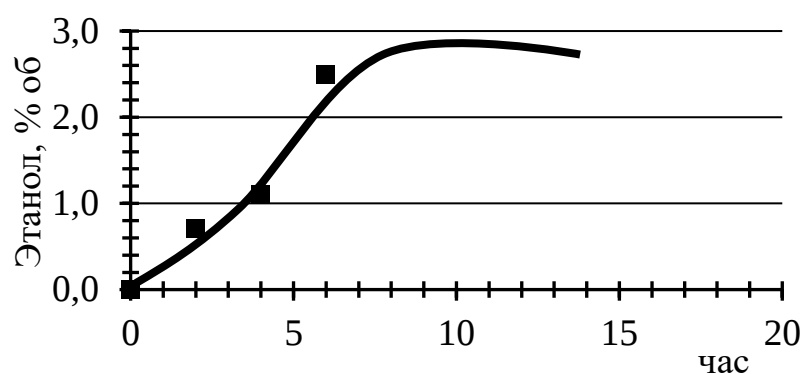


Рисунок 3.19 – Изменения концентрации этилового спирта в процессе брожения

Накопление этилового спирта в экстракте закончилось через 12 часов, но при этом недоброд составил около 0,2 % об. При сбраживании сахаров из 1 грамма выход спирта составляет около 0,6 %. Он извлекается на стадии концентрирования при удалении воды в вакуумном аппарате.

В лабораторных условиях использовали аппарат для вакуумной перегонки. Он состоит из перегонного куба со встроенными тэнами. Вкладыша – эта емкость позволяет изолировать пектиновый экстракт от соприкосновения с нагревательными элементами. В качестве теплоносителя использовали пропиленгликоль. При вакуумной перегонке в кубе возникает взрывное кипение. Для предотвращения гидроударов используется встроенная мешалка с регулятором скорости. На крышку куба устанавливается холодильник, который соединяет куб с приёмной ёмкостью, в который подключен вакуумный насос.

Вся система снабжена автоматическими контроллерами: регулятор давления, нагрева (температуры), скорости вращения мешалки.

При снижении давления до 90 кПа вода закипает при 47–50 °С. Отгонка спиртовых паров проходит в диапазоне 35–50 °С.

Полученный пектиновый экстракт по внешнему виду слегка вязкая, светло-коричневого цвета жидкость, со слабо выраженным ароматом и вкусом сырья. Содержание, в %: сухих веществ – 25–30 %; пектиновых веществ – 9–12 %; pH–3,8.

3.5.2 Аппаратурно-технологическая схема производства пектинового концентрата

На основе полученных результатов была разработана аппаратурно-технологическая схема производства пектинового концентрата из яблочных выжимок (рис. 3.20).

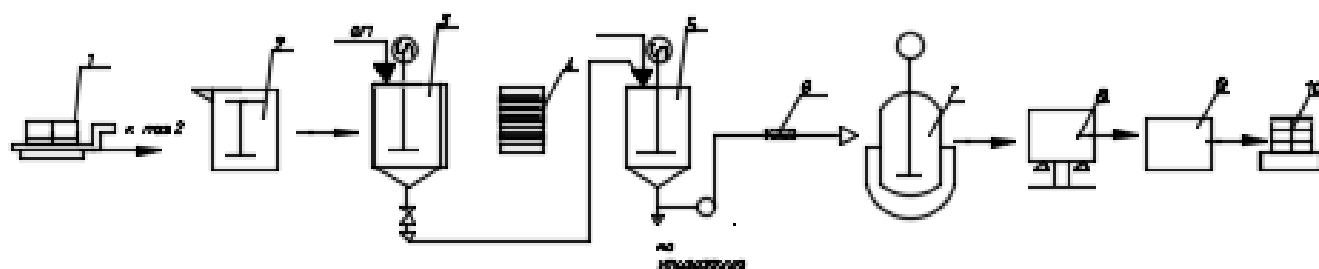


Рисунок 3.20 - Аппаратурно-технологическая схема производства пектинового концентрата и пищевого порошка из яблочных выжимок:

1 – весы, 2 – дробилка, 3 – экстрактор-ферментёр, 4 – пресс, 5 – ёмкость для удаления сахаров, 6 – фильтр, 7 – вакуум-аппарат, 8 – разливочный автомат, 9 – упаковочный автомат, 10 – упакованная продукция.

Поступающие на производство выжимки взвешивают (1), выгружают в дробилку (2), откуда транспортёром передают в экстрактор-ферментёр (3), оборудованный ложным сетчатым дном, мешалкой (12–15 об/мин) и паровой рубашкой. Выжимки в экстракторе заливают водой (1:8), вводят ферментный препарат (Целлюлокс-А 4,5 г/кг сырья), смесь подогревают до 65 °С и выдерживают при этой температуре в течение 120 мин. Основное количество экстракта сливают самотёком через спускной вентиль, а оставшийся в мокрых выжимках экстракт прессуют на соковых прессах (4). Полученный пектиновый экстракт передают в ёмкость для ферментативного удаления оставшихся сахаров (5). Затем фильтруют (6) и направляют в вакуум-аппарат (7) для выпаривания до содержания сухих веществ в рабочем растворе 25–30 % (по рефрактометру), а пектина – 9–12 %. Концентрирование пектинового экстракта ведут в вакуум-аппаратах с выносной поверхностью нагрева при температуре до 50 °С.

Перед началом розлива пектинового концентрата все упаковочные материалы (стеклянные бутылки, колпачки алюминиевые) подвергаются инспекции. При инспекции стеклянных бутылок проверяется отсутствие сколов и трещин на самих бутылках, а также отсутствие механических включений непосредственно в бутылках. При инспекции алюминиевых колпачков проверяется отсутствие их механи-

ческих повреждений. Розлив пектинового концентрата в стеклянные бутылки осуществляется на блоке розлива ЮВЕСТ – 0,5 БН (8). Укупорка (9) осуществляется вручную при помощи устройства для обжима и контроля вскрытия винтового колпачка. На стеклянные бутылки с пектиновым концентратом наносится этикетка при помощи ручного этикетировщика «Labelmatic». После стадии этикетирования стеклянные бутылки с нанесёнными этикетками направляются на хранение и реализацию (10).

Твердое сырьё после удаления пектиновых веществ передают на сушку в конвекционно-ленточную сушилку. Температура сушки 60–70 °С. Остаточная влажность 8–14 %. Высушенное сырьё поступает на вальцовую дробилку для дополнительного измельчения (не более 55 мкм). Затем продукт просеивают, дозируют и упаковывают, передают на склад для хранения.

Органолептическая оценка показала, что порошок имеет светло-коричневый цвет, слабый аромат сырья [153, 156].

Микробиологические показатели безопасности пектинового концентрата приведены в таблице 3.23.

Таблица 3.23 – Микробиологические показатели безопасности пектинового концентрата (n=3)

Наименование показателя	Результаты исследований	Значение показателя	НД на методы исследований
<i>B.cereus</i> , КОЕ/г	Менее 1,0x10	не более 200	ГОСТ 104444.8-2013
БГКП (колиформы)	не обнаружено в 1,0 г	не допускается в 1,0 г	ГОСТ 31747-2012 ГОСТ Р 52816-2007)
Дрожжи, КОЕ/г	Менее 1,0x10	не более 50	ГОСТ 104444.12-2013
КМАФАнМ, КОЕ/г	Менее 10	не более 5x10 ³	ГОСТ 104444.15-94
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	Не обнаружено в 10 г	не допускается в 10 г	ГОСТ 31659-2012 (ГОСТ Р 52814-2007)
Плесени, КОЕ/г	Менее 1,0x10	не более 50	ГОСТ 10444.12-2013

Из приведённых данных видно, что пектиновый концентрат отвечает показателям качества безопасности [193].

Для определения срока годности продукции в течении 1 года проводили определения микробиологических показателей с интервалом в 3 месяца, которые приведены в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Изменение микробиологических показателей пектинового концентрата в зависимости от срока хранения(n=3)

Показатели	Норма	Срок хранения			
		3	6	9	12
		Фактическое содержание			
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП)	не допускаются в массе продукта 1 г/см ³	не обнаружены			
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/10 см ³ , не более	50	не обнаружены			
Патулин, не более	0,05 мг/кг.	не обнаружены			
ДДТ и его метаболиты, не более	0,1 мг/кг.	не обнаружены			

Из приведённых данных следует, что пектиновый концентрат выдерживает сроки хранения в течении 1 года при температуре не выше 15 °С. Содержание пектиновых веществ после хранения 1 года не изменились.

На основе полученных данных выполнены расчёты по выходу целевого продукта. При содержании в сухих выжимках пектиновых веществ 2,6 % из одного килограмма с учётом потерь можно получить около 20 г чистого пектина или 200 мл пектинового концентрата.

3.6 Изучение потребительских предпочтений жителей г. Иркутска

Несмотря на то, что рынок соковой продукции весьма разнообразен и насыщен в разных ценовых сегментах, по нашему мнению, он имеет существенный потенциал развития, так как не достигает уровня потребления в развитых странах [111]. Особого внимания заслуживают региональные производители, использующие местное сырьё, развивающие традиции ремесленного производства, сохраняющие традиции питания. При этом обеспечивают качество продуктов, используя последние достижения науки и техники [117, 182].

Изучение потребительских предпочтений жителей г. Иркутска проводили на базе ассортимента соковой продукции крупных сетевых магазинов: «Слата», «Абсолют», «METRO», «Spar» и продукции реализуемой через аптеки. В опросе приняли участие более 500 респондентов разных возрастов и социального положения.

На основании проведённого опроса установлено, что основными потребителями соков в Иркутске являются подростки в возрасте от 10 до 15 лет. Наименее активно соки употребляют россияне в возрасте старше 55 лет. Это может быть связано с ограничениями по здоровью (соки содержат много сахара), а также финансовыми возможностями представителей данной группы. Таким образом, целевыми потребителями соков в России являются мужчины и женщины в возрасте от 25 до 45 лет, а также семьи с детьми в возрасте от 10 до 15 лет.

Наиболее популярными среди иркутян являются соки и нектары с яблочным и апельсиновым вкусами – 25 % и 34,4 % соответственно. Далее по убыванию следуют соки абрикос и персик – 10,9 %, томатный – 3,1 %, мультифруктовый – 14,1 % и другие вкусы – 12,5 %.

Результаты опроса показали, что лидерами продаж являются соки «Любимый», «Добрый» и «Сады Придонья». Меньшей популярностью пользуются соки «Dario», «Я», «FRUTZ» и др.

Сок в среднем ценовом сегменте чаще всего упакован в тетрапаки объёмом 1–2 л, более дорогие соки для детского питания – в стеклянную тару.

При выборе сока или нектара только 25,6 % иркутян преследуют цель получить пользу, в основном покупки совершают ради удовольствия (74,4 %). Но при этом обращают внимание на вкусовые качества – 44,2 %, натуральность и отсутствие консервантов – 20,9 %; производителя и марку – 20,9 %, стоимость – 14 % [152, 154].

В течение четырех последних лет в связи с сокращением рынка яблочного сока наблюдается снижение как импортных, так и экспортных цен на яблочный сок (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 - Динамика импортных и экспортных цен на яблочный сок в России в 2016-2019 гг. (Источник: ФТС)

Потребление соковой продукции напрямую зависит от экономической ситуации в стране - если экономическая ситуация не изменится в лучшую сторону, соковый рынок продолжит снижать свои объёмы [125].

Однако с 2020 года ожидается восстановление рынка, со средними темпами роста 5 % в год (Бизнес-план внутрикластерного проекта «Организации на территории Иркутской области производства экстрактов из растительного сырья» ООО «АММ Маркетинг»).

Таким образом, при улучшении экономической ситуации в России к 2022 году ожидается восстановление объёмов потребления яблочных соков на уровне 2016 года.

Более быстрыми темпами будут расти новые сегменты рынка яблочного сока – витаминизированные соки и лечебные напитки. Потребление витаминизированных и лечебных напитков из яблочного сока будет расти в среднем на 10 % в год и к 2022 году составит 16,4 млн. литров или 0,11 л на душу населения в год.

Учитывая негативное влияние на здоровье населения Иркутской области суровых климатических условий и высокой техногенной нагрузки, на рынок целесообразно выводить соки, обогащённые пектином. Пектиновые вещества в медицинской практике применяют в профилактических целях при работе с отравляющими веществами, при лечении отравлений тяжёлыми металлами, при лечении лучевой болезни и ряда др.

Проведённые исследования показали, что яблочный сок, обогащённый пектином в России, предлагают только два производителя – Национальная продовольственная группа «Сады Придонья» (Волгоградская область) и «Спелёнок», производитель компания «САВА» (Томск). В то же время, сок «Спелёнок» позиционируется как детское питание. Оба производителя подчёркивают лечебно-профилактическую направленность продукта. Учитывая их удаленность организация на территории Иркутской области производства с комплексным подходом к переработке местного растительного сырья будет иметь ряд конкурентных преимуществ, прежде всего лучшее соотношение цены и качества, функциональность, отсутствие консервантов, снижение затрат на перевозку, экологичность, безотходность производства, возможность выпуска широкого ассортимента пектинсодержащих продуктов.

Таким образом, проведённые исследования показали, что рынок занят крупными монополистами и вход новых компаний является сложной задачей. Принятое Правительством РФ эмбарго на импорт из стран Австралии, Украины, США, Канады, Норвегии и ЕС [8] остро ставит вопрос сырьевого импортозамещения. В такой ситуации крупные компании производящие соки будут заинтересованы налаживать отношения с местными заготовительными и фермерскими хозяйствами, которые занимаются выращиванием, хранением и переработкой плодово-овощной продукции. Сложившаяся ситуация и ориентация населения на потребление функциональных продуктов, создаёт для малых предприятий, готовых выпускать инновационные продукты, большие перспективы развития. Соки на основе местного сырья, обогащённые пектином, будут позиционироваться как продукты для лечебно-профилактических целей, утоления жажды и употребления в пищу.

3.7 Разработка рецептуры напитка «Пектин Прибайкалья»

На основе проведённого маркетингового исследования было принято решение разработать рецептуру приготовления напитка «Пектин Прибайкалья». Для

изготовления использовали сок яблочный, пектиновый экстракт, сахар и дигидрокверцетин. Готовый напиток является источником растворимых пищевых волокон (пектин), флавонолов (кверцетин), фенольных кислот (галловая кислота) и дигидрокверцетина. Состав рецептурных компонентов уточняли на основе пробных купажей [122, 183, 190, 209].

Исходя из полученных данных и ориентируясь на оптимальные показатели купажа (сахарокислотный индекс: 10–15; кислотность: 6–9 г/дм³; сахар не ниже 9 %) (п. 3.2.3) следует, что сорта Красная гроздь, Уральское наливное и Лада можно использовать в приготовлении напитков без смешивания как сортовые продукты. Для сортов Красноярский сеянец, Красноярский снежирёк (отклонение по кислотности) и Светлое, Пепинчик красноярский (отклонение по сахару) следует рассчитать купажи, позволяющие скорректировать состав [202].

Составы четырех купажей приведены в таблицах 3.25 – 3.27.

Таблица 3.25 – Состав первого купажа ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование сока	Объем при 20°C, мл	Химические показатели		Общее содержание	
		Массовые концентрации		Сахара, г	Кислот, г
		Сахаров в пересчёте на инвертный, г/100 см ³	Титруемых кислот в пересчёте на яблочную, г/дм ³		
Красноярский сеянец	800	10±0,2	9,5±0,6	80±0,8	7,6±0,5
Светлое	200	6,5±0,1	4,2±0,3	13±0,1	0,8±0,1
Итого	1000	9,3±0,2	8,4±0,5	93±0,9	8,4±0,5

Таблица 3.26 – Состав второго купажа ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование сока	Объем при 20 °C, мл	Массовые концентрации		Общее содержание	
		Сахаров в пересчёте на инвертный, г/100 см ³	Титруемых кислот в пересчёте на яблочную, г/дм ³	Сахара, г	Кислот, г
Красноярский Снежирёк	700	10,5±0,2	10,0±0,6	73,5±0,7	7,0±0,5
Пепинчик красноярский	300	5,5±0,1	5,0±0,3	16,5±0,2	1,5±0,1
Итого	1000	9,0±0,2	8,5±0,5	90,0±0,9	8,5±0,5

Таблица 3.27 – Состав третьего купажа ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование сока	Объем при 20°C, мл	Химические показатели		Общее содержание	
		Массовые концентрации		Сахара, г	Кислот, г
		Сахаров в пересчёте на инвертный, г/100 см ³	Титруемых кислот в пересчёте на яблочную, г/дм ³		
Красноярский сеянец	500	10,0±0,2	9,5±0,6	50,0±0,5	4,8±0,3
Светлое	200	6,5±0,1	4,2±0,3	13,0±0,1	0,8±0,1
Лада	300	10,8±0,2	6,9±0,5	32,4±0,3	2,1±0,2
Итого	1000	9,5±0,2	7,7±0,5	95,4±0,9	7,7±0,5

Таблица 3.28 – Состав четвертого купажа ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование сока	Объем при 20°C, мл	Химические показатели		Общее содержание	
		Массовые концентрации		Сахара, г	Кислот, г
		Сахаров в пересчёте на инвертный, г/100 см ³	Титруемых кислот в пересчёте на яблочную, г/дм ³		
Красноярский снегирёк	300	10,5±0,2	10±0,6	31,5±0,3	3,0±0,2
Пепинчик красноярский	300	5,5±0,1	5±0,3	16,5±0,2	1,5±0,1
Красная гроздь	400	12,5±0,2	7,2±0,5	50,0±0,5	2,9±0,2
Итого	1000	9,8±0,2	7,4±0,5	98±1,0	7,4±0,5

Дегустационная оценка купажей и сортовых соков приведена в таблице 3.29.

Таблица 3.29 – Дегустационная оценка купажей и сортовых соков ($M \pm m$, $n=3$)

Наименование	Сахаров в пересчёте на инвертный, г/100 см ³	Титруемых кислот в пересчёте на яблочную, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс	Органолептическая оценка, балл
1	2	3	4	5
Купаж 1	9,3±0,2	8,4±0,6	11,0±0,7	8,5
Купаж 2	9,0±0,2	8,5±0,6	11,0±0,7	8,5
Купаж 3	9,5±0,2	7,7±0,5	12,0±0,7	8,5
Купаж 4	9,8±0,2	7,4±0,5	13,0±0,8	9,0
Светлое	6,0±0,1	4,8±0,3	12,5±0,8	7,5
Красноярский сеянец	12,3±0,2	10,8±0,7	11,4±0,7	7,2

Продолжение таблицы 3.29

1	2	3	4	5
Пепинчик красноярский	5,0±0,1	5,7±0,4	8,8±0,6	7,0
Красноярский снегирёк	11,7±0,2	10,6±0,7	11,0±0,7	7,0
Красная гроздь	12,5±0,2	7,2±0,5	17,0±1,0	9,5
Уральское наливное	7,0±0,1	4,9±0,3	14,0±0,8	8,8
Лада	9,5±0,2	6,5±0,4	14,0±0,8	9,0

Дегустационная оценка варьировала от 7,0 до 9,5 балл. Из сортовых купажей наивысшую оценку (9,5) получил сок из сорта Красная гроздь, из купажных – 4 образец (Красноярский снегирёк, Пепинчик красноярский и Красная гроздь) 9,0 балл. Оценку меньше 8,0 баллов получили сорта Красноярский сеянец, Красноярский снегирёк (кислотность выше 9,0) и Светлое, Пепинчик красноярский (сахара ниже 9,0), что согласуется с литературными данными. Купажирование поднимает оценку на 1,5–2,0 балла.

Рецептура напитка «Пектин Прибайкалья» разработана на основе пробных купажей и приведена в таблице 3.30.

Таблица 3.30 – Рецепт напитка «Пектин Прибайкалья»

Наименование сырья	Расход на 1000 мл готового продукта
Яблочный сок, мл	600
Пектиновый концентрат (из яблок), мл	90
Сахарный сироп, мл	186
Вода, мл	124
Дигидрокверцетин, мг	114
Итого, мл	1000

Приготовленный напиток отвечает следующим органолептическим и физико-химическим показателям, приведённым в таблицах 3.31 и 3.32.

Таблица 3.31 – Органолептические показатели напитка «Пектин Прибайкалья»

Наименование показателя	Характеристика сиропов
Внешний вид	Непрозрачная вязкая жидкость. Допускается наличие осадка и взвесей, обусловленных особенностями используемого сырья, без включений, не свойственных продукту.
Цвет	Золотистый, до светло-янтарного
Вкус	Мягкий, кисло-сладкий, слегка терпкий
Аромат	Сложный, пряный с нотами свежего яблока

Таблица 3.32 – Физико-химические показатели напитка «Пектин Прибайкалья» ($M \pm m$, $n=3$)

Показатель	Значение показателя	Допускаемые отклонения по ГОСТ, не более
Массовая доля сухих веществ, мг/100 мл	50,0 $\pm$ 0,5	$\pm$ 0,5
Кислотность, г/100 мл	0,55 $\pm$ 0,30	$\pm$ 0,3
Содержание пектиновых веществ, г/100 мл	8,10 $\pm$ 0,08	$\pm$ 0,08
Содержание дигидрокверцетина, мг/100 мл	10,54 $\pm$ 1,09	$\pm$ 1,09
Дубильные вещества в пересчете на танин, г/100 мл	0,095 $\pm$ 0,019	$\pm$ 0,019

Из приведённых данных видно, что продукт является источников пектина, дигидрокверцетина и дубильных веществ.

Микробиологические показатели для напитка «Пектин Прибайкалья» приведены в таблице 3.33.

Таблица 3.33 – Микробиологические показатели безопасности напитка «Пектин Прибайкалья» ($n=3$)

Наименование показателя	Результаты исследований	Значение показателя	НД на методы исследований
<i>B.cereus</i> , КОЕ/г	Менее 1,0 $\times$ 10 ¹	не более 200	ГОСТ 104444.8-2013
БГКП (колиформы)	не обнаружено в 1,0 г	Не допускается в 1,0 г	ГОСТ 31747-2012 (ГОСТ Р 52816-2007)
Дрожжи, КОЕ/г	Менее 1,0 $\times$ 10 ¹	не более 50	ГОСТ 104444.12-2013
КМАФАнМ КОЕ/г,	Менее 10	не более 5 $\times$ 10 ³	ГОСТ 104444.15-94
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	Не обнаружено в 10 г	Не допускается в 10 г	ГОСТ 31659-2012 (ГОСТ Р 52814-2007)
Плесени, КОЕ/г	Менее 1,0 $\times$ 10 ¹	не более 50	ГОСТ 10444.12-2013

Приведённые в таблице результаты свидетельствуют, что по микробиологическим показателям безопасности исследуемый образец соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (приложение № 1).

Энергетическая ценность продукта определяется количеством энергии, которую дают – белки (20 г), жиры (0 г), углеводы (70,5 г). Для разработанного сиропа калорийность составила 285 Ккал (1193 кДЖ).

Для определения срока годности продукции в течении 1 года проводили определения микробиологических показателей с интервалом в 3 месяца, которые приведены в таблице 3.34.

Таблица 3.34 – Микробиологические показатели безопасности напитка при хранении (n=3)

Наименование показателя	Значение показателя [214]	Результаты исследований соков			
		3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП)	не допускаются в массе продукта 1 г/см ³ .	Не обнаружено в 1,0 г			
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/10см ³ ,	не более 50.	Менее 1,0x10			
<i>V.cereus</i> , КОЕ/г	не более 200	Менее 1,0x10			
КМАФАнМ, КОЕ/г	менее 10	не более 5x10 ³			
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы)	не допускается в 10 г	Не обнаружено в 10 г			
Плесени, КОЕ/г	не более 50	Менее 1,0x10			

Полученные результаты подтверждают срок годности продукции 1 год.

Для приготовления купажа используется ёмкость из нержавеющей стали, оборудованная мешалкой рубашкой. Ингредиенты вносят с учётом их плотности для облегчения процесса перемешивания.

Технология приготовления приведена на рисунке 3.22.

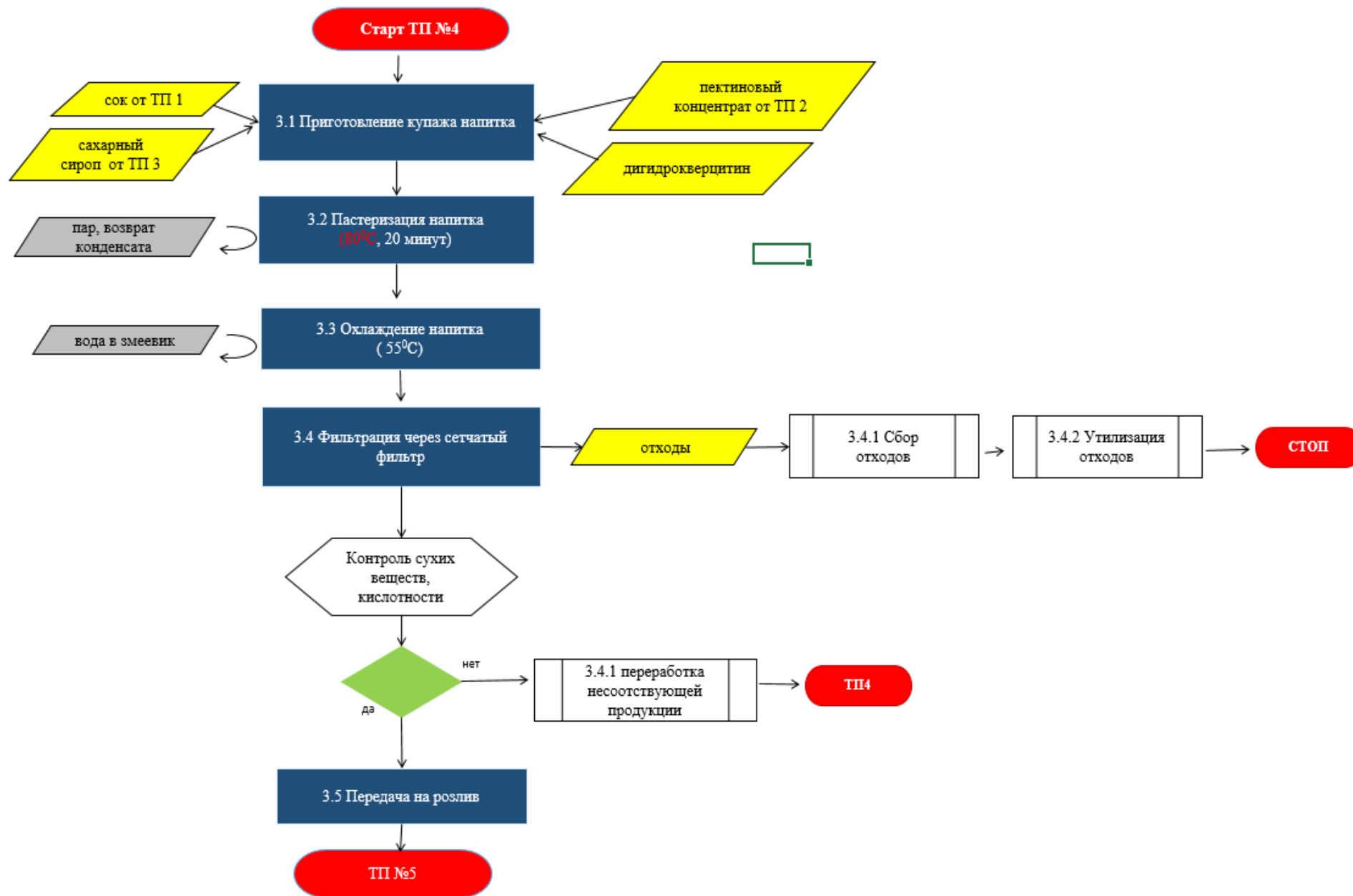


Рисунок 3.22 – Технологическая схема приготовления напитка «Пектин Прибайкалья»

Технологическая схема производства напитка «Пектин Прибайкалья» включает в себя несколько этапов: водоподготовку, приготовление сахарного сиропа, купажирование ингредиентов, розлив, упаковку и хранение готовой продукции.

Водоподготовка. Для получения напитка, сахарного сиропа и пектинового концентрата вода должна отвечать требованиям ГОСТ Р 51232 и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая». Питьевая вода, предназначенная для приготовления продукции, должна быть бесцветной, прозрачной, без постороннего вкуса и запаха.

От состава ее примесей в значительной мере зависят прозрачность, вкус и стойкость этих напитков при хранении. Поэтому качеству воды в пищевом производстве уделяется большое внимание. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество воды определяют ее составом и свойствами при поступлении в водопроводную сеть. Безопасность воды эпидемическом отношении определяют общим числом микроорганизмов и числом бактерий.

Органолептические свойства воды соответствуют требованиям, указанным в таблице 3.35.

Таблица 3.35 – Органолептические показатели воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (ПДК), не более	Результаты исследований $\pm$ характеристика погрешности	НД на методы исследований
Запах при 20 ° С и при нагревании до 60°, баллы, не более	баллы	2	0	ГОСТ Р 57164-2016
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по колориметру)	2,6 (1,5)	1,04 $\pm$ 0,21 (измерения проводились при длине волны 530 нм)	ГОСТ Р 57164-2016
Вкус и привкус при 20 ° С, баллы, не более	баллы	2	0	ГОСТ Р 57164-2016
Цветность	градус	20	4,6 $\pm$ 1,4	ГОСТ 31868-2012

По микробиологическим и паразитологическим показателям вода соответствует требованиям, указанным в таблице 3.36.

Таблица 3.36 – Микробиологические и паразитологические показатели воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (ПДК), не более	Результаты исследований $\pm$ характеристика погрешности	НД на методы исследований
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50	0	МУК 4.2.1018-01
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01

Воду проверяли по микробиологическим показателям: в 1 см³ воды допускается наличие не более 100 клеток микроорганизмов, а коли-индекс не превышает 3 в 1 дм³ воды.

По санитарно-гигиеническим показателям вода соответствует требованиям, указанным в таблице 3.37.

Таблица 3.37 – Санитарно-гигиенические показатели воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (ПДК), не более	Результаты исследований ± характеристика погрешности	НД на методы исследований
1	2	3	4	5
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6 - 9	8,10±0,20	ПНД Ф 14.1:2: 3:4.121-97
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000	86±13	ГОСТ 18164-72
Жесткость общая	мг-экв./л	7,0	1,25±0,19	ГОСТ 31954-2012
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0	1,6±0,3	ПНД Ф 14.1:2: 4.154-99
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.154-99
Поверхностно - активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.154-99
Неорганические вещества				
Алюминий (Al ³⁺)	мг/л	0,5	менее 0,04	ГОСТ 18165-2014
Барий (Ba ²⁺)	мг/л	0,1	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Бериллий (Be ²⁺)	мг/л	0,0002	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Бор (В, суммарно)	мг/л	0,5	менее 0,05	МУК 4.1.1257-03
Железо (Fe, суммарно)	мг/л	0,3	0,090±0,027	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Кадмий (Cd, суммарно)	мг/л	0,001	менее 0,0005	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Марганец (Mn, суммарно)	мг/л	0,1	0,0040±0,0012	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Медь (Cu, суммарно)	мг/л	1,0	0,0010±0,0005	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Молибден (Mo, суммарно)	мг/л	0,25	менее 0,001	ГОСТ 31870-2012
Мышьяк (As, суммарно)	мг/л	0,05	менее 0,005	ГОСТ 31870-2012
Никель (Ni, суммарно)	мг/л	0,1	менее 0,004	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Нитраты (по NO ³⁻)	мг/л	45	0,17±0,03	ГОСТ 33045-2014
Ртуть (Hg, суммарно)	мг/л	0,0005	менее 0,00002	ГОСТ 31950-2012
Свинец (Pb, суммарно)	мг/л	0,03	менее 0,002	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98

Продолжение таблицы 3.37

1	2	3	4	5
Селен (Se, суммарно)	мг/л	0,01	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Стронций (Sr ²⁺)	мг/л	7,0	не обнаружены	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Сульфаты (по SO ₄)	мг/л	500	6,7±1,3	ГОСТ 31940-2012
Фториды (F ⁻)	мг/л		0,24±0,04	ПНД Ф 14.1:2: 4.270-2012
для климатических районов				
Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	350	6,7±1,3	ГОСТ 4245-72
Хром (Cr ⁶⁺)	мг/л	0,05	менее 0,002	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98
Цинк (Zn ²⁺)	мг/л	5,0	0,024±0,007	ПНД Ф 14.1:2: 4.139-98

Из приведённых данных видно, что вода соответствует и пригодна для производства. Однако при поступлении воды из городского водопровода существует вероятность попадания посторонних примесей и включений, поэтому следует предусмотреть фильтрацию воды через песочный фильтр. Технологическая схема водоподготовки воды (ТП 6) приведена на рисунке 3.23.



Рисунок 3.23 – Технологическая схема водоподготовки

Исходная вода поступает из городского трубопровода г. Иркутска подаётся в песочный фильтр, где с помощью разбрызгивающего устройства равномерно распределяется по всему сечению и проходит через слой кварцевого песка. Размер фракций 1–2,5 мм, высота слоя загрузки не менее 1,2 м, скорость фильтрации 6–8 м/ч. В процессе фильтрации идёт увеличение гидравлического сопротивления. Разность давлений над фильтрующим слоем и под ним зависит от степени загрязнения частичками взвеси, высоты фильтрующего слоя, размера зёрен и температуры. При разности давления 0,2–0,3 мг/дм³ работу прекращают и проводят промывку обратным током снизу-вверх. Очищенная вода собирается в ёмкость, откуда передаётся на угольный фильтр для удаления остаточного хлора. Скорость фильтрации через слой с активным углём составляет от 1 до 2,5 м/ч. Эффективность работы угольной колонки оценивается по разности показания окисляемости исходной и обработанной воды (не ниже 0,2–0,3 кг О₂/ дм³). Далее для удаления угольной пыли вода поступает на керамический фильтр. Отфильтрованная вода подается на производство (ТП 1–ТП 5).

Приготовление сахарного сиропа. Технологический процесс приготовления сахарного сиропа (ТП 3) горячим способом приведён на рисунке 3.24.

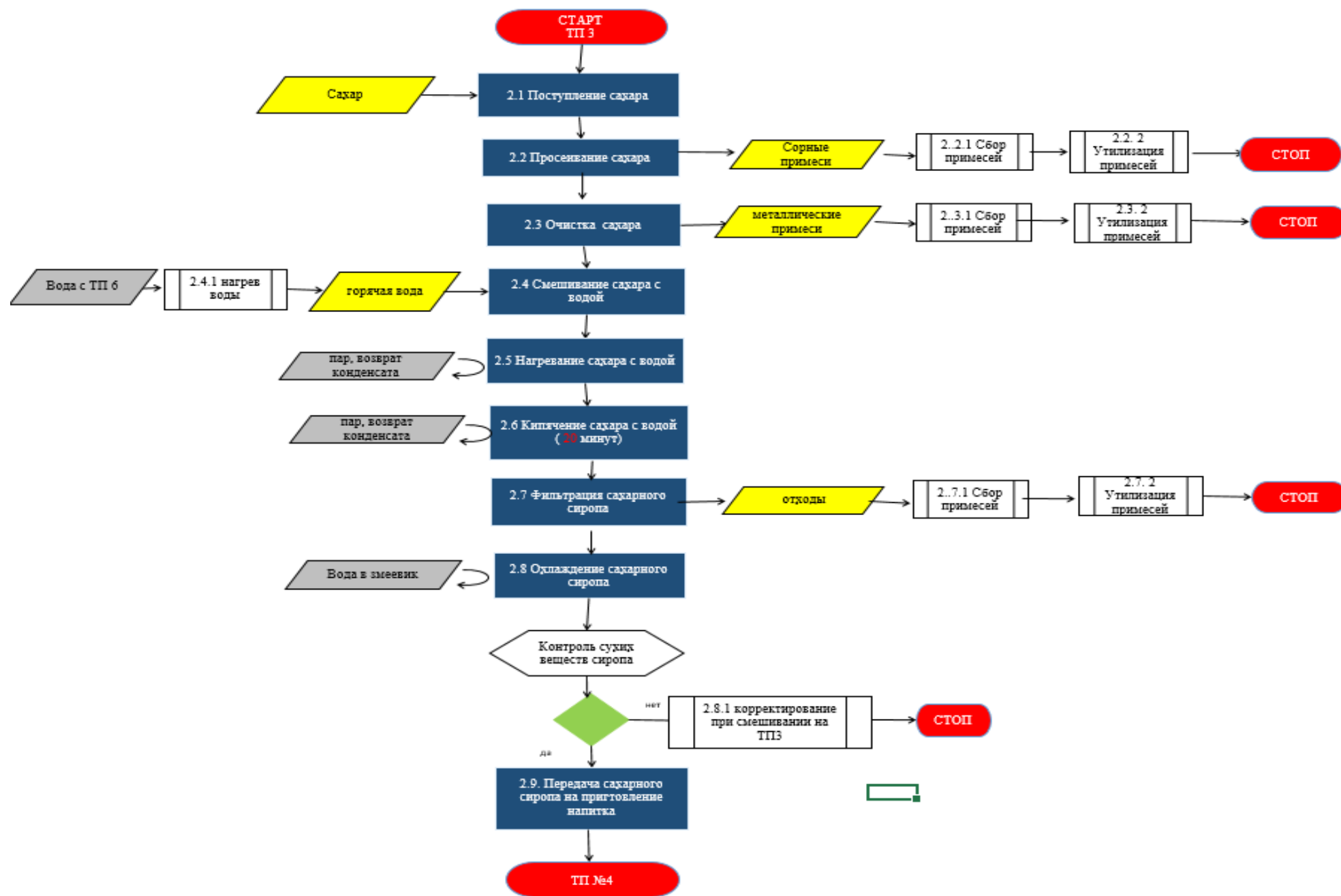


Рисунок 3.24 – Технологическая схема приготовления сахарного сиропа

Поступающий на производство сахар-песок просеивают и отделяют от сорных и металлических примесей. Для удаления из сахара остатков мешковины, ниток и крупных включений используется вибросито (SWECO) с магнитной решеткой. Сахарный сироп готовят следующим образом: рассчитанное количество подготовленной воды вносят в сироповарочный котёл и нагревают. В доведённую до кипения воду вносят рассчитанное количество сахара-песка и нагревают, периодически перемешивая. Кипятят в течении 20–30 мин для полного растворения и удаления слизеобразующих бактерий, при этом убирая с поверхности образовавшуюся пену. Для того чтобы поддерживать постоянное давление пара, у сироповарочных котлов устанавливаются редукционные клапаны. Для отвода конденсата предусмотрены конденсатоотводчики. Готовый сироп фильтруют в горячем состоянии и затем охлаждают до 70 °С в теплообменнике или с помощью внесённого змеевика, затем подают на купажирование. Проверяют содержание сухих веществ и подают на купажирование. Массовая доля сухих веществ в белом сиропе должна быть 60–65 %.

Приготовление купажа. При купажировании к сахарному сиропу добавляю рассчитанное количество сока и составные части купажа. Дигидрокверцетин перед введением в купаж разводится горячей водой до полного растворения. Вода используется естественная не умягченная, качество которой соответствует санитарным нормам на воду питьевую, жёсткость 1,2 мг-экв/дм³. Температуру поддерживают на уровне 65–60 °С. Смесь тщательно перемешивают в течение 15–25 мин и оставляют в покое на 2 ч для уничтожения микрофлоры. Далее купаж охлаждают до 20 °С и определяют физико-химические и органолептические показатели. При необходимости корректируют показатели. Готовый напиток фильтруют и передают на розлив.

Розлив, упаковка и хранение готового продукта. Готовый напиток «Пектин Прибайкалья» предполагается разливать в пэт бутылки вместимостью 0,5–3 дм³, а сок и концентрат для производства напитка – в канистры по 20 дм³. Хранить продукцию в замороженном виде (до минус 18 °С). Доставку готовой продукции планируется осуществлять автотранспортом.

Технологическая схема розлива, упаковки и хранения готового продукта приведена на рисунке 3.25.

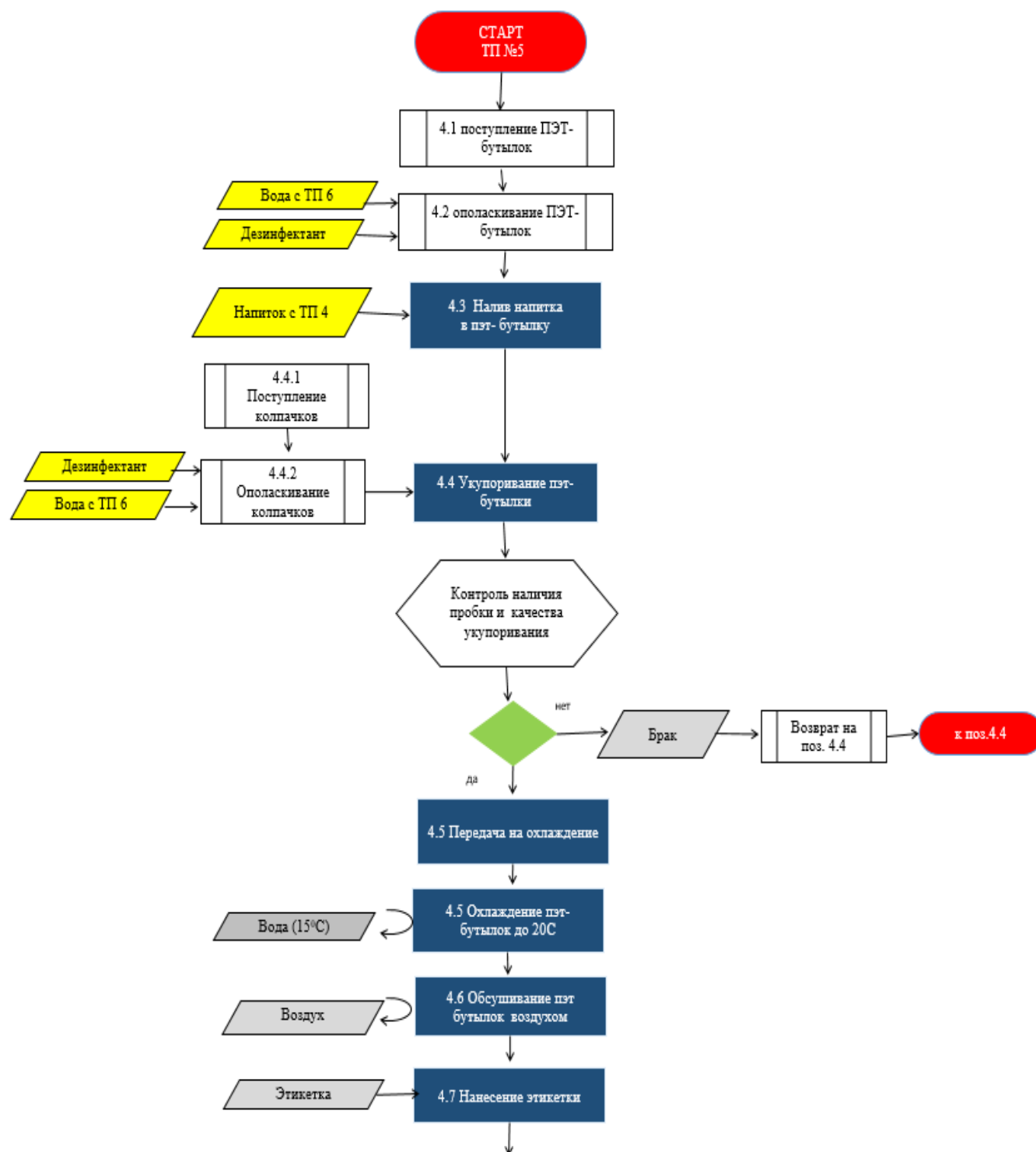
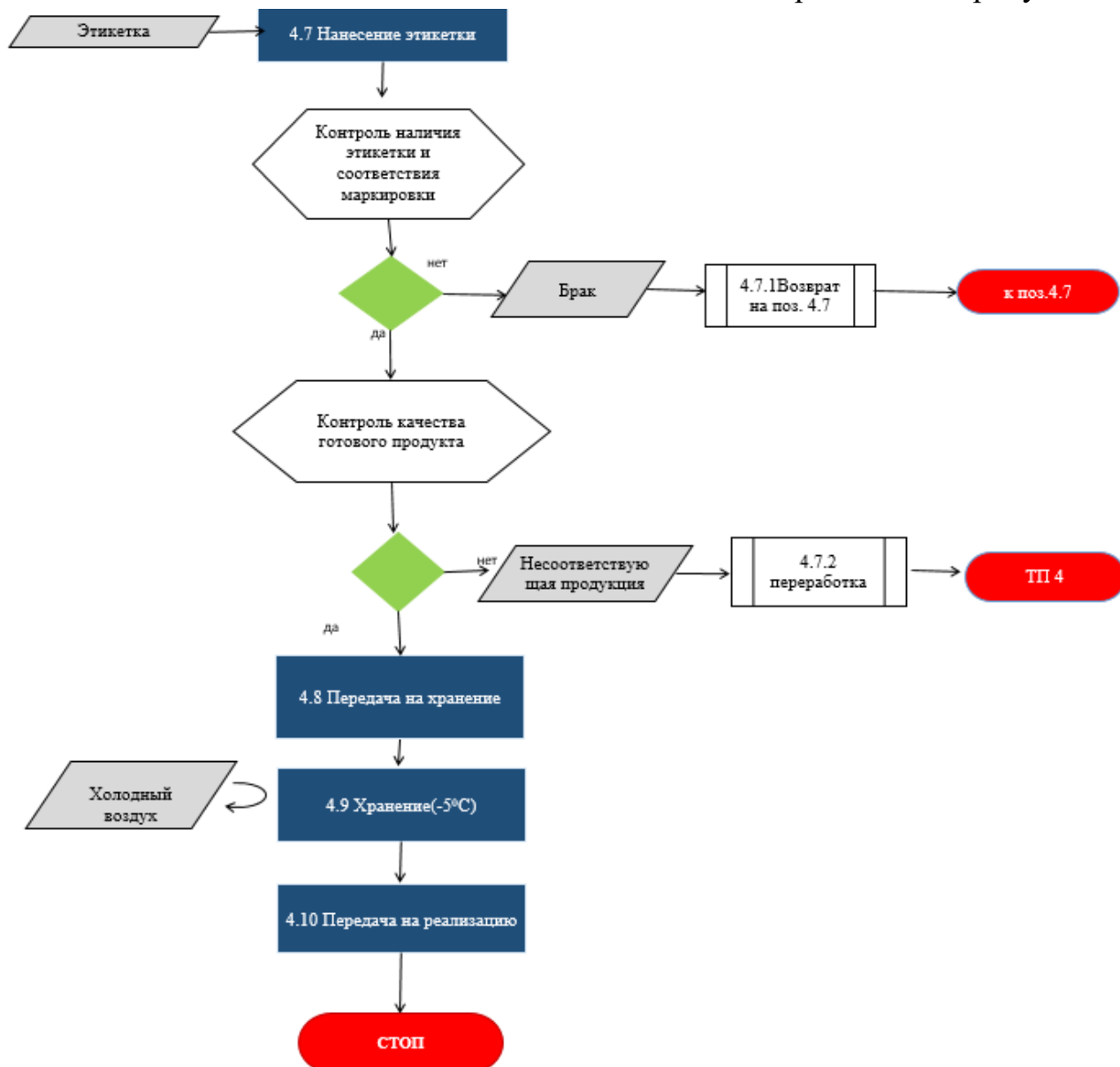


Рисунок 3.25 – Технологическая схема розлива, упаковки и хранения готового продукта



Поступающие на производство бутылки и колпачки ополаскивают и дезинфицируют. Подготовленные бутылки передают на горячий розлив. Напиток после контрольного фильтрования поступает при температуре 50 ± 5 °C. Уровень заполнения устанавливают с учетом изменения объема за счет нагрева. После укупоривания бутылки проходят визуальный контроль и подаются на охлаждение водой. Охлажденные до 20 °C бутылки обсушивают и передают на оформление (нанесение этикетки). Прошедшие инспекцию бутылки поступают на хранение и реализацию.

Апробация проведена на предприятии ООО «Энолог». Разработана технологическая инструкция (приложение А) и получена декларация о соответствии.

ГЛАВА 4 РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НАПИТКОВ

При расчёте технико-экономических показателей нового предприятия или модернизации действующего ООО «Энолог» требуется заложить первоначальный капитал, используемый как капитальные вложения, направляемый на строительно-монтажные работы по созданию необходимых производственных мощностей и покупку оборудования с учётом его доставки и монтажа [194].

4.1 Расчёт стоимости строительно-монтажных работ

Стоимость строительно-монтажных работ включает в себя приобретение производственных и административных зданий (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Стоимость производственных и административных зданий

Наименование зданий	Площадь, м ²	Цена 1 м ² , тыс. руб.	Общая стоимость, тыс. руб.
Производственные	500	60	30000
Складские	300	33	9900
Вспомогательные	200	35	7000
Административно-бытовые	200	45	9000
Итого	1200	—	55900

В качестве стоимости 1 м² производственных зданий используется среднерыночная цена Иркутской области.

4.2 Расчёт стоимости оборудования

Стоимость затрат на оборудование складывается из следующих статей, затраты на:

- производственное (технологическое) оборудование;
- электросиловое оборудование;
- автоматизацию технологических процессов и контрольно-измерительные приборы.

Сумма стоимости оборудования определяется на основе сметы оборудования в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчёт затрат на приобретение основного технологического оборудования

Наименование оборудования	Кол-во, штук	Стоимость единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
Бункер загрузочный	1	70	70
Моечная машина	1	200	200
Измельчитель для ягод и фруктов	1	80	80
Ёмкость для сбора сока с фильтром	1	50	50
Пресс	1	150	150
Насос	6	32	192
Сборник из нержавеющей стали	6	31	186
Шнековый транспортёр отвода жмыха	1	80	80
Сироповарочный аппарат	2	190	380
Весы	2	20	40
Купажный аппарат	1	157	157
Фильтр	1	25	25
Пастеризатор	1	146	146
Фильтр-пресс	1	55	55
Бактерицидная установка	1	110	110
Дозировочный насос	1	95	95
Комплексная линия розлива готовой продукции	1	600	600
Автомат этикетировочный	1	85	85
Ёмкость для сбора сока	2	50	100
Ёмкость для купаживания	1	40	40
Резервуар для ингредиентов	5	20	100
Пресс гидравлический	1	110	110
Сборник для хранения сахарного сиропа	1	83	83
Фильтр для сахарного сиропа	1	45	45
Морозильная камера	1	280	280
Итого			3459

Количество оборудования берётся из проектной документации, в качестве цен используются рыночные цены.

Полные капитальные вложения на оборудование будут представлены в таблице 4.3 и включают в себя следующие виды затрат:

- электросиловое оборудование – 10 % от стоимости технологического оборудования;
- контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации –

- включают 8 % от общей стоимости всего технологического оборудования;
- неучтенное оборудование – включает 20 % от стоимости всего технологического оборудования;
- транспортные расходы – включают 30 % от стоимости статей предыдущих затрат и стоимости всего технологического оборудования;
- затраты на трубопроводы – включают 10 % от стоимости технологического оборудования;
- запасные части и комплектация – включают 8 % от стоимости всего технологического оборудования;
- затраты на монтаж – включают 15 % от суммы всех предыдущих статей затрат и стоимости всего технологического оборудования [80, 194].

Таблица 4.3 – Полные капитальные вложения на приобретение оборудования и его ввода в эксплуатацию

Наименование затрат	Сумма, тыс. руб.
Технологическое оборудование	3459
Электросиловое оборудование	345,9
Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации	276,7
Неучтённое оборудование	691,8
Транспортные расходы	1432
Затраты на трубопроводы	345,9
Запасные части и комплектация	276,7
Итого	6828
Затраты на монтаж	1024,2
Всего по смете	7858,2

4.3 Расчёт стоимости инвентаря

От общей стоимости затрат на технологическое оборудование рассчитываем необходимое количество средств на приобретение инвентаря для производственных и хозяйственных нужд. При производстве напитков эти затраты учитываются в размере 5 % [68, 206].

4.4 Расчёт прочих затрат

Стоимость проектно-изыскательных работ, подбор и обучение персонала, средства передвижения – относим к прочим затратам, и рассчитываем, как 15% от

суммарной стоимости здания, технологического оборудования и вспомогательных инструментов [194].

Общий объём капитальных вложений на строительство и ввод предприятия в действие представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Сводная смета капитальных затрат на ввод в эксплуатацию здания и оборудования для комплексной переработки плодово-ягодного сырья

Наименование затрат	Общая стоимость, тыс. руб.
Здания и сооружения	55900
Оборудование	7858,2
Инвентарь	172,95
Прочие затраты	9589,67
Итого	577520,82

4.5 Общий расчёт производственной мощности предприятия

Производственная мощность предприятия представляет собой способность промышленного предприятия к предельно возможному выпуску производимой продукции в год (в смену, в сутки) в ассортименте, установленном планом.

Определение годовой производственной мощности проектируемого предприятия представлено в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Годовая производственная мощность

Ассортимент выпускаемой продукции	Выработка в сутки, л	Кол-во дней в году	Годовая выработка продукции, тыс. л
Сироп «Пектин Прибайкалья»	500	250	125
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»	1000	250	250
ИТОГО	1500	250	375

4.6 Расчёт производства в стоимостном выражении

Расчёт стоимости планируемого объёма продукции представлен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Стоимость планируемого объема продукции

Наименование продукции	Годовой объем производимой продукции, тыс. л	Розничная цена единицы продукции. руб.	Торговая скидка, руб.	Оптовая цена единицы продукции. руб.	Стоимость товарной продукции в оптовых ценах, тыс. руб.
Сироп «Пектин Прибайкалья»	125	500	42	458	57250
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»	250	450	39	411	102750
ИТОГО	375				160000

4.7 План по труду и расчёту заработной платы

Персонал планируемого предприятия рассчитывается из объёма производимой продукции [80, 194]. Сводный план по труду и заработной плате персонала представлены в таблицах 4.7 и 4.8.

Таблица 4.7 – Сводный план по труду и заработной плате

Должность, профессия	Численность	Месячный оклад одного работающего	Районный коэффициент и северная надбавка, тыс. руб.	Годовой фонд заработной платы тыс. руб.
Руководители				
Директор	1	50	25	900
Зам. директора	1	45	22,5	810
Итого	2			1710
Специалисты				
Главный технолог	1	42	21	756
Инженер технолог	2	39	19,5	1404
Инженер механик	2	37	18,5	1332
Итого	5			3492
Основные рабочие				
Оператор линии	2	34	17	1224
Помощник оператора	3	32	16	1728
Итого	5			2952
Служащие				
Бухгалтер	1	34	17	612
Экспедитор	2	30	15	1080
Итого	3			1692
ПВР:				
Охрана	2	28	14	1008
Слесарь	1	25	12,5	450
Уборщица	2	18	9	324
Итого	5			1782
Всего	20			11628

Таблица 4.8 – Затраты на оплату труда

Категория работающих	Численность ППП	Годовой фонд оплаты ППП	Среднемесячная заработная плата, тыс. руб
Основные рабочие	5	2952	49,2
ПВР	5	1782	29,7
Руководители	2	1710	71,25
Специалисты	5	3492	58,2
Служащие	3	1692	47
Итого	20	11628	48,45

Среднемесячная заработная плата одного работника определена как отношение годового фонда оплаты труда к численности персонала к количеству месяцев в календарном году [80, 194].

4.8 План расчёта материально-технического обеспечения предприятия

4.8.1 Стоимость основного и дополнительного сырья

Обязательным условием для работы предприятия и выполнения планов по производству выпускаемой продукции, а также снижения её себестоимости, роста дохода является полное и своевременное снабжение предприятия сырьём, необходимыми материалами хорошего качества по наиболее приемлемым ценам [206].

Таблица 4.9 – Расчёт затрат на промежуточные продукты

Наименование	Количество, л (кг)	Производственные потери	Цена за единицу, руб	Стоимость
Сироп «Пектин Прибайкалья»				
Яблочный сок:				
Яблоки	1,25	1,3	200	260
Ферменты	0,0002	0,0002	350	0,07
Дигидрокверцетин	0,0001	0,0001	1100	0,11
Итого	1,2503			260,18
Выход сока	1			
Цена за 1 литр сока, руб			260,18	
Сахарный сироп:				
Сахар	1,62	1,65	45	74,25
Цена за 1 литр сиропа, руб			74,25	
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»				
Смородина чёрная	1,25	1,3	200	260
Ферменты	0,0002	0,0002	350	0,07
Итого	1,2502			260,07
Выход сока	1			
Цена за 1 литр сока, руб			260,07	

Таблица 4.10 – Расчет затрат на приобретение основного и дополнительного сырья

Виды расходуетого сырья и основных материалов	Общая потребность в каждом виде сырья, в сутки	Общая потребность в каждом виде сырья, в год	Оптовая цена единицы продукции, руб.	Общая стоимость, тыс. руб.
Сироп «Пектин Прибайкалья»				
Сахарный сироп	105	26250	74,25	1949,62
Сок яблочный	350	87500	260,18	22765,75
Пектиновый экстракт	45	11250	500	5625
Итого	500	125000	-	30340,37
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»				
Сахарный сироп	210	52500	74,25	3898,12
Сок смородиновый	700	175000	260,07	45512,25
Пектиновый экстракт	90	22500	500	11250
Итого	1000	250000	-	60660,37
				91000,74

При определении расхода тары и упаковочных материалов учитываются нормы их расхода, количество производимой продукции. Расчёт потребности и стоимости вспомогательных материалов представлен в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчёт потребности и стоимости вспомогательных материалов

Виды расходуетых материалов	Суточный расход сырья, тыс. шт	Годовой расход сырья, тыс. шт	Оптовая цена единицы продукции, руб.	Общая стоимость, тыс. руб.-
Сироп «Пектин Прибайкалья»				
Бутылка 0,5 л	1	250	5,8	1450
Этикетка	1	250	0,1	25
Колпачок	1	250	0,5	125
Клей	0,00003	0,0075	20	0,15
Итого	-	--	-	1600,15
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»				
Бутылка 1 л	0,4	100	5,8	580
Бутылка 3 л	0,2	50	10	500
Этикетка	0,6	150	0,1	15
Колпачок	0,6	150	0,5	75
Клей	0,00002	0,005	20	0,1
Итого	-	-	-	1170,1
Всего	-	-	-	2770,25

4.8.2 План обеспечения топливно-энергетическими ресурсами предприятия

Расчёт необходимого количества электроэнергии ведется с учётом подобранного технологического оборудования и установленных норм для обеспечения нормальной работы предприятия [80]. Расчёт потребности и стоимости энергоресурсов представлен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Расчёт потребности предприятия в электроэнергии

Виды продукции	Количество продукции	Электроэнергии, кВт	
		норма на единицу готовой продукции	на всю продукцию
Сироп «Пектин Прибайкалья»	125	100	12500
Сироп для приготовления напитка «Ерошка»	250	100	25000
Итого			37500

Расчёт стоимости энергоресурсов, необходимых для функционирования предприятия представлен в таблице 6.13.

Таблица 4.13 – Расчёт стоимости энергоресурсов, необходимых для нормального функционирования предприятия

Вид энергии	Потребность в год	Стоимость за единицу, руб	Общая стоимость, тыс. руб.
Электроэнергии, кВт	37500	2,5	93,75
Итого			93,75

4.8.3 Расчёт себестоимости продукции

Полная себестоимость производимой продукции высчитывается на мощность предприятия и на единицу продукции [84]. Полная себестоимость продукции складывается из затрат на сырьё, энергозатрат, фонда заработной платы (табл. 4.14).

Таблица 4.14 – Калькуляция полной себестоимости производимой продукции

Статьи. Стоимость калькуляции.	На планируемую выработку, тыс. руб.
Основное и дополнительное сырьё	91000,74
Тара и упаковочные материалы	2770,25
Топливо и электроэнергия на технологические нужды	93,75
Основная и дополнительная заработная плата рабочих	11628
Отчисления на социальные нужды	3488,4
Амортизация основных производственных фондов	1930,19
Общезаводские расходы	2500

Продолжение таблицы 4.14

Статьи. Стоимость калькуляции.	На планируемую выработку, тыс. руб.
Прочие производственные расходы	11341,133
Производственная себестоимость	124752,463
Внепроизводственные расходы	9980,19
Полная себестоимость товарной продукции	134732,66

«Общезаводские расходы» охватывают расходы, которые составляют 100 % от заработной платы производственных рабочих.

Статья «Прочие производственные затраты» охватывает расходы, которые составляют 10 % от всех предыдущих затрат.

Производственная себестоимость рассчитывается как сумма всех затрат, включающих статьи 1–9.

«Внепроизводственные расходы» рассчитываются в размере 8 % от всей производственной себестоимости.

Полная себестоимость товарной продукции рассчитывается как сумма производственной себестоимости и расходов, связанных с реализацией готовой продукции [80].

Расчёт отчислений на износ оборудования, здания и т.д. (амортизация) представлен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Расчёт амортизации здания и оборудования планируемого производства

Наименование	Стоимость, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизации, тыс. руб.
Здание	55900	2,5	1397,5
Машины и оборудование	3459	15,4	532,686
Итого			1930,19

4.9 Расчёт основных технико-экономических показателей проектируемого предприятия

Для оценки экономической эффективности предприятия были рассчитаны экономические показатели, представленные в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Основные технико-экономические показатели проектируемого предприятия

Показатели	Значения
Выпуск продукции	
В натуральном выражении	
- производство напитков, тыс. л/год	375
В стоимостном выражении, тыс. руб	160000
Полная себестоимость товарной продукции, тыс. руб	134732,66
Затраты на 1 рубль товарной продукции, руб	0,84
Прибыль от реализации продукции, тыс. руб	25267,34
Чистая прибыль, тыс. руб.	19203,18
Показатели	Значения
Рентабельность продукции, %	14,25
Среднесписочная численность работающих, чел.	20
Производительность труда, тыс. руб/чел	8000
Среднемесячная заработная плата, руб.	48,45
Капитальные вложения, тыс. руб.	55900
Срок окупаемости капитальных вложений, г	2,44

Полученные результаты расчёта основных технико-экономических показателей показывают, что чистая прибыль предприятия составит 19203,18 тыс. руб., затраты на 1 рубль товарной продукции – 0,84 руб., среднемесячная заработная плата 48,45 тыс. руб., при этом рентабельность предприятия достигнет 14,25 %, а срок окупаемости капитальных вложений составит около 2,5 лет.

4.10 Оценка рисков проекта

4.10.1 Коммерческие риски

Коммерческие риски проекта приведены в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Оценка коммерческих рисков проекта

Вид риска	Степень риска		
	Высокая	Средняя	Низкая
Риск низкой удовлетворенности потребителя	-	+	-
Риск появления схожих продуктов на рынке	-	-	+
Трудности с продвижением продукции	+	-	-
Рост цен сырье и материалы	-	+	-
Превышение инвестиционных затрат	-	+	-

Риск низкой удовлетворенности потребителя рассматривается как риск средней степени. Для минимизации риска предусмотрен механизм постоянного тестирования и опросов потребителей, который позволит выявлять и настраивать не устраивающие потребителей характеристики продукции, обеспечивать максимальную удовлетворенность потребителей.

Превышение инвестиционных затрат рассматривается как риск средней степени, так как затраты на проведение сертификацию, маркетинг и продвижение, оборудование в проекте заложены укрупнено.

Риск появления схожих продуктов на рынке оценивается как минимальный так как продукция имеет свою ограниченную нишу и требует специальных технологий и знаний для организации её производства.

Трудности с продвижением продукции рассматривается как риск высокой степени, так как в настоящее время на рынке существует множество аналогичных продуктов. Для минимизации риска в программе продвижения продукции предусмотрено размещение рекламы в интернете, радио, телевидении. Популяризацию продукции также планируется проводить за счёт оригинальной выкладки в розничных точках с оформлением POS-материалами. Для обеспечения лояльности сотрудников розничных торговых и аптечных сетей к продукции компании предусмотрена бонусная программа.

Рост цен на сырьё и материалы можно компенсировать за счёт повышения цен на производимую продукцию. Также минимизации данного риска способствует высокая рентабельность планируемых к производству продуктов.

4.10.2 Организационные риски

Организационные риски проекта приведены в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Оценка организационных рисков проекта

Вид риска	Степень риска		
	Высокая	Средняя	Низкая
Риск несоблюдения графика и превышения бюджета проекта	-	-	+
Невыполнение обязательств поставщиками (низкое качество поставляемых сырья и материалов, дефекты в оборудовании, несвоевременная поставка)	-	-	+
Увеличение сроков реализации проекта	-	+	-

Риск несоблюдения графика и превышения бюджета проекта расцениваются как риск низкой степени, так как инвестиционные затраты и сроки реализации отдельных мероприятий заложены в проекты с запасом. Риск планируется минимизировать за счёт предложения инвестору выгодного инвестиционного контракта и за счёт привлечения широкого круга потенциальных инвесторов проекта.

Риски невыполнения обязательств поставщиками планируется минимизировать за счёт контрактов на базе твёрдых цен, поставки «под ключ», наличия валютных оговорок, штрафных санкций, применение национального законодательства при разрешении споров и т.п. Наличие долгосрочных контрактов с поставщиками сырья и материалов.

Риск увеличения сроков реализации проекта можно считать минимальным, так как в договорах с подрядчиками будут прописаны санкции за несвоевременное и некачественное выполнение обязательств.

4.10.3 Технологические риски

Технологические риски проекта приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Оценка технологических рисков проекта

Вид риска	Степень риска		
	Высокая	Средняя	Низкая
Риск дефицита сырья	-	+	-
Риск, связанный с отрицательным влиянием изменений составных частей продукции	-	+	-

Для снижения риска дефицита сырья планируется заключение долгосрочных договоров с несколькими поставщиками сырья.

Риск, связанный с отрицательным влиянием изменений составных частей продукции рассматривается как риск средней степени. Для его минимизации планируется детальная регламентация и стандартизация процессов входного контроля качества сырья и материалов, наиболее важных технологических операций.

ВЫВОДЫ

1. Показана целесообразность переработки плодов мелкоплодных яблонь Иркутской области, характеризующихся высокой кислотностью (от 4,8 до 10,8 г/дм³), средней сахаристостью (от 5,0 до 12,5 г/100 см³) и содержанием пектиновых веществ от 0,9 до 1,4 % с получением продуктов повышенной физиологической ценности. Установлено, что пектиновые вещества исследованных сортов яблок являются низкоэтерифицированными, что свидетельствует о их высокой желирующей способности и сорбционной способности к ионам тяжелых металлов.

2. Обоснована технология получения сока прямого отжима из мелкоплодных яблок Иркутской области без использования консервантов и пастеризации. Установлено, что применение ферментных препаратов Фруктоцим П6-Л (0,003 см³/кг) и Целлолюкс А (4,5 г/кг) при 35 °С в течение 3-4 ч способствует увеличению выхода сока на 8–10%, а наибольший выход (12,1%) получен при совместном использовании ферментных препаратов. Показана целесообразность хранения сока в замороженном виде.

3. Установлено, что сок мелкоплодных яблок Иркутской области характеризуется высоким содержанием биологически активных веществ: витамина С (8,8–17,4 мг/100 см³) и фенольных соединений (0,9–1,7 г/дм³), представленных фенолокислотами, флаван-3-олами, гликозидами флавонолов, производными дигидрохалконов и др. Показано, что сок, полученный из плодов, имеющих отклонения по сахару (Светлое – 6,0 г/100 см³, Пепинчик красноярский – 5,0 г/100 см³) и по кислотности (Красноярский сеянец – 10,8 г/дм³, Красноярский снегирёк – 10,6 г/дм³) предпочтительнее использовать в купажах.

4. Научно обоснованы и экспериментально подтверждены технологические режимы получения пектинового концентрата из выжимок мелкоплодных яблок ферментативным способом: гидромодуль – 1:5–1:8, концентрация Целлолюкс А – 4,5 г/кг сырья, температура – 65 °С, продолжительность обработки – 2–2,5 ч. Предложенная технология предусматривает очистку пектинового экстракта от сахаров с помощью лиофилизированных дрожжей штамма Lalvin 71В-1122 при 20–25 °С в течение 24 ч, вместо традиционно применяемой отмывке их ледяной водой. Для

готового продукта определены показатели безопасности и установлен срок хранения 1 год.

5. Разработана рецептура напитка «Пектин Прибайкалья». Физиологическая ценность напитка обусловлена присутствием в соке флавоноидов и фенолокислот, а также введением источника растворимых пищевых волокон – пектинового концентрата до содержания пектиновых веществ в готовом напитке не менее 8,0 г/100 мл) и антиоксиданта (дигидрокверцетина) не менее 10 мг/100 мл.

6. Рассчитаны основные технико-экономические показатели: чистая прибыль предприятия составит 19203,18 тыс. руб., затраты на 1 рубль товарной продукции – 0,84 руб., среднемесячная заработная плата 48,45 тыс. руб., при этом рентабельность предприятия достигнет 14,25 %, а срок окупаемости капитальных вложений составит около 2,5 лет.

ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ СОКРАЩЕНИЯ

ДКВ – дигидрокверцетин

БАД – биологически активная добавка

СФО – Сибирский федеральный округ

ФП – ферментный препарат

РФА – метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии

ВП – водорастворимый пектин

ПП – протопектин

TR(MS), мин – время удерживания

[M+H]⁺теор. – масса протонированной молекулы

УФ max, нм – ультрафиолетовое поглощение

ЭАВС – электроактивированная водная система

КС – комплексообразующие свойства

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Addition of Micronutrients to Food / Institute of Food Science and Technology UK. — London: 1FST, 1997.
2. Bender, A. E. The stability of vitamin C in a commercial fruit squash / A. E. Bender // J. Sci. Food Agric., 1958, 9, P. 754—760.
3. Berry, O.P. The stability of vitamins in food / O.P. Berry // The Technology of Vitamins in Food — Chapter 5. — Glasgow: Blackie Academic and Professional Press, 1993.
4. Bouhnik, Y. Administration of transgalactooligosaccharides increase faecal Bifidobacteria and modifies fermentation metabolism in healthy humans / Bouhnik Y., Flourie B. // J. of Nutrition, 1997, 127, P. 444–448.
5. Briet, F. Symptomatic response to varying levels of fructo-oligosaccharides consumed occasionally or regularly / F. Briet, L. Achour, B. Flourie, L. Beaugerie, P. Pellier, C. Franchisseur // Eur. J. of Clinical Nutrition, 1995, 49, P. 501–507.
6. Brigand, G. Insight into the structure of Pectin by High performance chromatographic methods / G. Brigand, A. Denis // Carbohydrate Polymers. – 1990. – V. 12, N 1. – P. 61-77.
7. de Simon, F.B. Study of the Efficiency of Extraction of Phenolic Compounds / F.B. de Simon, J. Perez-Ilzabe, T. Hernandez, C. Gomez-Gordoves, I. Estrela // Chromatographia. 1990. – V.30. N.1-2. P.35-37.
8. Eisele, T.A. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties / T.A. Eisele, S.R. Drake // J. of Food Composition and Analysis. – 2005. P. 213-221.
9. Flood, M.T. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food / M.T. Flood, M.N. Auerbach, S. A. Craic // Food and Chemical Toxicology, 2004, 42, P. 1531–1542.
10. Foda, V.H. Rheological characteristics of pectin and carboxymethyl cellulose / V.H. Foda, M.A. Abdel-Allah, A.K. Ahmed // Strach. – 1983. – Vol. 35, N 4. – P. 133-139.

11. Futo, L. Pectin food use / L. Futo // *Encyclopaedia of Food Science and Nutrition*. — 2nd ed. — Val. 7. — Benjamin Cabillero, 1993. — P. 4445, 4448-4449.
12. Fox, J. E. Stabilisers types and function / J. E. Fox, P. Ingenpass, S. Zachow // *Encyclopaedia of Food Science and Nutrition*. — 2nd ed. — Vol. 7. — Benjamin Cabillero, 1993. — P. 5545.
13. Guillon, F. Further characterization of acid- and alkali-soluble pectins from sugar beet pulp / F. Guillon, I.F. Thibault // *Lebensm. Wiss. und Technol.* — 1988. — V. 21. — P. 198-205.
14. Gibson, G. R. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics / G. R. Gibson, M. Roberfroid // *J. of Nutrition*, 1995, 125, P. 1401-1412.
15. Gibson, G. R. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics / G. R. Gibson, H. M. Probert, Loo J. Van, R. A. Rastall, Roberfroid M. B. // *Nutrition Research Review*, 2004, 17, P. 259-275.
16. Hagen, S.F. Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*Malus domestica* Borkh., cv. Aroma): Effect of postharvest UV-B irradiation / S.F. Hagen, G.I.A. Borge, G.B. Bengtsson, W. Bilger, A. Berge, K. Haffner, K.A. Solhaug // *Postharvest Biology and Technology*. — 2007. — V. 45. — P. 1-10.
17. Hoefler, A. C. Practical Guides for Food Industry / A. C. Hoefler // *Hydrocoloids*. — Eagan Press Handbook Series, 2004. — P. 33 – 34.
- 15a. Holland B. et al. (eds) McCance and Widdowson's *The Composition of Foods*. — 5th ed. — London: The Royal Society of Chemistry; MAFF, 1991.
18. Hyder, S. M. A multiple-micronutrient-fortified beverage affects hemoglobin, iron, and vitamin A status and growth in adolescent girls in rural Bangladesh / S. M. Hyder, F. Haseen, M. Khan, T. Schaetzel, C. S. Jalal, M. Rahman, B. Lonnerdal, V. Mannar, H. Mehansho // *J. Nutr.*, 2007, 137(9), P. 2147-2153.
19. Imeson, A. Microcrystalline cellulose / W. Humphreus, A. Imeson // *Thickening and Gelling Agents for Food* — 2nd ed. — Aspen Publishers Inc., 1999. — P. 184, 186, 191.

20. Indrawati, S. A. Comparative study on pressure and temperature stability of 5-methyltetrahydrofolic acid in model systems and in food products / S. A. Indrawati, C. Arroqui, I. Messagie, M. T. Nguyen, Loey A. Van, Z. M. Hendrick // *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52(3), P. 485-492.
21. Ito, M. Effects of administration of galactooligosaccharides on the human faecal microflora, stool weight and abdominal sensation / M. Ito, Y. Deguchi, K. Miyamori, K. Matsumoto, H. Kituchi, Y. Kobayashi, T. Yajima, T. Kan // *Microbial Ecology of Health Disease*, 1990, 3, P. 285–292.
22. Juices Report. Statista Consumer Market Outlook - Segment Report – 2022 – Режим доступа: <https://www.statista.com/outlook/cmo/non-alcoholic-drinks/juices/china>
23. Jones, J. Dietary fibre or wholegrains or both? / J. Jones, H. Salovaara, F. Gates, M. Tenkanen // *Dietary Fibre Components and Functions* – Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2007. – P. 13 – 30.
24. Juhr, N. C. A method for estimating the available energy of incompletely digested carbohydrates in rats / N. C. Juhr, J. Franke // *J. of Nutrition*, 1992, 122(7), P. 1425 – 1433.
25. Kaneko, K. Effect of added calcium chloride on viscosity of radish root pecton–sodium chloride solution and its reaction mechanism / K. Kaneko, M. Iwata, T. Watanabe // *Nippon Shokuhin Kogy Gakkai-shi*. – 1983. – V. 30, N 10. – P. 579-584.
26. Latham, M.C. Micronutrient dietary supplements –a new approach / M.C. Latham, D. Ash, G. Ndossi, H. Mehansho, S. Tatala // *Arch. Latinoam. Nutr.*, 2001, 51 (Suppl. 1). P. 37–41.
27. Levis, L. Elektrokinetic properties of some compounds important in sugar juice refining / L. Levis, S. Petrov // *Industr. Secera*. – 1981. – V.35. – P.30-35.
28. Lotzkar, H. Effect of salts on the viscosity of pectinic acid solutions / H. Lotzkar, T.H. Schultz, H.S. Owens, W.D. Maclay // *J. phys. chem.* – 1946. – V. 50, N 3. – P. 200 -210.
29. Lenz, M. K. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food components / M. K. Lenz, D. B. Lund // *Food Technol.*, 1980, 34(2), P. 51-55.

30. May, C. D. Pectins // Handbook of Hydrocolloids / Williams P.A., Phillips G. O. — Cambridge: CRC Press; Woodhead Publishing, 2000. — P. 169-188.
31. Mehanso, H. Eradication of iron deficiency anaemia through food fortification: the role of the private sector / H. Mehanso // J. Nutr., 2002, 132, P. 31.
32. Meier, R. Effect of liquid diet with and without soluble fibre supplementation on intestinal transit and cholecystokinin release in volunteers / R. Meier, C. Beglinoer, H. Schneider, A. Rowedder, K. Gyr // J. of Parenteral and Enteral Nutrition, 1993, 17, P. 2321–2335.
33. Mitchell, H. Bulking agents: multifunctional ingredients / M. Auerbach, S. Graig, H. Mitchell // Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology / – Oxford, Blackwell Publishing, 2006. – P. 367–397.
34. Morris, E.B. Characterization of pectin gelation under conditions of low water activity by circular dichroism, competitive inhibition and mechanical properties / E.B. Morris, M.J. Gidley, E.J. Murray // Intern. J. Biol. Macromolec. – 1980. – V. 2, N 5. – P. 327- 330.
35. Nelina, V.V. Pectin. Methods of control in the production of pectin / V.V. Nelina // Kiev. – 1992. – 112 p.
36. Nemchinova, A.I. The quality assessment of raw materials for the production of functional juice drinks. / A.I. Nemchinova, N.P. Suprun, G.S. Gusakova and S.N. Evstaf'ev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Volume 640. Issue 5. – P. 052006.
37. Onsoyen, E. Alginates / E. Onsoyen, A. Imeson // Thickening and Gelling Agents for Food— 2nd ed. — Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc., 1999. — P. 22–25, 28–29. 41.
38. Pajor, A.M. Inhibitor binding in the human renal low- and high-affinity Na⁺/glucose cotransporters / A.M. Pajor, K.M. Randolph, S.A. Kerner, C.D. Smith // J. Pharmacol Exp. Ther. – 2008. – V. 324, N 3. – 985-991.
39. Phillips, G. O., Acacia (gum abic): a nutritional fibre; metabolism and caloric value / G. O. Phillips // Food Additives and Contaminants, 1998, 15 P. 251–264.

40. Piazzon, A. Antioxidant activity of phenolic acids and their metabolites: synthesis and antioxidant properties of the sulfate derivatives of ferulic and caffeic acids and of the acyl glucuronide of ferulic acid / A. Piazzon, U. Vrhovsek, D. Masuero, F. Mattivi, F. Mandoj, M. Nardini // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2012. – V. 60. – P. 12312-12323.
41. Rachenko, M.A. The fruit of Siberian apple varieties as raw material for juice production / M.A. Rachenko, G.S. Gusakova, A.I. Nemchinova, A.M. Rachenko and E.G. Khudonogova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Volume 421. Issue 3. – P. 032022.
42. Rezk, B.M. The antioxidant activity of phloretin: the disclosure of a new antioxidant pharmacophore in flavonoids / B.M. Rezk, G.R. Haenen, W.J. van der Vijgh, A. Bast // *Biochem Biophys Res Commun*. – 2002. – V. 295, N 1. – P. 9-13.
43. Rice-Evans, C.A. Structure – Antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids / C.A. Rice-Evans, N.J. Miller, G. Paganga // *Free Radical Biology and Medicine*. – 1996. – Vol. 20, N 7. – P. 933-956.
44. Rocken, W. Destabilisierung des Trubes von Orangen – limonaden / W. Rocken // *Brauwissenschaft*. – 1979. – Vol. 32, N 1. – P. 11-13.
45. Ryley, J. Vitamins in thermal processing/ J. Ryley, P. Kajda // *Food Chem.*, 1994, 49, P. 119-129.
46. Sanchez-Moreno C. gang M. p. Vitamin C, provitamin A carotenoids and other carotenoids in high-pressurised orange juice during refrigerated storage / C. Sanchez-Moreno, L. Plaza // *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51(8), P. 2432.
47. Siebert, K.J. Formation of Protein-Polyphenol Haze in Beverages / K.J. Siebert, A. Carrasco, P.Y.J. Lynn Agric // *Food Chem.* – 1996, – Vol. 44, N 8. – P. 1997-2005.
48. Timberlake, C. F. Metallic components of fruit juices. III. Oxidation and stability of ascorbic acid in model systems / C. F. Timberlake // *J. Sci. Food Agric.*, 1960, 11, P. 258-268.

49. Timberlake, C. F. Metallic components of fruit juices IV. Oxidation and stability of ascorbic acid in blackcurrant juice / C. F. Timberlake // J. Sci. Food Agric., 1960, 11, P. 268-273.
50. Vries, J.A. Structural, features of the neutral sugar side chains of apple pectic substances // J.A. Vries, C.H. Vijl, A.G.J. Voragen, F.M. Rombouts, W. Pilnik // Carbohydrate Polymers. – 1983. – N3. – P. 193-205.
51. Yagasaki, K. Inhibitory effects of chlorogenic acid and its related compounds on the invasion of hepatoma cells in culture / K. Yagasaki, Y. Miura, R. Okouchi, Furuse, Cytotechnology. – 2000. – Vol. 33, N 1-3. – P. 229-235.
52. А.с. 102771 СССР, МКИ С 08 И 37/6. Способ получения пектина / Турдакова И.И., Аймухамедова Г.Б., Мусабаев И.А. (Кирг. ССР). – 3408805/23-05; заявлено 18.03.82; опубл. 07.07.83, Бюл. 25.
53. А.с. 1184514 СССР, МКИЗ С 08 В 37/6. Способ получения пектина / Архипова Т.Н., Ашубаева З.Д. (Кирг. ССР). – 3996088-31-13; заявл. 10.11.83; опубл. 12.07.85, Бюл. 38.
54. А.с. 1340718 СССР, МКИ2 С 08 В 37/6. Способ производства порошкообразного яблочного пектина / Зубченко А.Б., Агеев С.М., Олейникова А.Я. (Краснодар. НИИПП). – 2461062/28-13; заявл. 10.07.85; опубл. 12.04.87, Бюл. 20.
55. А.с. 1599303 СССР, МКИ2 А 23 1/04 // С 08 В 37/06. Способ получения яблочного пектина / Погребная В.А., Полтуньянц М.К., Улиткин О.А. (Краснод. НИИПП). – 4152466/30-13; заявл. 26.10.86; опубл. 16.02.88, Бюл. 20.
56. А.с. 840043 СССР, МКИЗ С 08 В 37/6. Способ получения пектина / Филиппов М.П., Школенко Г.А., Дорма Р.Е. (Инст. химии АН Молдовы). – 2779633/23-05; заявл. 14.06.79; опубл. 23.06.81, Бюл. 23.
57. Агроинвестор. В самом соку: 80% российской переработки фруктов приходится на производство соковой продукции. – 2016 – № 3. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/companies/article/23094-v-samom-soku>.
58. Адамович, С.Н. Биологически активные ионные жидкости. Новые аналоги ацетилхолина / С. Н. Адамович, А. Н. Мирскова, Р. Г. Мирсков, М. Г. Воронков // Изв. АН. сер. хим. – 2012. – № 11. – С. 2175-2176.

59. Анализ рынка функциональных напитков в России в 2013 – 2017 гг. РБК. Исследования рынков. [Электронный ресурс] <https://marketing.rbc.ru/research/562949984448382.shtml> (дата обращения: 18.04.2022).
60. Анализ рынка функциональных напитков в России в 2006-2010 гг., прогноз на 2011-2015 гг. – США : BusinesStat, 2011. – 97 с.
61. Андреев, В.В. Способы получения и применения различных типов яблочного пектина / В.В. Андреев, И.В. Наumenко, Л.П. Паршакова // Консервная, овощесушильная и пищевоконцентратная промышленность. – М., ЦНИИТЭИ пищепром. – 1981. – 31 с.
62. Базарнова, Ю.Г. Применение натуральных гидроколлоидов для стабилизации пищевых продуктов / Ю.Г. Базарнова, Т.В. Шкотова, В.М. Зюканов // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2005. – No 2. – С. 84-87.
63. Барская, И.Э. Экономическая эффективность новых способов производства плодово-ягодных соков / И.Э. Барская, И.А. Ладыжанский // – М.: Пищевая промышленность. – 1975. – 205 с.
64. Барсукова, О.Н. Коллекционное разнообразие и селекционное использование ягодных яблонь (*Sectio Gymnomeles Koehne*) / О.Н. Барсукова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2012. – С. 231-235.
65. Батуева, Ю.М. Адаптивная селекция плодовых и ягодных культур в Бурятии / Ю.М. Батуева, Н.К. Гусева, Н.А. Васильева // Вестник АГАУ. – 2015. – No 12(134). – С. 15-19.
66. Беляев, А.А. Получение образцов купажа сока из мелкоплодных яблок и дикорастущих ягод Восточной Сибири / А.А. Беляев // Вестник КрасГАУ. – 2014. – No 1. – С. 186-192.
67. Бизнес-план внутрикластерного проекта. Организация на территории Иркутской области производства экстрактов из растительного сырья – 2016. – С. 60.
68. Бушмин, Г.А. Экономика и организация промышленного производства: учебное пособие / Г.А. Бушмин, В.К. Розов. – М.: Просвещение, 1982. – 272 с.
69. Валуйко, Г.Г. Стабилизация виноградных вин / Г.Г. Валуйко, В.И. Зинченко, Н.А. Мехузла. – Изд. 3-е, доп. – Симферополь: Таврида, 2002. – 208 с.

70. Ван Муорик, С.В. Современные тенденции развития промышленности пищевых добавок и ингредиентов / С.В. Ван Муорик // Пищевые ингредиенты – сырье и добавки, 2004. – №1.
71. Варфоломеева О.А. Разработка технологии пищевого пектина на основе использования карбогидраз и лиаз микроорганизмов: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.07 / Варфоломеева Ольга Анатольевна. – М., 2005. – 26 с.
72. Василенко, Ю.К. Получение и изучение физико-химических и гепатопротекторных свойств пектиновых веществ / Ю.К. Василенко, С.В. Москаленко, Н.Ш. Кайшева // Хим.- фармац. журн. –1997. – Т.31, № 6. – С. 28–29.
73. Василенко, Ю.К. Получение и изучение физико-химических и гепатопротекторных свойств пектиновых веществ / Ю.К. Василенко, С.В. Москаленко, Н.Ш. Кайшева // Хим.- фармац. журн. –1997. – Т.31, № 6. – С. 28–29.
74. Васильева, В.Н. Яблоня в Сибири / В.Н. Васильева; Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991. – 151 с.
75. Витковский, В.Л. Плодовые растения мира / В.Л. Витковский. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
76. Вечер, А.С. Изменение содержания некоторых веществ при брожении яблочных соков / А.С. Вечер, Л.А. Юрченко, С.И. Василькевич, Е.С. Романовец // Виноделие и виноградарство СССР. – 1974, – № 4. – С 26-28.
77. Гержикова, В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
78. Голубев, В.Н. Пектин: химия, технология, применение / В.Н. Голубев, Н.П. Шелухина. – М., –1995. – 317 с.
79. Глебов, С.Ю. Исследование качественных характеристик овощей тыквенных замороженных / С.Ю. Глебов, О.В. Голуб, Н.И. Давыденко // Вестник ЮУр-ГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 67-77.
80. Гольденберг, Я.М. Использование отходов в консервной промышленности / Я.М. Гольденберг, А.Ф. Фан-Янг; М.: Пищевая пром-сть, 1971. – 83 с.

81. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С сахара. Введ. 01.01.90. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. – 16 с.
82. ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов. Введ. 01.07.86. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 64 с.
83. ГОСТ 27572-87. Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия. Введ. 01.07.89. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 24 с.
84. ГОСТ 28188-2014. Напитки безалкогольные. Общие технические условия. Введ. 20.11.14. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.
85. ГОСТ 29059-91. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. Введ. 01.07.92. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 10 с.
86. ГОСТ 33850-2016. Почвы. Определение химического состава методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии. Введ. 01.07.17. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2017. – 17 с.
87. ГОСТ 5903-89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. Введ. 28.11.89. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
88. ГОСТ 6687.5-86. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции. Введ. 09.04.86. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 9 с.
89. ГОСТ 8756.11-2015. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения прозрачности и мутности. Введ. 01.07.16. – М.: Издательство стандартов, 2016. – 8 с.
90. ГОСТ Р 51433-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром. Введ. 01.01.01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 16 с.
91. ГОСТ Р 51434-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности. Введ. 01.01.01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 16 с.

92. ГОСТ Р 53956-2010. Фрукты быстрозамороженные. Общие технические условия. Введ. 01.01.12. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.
93. ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия. Официальное издание. Введ. 01.07.16. – М.: Стандартинформ, 2019. – 33 с.
94. ГОСТ 34314-2017. Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия. Официальное издание. Введ. 15.12.17. – М.: Стандартинформ, 2018. – 31 с.
95. ГОСТ 10444.8-88. Метод определения *Bacillus cereus*. Издательство стандартов. Введ. 01.01.90. – М.: Стандартинформ, 2010. – 8 с.
96. ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. Введ. 01.10.16. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2014. – 14 с.
97. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Введ. 01.01.96. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2010. – 7 с.
98. ГОСТ 16270-70. Яблоки свежие ранних сроков созревания. Технические условия. Введ. 01.01.71. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. – 6 с.
99. ГОСТ 32001-2012. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот. Введ. 03.12.12. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2014. – 9 с.
100. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Введ. 27.03.89. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. – 11 с.
101. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. Издательство стандартов. Введ. 28.09.87. – Стандартинформ, 2010. – 11 с.
102. ГОСТ Р 52184-2003. Консервы. Продукция соковая. Соки фруктовые прямого отжима. Технические условия. Издательство стандартов. Введ. 28.09.03. – Стандартинформ, 2010. – 34 с.

103. ГОСТ 26313-2014 Продукты переработки фруктов и овощей. Правила приемки и методы отбора проб. Издательство стандартов. Введ. 28.09.03. – Стандартинформ, 2019. – 13 с.

104. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорты растений. – М.: ФГУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений», 2015. – Т.1. – 468 с.

105. Грабишин, А.С. О некоторых особенностях технологий производства пектина / А.С. Грабишин, // Новые технологии. – 2010. – Т. 2. – С. 30-34.

106. Гусакова, Г.С. Исследование биохимического состава плодов яблони южного Прибайкалья и продуктов виноделия, сброженных на древесной щепе / Г.С. Гусакова, Н.П. Супрун, М.А. Раченко, А.Н. Чеснокова, Е.В. Чупарина, А.И. Немчинова, С.С. Макаров // Известия вузов. прикладная химия и биотехнология. – 2019. С. 722-736

107. Дмитриева, М.В. Сортовой состав садов Иркутской области / М.В. Дмитриева; Ирк. обл. гос. изд-во, 1951. – 124 с.

108. Догаева, Л.А. Классификация и идентификационные признаки функциональных безалкогольных напитков / Л.А. Догаева, Н.Т. Пехтерева // Пиво и напитки. – 2011. – No 5. – С. 62-65.

109. Догаева, Л.А. О классификации функциональных безалкогольных напитков / Л.А. Догаева, Н.Т. Пехтерева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – No 2. – С. 53-58.

110. Долганова, З.В. Генетические коллекции ГНУ НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко и их использование в селекции / З.В. Долганова, И.П. Калинина, О.В. Мочалова, И.А. Пучкин, В.И. Усенко // Вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12, № 4. – С. 573-579.

111. Домарецкий, В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья : учебное пособие / В.С. Домарецкий. – М. : Форум, 2007. – 448 с.

112. Донченко, Л.В. Методические указания по определению пектиновых веществ в производстве / Л.В. Донченко, В.В. Нелина, Н.С. Карпович. – М.: Спектр, 1997. – 40 с.
113. Донченко, Л.В. Механизация и автоматизация технологических процессов при производстве функциональных пектиносодержащих напитков / Л.В. Донченко, С.А. Дрожжина, С.Н. Едыгова, Т.Б. Колотий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 5-6 (300-301). – С. 62-65.
114. Донченко, Л.В. Разработка и интенсификация технологических процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья: автореф. автореф...д-ра техн. наук: 05.18.05, 05.18.12 / Людмила Владимировна Донченко. – Киев, 1990. – 48 с.
115. Донченко, Л.В. Режим гидролиза яблочных выжимок и свойства пектина / Л.В. Донченко, Т.М. Сычева, И.Л. Ильина, Я.Д. Бакирь // Пищ. пром-сть. – 1989. – № 9. – С.26–27.
116. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 251 с.
117. Доронин, А.Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипартова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубин. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 288 с. 61. 61. Дьяченко, М.А. Рынок функциональных напитков / М.А. Дьяченко, А.А. Кочеткова, И.А. Филатова, А.Ю. Колеснов // Ваше питание. – 2000. – № 4. – С. 33-36.
118. Дугарова, И.К. Исследование свойств пектина мелкоплодных яблок Бурятии / И.К. Дугарова, Г.Ц. Цыбикова // I Международная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию кафедры «Технология продуктов из растительного сырья». Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – 2016. – С. 77-81.
119. Еделев, Д.А. Функциональный напиток для профилактики гипертонии у лиц молодого возраста / Д.А. Еделев, О.Е. Бакуменко, А.Ф. Доронин // Пиво и напитки. – 2011. – № 3. – С. 75-79.

120. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): [утверждены Решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010]. – М. – 2010. – Гл. II. – Раздел 1. – 352 с.
121. Ермолаева, Г.А. Применение кислот в производстве напитков / Г.А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2001. – № 1. – С. 32-33.
122. Житникова, В.С. Пищевая ценность эмульсионных напитков на плодовоовощной основе / В.С. Житникова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 58-62.
123. Жуковский, П.М. Культурные растений и их сородичи / П.М. Жуковский; – Л.: Колос, 1971. – 751 с.
124. Заворохина, Н.В. Разработка и применение методологии моделирования безалкогольных напитков с учетом сенсорных предпочтений потребителей : дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.15 / Заворохина Наталья Валерьевна. – Екатеринбург, 2014. – 302 с.
125. Заворохина, Н.В. Моделирование безалкогольных напитков протекторной направленности / Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 2 (31). – С. 49-56.
126. Зайцев, Н.Л. Экономика организации: учебник 3-е издание / Н.Л. Зайцев; – М.: Экзамен, 2006. – 607 с.
127. Захарова, М.И. Анализ ассортимента функциональных продуктов питания / М.И. Захарова // Вестник ИрГТУ. – 2013. – №10 (81). – С. 293-299.
128. Иркутская область официальный портал. Охрана окружающей среды. Дата изменения: 09.12.2020 <http://irkobl.ru/region/ecology>
129. Ищенко, Н. В. Особенности формирования и использования ресурсов плодовой продукции в России в постсанкционный период / Н.В. Ищенко // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – №3.– С. 79–87.
130. Калинина, И.П. Селекция плодовых и ягодных культур в Сибири / И.П. Калинина // сборник научных трудов «Проблемы устойчивости садовых растений в Сибири». – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1982. – С. 3-9.

131. Калинина, И.П. Селекция яблони на Алтае / И.П. Калинина. – Барнаул, 1976. – 348 с.
132. Калинина, И.П. Совершенствование сибирского сортимента плодовых и ягодных культур / И.П. Калинина // Материалы научно-практической конференции «Научно-экономические проблемы регионального садоводства». – Барнаул, 2003. – С. 20-34.
133. Кашин, В.И. Устойчивость садоводства России: дис. ... в виде науч. докл. доктора сельскохоз.наук: 06.01.07 / Кашин Владимир Иванович. – Мичуринск, 1995. – 103 с.
134. Коничев, А.С. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки / А.С. Коничев, П.В. Баурин, Н.Н. Федеровский, А.И. Марахова, Л.М. Якубович, М.А. Черникова // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 3. – С. 49-54.
135. Копылова, Е.В. Характеристики современных методов получения яблочного пектина / Е.В. Копылова, Л.В. Донченко // Всероссийская научная конференция «Теория и практика современной аграрной науки» Новосибирский государственный аграрный университет. – 2016. – С. 378-381.
136. Коростылёва, Л.А. Функциональные напитки для коррекции недостатка железа в организме человека / Л.А. Коростылёва, Т.В. Парфенова, М.Б. Боярова // Пиво и напитки. – 2012. – № 2. – С. 5-10.
137. Красноселова, Е.А. Изучение фракционного состава пектиновых веществ яблочного сырья / Е.А. Красноселова, Л.В. Донченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 4-2 (23). – С. 39-41.
138. Красноселова, Е.А. Сравнительные аналитические характеристики пектиновых веществ изучаемых сортов яблок/ Е.А. Красноселова, Л.В. Донченко // Молодой ученый. – 2015. – №5-1 (85). – С.89-93.
139. Крутиков, И.А. Сортные ресурсы Иркутской области и агротехника сельскохозяйственных культур в Иркутской области / И.А. Крутиков. – Иркутск, 2007. – 76 с.

140. Куломзина, Е.Ю. Тренды развития пищевой отрасли в 2021 году / Е.Ю. Куломзина // Современные экономические проблемы. – 2021. – С. 133–139.
141. Лимарева, Н.С. Разработка технологии пектинсодержащих функциональных напитков на основе томатного сока / Н.С. Лимарева // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82 (08). – С. 1-18.
142. Литовченко, А.М. Технология плодово-ягодных вин / А.М. Литовченко, С.Т. Тюрин; Симферополь: Таврида, 2004. – 368 с.
143. Материалы круглого стола «Садоводство Иркутской области: история, состояние и перспективы развития», ИрГСХА: Иркутск, 2 марта 2011 г
144. Методы технохимического контроля в виноделии /. Под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002 г. – 260 с.
145. Микеладзе, О.Г. Разработка технологии получения пектиновых веществ из вторичного сырья при производстве консервированного мандаринового сока. авторефер. дис...канд. техн. наук: 05.18.13 / Омари Георгиевич Микеладзе. – Одесса, 1990. – 16 с.
146. Минзанова, С.Т. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С.Т. Минзанова, В.Ф. Миронов, А.И. Коновалов, А.Б. Выштакалюк, О.В. Цепяева, А.З. Миндубаев, Л.Г. Миронова, В.В. Зобов; Казань: Печать-Сервис-XXI век, 2011. – 222 с.
147. Министерство сельского хозяйства Иркутской области. Предприятия пищевой перерабатывающей промышленности Иркутской области. Режим доступа: <https://irkobl.ru/sites/agroline/news/829916>.
148. Мирскова А.Н. Алканоламмониевые соли органилсульфанил (сульфонил)-уксусных кислот - новые стимуляторы биологических процессов / А.Н. Мирскова, Г.Г. Левковская, Р.Г. Мирсков, М.Г. Воронков // ЖОрХ. Т. –2008. – Т.44, № 10. – С. 1501–1508.
149. Мирфайзиева, Ш.А. Разработка технологии производства и исследование физико-химического состава быстрозамороженных продуктов при хранении / Ш.А. Мирфайзиева, Т.С. Овсянникова / Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2014. – № 31. – С. 257-261.

150. Морковкина, И.А Тенденции развития рынка функциональных напитков в России / И.А Морковкина, Н.М. Панкова // Вестник БУКЭП. Актуальные проблемы экономики. – 2013. – №2. – С. 309-313.

151. Научно-исследовательский и аналитический центр экономики леса и природопользования. Режим доступа: <http://www.umocpartner.ru/press-centr/news/dikorosy-moguchijj-potencial-rossijskikh-lesov>.

152. Немчинова, А.И. Анализ конкуренции соковой продукции, реализуемой на рынке города Иркутска / А.И. Немчинова, С.Н. Евстафьев, Г.С. Гусакова // Научный диалог: Молодой ученый: сборник научных трудов по материалам XII международной научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 22 декабря 2017 г.). – Санкт-Петербург: изд-во Научно-издательский центр «Science Book Online» Санкт-Петербург, 2017. – С. 23–26.

153. Немчинова, А.И. Выбор рецептурных компонентов для ягодно-овощного смузи / А.И. Немчинова, С.В. Котенко, Г.С. Гусакова // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг: материалы IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (г. Иркутск, 15–17 апреля 2020 г.). – Иркутск: изд-во Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. – С. 156-162.

154. Немчинова, А.И. Исследование мелкоплодных сортов яблок Прибайкалья / А.И. Немчинова, Н.П. Супрун, А.И. Дорохова, Г.С. Гусакова, А.Н. Чеснокова // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Иркутск, 24–26 апреля 2019 г.). – Иркутск: изд-во Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. – С. 159-164.

155. Немчинова, А.И. Обоснование вывода на рынок функционального напитка «Пектин Прибайкалья – яблоко» / Вестник КрасГАУ. 2021. № 2 (167). С. 187-194.

156. Немчинова, А.И. Получение пектинового экстракта / А.И. Немчинова, Г.С. Гусакова // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг: мате-

риалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Иркутск, 25–27 апреля 2018 г.). – Иркутск: изд-во Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. – С. 199-203.

157. Немчинова, А.И., Гусакова, Г.С. Производство соков на основе мелкоплодных яблок Иркутской области / А.И. Немчинова, Г.С. Гусакова // Актуальные проблемы химии и биотехнологии: материалы I Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию ИРНИТУ (г. Иркутск, 28–29 апреля 2015 г.). – Иркутск: изд-во Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2015. – С. 89-92.

158. Немчинова, А.И. Химический состав перспективных сортов яблонь южного Прибайкалья / А.И. Немчинова, Г.С. Гусакова. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 5 (64). – С. 66–71.

159. ОАО «Корпорация «Развитие»: Импортзамещение в садоводстве, или из чего производят соки в России. Режим доступа: <http://www.konservatsia.ru/novosti/interesno/oao-korporaciya-razvitiie-importozameschenie-v-sadovodstve-ili-iz-chego-proizvodyat-soki-v-rossii.html>

160. Оводов, Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах / Ю.С. Оводов // Биоорг. химия. – 2009. – Т.5, № 3. – С. 293–310.

161. Орещенко, А.В. Сборник рецептур на напитки безалкогольные по ГОСТ 28188-89 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» / А. В. Орещенко, Л. Н. Беневоленская. – М. : Научно-производственное объединение напитков и минеральных вод (НПО НМВ), 1990. – 203 с.

162. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания на период до 2020 года: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. N 1873-р. URL: rcmp-bur.ru/wp-content/uploads/2011/05/Conceptia-zdorov-pitanie.doc.

163. Пакен, П. Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен. – Перев. с англ. – СПб. : Профессия, 2010. – 496 с. 119. Палагина, М.В. Пищевые и биологические активные добавки: учебно-методическое пособие

/ М.В. Палагина, Т.П. Юдина, В.П. Корчагин, – Владивосток : Изд-во ТГЭУ, 2007. – 102 с.

164. Пат. 2322158 РФ, МПК A23L 2/00, A23L 2/02, A23L 2/38, A23L 2/385, A23L 2/52. Использование поверхностно-активных веществ для солюбилизации нерастворимых в воде твердых веществ в напитках / Чжун Ю. Гивен П.С., Олсезе Г., Фан Ю., Гомес С.; ООО «ПЕПСИКО». – № 2005110414/13; заявл. 07.08.2003; опубли. 25.03.2004, Бюл. № 20 – 7 с.

165. Переработка продукции растениеводства – 2021 – Режим доступа: <https://specagro.ru/news/202109/v-2021-godu-potreblenie-sokov-v-rossii-sokhranitsya-na-proshlogodnem-urovne>

166. Перченко, Г.П. Действие определенных добавок на вязкость концентрированных пектиновых растворов / Г.П. Перченко, М.Ю. Плетнев // Укр.Хим.журн. – 1983. – Т.49, № 7. – С. 772-774.

167. Печеная, Л.Т. Исследование потребительского спроса на рынке соков / Л.Т. Печеная, С.В. Толкачева, И.А. Жильцов // Современные экономические проблемы. – 2021. – С. 252–259.

168. Поздняковский, В.М. Пищевые и биологически активные добавки / В.М. Поздняковский, А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Российские университеты; Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005. – 275 с.

169. Поздняковский, В.М. Концентрированные основы безалкогольных напитков различной функциональной направленности. Новые разработки / В.М. Поздняковский, А.Н. Австриевский, А.А. Вековцев, О.Ф. Еремина // Пиво и напитки. – 2007. – № 1. – С. 32-33.

170. Поздняковский, В.М. Ассортимент функциональных напитков на региональном уровне / В.М. Поздняковский, В.М. Киселев, В.В. Шмидт // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 15-17.

171. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ НИИСС им. М.А. Лисавенко; Новосибирск: ООО Юпитер, 2005. – 568 с.

172. Пономаренко, В.В. Генофонд сортов яблони народной селекции – национальное достояние России / В.В. Пономаренко, К.В. Пономаренко // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ РАСХН. – 2013, Т. 1. – С. 53-57.

173. Пономаренко, В.В. Дикорастущие виды рода *Malus* Mill. Европы, Кавказа, Сибири и Средней Азии: автореф. дис...доктора биол. наук: 03.00.05 / Пономаренко Владимир Васильевич. – 1992. – 38 с.

174. Попов, В.Г. Разработка новых видов функциональных пищевых продуктов с заданными физиологически активными свойствами / В.Г. Попов, Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко // Новые технологии. – 2009. – № 4. – С. 25-32.

175. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой; Орел: Всерос. научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

176. Распоряжение Правительства РФ N 1873-р Об утверждении Основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г. – М: распоряжение правительства от 25 октября 2010 г. – 6 с.

177. Раченко, М.А. Производственно-биологическая оценка сортов яблони на пригодность их возделывания в Южном Предбайкалье: автореф. дис. доктор. наук: 06.01.05 / Максим Анатольевич Раченко Иркутск, 2018. – 346 с.

178. Самылина, И.А. Исторический опыт и перспективы использования сырья яблони в медицине и фармации / И.А. Самылина, Н.В. Нестерова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – том 17, № 4. – С. 251-257.

179. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения: Новая редакция: утвержден Санитар.-эпидемиол. правила и нормативы 26.09.2001: – Москва: Минздрав Россия. Издат, 2001. – 59 с

180. Сапожникова, Е.В. Пектиновые вещества и пектолитические ферменты / Е.В. Сапожникова; М.: Москва, 1971. – С. 45.

181. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова. – СПб. : Профессия, 2007. – 240 с.

182. Саркисов, Г.И. Основные тенденции развития рынка безалкогольных напитков в РФ / Г.И. Саркисов, Л.А. Оганесянц // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 45-48.
183. Сборник рецептур на напитки безалкогольные по ГОСТ 28188-89 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия» / А.В. Орещенко, Л.Н. Беневоленская. – М. : Научно-производственное объединение напитков и минеральных вод, 1990. – 203 с.
184. Светуньков, С.Г. Методы маркетинговых исследований: учебное пособие / С.Г. Светуньков. – М. : Изд-во ДНК, 2003. – 352 с.
185. Сиббиофарм. Ферментные препараты. Режим доступа: http://www.sibbio.ru/products/ferment/ferment_alko_sibbio.
186. Симаков, Н.С. История плодководства в Красноярском крае / Н.С. Симаков // Материалы Всероссийской (с международным участием) науч.-практ. конф. «Плодководство, семеноводство, интродукция древесных растений». – Красноярск: СибГТУ, 1998. – 100 с.
187. Созаева, Д.Р. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства / Д.Р. Созаева, А.С. Джабоева, Л.Г. Шаова, О.К. Цагоева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 2. – С. 170-174.
188. Сорочан, В.Д. Изучение пектиновых веществ методом светорассеяния: автореф. дис... канд. химических наук. 02.00.04 / Валерий Демьянович Сорочан. – Владивосток, 1973. – 23 с.
189. Спиглазов, П.П. Влияние рельефа на рост и плодоношение яблони / П.П. Спиглазов // Известия ИСХИ. – 1962. – № 19. – С. 103-122.
190. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Поздняковский // Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
191. Супрун, Н.П. Исследование биохимического состава плодов яблони Южного Прибайкалья и продуктов виноделия, сброженных на древесной щепе / Н.П. Супрун, Г.С. Гусакова, М.А. Раченко, А.Н. Чеснокова, Чупарина Е.В., А.И.

Немчинова, Макаров С.С. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – № 9 (4). – С. 722–737.

192. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья. / Под ред. А.И. Украинца; ВИННИЦА: NOVA KNYHA, 2006. – 305 с.

193. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), Перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента «О безопасности пищевой продукции» и осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции [Текст] : утверждены Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. No 880 – URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tehnreg/deptexreg/tr/Pages/>.

194. Тимошенко, Н.Н. Рекомендации по экономическому обоснованию эффективности проектируемых (реконструируемых) предприятий в выпускных работах студентов пищевой и перерабатывающей промышленности / Н.Н. Тимошенко; Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2005. – 24 с.

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

196. Типсина, Н.Н. Мелкоплодные яблоки в функциональном питании / Н.Н. Типсина, Д.А. Кох // Всероссийская конференция. Инновации в системе непрерывного профессионального образования: – Красноярск, 2007. – С. 254–256.

197. Типсина, Н.Н. Мелкоплодные яблоки Сибири в кондитерских изделиях пищевой промышленности и массовом питании / Н.Н. Типсина. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 1997. – 103 с.

198. Типсина, Н.Н. Место пектина в функциональном питании / Н.Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2009, – №3. – С. 213-216.

199. Типсина, Н.Н. Технологическое оборудование предприятия отрасли: учеб. пособие / Н.Н. Типсина, Д.А. Кох, Н.А. Гречишникова. –Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2017. – 112 с.

200. Типсина, Н.Н. Мелкоплодные яблоки Сибири в функциональном питании / Н.Н. Типсина, Н.В. Цугленок // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 1 (28). – С. 152-155.
201. Токаев, Э.С. Обзор современного рынка функциональных напитков / Э.С. Токаев, Е.Н. Баженова // Пиво и напитки. – 2007. – № 4. – С. 4-8.
202. Трихина, В.В. Разработка и оценка качества сиропов на основе местного растительного сырья / В.В. Трихина, Н.С. Романенко, С.К. Щипицина // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – Т. 4., № 23. – С. 122-125.
203. Трунина, О.Ю. Анализ потребительского рынка безалкогольных напитков РФ / О.Ю. Трунина // Экономика и управление. – 2010. – № 4. – С. 61-65.
204. Тюкавкина, Н.А. Кондитерские изделия с добавками биологически активных веществ / Влияние дигидрокверцетина на процесс перексидного окисления жиросодержащих компонентов кондитерских изделий / Н.А. Тюкавкина, И.А. Руленко, Ю.А. Колесников, Ю.О. Теселкин, И.В. Бабенкова, Г.И. Клебанов // Биотехнология и управление. – 1993. – № 3-4. – с. 24-27.
205. Усенко, В.И. Состояние и перспективы развития промышленного садоводства в Сибири / В.И. Усенко // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 5. – С. 17-19.
206. Филиппов, А.Н. Техничко-экономическое проектирование предприятий пищевой промышленности / А.Н. Филиппов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 275 с.
207. Функциональные напитки и напитки специального назначения / Под ред. П. Пакен. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.
208. Хабаров, С.Н. Повышение устойчивости садоводства Сибири / С.Н. Хабаров // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 7. – С. 8-10.
209. Хазенхюттля, Дж. Пищевые эмульгаторы и их применение / Дж. Хазенхюттля, Р. Гартела. – СПб. : Профессия, 2008. – 288 с.
210. Хайруллина, В.Р. Определение антиокислительного действия кверцетина и дигидрокверцетина в составе бинарных композиций / В.Р. Хайруллина, Л.Р. Якупова, А.Я. Герчиков // Химия растительного сырья. – 2008. – №4. – С. 59–64.

211. Шилов, А.В. Определение динамической вязкости пектинового экстракта / А.В. Шилов, Л.П. Паршикова // Журн. прикл. химии. – 1981. – № 7. – С.1615–1617.
212. Ширипнимбуева, Б.Ц. Садоводство в Бурятии/ Б.Ц. Ширипнимбуева, К.А. Арбаков, Н.К. Гусева, Ю.М. Батуева; Улан-Удэ: БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2010. – 384 с.
213. Шош, М.В. Факторы, влияющие на процесс гидролиза, выход и качество пектина / М.В. Шош, В.Г. Моисеева, А.А. Таран // Изв. вузов. Пищ. Технология. – 1982. – № 4. – С.122-124.
214. Шуманн, Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / Г. Шуманн; под общ. науч. ред. А.В. Орещенко, Л.Н. Беневоленской. – СПб. : Профессия, 2004. – 278 с.
215. Юдина, Т.П. Научное обоснование технологий функциональных продуктов питания с использованием растительных сапонинов: дис. ... д-р техн. наук. 05.18.01 / Татьяна Павловна Юдина. – Владивосток, 2009. – 310 с.
216. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М. : ТрансЛит, 2009. – 234 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Технологическая инструкция на сиропы ТИ ГОСТ 28499-2014

Общество с ограниченной ответственностью «Энолог»
(ООО «Энолог»)

ОКПД2 11.07.19.140

Группа Н 54
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
Гл. технолог
ООО «Энолог»



Мякина И.А.
Мякина И.А.
18 марта 2022г.

СИРОПЫ

Технологическая инструкция
ТИ ГОСТ 28499-2014

Дата введения в действие

18 марта 2022г.

Без ограничения срока действия



РАЗРАБОТАНО
ООО «Энолог»

г. Иркутск
2022

Приложение Б

Акт внедрения на предприятие ООО «Энолог» напитка «Пектин Прибайка-
ля»

УТВЕРЖДАЮ

ООО «Энолог»



И.А. Мякина
«18» марта 2022г.

АКТ

Внедрения результатов научно-исследовательской работы, проведенной на кафедре Химии и пищевой технологии им. проф. В.В. Тутуриной ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

г. Иркутск

«18» марта 2022г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители ООО «Энолог» – главный технолог Мякина И.А., технолог Супрун Н.П., заведующий кафедрой ХиПТ, д.х.н., профессор Евстафьев С.Н. составили настоящий акт в том, что разработанная новая рецептура по приготовлению сиропа «Пектин Прибайкалья» и проекты ТИ к ней, принято для внедрения на ООО «Энолог». Проведены производственные проработки разработанного напитка.

Сироп «Пектин Прибайкалья»

Выработанный напиток имеет высокие органолептические показатели, получил высокую оценку потребителей, внедрен на производство на основании решения дегустационного совета (протокол № 3 от «18» марта 2022г.)

Гл. технолог ООО «Энолог»

Технолог ООО «Энолог»

Зав. кафедрой ХиПТ

Аспирант кафедры ХиПТ

И.А. Мякина
Н.П. Супрун
С.Н. Евстафьев
А.И. Немчинова

Приложение В

Акт на проведение производственных испытаний – на получение приготовления напитка «Пектин Прибайкалья».

УТВЕРЖДАЮ

ООО «Энолог»



И.А. Мякина
«18» марта 20 22г.

АКТ

На проведение производственных испытаний – на получение приготовления сиропа «Пектин Прибайкалья».

г. Иркутск

«18» марта 20 22г.

На предприятии ООО «Энолог» с «18» января 2022 г.
по «18» марта 2022 г. проведены производственные испытания
опытной партии по получению сиропа «Пектин Прибайкалья».

Гл. технолог ООО «Энолог»

Технолог ООО «Энолог»

Зав. кафедрой ХиПТ

Аспирант кафедры ХиПТ

И.А. Мякина И.А. Мякина

Н.П. Супрун Н.П. Супрун

С.Н. Евстафьев С.Н. Евстафьев

А.И. Немчинова А.И. Немчинова

Евстафьев Сергей
Николаевич

Приложение Д

Протокол испытаний яблок



ИЛ ООО «КОМПАНИЯ АДТ»

Per. № РОСС RU.32055.04ВЦЭ0 от 11.03.2019 года

СЕРТИФИКАТ О ПРИЗНАНИИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

№ РОСС RU.32055.ИЛ.00006 от 6 сентября 2021 года по 6 сентября 2024 года

ОГРН 1197746123552, Юридический адрес: Российская Федерация, 117465, город Москва, улица
Генерала Тюленева, дом 7 корпус 2, кв. 43Адрес места осуществления деятельности: Российская Федерация, 141730, Московская область,
город Лобня, улица Лейтенанта Бойко, 101

Телефон: +79687240401, Электронная почта: adt00@inbox.ru

СЕРТИФИКАТ № РОСС RU.32055.ИЛ.00006 действителен до 06.09.2024 г.**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № К.АДТ/Б0230 от 08.12.2021 года**

Место проведения испытаний:	Испытательная лаборатория ООО «КОМПАНИЯ АДТ»
Заявитель:	Муниципальное автономное учреждение "Центр специализированной пищевой продукции и сервиса Слюдянского муниципального района" Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 665903, Россия, Иркутская область, Слюдянский район, город Слюдянка, улица Гранитная, здание 3Б, Основной государственный регистрационный номер 1193850010342. Телефон: +73954451818 Адрес электронной почты: viktoria-2019@rambler.ru
Наименование продукции:	Быстрозамороженные фрукты (ягода) ранет, высшего сорта, массой нетто продукта 1,0 килограмм; упаковка: пакет из полиэтиленовой пленки для пищевых продуктов
Изготовитель:	Муниципальное автономное учреждение "Центр специализированной пищевой продукции и сервиса Слюдянского муниципального района". Место нахождения и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: 665903, Россия, Иркутская область, Слюдянский район, город Слюдянка, улица Гранитная, здание 3Б
Испытано согласно требованиям:	ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»
Метод (методика) испытаний	ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»
Дата получения образца	24.11.2021г.

Настоящий протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям

Страница 2 из 3 к ПИ №К.АДТ/Б0230 от 08.12.2021 года

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ (на представленный образец)

				Таблица 1
№ п/п	Наименование показателя (характеристик) и критерий соответствия по НД	Пункт требований НД	Метод исследования	Результат испытания (наблюдения) и/или вывод о соответствии
Микробиологические нормативы безопасности				
1	Наличие яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших (не допускается)	ТР ТС 021/2011 (ст. 7 п.11)	МУК 4.2.3016-2012	Не обнаружено
2	КМАФАнМ (допустимые уровни КОЕ/г, не более $5 \cdot 10^4$)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.15-94	$2 \cdot 10^2$
3	Дрожжи (допустимые уровни КОЕ/г, не более 200)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.12-2013	15
4	Плесени (допустимые уровни КОЕ/г, не более 500)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 10444.12-2013	10
5	БГКП (колиформы) (масса продукта (см^3 , г), в которой не допускаются 0,1)	ТР ТС 021/2011 (приложение 2 п.1.5)	ГОСТ 31747-2012	Не обнаружено
Гигиенические требования безопасности к пищевой продукции				
Токсичные элементы				
6	Свинец (не более 0,4 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6) ТР ТС 029/2012	ГОСТ 26932-86	0,002
7	Мышьяк (не более 0,2 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6) ТР ТС 029/2012	ГОСТ 26930-86	0,002
8	Кадмий (не более 0,03 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6) ТР ТС 029/2012	ГОСТ 26933-86	0,001
9	Ртуть (не более 0,02 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6) ТР ТС 029/2012	ГОСТ 26927-86	Не обнаружено
Пестициды				
10	Гексахлорциклогексан (α , β , γ -изомеры) (не более 0,05 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	МУ 4120-86 (газохроматографический метод)	0,003
11	ДДТ и его метаболиты (не более 0,1 мг/кг)	ТР ТС 021/2011 (приложение 3 п.6)	МУ 4120-86 (газохроматографический метод)	0,003

				Таблица 2
№ п/п	Наименование показателя (характеристик) и критерий соответствия по НД	Пункт требований НД	Метод исследования	Результат испытания (наблюдения) и/или вывод о соответствии
Общие требования к маркировке пищевой продукции				
1	Маркировка упакованной пищевой продукции должна содержать следующие сведения: - наименование пищевой продукции; - состав пищевой продукции; - количество пищевой продукции; - дату изготовления пищевой продукции;	ТР ТС 022/2011 ст.4	ТР ТС 022/2011 ст.4 п.4.1	Маркировка содержит все необходимые сведения

Настоящий протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям

- срок годности пищевой продукции; - условия хранения пищевой продукции, которые установлены изготовителем или предусмотрены техническими регламентами Таможенного союза на отдельные виды пищевой продукции. Для пищевой продукции, качество и безопасность которой изменяется после вскрытия упаковки, защищавшей продукцию от порчи, указывают также условия хранения после вскрытия упаковки; - наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции; - рекомендации и (или) ограничения по использованию, в том числе приготовлению пищевой продукции в случае, если ее использование без данных рекомендаций или ограничений затруднено, либо может причинить вред здоровью потребителей, их имуществу, привести к снижению или утрате вкусовых свойств пищевой продукции; - показатели пищевой ценности пищевой продукции с учетом положений части 4.9 настоящей статьи; - сведения о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (далее – ГМО); - единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза; - в маркировке упакованной пищевой продукции могут быть указаны дополнительные сведения, в том числе сведения о документе, в соответствии с которым произведена и может быть идентифицирована пищевая продукция			
--	--	--	--

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Испытуемый образец соответствуют: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»

Руководитель ООО ИЛ «КОМПАНИЯ АДТ»

Испытатель ООО ИЛ «КОМПАНИЯ АДТ»



Кутузов А.Н.

Мартынова В.Н.

Настоящий протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям