

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

На правах рукописи



Рожнов Евгений Дмитриевич

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ НАПИТКОВ
ИЗ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ *HIPPORHAE RHAMNOIDES L.*
ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ**

Диссертация на соискание ученой степени

доктора технических наук

Специальность 05.18.07 –

Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Школьникова Марина Николаевна

Екатеринбург – 2021

Содержание

Введение	6
1 Химический состав как системообразующий фактор для обоснования направлений переработки плодов облепихи крушиновидной.....	16
1.1 Анализ существующих направлений переработки плодов облепихи крушиновидной	19
1.2 Химический состав ягод облепихи с точки зрения переработки в напитки	21
1.3 Обоснование технологий и направлений переработки плодов облепихи крушиновидной (<i>Hippophae rhamnoides L.</i>) с учетом особенностей состава	25
1.3.1 Фенольный комплекс ягод облепихи и его влияние на сенсорные характеристики продуктов переработки облепихи	25
1.3.2 Роль аскорбиновой кислоты в стабильности продуктов переработки облепихи	28
1.3.3 Жирнокислотный состав облепихи и его значение в разработке подходов к переработке ягод облепихи в напитки.....	30
1.4 Концептуальные подходы и технологические решения, применимые для переработки плодов облепихи крушиновидной (<i>Hippophae rhamnoides L.</i>) в напитки	32
1.4.1 Практические аспекты использования дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в производстве винодельческой продукции	33
1.4.2 Поиск новых возбудителей брожения при получении ферментированных напитков.....	36
1.4.3 Применение ферментных препаратов при переработке плодово-ягодного сырья в целях оптимизации и интенсификации технологических процессов	41
1.5 Изменения, происходящие в напитках из облепихи при хранении	45
1.5.1 Неферментативное покоричневение напитков при длительном хранении: химизм и способы предотвращения	45
1.5.2 Использование сорбционных технологий устранения потемнения напитков	53
Заключение по главе 1	56
2 Организация эксперимента, объекты и методы исследования	58
2.1 Общая схема исследований.....	58
2.2 Объекты и методы исследования	62
3 Обоснование использования плодов облепихи крушиновидной (<i>Hippophae rhamnoides L.</i>) в производстве напитков	79
3.1 Исследование химического состава плодов облепихи, произрастающей на территории Алтайского края	79

3.2 Изучение качества плодов и ароматического профиля облепихи при хранении в замороженном виде	89
3.3 Научно-практические аспекты результатов исследований.....	95
4 Научное обоснование и практическая реализация технологии сокосодержащей продукции из плодов облепихи.....	96
4.1 Научное обоснование использования ферментных препаратов пектолитического действия в технологии неосветленных соков и сокосодержащих напитков из облепихи	97
4.2 Разработка рецептур неосветленных сокосодержащих нектаров	106
4.3 Научно-практические аспекты осветления и стабилизации соков и сокосодержащих напитков из облепихи	110
4.3.1 Формирование научно-практических основ стабилизации соков и сокосодержащих напитков из облепихи от процессов потемнения, вызванных деградацией аскорбиновой кислоты	112
4.3.2 Разработка практических рекомендаций по устранению потемнений, вызванных реакционноспособными фенольными соединениями	117
4.4 Разработка научных основ технологии овощефруктовых смузи с соком облепихи.....	122
4.4.1 Разработка технологии каротиноидсодержащих безалкогольных напитков с добавлением облепихи.....	125
4.4.2 Биотехнологические приемы формирования качества каротиноидсодержащих смузи	130
4.4.3 Научное обоснование режимов консервирования тыквенно-облепиховых смузи	135
4.4.4 Разработка практических мероприятий по стабилизации каротиноидов при хранении смузи	138
4.5 Научно-практические аспекты результатов исследований.....	141
5 Формирование научных принципов и разработка технологических решений производства безалкогольных ферментированных напитков из облепихи	143
5.1 Концепция ферментированных напитков как вектор развития новых рынков безалкогольных напитков брожения.....	143
5.2 Научные основы производства ферментированных напитков с использованием симбиотической культуры <i>Oryzomyces indicich</i>	144
5.2.1 Изучение условий культивирования консорциума <i>Oryzomyces indicich</i>	144
5.2.2 Изучение условий культивирования консорциума <i>Medusomyces gisevi</i>	150
5.2.3 Выбор способа увеличения срока годности ферментированных напитков	156
5.2.4 Определение качества ферментированных напитков	161
5.3 Антиоксидантный потенциал плодов облепихи и безалкогольных напитков на ее основе.....	170
5.4 Научно-практические аспекты результатов исследований.....	173

6 Научное обоснование и практическая реализация технологии производства и формирования качества винодельческой продукции из облепихи	175
6.1 Сравнительное исследование способов получения облепиховых виноматериалов	175
6.1.1 Оценка качественных показателей образцов облепиховых виноматериалов, полученных различными способами	176
6.1.2 Оценка состава ароматических соединений при различных способах организации процесса брожения облепихового сусла	180
6.2 Исследование процесса накопления гидроксиметилфурфурола при производстве медово-облепиховых вин	182
6.3 Изучение процесса осветления облепиховых виноматериалов	192
6.3.1 Исследование возможности использования ультразвука для интенсификации процессов осветления облепиховых виноматериалов	193
6.3.2 Изучение возможности использования спиртоустойчивых пектиназ для интенсификации процесса осветления облепиховых виноматериалов	200
6.3.3 Влияние сорта облепихи на процесс осветления бентонитом (с использованием ультразвука)	203
6.3.4 Влияние сорта облепихи и обработки ферментным препаратом Rapidase CR на процесс осветления бентонитом	205
6.4 Разработка комплекса мероприятий, направленных на придание винам и винным напиткам из облепихи розливостойкости	207
6.4.1 Оптические характеристики напитков из облепихи как объективный физический показатель, определяющий их качество	207
6.4.2 Моделирование процессов выдержки методом ускоренного старения и выявление объективных причин покоричневения облепиховых вин	211
6.4.3 Изучение влияния процесса демедаллизации на продолжительность хранения облепиховых вин и виноматериалов	219
6.4.4 Разработка научных основ корректировки фенольного состава и органолептических свойств облепиховых вин и винных напитков с применением активированных углей	223
6.5 Исследование влияния сорта облепихи на качество вин и винных напитков	230
6.6 Формирование вкусовых свойств вин и виноматериалов из облепихи	243
6.7 Обоснование переработки некондиционных виноматериалов и вин с неустраняемыми пороками качества в дистилляты	245
6.8 Научно-практические аспекты результатов исследований	253
7 Научно-практические аспекты повышения эффективности процессов брожения при получении винодельческой продукции из плодов облепихи	255
7.1 Исследования возможности использования автохтонных дрожжей с поверхности плодов облепихи для организации процесса брожения	255

7.2 Выбор оптимальных условий проведения процесса брожения в контакте с мезгой (по методу погруженной шапки)	256
7.3 Оценка состава ароматических соединений при различной температуре ведения процесса брожения	260
7.4 Исследование влияния расы дрожжей на качество облепиховых виноматериалов	261
7.5 Оптимизация процесса брожения облепихово-медового суслу	268
7.6 Научное обоснование биотехнологии фруктовых сидров из облепихи	271
7.7 Практические результаты проведенных исследований	279
Заключение	281
Список литературы	284
Приложение А Ассортимент облепихового масла и масляных экстрактов	328
Приложение Б Ассортимент концентратов для приготовления безалкогольных напитков с продуктами переработки облепихи	330
Приложение В Ассортимент кондитерских изделий с продуктами переработки облепихи	332
Приложение Г Документы, отражающие научную новизну, результаты апробации производственных испытаний и внедрения результатов работы	335

Введение

Актуальность работы. Согласно Стратегии научно-технологического развития РФ до 2035 г. приоритетными являются хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания. В рамках Национальной технологической инициативы определен ключевой рынок «FoodNet», целью которого является формирование глобально конкурентоспособной российской «агропищевой индустрии 4.0», в том числе новых производственных решений, основанных на биотехнологиях и ресурсоэффективности. Что определяет вектор развития переработчиков сельскохозяйственного сырья и производителей продуктов питания/напитков и ставит основные задачи: сохранение и расширение сырьевой базы и повышение конкурентоспособности пищевой продукции на внутреннем и внешнем рынках, а также создание продуктов питания нового поколения с использованием традиционных видов сырья.

Облепиха крушиновидная *Hippophae rhamnoides* L. – обладает высоким технологическим потенциалом, содержит в больших количествах аскорбиновую кислоту, α -токоферол, каротиноиды, аминокислоты, минеральные и фенольные соединения, жирные кислоты, глицеринфосфолипиды, фитостеролы, сложные эфиры зеаксантина. Это позволяет отнести облепиху к категории суперфруктов, значительный интерес к которым обусловлен эффективной маркетинговой стратегией продвижения идеи исключительной пользы для здоровья.

При достаточной сырьевой базе – 5,5 тыс. га промышленных насаждений облепихи в РФ (3,5 тыс. га в Алтайском крае), средней урожайности 5–6 т/га и потенциальном объеме сырья до 17,5–21,0 тыс. т/год, производство напитков из облепихи ограничено. Данный факт объясним следующим: во-первых, сложностью переработки высокомасличного сырья в стабильные напитки без признаков расслаивания; во-вторых, склонностью продуктов из облепихи к потемнению; в-третьих, органолептическими особенностями и химическим составом. Отсут-

ствие научно обоснованных режимов и технологий получения напитков из облепихи существенно осложняет вовлечение этого сырья в промышленную переработку.

Таким образом, разработка современных и высокоэффективных биотехнологических способов производства напитков стабильного качества при хранении на основе плодов облепихи является актуальным направлением исследований, имеющим объективные предпосылки для промышленного внедрения наукоемких технологий переработки этой культуры на предприятиях по переработке плодового сырья и нуждающихся в диверсификации производственных мощностей в связи с изменением спроса на традиционно выпускаемые продукты питания.

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в решение задач использования местного и нетрадиционного сырья в технологии напитков внесли отечественные и зарубежные ученые В. М. Позняковский, М. В. Гернет, В. А. Помозова, Т. Ф. Киселева, Л. В. Донченко, Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова, Л. А. Маюрникова, М. Н. Школьников, И. Ю. Сергеева, Т. В. Котова, Л. В. Римарева, V. Shmid, F. Chen, A. Hernandez, A. Bevilacqua.

В работах В. Д. Стрельца, А. М. Золотаревой, S. Skapska, M. Chang, E. Zokaityte, S. Sireswar, O. Laaksonen, T. Z. Moskalets, V. S. Frantsishko, V. Knyazyuk, D. Montet, G. Dey, P. Gornas, Z. Alexandrakis, K. Kyriakopoulou, G. Katsaros, T. Beveridge, T. S. C. Li, B. D. Oomah отражено использование плодов облепихи для производства продуктов питания и напитков различных классификационных групп.

Вопросы повышения эффективности переработки растительного сырья с использованием биотехнологических приемов рассматриваются в работах Л. А. Оганесянца, Д. В. Карпенко, Е. В. Крюкова, Е. В. Алексеенко, Н. В. Шелеховой, M. V. Fernandez, G. I. Denoya, M. V. Agüero, B. S. Yadav, R. B. Yadav, M. K. Narang, K. Majer-Baranyi, N. Adanyi, M. Varadi, M. F. Ramadan, J. T. Moersel, M. Dube, K. Zunker, S. Neidhart.

В исследованиях И. Ю. Сергеевой, Н. М. Агеевой, Т. В. Мелединой, В. А. Полякова, Sh. Chowdhury, A. H. Barrett, M. J. Richardson, D. F. Froio,

S.-M. Hasheminya, S.-M.-A. Ebrahimzadeh-Mousavi, M.-R. Ehsani, D. Zareba, E. Dahi, J. Thogersen и др. отражены вопросы микробиологической, физико-химической и сенсорной стабилизации напитков при хранении.

Однако при анализе доступных источников информации не выявлены технологии производства напитков из облепихи, отличающихся стабильными характеристиками состава и качества.

Цель диссертационного исследования заключается в научно-практическом обосновании, разработке и реализации биотехнологических решений производства напитков из плодов *Hippophaë rhamnoides L.*, обеспечивающих стабильное качество готовой продукции при хранении.

Для реализации указанной цели поставлены следующие **задачи**:

1) провести комплексное аналитическое исследование районированных в Алтайском крае сортов облепихи для выявления наиболее перспективных к переработке в напитки стабильного качества и повышенной пищевой ценности;

2) разработать технологию производства осветленных соков из облепихи с повышенной стабильностью, основанную на использовании ферментативного гидролиза пектина и удалении реакционноспособных групп фенольных веществ сырья и продуктов деградации аскорбиновой кислоты;

3) разработать биотехнологические решения производства каротиноидсодержащих смузи длительного срока хранения и повышенной антиоксидантной активности;

4) доказать практическую возможность использования симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в технологии безалкогольных ферментированных напитков из облепихи;

5) научно обосновать биотехнологические приемы интенсификации и оптимизации технологических процессов и разработать подходы к повышению стабильности при хранении винодельческой продукции из облепихи;

6) исследовать процесс накопления 5-гидроксиметилфурфурола при протекании тепловых процессов в производстве винодельческой продукции из облепихи;

7) научно обосновать и разработать технологию облепиховых дистиллятов с использованием некондиционного сырья и полуфабрикатов для сокращения отходов при организации комплексной переработки облепихи в напитки;

8) разработать комплекты технической документации и провести производственную апробацию новых напитков из облепихи на промышленных предприятиях региона.

Научная концепция заключается в разработке научных основ, экспериментальном подтверждении и практической апробации новых подходов и процессов биотехнологии напитков из облепихи повышенной стабильности.

Научная новизна.

1. Получены новые данные по химическому составу ранних и ультраранних селекционированных в Алтайском крае сортов облепихи, что позволило обосновать их использование в производстве напитков, стабильных при хранении (*п. 3 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ*).

2. Научно обоснована целесообразность использования ферментных препаратов пектолитического действия для снижения производственно-временных затрат на осветление облепиховых соков (*п. 5 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ*).

3. Разработаны эффективные биотехнологические решения, позволяющие устранить вклад в потемнение соков и сокосодержащих напитков из облепихи реакционноспособных фенольных веществ малой молекулярной массы, в первую очередь процианидинов (*п. 11 Паспорта специальности ВАК*);

4. Впервые научно обоснована и доказана возможность использования симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в технологии безалкогольных ферментированных напитков из облепихи (*п. 6 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ*).

5. Разработаны математическая модель для проектирования состава и способ производства безалкогольных напитков из облепихи и тыквы с повышенным содержанием каротиноидов, высокой антиоксидантной активностью и увеличенного срока хранения (*п. 12 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ*).

6. Научно обоснованы технологические решения производства различных видов и типов вин и винных напитков из облепихи с применением ферментных препаратов пектолитического действия и активных сухих винных дрожжей видов *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* и их межвидовых гибридов *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* (п. 6 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ).

7. Впервые научно обоснованы и подтверждены механизмы регулирования биохимического состава винодельческой продукции из облепихи адсорбционными методами для повышения их стабильности при хранении (п. 5 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ).

8. Впервые предложена математическая модель накопления 5-гидроксиметилфурфурола при производстве винодельческой продукции из облепихи, позволяющая прогнозировать уровень накопления 5-гидроксиметилфурфурола в зависимости от кислотности сусла и длительности теплового воздействия на него. Предложена методика определения 5-гидроксиметилфурфурола в напитках, позволяющая контролировать содержание главного интермедиата реакции Майяра при производстве напитков с применением процессов нагревания (п. 11, 15 Паспорта специальности 05.18.07 ВАК РФ).

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость заключается в научном обосновании эффективных технологических решений производства напитков повышенной стабильности из облепихи и разработке биотехнологических подходов к переработке ее плодов в стойкие при хранении напитки, производственное применение которых позволит обеспечить соблюдение сроков годности, повысить интерес потребителей к новым напиткам и реализовать на практике переработку плодов в промышленных масштабах.

Практическая значимость. Сформированы технологические решения производства стабильных при хранении напитков из облепихи за счет использования сорбционных методов удаления из напитков реакционноспособных соединений и химических нестабильных соединений (процианидинов, ионов железа Fe^{3+} , продуктов деградации аскорбиновой кислоты, продуктов полимеризации и конденса-

ции полифенольных веществ), что позволит получать сенсорно стабильные напитки с длительным сроком годности.

Подобраны и апробированы активные сухие винные дрожжи для производства винодельческой продукции из облепихи, что позволит предприятиям и цехам первичного виноделия осуществлять производство без этапа ведения дрожжей.

Подобраны ферментные препараты для интенсификации процессов производства сокосодержащей и винодельческой продукции из облепихи, научно обоснованы условия использования пектолитических ферментных препаратов для повышения сокоотдачи и снижения производственных затрат при осветлении соков и виноматериалов.

Апробирована методика определения 5-гидроксиметилфурфурола при производстве напитков из облепихи с высокими метрологическими характеристиками, что обуславливает возможность внедрения в лабораториях предприятий отрасли.

Разработаны программы для ЭВМ, позволяющие осуществлять расчет состава облепихового суслу на основании физико-химических характеристик плодов и сока (№ 2021617274 от 13.05.2021), оценивать бродильную активность сухих винных дрожжей (№ 2021616965 от 29.04.2021), оценивать физиологическое состояние и жизнеспособность дрожжей на основе теста силы подкисления (№ 2021617612 от 18.05.2021), осуществлять расчет количества остаточных полифенолов в напитках при обработке препаратами поливинилполипирролидона (ПВПП) (№ 2021616957 от 29.04.2021), рассчитывать состав для производства каротиноидсодержащих смузи на основе тыквы и облепихи (№ 2021619908 от 18.06.2021), которые могут быть применены на предприятиях отрасли и в учебном процессе.

Новизна технических решений подтверждена патентами РФ № 2495100 «Способ получения облепихового вина» (10.10.2013), № 2711728 «Способ получения комплекса биофлавоноидов из обезжиренного облепихового шрота» (21.01.2020), № 2734509 «Состав для производства смузи тыквенно-облепихового» (19.10.2020).

Исследования проводились в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ» (рег. номер АААА-А19-119070590017-6), грантов Алтайского края для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (2019–2020 гг.).

Определены регламентируемые показатели и их значения, положенные в основу технической документации на напитки из облепихи: «Нектар осветленный обработанный из сока облепихи прямого отжима» (ТУ 10.32.19-011-10016999-2020 и ТИ 10.32.19-011-10016999-2020 для ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул), «Смузи тыквенно-облепиховый» (ТУ 10.32.17-010-10016999-2019 и ТИ 10.32.17-010-10016999-2019 для ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул), «Напиток ферментированный сокосодержащий «Комбуча с облепихой» (ТУ 11.07.19-012-10016999-2020 и ТИ 11.07.19-012-10016999-2020 для ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул), «Напиток ферментированный сокосодержащий «Тиби с облепихой» (ТУ 11.07.19-013-10016999-2020 и ТИ 11.07.19-013-10016999-2020 для ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул), «Вина и виноматериалы фруктовые облепиховые» (ТУ 11.03.10-002-35008630-2019 и ТИ 11.03.10-002-35008630-2019 для ООО «СОЛД», г. Бийск), «Сидр фруктовый облепиховый» (ТУ 11.03.10-006-35008630-2020 и ТИ 11.03.10-006-35008630-2020 для ООО «СОЛД», г. Бийск).

Результаты теоретических и практических исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям подготовки 19.03.01 и 19.04.01 «Биотехнология», 19.03.02 и 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья» БТИ АлтГТУ.

Методология и методы исследования. На основании обобщения имеющихся результатов теоретических и экспериментальных исследований в качестве методологической основы показана возможность регулирования биохимического состава напитков из облепихи с целью повышения стабильности при хранении. Инструментарием для достижения поставленных цели и задач послужили обще-

принятые, стандартные и специальные методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов с последующей статистической обработкой результатов.

Положения, выносимые на защиту:

– результаты комплексного аналитического исследования районированных в Алтайском крае сортов облепихи с подтверждением наиболее перспективных к переработке в напитки стабильного качества и повышенной пищевой ценности;

– технология соков и сокосодержащих напитков из плодов облепихи, основанная на применении ферментативного гидролиза пектина и удалении продуктов деградации аскорбиновой кислоты и конденсации веществ полифенольной природы;

– технологические решения для интенсификации и оптимизации производства соков, смузи, винодельческой продукции различных подгрупп и разновидностей;

– технология удаления реакционноспособных фенольных веществ с низкой молекулярной массой для повышения стабильности при хранении соковой и сокосодержащей продукции;

– технологические решения, основанные на регулировании содержания и удалении индукторов неферментативного покоричневения винодельческой продукции для повышения ее стабильности при хранении;

– технологические решения и рецептуры безалкогольных ферментированных напитков с применением симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi*;

– технология переработки некондиционного сырья, полуфабрикатов, вин и винных напитков в дистилляты для сокращения отходов при организации производства напитков из облепихи;

– методика определения 5-гидроксиметилфурфурола в напитках из облепихи и математическая модель накопления при нагревании главного интермедиата реакции Майяра при производстве винодельческой продукции из плодов облепихи.

Степень достоверности и апробация работы. Представленные экспериментальные результаты получены с помощью современных методов исследования

на соответствующем метрологическим требованиям оборудовании в многократных повторностях, статистически обработаны с применением Microsoft Office Excel 2019, Statistica 6.0 и MathCad 14.0 и являются достоверными.

Основные положения и материалы диссертационного исследования обсуждены на конференциях различного уровня: X Международной конференции молодых ученых «Пищевые технологии и биотехнологии» (Казань, 2009); Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии: производство, экономика, образование» (Бийск, 2009); 12th International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2011 (Новосибирск, 2011); всероссийской научно-практической конференции «Технология и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности» (Бийск, 2009, 2010, 2015, 2018, 2019); всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2017); международной научно-практической конференции «Инновации в пищевой технологии, биотехнологии и химии» (Саратов, 2017); VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий» (Горно-Алтайск, 2017); международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования» (Барнаул, 2017); III Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием) «От биопродуктов к биоэкономике», (Барнаул, 2019); международном Балтийском форуме (Калининград, 2019, 2020).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 56 работ, в том числе 1 монография, 9 статей в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science; 20 статей в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций; ряд статей в материалах конференций и сборниках научных трудов; 3 патента на изобретения РФ, 5 свидетельств о регистрации программ ЭВМ.

Личный вклад автора состоит в постановке и обосновании проблемы, разработке структуры и схемы проведения исследований, проведении теоретических

и экспериментальных исследований, обработке и анализе полученных результатов, обобщении имеющихся материалов и подготовке их к публикации, организации внедрения результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Основное содержание изложено на 327 страницах, включает 62 таблицы, 116 рисунков и 389 литературных источников, из них 245 на иностранных языках.

1 Химический состав как системообразующий фактор для обоснования направлений переработки плодов облепихи крушиновидной

Облепиха крушиновая (лат. *Hippóphaë rhamnóides*) представляет собой уникальное растительное сырье за счет наличия в ней высокого содержания облепихового масла, существенно затрудняющего переработку этой ягоды с использованием классических схем и способов переработки.

В последние годы облепиха обрела признание во всем мире из-за экологической ценности и благоприятного потенциала воздействия на здоровье. Пищевые продукты, включающие в своем составе облепиху, становятся все более популярными в качестве здоровой пищи во многих европейских странах. Облепиха используется в качестве ингредиента в различных пищевых продуктах на рынке, включая соки, конфеты, желе, джемы, алкогольные или безалкогольные напитки и молочные продукты [177] (приложения А–В).

Впервые в культуру облепиха была введена на Алтае учеными НИИ Садоводства Сибири (НИИСС) им М. А. Лисавенко. Выдающийся вклад в создание высокопродуктивных, крупноплодных и имеющих небольшое количество колючек сортов внесли Ж. И. Гатин и Е. И. Пантелеева [83; 97].

Внедрение результатов работ НИИСС обеспечило возможность создания промышленных плантаций облепихи на Алтае. Одним из значимых признаков облепихи, определяющим эффективность ее выращивания в промышленных масштабах – срок созревания плодов, позволяющий убирать урожай с середины августа (для ранних сортов) до конца октября (для поздних сортов).

В этой связи Алтайский край обладает значительным производственным и климатическим потенциалом для производства готовой продукции и полуфабрикатов из облепихи, так как Алтайский край является одним из регионов страны с крупнейшими плантациями облепихи, благодаря как уникальным природно-

климатическим условиям – естественное плодородие почвы, высокая солнечная активность, отсутствие загрязняющих источников и др., так и селекции. Ведь именно с Алтая облепиха как садоводческая культура стала распространяться по всему миру. Первый сорт на основе дикороса был выведен знаменитым селекционером М. А. Лисавенко, чье имя носит расположенный в Барнауле НИИ садоводства Сибири СО РАН, ученые которого за прошедшие десятилетия создали более 40 сортов облепихи, без преувеличения – элитных по своим характеристикам.

Под посадками плодов и ягод в Алтайском крае занято 12,3 тыс. га. На сегодня самой распространенной культурой, выращиваемой промышленными предприятиями региона, является облепиха – на ее долю приходится порядка 80 % всех ягодных культур, с валовым сбором 2019–2020 гг. порядка 900 т. [80].

Алтайский край – лидер России и СНГ по культивации плантаций облепихи. Из 5 000 га культурных плантаций облепихи более 3 500 га находится на Алтае [75].

По дикорастущим зарослям облепихи Алтайский край находится на первом месте, имея преимущество перед Республиками Тува и Бурятия [140]. Значительные запасы облепихи дикорастущих видов имеются в Приморском крае – порядка 14 % от имеющихся в СНГ [22] (рисунок 1).

В целом по РФ площадь, занимаемая дикорастущей облепихой, оценивается в 5 500 га. С учетом того, что дикорастущие заросли кустарника облепихи неприхотливые, морозоустойчивые, дающие стабильные урожаи, не требующих особых трудовых затрат (за исключением сбора) плоды облепихи можно рассматривать как ценное экологически чистое сырье для пищевой и фармацевтической отраслей промышленности. Однако, несмотря на доступность, распространенность, возможность большого объема промышленной заготовки и высокую пищевую ценность, область их практического применения достаточно ограничена. В основном, это получение облепихового масла (до 95 % собранного урожая) и производство концентрированного сока [7; 96; 99].

По данным российского агропромышленного сервера АГРОСЕРВЕР.ru, переработкой плодов облепихи в России занимаются более 30 предприятий во всех регионах РФ, треть из которых расположена в Сибирском федеральном округе.

Анализ деятельности сибирских предприятий показал, что основная масса плодов облепихи подвергается первичной переработке путем сублимационной сушки (шоковой заморозки): в Алтайском крае это: ООО ТПК «Алтай-Эко», ООО «Сибирская ягода», ТСОКН «САМЗАР» (г. Бийск), ООО «Ассорти Сибири» (г. Барнаул) и др., в Иркутской области: АО «Иркутскзверопром», ООО «Дикоросы Прибайкалья» и др., на Урале: ООО ТПК «АЛЪЯНС» (г. Екатеринбург) и т. д. [105]. Данный вид продукции имеет спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынках, являясь круглогодично доступным сырьем для дальнейшей переработки [35].

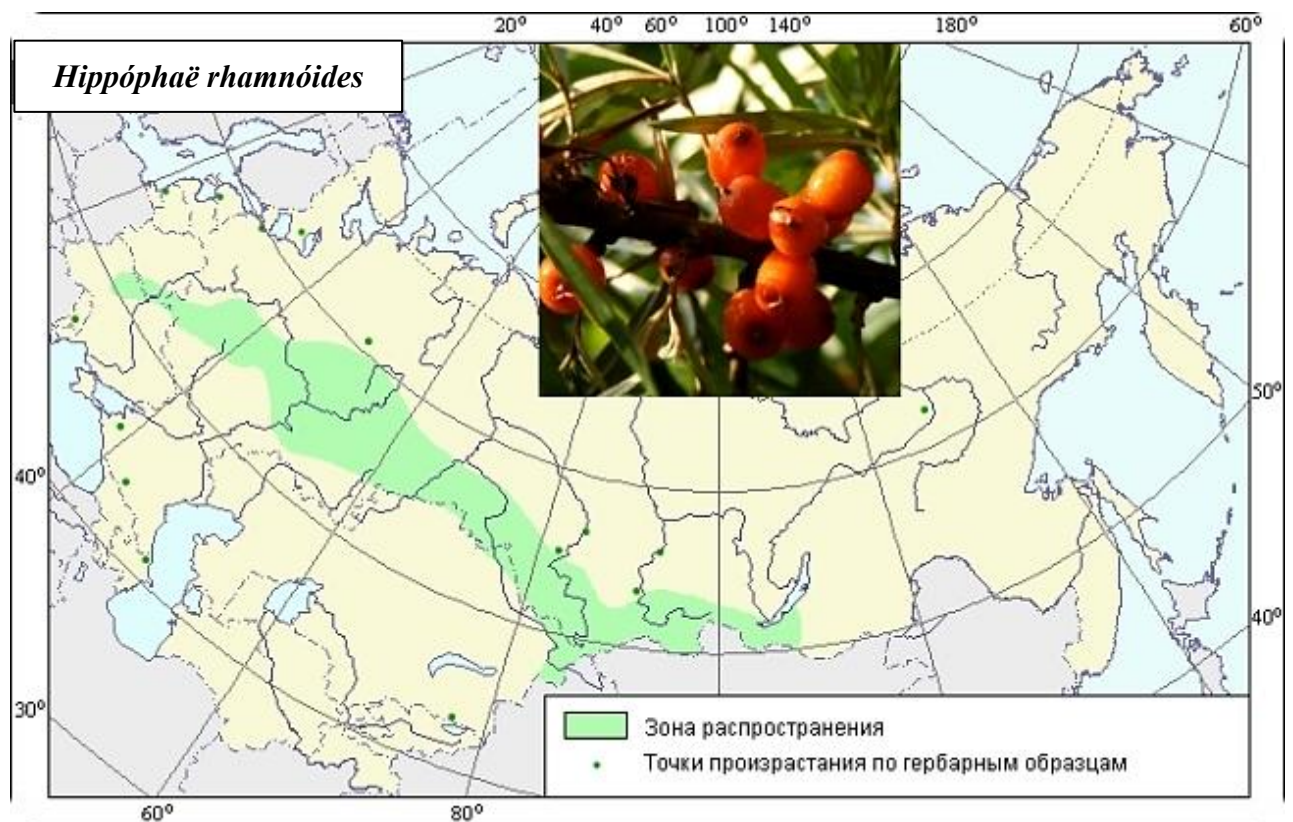


Рисунок 1 – Ареал произрастания облепихи

В связи с этим в крае встает вопрос по глубокой переработке плодоовощной продукции, в частности плодов облепихи, что согласуется с общероссийской тенденцией, так как, по мнению экспертов, большинство участников российского плодоовощного рынка уже ощущают необходимость внедрения переработки своих фруктов и овощей. При этом вопрос о том, как определиться с наиболее эф-

фективным направлением, чтобы обеспечить производство востребованной продукции, остается открытым [35].

1.1 Анализ существующих направлений переработки плодов облепихи крушиновидной

В настоящее время промышленная переработка облепихи связана в основном с производством облепихового масла и масляных экстрактов [254], в меньшей степени – различных продуктов питания в виде концентратов напитков (киселей), неосветленного сока прямого отжима, джемов и др. и полуфабрикатов для их производства – густых и сухих экстрактов [37; 114; 216; 228], косметических средств [309; 322].

Сдерживающим фактором использования облепихи как сырья для производства массовых сегментов продуктов питания, по мнению [369], является кислый, зачастую вяжущий вкус и низкая сладость ее плодов, что обуславливает формирование нового подхода к обоснованию как рецептур, так и технологий.

Вопросами комплексной и глубокой переработки дикорастущих и культивируемых плодов облепихи на сегодняшний день занимаются ряд ученых [22; 30; 48; 75; 114], предлагающие конечные продукты и технологические схемы переработки, основанные на принципиальной схеме переработки плодов облепихи, приведенной в [144].

Что касается промышленной реализации переработки облепихи, то мониторинг предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности Сибирского федерального округа позволил выделить следующие основные направления:

- производство облепихового масла и масляных экстрактов из плодов, ассортимент которых приведен в приложении А;
- получение сока прямым отжимом и сокосодержащих напитков. Например, «Сок прямого отжима Облепиховый» (АО «Алтайвитамины», г. Бийск); нектары:

облепиховый, абрикосово-облепиховый, персиково-облепиховый, облепихово-манговый, облепихово-апельсиновый на основе облепихового сока прямого отжима (ПК «САВА», г. Томск); сок облепиховый и нектары (ООО «Алсу» ТМ «AVEO», г. Барнаул) и т. д.;

– получение сухих и густых экстрактов. Так, в Алтайском крае находятся несколько предприятий по производству растительных экстрактов, крупнейшие из них: ООО «КИТ плюс» (г. Бийск) – производит сухие и густые экстракты из плодов облепихи с содержанием влаги не более 10 % и 50 % соответственно, дубильных веществ – в сухом экстракте не менее 20 % (в пересчете на танин); ООО «Вистерра» (с. Алтайское) – экстракты из плодов и листьев облепихи сухие и густые и др.

– дальнейшее использование экстрактов и концентратов в производстве продуктов питания, в том числе оздоровительных, примеры которых приведены в приложениях Б и В.

Как видно из приведенных данных, полуфабрикаты из плодов облепихи используются для производства широкого промышленного ассортимента кондитерских изделий и концентратов для приготовления безалкогольных напитков.

Стоит отметить, что есть результаты научных исследований по использованию плодов облепихи и полуфабрикатов из нее – сухих экстрактов, сока, джема и т.д., в производстве мороженого [16], молочных [79] и кисломолочных [31; 89] продуктов, кулинарных изделий [51] и т. д.

Практически отсутствует промышленное производство алкогольных напитков из плодов облепихи, за исключением известного облепихового ликера «Sea Buckthorn Liqueur Astelpaju» фирмы «Remedia Distillers» (Эстония) крепостью 17 % об., приготовленного на основе натурального облепихового сока с мякотью (20 %), что обусловлено технологическими сложностями и особенностями плодов облепихи [85; 86; 90; 88, 159].

Накопление значительного количества масел в плодовой мякоти ягод является основной отличительной особенностью этого растения. Содержание масла в свежих плодах облепихи различных эколого-географических форм и внутри по-

пуляций колеблется в очень широких пределах – от 1,5 % до 18,0 % (в пересчете на сухое вещество) [103; 107; 254]. При этом в общей массе плодов алтайской дикорастущей облепихи, заготавливаемой для промышленной переработки, маслянистость колеблется в основном в пределах от 14 % до 23 % в пересчете на сухое вещество [83].

При организации производства неосветленных продуктов (например, соков и нектаров) частицы масла способны агломерировать в крупные хлопьеобразные структуры, всплывающие на поверхности напитков существенно снижая органолептическое восприятие [45; 87; 254]. В то же время наличие мельчайших суспендированных капелек масла затрудняет процессы фильтрации облепихового сока при производстве осветленных продуктов. Аналогичные проблемы существуют и при производстве вин и винных напитков [67].

1.2 Химический состав ягод облепихи с точки зрения переработки в напитки

Общее содержание в плодах облепихи растворимых сухих веществ колеблется в пределах от 7 % до 12–15 %, причем значительную долю их составляют сахара (до 9,5–9,8 % от массы ягоды) и органические кислоты (от 1,0 % до 3,8 % от массы ягоды). В составе сахаров облепихи определены глюкоза и фруктоза (до 80 % от суммы сахаров), сахароза, ксилоза и арабиноза.

В последние годы в НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко были проведены исследования химического состава плодов облепихи различных сортов селекции, с целью установления возможности их использования при производстве продуктов питания, и в частности, консервов (таблица 1).

Как видно из представленных данных, на долю сахаров приходится более половины, а титруемых кислот – четвертая часть содержания растворимых сухих веществ. Такое соотношение сахаров и кислот определяет величину сахарно-кислотного индекса в интервале 2,0–3,9 и приятный вкус плодов.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества плодов облепихи [83; 97]

Сорт	Массовая доля, %				Сахарокислотный индекс
	растворимых сухих веществ	сахаров	титруемых кислот (в пересчете на яблочную кислоту)	дубильных веществ	
Великан	10,3	5,50	1,40	0,149	3,92
Витаминная	9,0	5,10	1,63	0,108	3,12
Обильная	9,4	5,30	1,49	0,172	3,55
Обская	9,2	5,18	1,45	0,124	3,57
Превосходная	8,3	5,70	1,62	0,124	3,51
Оранжевая	8,3	4,30	2,28	0,191	2,00
Самородок	9,1	5,30	1,77	0,133	2,90
Янтарная	9,2	5,00	1,37	0,112	3,64

Плоды облепихи также отличаются высоким содержанием каротиноидов. Общеизвестно, что многие каротиноиды в организме человека и животных способны превращаться в витамин А, также они обнаруживают антиоксидантные свойства.

В ягодах каротиноиды содержатся в мякоти, оболочке, а также в незначительных количествах – в семенах. Содержание каротиноидов в сортовых плодах селекции НИИСС составляет от 11,8 мг% до 29,1 мг% [54; 97; 118].

По содержанию токоферолов (от 1,4 мг% до 50 мг%) плоды облепихи превосходят все плодово-ягодные культуры (за исключением морошки).

Кроме жирорастворимых витаминов в плодах в значительном количестве присутствуют и водорастворимые витамины С, В₁, В₂, РР, К и некоторые другие.

Общеизвестно, что плоды подвида *Hippophae rhamnoides subsp. sinensis* (распространен в Китае) содержат в 5–10 раз больше аскорбиновой кислоты во фракции сока, чем плоды подвида *Hippophae rhamnoides subsp. rhamnoides* (распространен в Европе) и плоды подвида *Hippophae rhamnoides subsp. mongolica* (распространен в России) [21; 245]. При этом содержание аскорбиновой кислоты в плодах облепихи выведенных в России сортов (подвид *Hippophae rhamnoides*

subsp. mongolica) обычно составляет 0,5–3,3 г/кг [153], в то время как содержание аскорбиновой кислоты в плодах подвида *Hippophae rhamnoides subsp. turkistanica* – от 2,5 г/кг до 4,2 г/кг [364].

Тритерпеновые кислоты представлены олеаноловой и преимущественно – урсоловой кислотами. Кроме этих кислот в облепихе идентифицирована также диокситритерпеновая кислота – помоловая кислота [54].

Содержание высокомолекулярных полициклических ненасыщенных спиртов – стеринов – незначительно, и составляет не более 15–20 мг%.

В составе кислот преобладает яблочная (около 70–90 % от общего количества кислот), однако, по разным данным преобладать может также хинная кислота. Установлено наличие щавелевой, янтарной, лимонной, винной, фитиновой, галактуроновой и гликолевой кислот [160].

Содержание пектиновых веществ в облепихе обычно не превышает 0,59–1,23 % к массе плодов [97].

Среди спиртов в облепихе обнаружены: глицерин (130–350 мг%), маннит (13,6–48,8 мг%) и инозит (18,1–24,6 мг%). Присутствие этих спиртов, обладающих сладким вкусом, придает зрелым ягодам гармоничность [254].

Содержание белковых веществ в мякоти облепихи составляет около 3,0–4,3 % в пересчете на абсолютно сухое вещество. Основная часть белков плодовой мякоти представлена солерастворимой фракцией – глобулинами и водорастворимыми белками – альбуминами. В суммарном белке мякоти свежих плодов определены все протеиногенные аминокислоты, в том числе полный набор незаменимых аминокислот.

Минеральные вещества ягод представлены магнием, молибденом, марганцем, кальцием, фосфором, железом, селеном, а также цинком, медью, никелем, хромом и свинцом в незначительных количествах [97].

На основании глубокого анализа литературных источников, касающихся химического состава облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides L.*) и технологических требований к производству напитков различных видов и групп разработан методологический подход к оценке качества плодов облепихи для обос-

нования их использования в технологиях безалкогольных и алкогольных напитков. Обоснованно выделены четыре этапа оценки плодового сырья, позволяющие на основании комплексных аналитических исследований и расчетно-экспертных методов в полной мере оценить его пригодность для переработки в безалкогольные и алкогольные напитки (рисунок 2).

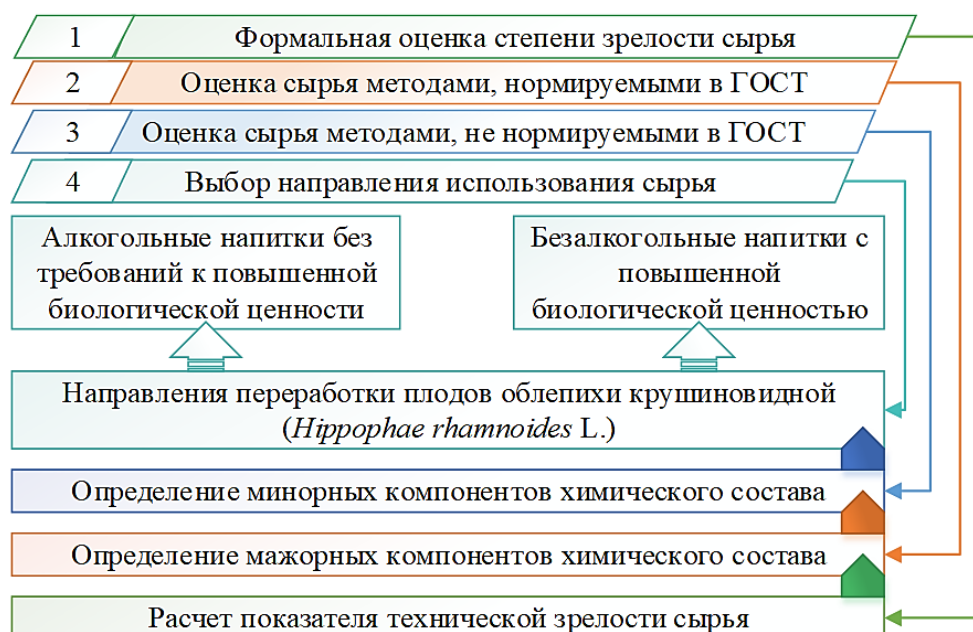


Рисунок 2 – Методологический подход к оценке качества плодов облепихи для обоснования их использования в технологиях безалкогольных и алкогольных напитков

1.3 Обоснование технологий и направлений переработки плодов облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.) с учетом особенностей состава

1.3.1 Фенольный комплекс ягод облепихи и его влияние на сенсорные характеристики продуктов переработки облепихи

В настоящее время уделяется значительное внимание составу полифенольных веществ сырья и продуктов питания, поскольку имеются объективные данные о связи употребления в пищу некоторых растительных флавоноидов с профилактикой возникновения риска некоторых сердечно-сосудистых заболеваний, метаболического синдрома, нейродегенеративных расстройств, а также некоторых видов рака и целого ряда других заболеваний [155; 189; 225; 227; 277; 290; 307; 380].

В работе [196] имеются отдельные сведения о влиянии полимерных фенольных соединений, в частности проантоцианидинов, на микробиоту кишечника, в связи с чем, их принято рассматривать как одни из наиболее перспективных классов биологически активных веществ.

При этом многие полифенольные соединения, а в особенности гликозиды флавонола в пищевых продуктах способствуют развитию терпкости и горечи, что часто рассматривается как негативные сенсорные характеристики для большинства пищевых продуктов [263; 268; 275; 352]. Сенсорные характеристики являются наиболее важными драйверами для потребителя, формирующими предпочтения и выбор в каждой категории продуктов питания [195; 220].

Ягоды облепихи имеют довольно обширный состав флавонолов [276; 381, 387], а также содержат значительные количества процианидинов [230; 383]. При этом, как и для любого другого растительного сырья, содержание отдельных фенольных соединений значительно варьируется в зависимости от сорта облепихи, условий вегетации, даты сбора урожая, широты произрастания.

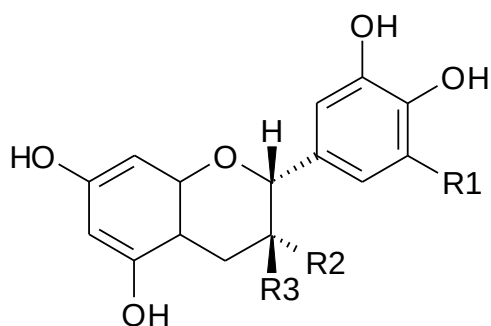
Флавонол-гликозиды по данным [364] образуют наиболее распространенный класс фенольных соединений в облепихе, причем наиболее распространенными являются гликозиды изорамнетина, в частности, изорамнетин-3-О-рутинозид, изорамнетин-3-О-гликозид-7-О-рамнозид, а также производные кверцетина, такие как кверцетин-3-О-гликозид и кверцетин-3-О-рутинозид [336; 381]. При этом содержание и качественный состав флавонол-гликозидов можно рассматривать как важные показатели качества ягоды, как например, это показано в работе [267].

В работе [278] показана взаимосвязь горечи облепиховых соков с содержанием этил-β-D-глюкопиранозида, содержание которого может значительно разниться [367] и сильно зависит от генотипа, времени сбора урожая и происхождения. Так, *H. rhamnoides ssp. sinensis* и *H. rhamnoides ssp. mongolic* содержат обычно только следовые количества этил-β-D-глюкопиранозида, в то время как в ягоде *H. rhamnoides ssp. rhamnoides* его содержится значительно больше [303; 386; 388], причем по мере созревания его содержание только увеличивается, в то время как содержание глюкозы снижается [382]. Сенсорные свойства ягод облепихи и продуктов ее переработки являются одним из важных критериев при выборе направлений использования в пищевой промышленности, а также в селекционной работе.

Гликозилированные флаваноиды, найденные в ягодах облепихи, воспринимаются органолептически с характеристиками вкуса – вяжущий, а проантоцианидины имеют как вяжущий, так и горький вкус [236; 237].

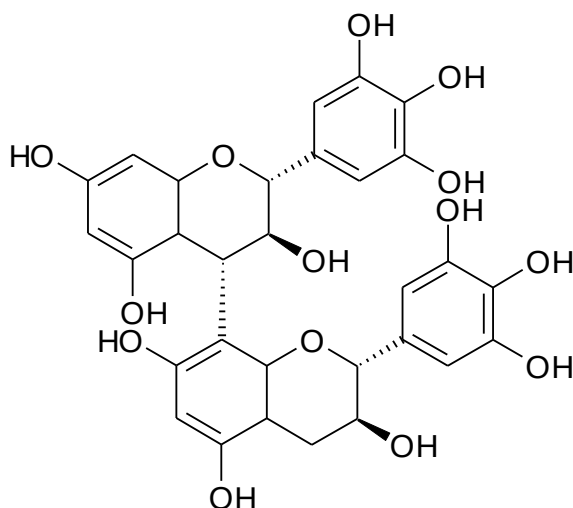
Для ягод облепихи существенной особенностью является также наличие в сравнительно больших концентрациях фенольных веществ – преимущественно флаваноидов и фенолокислот. Кроме того, в плодах содержатся кумарины и дубильные вещества. Флаваноиды облепихи представлены катехинами, лейкоантоцианами, процианидинами, флаван-3-олами (рисунок 3) и, в меньшей степени, флавонами; антоцианы практически отсутствуют.

Современными исследованиями [207] установлено, что процианидины облепихи представлены в основном димерами продельфинидина, катехина, галлокатехина и эпикатехина, а также олигомерами и полимерами указанных производных флаван-3-ола [335] (рисунок 4).

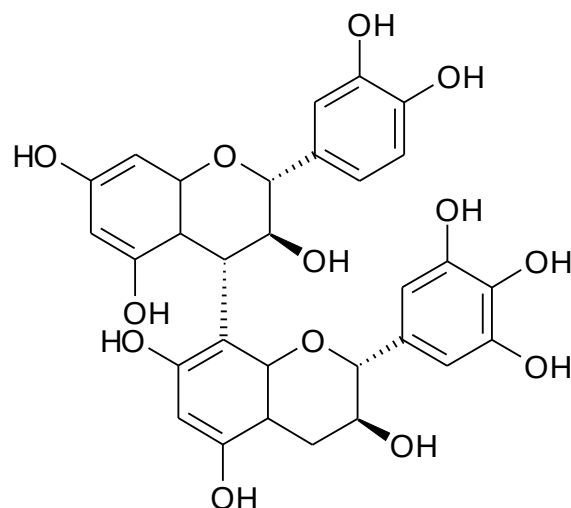


Флаван-3-ол:	R1	R2	R3
(+)-катехин	H	H	OH
(-)-эпикатехин	H	OH	H
(+)-галлокатехин	OH	H	OH
(-)-эпигаллокатехин	OH	OH	H

Рисунок 3 – Флаван-3-олы облепихи



Галлокатехин-галлокатехин



Катехин-эпигаллокатехин

Рисунок 4 – Процианидины облепихи

Из фенолокислот в ягодах обнаружены хлорогеновая, кофейная и галловая кислоты (рисунок 5).

Классы полифенолов в облепихе представлены достаточно широким спектром, многие из которых в силу особенностей химического строения являются высокореакционными и склонными к вступлению в реакции неферментативного побурения и образованию темноокрашенных продуктов окисления [348].

Исследованиями [262] установлено, что одной из причин возникновения неустойчивой окраски в белых виноградных винах является наличие даже следовых

количеств кверцетина, кемпферола и мирицитина. В то же время известно [360], что в облепихе указанные полифенолы находятся в значительных концентрациях.

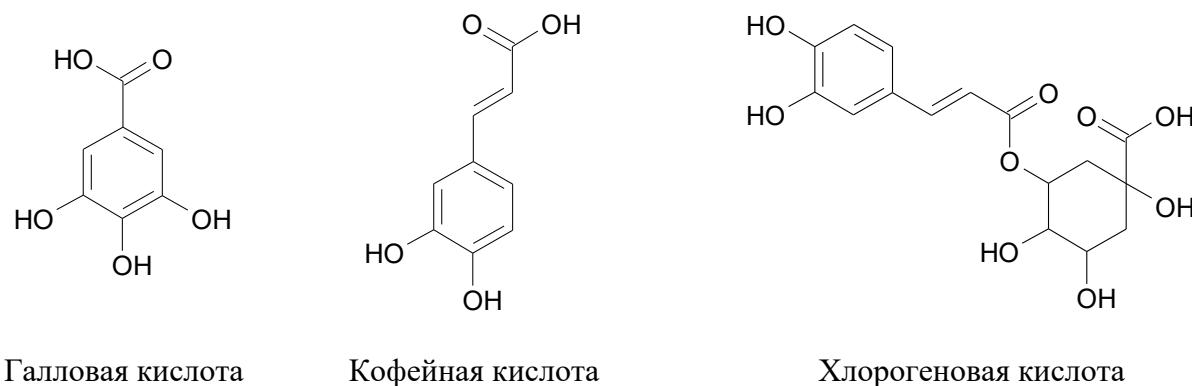


Рисунок 5 – Фенолокислоты облепихи

1.3.2 Роль аскорбиновой кислоты в стабильности продуктов переработки облепихи

Исследованиями установлено, что аскорбиновая кислота в плодах облепихи находится исключительно в свободной форме, связанная аскорбиновая кислота не была обнаружена. Содержание аскорбиновой кислоты обычно варьируется в 10 раз в зависимости от генетического происхождения и зрелости плода [216; 339; 368; 386].

С точки зрения технологии пищевых продуктов на основе облепихи содержание аскорбиновой кислоты в исходном сырье может определять направления его переработки. В частности, можно использовать наиболее богатые аскорбиновой кислотой сорта ягоды для получения пищевых продуктов с минимальной технологической переработкой. Кроме того, несмотря на значительную роль аскорбиновой кислоты в качестве функционального ингредиента рациона человека, она также широко используется в качестве пищевой добавки, антиоксиданта и улучшителя хлебопекарной муки.

В то же время аскорбиновая кислота является достаточно нестабильным соединением даже в обычных условиях хранения, а при наличии таких факторов как нагревание, наличие растворенного кислорода и ионов тяжелых металлов скорость ее деградации значительно увеличивается [145].

При этом четкое понимание механизмов деградации аскорбиновой кислоты имеет решающее значение в определении стабильности и установлении срока годности широкого перечня пищевых продуктов. В условиях отсутствия окислителей аскорбиновая кислота (1) после перехода в енольную форму L-кетоглутаровой кислоты (2) обычно подвергается самопроизвольному декарбоксилированию и обезвоживанию с образованием 3-дезоксид-Л-пентозона (3), который в дальнейшем превращается в фурфурол (4) [260] по схеме (рисунок 6):

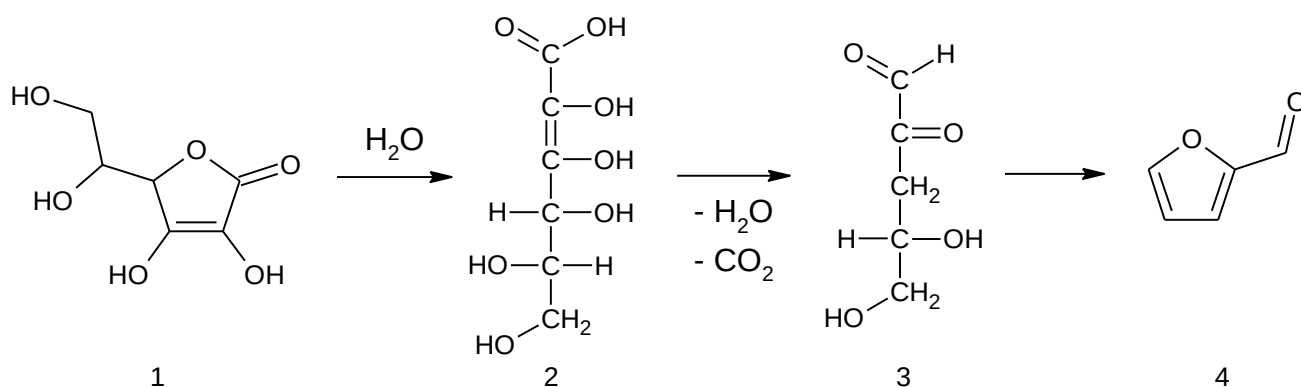


Рисунок 6 – Схема окисления аскорбиновой кислоты с образованием гидроксиметилфурфура

В окислительных условиях фурфурол также является конечным продуктом деградации аскорбиновой кислоты, однако промежуточными продуктами являются L-трео-пенто-2-улоза, 2-дезоксид-эритропенто-2-улоза-1,4-лактон и 1,2-бутандион.

Образующие в ходе указанных выше превращений аскорбиновой кислоты карбонильные соединения являются реакционноспособными интермедиатами и включаются в общий механизм реакции Майяра наравне с производными фурана. Таким образом, установлена прямая зависимость между содержанием аскорби-

новой кислоты в продуктах и их цветовыми характеристиками, вызывая нежелательные оттенки и снижая потребительские достоинства продуктов питания [384].

Тепловые процессы при производстве напитков несут негативное воздействие на качество продукта, в частности происходит потеря термолабильных питательных и биологически активных веществ, образование нежелательных соединений (например, 5-гидроксиметилфурфурола при получении облепиховых вин с добавлением меда [338]), а также происходит изменение цвета продукта, сопровождающееся реакциями неферментативного покоричневения, карамелизации и разложения аскорбиновой кислоты, что может потребовать дальнейшей корректировки цветовых характеристик напитков, например, с использованием активированных углей Granucol [348].

1.3.3 Жирнокислотный состав облепихи и его значение в разработке подходов к переработке ягод облепихи в напитки

Исследованием [175] установлено, что интенсивность запаха жирных кислот, обнаруживаемых при органолептической оценке некоторых продуктов питания, например, молока и молочных продуктов зависит от активности липаз и эстераз, а также глубины протекания липолиза. Вследствие действия гидролитических ферментов происходит высвобождение свободных жирных кислот, придающих продуктам горькие, пикантные, окисленные, прогорклые и иные вкусы и ароматы [176].

При этом даже небольшое количество продуктов липолиза оказывает существенное влияние на формирование вкуса и аромата пищевых продуктов.

Свободные жирные кислоты с короткой и средней цепочкой до 12 атомов углерода (масляная, валериановая, капроновая, каприловая и др.) обладают наиболее выраженным вкусом и запахом, так как это летучие жирные кислоты. В плодах облепихи данные кислоты в свободном виде находятся в незначительных количествах, поскольку в основном входят в состав сложных эфиров [102].

В составе масла, выделяемого из облепихи, обнаружено до 23 жирных кислот, среди которых преобладают пальмитиновая (27–38 %), пальмитолеиновая (35–46 %), а также полиненасыщенные линолевая и линоленовая (до 6,9–15,6 %) [54]. Наиболее часто встречаемые жирные кислоты в сортах облепихи алтайской селекции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав жирных кислот плодов облепихи некоторых сортов, % от суммы жирных кислот [139]

Кислота	Сорт						
	Ажурная	Алтайская	Елизавета	Иня	Новость Алтая	Чечек	Чуйская
Миристиновая 14:0	1,05	0,82	1,05	1,37	0,84	1,43	1,23
Пальмитиновая 16:0	29,64	37,33	33,75	37,32	31,27	32,04	36,19
Пальмитоолеиновая 16:1	26,64	30,66	33,24	24,78	29,58	27,68	28,51
Стеариновая 18:0	1,47	1,36	1,27	1,47	1,37	1,50	1,37
Олеиновая 18:1	13,95	9,02	9,78	10,55	10,88	9,57	9,89
Линолевая 18:2	16,78	13,76	13,40	15,45	16,17	16,94	15,61
α-Линоленовая 18:3	6,71	3,70	4,11	5,33	6,02	6,76	4,24

Растворимость в воде карбоновых кислот с увеличением молекулярной массы понижается. Высшие представители гомологического ряда – насыщенные жирные кислоты – твердые (пальмитиновая, стеариновая), в воде нерастворимы, запаха не имеют. Ненасыщенные кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая) – жидкие.

С учетом нахождения в мякоти облепихи значительного количества жировой фазы, интенсивность вкусо-ароматических свойств неосветленных и не освобожденных от масла напитков оценивается гораздо выше [71].

Высокое содержание масла в плодах облепихи вызывает трудности при введении нативного сока или пюре в пищевые системы на водной основе. Плохая растворимость масла приводит к нестабильности пищевых эмульсий, решением этой проблемы предложено использование стабилизированных пищевыми белками наноэмульсий облепихового масла или сока облепихи [242]. Использование тех-

нологии наноэмульсий оправдано, в связи с простой получения, повышенной стабильностью, а также за счет улучшения растворимости и биодоступности доставляемых таким образом веществ [171; 324].

1.4 Концептуальные подходы и технологические решения, применимые для переработки плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides L.*) в напитки

Ягоды облепихи имеют уникальный аромат и вкус, не сравнимый с любыми другими ягодами или фруктами. Вкус облепихи часто характеризуются как кислый, горький и вяжущий, с очень низкой степенью сладости. В общем содержание сахаров и кислот, а также соотношение сахара и кислоты играет решающую роль в определении вкуса ягод облепихи и продуктов ее переработки [247; 264].

Облепиха обладает высоким технологическим потенциалом; плоды содержат в больших количествах аскорбиновую кислоту, альфа-токоферол, каротиноиды, минеральные вещества, моносахариды, аминокислоты, полифенольные соединения, жирные кислоты, глицеринфосфолипиды, фитостеролы, сложные эфиры зеаксантина [382; 385]. Всего в ягодах облепихи найдено более 190 соединений, обладающих различной биологической активностью [162], что с успехом позволяет отнести данный вид сырья к категории суперфруктов. В настоящее время интерес к так называемым суперфруктам достаточно значителен, что в первую очередь связано с эффективной маркетинговой стратегией продвижения идеи исключительной пользы для здоровья ряда экзотических фруктов, в том числе и с низкой популярностью у потребителей всего мира [172].

Напитки являются одним из наиболее массовых сегментов рынка пищевой продукции, поэтому вовлечение в производство облепихи крушиновидной в качестве сырьевого ресурса позволит значительно расширить ассортимент выпускаемых напитков.

1.4.1 Практические аспекты использования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в производстве винодельческой продукции

Сбраживание фруктово-ягодных соков является достаточно простой и недорогой технологией переработки растительного сырья [59; 69; 84; 174; 214; 295]. Особенностью этого вида переработки соков плодов и ягод является усиление сенсорных свойств получаемых напитков, снижение токсичности и содержания антиалиментарных факторов, а также увеличение сроков хранения продукции [213; 302; 321].

Наиболее известной группой напитков, получаемых путем брожения фруктово-ягодных соков являются вина, получаемые при использовании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [183]. Исследованиями установлено, что в умеренных количествах, вина являются продуктами полезными для здоровья [351], в основном за счет наличия в них фракций фенольных веществ, отвечающих за укрепление стенок сосудов и облегчающих работу сердца [141].

На метаболическом уровне *Saccharomyces cerevisiae* характеризуются своей способностью к ферментации широкого спектра сахаров, среди которых преобладают глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза и мальтотриоза [282].

Использование автохтонных микроорганизмов зачастую приводит к появлению в готовых винах таких нежелательных побочных продуктов биосинтеза как уксусная кислота, этилацетат, этаналь и ацетоин. Также в большинстве случаев автохтонные культуры обладают низкой устойчивостью к диоксиду серы, слабой скоростью сбраживания углеводов и невысокой устойчивостью к содержанию спирта в среде [209; 234; 241; 292].

В тоже время имеются достоверные данные о положительном эффекте использования некоторых микроорганизмов, выделенных из автохтонных культур на формирование вкуса и аромата напитка [180]. Например, глицерин, который кроме *Saccharomyces cerevisiae* способен продуцироваться такими автохтонными микроорганизмами, как *Candida stellate*, *Kloeckera apiculata* и *Hanseniaspora guillier-*

mondi играет важнейшую роль в обеспечении метаболизма клеток дрожжей, участвуя в регулировании окислительно-восстановительного потенциала клеток, также придает винам ощущение сладости и гармоничности [317; 344].

Выделяют две основные причины использования чистых культур дрожжей при производстве вин и винных напитков:

– во-первых, добавление клеток *S. cerevisiae* в количестве более 3 млн клеток/мл обеспечивает быстрое развитие брожения, тем самым минимизируя риск развития автохтонной микрофлоры. Именно этот фактор является основным для обеспечения постоянства качественного состава готовых вин и винных напитков, кроме того, исключается образование нежелательных с точки зрения здоровья соединений, таких как биогенные амины [179];

– во-вторых, использование специально селекционированного штамма *Saccharomyces cerevisiae* позволяет подчеркнуть или развить фруктовый компонент винного аромата и вкусового профиля и свести к минимуму накопление нежелательных продуктов биосинтеза, отрицательно сказывающихся на органолептическом восприятии готовых вин и винных напитков [288].

В коллекциях чистых культур дрожжей для виноделия и в пробах спонтанно сброженного сусла были определены три фенотипа дрожжей: киллер (убийца), нейтральные и чувствительные. Фенотипическая характеристика рас дрожжей явилась основой метода для определения чистоты брожения сусла на заданной культуре [164].

Киллерные дрожжи – дрожжи, выделяющие токсин, к которому они сами устойчивы, но который летален для других чувствительных штаммов. Использование киллерных штаммов дрожжей для сбраживания исключает развитие диких дрожжей, поскольку киллерный токсин будет подавлять их рост [165].

Чувствительные дрожжи могут снижать свою активность при действии метаболитов посторонних культур. Также существуют дрожжи, отличающиеся чувствительностью к спирту, некоторые штаммы чувствительно реагируют на тепло, в результате чего производят большой объем сероводорода, благодаря чему вино приобретает посторонний запах.

Предпочтительно, чтобы раса чистой культуры дрожжей принадлежала к фенотипу с киллер-фактором. Если же она принадлежит к фенотипу чувствительных дрожжей, в процессе спиртового брожения она будет всецело вытеснена природными дрожжами-убийцами, которые и продолжат брожение [146].

Сбраживание сусла чистой культурой дрожжей более преимущественно, чем самопроизвольное сбраживание, поскольку свойства дрожжей, используемых при сбраживании сусла уже известны; брожение протекает плавно, без сильного пенообразования, и приводит к полному и глубокому выбраживанию сахара; в результате брожения выход спирта больше, чем при самопроизвольном сбраживании; вина, выбродившие на чистых культурах дрожжей, содержат меньше летучих кислот и летучих эфиров, быстрее осветляются и обладают более чистым вкусом и букетом, менее подвержены заболеваниям, чем вина, получающиеся в результате самопроизвольного брожения.

Дрожжи *Saccharomyces* встречаются в симпатрических популяциях в природных и промышленных условиях, и формировании межвидовых гибридов, например, *Saccharomyces cerevisiae* × *Saccharomyces bayanus* [146].

Большинство обнаруженных гибридных штаммов являются диплоидными. Среди коммерческих винных штаммов обнаружены также аллотетраплоидные штаммы дрожжей вида *Saccharomyces*. Особенностью межвидовых гибридов дрожжей рода *Saccharomyces* является сочетание в одном организме генов с низкой гомологией, что может приводить к эффекту гетерозиса при межвидовых скрещиваниях. Также было показано, что по физиологическим и биохимическим свойствам гибриды *Saccharomyces cerevisiae* × *Saccharomyces kudriavzevii* лучше адаптированы к низким температурам и продуцируют большее количество ароматических веществ по сравнению с родительскими штаммами, и тем самым, улучшают органолептические характеристики вина [313].

В настоящее время для интенсификации производства сидров, вин и винных напитков методами брожения предложено использование активных сухих винных дрожжей (АСВД) как альтернатива традиционным дрожжевым разводкам [222]. Ведение процесса брожения с использованием АСВД позволяет упростить лабо-

раторный контроль производства, а также решить проблему с наличием чистых помещений и сложного оборудования для выращивания чистых культур.

АСВД представляет собой порошок или гранулы с низким процентом влажности в специальных упаковках, предохраняющих дрожжи от контакта с кислородом воздуха [320]. Основа технологии АСВД – многостадийное культивирование дрожжей определенного штамма на мелассной среде с аэрацией и последующим отделением от среды, прессованием и гранулированием. Реактивацию АСВД проводят на стерильном сусле, нагретом до температуры реактивации, указанной производителем [353].

1.4.2 Поиск новых возбудителей брожения при получении ферментированных напитков

Известно достаточно много национальных напитков на основе соков плодов и ягод, получаемых методами ферментации с использованием природным симбиотических культур [130; 333]. Зачастую широкую популярность у населения подобных ферментированных напитков связывают с наличием в них пробиотических микроорганизмов, в результате развития которых происходит повышение биодоступности питательных веществ, улучшаются вкусо-ароматических характеристики напитков, продуцируются биоактивные вещества [334].

В настоящее время перспективным направлением считается проведение ферментации соков молочнокислыми бактериями рода *Lactobacillus* – *L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. farciminis*. Напитки на соках, полученные при помощи ферментации молочнокислыми бактериями, имеют богатый витаминный, аминокислотный и минеральный состав, высокую питательную ценность и высокое физиологическое значение [46].

Некоторые разработчики технологий производства плодово-ягодных и медовых квасов рекомендуют в качестве возбудителей брожения использовать

дрожжи, не относящиеся к роду *Saccharomyces*, в частности дрожжи рода *Kluweyromyces* и осмофильные дрожжи *Zygosaccharomyces bailii* [58; 130].

Достаточно популярными в мире являются традиционные ферментированные напитки стран Латинской Америки и Азии известные под названиями Тиби-кос (Тиби, водяной кефир, настой морского риса) и Комбуча (чайный квас, настой чайного гриба) [202; 332].

По некоторым данным [60] культура чайного гриба была привезена в Россию из восточных стран. Имеются указания об использовании данного симбиоза в Сибири с середины XIX столетия. По современным данным в состав ассоциативного консорциума чайного гриба входят дрожжеподобные грибы родов *Saccharomyces*, *Bretanomyces*, *Candida*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora*, *Zygosaccharomyces* и бактерии родов *Acetobacter*, *Lactococcus*, *Lactobacillus* и *Clostridium*. В результате жизнедеятельности указанных микроорганизмов на поверхности культуральной жидкости образуется слоисто-аморфная пленка гриба. В результате жизнедеятельности дрожжи гриба превращают углеводы сусла в этиловый спирт и углекислоту, а бактерии производят окисление эндогенного спирта в органические кислоты [29; 33; 65; 113].

Учеными из Могилевского государственного университета продовольствия удалось изучить микробный состав ассоциативного консорциума рисового гриба [18; 52; 53; 129; 131]. Так, на основании вышеуказанных исследований, дрожжевая микрофлора рисового гриба представлена дрожжами *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi и *Pichia membranaefaciens* Hansen [52; 53].

Среди молочнокислых бактерий, присутствующих в полисимбиотической культуре *Oryzomyces indicī* обнаружены *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*.

Идентифицированные лактобациллы представляют собой грамположительные палочки, расположенные штабельками, спор не образуют, неподвижны. Представляют собой факультативные анаэробы, продуцирующие молочную кислоту по гомоферментативному типу.

Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum являются грамположительными неподвижными палочками. Являются сильными капсулообразователем, что обуславливает образование зооглеи – плотной слизистой массы, состоящей из декстрана [52].

Уксуснокислые бактерии в ассоциативном консорциуме рисового гриба представлены видом *Acetobacter aceti*, являющего сильным продуцентом уксусной кислоты, что объясняет сильный аромат уксуснокислого брожения в культуральной среде. Уксуснокислые бактерии также принимают участие в формировании зооглеи рисового гриба [18; 53].

В целом, результаты, полученные при установлении видового состава микроорганизмов ассоциативной поликультуры *Oryzamyces indicus* показывают, перспективность ее использования в качестве возбудителя брожения при производстве безалкогольных напитков брожения. Это обусловлено широким спектром углеводов, которые консорциум способен эффективно утилизировать [52].

Естественной природной средой для развития симбиотического консорциума рисового гриба является сбалансированная сахарозосодержащая среда, включающая растительную добавку – сушеный виноград [128; 129]. Напиток, получающийся в результате культивирования, представляет собой сложную смесь аминокислот, редуцирующих веществ, органических кислот и т. д. [132].

Получены экспериментальные данные о наличии в культуральной жидкости насыщенных короткоцепочечных жирных кислот (преимущественно, валериановой, капроновой, энантовой); жирных насыщенных кислот средней цепи (идентифицированными являются: каприловая, каприновая, пеларгоновая, ундециловая, лиуриновая, изолауриновая, лауроолеиновая, тридекановая кислоты); ненасыщенных и насыщенных кислот с длинной цепью (миристиновая, миристоолеиновая, пентадекановая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, эруковая и ряд других кислот с четным и нечетным числом атомов углерода) [126]. Отмечается, что максимальное накопление жирных кислот происходит на вторые сутки ферментации, а к третьим суткам их концентрация резко снижается, незначительно увеличиваясь к окончанию ферментации.

Таким образом, для симбиота *Oryzomyces indicī* важной особенностью является способность к синтезу эссенциальных ненасыщенных жирных кислот (в первую очередь, линолевой и линоленовой), являющихся предшественниками длинноцепочечных кислот омега-3 и омега-6. Производные данных соединений участвуют в регуляции кровяного давления, усиливают чувствительность нервных волокон, оказывают положительное влияние на раскрытие бронхов при дыхании. Отмечается их участие в регуляции синтеза простагландинов – защитных соединений организма в борьбе со старением, сердечными и аутоиммунными заболеваниями [188; 256].

Изучен процесс синтеза органических кислот ассоциативным консорциумом рисового гриба. Так, согласно исследованиям [126] в ферментированном напитке отмечается наличие молочной и уксусной кислот, что хорошо коррелирует с микробиологическим составом консорциума.

Известно, что молочная кислота выполняет в организме энергетическую функцию и стимулирует работу мышц, поэтому напитки, содержащие эндогенную молочную кислоту, имеют большее значение для людей, занимающихся активными видами спорта [256].

В работе [53] приведены сведения о синтезе в процессе развития культуры рисового гриба на сахарозосодержащей среде следующих витаминов: тиамина (витамин В₁), рибофлавина (витамин В₂), пантотеновой кислоты (витамин В₃), фолиевой кислоты (витамин В₉), ниацина (витамин РР), токоферола (витамин Е) и аскорбиновой кислоты (витамин С). В этой же работе приведены сведения о наличии в культуральной жидкости после ферментации *Oryzomyces indicī* широкого спектра аминокислот. Так, авторами удалось обнаружить 17 из 20 основных аминокислот, причем восемь из них (такие как треонин, цистеин, валин, лейцин, изолейцин, лизин, менионин и фенилаланин) являются незаменимыми, а такие обнаруженные аминокислоты как аргинин и гистидин считаются незаменимыми для детского организма.

Исследования [127] показывают наличие в ферментированной питательной среде ряда летучих органических соединений, способных участвовать в формировании органолептических характеристик напитка, например, ацетальдегида, аце-

тона, масляного альдегида, этилацетата, диацетила, изобутанола, пропанола, изоамилола.

Известно [124], что напиток брожения на основе рисового гриба проявляет различную антагонистическую активность по отношению к условно-патогенным штаммам микроорганизмов *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella enterica*. Развитие указанных штаммов культур ведет к нарушению кишечной микрофлоры, таким образом, напиток на основе рисового гриба может быть позиционирован как напиток лечебно-профилактического действия, предотвращающего дисбактериоз кишечника [18; 127].

Доклинические комплексные исследования, приведенные в работах [124; 125] показали, что напиток на основе рисового гриба оказывает комфортное действие на животных и не влияет на их координацию движений и двигательную активность. Общий анализ крови подопытных мышей и крыс показал, что месячное употребление напитка не вызывает изменения гематологического статуса, что свидетельствует об отсутствии патологического влияния напитка на процесс кроветворения у экспериментальных животных.

Внутрижелудочное введение культуральной среды показало, что увеличивается содержание общего белка в крови, концентрации мочевой кислоты, ферментов белкового и углеводного обменов, снижению уровня низкомолекулярных триацилглицеридов и увеличению содержания иммуноглобулинов G.

Указанные эффекты, вероятно, достигаются за счет наличия в напитке рисового гриба широкого спектра свободных аминокислот, являющихся строительными блоками для синтеза белковой молекулы [19].

Введение напитка на основе рисового гриба мышам, получавшим уретан, приводило к снижению почти наполовину образующихся в легких мышей опухолей. Указанное онкопротекторное свойство может быть следствием увеличения содержания в крови иммуноглобулина G [125].

1.4.3 Применение ферментных препаратов при переработке плодово-ягодного сырья в целях оптимизации и интенсификации технологических процессов

Использование коммерческих ферментных препаратов в технологии напитков из плодового сырья является одним из основных факторов интенсификации технологического процесса. Известны данные об использовании ферментных препаратов, обладающих целлюлазной, пектиназной и амилазной активностью для разрушения структурных компонентов клеточной стенки и содержащихся в клеточном соке плодов и ягод полисахаридов [8; 12; 17; 121; 122].

Общеизвестным является факт использования ферментных препаратов с полигалактуроназной активностью для повышения выхода сока и увеличению концентрации полифенольных веществ различных классов, в том числе и придающих плодам и ягодам окраску [6; 63].

Несмотря на то, что обладающие пектолитической активностью ферментные препараты, широко используются на предприятиях соковой и винодельческой промышленности [210; 280], актуальным и значимым направлением научных исследований является применение новых ферментных препаратов на различных видах плодового сырья, в частности довольно редко используемого для производства напитков, в том числе и за счет сложности его переработки, с отработкой оптимальных режимов практического использования [67].

Использование протеолитических ферментных препаратов в производстве соковой и винодельческой промышленности в первую очередь обусловлено необходимостью удаления растворенных белковых соединений, способных в дальнейшем вызывать помутнения, снижая тем самым стабильность напитков при хранении [356]. Использование протеолитических ферментов снижает влияние осветляющих веществ на качество виноматериалов, а также сокращает расход самих флокулянтов.

Анализ современных данных позволил схематично обобщить направления использования коммерческих ферментных препаратов при производстве соковой и винодельческой продукции (рисунок 7).

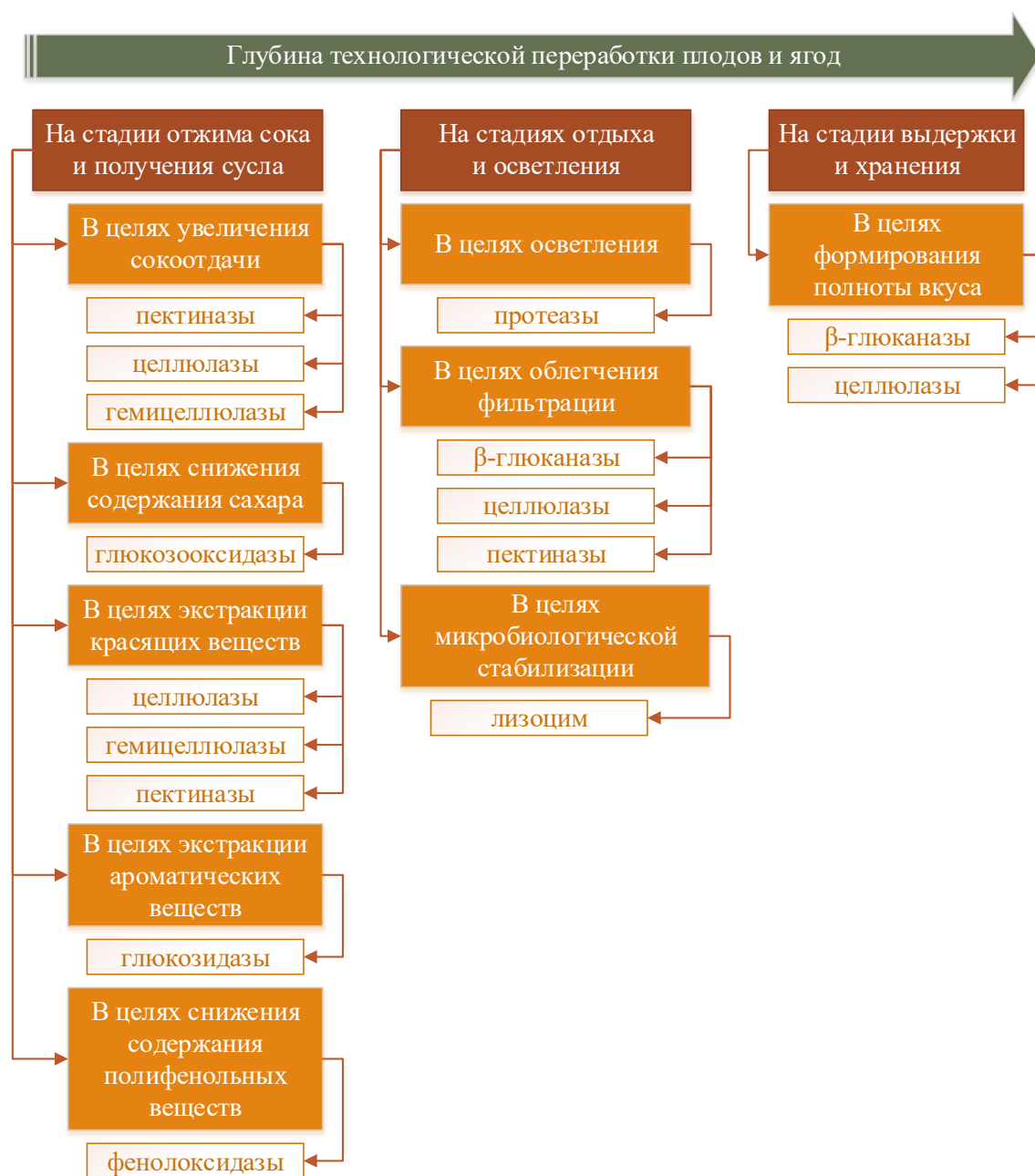


Рисунок 7 – Направления использования ферментных препаратов в технологии соковой и винодельческой продукции

Как можно видеть, использование ферментных препаратов в производстве связано с множеством целей, особенно на начальных этапах производства [327; 371].

Использование ферментных препаратов на стадии отжима сока и получения сусла для брожения связано с положительными экономическими последствиями за счет облегчения процессов прессования и осветления [316]. В первую очередь на данном этапе производства интенсификация производственных процессов связана с применением различных пектолитических ферментных препаратов, состоящих из полигалактуроназ, пектинлиаз, пектинметилэстераз и способствующих разрушению клеточных стенок плодов и ягод [205]. Подобные же результаты, хотя и в меньшей степени могут быть достигнуты при использовании целлюлаз и гемицеллюлаз, способствующих разрушению жесткого каркаса клеток, в то же время практически не снижая вязкость самого сока [61; 111; 133; 134].

На начальных стадиях производства (измельчение, подготовка к прессованию) использование ферментных препаратов позволяет проводить процесс прессования при более низком давлении, что приводит к получению более качественных прессовых фракций сока или сусла, обладающих пониженной мутностью, более низким содержанием веществ полифенольной природы, а также с низким количеством взвесей [5; 6; 9; 10; 11; 23; 27; 49; 50; 73].

Проблема экстракции ароматических веществ при производстве соковой и винодельческой продукции всегда проявляется достаточно остро [4; 15; 22; 24; 28; 137]. В последние годы предложено использование гликозидаз для усиления аромата белых столовых вин. В результате действия эндогенных и экзогенных гликозидаз происходит разрушение гликозидосвязанных предшественников ароматических веществ и их переход в ароматические компоненты [281]. В основном это касается гликозидосвязанных предшественников монотерпенов, производных бензола, C13-норизопреноидов и алифатических спиртов [166].

Достаточно интересной представляется роль в производстве сокосодержащей продукции лизоцима – фермента, используемого в качестве противомикробного средства против грамположительных бактерий. Его антибактериальное дей-

ствие обусловлено литической активностью в отношении β -(1,4)-гликозидной связью между N-ацетилмурамовой кислотой и остатками N-ацетил-D-глюкамида в пептидогликане бактериальной стенки [269]. Применение лизоцима в настоящее время сводится к предотвращению или подавлению яблочного-молочного брожения при операциях кислотопонижения.

К недостаткам использования ферментных препаратов в производстве соковой и винодельческой продукции можно отнести:

- наличие незадекларированной производителем побочной ферментативной активности, за счет чего может понизиться эффективность использования препарата или в сусле может произойти накопление нежелательных компонентов [211];

- образование метанола при действии пектолитических ферментных препаратов [226; 331]. Хотя и метанол образуется в допустимых пределах, производители ферментных препаратов ведут постоянные поиски новых продуцентов пектиназ и способов модификации существующих препаратов для устранения этого негативного фактора;

- возможные аллергические реакции на белок ферментных препаратов [310, 379].

При использовании ферментных препаратов различного назначения необходимо учитывать, что соки или вина подвергаются обработке перед розливом. В результате физической обработки нагреванием ферменты денатурируют, а затем в результате комплекса биохимических реакций при брожении и выдержке виноматериалов необратимо связываются с полифенольными веществами, клеточной стенкой дрожжей и удаляются из состава виноматериала посредством фильтрования.

1.5 Изменения, происходящие в напитках из облепихи при хранении

Важнейшей проблемой качества напитков из облепихи при хранении является их окислительное покоричневение, которое связано с происходящими окислительными процессами. Решающая роль в этом процессе отводится фенольным соединениям, при этом высокая склонность, например, белых столовых вин и виноматериалов связана с высоким содержанием лейкоантоцианов и катехинов, обладающих способностью легко окисляться [34; 47; 76; 81; 82; 98; 116; 117; 143; 187; 305; 308; 314; 315; 374].

В связи с этим, одним из наиболее важных вопросов в технологии напитков является защита их от окисления. При этом, чтобы напиток оказался устойчивым к окислению, необходимо удалить из него легкоокисляемые компоненты, либо защитить их одним из известных способов: ограничить доступ кислорода, удалить катализаторы окисления (например, ионы металлов), ввести химические средства защиты (антиоксиданты, восстановители и т.д.) [42; 43; 44; 66; 78].

1.5.1 Неферментативное покоричневение напитков при длительном хранении: химизм и способы предотвращения

Основной причиной неферментативного покоричневения напитков является участие фенольных веществ на стадии инициирования окислительно-восстановительных реакций, приводящих к образованию интенсивно окрашенных хиноидных структур. При этом интенсивность покоричневения зависит не только от концентрации и легкости окисления фенолов, но и природы образующихся при этом продуктов. Так, некоторые многоатомные фенолы, легко взаимодействующие с кислородом, в процессе окисления склонны к расщеплению ароматического коль-

ца с образованием алифатических кислот, что резко снижает выход окрашенных хинонов [305; 314; 374].

Неферментативное потемнение возникает в результате многостадийных процессов, протекающих с участием аминокислот, пептидов и белков, вступающих во взаимодействие с редуцирующими сахарами (рисунок 8).



Рисунок 8 – Общий механизм возникновения окрашенных продуктов реакций неферментативного потемнения в продуктах питания [201; 283; 299]

Окисление многих компонентов напитков следует рассматривать как процесс их сопряженного окисления с фенолами. Поэтому многие реакции окислительного покоричневения, например карбониламинные, хорошо протекающие лишь при повышенных температурах, в присутствии окисляющего фенола идут с заметной скоростью уже при комнатной температуре [34; 98; 315].

Основная причина интенсификации процесса обусловлена генерацией окисляющимся фенолом высокореакционноспособных радикалов, в присутствии которых окислительное дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот усиливается. Образующиеся в ходе реакции альдегиды, в свою очередь, участвуют в меланоидинообразовании. Наиболее важными факторами, влияющими на реакцию Майяра, являются структура вовлеченных в реакцию аминокислот и сахаров, температура, значение pH и активность воды. В совокупности сложных процессов, протекающих при этой реакции, эти факторы различным образом воздействуют на характеристики пищевых продуктов, в том числе на вкус и аромат (рисунок 9).

Установлен факт ускорения сахароаминной реакции в присутствии этилового спирта (рисунок 10). Это объясняется тем, что при окислении этилового спирта образование уксусного альдегида может сопровождаться в зависимости от содержания растворенного кислорода в вине, появлением α -оксиперекисных радикалов и уксусной кислоты. Эти радикалы, а также карбонилсодержащие продукты способствуют ускорению реакции меланоидинообразования [44]. Поскольку концентрации сахара и аминокислотных компонентов в продуктах питания варьируют в широких интервалах, измерение интенсивности цвета не позволяет получать сопоставимые результаты.

Известно [123], что окисление аскорбиновой кислоты может включать либо две одноэлектронные стадии, либо одну двухэлектронную без образования интермедиата полудегидроаскорбата (рисунок 11).

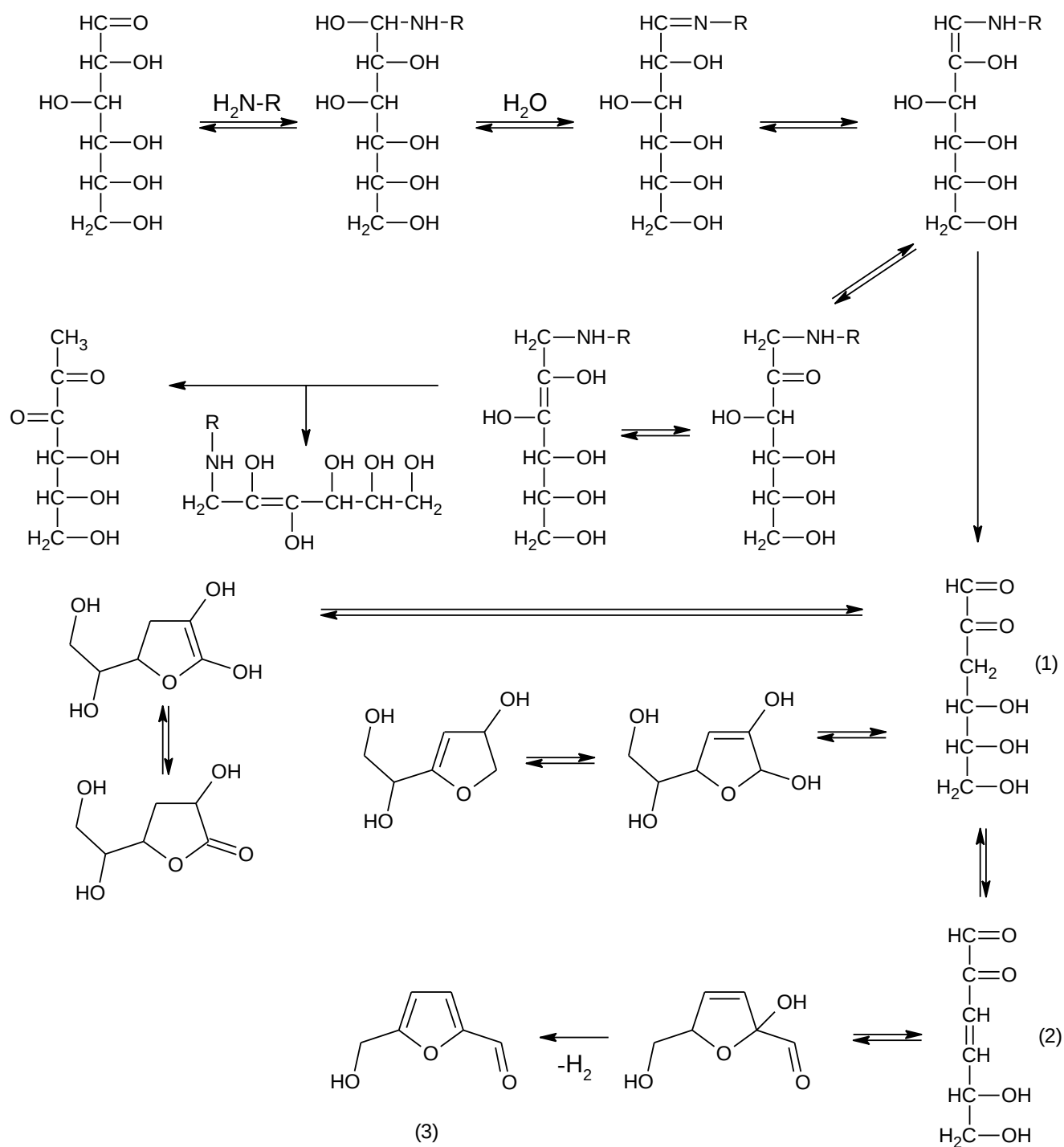


Рисунок 9 – Превращение сахаров в фураны (реакции Амадори и Хейнса) [201]

При одноэлектронном окислении первая стадия сопровождается переносом электрона с образованием полудегидроаскорбата. Продуктом второй стадии является дегидроаскорбиновая кислота – нестабильное соединение, очень склонное к необратимому гидролизу с образованием 2,3-дикетогулоновой кислоты (рисунок 12), приводящему к утрате витаминной активности.

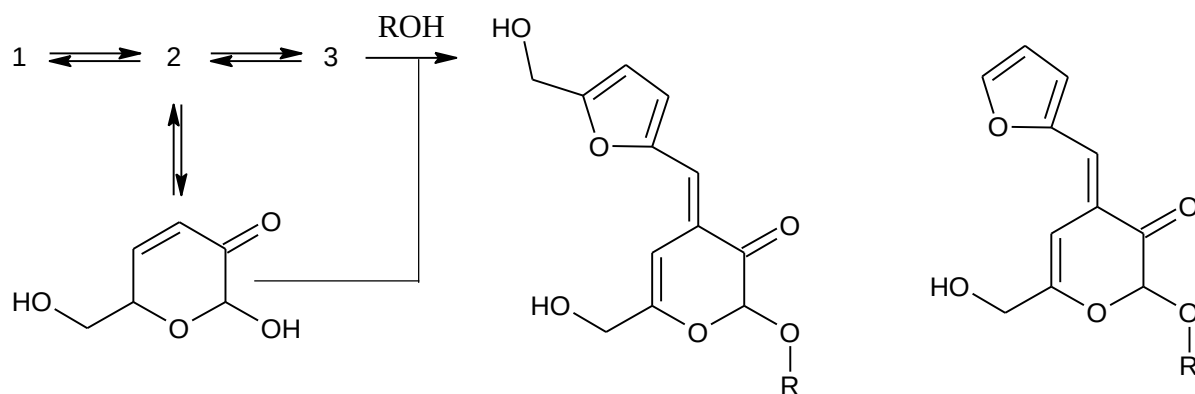


Рисунок 10 – Дальнейшие превращения фуранов (начало схемы – рисунок 9)

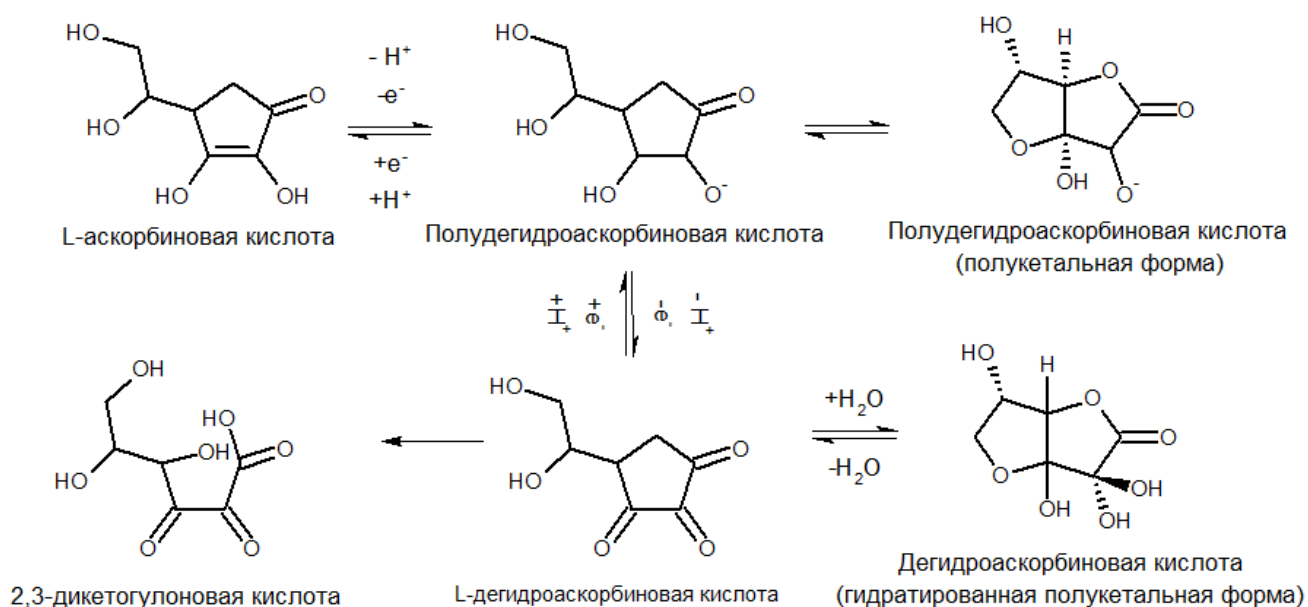
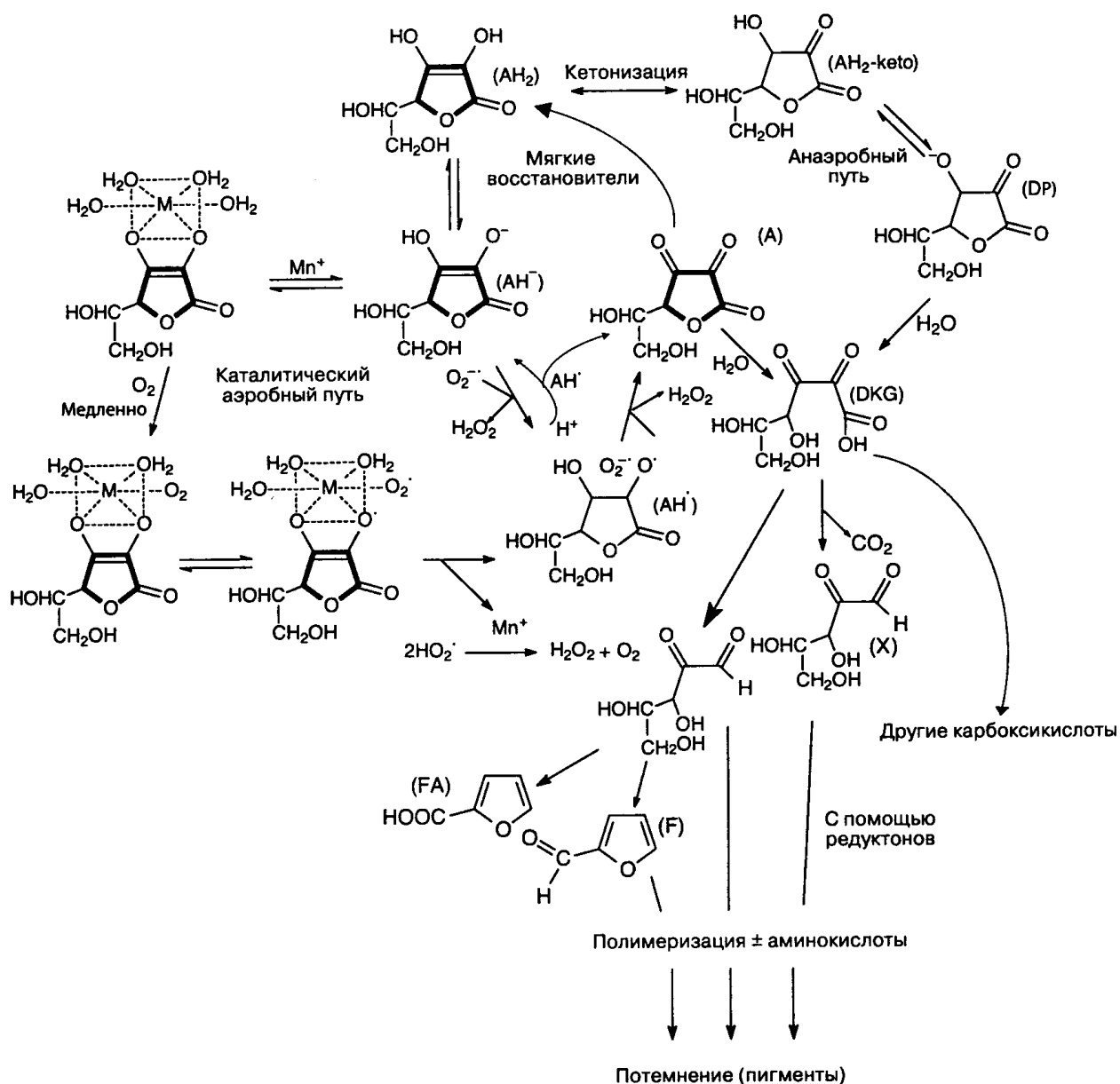


Рисунок 11 – Последовательное одноэлектронное окисление L-аскорбиновой кислоты (все соединения за исключением 2,3-дикетогулоновой кислоты обладают витаминной активностью) [123]

Окисление аскорбиновой кислоты протекает очень легко, особенно в присутствии ионов металлов с переменной валентностью, в частности Cu^{2+} и Fe^{3+} . Под воздействием тепла и света процесс окисления ускоряется, причем на него влияют также значение pH, концентрация кислорода и активность воды.

Поскольку дегидроаскорбиновая кислота легко гидролизуется, окисление до дегидроаскорбиновой кислоты чаще всего является существенной и зачастую скорость-лимитирующей стадией окислительного разложения аскорбиновой кислоты.

лоты. Часто не учитывают, что при малых концентрациях и большом давлении кислорода аскорбиновая кислота действует как прооксидант.



Примечание – Составлено автором по: [123].

Рисунок 12 – Механизмы окислительного и анаэробного разрушения аскорбиновой кислоты:

Полужирными линиями обозначены соединения, обладающие активностью витамина С:
 AH₂ – полностью протонированная аскорбиновая кислота; AH⁻ – аскорбат-моноанион;
 AH^{*} – полудегидроаскорбат радикал; A – дегидроаскорбиновая кислота;
 FA – 2-фууроиновая кислота; F – 2-фуральдегид; DKG – 2,3-дикетоглуконовая кислота;
 DP – 3-деоксипентозон; X – ксилон; Mn⁺ – ион металла-катализатора;
 HO₂[·] – пергидроксильный радикал

Это объясняется, по-видимому, аскорбат-опосредованным образованием гидроксильного радикала (ОН) или других реакционноспособных групп.

Исследования влияния солей двухвалентного железа на кинетику термического покоричневения белого столового вина показали, что в концентрациях, обычно присутствующих в винах, железо оказывает преимущественно инициирующее и катализирующее действие на процесс окисления, причем, в диапазоне концентраций железа от 10 до 40 мг/дм³ скорость окисления растет в зависимости, близкой к пропорциональной от концентрации [66], при этом образуются темно-окрашенные пигменты. Однако если железо в вине связать в комплексы, его катализирующая способность значительно снижается (рисунок 13).

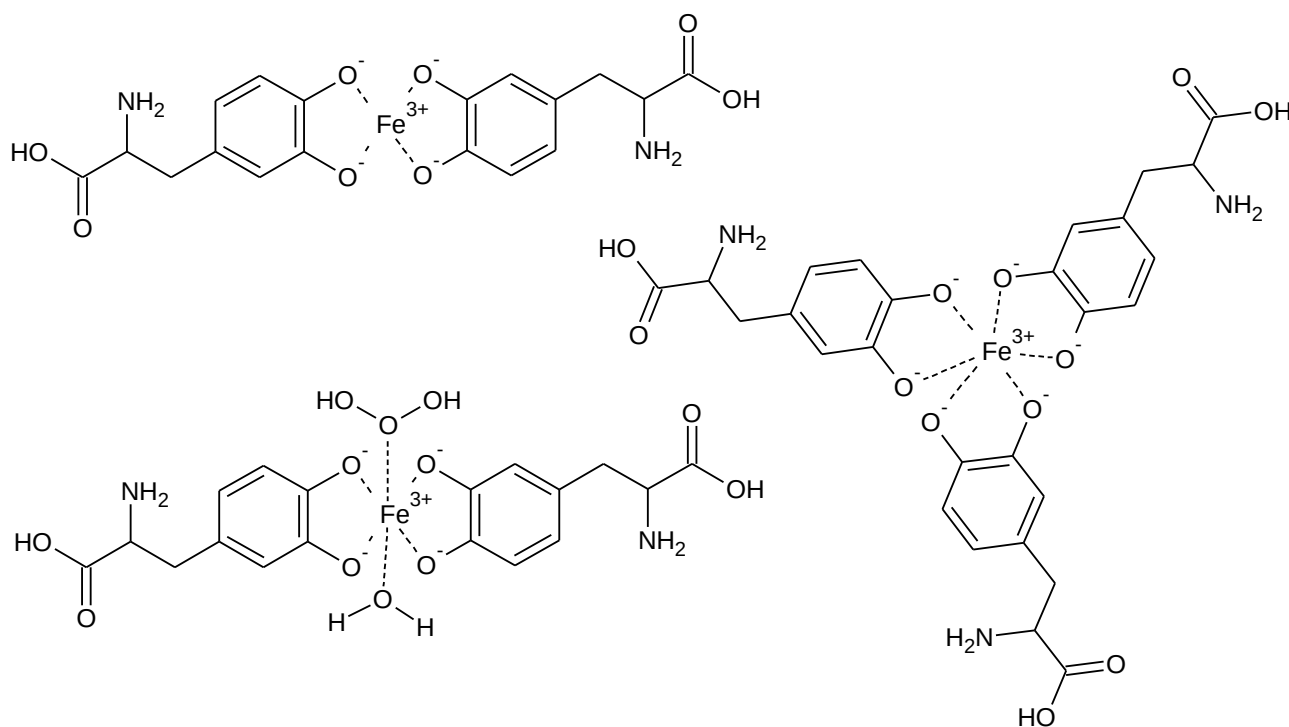


Рисунок 13 – Комплексы ионов железа с производными аминокислот [240]

Существенное влияние на окислительную устойчивость напитков могут оказывать вещества, которые, не являясь антиоксидантами, обладают способностью восстанавливать присутствующие в окислительной системе ингибиторы, увеличивая, таким образом, период индукции окисления системы. Наиболее известным

подобным восстановителем является аскорбиновая кислота, однако следует учитывать, что эффективность ее применения для торможения окислительных процессов зависит не только от свойств и наличия в окислительной системе антиоксидантов, но и от содержания ионов железа. Восстанавливая трехвалентное железо в двухвалентное, аскорбиновая кислота тем самым предупреждает возникновение железного касса. Однако именно двухвалентное железо, присутствуя в малых концентрациях (10^{-6} М), способствует накоплению в вине пероксидов, катализируя тем самым окислительные процессы, интенсивное протекание которых не всегда желательно, особенно в столовых винах.

Таким образом, можно выделить следующие способы устранения неферментативного потемнений в напитках: во-первых, создание условий, исключаяющих действие кислорода на напитки; во-вторых, удаление и ингибирование веществ, способных окисляться; в-третьих, удаление веществ, катализирующих процессы окислительного покоричневения (рисунок 14).



Рисунок 14 – Существующие способы устранения неферментативного потемнения напитков: ограничения и применимость

1.5.2 Использование сорбционных технологий устранения потемнения напитков

Чаще всего встречаются рекомендации по устранению последствий окисления путем удаления продуктов окисления ряда фенольных соединений. С этой целью используются различные адсорбенты (желатин, рыбий клей, казеин, активированный уголь) и синтетические полимеры (например, поливинилпирролидон (ПВПП) и его модификации). При этом указанные сорбенты обладают следующими недостатками: низкая избирательность, малая адсорбционная емкость, возможность попадания в вино посторонних химических соединений [42; 43; 78; 81; 82; 116].

ПВПП получают вследствие полимеризации N-винилпирролидон. Препараты ПВПП обычно применяются в виноделии для устранения нежелательных тонов окисленности во вкусе, а также для стабилизации оптических характеристик за счет снижения содержания окисленных фенольных веществ. При этом обработка ПВПП способствует улучшению букета и гармонизации вкуса, в том числе за счет связывания полифенолов с малой молекулярной массой [287]. ПВПП представляет собой биохимически инертный полимер не имеющих ограничений при использовании в пищевых технологиях [193; 349; 350].

Исследованиями [265] установлено, что одной из причин возникновения нестабильной окраски в белых виноградных винах является наличие даже следовых количеств кверцетина, кемпферола и мирецетина. В то же время известно [360], что в облепихе указанные полифенолы находятся в значительных концентрациях. Адсорбция полифенолов препаратами ПВПП происходит за счет возникновения устойчивых водородных связей между полифенолов (донор протонов водорода) и карбонильной группы ПВПП (акцептор протонов водорода) с одновременным компенсирующим взаимодействием между ароматическим кольцом полифенола и гетероциклом ПВПП за счет перекрывания π -связей (рисунок 15) [265; 342].

Стоит отметить, что сродство ПВПП к полифенолам возрастает по мере увеличения в последних содержания фенольных гидроксильных групп, что обеспечивает

большое количество групп, потенциально способных к образованию стабильных водородных связей [193; 240; 287].

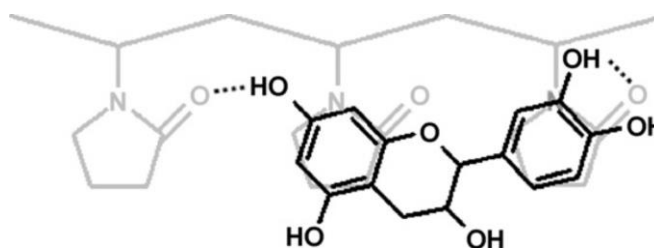


Рисунок 15 – Механизм адсорбции молекулы катехина ПВПП через водородную связь (показана пунктиром) и перекрытия π -связей в ароматическом кольце и гетероцикле

Также, одним из свойств ПВПП как средства для сорбции полифенолов из напитков является его нерастворимость в воде, что в еще большей степени расширяет его возможности для применения в пищевой промышленности [342], в частности имеются работы по препаративному выделению индивидуальных полифенолов, сорбированных ПВПП из хмелевых экстрактов [279].

Кроме интенсификации окислительных процессов, протекающих в виноматериалах, присутствие повышенных концентраций металлов способствует также появлению коллоидных и кристаллических помутнений.

Для предупреждения помутнений, вызываемых металлами (например, железом, медью, никелем и др.), используются фитин, полифосфаты, альгинат натрия, трилон Б, тринатриевая соль нитрилотриметилфосфоновой кислоты (НТФ), желтая кровяная соль, ионообменники.

Наибольшей эффективностью и универсальностью обладает желтая кровяная соль. При обработке вин желтой кровяной солью вместе с железом удаляются цинк, медь, никель, кобальт, магний, серебро, а также частично белковые, фенольные вещества и полисахариды, что придает винам определенную стабильность против помутнений. Однако, ввиду многочисленных недостатков, данный метод требует тщательного аналитического контроля и последующей утилизации токсичных осадков. Использование для деме­тализации трилона Б и НТФ может

привести к необходимости повторного оклеивания и длительной выдержки. Кроме того, указанные способы деметаллизации практически невозможно использовать при поточной организации процесса.

Наиболее удовлетворяют требованиям для организации поточной деметаллизации неорганические сорбенты, однако требуется тщательный выбор смолы, поскольку возможно негативное влияние на изменение кислотности и органолептические свойства вина [43]. При этом совокупность таких свойств, как низкое гидродинамическое сопротивление насыпного слоя сорбента, устойчивость гранул к истиранию и раздавливанию, развитая пористая структура, обуславливающая большую скорость сорбции веществ, делает перспективным применение неорганических сорбентов для деметаллизации вин, одним из таких сорбентов является неорганический сорбент на основе фосфата циркония «Термоксид-3А» [42].

Существующие данные о влиянии обработки напитков из облепихи неорганическим сорбентом «Термоксид-3А» показывают незначительное изменение основных химических показателей [91; 136; 135]. Кроме того, отмечено, что посторонние оттенки в букете и вкусе обработанных сорбентом виноматериалов не появляются.

При этом технологический процесс деметаллизации, основанный на использовании сорбента Термоксид-3А, включает следующие основные этапы:

- 1) лабораторные исследования по определению концентрации ионов железа в виноматериалах до и после обработки;
- 2) загрузка сорбента и промывание его обессоленной водой;
- 3) подача напитка для обработки непрерывным потоком через слой сорбента со скоростью 300–500 дал/ч;
- 4) регенерация сорбента раствором соляной кислоты (1 моль/дм³) с последующим промыванием обессоленной водой до pH 3,0 [115].

При этом к достоинствам указанного способа деметаллизации стоит отнести значительный экономический эффект, полученный в результате снижения потерь виноматериалов при замене их обработки желтой кровяной солью совместно с бентонитом, а также сокращение продолжительности процесса деметаллизации.

Заключение по главе 1

Изложенный выше аналитический материал доказывает, что облепиха является технологически сложным сырьем, что затрудняет промышленное внедрение технологий переработки данной культуры. Особенно трудными в реализации являются технологии напитков на основе облепихи ввиду не только наличия облепихового масла, но и широкого перечня компонентов химического состава (аскорбиновая кислота, процианидины и продукты их конденсации, ионы железа) способных вызывать окислительное (неферментативное) потемнение продуктов переработки облепихи.

Таким образом, расширение промышленных технологий переработки облепихи в напитки возможно только при разработке биотехнологических приемов повышения эффективности производства и реализации современных методов повышения их качества и стабильности

В целом создание эффективных технологий производства напитков из облепихи повышенной стабильности и качества должно предусматривать решение следующих задач:

1) проведение комплексного аналитического исследования районированных в Алтайском крае сортов облепихи для выявления наиболее перспективных к переработке в напитки стабильного качества и повышенной пищевой ценности;

2) создание интенсивной технологии производства осветленных соков из облепихи с повышенной стабильностью, основанной на использовании ферментативного гидролиза пектина и удалении реакционноспособных групп фенольных веществ сырья и продуктов деградации аскорбиновой кислоты;

3) обоснование использования симбиотических культур *Oryzomyces indicus* и *Medusomyces gisevi* в технологии ферментированных безалкогольных сокодержавших напитков из облепихи;

4) обоснование технологических решений при производстве каротиноидсодержащих смузи длительного срока хранения и повышенной антиоксидантной активности;

5) обоснование использования биотехнологических приемов интенсификации и оптимизации технологических процессов производства винодельческой продукции на основе облепихи;

6) разработку мероприятий по повышению стабильности при хранении винодельческой продукции на основе облепихи;

7) исследование накопления 5-гидроксиметилфурфурола при протекании тепловых процессов в производстве винодельческой продукции из облепихи;

8) обоснование технологии производства облепиховых дистиллятов с использованием некондиционного сырья и полуфабрикатов для сокращения отходов при организации комплексной переработки облепихи в напитки;

9) разработку комплектов технической документации и проведение производственной апробации новых напитков на основе облепихи на промышленных предприятиях региона.

2 Организация эксперимента, объекты и методы исследования

2.1 Общая схема исследований

Теоретические, практические и экспериментальные исследования диссертационной работы выполнялись в период с 2008 по 2020 г. в соответствии с общей схемой проведения исследований.

Основной объем исследований выполнен автором в специализированных лаборатория Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (лаборатории «Химия процессов брожения», «Микробиология процессов брожения», «Химия и технология переработки растительного сырья»), научных лаборатория МБУ «Бийский бизнес-инкубатор» (г. Бийск) и Едином лабораторном комплексе ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

Общая схема проведения исследований приведена на рисунке 16. Работа состоит из нескольких последовательных и взаимосвязанных этапов.

На **первом этапе** проведен анализ научно-технической литературы и патентной информации по теме диссертационного исследования. Обобщены литературные данные, научная информация отечественных и зарубежных авторов в области создания напитков с учетом технологических и химических особенностей сырья, современных тенденций в производстве напитков методами биотехнологий. Показано, что плоды облепихи крушиновидной имеют уникальный химический состав, во многом предопределяющий наличие технологических проблем при организации промышленной переработки этого сырья в напитки различных классификационных групп.

Рассмотрена роль ферментных препаратов в интенсификации и оптимизации производства напитков с учетом химического состава сырья и функциональной роли препаратов при использовании.



Рисунок 16 – Обобщенная схема исследований

Систематизирована информация о путях возникновения окислительного (неферментативного) потемнения в напитках, направлениях устранения последствий неферментативного покоричневения напитков при хранении.

На **втором этапе** разработана научная концепция получения напитков из облепихи крушиновидной. Определена общая схема эксперимента, выбраны объекты и методы исследования.

На **третьем этапе** проведено исследование сортов облепихи, выращиваемой в Алтайском крае и представляющих сырьевую базу для осуществления промышленной переработки этой культуры в напитки. Показано, что отличительной особенностью плодов облепихи является высокая титруемая кислотность, что накладывает определенные ограничения при разработке технологий сокосодержащей и винодельческой продукции.

Изучался состав ароматообразующих веществ облепихи и его изменения при хранении. Доказано, что процесс заморозки позволяет сохранить ароматический профиль ягоды. Обоснованы направления переработки плодов облепихи в зависимости от продолжительности хранения в замороженном виде. Исследовано содержание аскорбиновой кислоты в свежих плодах облепихи и в процессе хранения в замороженном виде.

На **четвертом этапе** проводились исследования по разработке технологии сокосодержащих напитков из плодов облепихи крушиновидной. Получены научно обоснованные данные о качестве осветленных и неосветленных сокосодержащих напитков. Приведены условия и режимы обработки осветленных сокосодержащих напитков против возникновения окислительного покоричневения, вызванного реакционноспособными фенольными веществами с малой молекулярной массой. Также проводились исследования по разработке технологии каротиноидсодержащих смузи и использованием сока облепихи, пюре тыквы и ферментного препарата для придания напитку требуемых реологических свойств. Разработана рецептура тыквенно-облепиховых смузи, проведены исследования в области стабилизации каротиноидов в процессе хранения и увеличения сроков годности готового напитка методами пастеризации.

На **пятом этапе** исследований была изучена возможность производства ферментированных безалкогольных напитков с облепихой и при использовании национальных симбиотических культур чайного гриба (*Medusomyces gisevi*) и рисового гриба (*Oryzomycetes indichi*). В рамках исследований была научно обоснована технология производства безалкогольных ферментированных напитков типов «Тиби» и «Комбуча» с добавлением сока облепихи, предложен способ увеличения срока годности ферментированных напитков, исследованы основные факторы, обуславливающие качество разработанных новых типов напитков.

В рамках выполнения **шестого этапа** исследований был проведен анализ способов получения сухих облепиховых виноматериалов, обоснованы условия проведения брожения в контакте с мезгой. Показано влияние штамма дрожжей на качество облепиховых виноматериалов. Установлена прямая зависимость между сортовыми особенностями ягод и качеством получаемых виноматериалов, винных напитков и вин. Рассмотрены вопросы использования меда и различных подслащивающих веществ в технологии облепиховых вин и винных напитков. Разработана кинетическая модель, описывающая накопление продуктов деградации сахаров – гидроксиметилфурфурола при производстве медово-облепиховых вин. Разработана кинетическая модель неферментативного покоричневения облепиховых вин, позволяющая прогнозировать срок годности готовых вин и винных напитков. Рассмотрены мероприятия, направленные на придание облепиховым винам и винным напиткам розливостойкости при хранении и предотвращающие или устраняющие причины неферментативного покоричневения. Разработана технология тихих и газированных фруктовых сидров из облепихи. Обоснован выбор дрожжей при производстве фруктовых облепиховых сидров. Представлены научно обоснованные данные о возможности переработки некондиционных и порочных облепиховых вин и винных напитков в облепиховые дистилляты для создания крепкоалкогольных напитков новых типов при выдержке на традиционном и нетрадиционном видах сырья.

В результате выполнения **седьмого этапа** исследований была разработана классификационная схема напитков из облепихи, определены показатели качества, условия и сроки хранения, разработана техническая документация.

2.2 Объекты и методы исследования

Для выполнения исследований по каждому сформированному блоку экспериментов (п. 2.1) и реализации сформированной научной концепции были использованы стандартные или специально созданные устройства и приборы, компьютерные программы, выбраны объекты и методы их исследования.

Экспериментальные исследования проводились с использованием общепринятых стандартных и оригинальных методов, в том числе модифицированных и адаптированных автором.

В работе использованы современные информационные технологии, открытые онлайн-ресурсы, специализированные базы научных знаний, а также программы для ЭВМ: «Расчет состава сусла» (рег. № 2021617274), «Оценка бродильной активности АСВД» (рег. № 2021616965), «Оценка жизнеспособности АСВД» (рег. № 2021617612), «Расчет количества остаточных полифенолов в напитках при обработке препаратами поливинилполипирролидона (ПВПП)» (рег. № 2021616957) и «Проектирование состава тыквенно-облепихового смузи» (рег. № 2021619908).

Для объективной и достоверной оценки результатов исследований были использованы методы математической статистики обработки данных с применением программных продуктов Microsoft Office Excel 2019, Statistica 6.0 и MathCad 14.0.

Объектами исследования в соответствии с поставленными целями и задачами на различных этапах эксперимента являлись:

1) плоды облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides L.*) 12-ти сортов, районированных и выращиваемых на территории Алтайского края (таблица 3),

собранные в период с 2011 по 2020 г. в состоянии технической зрелости на садовых участках ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (отдел «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко»), АО «Алтайвитамины», а также закупленных у садоводов-энтузиастов, занимающихся разведением облепихи;

Таблица 3 – Характеристика использованных в работе сортов облепихи селекции отдела НИИСС им. М. А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА

Сорт облепихи	Средняя урожайность ²⁾ , т/га	Календарный срок созревания	Средний вес 100 ягод, г	Содержание в плодах ³⁾			Масличность, %	Основное назначение сорта
				сахаров, %	кислот, %	витамина С, мг/%		
Августина	6,0	15.08–20.08	120,0	9,60	1,50	111,6	6,7	Десертный
Ажурная	7,0	25.08–10.09	121,0	8,80	1,50	111,6	6,2	Десертный
Алтайская	16,6	20.08–10.09	74,0	9,71	1,14	84,5	5,2	Универсальный
Елизавета	13,5	20.08–10.09	81,5	8,98	1,17	85,7	4,8	Универсальный
Иня	14,9	01.09–10.09	74,5	5,20	2,10	90,3	4,3	Технический
Улала	14,4	25.08–25.09	64,0	5,90	1,84	105,4	8,4	Технический
Чечек	16,9	25.08–05.09	77,0	7,80	1,30	157,0	7,8	Технический
Чуйская ¹⁾	15,5	20.08–20.09	82,0	6,40	1,70	134,0	6,2	Универсальный
Чулышманка	11,3	25.08–10.09	62,4	7,96	1,39	169,4	6,2	Технический
Эссель	13,7	15.08–20.08	91,0	9,70	1,20	53,6	6,0	Универсальный
Этна	12,5	01.08–25.08	74,0	5,05	1,75	100,2	3,9	Универсальный
Новость Алтая	13,0	25.08–05.09	50,0	5,49	1,67	50,0	8,2	Технический
Примечание – Составлено автором по: [97]. ¹⁾ По данным сортоиспытания является контрольным, лучшим районированным сортом. ²⁾ Средняя урожайность при сортоиспытании в течение пяти лет. ³⁾ Данные приведены по одновозрастным насаждениям за одни и те же годы плодоношения.								

2) соки прямого отжима из облепихи крушиновидной, полученные путем дробления плодов облепихи с помощью двухвальцовой дробилки для плодов

и ягод, и отжима образовавшейся мезги в корзиночном прессе периодического действия;

3) неосветленные и осветленные облепиховые нектары, скорректированные по содержанию титруемых кислот и сладости до требуемых технологией значений;

4) образцы тыквенно-облепихового смузи, состоящих на 50 % из пюре тыквы; облепихового сока прямого отжима (в количестве обеспечивающим титруемую кислотность продукта 4,0 г/дм³), сахарного сиропа и подготовленной воды;

5) образцы безалкогольных напитков с облепиховым соком прямого отжима (тиби с облепихой), ферментированные симбиотической культурой рисового гриба *Oryzomyces indicus*;

6) образцы безалкогольных напитков с облепиховым соком прямого отжима (комбуча с облепихой), ферментированные симбиотической культурой чайного гриба *Medusomyces gisevi*;

7) сухие облепиховые виноматериалы, полученные по белому и красному способам и удовлетворяющие требованиям ГОСТ 33806-2016 «Вина фруктовые столовые и виноматериалы фруктовые столовые. Общие технические условия»;

8) образцы медово-облепихового сусла, содержащие нативный сок облепихи и мед в количестве 20 %, скорректированные до значения титруемой кислотности 5 г/дм³ и 7 г/дм³ и сброженные виноматериалы из них;

9) образцы осветленных тихих и газированных фруктовых сидров из облепихи, соответствующие по показателям качества требованиям ГОСТ Р 59170-2020 «Сидры фруктовые и сидры фруктовые ароматизированные. Общие технические условия»;

10) образцы облепиховых винных напитков, полученные купажированием с различными подслащивающими компонентами, в том числе: глюкозой, фруктозой, инвертным сахарным сиропом и объемными сахарозаменителями – эритритом, сорбитом, ксилитом;

11) фруктовые (плодовые) спирты из облепихи, полученные методом двойной перегонки с отделением фракций примесей по температуре кипения из не-

кондиционных и порочных вин и виноматериалов и удовлетворяющие требованиям ГОСТ 32782-2014 «Спирт фруктовый (плодовый). Технические условия»;

Кроме того, на различных этапах исследований применялись следующее сырье, вспомогательные вещества и материалы:

а) **тыква** сортов Алтайская кустовая, Грибовская, Зимняя сладкая удовлетворяющая требованиям ГОСТ 7975-2013 Тыква продовольственная свежая. Технические условия;

б) **пектолитические ферментные препараты**, обладающие различными комбинациями пектолитических ферментативных активностей (таблица 4);

Таблица 4 – Характеристики пектолитических ферментных препаратов

Производитель	Преобладающая ферментативная активность	Оптимальная температура действия, °С
Lallzyme HC (Lallemand Oenology, Канада)	Полигалактуроназная, пектинлиазная, пектинэстеразная	15–25
Lallzyme EX-V (Lallemand Oenology, Канада)	Полигалактуроназная, пектинэстеразная, пектинлиазная	18–28
Lallzyme Cuvee Blanc (Lallemand Oenology, Канада)	Пектинлиазная, полигалактуроназная, пектинэстеразная	Менее 20
Rapidase Clear (DSM Food Specialties B.V., Нидерланды)	Пектинлиазная, полигалактуроназная, пектинэстеразная	10–45

в) **амилолитический ферментный препарат Termamyl 2X**, представляющий собой термостабильную α -амилазу, предназначенную для эффективной декстринизации крахмала с образованием мальтодекстринов (производитель: Novozymes A/S, Дания);

г) **рутин**, изготовлен по ТУ 9197-0488-23136430-2013 с изм. № 1, ООО «Вис», г. Санкт-Петербург, Россия. Свидетельство о государственной регистрации № KZ.16.01.79.003.E.003075.12.14 от 22.12.2014;

д) **активные сухие винные дрожжи**, селекционированные расы с различными функционально-технологическими свойствами:

– LALVIN QA23™ (LALLEMAND Inc., Канада) – винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*, обладающие киллерным фактором по отношению к посторонним микроорганизмам сусла и улучшающие сортовой характер вина. Обеспечивают быстрое сбраживание сусла при высоком уровне редукции глицерина и незначительным накоплением ацетальдегида. Оптимальная температура использования 14–28 °С, потребность в азоте низкая, выдерживают до 16 % спирта в среде;

– LALVIN 71B™ (LALLEMAND Inc., Канада) – винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*, обладающие высокой эфиробразующей способностью. Обеспечивают умеренную скорость сбраживания сусла при короткой продолжительности лаг-фазы. Характеризуются высокой способностью к накоплению глицерина в сусле и крайне низкому образованию ацетальдегида. Нетребовательны к азотному питанию. Оптимальная температура использования 15–30 °С, выдерживают до 14 % спирта в среде;

– LALVIN EC1118™ (LALLEMAND Inc., Канада) – винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*, обладающие киллерным фактором по отношению к посторонним микроорганизмам сусла, не оказывают влияния на сортовой аромат вина. Характеризуются высокой скоростью сбраживания сусла при короткой лаг-фазе. Накапливают высокое количество глицерина в бродящем сусле. Оптимальная температура использования 10–30 °С, выдерживают до 16 % спирта в среде. Испытывают низкую потребность в питании азотом.

– LALVIN ICV D47™ (LALLEMAND Inc., Канада) – винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae*, характеризующиеся умеренной скоростью сбраживания сусла при очень короткой лаг-фазе, нетребовательны к азотному питанию. Оптимальная температура использования 15–30 °С, выдерживают до 14 % спирта в среде;

– LALVIN ICV OPALE™ (LALLEMAND Inc., Канада) – винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae*, способные улучшать сортовой аромат вина и его органолептическое восприятие. Характеризуются умеренной скоростью брожения сусла при очень короткой лаг-фазе. Обеспечивают умеренное

накопление глицерина, при высоком уровне редукции ацетальдегида. Нетребовательны к азотному питанию. Оптимальная температура использования 15–30 °С, выдерживают до 16 % спирта в среде;

– LEVURE IOC 11-1002 (Institut Oenologique de Champagne, Франция), относящиеся к виду *Saccharomyces cerevisiae*, выдерживающие до 15 % спирта в среде и обеспечивающие равномерный и полный процесс брожения без придания специфических тонов готовому вину;

– MANGROVE CIDER M02 (*Saccharomyces cerevisiae*). Дрожжи для сидра Mangrove Jack's являются штаммом с высоким выделением эфира, придающим изначальную глубину, открывая полный фруктовый потенциал сока. Сидры, ферментированные с использованием этого штамма, имеют исключительно четкий, ароматный и освежающий вкус. Сидры, ферментированные этим штаммом, имеют сухое послевкусие и относительно полной и исключительной глубиной ароматного фруктового вкуса. Этот штамм может производить высокое содержание алкоголя – до 17,5 %;

– FERMENTIS SAFCIDER (*Saccharomyces bayanus*) предназначены для производства всех типов сидров, в том числе в случае с трудностями с проведением ферментации. Характеризуются хорошей ассимиляцией фруктозы, обладают высокой способностью к седиментации. Данные дрожжи не требуют высокого азотного питания, бродят на широком спектре температур (от 10 °С до 30 °С), также напиток, приготовленный на данном типе дрожжей, не будет обладать повышенной мутностью;

– BC S 103 (*Saccharomyces bayanus*) – высококачественные винные дрожжи подходят для любых видов вин. Обладают превосходными колонизационными свойствами благодаря их киллер-фенотипу, бродят в широком температурном спектре брожения от 10 до 35 °С, обладают хорошей устойчивостью к концентрациям спирта до 18 об. %;

– BVG-07 (*Saccharomyces bayanus*) – уникальный штамм дрожжей для создания идеально сбалансированного сидра с потрясающим освежающим вкусом.

Данные дрожжи не требуют высокого азотного питания, бродят на широком спектре температур (от 8 до 32 °С), обладают низким уровнем редукации глицерина;

е) **мед цветочный полифлорный**, урожая 2017–2019 гг., собранный на частной пасеке в с. Зональное Алтайского края. Преобладающие медоносы – гречиха, подсолнечник, бузина, крестоцветные. По показателям качества удовлетворяет требованиям ГОСТ 19792-2017 Мед натуральный. Технические условия (с Поправкой);

ж) **дрожжевая подкормка Yeastfild** (производитель S.C. Core S.A., Румыния);

и) **фильтр-картон Seitz-K 100** компании «Pall Corporation». Фильтр-картон стандартной серии К, применяется для фильтрации соков, вин и алкогольных напитков. Фильтр-картон изготавливается без использования асбеста. В состав фильтр-картона входит тонкий перлит и кизельгур, специально подготовленная целлюлоза;

к) **активированные угли серии Granucol** (Granucol FA, Granucol BI, Granucol GE) для корректировки органолептических показателей фруктовых вин и винных напитков (производитель Erbslöh Geisenheim AG, Германия);

л) **поливинилполипирролидоны** торговых марок Kollidon CL-M (BASF Societas Europaea, Germany), Plasdone C-15 (Ashland Inc., USA) и Polyclar V (ERBSLÖH Geisenheim GmbH, Germany);

м) **бентонит GranuBent PORE-TEC** (ERBSLOEH Geisenheim AG, Германия);

Дополнительно для получения сокосодержащих напитков, вин и винных напитков использовали:

– спирт этиловый ректификованный (ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия»);

– сахар-песок (ГОСТ 21-94 «Сахар-песок. Технические условия»);

– инвертный сахарный сироп с концентрацией 71,5 %, полученный горячим способом;

- глюкозу, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 975-88 «Глюкоза кристаллическая гидратная. Технические условия»;
- фруктозу, по ТУ 9111-001-63470511-13 (производитель ООО «Диет Пром», г. Владимир, Россия);
- эритрит, ксилит, сорбит и сукралозу, удовлетворяющие требованиям ГОСТ Р 53904-2010 «Добавки пищевые. Подсластители пищевых продуктов. Термины и определения»;
- кислоту лимонную (ГОСТ 908-2004 «Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия»);
- воду питьевую, удовлетворяющую требованиям СанПин 2.1.4.1074-01), и полученную путем пропускания водопроводной воды через песочный фильтр, угольный фильтр и также установку для умягчения воды.

Качество использованного сырья и вспомогательных материалов для получения напитков соответствовало требованиям действующей нормативной документации и Гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (ТР ТС 021/2011, СанПиН 2.3.2.1078-2001, СанПиН 2.3.2.1280-2003).

Определение физико-химических показателей объектов исследования производили с использованием следующих стандартных методов:

- массовую долю растворимых сухих веществ в сокосодержащей продукции определяли с использованием метода, изложенного в ГОСТ 34128-2017 «Продукция соковая. Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ» (переиздание);
- массовую концентрацию сахаров в соках, сокосодержащей продукции, виноматериалах, винах и винных напитках определяли с использованием методов, изложенных в ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров» и ГОСТ 13192-73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров» (с изменениями № 1, 2, 3);
- массовую концентрацию титруемых кислот в соках, сокосодержащей продукции, виноматериалах, винах и винных напитках определяли с использованием

методов, изложенных в ГОСТ 34127-2017 «Продукция соковая. Определение титруемой кислотности методом потенциометрического титрования» (переиздание) и ГОСТ 32114-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот»;

– массовую концентрацию летучих кислот в сокосодержащей продукции, виноматериалах, винах и винных напитках определяли с использованием метода, изложенного в ГОСТ 32001-2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот»;

– массовую концентрацию общего и приведенного экстракта в виноматериалах, винах и винных напитках определяли согласно методу, изложенному в ГОСТ 32000-2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта»;

– объемную долю этилового спирта в ферментированных безалкогольных напитках, виноматериалах, винах и винных напитках определяли с использованием методов, изложенных в ГОСТ 32095-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта» и ГОСТ 6687.7-88 «Напитки безалкогольные и квасы. Метод определения спирта»;

– массовую концентрацию железа в виноматериалах, винах и винных напитках определяли по методике, изложенной в ГОСТ 26928-86 «Продукты пищевые. Метод определения железа»;

– массовую концентрацию каротиноидов в образцах смузи тыквенно-облепиховых определяли с использованием метода, изложенного в ГОСТ Р 54058-2010 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Метод определения каротиноидов» (с изменением № 1);

– определение органолептических показателей соков, сокосодержащей продукции, виноматериалов, вин и винных напитков проводили в условиях и в соответствии с рекомендациями, изложенными в ГОСТ 8756.1-2017 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема» (с поправкой), ГОСТ 32051-2013 «Продукция винодельческая. Методы органолептического

анализа (переиздание)» и ГОСТ 6687.5-86 «Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции» (с изменением № 1, с поправкой);

– массовую концентрацию органических кислот в виноматериалах, винах и винных напитках определяли методом капиллярного электрофореза в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ Р 52841-2007 «Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза»;

– массовую концентрацию аскорбиновой кислоты (витамина С) в соках и сокосодержащей продукции определяли в соответствии с титриметрическим методом, изложенным в ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С»;

– антиоксидантную активность (АОА) в соках и сокосодержащей продукции определяли с использованием анализатора антиоксидантной активности «Цвет Яуза-01-АА» и в соответствии с методом, изложенным в ГОСТ Р 54037-2010 «Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках» (переиздание).

Кроме того, при проведении испытаний использовались следующие методы, принятые в отрасли, но не являющиеся стандартизированными:

– *массовую концентрацию органических кислот* методом капиллярного электрофореза в соках, сокосодержащих напитках, определяли в соответствии с методикой М 04-47-2012 «Определение органических кислот в напитках»;

– *массовую концентрацию полифенольных соединений* (в пересчете на рутин) определяли колориметрическим методом, основы которого изложены в [68; 227; 363; 376]. Метод основан на способности фенольных веществ сусле и вина восстанавливать фосфорно-вольфрамовую и фосфорно-молибденовую кислоты, входящие в состав реактива Фолина-Чокальтеу, до окислов вольфрама и молибдена, окрашенных в синий цвет, интенсивность окраски которого измеряют колориметрически;

– *массовую концентрацию процианидинов* определяли способом, известным в литературе как метод Бейта-Смита [266]. Метод основан на образовании окрашенных соединений при контакте процианидинов с лейкоантоциановым реактивом при нагревании с последующей регистрацией интенсивности окраски при помощи колориметра;

– *оптические характеристики напитков* определяли спектрофотометрическим способом, позволяющем рассчитать тристимулярные значения и трихроматические коэффициенты, необходимые для обозначения окраски в терминах Международной комиссии по светотехнике (МКС, CIE) [184; 185].

Для получения значения показателя интенсивности (I) и оттенка (T) виноматериала проводят замер оптической плотности при длинах волн 420 и 520 нм. Измерения проводят в кварцевых кюветах с расстоянием между рабочими гранями 10 мм. Контролем служит дистиллированная вода.

Для определения координат цвета X , Y , Z и желтизны G проводят замер значения пропускания T_λ , % при нескольких длинах волн: 445, 495, 550 и 625 нм. Измерение каждой величины осуществляют не менее чем в трех повторностях.

Значение показателя интенсивности цвета, определяемого как сумму показателей абсорбции напитка при длинах волн 420, 520 и 620 нм (I):

$$I = A_{420} + A_{520} + A_{620}. \quad (1)$$

Результат округляют до трех десятичных знаков.

Показатель оттенка T рассчитывается как частное от деления D_{420} и D_{520} :

$$T = \frac{D_{420}}{D_{520}}. \quad (2)$$

Результат округляют до трех десятичных знаков.

Показатель желтизны G определяют по следующему соотношению:

$$G = \frac{1,28X - 1,06Z}{Y}, \quad (3)$$

где X , Y , Z – координаты цвета в системе CIE , рассчитанные следующим образом:

$$\begin{aligned} X &= 0,42 \times T_{625} + 0,35 \times T_{550} + 0,21 \times T_{445}; \\ Y &= 0,20 \times T_{625} + 0,63 \times T_{550} + 0,17 \times T_{445}; \\ Z &= 0,24 \times T_{495} + 0,94 \times T_{445}. \end{aligned} \quad (4)$$

Результаты определения каждой из величин округляют до двух десятичных знаков;

– *определение ароматических компонентов плодов облепихи, соков, вино-материалов* проводили газохроматографическим способом [94] в модификации автора [102]. Для определения ароматических компонентов суслу, вина или вино-материала предварительно необходимо провести экстрагирование ароматической части из анализируемого образца.

Для экстрагирования образец суслу или виноматериала объемом 400 см³ подвергали непрерывной экстракции этоксиэтаном в установке, изображенной на рисунке 17.

Виноматериал наливают в пробирку 2 таким образом, чтобы конусные шлифы были полностью погружены в него. Это минимизирует возможность попадания смазки в экстрагируемую жидкость.

Экстрагент, налитый в перегонную колбу 3, нагревают на водяной бане до кипения. Пары его через пароотводную трубку насадки 5 попадают в обратный холодильник 6, где конденсируются.

Конденсат стекает в воронку 4, вставленную в пробирку 2, содержащую экстрагируемый виноматериал. Так как плотность виноматериала выше, чем плотность экстрагента, то последний, вытекая из воронки, проходит сквозь слой экстрагируемого раствора, извлекает из него ароматические вещества, поднимается на поверхность раствора и стекает обратно в перегонную колбу. Таким образом, происходит непрерывная экстракция виноматериала, в результате чего растворитель в колбе 3 постепенно насыщается ароматическими веществами и образуется экстракт.

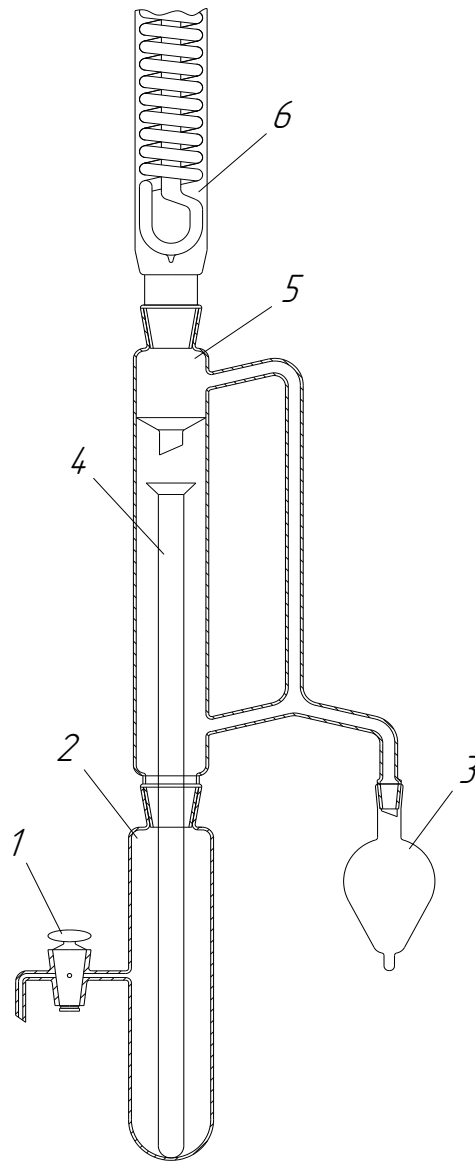


Рисунок 17 – Установка для экстракции ароматобразующих компонентов облепихового сусла, вина или виноматериала:

1 – кран; 2 – колба с суслом или виноматериалом; 3 – колба с растворителем;
4 – трубка; 5 – насадка для экстракции; 6 – холодильник

Поскольку часть экстрагента растворяется в виноматериале и уровень в пробирке 2 повышается, во избежание перелива экстрагируемой жидкости в перегонную колбу 3 в пробирку впаян сливной кран 1.

Вследствие образования экстракта, а также из-за летучести экстрагента, концентрация его в колбе уменьшается и, следовательно, увеличивается температура кипения, что может привести к потере душистых веществ. Поэтому, необхо-

димо контролировать уровень растворителя в перегонной колбе и по мере необходимости его добавлять.

Отгонка этоксиэтана проводится методом простой перегонки при атмосферном давлении. Так как необходимо отогнать большое количество растворителя от небольшого количества экстракта, то сначала растворитель почти полностью отгоняется из всего объема раствора из большой круглодонной колбы, а затем остаток переносят в маленькую перегонную колбу, сполоснув большую небольшим количеством растворителя для полного удаления остатка, и продолжают процесс отгонки.

Эфир отгоняют с прямым холодильником на водяной бане при температуре 40 °С и после регенерации его можно применять вновь.

Концентрированную фракцию летучих ароматических компонентов подвергали газохроматографическому исследованию (для идентификации каждого компонента); при этом полученные данные сравнивали со временем удерживания очищенных веществ, полученных в аналогичных условиях анализа и служащих библиотекой стандартов.

Поскольку в состав ароматобразующих компонентов облепихи входят как легколетучие соединения (например, эфиры карбоновых кислот), так и труднолетучие соединения (жирные кислоты, эфиры жирных кислот) то для оптимального их разделения необходимо ступенчатое программирование температуры термостата колонок, поскольку иначе продолжительность анализа будет чрезмерно высокой. Оптимальные условия хроматографирования представлены в таблице 5.

Массовую концентрацию гидроксиметилфурфурола (ГМФ) в объектах исследования определяли с помощью оригинальной методики, разработанной автором и его коллегами [101].

Разработанный метод основан на взаимодействии 5-гидроксиметилфурфурола со смешанным реактивом 4-амино-антипирина (5 %) и барбитуровой кислоты (0,2 %) и спектрофотометрическом детектировании оптической плотности при 550 нм (толщина кюветы – 10 мм).

Таблица 5 – Условия процесса хроматографирования

Параметр процесса хроматографирования		Значение параметра
Температура испарителя (инжектора), °C		250
Температура детектора, °C		250
Температурная программа колонки*	Начальная температура, °C	75
	Выдержка при начальной температуре, мин	5
	Скорость повышения температуры, °C/мин	3
	Температура первой ступени, °C	140
	Выдержка при температуре первой ступени, мин	10
	Скорость повышения температуры, °C/мин	5
	Температура второй ступени, °C	220
	Выдержка при температуре второй ступени, мин	10
	Общее время температурной программы, мин	60
Расход воздуха, см ³ /мин		250
Расход водорода, см ³ /мин		50
Расход газа-носителя (азот), см ³ /мин		30
Примечание – * Колонка типа HP-FAPP, 50 м × 0,25 мм. Объем пробы 1 мкл.		

В качестве растворителя используется смесь цитратного буфера состоящего из раствора лимонной кислоты концентрацией 50 г/л с pH 3,5 и этилового спирта в соотношении 1:1. Смешанный реактив должен готовиться непосредственно перед применением, поскольку при стоянии на свету окраска раствора из малиново-красной быстро переходит в грязно-розовую, что существенно сказывается на точности определения.

Для построения калибровочного графика используется раствор свежеперегнанного ГМФ концентрацией 1 г/дм³, из которого при помощи разбавления готовили растворы с содержанием определяемого вещества 5, 10, 30, 40 и 50 мг/дм³. В качестве растворителя использовалась дистиллированная вода.

При проведении измерений 1 см³ стандартного раствора смешивали с 10 см³ смешанного реактива, выдерживали 15 мин и определяли оптическую плотность

на спектрофотометре Shimadzu UV-1800. При взаимодействии ГМФ и смешанного реактива образуется красно-фиолетовое окрашивание различной интенсивности.

В отличие от классического метода Винклера, использующегося для определения ГМФ, при котором окраска раствора сохраняется без изменения незначительное время (1–3 мин), разработанный метод с применением указанных реагентов позволяет сохранить стабильную окраску в течение 30 мин.

Содержание ГФМ в растворе устанавливали по полученному градуировочному графику (рисунок 18).

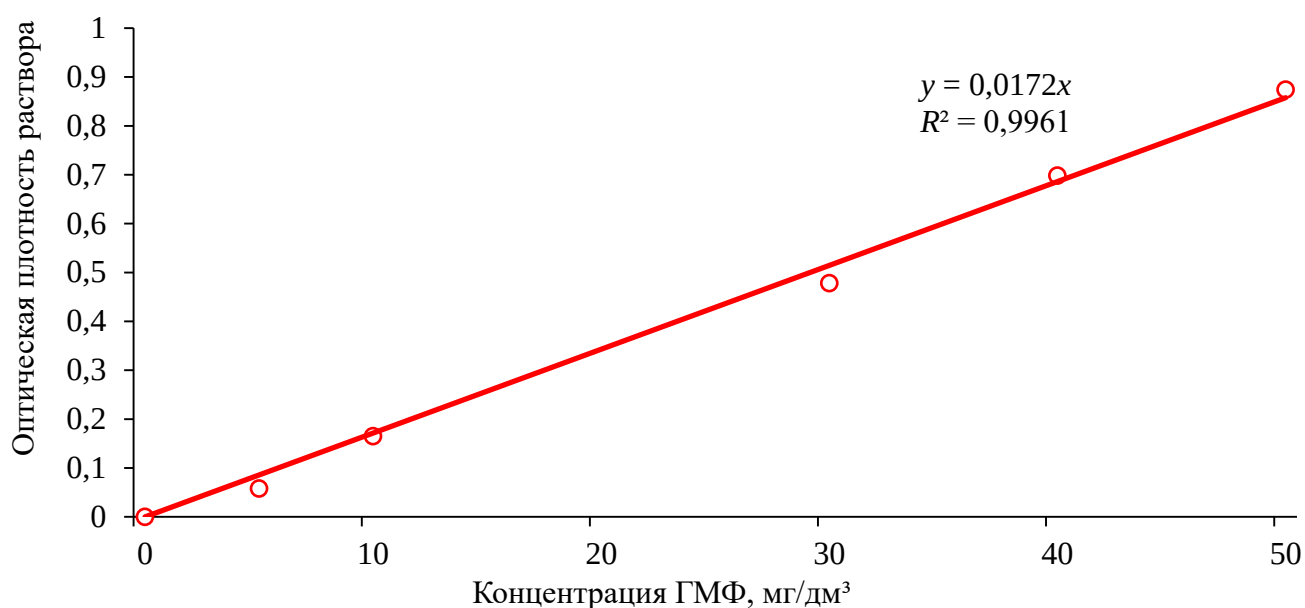


Рисунок 18 – Градуировочный график для определения ГМФ в напитках

Как следует из представленного графика, все экспериментальные точки находятся вблизи линии тренда. Уравнение линейной регрессии имеет вид $y = 0,0172x$, при значении коэффициента корреляции (вычисленного при помощи программы Microsoft Excel) равном 0,9983.

Валидация методики количественного определения ГМФ в растворах и напитках проводилась по линейности, сходимости и правильности.

Определение линейности проводили на пяти уровнях концентраций ГМФ в пересчете на 5-гидроксиметилфурфурол в растворе. Растворы были приготовлены

путем изменения отбираемой аликвоты определяемого компонента. Далее строили градуировочный график зависимости оптической плотности от массы ГМФ в растворе. Критерием приемлемости методики являлся коэффициент корреляции не менее 0,99.

Сходимость методики была определена в образце раствора в шести повторностях. Критерий приемлемости выражался величиной относительного стандартного отклонения, которое составляло не более 5,0 %.

Правильность методики устанавливали путем измерения количественного содержания ГМФ в пересчете на 5-гидроксиметилфурфурол в растворах, полученных путем добавления определенного количества стандарта к исследуемому раствору.

Проведенные исследования показали, что линейность, правильность и сходимость предложенной методики определения гидроксиметилфурфурола в напитках соответствовала указанным выше требованиям.

В ходе проведенных исследований было установлено, что предложенная методика легко воспроизводима, доступна и позволяет объективно оценивать концентрацию ГМФ в напитках в количествах до 100 мг/дм³.

Для объективной технологической оценки АСВД был использован так называемый *тест силы подкисления* [285; 298]. Этот метод был разработан как показатель метаболической активности дрожжей. Он был адаптирован для предсказания хода брожения. Это метод, при котором измеряется снижение значения внеклеточного рН дрожжевой суспензии до (спонтанное снижение) и после добавления глюкозы. Уровень спонтанного подкисления является индикатором содержания гликогена, а индуцированный глюкозой уровень подкисления является индикатором скорости прохождения гликолитического пути. Этот метод является полезным, быстрым и удобным для определения жизнеспособности дрожжевых клеток [306].

3 Обоснование использования плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) в производстве напитков

3.1 Исследование химического состава плодов облепихи, произрастающей на территории Алтайского края

Облепиха, как и любое другое растительное сырье, подвержено обширным вариациям химического состава, которое обнаруживается как среди популяций, подвидов, так и сортов [245; 254; 364]. В связи с непрерывной селекционной работой отдела НИИСС им. М. А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА и появлением новых сортов этой культуры, выявление сортовых особенностей облепихи, выращиваемой на территории Алтайского края, представляет особенный интерес с точки зрения развития и создания новых технологий и направлений переработки этой ягоды в продукты питания, в частности, алкогольные и безалкогольные напитки. Для исследований было отобрано 12 районированных сортов облепихи (таблицу 3), представляющих практический интерес для промышленного садоводства в связи со сроками сбора, технологическими свойствами и органолептическими показателями.

Практическая проблема использования плодов облепихи в технологии стабильных при хранении напитков – высокое содержание облепихового масла, отрицательно сказывающегося на потребительских свойствах неосветленных продуктов из облепихи. При длительном хранении в напитках из облепихи формируется устойчивая к разрушению маслянистая пленка, не разрушающаяся даже при интенсивном перемешивании. С учетом этого обстоятельства перед нами стояла общая задача устранить и нивелировать влияние маслячности сырья на товарно-потребительские свойства напитков из облепихи. В то же время акцентирование внимания при осуществлении исследований на этом показателе не проводилось,

и во всех предлагаемых технологических решениях масличность сырья была отнесена к фактору внешнего вида нативного сока и продуктов его переработки.

В таблицах 6–8 представлены данные, отражающие химический состав плодов облепихи исследуемых сортов в динамике по годам исследования.

Таблица 6 – Химический состав и сахарокислотный индекс плодов облепихи технических сортов ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс
Чечек	2011	$13,72 \pm 0,32$	$44,0 \pm 0,4$	$16,2 \pm 0,6$	2,7
	2012	$12,89 \pm 0,31$	$49,3 \pm 0,3$	$14,8 \pm 0,3$	3,3
	2014	$13,47 \pm 0,28$	$52,3 \pm 0,6$	$15,6 \pm 0,4$	3,4
	2016	$13,56 \pm 0,37$	$42,3 \pm 0,2$	$16,3 \pm 0,4$	2,6
	2018	$12,94 \pm 0,32$	$48,6 \pm 0,3$	$15,2 \pm 0,3$	3,2
	<i>Среднее за период изучения</i>	$13,32 \pm 0,32$	$47,3 \pm 0,4$	$15,6 \pm 0,4$	3,1
Чуйская	2011	$13,74 \pm 0,26$	$63,2 \pm 0,2$	$16,2 \pm 0,3$	3,9
	2012	$12,71 \pm 0,42$	$67,6 \pm 0,3$	$14,7 \pm 0,2$	4,6
	2014	$14,11 \pm 0,34$	$74,1 \pm 0,3$	$13,9 \pm 0,3$	5,3
	2016	$14,24 \pm 0,34$	$70,2 \pm 0,2$	$14,9 \pm 0,4$	4,7
	2018	$13,71 \pm 0,29$	$74,6 \pm 0,3$	$13,5 \pm 0,2$	5,5
	2019	$12,75 \pm 0,47$	$76,4 \pm 0,2$	$10,5 \pm 0,4$	7,3
	2020	$13,78 \pm 0,34$	$84,5 \pm 0,2$	$12,4 \pm 0,3$	6,8
	<i>Среднее за период изучения</i>	$13,57 \pm 0,35$	$72,9 \pm 0,2$	$13,7 \pm 0,3$	5,4
Улала	2012	$14,21 \pm 0,23$	$55,0 \pm 0,6$	$19,4 \pm 0,4$	2,8
	2014	$14,34 \pm 0,19$	$62,3 \pm 0,5$	$18,6 \pm 0,3$	3,4
	2016	$13,42 \pm 0,34$	$60,3 \pm 0,4$	$19,2 \pm 0,4$	3,1
	2018	$14,11 \pm 0,43$	$59,1 \pm 0,6$	$17,8 \pm 0,4$	3,3
	<i>Среднее за период изучения</i>	$14,02 \pm 0,29$	$59,2 \pm 0,5$	$18,8 \pm 0,4$	3,1
Иня	2011	$13,64 \pm 0,27$	$56,8 \pm 0,7$	$18,4 \pm 0,3$	3,1
	2012	$13,82 \pm 0,36$	$55,0 \pm 0,8$	$17,5 \pm 0,3$	3,1

Продолжение таблицы 6

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро- кислотный индекс
	2014	14,02 ± 0,22	59,3 ± 0,6	18,1 ± 0,3	3,3
	2016	13,42 ± 0,42	55,1 ± 0,6	18,9 ± 0,4	2,9
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>13,73 ± 0,32</i>	<i>56,6 ± 0,7</i>	<i>18,2 ± 0,3</i>	<i>3,1</i>
Новость Алтая	2018	14,32 ± 0,29	57,8 ± 0,4	16,7 ± 0,4	3,5
	2019	14,73 ± 0,51	64,7 ± 0,3	14,2 ± 0,4	4,6
	2020	13,62 ± 0,37	62,8 ± 0,4	13,8 ± 0,3	4,6
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>14,22 ± 0,39</i>	<i>61,8 ± 0,4</i>	<i>14,9 ± 0,4</i>	<i>4,2</i>

Таблица 7 – Химический состав и сахарокислотный индекс плодов облепихи десертных сортов ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро- кислотный индекс
Ажурная	2011	13,62 ± 0,26	51,1 ± 0,4	13,2 ± 0,4	3,9
	2012	14,73 ± 0,37	56,3 ± 0,7	13,4 ± 0,3	4,2
	2014	14,36 ± 0,41	59,3 ± 0,3	12,6 ± 0,4	4,7
	2016	13,89 ± 0,35	52,4 ± 0,6	12,4 ± 0,4	4,2
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>14,15 ± 0,35</i>	<i>54,8 ± 0,4</i>	<i>12,9 ± 0,4</i>	<i>4,3</i>
Эссель	2011	14,82 ± 0,35	68,1 ± 0,5	14,1 ± 0,5	4,8
	2012	14,61 ± 0,27	78,3 ± 0,6	13,9 ± 0,3	5,6
	2014	14,32 ± 0,34	90,3 ± 0,6	12,8 ± 0,4	7,1
	2016	14,68 ± 0,53	82,6 ± 0,5	13,4 ± 0,3	6,2
	2018	13,98 ± 0,31	94,6 ± 2,5	13,7 ± 0,2	6,9
	2019	14,21 ± 0,43	84,7 ± 0,6	12,5 ± 0,2	6,8
	2020	14,62 ± 0,39	92,3 ± 0,8	12,1 ± 0,3	7,6
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>14,46 ± 0,37</i>	<i>84,4 ± 0,9</i>	<i>13,2 ± 0,3</i>	<i>6,4</i>

Продолжение таблицы 7

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро- кислотный индекс
Этна	2012	13,69 ± 0,36	57,4 ± 0,5	13,7 ± 0,3	4,2
	2014	14,25 ± 0,32	54,2 ± 0,4	13,9 ± 0,2	3,9
	2016	13,58 ± 0,29	59,3 ± 0,5	13,4 ± 0,3	4,4
	2018	14,16 ± 0,28	52,3 ± 0,5	13,0 ± 0,3	4,0
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>13,92 ± 0,31</i>	<i>55,8 ± 0,5</i>	<i>13,5 ± 0,3</i>	<i>4,1</i>

Таблица 8 – Химический состав плодов облепихи универсальных сортов ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро- кислотный индекс
Алтайская	2011	13,89 ± 0,34	56,8 ± 0,8	10,2 ± 0,4	5,6
	2012	14,23 ± 0,48	60,2 ± 0,4	10,4 ± 0,3	5,8
	2014	13,67 ± 0,24	74,6 ± 0,5	10,2 ± 0,3	7,3
	2016	14,20 ± 0,31	83,2 ± 0,6	10,8 ± 0,2	7,7
	2018	13,25 ± 0,41	93,1 ± 0,7	10,8 ± 0,1	8,6
	2020	14,36 ± 0,25	87,2 ± 0,6	10,1 ± 0,5	8,6
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>13,93 ± 0,34</i>	<i>75,9 ± 0,6</i>	<i>10,4 ± 0,3</i>	<i>7,3</i>
Августина	2011	14,53 ± 0,34	56,4 ± 0,3	14,7 ± 0,3	3,8
	2012	15,21 ± 0,39	48,2 ± 0,4	17,0 ± 0,5	2,8
	2014	14,62 ± 0,37	63,2 ± 0,2	15,2 ± 0,3	4,2
	2016	14,31 ± 0,41	74,3 ± 0,3	14,6 ± 0,4	5,1
	2018	14,11 ± 0,56	61,5 ± 0,6	15,6 ± 0,3	3,9
	<i>Среднее за период изучения</i>	<i>14,56 ± 0,41</i>	<i>60,7 ± 0,4</i>	<i>15,4 ± 0,4</i>	<i>4,0</i>
Елизавета	2011	13,85 ± 0,21	69,0 ± 0,8	12,0 ± 0,4	5,8
	2012	14,30 ± 0,37	49,7 ± 0,5	11,5 ± 0,3	4,3
	2016	14,11 ± 0,25	52,3 ± 0,4	12,6 ± 0,4	4,2

Продолжение таблицы 8

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	Сахаро- кислотный индекс
	2018	$13,89 \pm 0,27$	$56,1 \pm 0,3$	$12,8 \pm 0,3$	4,4
	<i>Среднее за период изучения</i>	$14,03 \pm 0,28$	$56,8 \pm 0,5$	$12,2 \pm 0,4$	4,7
Чулышманка	2012	$13,84 \pm 0,21$	$65,5 \pm 0,3$	$12,3 \pm 0,3$	5,3
	2014	$13,64 \pm 0,39$	$64,7 \pm 0,4$	$12,7 \pm 0,4$	5,1
	2016	$13,89 \pm 0,27$	$69,2 \pm 0,3$	$12,2 \pm 0,4$	5,7
	<i>Среднее за период изучения</i>	$13,79 \pm 0,29$	$66,5 \pm 0,3$	$12,4 \pm 0,4$	5,4

Можно видеть, что среди отобранных сортов облепихи технического назначения отличительной особенностью является высокая титруемая кислотность, что является нежелательным в производстве напитков из облепихи, поскольку из-за необходимости снижения кислотности до требуемых для каждого вида напитков значений необходимо производить разбавление, что, в свою очередь, влияет на содержание ароматических и вкусообразующих веществ, или купажирование с соками низкокислотных культур. Купажирование, в свою очередь, приводит к невозможности получения сортовых напитков из облепихи, поскольку содержание сока облепихи в таких купажах всегда будет менее 50 %.

В то же время можно отметить перспективность сорта облепихи Чуйская, имеющей самый высокий сахарокислотный индекс среди всех изученных технических сортов облепихи.

Десертные сорта облепихи также характеризуются относительно высокой титруемой кислотностью, однако содержание сахаров в образцах выше по сравнению с техническими сортами облепихи. Это приводит к более гармоничному вкусу, с выраженной сладостью. Наиболее перспективным для переработки можно считать облепиху сорта Эссель, имеющую сахарокислотный индекс равный 6,4.

Наиболее низкую титруемую кислотность среди всех изученных сортов облепихи имеют плоды сорта Алтайская (сахарокислотный индекс – 7,3). Таким об-

разом, использование данного сорта облепихи предпочтительнее всего с точки зрения сохранения вкусоароматических свойств сырья при дальнейшей переработке в напитки различных групп.

В качестве дополнительной характеристики описывающей качество урожая для всех сортов облепихи был рассчитан показатель технической зрелости (ПТЗ), определяемый обычно для винограда, но который может быть с успехом применен и для другого сырья в качестве объективного расчетного показателя, характеризующего пригодность к переработке. Результаты определения ПТЗ представлены на рисунках 19–21.

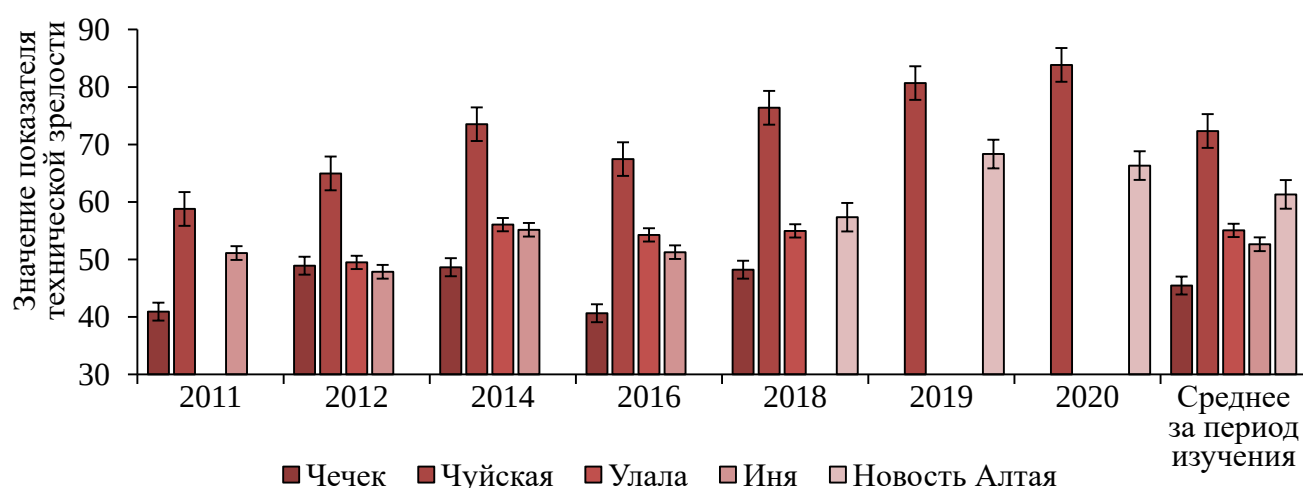


Рисунок 19 – Динамика ПТЗ для технических сортов облепихи по годам изучения ($n = 3, M \pm m$)

Данные рисунков 19–21 показывают, что среди всех исследованных сортов наибольшей созреваемостью в динамике за все года исследования отличаются три сорта облепихи: Чуйская, Эссель и Алтайская. К сортам с низкой степенью созревания можно отнести сорта Чечек, Ажурная, Этна и Елизавета.

На рисунке 22 показана динамика показателя технологического запаса фенольных веществ (ФВ) в сортах облепихи, обладающих наибольшим потенциалом к переработке в напитки по годам исследования.

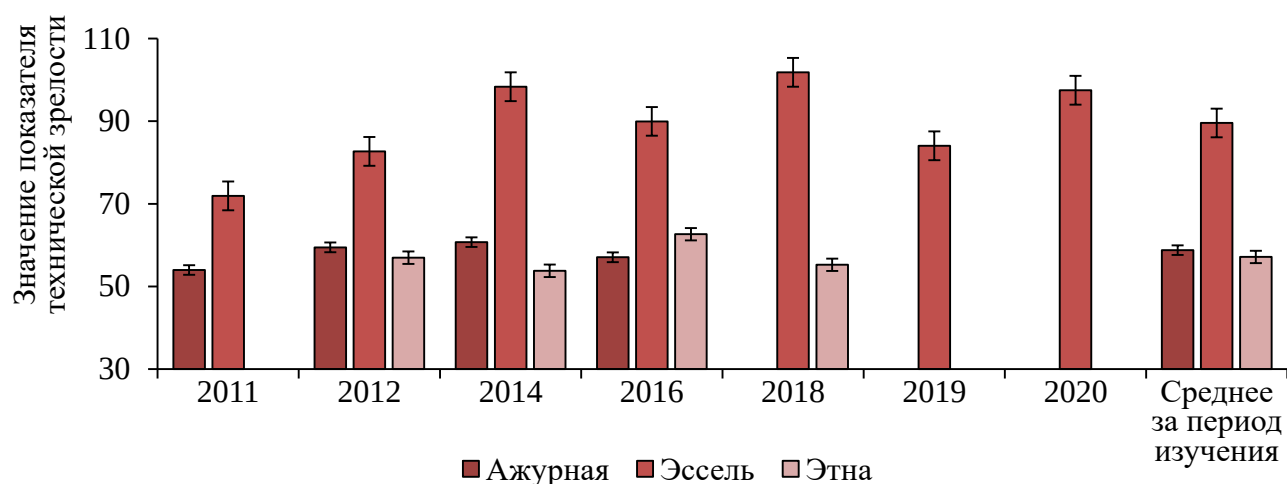


Рисунок 20 – Динамика ПТЗ для десертных сортов облепихи по годам изучения ($n = 3, M \pm m$)

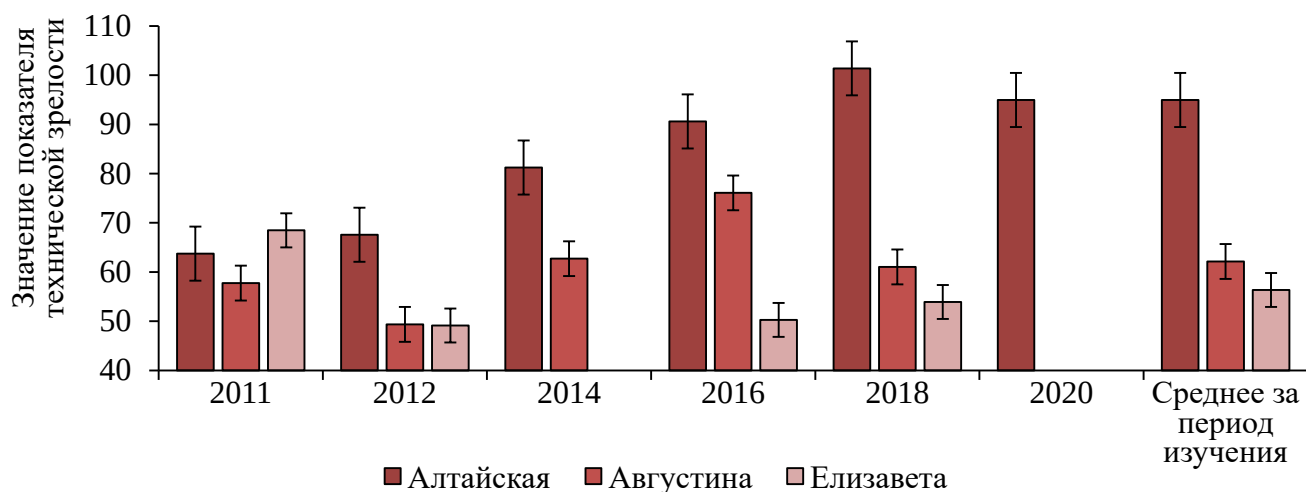


Рисунок 21 – Динамика ПТЗ для десертных сортов облепихи по годам изучения ($n = 3, M \pm m$)

Можно видеть, что содержание фенольных веществ в плодах исследуемых сортов облепихи характеризуется широкой вариабельностью, что сказывается на технологических режимах переработки плодов облепихи.

Ввиду незначительного содержания в облепихе окрашенных соединений фенольной природы (антоцианов), более детально антоциановые пигменты облепихи не изучались.

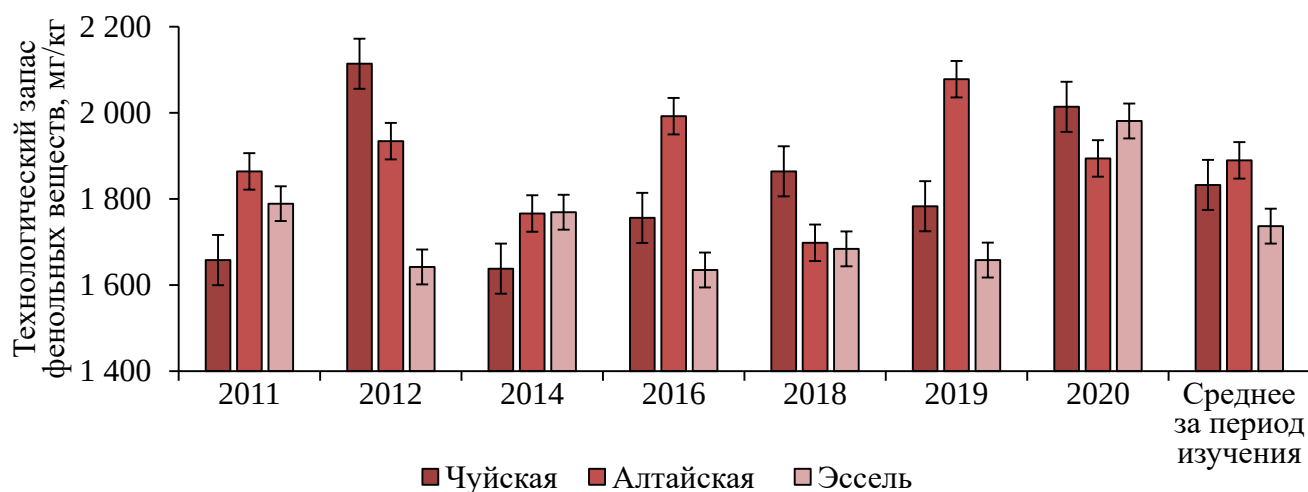


Рисунок 22 – Динамика показателя технологического запаса фенольных веществ по годам исследований ($n = 3$, $M \pm m$)

Наибольший интерес для изучения представляет содержание процианидинов, класса веществ, представляющих собой конденсированные формы полифенолов и придающих плодам и ягодам терпкость и ощущение вяжущего вкуса, поскольку многие потребители свежих плодов облепихи указывают на субъективное ощущение излишней терпкости и вяжущего ощущения при употреблении облепихи в пищу в свежем виде. Динамика содержания процианидинов в плодах облепихи по годам исследования представлена на рисунке 23.

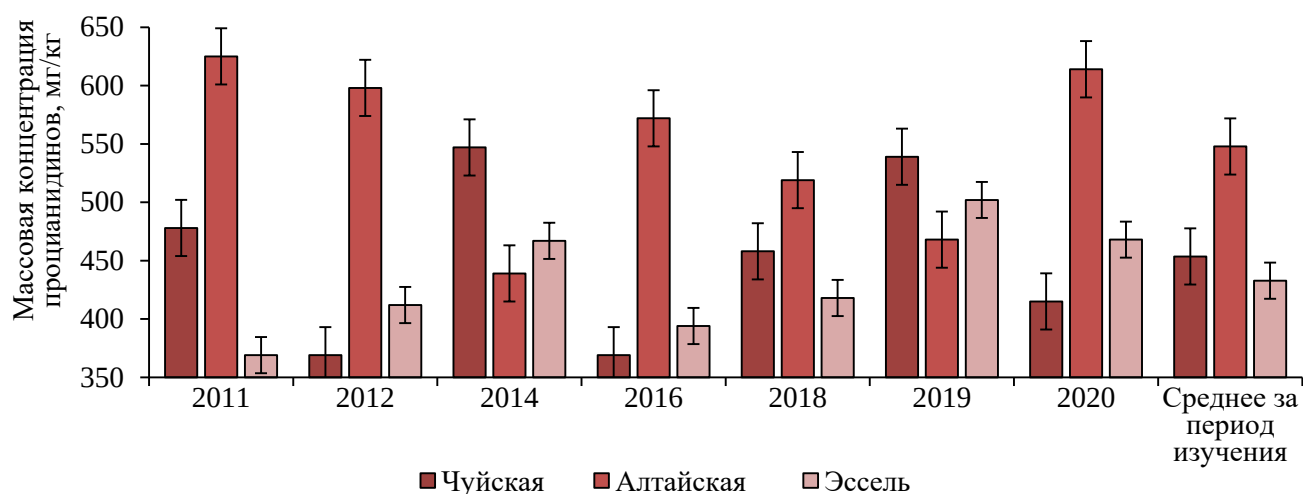


Рисунок 23 – Динамика процианидинов в исследуемых сортах облепихи по годам исследований ($n = 3$, $M \pm m$)

Можно видеть, что фактически наблюдается умеренно выраженная корреляция без четкого направления между содержанием фенольных веществ и процианидинов в исследуемых сортах облепихи, что связано с широкой вариабельностью химического состава плодов облепихи в зависимости от климатических условий вегетации (рисунок 24).

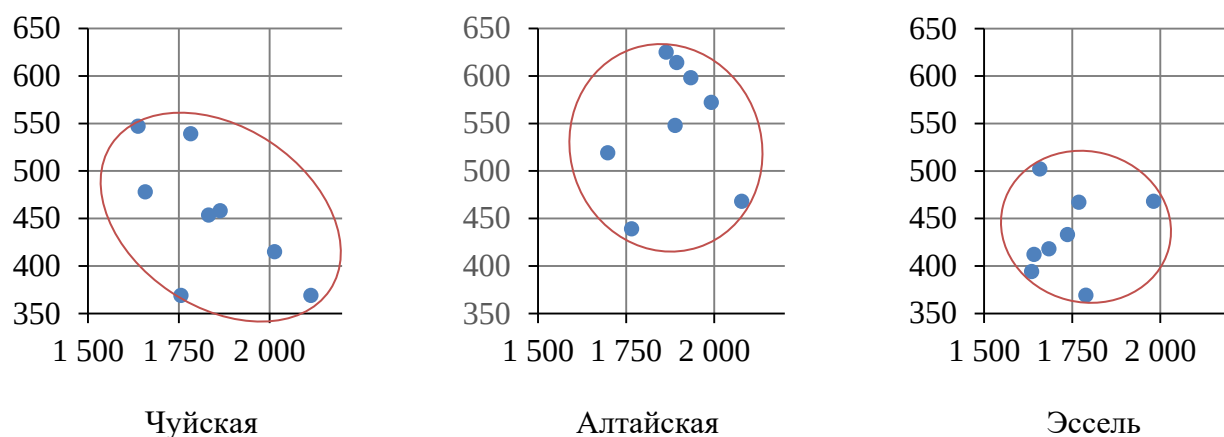


Рисунок 24 – Поля рассеивания, описывающие корреляционные зависимости между содержанием процианидинов (вертикальные оси) и технологическим запасом фенольных веществ (горизонтальные оси) ($n = 3$, $M \pm m$)

Еще одной из важнейших характеристик сырья для переработки в напитки – его ароматический состав. Плоды облепихи характеризуются уникальным набором ароматообразующих веществ, создающих интересный с точки зрения потребителя узнаваемый ароматический профиль (таблица 9).

Таблица 9 – Некоторые идентифицированные летучие соединения облепихи [368]

Компонент	Содержание, мг/кг	Компонент	Содержание, мг/кг
Терпены		Этил-3-гидрокси-3-метилбутаноат	0,30
Лимонен	0,10	Этилбензоат	0,53
Сабинен	0,31		

Продолжение таблицы 9

Компонент	Содержание, мг/кг	Компонент	Содержание, мг/кг
Спирты и фенолы		2-метилбутилформиат	0,70
Цис-3-гексен-1-ол	0,15	3-метилбутил-2-метилбутаноат	1,1
Транс-2-гексен-1-ол	0,81		
Линалоол	0,06	3-метилбутил-3-метилбутаноат	6,2
α-терпинеол	0,07		
2-фенилэтанол	0,05	3-метилбутил-гексеноат	6,4
Эвгенол	0,05		
2-метокси-5-винилфенол	0,16	3-метилбутил-гептаноат	0,09
Кислоты		3-метилбутил-октаноат	1,0
Уксусная	1,8		
Бутановая	0,09	3-метилбутил-тетрадеканоат	0,50
3-метилбутановая	5,7		
Пентановая	Следы	3-метилбутил-гексадеканоат	0,30
Гексановая	0,27		
Октановая	0,12	3-метилбутилбензоат	5,4
Декановая	0,03	Цис-3-гексен-1-ил-ацетат	0,06
Эфиры			
Метилсалицилат	0,07	Цис-3-гексен-1-ил-3-метилбутаноат	0,14
Этилгексаноат	1,1		
Этилоктаноат	0,41	Цис-3-гексет-1-ил-гексаноат	0,16

Для облепихи характерным является наличие в составе каротиноидов – соединений родственными терпенам. Под действием окислительных реакций из каротиноидов образуются так называемые С-13-норизопреноиды (рисунок 25), к их числу относятся соединения с чрезвычайно сильным ароматом β -ионон (обладающий ароматом фиалок), дамаскенон (аромат экзотических фруктов), β -ионол (фруктово-цветочный), 3-оксо- β -ионон (запах табака) и ряд других [95].

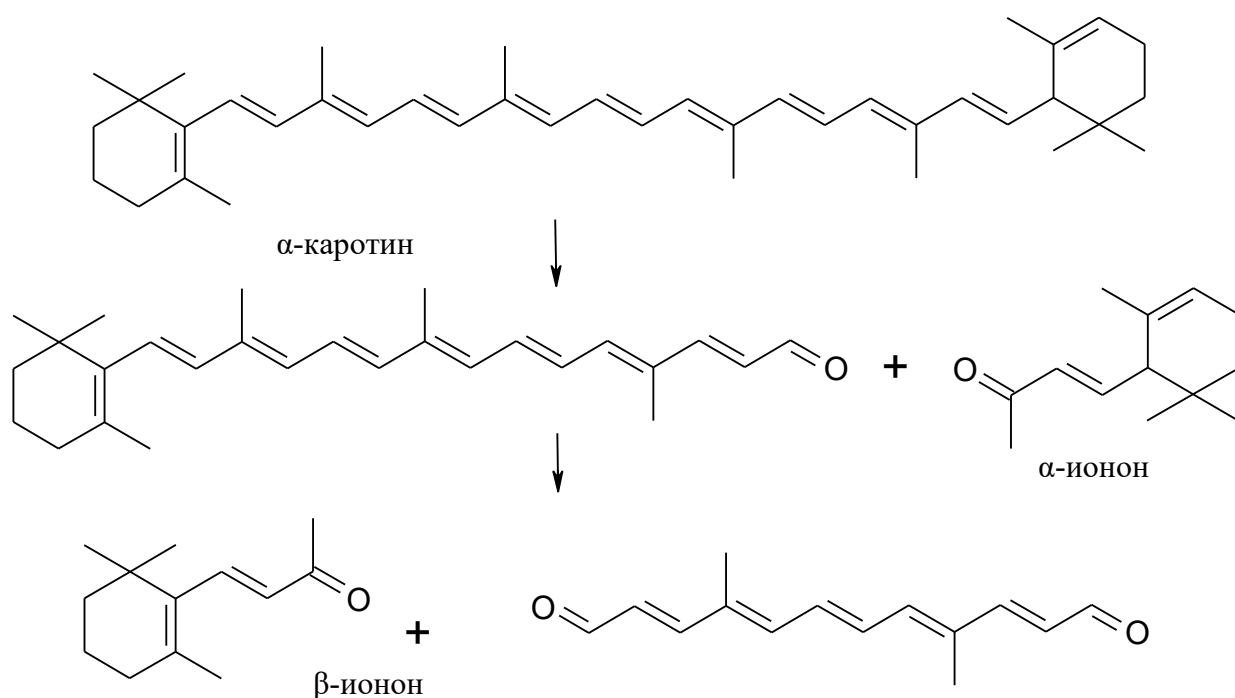


Рисунок 25 – Механизм окисления каротиноидов [95]

3.2 Изучение качества плодов и ароматического профиля облепихи при хранении в замороженном виде

Особенностью плодов облепихи является склонность к трансформации ароматического профиля при ее хранении в свежем виде, сопровождающегося появлением жирнокислотных и прогорклых тонов в аромате. Развитие неприятных ароматических тонов жирных кислот связывается в первую очередь с действием эстераз сырья, разрушающих сложные эфиры, имеющие преимущественно фруктово-цветочные ароматы [293].

Таким образом, исследование ароматических характеристик плодов облепихи было призвано установить не только качественно-количественный состав ароматобразующих соединений, но и организационные требования к условиям хранения и переработки плодов облепихи. Исследование состава ароматических веществ проводили в экстрактах ароматических компонентов, полученных непо-

средственным экстрагированием облепиховой мезги диэтиловым эфиром в течение 180 ч с последующим исследованием экстрактов методом газо-жидкостной хроматографии. Результаты исследований представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Ароматобразующие соединения свежих и замороженных плодов облепихи «Чуйская» (продолжительность хранения – 3 мес) ($n = 3$, $M \pm m$)

Компонент	Относительное содержание компонента, %					
	Урожай 2011 г.		Урожай 2016 г.		Урожай 2019 г.	
	свежая	замороженная	свежая	замороженная	свежая	замороженная
Транс-2-гексеналь	$0,13 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,02$
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	$2,74 \pm 0,01$	$2,75 \pm 0,02$	$3,13 \pm 0,02$	$3,09 \pm 0,02$	$2,94 \pm 0,02$	$2,87 \pm 0,2$
Пропиловый эфир пентановой кислоты	$1,03 \pm 0,02$	$1,05 \pm 0,01$	$1,21 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,01$	$0,89 \pm 0,01$	$0,92 \pm 0,02$
Пропиловый эфир гексановой кислоты	$2,28 \pm 0,02$	$2,25 \pm 0,02$	$2,88 \pm 0,02$	$2,74 \pm 0,03$	$2,16 \pm 0,02$	$2,14 \pm 0,01$
Этиловый эфир энантовой кислоты	$1,88 \pm 0,03$	$1,89 \pm 0,01$	$2,31 \pm 0,01$	$2,34 \pm 0,02$	$2,48 \pm 0,01$	$2,39 \pm 0,02$
Цис-3-гексен-1-ол	$4,44 \pm 0,01$	$4,54 \pm 0,02$	$4,12 \pm 0,01$	$4,08 \pm 0,02$	$3,68 \pm 0,02$	$3,71 \pm 0,01$
Этиловый эфир октановой кислоты	$3,23 \pm 0,02$	$3,26 \pm 0,01$	$3,13 \pm 0,01$	$3,15 \pm 0,01$	$2,78 \pm 0,02$	$2,67 \pm 0,02$
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	$1,24 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,02$	$1,47 \pm 0,02$	$1,52 \pm 0,01$	$1,61 \pm 0,02$	$1,63 \pm 0,01$
Этиловый эфир гексановой кислоты	$2,36 \pm 0,02$	$2,39 \pm 0,01$	$2,13 \pm 0,03$	$2,09 \pm 0,02$	$2,41 \pm 0,02$	$2,52 \pm 0,01$
Бутановая кислота	$1,49 \pm 0,01$	$1,44 \pm 0,02$	$1,47 \pm 0,02$	$1,41 \pm 0,01$	$1,05 \pm 0,01$	$1,01 \pm 0,02$
Этиловый эфир декановой кислоты	$3,60 \pm 0,02$	$3,74 \pm 0,02$	$3,61 \pm 0,03$	$3,77 \pm 0,02$	$3,44 \pm 0,01$	$3,47 \pm 0,02$
Изоамиловый эфир октановой кислоты	$1,56 \pm 0,01$	$1,61 \pm 0,02$	$1,54 \pm 0,02$	$1,58 \pm 0,01$	$1,41 \pm 0,02$	$1,46 \pm 0,01$
Пентановая кислота	$1,07 \pm 0,01$	$1,05 \pm 0,02$	$1,32 \pm 0,02$	$1,29 \pm 0,01$	$1,02 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,02$
Гексановая кислота	$0,77 \pm 0,02$	$0,79 \pm 0,01$	$1,06 \pm 0,01$	$1,02 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$	$0,79 \pm 0,02$
Гептановая кислота	$0,26 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,01$	$0,18 \pm 0,02$	$0,17 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,02$
Октановая кислота	$0,15 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,01$	$0,24 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,01$

Продолжение таблицы 10

Компонент	Относительное содержание компонента, %					
	Урожай 2011 г.		Урожай 2016 г.		Урожай 2019 г.	
	свежая	замороженная	свежая	замороженная	свежая	замороженная
Бензиловый эфир пентановой кислоты	$2,79 \pm 0,01$	$2,74 \pm 0,02$	$2,61 \pm 0,01$	$2,53 \pm 0,02$	$2,37 \pm 0,01$	$2,39 \pm 0,02$
Нонановая кислота	$0,13 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,01$	–	$0,06 \pm 0,2$
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	$2,66 \pm 0,02$	$2,71 \pm 0,03$	$3,14 \pm 0,02$	$3,20 \pm 0,01$	$2,61 \pm 0,01$	$2,57 \pm 0,02$
Декановая кислота	$0,37 \pm 0,01$	$0,34 \pm 0,01$	$0,37 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,01$
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	$1,23 \pm 0,01$	$1,22 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,02$	$1,14 \pm 0,01$	$0,98 \pm 0,02$	$1,02 \pm 0,01$

Можно видеть, что процесс замораживания приводит к незначительной вариации исследуемых ароматобразующих компонентов, при этом относительное количество компонентов остается постоянным. Таким образом, можно обоснованно утверждать, что процесс заморозки позволяет сохранить ароматический профиль плодов облепихи, при этом расширяются возможности сезонной переработки облепихи, а также создаются предпосылки для повышения эффективности переработки плодов, поскольку процесс замораживания приводит к появлению в клетках кристаллов льда, разрывающих цитоплазматическую мембрану, а при дефростации увеличивается сокоотдача.

При хроматографическом анализе полученных экстрактов ароматических веществ был обнаружен набор пиков, предположительно соответствующий веществам, напрямую отвечающим за формирование характерного облепихового аромата. Дальнейшие исследования были направлены на идентификацию данной группы компонентов. Было установлено, что в составе ароматических веществ плодов облепихи присутствуют α - и β -иононы (рисунки 26, 27, 28, 29), представляющие собой продукты деградации каротиноидов и имеющие приятные цветочно-фруктовые ароматы, особенно в сильно разбавленных растворах.

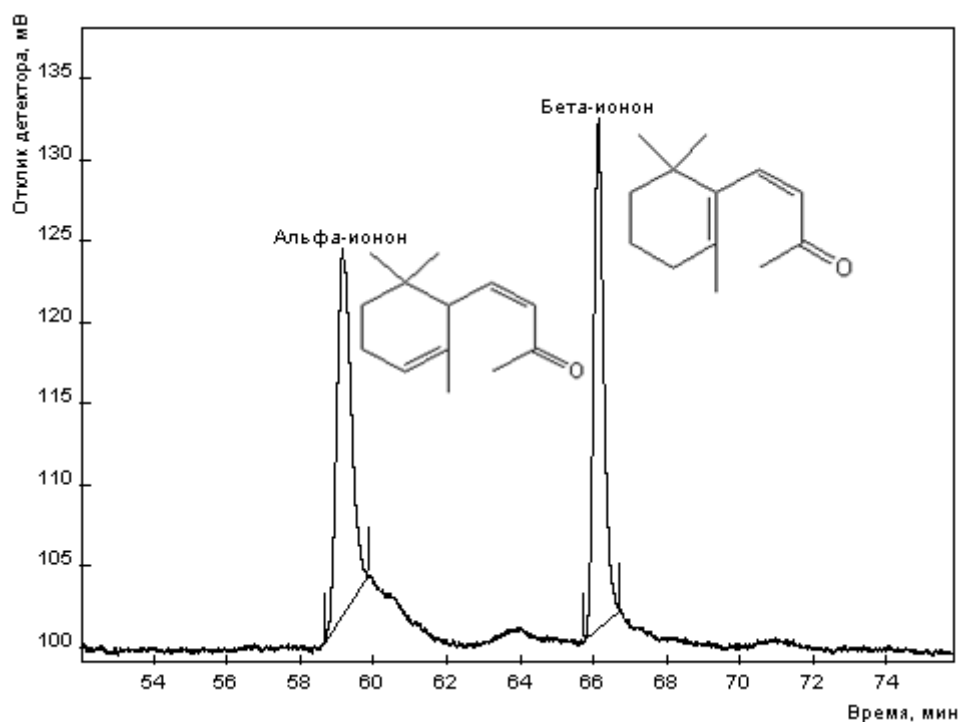


Рисунок 26 – Фрагмент хроматограммы экстракта ароматических веществ плодов облепихи

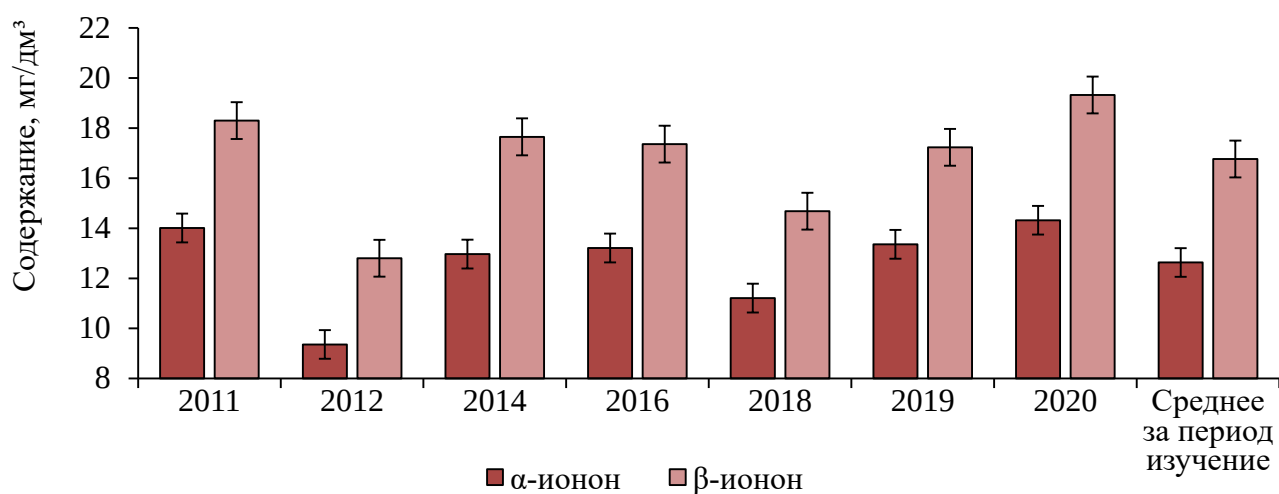


Рисунок 27 – Динамика продуктов деградации каротиноидов в облепихе сорта Чуйская по годам исследования ($n = 3, M \pm m$)

В результате проведенных исследований доказано, что в составе ароматических веществ плодов облепихи присутствуют продукты деградации каротиноидов (α - и β -иононы), таким образом эти соединения можно использовать в качестве маркеров при установлении подлинности продуктов переработки облепихи.

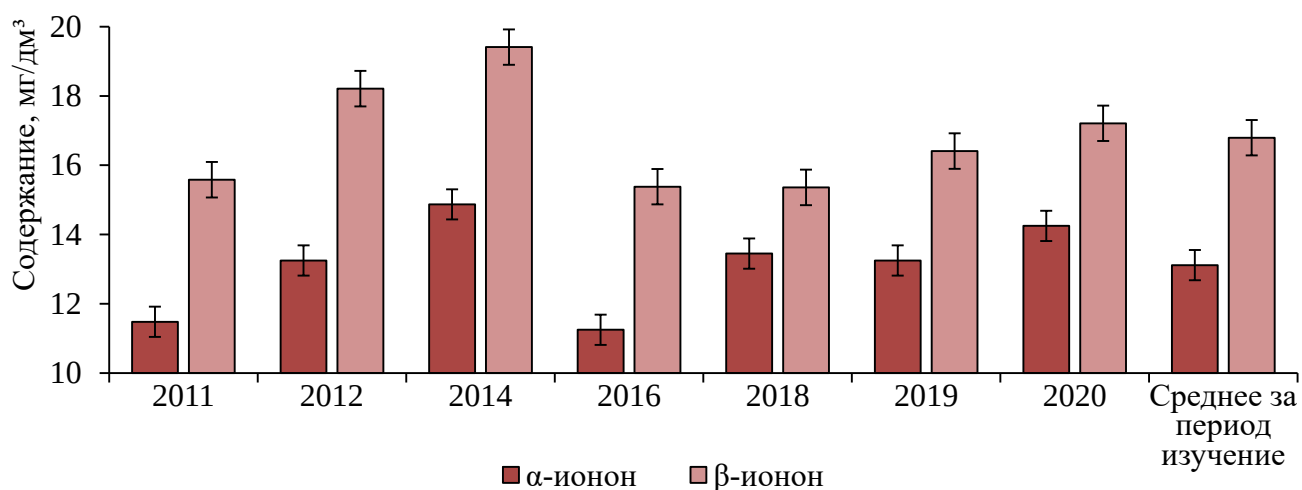


Рисунок 28 – Динамика продуктов деградации каротиноидов в облепихе Алтайская по годам исследования

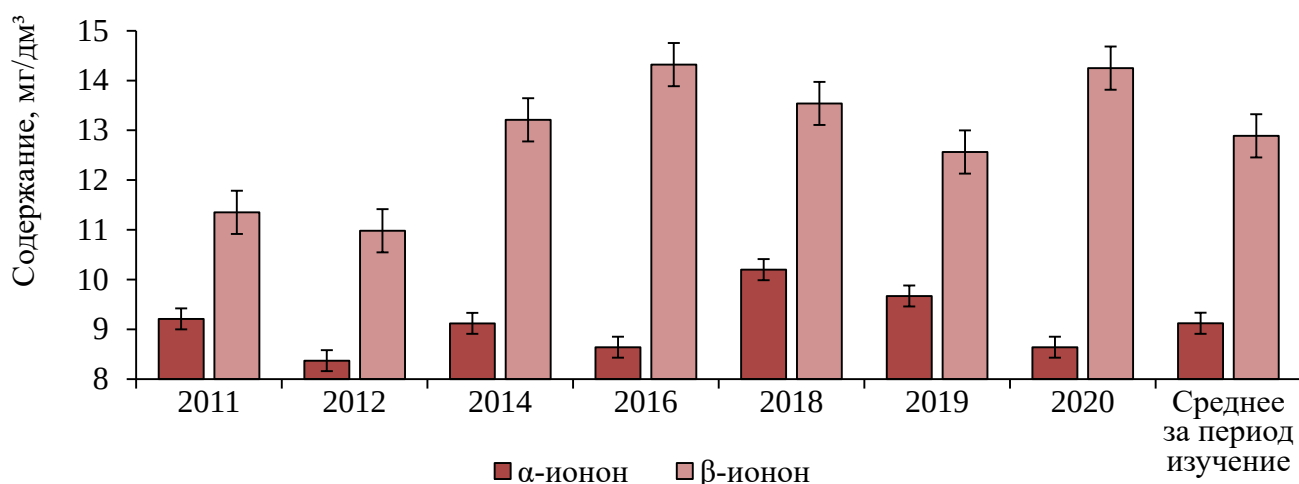


Рисунок 29 – Динамика продуктов деградации каротиноидов в облепихе Эссель по годам исследования

Общеизвестно, что ягоды подвида *Hipporhae rhamnoides subsp. sinensis* (распространен в Китае) содержат в 5–10 раз больше аскорбиновой кислоты во фракции сока, чем ягоды подвида *Hipporhae rhamnoides subsp. rhamnoides* (распространен в Европе) и ягоды подвида *Hipporhae rhamnoides subsp. mongolica* (распространен в России) [245]. При этом обычное содержание аскорбиновой кислоты среди выведенной в России сортов облепихи (подвид *Hipporhae rhamnoides subsp. mongolica*) обычно составляет 0,5–3,3 г/кг [254], в то время как со-

держание аскорбиновой кислоты в ягодах подвида *Hippophae rhamnoides subsp. turkistanica* составляет от 2,5 до 4,2 г/кг [364]. Таким образом, с точки зрения технологии пищевых продуктов на основе облепихи содержание аскорбиновой кислоты в исходном сырье может определять направления его переработки.

Содержание аскорбиновой кислоты определяли в свежих и замороженных плодах облепихи, хранившихся в течение 3, 6, 9 и 12 мес. (таблица 11).

Таблица 11 – Содержание аскорбиновой кислоты в плодах облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

Год сбора урожая	Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/дм³				
	Свежие плоды	Замороженные плоды облепихи, хранящиеся в течении			
		3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
сорт Чуйская					
2014	1 168,3 ± 45,6	972,6 ± 42,1	814,6 ± 32,8	764,3 ± 28,6	611,8 ± 33,2
2016	1 437,2 ± 34,6	1 282,5 ± 24,9	1 009,0 ± 34,2	896,2 ± 41,8	766,2 ± 29,2
2018	1 340,0 ± 60,3	1 164,8 ± 34,5	964,3 ± 32,1	846,7 ± 38,6	734,2 ± 24,8
2019	1 272,9 ± 48,2	1 102,3 ± 33,8	864,6 ± 42,9	733,1 ± 41,9	670,2 ± 32,9
сорт Алтайская					
2014	922,8 ± 36,2	786,3 ± 31,1	695,1 ± 28,2	604,2 ± 30,8	542,3 ± 41,2
2016	967,3 ± 49,2	844,6 ± 37,8	760,8 ± 34,9	682,6 ± 45,2	580,1 ± 34,9
2018	845,0 ± 42,1	736,2 ± 33,2	674,5 ± 26,9	517,2 ± 23,6	411,3 ± 36,2
2019	1065,2 ± 34,2	911,3 ± 32,7	786,1 ± 34,2	679,3 ± 28,6	594,2 ± 37,2
сорт Эссель					
2014	689,0 ± 36,2	602,3 ± 40,8	533,8 ± 24,8	462,3 ± 36,2	378,6 ± 24,1
2016	714,2 ± 31,7	643,8 ± 21,9	527,2 ± 34,8	459,3 ± 29,3	388,6 ± 34,8
2018	536,0 ± 21,4	468,3 ± 34,2	396,5 ± 24,1	325,3 ± 31,1	278,1 ± 28,6
2019	642,8 ± 32,5	573,2 ± 37,3	501,3 ± 42,3	426,3 ± 27,6	368,3 ± 31,2

Можно видеть, что в процессе длительного хранения разрушается до 50 % аскорбиновой кислоты, содержащейся в свежесобранных плодах облепихи. Таким образом, при разработке промышленных технологий напитков из облепихи целесообразным является использование свежих плодов и замороженных плодов, хранившихся не более 3 мес. для получения соков, смузи, ферментированных напитков.

ков, обладающих высокой биологической ценностью. Облепиха после длительного хранения в замороженном виде может быть использована для производства алкогольной продукции, биологическая ценность которой является необязательной.

3.3 Научно-практические аспекты результатов исследований

Анализ представленных данных позволяет сделать следующие выводы. Установлено, что соотношение α - и β -ионов в плодах сорта Чуйская остается примерно постоянным и практически не зависит от года исследования, находясь в диапазоне от 0,73 до 0,77. Вероятно, это может быть связано с особенностями селекционной работы, которая была направлена на высокую масличность сорта. При условии использования сорта как технического основной технологически важный показатель масличности должен обеспечивать незначительную вариацию, таким образом, могло быть достигнуто и постоянное соотношение продуктов распада каротиноидов, являющихся биологически активными компонентами облепихового масла. Соотношение α - и β -ионов в сортах Алтайская и Эссель колеблется более значительно – от 0,72 до 0,87 и от 0,61 до 0,81 соответственно.

В целом исследование состава ароматобразующих компонентов облепихи, в частности содержания продуктов деградации каротиноидов может быть использовано при разработке методов идентификации продукции, приготовленной с использованием ягод облепихи.

Доказано, что при разработке промышленных технологий напитков из облепихи целесообразным является использование свежих плодов и замороженных плодов, хранившихся не более 3 мес., для получения соков, смузи, ферментированных напитков.

Облепиха после длительного хранения в замороженном виде может быть использована для производства алкогольной продукции, биологическая ценность которой является необязательной.

4 Научное обоснование и практическая реализация технологии сокосодержащей продукции из плодов облепихи

Использование ферментных препаратов в технологии напитков из плодового сырья является одним из основных факторов интенсификации технологического процесса. В литературе имеются данные об использовании ферментных препаратов, обладающих целлюлазной, пектиназной и амилазной активностью для разрушения структурных компонентов клеточной стенки и полисахаридов содержащихся в клеточном соке плодов и ягод [121].

Общеизвестным является факт использования ферментных препаратов с полигалактуроназной активностью для повышения выхода сока и увеличению концентрации полифенольных веществ различных классов, в том числе и придающих плодам и ягодам окраску [17; 23; 27].

В целом, ферментные препараты, обладающие пектолитической активностью широко используются на предприятиях соковой и винодельческой промышленности [12; 93; 122], что обуславливает актуальность и необходимость проведения научных исследований, направленных на отработку оптимальных режимов практического использования новых препаратов на различном сырье, в том числе и достаточно редко используемого для производства напитков, в том числе и за счет сложности его переработки [14; 67; 70; 98; 109; 110].

4.1 Научное обоснование использования ферментных препаратов пектолитического действия в технологии неосветленных соков и сокосодержащих напитков из облепихи

Плоды облепихи были собраны в 2019 г. в стадии технической зрелости и исследованы по основным физико-химическим показателям. Усредненные и статистически обработанные данные приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Физико-химические показатели исследуемого сырья ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Новость Алтая
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$12,75 \pm 0,47$	$13,64 \pm 0,36$	$14,73 \pm 0,51$
Массовая доля титруемых кислот, % (на яблочную)	$1,05 \pm 0,04$	$1,42 \pm 0,03$	$1,67 \pm 0,04$
Массовая доля общих сахаров, %	$7,64 \pm 0,04$	$8,24 \pm 0,03$	$6,47 \pm 0,04$
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	$6,59 \pm 0,03$	$7,58 \pm 0,04$	$5,84 \pm 0,04$
Массовая доля сахарозы, %	$1,05 \pm 0,02$	$0,66 \pm 0,02$	$0,63 \pm 0,02$
Сахарокислотный индекс	7,27	5,80	3,87
Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/100 г	$178,3 \pm 1,2$	$207,8 \pm 0,8$	$247,1 \pm 2,4$
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	$87,9 \pm 0,5$	$74,2 \pm 0,6$	$57,2 \pm 0,4$
Массовая концентрация белковых веществ, мг/100 г	$1,47 \pm 0,14$	$1,12 \pm 0,11$	$1,27 \pm 0,07$
Массовая доля пектиновых веществ, %	$1,07 \pm 0,02$	$1,14 \pm 0,04$	$1,39 \pm 0,04$

В изучаемом сырье количество растворимых сухих веществ колеблется от 12,75 % до 14,73 %. Большую часть растворимых сухих веществ, содержащихся в плодах облепихи, составляют сахара (44–60 %). Все исследуемые сорта облепихи отличаются высоким содержанием редуцирующих веществ, и низким содержанием сахарозы, составляющем 8–14 % от общего количества сахаров в ягоде.

Органические кислоты облепихи представлены в основном яблочной, лимонной, янтарной, щавелевой кислотами [54] и содержатся в ягоде как в свободном, так и связанном виде. Органические кислоты существенно влияют на вкусовые характеристики ягоды, а также способны в определенной степени влиять на метаболические пути, протекающие в организме человека [158; 216; 252]. С технологической точки зрения содержание органических кислот играет важную роль при производстве напитков, поскольку повышенная кислотность приводит к снижению органолептической оценки, поэтому требуется применение различных мероприятий для снижения кислотности конечного продукта. Наименьшую титруемую кислотность среди исследуемых образцов имеют плоды сорта Чуйская, что делает это сорт ягоды более предпочтительным для организации промышленной переработки облепихи в напитки различных групп. Это же доказывает расчет сахарокислотного индекса, поскольку чем выше значение данного показателя, тем менее кислым вкусом обладает исследуемое сырье или продукт.

В результате исследований было установлено, что плоды облепихи характеризуются относительно высоким содержанием белковых веществ, что может сказаться на внешних характеристиках, в первую очередь, фильтрованных безалкогольных напитков, выработанных из облепихи без использования белоксвязывающих флокулянтов и осветляющих веществ. С технологической точки зрения белки сырья могут оказывать отрицательное влияние на качество готовой продукции, вызывая обратимые и необратимые помутнения, существенно снижая потребительские свойства напитков.

С точки зрения обеспечения организма человека биологически активными веществами плоды облепихи можно рассматривать как источник фенольных веществ и аскорбиновой кислоты, поскольку, как показывают результаты исследований, содержание аскорбиновой кислоты составляет от 57,2 до 87,9 мг/100 г, что составляет 63,5–97,6 % от рекомендованной суточной нормы потребления этого витамина для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма взрослого человека [72].

Высокое содержание пектина в плодах облепихи препятствует переработке, затрудняя сокоотделение, а также оказывая отрицательное влияние на процессы осветления виноматериалов после брожения. Кроме того, повышенное содержание пектина повышает вязкость сока, в первую очередь за счет протопектиновой фракции, обладающей водоудерживающей способностью.

Также к факторам, снижающим эффективность сокоотдачи, можно отнести тот факт, что сок в плодах и ягодах находится в вакуолях, протоплазме и межклеточном пространстве, при этом он прочно удерживается клеточной тканью. Известно, что содержание сока в плодах и ягодах составляет до 90 %, при этом в результате отжима выделяется около 75–80 %.

Плоды облепихи можно отнести к культурам, имеющим значительную эластичность цитоплазматических мембран, что в сочетании с высокой вязкостью сока приводит к еще более низкой сокоотдаче при использовании только механического способа выделения сока.

Для оптимизации процесса сокоотдачи при производстве неосветленных соков из облепихи исследовали влияние ферментных препаратов, обладающих различной комбинацией пектолитических ферментативных активностей.

В эксперименте проводили обработку ферментными препаратами (в количестве 10, 20 и 30 г/т) несulfитированной мезги облепихи при температуре 20 °C в течение 10 ч. В качестве параметра для оценивания использовали количество отделяющегося сока-самотека. В качестве контроля использован образец мезги, ферментированный за счет собственных ферментов ягоды. На рисунке 30 представлены исследования на примере облепихи сорта Чуйская урожая 2019 г.

При обработке облепиховой мезги пектолитическими ферментами перпаратами наблюдается уменьшение жесткости оболочек ягоды, расслаивание пульпы и жидкой фазы мезги. Представленные данные позволяют сделать вывод об эффективности использования пектолитических ферментных препаратов для увеличения сокоотдачи при переработке плодов облепихи. При этом наибольшую эффективность показал ферментный препарат Lallzyme НС, обладающий комбинацией полигалактуроназной, пектинлиазной и пектинэстеразной активностей. Про-

водя анализ кривых сокоотдачи и сопоставляя экспериментальные данные с преобладающими активностями для каждого изученного препарата, можно предположить, что основным компонентом пектиновой сети облепихи является полигалактуронан, в результате гидролиза которого разрушаются α -1,4-гликозидные связи между кислотными галактуроновыми остатками, и как следствие, снижается кинематическая вязкость соков (рисунок 31).

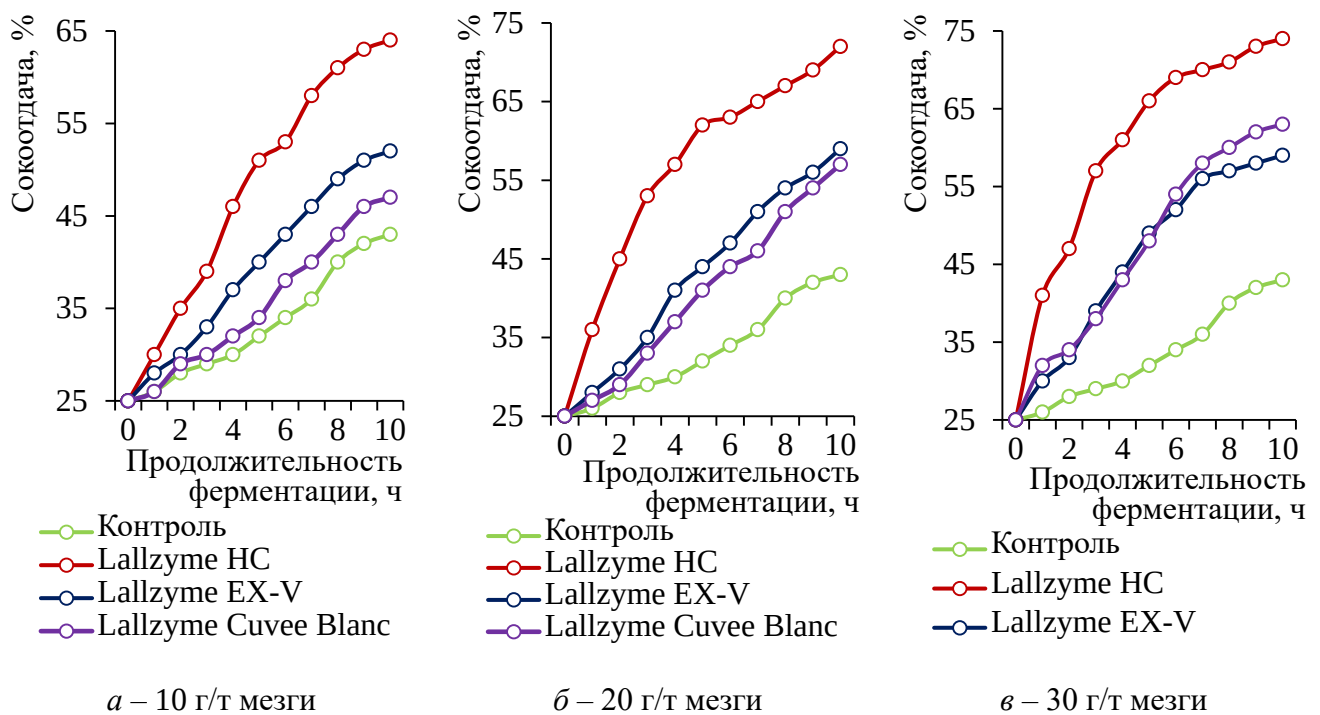


Рисунок 30 – Увеличение сокоотдачи при ферментации мезги пектолитическими препаратами в различных дозировках ($n = 3$)

Увеличение дозировки ферментных препаратов до 30 г/т мезги не приводит к значительному увеличению сокоотдачи, кроме того, приводит к увеличению себестоимости готовой продукции.

В результате ферментации мезги в некоторой степени меняются физико-химические показатели сока-самотека (таблицы 13, 14, 15).

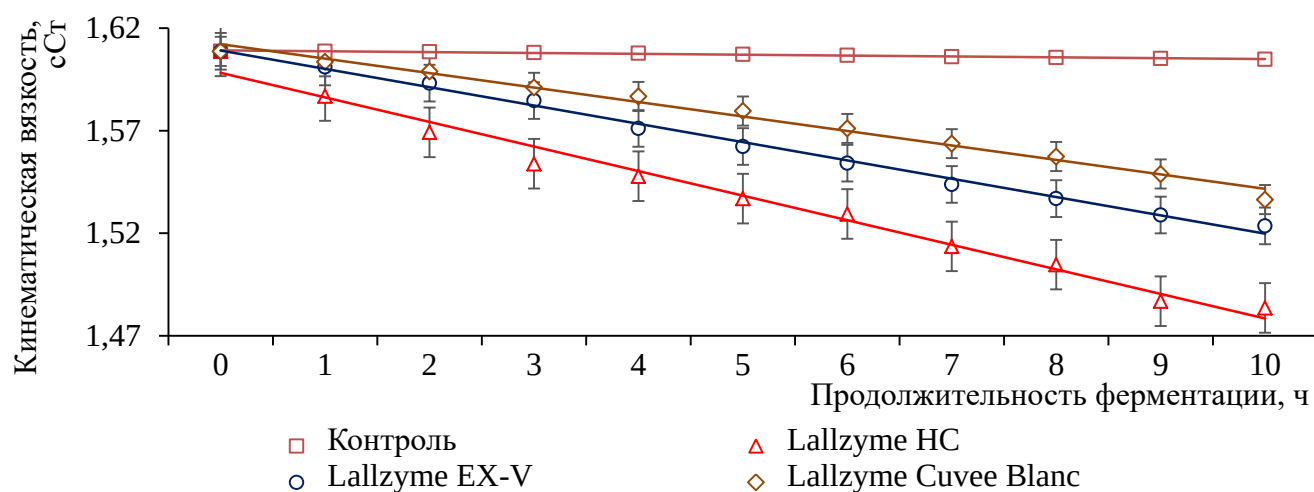


Рисунок 31 – Динамика кинематической вязкости соков, обработанных препаратами Lallzyme (в дозировке 20 г/т мезги) ($n = 3$, $M \pm m$)

Таблица 13 – Физико-химические показатели сока-самотека при обработке препаратом Lallzyme HC ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Новость Алтая
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$13,41 \pm 0,28$	$13,92 \pm 0,24$	$15,12 \pm 0,37$
Массовая доля титруемых кислот, % (на яблочную)	$1,19 \pm 0,03$	$1,53 \pm 0,02$	$1,74 \pm 0,03$
Массовая доля общих сахаров, %	$7,72 \pm 0,03$	$8,31 \pm 0,02$	$6,52 \pm 0,02$
Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/100 г	$184,6 \pm 1,1$	$219,4 \pm 1,7$	$256,7 \pm 2,1$
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	$74,6 \pm 0,6$	$67,1 \pm 0,6$	$51,2 \pm 0,7$
Массовая доля пектиновых веществ, %	Не определяются		

Таблица 14 – Физико-химические показатели сока-самотека при обработке препаратом Lallzyme EX-V ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Новость Алтая
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$12,93 \pm 0,17$	$13,76 \pm 0,21$	$14,89 \pm 0,24$
Массовая доля титруемых кислот, % (на яблочную)	$1,11 \pm 0,03$	$1,47 \pm 0,03$	$1,71 \pm 0,03$
Массовая доля общих сахаров, %	$7,69 \pm 0,02$	$8,28 \pm 0,04$	$6,49 \pm 0,02$

Продолжение таблицы 14

Показатель	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Новость Алтая
Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/100 г	204,9 ± 0,7	259,4 ± 0,9	289,1 ± 1,2
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	71,4 ± 0,4	63,4 ± 0,4	53,2 ± 0,6
Массовая доля пектиновых веществ, %	Следы	0,18 ± 0,02	0,14 ± 0,01

Таблица 15 – Физико-химические показатели сока-самотека при обработке препаратом Lallzyme Cuvee Blanc ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Новость Алтая
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	12,94 ± 0,23	13,73 ± 0,26	14,97 ± 0,29
Массовая доля титруемых кислот, % (на яблочную)	1,09 ± 0,03	1,48 ± 0,02	1,71 ± 0,03
Массовая доля общих сахаров, %	7,66 ± 0,02	8,29 ± 0,02	6,52 ± 0,02
Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/100 г	183,2 ± 0,6	217,6 ± 0,5	253,4 ± 0,8
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/100 г	77,2 ± 0,4	64,2 ± 0,7	47,2 ± 0,6
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,24 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,33 ± 0,03

Из результатов, представленных в таблицах 12–14, можно сделать вывод о том, что ферментный препарат Lallzyme НС обладает средней экстрагирующей способностью относительно других изучаемых препаратов. Так, прирост суммы фенольных веществ составил от 3,5 % до 5,6 %, в то время как для препаратов Lallzyme EX-V и Lallzyme Cuvee Blanc он составил 14,9–24,8 % и 2,5–4,7 % соответственно. Необходимо отметить, что высокое количество фенольных веществ может приводить к сенсорной нестабильности готовых напитков вследствие возникающих обратимых и необратимых помутнений, осадков, потемнения продуктов на основе облепихи.

В результате исследования органолептических показателей было установлено, что при обработке облепиховой мезги исследуемыми ферментными препаратами Lallzyme EX-V и Lallzyme Cuvee Blanc происходит усиление сортового аромата сырья, что приводит к улучшению органолептических характеристик готового продукта (рисунок 32).

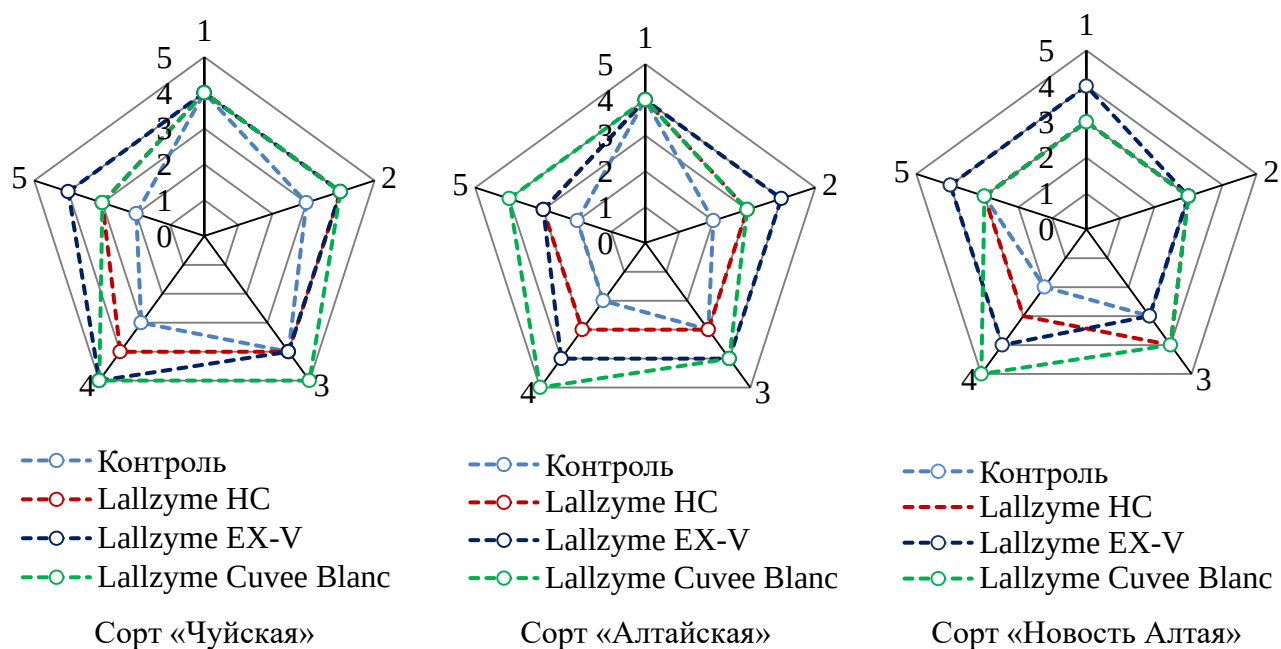


Рисунок 32 – Органолептические характеристики сока-самотека после обработки ферментными препаратами:
 1 – цвет; 2 – вкус; 3 – гармоничность; 4 – сортовой аромат; 5 – терпкость

В таблице 16 представлены результаты определения некоторых ароматобразующих соединений мезги облепихи сорта Чуйская при ее обработке изучаемыми ферментными препаратами в течение 10 ч.

Можно видеть, что в результате ферментативного гидролиза мезги облепихи ферментными препаратами Lallzyme, среди ароматобразующих веществ увеличивается содержание сложных эфиров жирных кислот, являющихся основными компонентами, обуславливающих сортовой аромат плодов облепихи.

Аналогично было проведено исследование возможности использования ферментного препарата Rapidase Clear (с преобладающей полигалактуроназой

активностью) для обработки мезги облепихи с целью увеличения сокоотдачи. Отличительной особенностью данного ферментного препарата является температурный оптимум от 10 °С до 50 °С, причем с повышением температуры активность ферментного препарата увеличивается, и его дозировка снижается.

Таблица 16 – Ароматобразующие соединения нативного и обработанного ферментными препаратами сока плодов облепихи «Чуйская» (урожай 2019 г)
($n = 3$, $M \pm m$)

Компонент	Относительное содержание компонента, %			
	Контроль	Lallzyme HC	Lallzyme EX-V	Lallzyme Cuvee Blanc
Транс-2-гексеналь	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,02
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	2,94 ± 0,02	3,02 ± 0,01	3,04 ± 0,02	3,06 ± 0,01
Пропиловый эфир пентановой кислоты	0,89 ± 0,01	0,94 ± 0,02	0,87 ± 0,01	1,04 ± 0,02
Пропиловый эфир гексановой кислоты	2,16 ± 0,02	2,17 ± 0,03	2,19 ± 0,01	2,43 ± 0,02
Этиловый эфир энантовой кислоты	2,48 ± 0,01	2,75 ± 0,02	2,67 ± 0,01	2,82 ± 0,01
Цис-3-гексен-1-ол	3,68 ± 0,02	3,72 ± 0,01	3,83 ± 0,02	3,96 ± 0,01
Этиловый эфир октановой кислоты	2,78 ± 0,02	2,89 ± 0,02	2,97 ± 0,01	3,13 ± 0,02
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	1,61 ± 0,02	1,72 ± 0,01	1,78 ± 0,02	1,76 ± 0,02
Этиловый эфир гексановой кислоты	2,41 ± 0,02	2,47 ± 0,02	2,54 ± 0,02	2,64 ± 0,02
Этиловый эфир декановой кислоты	3,44 ± 0,01	3,84 ± 0,02	3,67 ± 0,02	3,90 ± 0,01
Изоамиловый эфир октановой кислоты	1,41 ± 0,02	1,63 ± 0,02	1,54 ± 0,01	1,72 ± 0,01
Пентановая кислота	1,02 ± 0,01	1,03 ± 0,01	1,06 ± 0,01	0,97 ± 0,02
Гексановая кислота	0,82 ± 0,02	0,93 ± 0,02	0,91 ± 0,01	0,90 ± 0,01
Гептановая кислота	0,09 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,14 ± 0,02
Октановая кислота	0,13 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,02
Бензиловый эфир пентановой кислоты	2,37 ± 0,01	2,48 ± 0,02	2,67 ± 0,01	2,67 ± 0,03
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	2,61 ± 0,01	2,83 ± 0,01	2,94 ± 0,02	2,87 ± 0,02
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	0,98 ± 0,02	1,06 ± 0,02	1,08 ± 0,02	1,02 ± 0,01

На рисунке 33 представлены результаты использования ферментного препарата Rapidase Clear при обработке соков прямого отжима. Обработка ягодной мезги не проводилась, поскольку при высокой температуре обработки это привело бы к большему накоплению частичек масла в осветляемом соке и затруднению процесса осветления. Дозировку ферментного препарата варьировали от 0,01 % до 0,05 % масс., продолжительность обработки составляла 6 ч при температуре 45 °С. Эффективность обработки оценивали по снижению показателя кинематической вязкости облепихового сока.

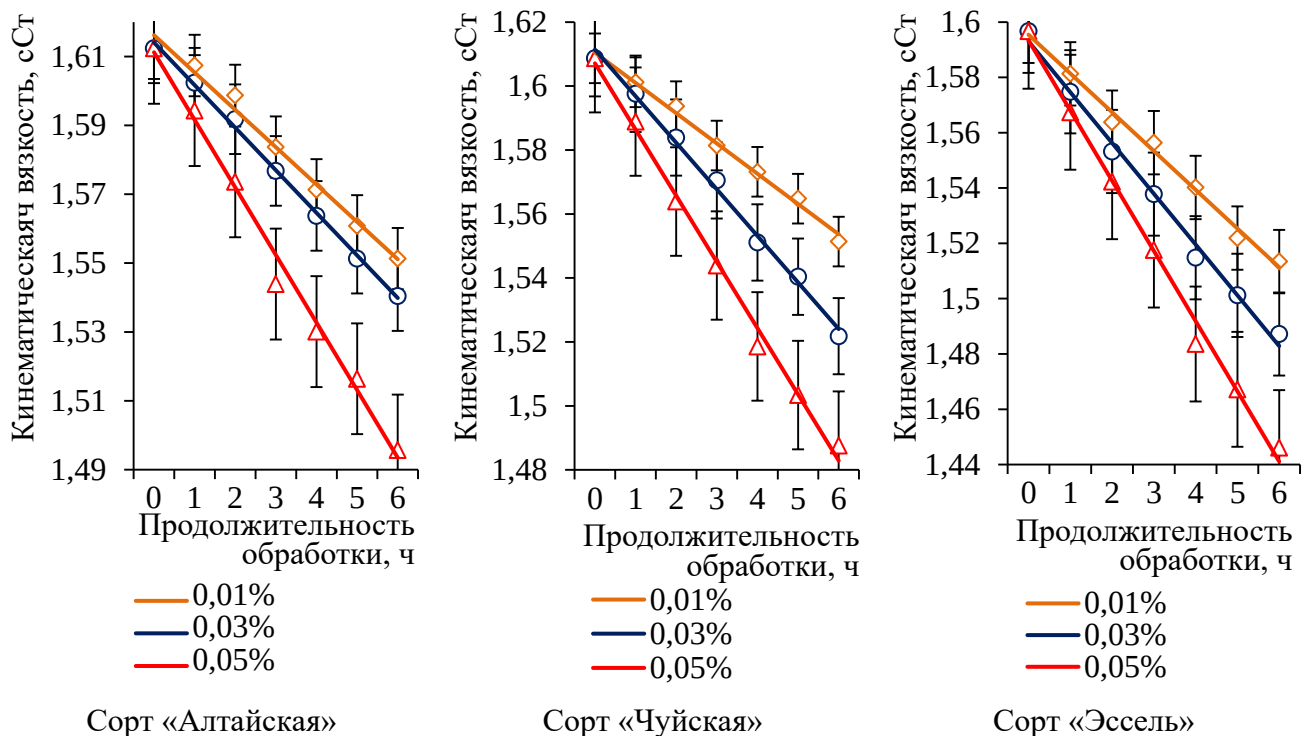


Рисунок 33 – Влияние продолжительности обработки и дозировки ферментного препарата Rapidase Clear на вязкость образцов сока прямого отжима из облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

Как и ожидалось, наилучшие результаты были получены при использовании максимальной концентрации фермента Rapidase Clear равной 0,05 % к массе обрабатываемого сока вне зависимости от сорта ягоды. Обработка ферментным препаратом сока из облепихи сорта «Эссель» показала наибольшую эффективность, что может быть обусловлено низкой масличностью ягод по сравнению

с двумя другими сортами. В целом, применение ферментного препарата позволяет снизить вязкость обрабатываемого сока на 7,2–9,4 % по отношению к исходному значению, однако с учетом необходимости использования нагрева при применении ферментного препарата Rapidase Clear, для обработки соков из облепихи можно рекомендовать препараты Lallzyme. Выявленные свойства ферментных препаратов Lallzyme позволяют подходить дифференцированно к переработке плодов облепихи.

4.2 Разработка рецептур неосветленных сокосодержащих нектаров

Для формирования приемлемых органолептических характеристик неосветленных сокосодержащих нектаров (НСН) из облепихи проводили корректировку их состава. Как было отмечено ранее, плоды облепихи характеризуются высокой кислотностью и низким содержанием сахаров, поэтому проводили разбавление неосветленных соков подготовленной водой, а также вносили подслащивающие компоненты в количестве эквивалентном сладости 100 г/дм³ сахарозы (таблица 17).

Таблица 17 – Рецептуры для приготовления неосветленных сокосодержащих нектаров из облепихи

Компонент рецептуры	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4	Рецептура 5
Сок облепиховый неосветленный прямого отжима, обработанный ФП Lallzyme НС, дм ³	В количестве, необходимом для получения итоговой титруемой кислотности сока равном 5,0 г/дм ³				
Сахароза, г/дм ³	100,0	–	–	–	–
Инвертный сахарный сироп, г/дм ³	–	70,0	–	–	–
Глюкоза, г/дм ³	–	–	126,0	–	–
Фруктоза, г/дм ³	–	–	–	27,0	–
Сукралоза, г/дм ³	–	–	–	–	0,6
Вода подготовленная, дм ³	До объема 1,0 дм ³				

При органолептической оценке полученных образцов НСН наилучшие параметры вкуса были получены при использовании фруктозы, однако послевкусие данного образца характеризовалось как слабое и непродолжительное.

Использование глюкозы для подслащивания облепихового сока привело к получению напитка с невыраженными вкусом и ароматом, а также незначительным посторонним привкусом, охарактеризованным как лекарственный.

Для НСН, приготовленных на сахарозе и инвертном сахарном сиропе отмечалась характерная сладость, развитый аромат и хорошее послевкусие, однако образец, приготовленный с использованием сахарного сиропа, характеризовался более гармоничным вкусом.

Напиток, приготовленный с использованием сукралозы характеризовался невыраженным сортовым ароматом и излишней сладостью, что делало напиток негармоничным.

Таким образом, в дальнейших исследованиях использовали рецептуру НСН № 2. Последовательность технологических этапов производства неосветленных сокосодержащих напитков на основе облепихи представлена на рисунке 34.

Важным потребительским свойством напитков является стабильность внешних и вкусовых характеристик при хранении продукта в течение срока годности. Из литературных данных известно о низкой стабильности напитков из облепихи при хранении [136]. В опыте моделировали хранение пастеризованного (при 65 °С в течение 1 ч) НСН из облепихи в комнатных условиях (при температуре помещения (22 ± 2) °С без доступа света) и в условиях пониженной температуры ((7 ± 2) °С без доступа света). Исследования проводили в условиях без доступа света, поскольку продукт может быть расфасован в тару, не пропускающую солнечные лучи, например, упаковку типа Тетра-Пак или фольгированные пакеты.

Для оценки изменения внешних органолептических свойств НСН из облепихи была разработана оценочная шкала, представленная в таблице 18.

Динамика изменения внешних характеристик НСН из облепихи представлена на рисунках 35 и 36.

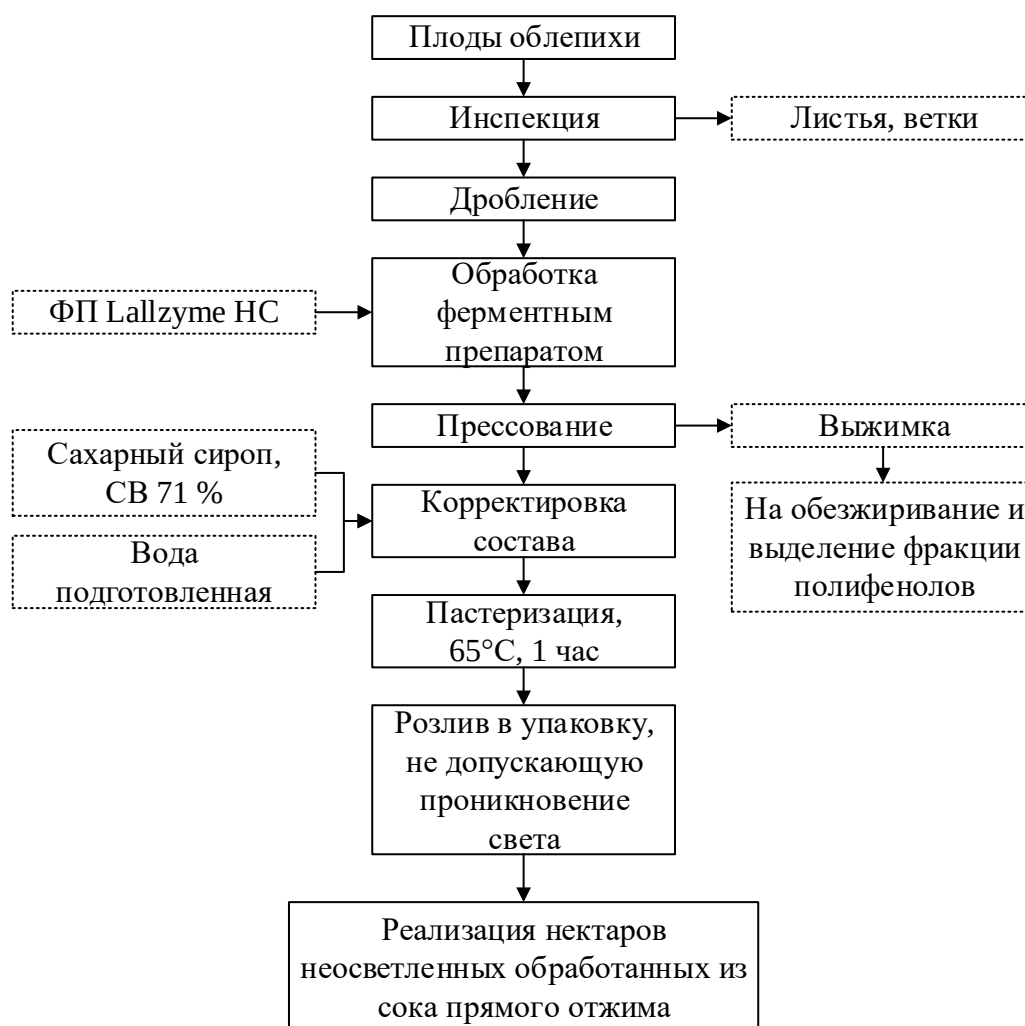


Рисунок 34 – Блок-схема производства неосветленных сокосодержащих нектаров из облепихового сока прямого отжима

Таблица 18 – Шкала для оценки изменения внешних органолептических свойств неосветленных сокосодержащих нектаров из облепихи

Оценка, балл	Описательные характеристики
5	Напиток обладает ярким цветом, отсутствуют признаки расслаивания и потемнения
4	Напиток обладает ярким цветом, отсутствуют признаки потемнения; имеются признаки расслаивания, устраняющиеся при взбалтывании напитка
3	Напиток обладает ярким цветом, однако имеются признаки потемнения; имеются признаки расслаивания, устраняющиеся при взбалтывании напитка
2	Напиток обладает тусклым цветом, с выраженными признаками потемнения; имеются признаки расслаивания, устраняющиеся при взбалтывании напитка
1	Напиток с выраженными тонами потемнения или имеются признаки расслаивания, не устраняющиеся при взбалтывании напитка

Как можно видеть из представленных данных, при хранении НСН из облепихи как при комнатных условиях, так и в условиях пониженной температуры наблюдается низкая стабильность внешних органолептических характеристик напитков. Так, например, при хранении НСН из облепихи сорта Чуйская, признаки нестабильности напитка начинают проявляться уже на четвертый месяц хранения при комнатных условиях и на восьмой месяц при холодном хранении.

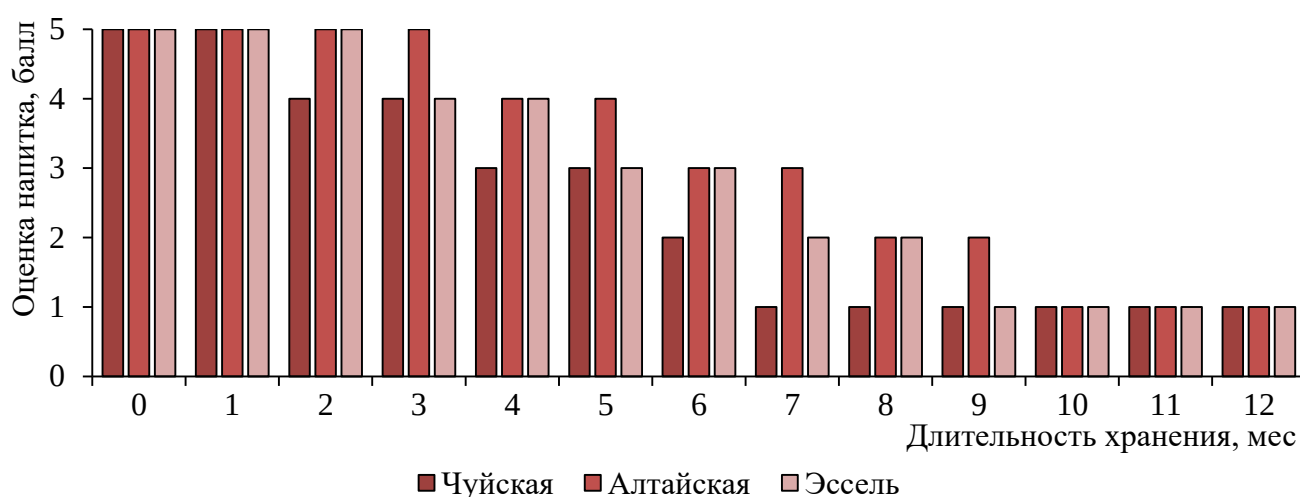


Рисунок 35 – Изменение внешних характеристик неосветленных сокосодержащих напитков из облепихи при хранении при $T = (22 \pm 2) ^\circ\text{C}$ в течение 12 мес.

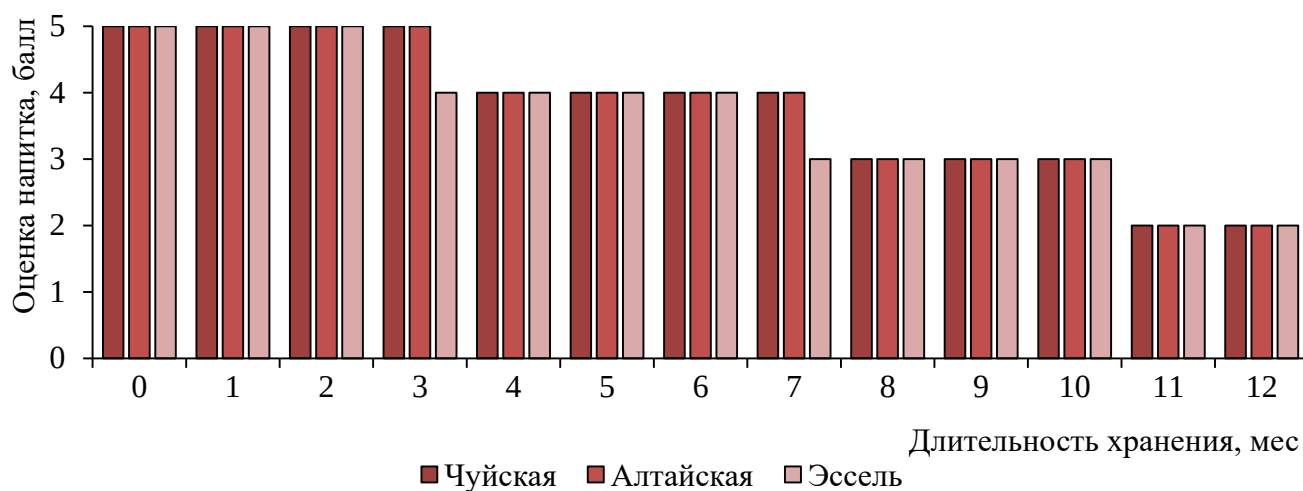


Рисунок 36 – Изменение внешних характеристик неосветленных сокосодержащих напитков из облепихи при хранении при $T = (7 \pm 2) ^\circ\text{C}$ в течение 12 мес.

В целом, результаты представленных исследований доказывают, что процессы потемнения и снижения органолептических свойств НСН протекают независимо от сорта облепихи, при этом, вероятно, зависят от химического состава, в частности содержания таких нестабильных и реакционноспособных соединений как аскорбиновая кислота и полифенольные соединения различных классов.

Кроме того, при хранении НСН из облепихи сортов Чуйская и Алтайская наблюдалось образование трудно разрушаемого масляного кольца на поверхности зеркала напитка. Устранить данный дефект можно, включив в рецептуру различные эмульгаторы, однако, это выходит за рамки настоящих исследований. Наиболее простым и технологически реализуемым может стать осветление ферментированного сока облепихи традиционными способами – оклейкой и последующим фильтрованием.

4.3 Научно-практические аспекты осветления и стабилизации соков и сокосодержащих напитков из облепихи

Использование ферментных препаратов Lallzyme НС, Lallzyme EX-V, Lallzyme Cuvee Blanc или Rapidase Clear способствует снижению мутности сока-самотека (рисунки 37 и 38), что играет положительную роль при организации производства осветленных алкогольных или безалкогольных напитков из облепихи. При этом наилучшие результаты отмечены при использовании препарата Lallzyme НС в дозировке 20 г/т мезги, способствующему снижению итоговой мутности сока самотека почти в 65 раз.

При проведении тепловой обработки сока облепихи повышается риск усиления процессов потемнения продуктов переработки облепихи, поскольку аскорбиновая кислота является достаточно нестабильным соединением даже в обычных условиях хранения, а при наличии таких факторов, как нагревание, наличие

растворенного кислорода и ионов тяжелых металлов, скорость ее деградации значительно увеличивается [145].

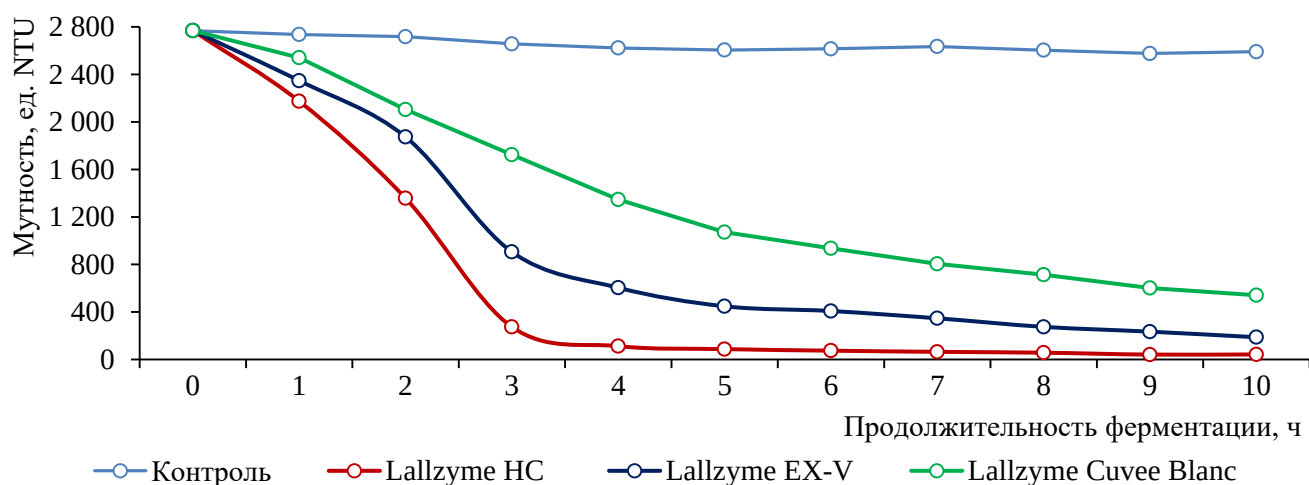


Рисунок 37 – Влияние продолжительности обработки ферментными препаратами Lallzyme на мутность сока-самотека из облепихи ($n = 3, M \pm m$)

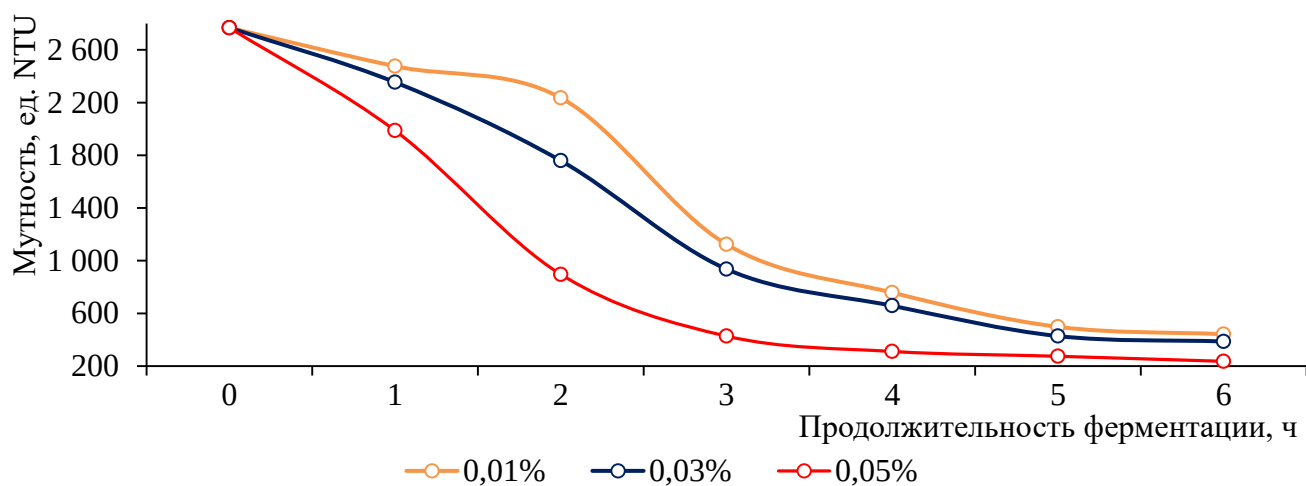


Рисунок 38 – Влияние продолжительности обработки ферментным препаратом Rapidase Clear и его дозировки на мутность сока-самотека из облепихи ($n = 3, M \pm m$)

4.3.1 Формирование научно-практических основ стабилизации соков и сокосодержащих напитков из облепихи от процессов потемнения, вызванных деградацией аскорбиновой кислоты

Четкое понимание механизмов деградации аскорбиновой кислоты имеет решающее значение в определении стабильности и установлении срока годности широкого перечня пищевых продуктов.

При создании современных продуктов питания предпочтение отдается технологическим решениям, направленным на достижение максимальной натуральности пищевого продукта, в том числе отсутствие в его составе искусственных добавок, особенно консервантов. При этом фактически единственными приемлемыми методами консервирования остаются методы, основанные на процессе термической гибели микроорганизмов. При этом тепловые процессы несут также негативное воздействие на качество продукта, в частности происходит потеря термолабильных питательных и биологически активных веществ, образование нежелательных соединений (например, 5-гидроксиметилфурфурола при получении облепиховых вин с добавлением меда [338], а также происходит изменение цвета продукта, сопровождающееся реакциями неферментативного покоричневения, карамелизации и разложения аскорбиновой кислоты [161; 186; 191].

Сок прямого отжима, полученный из облепихи (урожай 2018 г) представляет собой сложную трехфазную дисперсную систему состоящей из водной фазы, содержащей растворенные компоненты (органические кислоты, сахара, витамины и другие водорастворимые компоненты ягод), твердой фазы, представляющей собой мельчайшие частицы плодовой мякоти и оболочек ягоды и содержащие в своем составе инкапсулированное облепиховое масло, а также капле свободного облепихового масла. В таблице 19 представлены результаты химического анализа образцов сока.

Можно видеть, что выбранные сорта облепихи можно отнести к низкокислотным с относительно высоким содержанием сахаров. Наблюдается широкое ва-

рыирование концентрации аскорбиновой кислоты, а в условиях низкого значения активной кислотности это создает предпосылки для протекания реакций деградации аскорбиновой кислоты с образованием интермедиатов неферментативного покоричневения продуктов питания.

Таблица 19 – Содержание основных веществ сока из исследуемых сортов облепихи ($n = 3, M \pm m$)

Сорт	Активная кислотность, ед. рН	Массовая концентрация		
		титруемых кислот, в пересчете на яблочную кислоту, г/дм ³	аскорбиновой кислоты, мг/кг	редуцирующих сахаров, г/дм ³
Алтайская	$3,08 \pm 0,11$	$10,8 \pm 0,1$	$845,0 \pm 42,1$	$93,1 \pm 2,7$
Чуйская	$3,11 \pm 0,08$	$13,4 \pm 0,1$	$1\,340,0 \pm 60,3$	$86,4 \pm 3,1$
Эссель	$3,14 \pm 0,14$	$13,7 \pm 0,1$	$536,0 \pm 21,4$	$94,6 \pm 2,5$

Необходимость осветления нативного сока облепихи связана с его низкими органолептическими характеристиками. В частности, отмечается наличие эффекта расслаивания при хранении и агломерации масляных включений в плавающее на поверхности трудно разрушаемое кольцо. Имеются сведения [45; 87; 136] об использовании бентонита и цеолитов для осветления облепиховых соков, однако для этого требуются большие дозировки препарата, что снижает экономическую эффективность данной технологии.

Эффективное решение проблемы осветления нативного сока облепихи возможно только комбинированной физико-ферментативной обработкой, позволяющей на предварительной стадии осветления добиться разрушения пектиновых веществ со снижением вязкости обрабатываемого сока, а также высвободить частички масла из твердой фазы, что облегчит связывание масла и бентонита.

На рисунке 39 представлена динамика содержания аскорбиновой кислоты в облепиховых соках при их ферментативной обработке препаратом Rapidase Clear в дозировке 0,05 %.

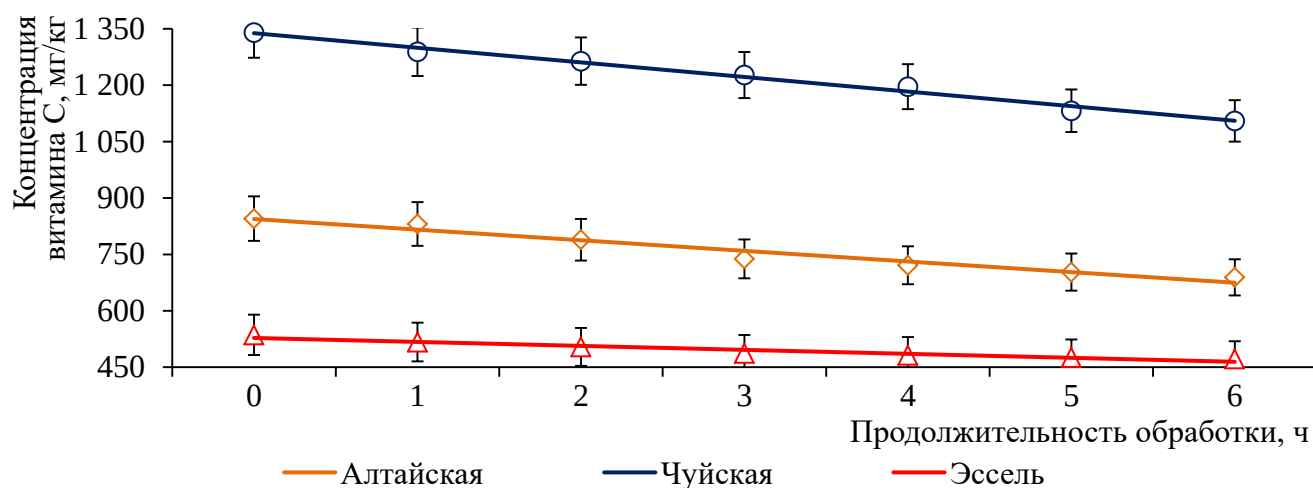


Рисунок 39 – Влияние продолжительности ферментации на содержание аскорбиновой кислоты в образцах соков ($n = 3$, $M \pm m$)

Результаты исследований показывают равномерное снижение концентрации аскорбиновой кислоты при ферментативной обработке соков в течение 6 ч при 45 °С. Для оценки влияния деградации аскорбиновой кислоты на оптические характеристики сока, образцы центрифугировали, пропускали через фильтр-картон для осветления, а затем проводили спектрофотометрическое исследование. Результаты представлены на рисунке 40.

Таким образом, на данной стадии эксперимента была подтверждена взаимосвязь концентрации аскорбиновой кислоты в соке с цветовыми характеристиками. Так, с деградацией аскорбиновой кислоты происходит усиление интенсивности цвета пропорционально динамике снижения аскорбиновой кислоты, также увеличивается показатель желтизны цвета, что свидетельствует о приобретении образцами коричневых оттенков.

На следующем этапе исследования проводили обработку соков после ферментации 5 %-й суспензией бентонита в возрастающей концентрации от 1 до 3 г/дм³. После внесения бентонита образцы интенсивно перемешивали в течение 10 мин, затем выдерживали в течение 24 ч и определяли мутность образцов, долю образовавшегося осадка, а также концентрацию витамина С и оптические характеристики.

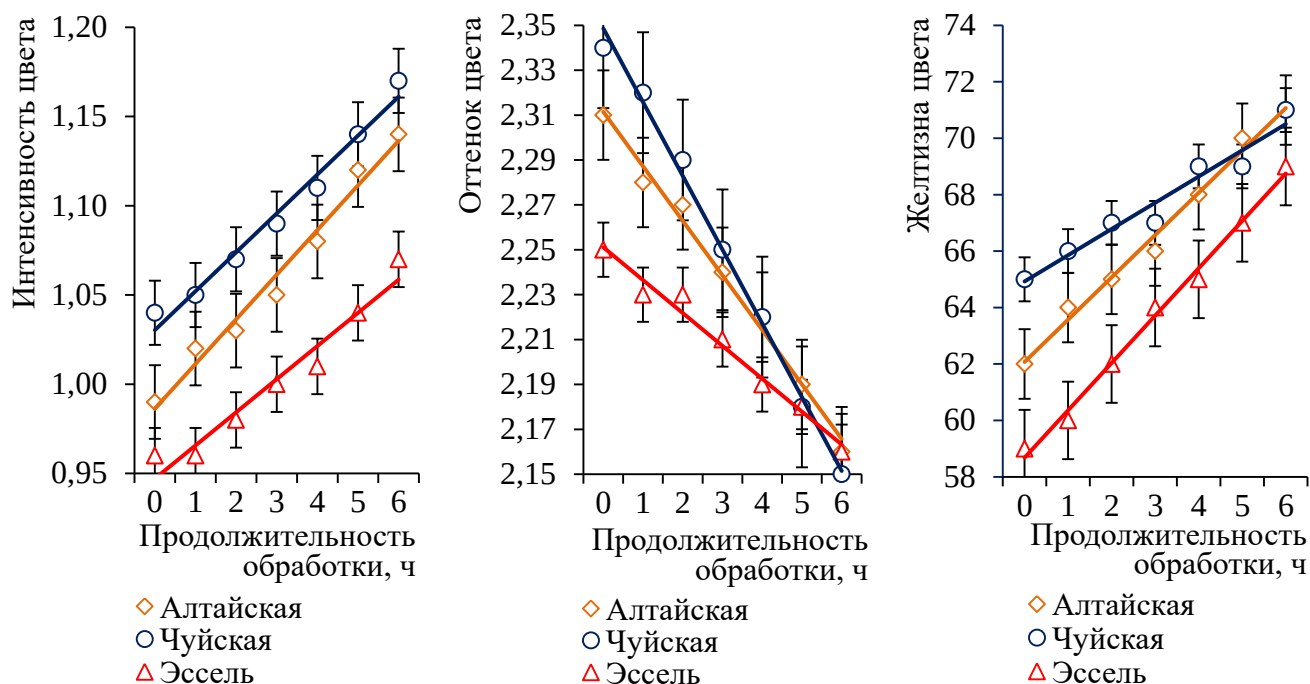


Рисунок 40 – Влияние продолжительности ферментации на цветовые характеристики образцов сока облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

Таблица 20 – Динамика показателей при обработке соков облепихи бентонитом в различных дозировках ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт	Показатель	Дозировка бентонита, г/дм ³ сока				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Алтайская	Мутность, ед. NTU	980 ± 11,0	427 ± 8,0	64,5 ± 3,4	6,8 ± 1,1	5,1 ± 1,0
	Доля осадка, %	4,5 ± 0,2	8,2 ± 0,2	11,4 ± 0,4	16,5 ± 0,5	22,1 ± 0,5
	Аскорбиновая кислота, мг/кг	689 ± 8	623 ± 11	577 ± 7	518 ± 6	488 ± 12
Чуйская	Мутность, ед. NTU	1 087,0 ± 14,0	582,0 ± 9,0	102,0 ± 4,0	7,2 ± 1,0	4,3 ± 0,8
	Доля осадка, %	6,4 ± 0,3	9,8 ± 0,4	13,7 ± 0,5	18,4 ± 0,5	23,2 ± 0,3
	Аскорбиновая кислота, мг/кг	1105 ± 13	1025 ± 8	67 ± 3	874 ± 4	796 ± 8
Эссель	Мутность, ед. NTU	876,0 ± 14,0	368,0 ± 7,0	36,5 ± 2,9	3,7 ± 0,6	3,1 ± 0,4
	Доля осадка, %	4,3 ± 0,2	7,6 ± 0,4	9,8 ± 0,4	13,4 ± 0,5	17,5 ± 0,5
	Аскорбиновая кислота, мг/кг	472 ± 11	428 ± 8	411 ± 6	376 ± 5	355 ± 5

В таблице 20 показаны результаты осветления образцов облепиховых соков, обработанных ферментным препаратом Rapidase Clear в дозировке 0,05 % масс.

Можно видеть, что использование предварительной обработки ферментным препаратом позволяет сократить дозировку бентонита при осветлении облепихового сока до 2,5 г/дм³ для используемых сортов облепихи, что позволяет сократить экономические издержки при их изготовлении. Можно видеть, что общие потери аскорбиновой кислоты на этой стадии производства составляют около 30 %. На рисунке 41 показан внешний вид облепихового сока по мере увеличения дозировки бентонита (слева-направо, сорт «Эссель»).



Бентонит, г/дм ³	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Мутность, ед. NTU	876,0 ± 14,0	368,0 ± 7,0	36,5 ± 2,9	3,7 ± 0,6	3,1 ± 0,4

Рисунок 41 – Внешний вид сока облепихи из сорта «Эссель» после осветления различными дозировками бентонита

Как и в предыдущем случае, для определения цветовых характеристик перед спектрофотометрическим исследованием образцы соков отфильтровывали через фильтр-картон. Результаты исследований представлены на рисунке 42.

Таким образом, обработка облепиховых соков бентонитом приводит к частичному восстановлению исходных цветовых характеристик сока, что, вероятно, объясняется избирательной сорбцией темноокрашенных соединений, образующихся при деградации аскорбиновой кислоты. Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, подтверждают первоначальную гипотезу о влиянии концентрации аскорбиновой кислоты на процесс потемнения облепихового сока при получении осветленного облепихового сока.

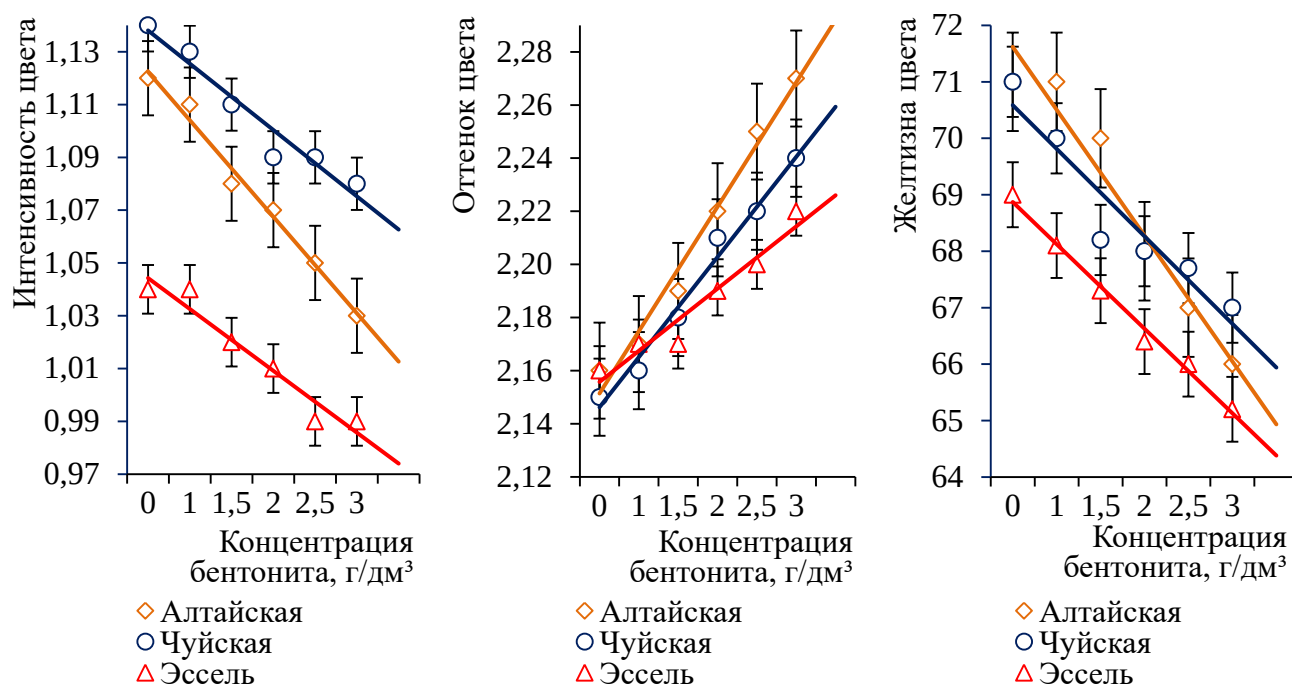


Рисунок 42 – Влияние концентрации бентонита на цветовые характеристики образцов сока ($n = 3$, $M \pm m$)

4.3.2 Разработка практических рекомендаций по устранению потемнений, вызванных реакционноспособными фенольными соединениями

Основная цель данного этапа исследования состояла в изучении возможности использования различных поливинилполипирролидонов (ПВПП) для избирательной сорбции фенольных веществ и обеспечения оптимальных цветовых показателей облепихового сока, в том числе в период хранения.

Используемый образец облепихового сока (сорт Чуйская, урожай 2019 г.) обладал развитым ароматом свежих ягод без посторонних тонов, вкус был кисло-сладким с ощутимой терпкостью, слабо вяжущий. Цвет сока был охарактеризован как темно-соломенный, с признаками окисления. Начальное содержание общих полифенолов в соке составило $(1\,278,4 \pm 11,2)$ мг/дм³, в том числе процианидинов

– $(342,7 \pm 4,6)$ мг/дм³; интенсивность цвета составила $1,42 \pm 0,04$, оттенок – $1,22 \pm 0,02$, желтизна – $66,14 \pm 0,42$.

Для образцов ПВПП варьировались дозировка препарата (от 0,1 до 0,9 г/дм³ с дискретностью 0,2 г/дм³) и продолжительность обработки. Все опыты были проведены при температуре обрабатываемых соков (22 ± 2) °С. По окончании взаимодействия ПВПП с реакционноспособными полифенолами, соки отфильтровывали и исследовали на содержание полифенольных веществ. В результате проведения регрессионного анализа экспериментальных данных были получены уравнения, описывающие зависимость концентрации полифенольных веществ в соках от продолжительности обработки и дозировки препаратов ПВПП:

$$C_1 = 1\,828,63 - 27,88x - 9,04y - 13,62x^2 - 2,25xy + 0,11y^2; \quad (5)$$

$$C_2 = 1\,279,96 - 8,72x - 8,22y - 31,16x^2 - 1,83xy + 0,09y^2; \quad (6)$$

$$C_3 = 1\,292,85 - 72,97x - 9,13y - 34,60x^2 - 3,77xy + 0,09y^2, \quad (7)$$

где C_1 , C_2 , C_3 – массовая доля полифенольных веществ в соках для препаратов Kollidon CL-M, Plasdone C-15 и Polyclar V соответственно, мг/дм³; x – дозировка соответствующего препарата ПВПП, г/дм³; y – продолжительность обработки сока препаратом ПВПП, мин.

Как показали исследования, основной фракцией полифенольных веществ связываемых препаратами ПВПП являются процианидины – конденсированные формы полифенолов, придающие напиткам тона покоричневения, терпкость и ощущение вяжущего вкуса. Динамика снижения концентрации процианидинов показана на рисунке 43.

Обработанные ПВПП соки оценивали органолептическим методом. Было установлено, что использование препаратов ПВПП в концентрациях 0,1 г/дм³ не приводит к заметному улучшению органолептических свойств продукта, а при использовании дозировок препарата свыше 0,7 г/дм³ происходит заметное снижение качества сока, связанное с нарушением гармоничности напитка, в частности появляется пустой водянистый вкус. В тоже время на основании органолептической оценки более предпочтительным оказался образец сока, обработанный пре-

паратом Polyclar V, отличающийся гармоничным вкусом и заметным улучшением цветовых характеристик напитка по сравнению с контрольными образцами.

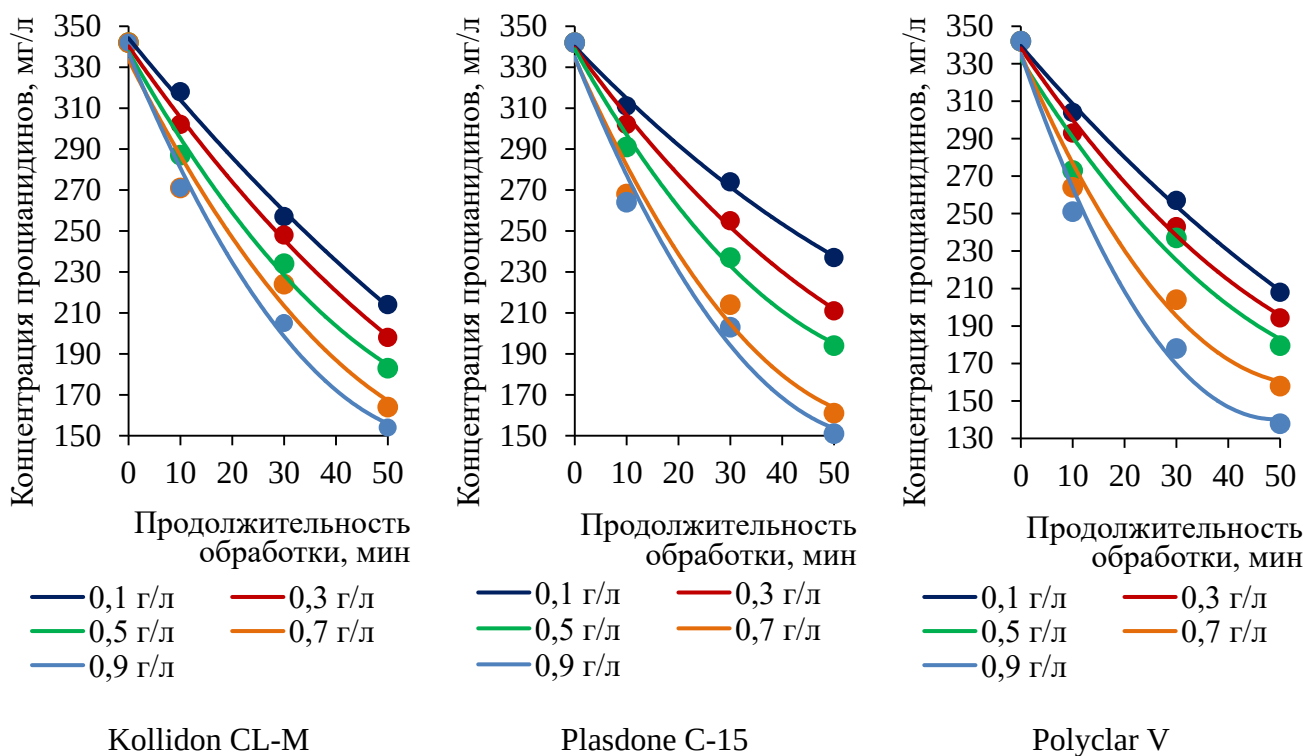


Рисунок 43 – Динамика снижения концентрации процианидинов при обработке ПВПП ($n = 3, M \pm m$)

Образцы после обработки приобрели светло-соломенную окраску различной интенсивности, вкус и аромат стали более чистыми, гармоничными, с отсутствием дефектов, вызванных протеканием окислительных процессов. Для количественной оценки внешнего вида соков, обработанных ПВПП Polyclar V, проводили спектрофотометрическое исследование образцов с последующим расчетом показателей интенсивности, оттенка и желтизны цвета. Результаты представлены на рисунке 44.

По совокупности данных, представленных на рисунке 44, можно сделать вывод о том, что при обработке облепихового сока препаратом Polyclar V в дозировках 0,5–0,7 г/дм³ наблюдается более эффективное снижение интенсивности

и желтизны цвета, увеличенное значение последнего показателя как раз и свидетельствует о приобретении продуктом коричневатых тонов в окраске.

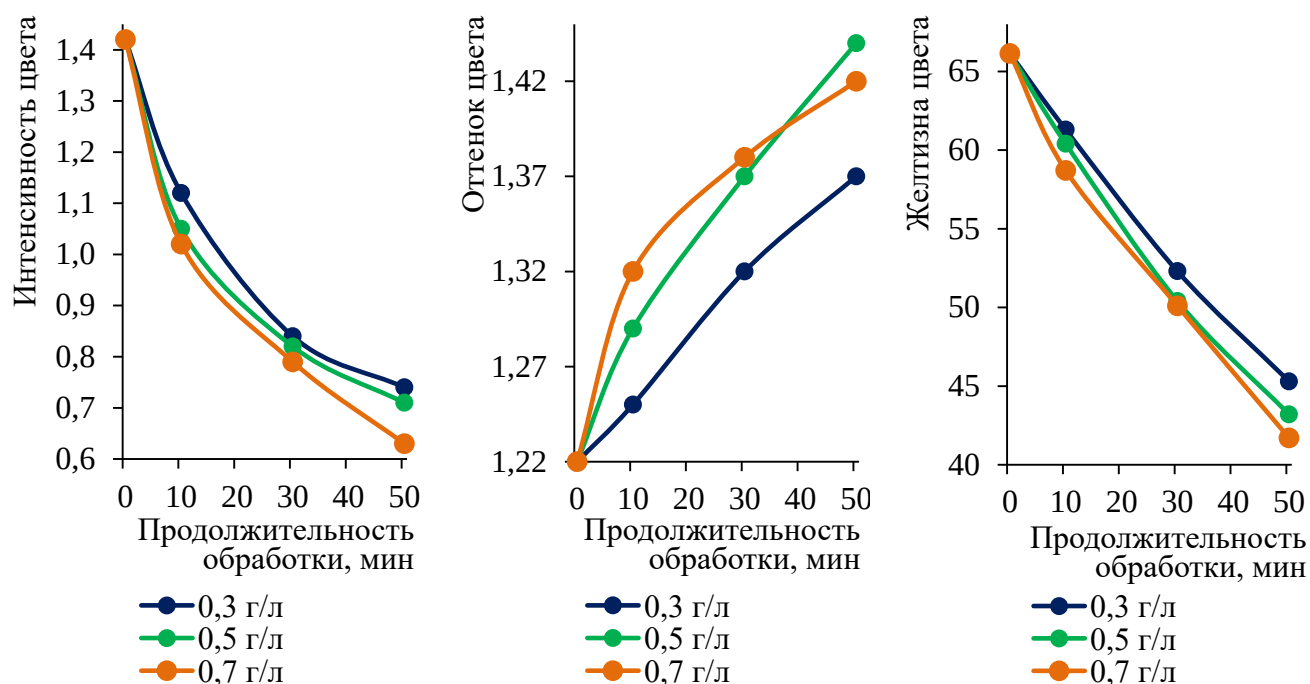


Рисунок 44 – Динамика оптических показателей облепихового сока при обработке ПВПП Polyclar V ($n = 3, M \pm m$)

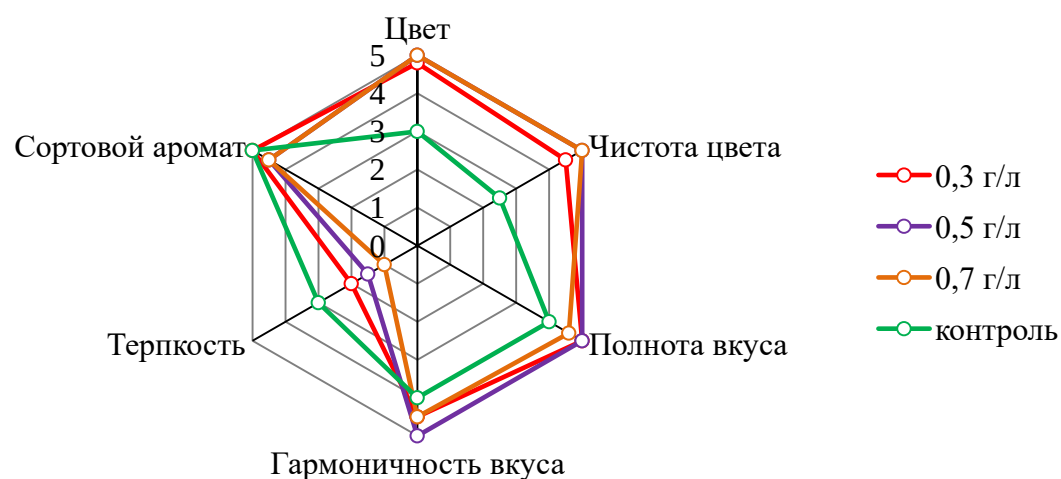


Рисунок 45 – Профилограмма органолептических свойств опытных образцов облепихового сока

На рисунке 45 представлены результаты органолептической оценки обработанных ПВПП Polyclar V в течение 50 мин образцов облепихового сока. Можно видеть, что обработка ПВПП приводит к улучшению цветовых характеристик обрабатываемого сока, значительно освежая его за счет удаления тонов покоричневения.

Вкус напитка становится более чистым, тонким и гармоничным, однако при использовании дозировки ПВПП 0,7 г/дм³ было отмечено некоторое снижение вкусовых характеристик, за счет чрезмерной сорбции полифенольных веществ, формирующих такой органолептический показатель как полнота вкуса. Также отмечено, что использование ПВПП в максимальной дозировке приводит к незначительному снижению интенсивности сортового аромата, по-видимому, связанного с процессами связывания некоторых ароматических веществ активными центрами ПВПП.

Таким образом, на основании представленных данным можно сделать вывод о возможности использования препаратов ПВПП для формирования органолептических свойств облепиховых соков, в частности для устранения избыточного количества реакционноспособных полифенольных веществ, снижающих потребительские свойства готового продукта, в том числе и в период хранения. Предложенный способ устранения дефектов облепиховых соков можно рекомендовать производителям безалкогольной продукции, а также предприятиям, выпускающим продукты на основе облепихи.

По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология (рисунок 46) нектара осветленного обработанного из сока облепихи прямого отжима, на что имеются разработанные проекты технической документации для ООО НПО «Алтайский дар» (проект ТУ 10.32.19-010-10016999-2019 и проект ТИ 10.32.19-010-10016999-2019, приложение Г), а также имеется Акт о пробной выработке партии напитка в условиях действующего производства ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул (приложение Г).

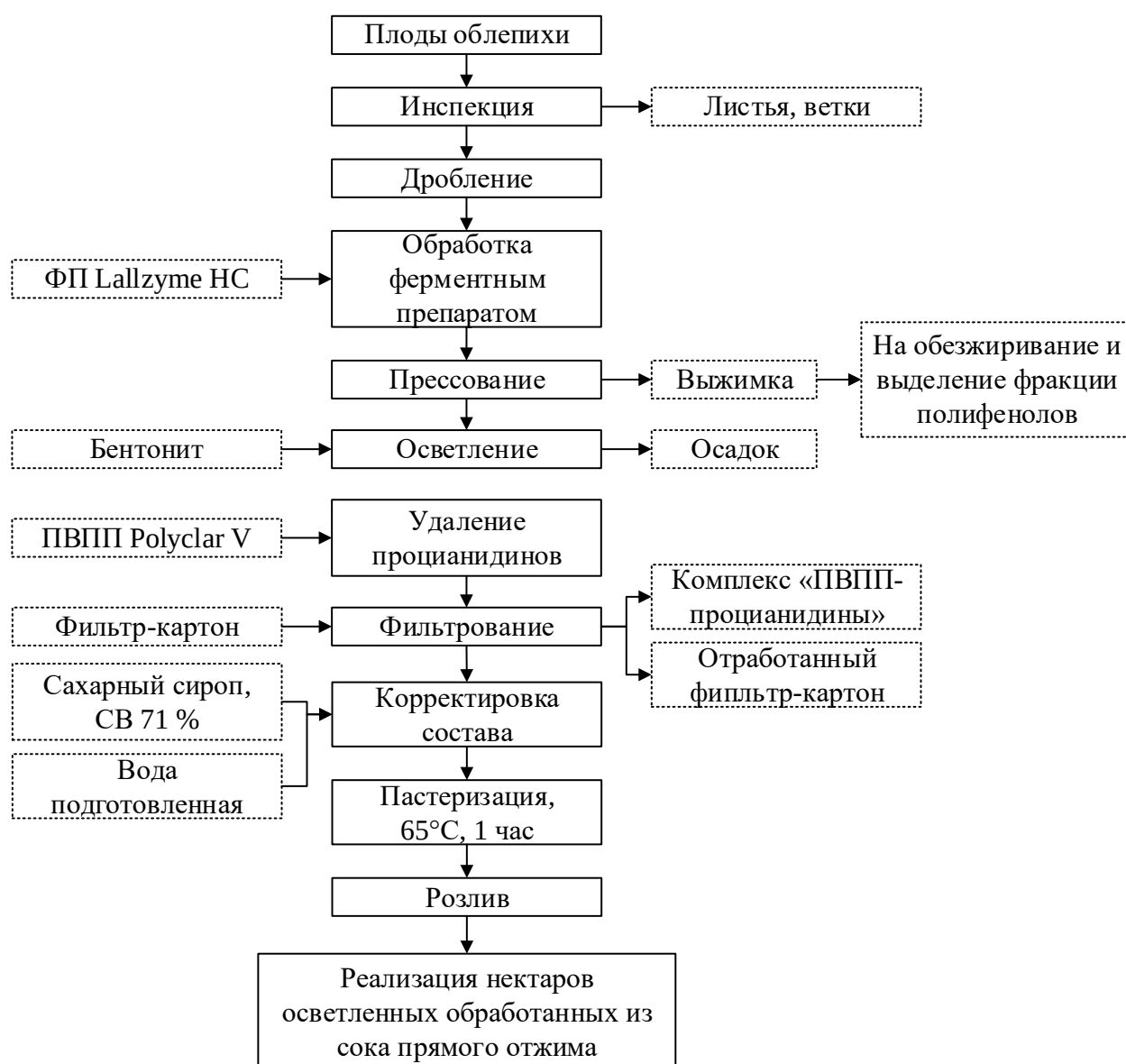


Рисунок 46 – Блок-схема производства нектаров осветленных сокодержущих обработанных из облепихового сока прямого отжима

4.4 Разработка научных основ технологии овощефруктовых смузи с соком облепихи

Фрукты и овощи отличаются высоким содержанием биологически активных веществ различной химической природы, в частности флавоноидов, каротиноидов, витаминов, которые являются термолабильными и во время технологическо-

го процесса претерпевают значительные изменения, например, снижается их содержание, вплоть до полного разрушения и образования нежелательных побочных продуктов [347].

С точки зрения здорового питания наиболее предпочтительным является употребление продуктов в свежем виде или при минимальной термической обработке. Интересным решением для разработки продуктов питания с минимальным термическим воздействием является разработка технологии смузи с использованием растительного сырья, содержащего большое количество биологически активных веществ. Данная группа напитков может выступать эффективным источником микро- и макронутриентов, особенно для людей с особыми потребностями в рационе, например, детей и пожилых людей [197]. Для поддержания высокого уровня метаболизма у этих групп населения необходимым условием является употребление достаточного количества воды [147], а также непрерывное поступление веществ, обеспечивающих организм энергией (в основном глюкозы [199]), а также минорных компонентов пищи, в первую очередь витаминов, флаваноидов, витаминов и провитаминов [203]. К сожалению, на сегодня в рационе питания населения России, в частности, очень мало продуктов и биологически активных добавок иммуностимулирующего, общеукрепляющего и радиопротекторного действия. Однако из растительного сырья, выращиваемого в стране, при соответствующих технологиях можно получить все необходимые биоконпоненты для нормального функционирования организма, оздоровления и профилактики заболеваний людей [20]. Поэтому перед пищевой промышленностью стоит совершенно новая проблема создания индустрии здорового питания, которая основывается на использовании новейших технологий и дает возможность сохранить в готовых продуктах ценный комплекс биологически активных веществ, заложенных в сырье природой.

Использование плодов облепихи в форме овощефруктовых смузи позволит привнести в рацион человека продукты питания, обогащенные каротиноидами, употребление которых снижает риски дегенеративных заболеваний, таких как рак, болезни сердечно-сосудистой системы [150; 219; 258]. Недостаточность упо-

требления каротиноидов в пищу приводит к возникновению в организме дефицита витамина А, поскольку *de novo* каротиноидные соединения синтезируются только в растениях и микроорганизмах.

Употребление в рационе питания значительного количества фруктов, ягод и овощей имеет решающее значение, поскольку они являются источниками не только необходимых питательных веществ, но и биологически активных соединений [56; 163; 203]. Современные требования рынка диктуют производителям пищевой продукции разработки новых форм и способов доставки продуктов конечному потребителю. Смузи выступают одной из новых форм для включения в рацион питания фруктов и овощей, консистенция и внешний вид напитка позволяет использовать широкий перечень ингредиентов, в том числе овощи, фрукты и ягоды, зелень, а также молоко, йогурты и т. п. [100; 169; 250]. Концепция смузи построена на включении в рецептуру ягод и фруктов без добавления сахара, подсластителей, консервантов, искусственных ароматизаторов и красителей. В то же время, учитывая особенности производства, заключающиеся в использовании свежего и термически необработанного сырья за счет чего высвобождаемые из клеточных стенок ферменты не инактивируются и легко контактируют с субстратами приводя к быстрому окислению фенольных веществ (например, за счет действия полифенолоксидаз), а высокое содержание сахара приводит к быстрой микробиологической порче продукта.

Таким образом, смузи представляют собой напитки с ограниченным сроком годности [328]. Имея в своем составе высокое содержание фруктов или ягод, а следовательно, макро- и микроэлементов, витаминов, комплекса нерастворимых пищевых волокон, смузи способствуют очищению организма от шлаков и токсинов, улучшают обмен веществ, нормализуют кислотно-щелочной баланс в организме, укрепляют иммунитет, повышают умственную и физическую работоспособность.

4.4.1 Разработка технологии каротиноидсодержащих безалкогольных напитков с добавлением облепихи

Среди всех компонентов растительного сырья жирорастворимые каротиноиды можно выделить в отдельную группу благодаря широкому спектру физиологического действия, а также незаменимостью, поскольку организмы животных неспособны к их биосинтезу. Выраженное антиоксидантное действие каротиноидов выражается в их способности предотвращать повреждения путем полной или частичной диссипации энергии синглетных атомов кислорода и реагировать с образующимися в организме свободными радикалами [208; 366]. Установленная в России суточная физиологическая потребность каротиноидов (β -каротина) для взрослых составляет не менее 5 мг [72].

Среди растительного сырья богатого каротиноидами и перспективного для использования в технологии смузи можно выделить плоды тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*) и ягоды облепихи крушиновидной (*Hippophaë rhamnoides* L.) [155]. Тыква является широко известной сельскохозяйственной культурой, однако ее промышленное применение несмотря на простоту переработки [318] ограничивается в основном производством пюре, соков и нектаров, хотя при этом она является источником ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, микроэлементов (фосфор, калий и магния). Пектин, содержащийся в тыкве и выступающий эффективным пищевым сорбентом способен образовывать гели при более низких концентрациях по сравнению с коммерческими цитрусовыми пектинами [319]. Имеются сведения о наличии в тыкве полисахаридов с потенциальными гипогликемическими и гипохолестеролемическим действием [167; 168].

Тыквенное пюре, как основу для смузи готовили путем измельчения и гомогенизации свежей мякоти тыквы сортов Грибовская, Алтайская кустовая и Зимняя сладкая. Для этого мякоть тыквы отделяли от корковой оболочки, семян и семенной мякоти, нарезами кусочками 3×3 см и подвергали блендированию. Приготов-

ленное пюре тыквы оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям.

Сок из ягод облепихи сорта Чуйская готовили методом прямого отжима с использованием корзиночного пресса. Полученный облепиховый сок оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям.

На разрезе мякоть всех исследуемых сортов тыкв имела ярко-желтую окраску, что свидетельствует о наличии в составе каротиноидов. Результаты физико-химического исследования мякоти тыквы представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Физико-химические показатели мякоти тыквы ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Рекомендуемая норма потребления [72]	Сорта тыквы		
		Грибовская	Алтайская кустовая	Зимняя сладкая
Массовая доля углеводов, %	257–586 г/сут	$4,68 \pm 0,08$	$5,21 \pm 0,07$	$6,87 \pm 0,05$
Массовая доля титруемых кислот*, %	–	$0,11 \pm 0,02$	$0,10 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,01$
Массовая концентрация каротиноидов, мг/100 г	5 мг/сут (β-каротин)	$1,33 \pm 0,12$	$1,49 \pm 0,09$	$1,62 \pm 0,11$
Примечание – * В пересчете на яблочную кислоту.				

Как показали результаты исследования в мякоти содержатся углеводы, которые придают тыкве сладкий вкус, являясь основными источниками энергии и обеспечивая ее высокую усвояемость.

Для получения пюре из свежей тыквы мякоть измельчали ручным блендером с насадкой «нож» до получения однородной массы без крупных кусочков. Как показала серия опытов, несмотря на высокую степень измельчения продукт остается с гетерогенной структурой, расслаиваясь на жидкую фракцию и твердые частицы, не образуя гомогената и представляя собой пульпу. Органолептические характеристики полученной пульпы представлены на рисунке 47.

Физико-химические показатели облепихового сока прямого отжима представлены в таблице 22.

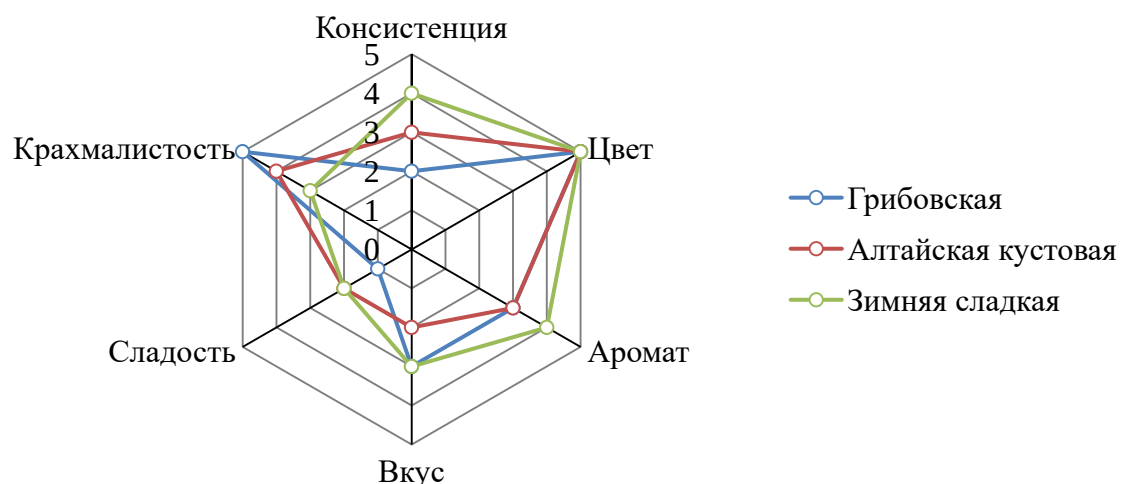


Рисунок 47 – Органолептические показатели мякоти тыквы

Таблица 22 – Физико-химические показатели сока облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Значение	Рекомендуемая норма потребления [72]
Массовая доля углеводов, %	$7,26 \pm 0,14$	257–586 г/сут
Массовая доля титруемых кислот*, %	$0,94 \pm 0,03$	—
Массовая концентрация каротиноидов, мг/100г	$2,17 \pm 0,08$	5 мг/сут (β-каротин)
Примечание – * В пересчете на яблочную кислоту.		

Таким образом, как показали результаты исследований тыква и облепиха могут являться сырьем для производства смузи с высоким содержанием каротиноидов.

С учетом незначительного содержания сахаров в тыкве и облепихе в качестве натурального подсластителя использовали мед и инвертный сахарный сироп, количество которых определяли расчетным путем. Были приготовлены образцы смузи, содержащие в своем составе 30 %; 40 % и 50 % пюре тыквы, а также 25; 50 и 75 г/дм³ углеводов.

Объем вносимого облепихового сока прямого отжима рассчитывали алгебраическим методом, до получения титруемой кислотности напитка 5 г/дм³. Объем напитка доводили до 1 дм³ питьевой водой. Полученные образцы оценивали органолептически, по пяти показателям (1–5 баллов): внешний вид; вкус; аромат; сла-

дость; гармоничность. Полученные баллы суммировались, результаты экспериментов обрабатывались с помощью пакета Statistica 6.0, для получения математической зависимости органолептических свойств от доли вносимых компонентов. Результаты представлены на рисунке 48.

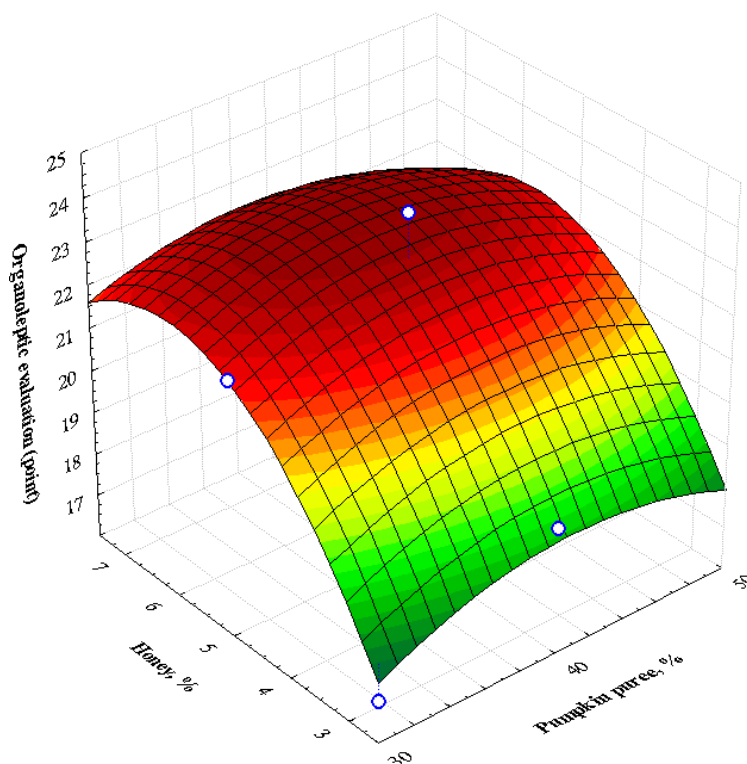


Рисунок 48 – Зависимость органолептических свойств смузи от количества вносимых компонентов ($n = 3, M \pm m$)

Была получена математическая модель отражающая зависимость суммы баллов органолептической оценки (Σ) от доли сахаросодержащего компонента, вносимого в напиток (x) и доли тыквенного пюре (y):

$$\Sigma = -8,667 + 0,85 \times x + 5,133 \times y - 0,01 \times x^2 - 0,01 \times x \times y - 0,4 \times y^2. \quad (8)$$

В готовом напитке был отмечен достаточно сильный аромат облепихи, но, несмотря на высокую органолептическую оценку полученного образца, он обладал достаточно жидкой консистенцией, благодаря которой напиток более походил на сок с мякотью, нежели на густой смузи.

Для устранения этого недостатка решено было использовать цитрусовый пектин для стабилизации консистенции. Рассчитанное количество пектина смешивали с частью сока, вносили мед и вливали в нагретую до 75 °С основу для смузи, перемешивали, выдерживали на водяной бане 10 мин. По окончании этого времени смузи разливали в стерильную тару вместимостью 250 мл, закрывали крышками и охлаждали.

Как показали органолептические исследования оптимальной дозировкой пектина является 3 %. Образцы, содержащие 1 % и 2 % пектина были склонны к постепенному расслаиванию; образцы, содержащие 4 % и 5 % пектина имели плотную консистенцию, при размешивании наблюдалось образование агломератов, снижающих визуальное восприятие.

В таблице 23 результаты определения физико-химических показателей смузи из тыквы «Зимняя сладкая» перед нагреванием и внесением пектина, а также сразу после охлаждения до 20 °С и после хранения в течение 5 и 10 сут.

Таблица 23 – Физико-химические показатели образцов смузи ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Свежий смузи	Смузи с 3 % пектина		
		после охлаждения до 20 °С	после хранения в течение 5 сут	после хранения в течение 10 сут
Массовая доля углеводов, %	5,02 ± 0,03	5,00 ± 0,03	5,00 ± 0,03	5,0 ± 0,03
Массовая доля титруемых кислот*, %	0,48 ± 0,03	0,49 ± 0,03	0,49 ± 0,02	0,49 ± 0,03
Массовая концентрация каротиноидов, мг/100 г	1,91 ± 0,04	1,74 ± 0,03	1,59 ± 0,04	1,53 ± 0,04
Примечание – * В пересчете на яблочную кислоту.				

Таким образом, снижение значений основных физико-химических показателей (содержание углеводов и титруемых кислот) в ходе приготовления смузи с добавлением пектина отмечено не было, однако в условиях нагрева до 75 °С и выдержки в течение 10 минут приводит к потере (14,13 ± 0,42) % каротиноидов, при этом суммарная потеря каротиноидов при изготовлении и хранении в течение

10 сут составила $(19,89 \pm 0,79)$ %. Таким образом, с учетом рекомендуемой нормы суточного поступления каротиноидов в организм человека употребление 250 мл смузи по разработанной рецептуре и технологии позволит удовлетворить до 40 % этой потребности.

Полученные в ходе исследований данные позволяют сделать обоснованные выводы о высоком содержании каротиноидов в готовых смузи из облепихи и тыквы, при этом консистенция напитка была стабилизирована дополнительным внесением пектина, который выполняет роль сорбента, таким образом, повышаются профилактические и функциональные свойства готового продукта. Разработанная технологическая концепция позволяет удовлетворять употреблением одной порции напитка около 40 % суточной нормы каротиноидов.

4.4.2 Биотехнологические приемы формирования качества каротиноидсодержащих смузи

Непрозрачность безалкогольных напитков типа «смузи», обусловленная их частично неоднородной консистенцией, является важным потребительским достоинством, так как обуславливает естественную привлекательность натурального напитка и придает визуальное ощущение наличия мякоти фрукта в составе напитка. Данная реологическая особенность органично вписывается в концепцию смузи как напитка здорового питания с минимальной термической обработкой, содержащего большое количество биологически активных веществ, в первую очередь витаминов, провитаминов, полифенольных веществ, а также пищевых волокон – так называемого суперпродукта [32; 100; 250; 301; 358; 378], эффективность которого доказана *in vitro* [326].

Известно, что эффект натуральности овощефруктовых смузи создается за счет включений частиц сырья. Нами предложена рецептурная композиция смузи, включающая облепиховый сок и пюре тыквы, однако чрезмерно крупные и грубые

частицы тыквы приводят к снижению привлекательности продукта, в том числе и за счет расслаивания в потребительной упаковке. Сильная гомогенизация состава приводит к получению сокообразного напитка и, как следствие, к снижению ощущаемых в ротовой полости характерных текстуры и вкуса смузи, что нежелательно для потребителей, выбирающих именно этот полезный напиток [194; 257; 370].

Имеющиеся исследования доказывают, что фруктовые смузи являются сложными системами – псевдопластическими неньютоновскими жидкостями [296; 355], для стабилизации которых в процессе хранения применялись такие технологические приемы, как обработка ультразвуком и гомогенизация [192; 249], а также различные стабилизаторы (например, карбоксиметилцеллюлоза) [359]. Псевдопластичность смузи проявляется при потребительской оценке консистенции – готовый напиток имеет густую волокнистую текстуру, однако при наложении на него внешнего воздействия (например, сжатия или перемешивания) приобретает текучесть характерную для жидкостей.

Вместе с тем стабильность напитков с неоднородной консистенцией является серьезной технологической проблемой, требующей новых подходов к решению, а именно: изучение возможности использования амилолитического ферментного препарата Termamil 2X для обеспечения стабильности реологических характеристик тыквенно-облепихового смузи, обеспечивающих в совокупности не расслаивающуюся консистенцию напитка.

Решение поставленной проблемы имеет не только значение для потребителя, но и является производственной необходимостью, поскольку нестабильные реологические свойства могут привести к отклонениям технологического процесса при перекачивании и транспортировке продукта по трубопроводам, а также привести к неравномерности дозирования продукта в потребительской упаковке. В результате нарушения процесса дозирования часть упакованной продукции может оказаться слишком густой для употребления, и наоборот.

Объектами исследования являлись пюре из тыквы сорта Зимняя сладкая, сок из ягод облепихи сорта Чуйская и образцы смузи приготовленные из 50 % тыквенного пюре, 25 % облепихового сока, сахарного сиропа с содержанием су-

хих веществ 67,5 % (5 % от общего количества приготавливаемого напитка) и воды (остальное до 100 %).

Оценку органолептических показателей образцов смузи проводили при температуре 22 °С и естественном освещении по следующим показателям: вкус, цвет, сладость, аромат, консистенция. Для оценки влияния обработки тыквенного пюре ферментным препаратом Tergamil 2X на потребительские и реологические свойства напитка определяли кинематическую вязкость с использованием капиллярного вискозиметра с диаметром капилляра 2 мм, а также осуществляли микроскопирование пюре при ферментации.

Приготовленные с полученной пульпой тыквы образцы смузи имели удовлетворительные вкусовые и ароматические характеристики, однако консистенция напитка была расслаивающейся и с низкой влагоудерживающей способностью (рисунок 49).

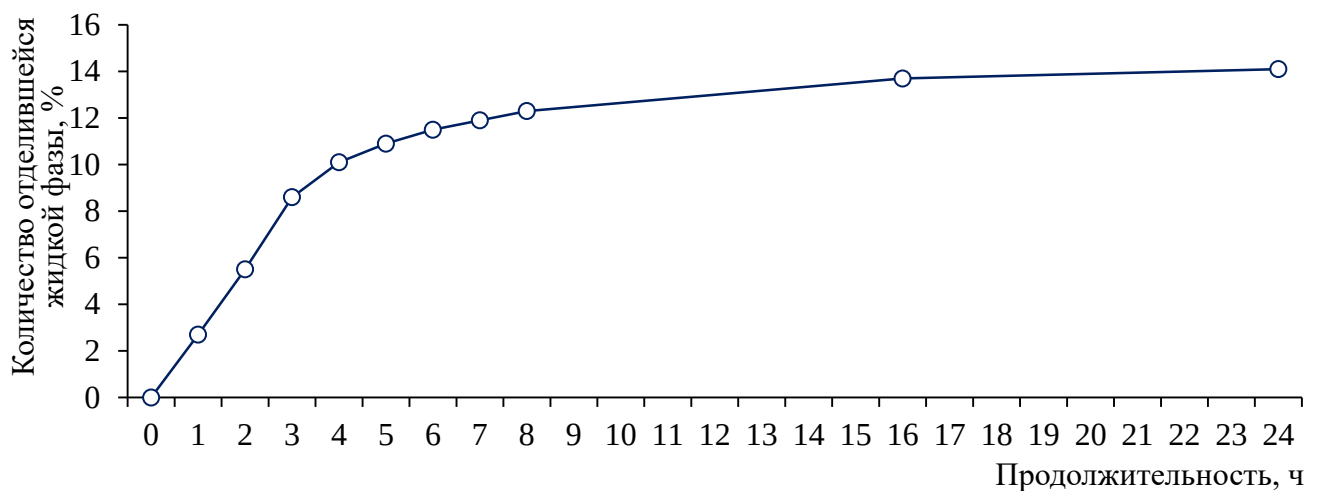


Рисунок 49 – Динамика количества отделяющейся жидкой фазы при хранении смузи ($n = 3, M \pm m$)

Таким образом, использование грубой пульпы тыквы не позволяет добиться желаемого результата с точки зрения стабильных реологических характеристик, поскольку расслоение смузи начинается практически сразу после приготовления, что не позволяет допускать простоя оборудования при производстве.

Использование ферментного препарата Termamil 2X, представляющего собой термостабильную бактериальную α -амилазу, для гидролиза крахмалистой части пюре тыквы, обуславливающей стабильный каркас за счет крахмальных зерен в клетках ткани, способствует также повышению пищевой ценности и улучшению органолептических свойств напитка.

Для проведения гидролиза крахмала ферментный препарат вносили в количествах от 0,1 % до 0,5 % с равным интервалом концентраций и оценивали продолжительность гидролиза при температуре 75 °С по йодной пробе через интервалы времени равные 5 мин. Йодную пробу подвергали микроскопированию для уточнения полноты гидролиза (рисунок 50).

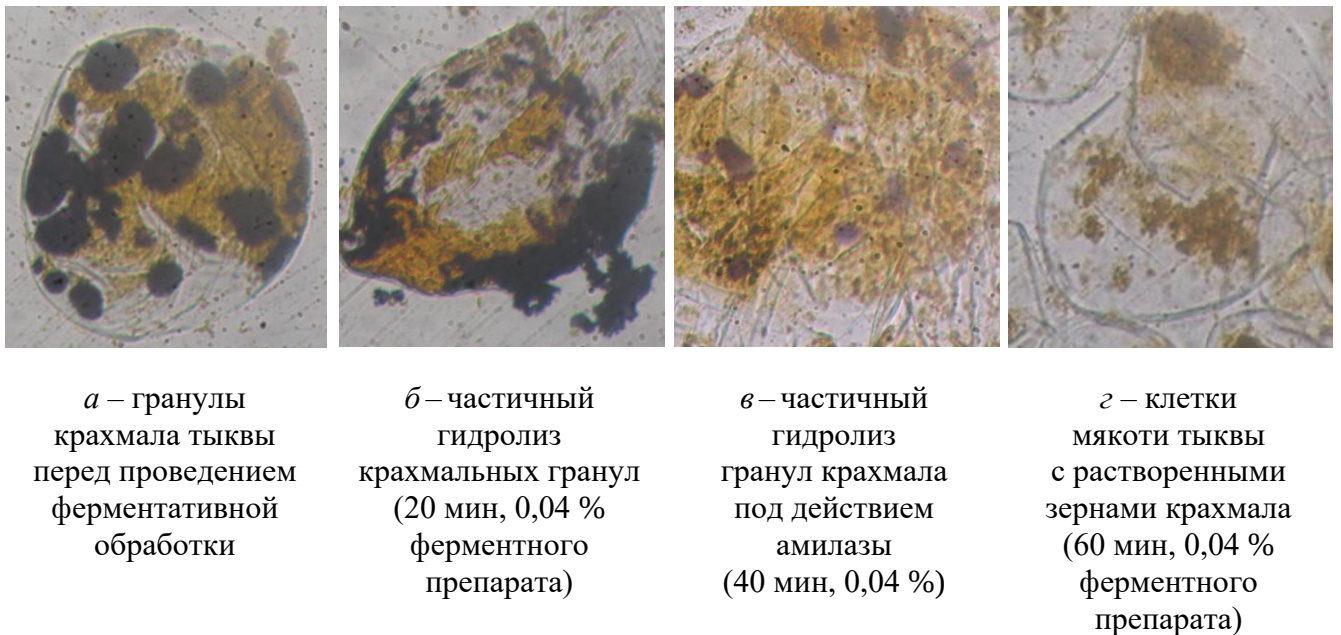


Рисунок 50 – Расщепление крахмала при обработке пюре тыквы ферментным препаратом Termamil 2X

Как показал органолептический анализ, неприятный крахмалистый привкус стал практически неощутим, консистенция частично неоднородна, однако в рамках разрабатываемой концепции напитка данная реологическая особенность придает визуальное ощущение наличия мякоти фрукта в составе напитка, что является весомой внешней характеристикой для потребителя.

На рисунке 51 представлены результаты определения кинематической вязкости ферментированного пюре тыквы.

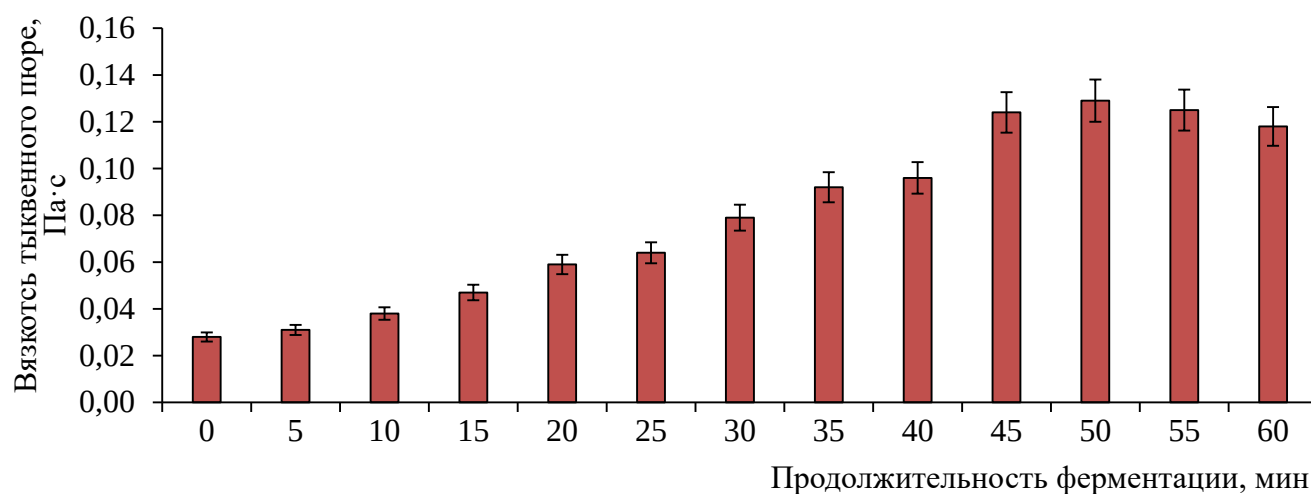


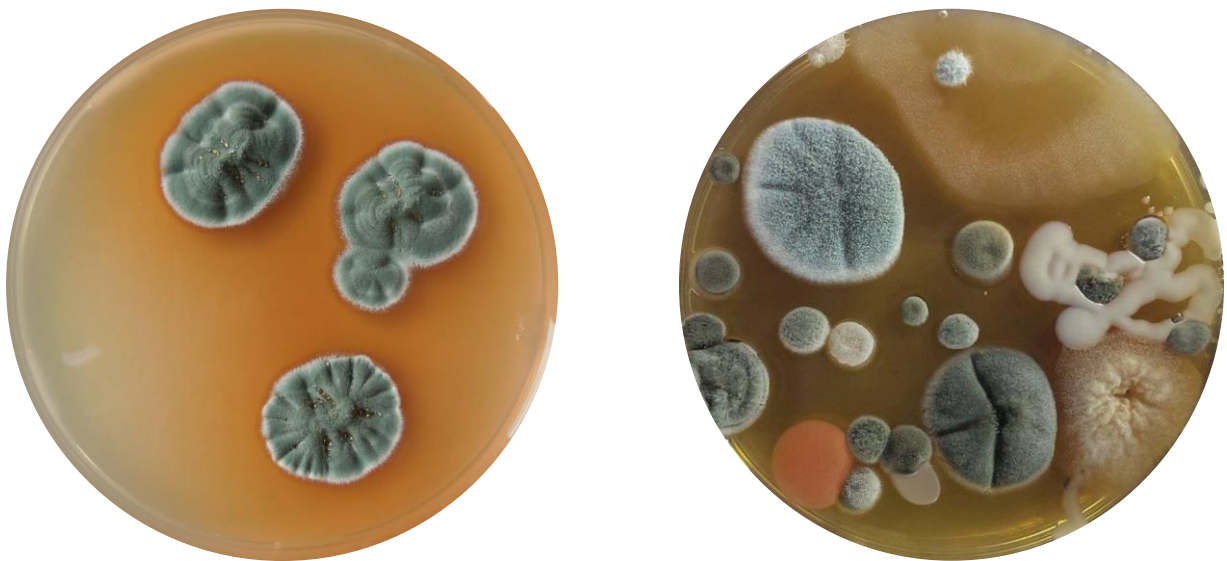
Рисунок 51 – Динамика кинематической вязкости тыквенного пюре при ферментации ($n = 3, M \pm m$)

Результаты показывают, что характер изменения кинематической вязкости тыквенного пюре при ферментации аналогичен изменениям, характерным для крахмальных клейстеров – в начале процесса происходит увеличение показателя вследствие набухания крахмальных зерен, а затем снижение, вследствие разрушения крахмала амилазой и накоплением в среде низкомолекулярных углеводов и декстринов, незначительно оказывающих влияние на значение вязкости.

В образцах смузи, полученных с использованием ферментированного тыквенного пюре, также оценивали влагоудерживающую способность. В результате было доказано, что максимальное количество отделившейся жидкой фазы при экспозиции в течение 24 ч не превышает 3 %.

4.4.3 Научное обоснование режимов консервирования тыквенно-облепиховых смузи

Как показало опытное хранение образцов смузи в герметично укоренной стеклянной таре в бытовом холодильнике ($T = (4 \pm 10) ^\circ\text{C}$) в течение 15 сут, без изменения качества образцы хранились 10 сут, затем в некоторых банках отмечено образование микробиологической пленки и плесени. Был сделан высеv на питательный ГРМ-агар для подтверждения порчи после 10 сут хранения (рисунок 52). Таким образом, вопросы консервирования должны быть проработаны более детально.



a – в течение 12 сут

б– в течение 16 сут

Рисунок 52 – Внешний вид колоний,
выросших в чашках Петри посевов смузи после хранения

Концепция напитков для здорового питания практически исключает возможность использования искусственных консервантов, поэтому основным вариантом придания стойкости при хранении является использование такого технологического приема как пастеризация.

В виду наличия в смузи большого количества биологически активных веществ, являющихся термолабильными соединениями, было принято решение о том, что максимальной температурой нагрева будет являться температура 70 °С. Эксперимент по влиянию пастеризации на процесс хранения образцов тыквенно-облепиховых смузи, приготовленных по указанным рецептурам проводили при температурах 50; 60 и 70 °С. Продолжительность обработки составляла 40; 50 и 60 мин. Результаты, представленные на рисунке 53.

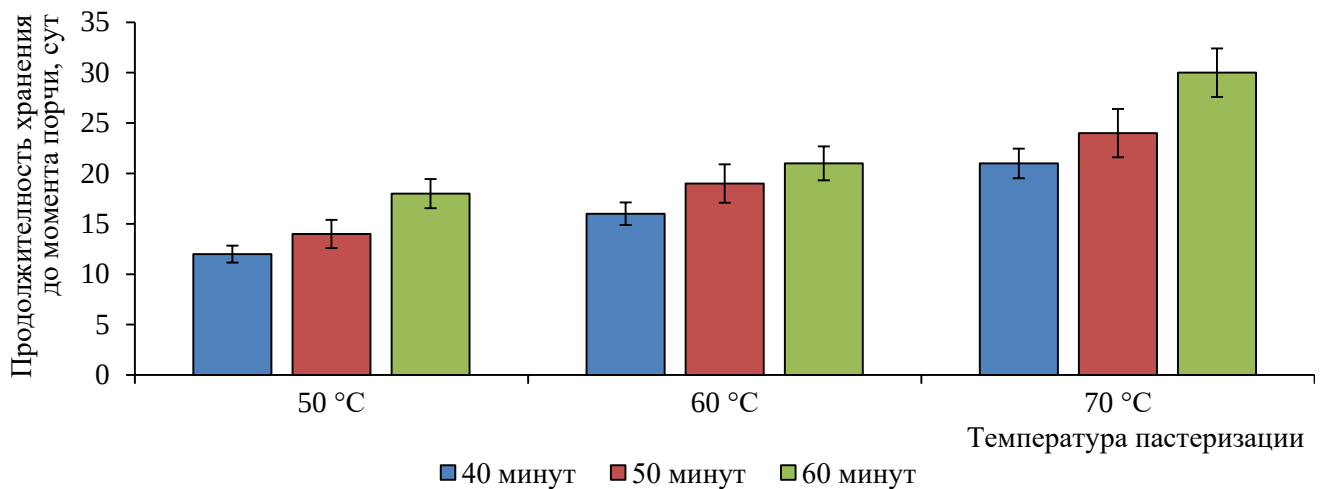


Рисунок 53 – Продолжительность хранения образцов тыквенно-облепиховых смузи в зависимости от температуры и продолжительности пастеризации ($n = 3$, $M \pm m$)

Результаты эксперимента показывают, что применение пастеризации при 70 °С в течение 60 мин позволяют увеличить продолжительность хранения смузи в герметично укоренной стеклянной таре до 25 сут. Таким образом, использование данного приема позволяет увеличить срок реализации продукции, что положительным образом сказывается на рентабельности продукции.

Готовые образцы смузи подвергали исследованиям по физико-химическим и органолептическим показателям (таблица 24 и рисунок 54).

Из данных таблицы 24 видно, что состав кислот и сахаров смузи при пастеризации не меняется, наблюдается незначительное снижение содержания полифенольных веществ, что может быть связано с термическим разрушением некото-

рых классов этих соединений. Также наблюдается разрушение каротиноидов, которое составило 18,3 %; 23,2 % и 32,3 % по отношению к начальному содержанию этого компонента в свежеприготовленных смузи ($1,64 \pm 0,05$) в зависимости от температуры пастеризации.

Таблица 24 – Физико-химические показатели образцов смузи после пастеризации ($n = 3, M \pm m$)

Температура пастеризации тыквенно-облепиховых смузи	Массовая концентрация			
	титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/л	сахаров, г/л	полифенольных веществ, мг/дм ³	каротиноидов, мг/100 г
50 °С	$4,91 \pm 0,02$	$74,3 \pm 1,3$	$254,2 \pm 8,5$	$1,34 \pm 0,05$
60 °С	$4,92 \pm 0,03$	$74,3 \pm 1,4$	$243,2 \pm 9,6$	$1,26 \pm 0,06$
70 °С	$4,92 \pm 0,02$	$74,3 \pm 1,4$	$237,5 \pm 11,2$	$1,11 \pm 0,08$

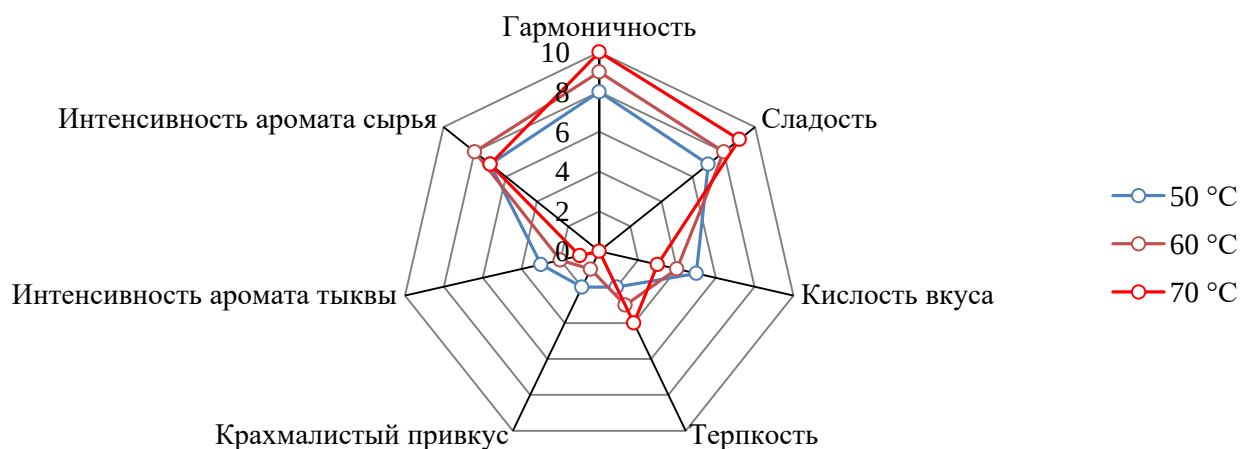


Рисунок 54 – Профилограмма органолептических свойств образцов смузи в зависимости от продолжительности пастеризации

В результате органолептической оценки образцов смузи было отмечено, что с повышением температуры пастеризации и увеличении ее продолжительности улучшаются органолептические свойства смузи, что вероятно связано с протеканием процессов ассимиляции вкусо-ароматических веществ, а также протекания

различных химических реакций между компонентами сырья, в том числе реакции меланоидинообразования.

4.4.4 Разработка практических мероприятий по стабилизации каротиноидов при хранении смузи

В работе [323] указывается на наличие зависимости между концентрацией полифенольных веществ и сохранностью β -каротина. В составе научного коллектива автором была разработана технология переработки облепихового шрота в концентрат полифенольных веществ, содержащих рутин, кверцетин, изорамнетин и кемпферол [2; 64; 92; 104]. Особенностью разработанного продукта является высокое содержание рутина (более 40 % от суммарного содержания полифенолов в концентрате).

Таким образом, исследования влияния рутина на сохранность каротиноидов смузи при проведении процесса пастеризации представляются достаточно интересными.

Была проведена серия опытов по изучению влияния концентрации вносимого рутина в смузи перед пастеризацией на содержание каротиноидов в продукте после пастеризации. Результаты представлены на рисунке 55.

Можно видеть, что при пастеризации в течение 60 мин в присутствии рутина наблюдается его стабилизирующее действие на каротиноиды. Полученные результаты позволяют не только научно обосновать способ сохранения каротиноидов на 96,3 %; 92,1 % и 90,2 % при различных температурах пастеризации смузи, но и обеспечить более высокую антиоксидантную активность готовых напитков.

Кроме того, как отмечено в ряде наших работ рутин и флавоноиды облепихового шрота обладают слабой антибактериальной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (209-P) и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, а также обладают слабой фун-

гистатической активностью в отношении дрожжеподобных грибов *Candida albicans* ATCC 10231 [1; 142].

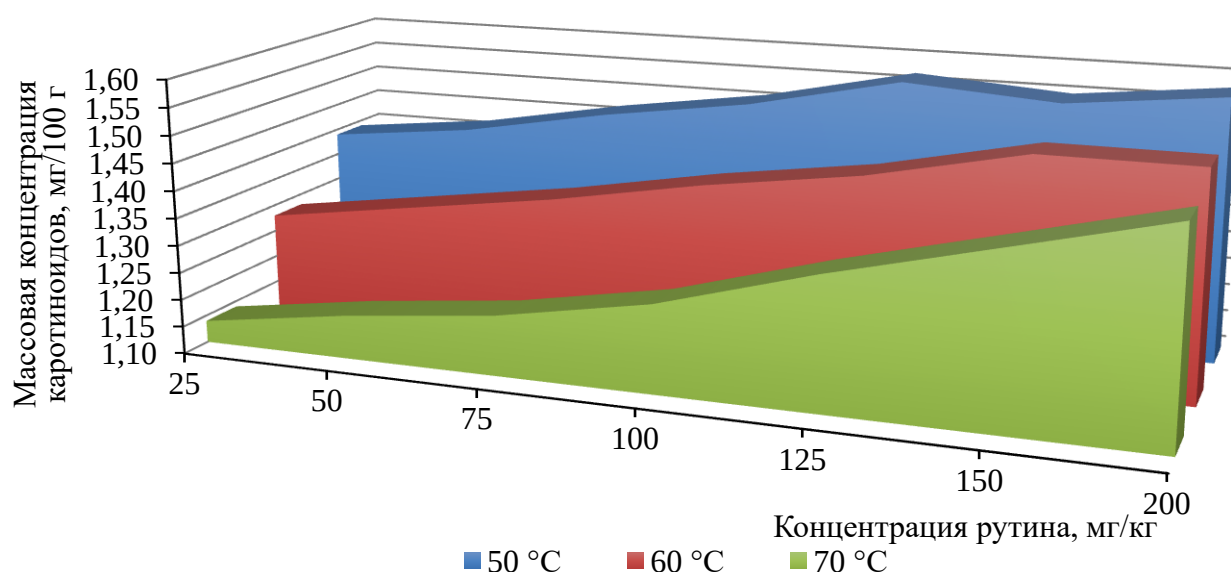


Рисунок 55 – Влияние концентрации рутина на сохранность каротиноидов при проведении пастеризации в течение 1 ч

Результаты исследования микробиологического состояния образцов смузи после хранения в течение 20, 25 и 30 сут представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Микробиологические показатели безопасности образцов смузи после хранения в течение 30 сут (пастеризация при 70 °C) ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Допустимые уровни	Температура пастеризации смузи		
		50 °C	60 °C	70 °C
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, см ³ , не более	30	15 ± 2	10 ± 3	5 ± 1
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в массе продукта, г/см ³	100	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/см ³ , не допускаются	40	35±2	30±1	25±4

Таким образом, можно сделать вывод о том, что гарантированный срок годности тыквенно-облепихового смузи по разработанной технологии может составлять не менее 25 сут. В таблице 26 представлены результаты физико-химического исследования образцов смузи.

Таблица 26 – Показатели качества тыквенно-облепиховых смузи после хранения в течение 30 сут (пастеризация при 70 °С) ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Температура пастеризации смузи		
	50 °С	60 °С	70 °С
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	$12,18 \pm 0,10$	$12,45 \pm 0,10$	$12,61 \pm 0,10$
Массовая доля титруемых кислот, в пересчете на яблочную кислоту, %	$0,45 \pm 0,03$	$0,47 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,03$
Массовая доля углеводов, %	$7,11 \pm 0,07$	$7,34 \pm 0,10$	$7,48 \pm 0,10$
Массовая концентрация каротиноидов, мг/100 г	$1,80 \pm 0,07$	$1,68 \pm 0,06$	$1,49 \pm 0,06$

Внешний вид образцов смузи был охарактеризован как однородная, не расслаивающаяся текучая масса без включения заметных глазу частиц сырья, маслянистая пленка, характерная для неосветленных продуктов переработки облепихи отсутствовала. Вкус всех образцов смузи был ярко выраженный, сладко-кислый свойственный ягодам облепихи, овощной привкус свежей тыквы отсутствовал. Запах продукта хорошо выраженный, свойственный ягодам облепихи. Посторонних вкуса и запаха не обнаружено. Цвет чистый, оранжевый, характерный для используемого сырья, равномерный по всему объему продукта.

Таким образом, тыквенно-облепиховый смузи представляет собой сложный продукт, полученный методами пищевой биотехнологии (рисунок 56), характеризующийся равномерной текучей консистенцией без склонности к расслаиванию, зависящей от соотношения рецептурных компонентов. Результаты органолептической оценки и физико-химических исследований показали высокое качество продукта.

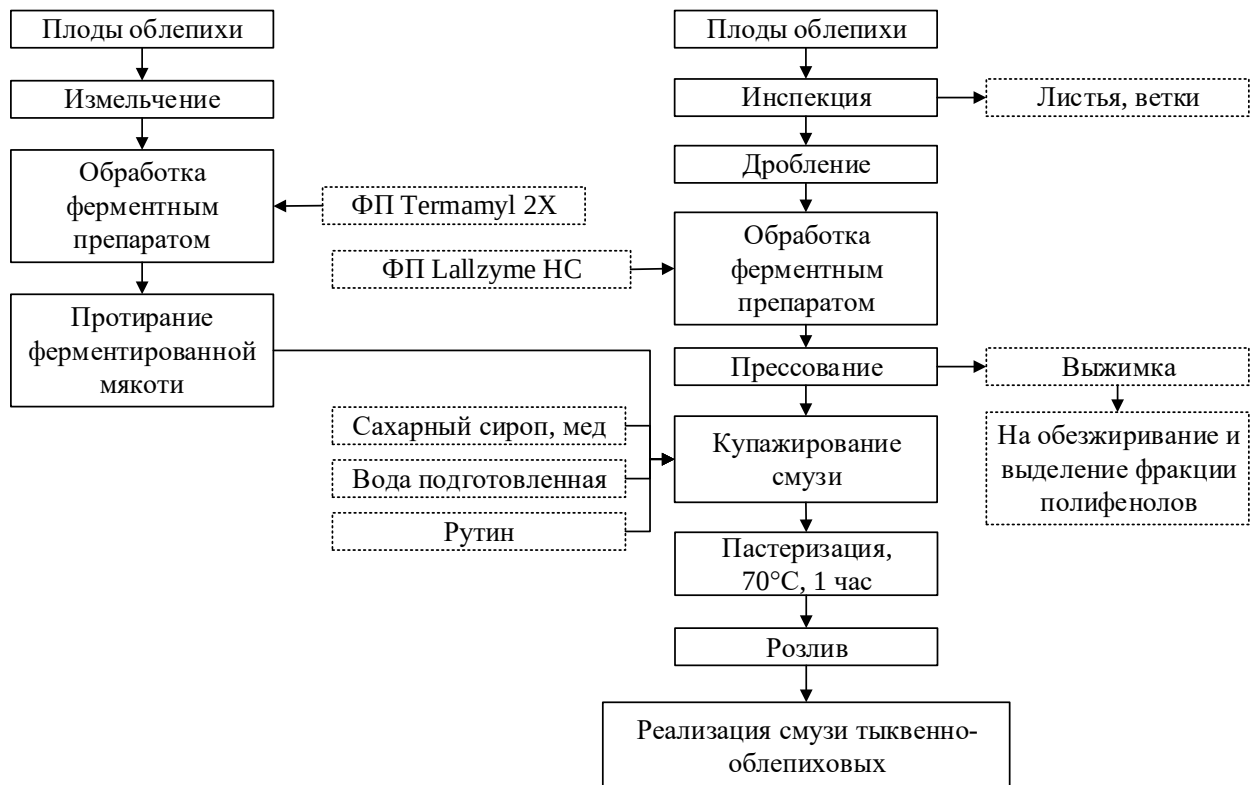


Рисунок 56 – Блок-схема производства тыквенно-облепихового смузи

По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология смузи тыквенно-облепихового, на что имеются разработанные проекты технической документации для ООО НПО «Алтайский дар» (проект ТУ 10.32.17-010-10016999-2019 и проект ТИ 10.32.17-010-10016999-2019, приложение Г), а также имеется акт о пробной выработке партии напитка в условиях действующего производства ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул (приложение Г).

4.5 Научно-практические аспекты результатов исследований

На основании собственных результатов исследований показана возможность использования пектолитических ферментных препаратов для интенсификации процесса производства соковой продукции из плодов облепихи.

Доказано, что неосветленные напитки из облепихи обладают низкой стабильностью внешних органолептических характеристик напитков, связанной с особенностями химического состава, в частности содержания таких нестабильных и реакционноспособных соединений как аскорбиновая кислота и полифенольные соединения различных классов.

Научно обосновано использование бентонита для проведения процесса осветления облепихового сока, позволяющего проводить также корректировку оптических характеристик соков за счет удаления при обработке продуктов деградации аскорбиновой кислоты.

Научно обоснована и доказана возможность использования препаратов поливинилполипиролитонов для стабилизации облепиховых соков от процессов окислительного потемнения, вызванных процианидинами – реакционноспособными веществами фенольной природы. Проведенные исследования позволили создать авторскую программу для расчета содержания суммы фенольных веществ при обработке препаратами ПВПП облепиховых соков.

Сформированы и научно обоснованы основные положения биотехнологии производства каротиноидсодержащих напитков типа смузи на основе тыквы и облепихи. Разработана рецептура напитка и условия производства, позволяющие сократить потери каротиноидов при производстве. Разработаны и апробированы режимы консервирования готового продукта, позволяющие устанавливать срок годности каротиноидсодержащего смузи равный 25 сут.

5 Формирование научных принципов и разработка технологических решений производства безалкогольных ферментированных напитков из облепихи

5.1 Концепция ферментированных напитков как вектор развития новых рынков безалкогольных напитков брожения

Одной из ключевых продуктово-технологических инноваций является совершенствование промышленной обработки сельскохозяйственного сырья, в том числе плодового, с использованием технологий производства, снижающих факторы риска, – «Low/No/Reduced» и «Better-for-you». Данные направления предусматривают, во-первых, щадящую обработку природных продуктов, так как современный потребитель избегает употребления традиционных продуктов, прошедших жесткую технологическую обработку; во-вторых, в России и ряде других стран отмечается возрождение традиционных процессов и технологий, таких как, например, ферментация. Они более просты и понятны потребителю, воспринимаются как естественные по сравнению с современными технологиями, которые ассоциируются с «искусственностью»; в-третьих, одним из популярных направлений является создание «ремесленных» продуктов и напитков. На этой волне имеют хорошие шансы выйти на рынок производители, предлагающие продукты питания и напитки «ручной» работы по старинным проверенным временем рецептам: например, крафтовые напитки брожения, приготовленные с использованием природных симбиотических культур *Oryzomyces indichi* (так называемый, водяной кефир [182; 270; 284]) и *Medusomyces gisevi* (комбуча [148; 343]).

Несмотря на достаточную известность напитков с использованием природных симбиотических культур на мировом рынке, для России данные напитки, приготовленные с использованием сельскохозяйственных плодовых культур, являют-

ся достаточно новым направлением, что подтверждается ограниченным предложением на рынке. Таким образом, разработка научных основ использования плодового сырья – облепихи крушиновой *Hippophae rhamnoides* в технологии традиционных ферментированных безалкогольных напитков является своевременным и актуальным направлением исследований для практики производства и переработки продуктов растениеводства [39].

5.2 Научные основы производства ферментированных напитков с использованием симбиотической культуры *Oryzomyces indic*

5.2.1 Изучение условий культивирования консорциума *Oryzomyces indic*

На основании литературных источников известно, что традиционной средой для культивирования рисового гриба является сахарозосодержащая среда с добавлением изюма, выступающего как растительная добавка, обеспечивающая наличие в среде факторов роста – азотистых веществ и других компонентов.

С учетом специфичности облепихи необходимо определить возможность использования сока плодов облепихи для производства ферментированного напитка, известного под названиями «Водяной кефир», «Водный кефир» или «Тиби» [182; 284; 323].

В ранних работах автора и его коллег [36; 37; 38; 40] были представлены результаты по определению условий культивирования культуры рисового гриба, концентрации углеводов в среде, а также длительности культивирования.

Как и любая другая пищевая система, напитки брожения обладают совокупностью физико-химических и органолептических свойств. С учетом особенностей микробного состава рисового гриба в качестве контролируемых физико-химичес-

ких параметров были выбраны: массовая концентрация сахаров, титруемых кислот и накопление биомассы.

Для определения оптимального количества вносимого сока облепихи в питательную среду для культивирования консорциума гриба в емкости для ферментирования вносили сахар-песок из расчета получения концентрации углеводов равной 100 г/дм³. К растворам сахарозы прибавляли осветленный сок облепихи (сорт Алтайская, урожай 2018 г.) в количестве 5 %; 10 %; 15 %; 20 %; 25 % и 30 %. Для исключения влияния посторонней микрофлоры с поверхности плодов облепихи и возможной контаминации при осветлении, сок облепихи перед использованием подвергали пастеризации в течение 1 ч при 65 °С.

В подготовленный субстрат вносили культуру *Oryzomyces indicī* в количестве 5 % от объема питательной среды. Образцы термостатировали при температуре (25 ± 1) °С в течение 5 сут.

Через каждые сутки культивирования в образцах оценивали изменение физико-химических показателей, а также органолептические характеристики напитков по внешнему виду, его цвету и вкусу.

Так, изменение содержания сухих веществ в культивируемых образцах происходило с различной скоростью и находилось в прямой зависимости от концентрации сока облепихи в среде и концентрации сахарозы. Наиболее активное снижение сухих веществ происходило в питательной среде содержащей 100 г/дм³ сахарозы и 15–25 % осветленного сока облепихи (рисунок 57). Важно отметить, что высокая концентрация сока облепихи (30 %) негативно сказывается на состоянии симбиотической культуры рисового гриба, что доказывается минимальным приростом биомассы (рисунок 58).

Как показывают результаты исследований скорость убыли углеводов в образце, содержащем 25 % облепихового сока максимальна, что обеспечивает также максимальное накопление биомассы. В образце, содержащем 30 % облепихового сока, наблюдается угнетение жизнедеятельности симбиотической культуры, однако точной причины для этого установлено не было. Возможно, это связано с более высоким содержанием веществ фенольной природы, способствующих об-

разования клеточных агломератов и препятствующих их свободному распространению в культуральной среде.

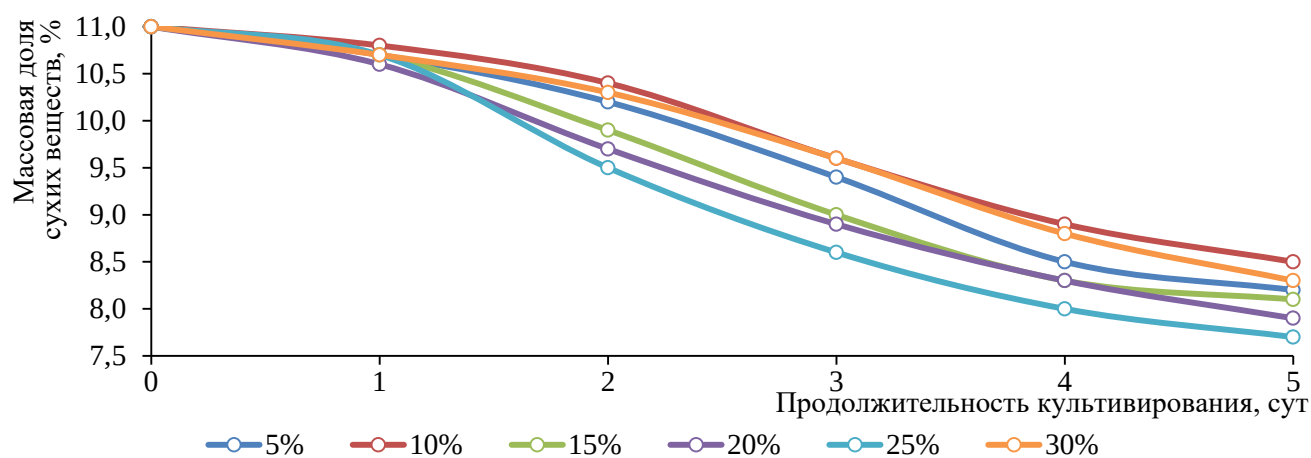


Рисунок 57 – Динамика убыли сухих веществ в процессе культивирования *Oryzomyces indicі* ($n = 3$, $M \pm m$)

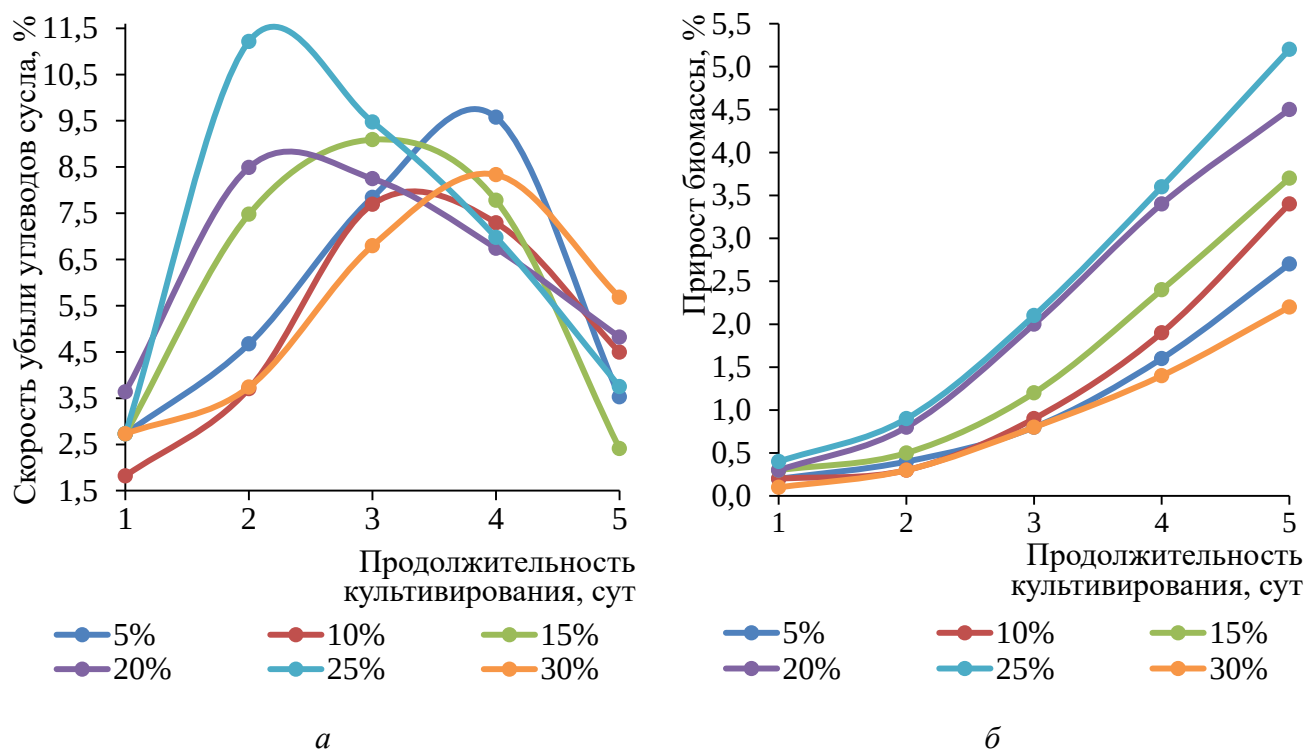


Рисунок 58 – Динамика убыли сахаров (а) и прироста биомассы (б) в процессе культивирования *Oryzomyces indicі* ($n = 3$, $M \pm m$)

В течение 5 сут культивирования в образцах напитков определяли массовую долю титруемых кислот (рисунок 59а) и содержание этилового спирта. Активное накопление титруемых кислот связано с наличием в составе используемой закваски ацидофильных микроорганизмов (молочнокислых и уксуснокислых бактерий), которые в результате своей жизнедеятельности активно усваивают углеводы субстрата с образованием органических кислот.

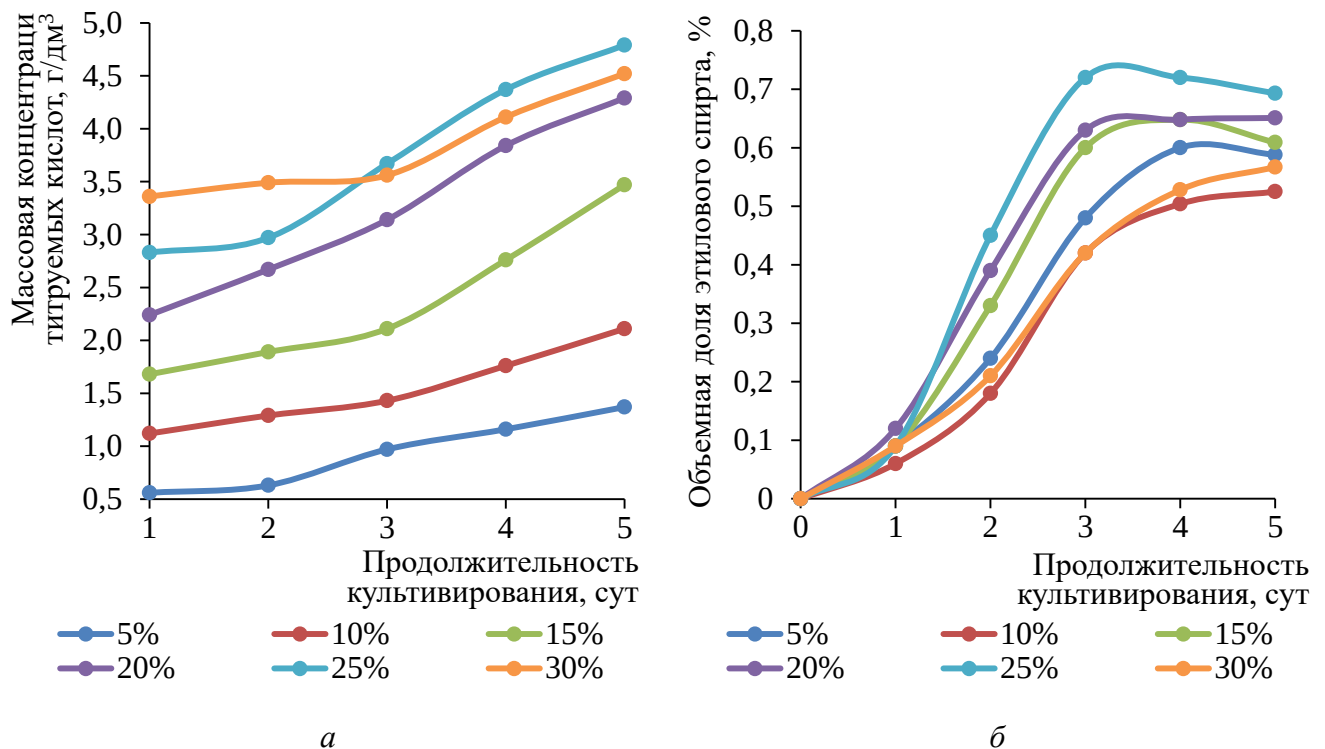


Рисунок 59 – Динамика изменения титруемой кислотности субстратов в процессе ферментации ($n = 3$, $M \pm m$)

В целом, титруемая кислотность субстратов находится в пропорциональной зависимости от содержания облепихового сока в среде для ферментации и равномерно увеличивается в течение культивирования рисового гриба. Наличие значительного количества органических кислот положительно сказывается на вкусовых характеристиках напитка, придавая ему освежающие и тонизирующие качества.

Динамика накопления спирта в исследуемых образцах представлена на рисунке 59, б. Отмечено, что наибольшее количество этилового спирта синтезирует-

ся в первые трое суток ферментации, затем содержание спирта в среде снижается, по-видимому, за счет биохимического окисления эндогенного этанола уксуснокислыми бактериями, входящими в состав культуры *Oryzomyces indicī*.

К пятым суткам культивирования максимальная объемная доля этилового спирта отмечена в образце, содержащем 100 г/дм³ сахарозы и 25 % сока облепихи, и составила $(0,69 \pm 0,08)$ %. Стоит отметить, что по данному показателю напиток можно отнести к безалкогольным напиткам брожения.

В полученных напитках во всех вариантах оценивали такие органолептические показатели как внешний вид, цвет, вкус и аромат. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Органолептические характеристики ферментированных напитков при культивировании *Oryzomyces indicī*

Показатель	Образец субстрата				
	Продолжительность культивирования, сут				
	1	2	3	4	5
Образец 1: 100 г/дм³ сахарозы + 5 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Бледно-желтый				
Вкус	Сладковатый, приторный			Сладкий с легкой кислинкой	
Аромат	Слабый с нотами облепихи			Легкий аромат брожения	
Образец 2: 100 г/дм³ сахарозы + 10 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Бледно-желтый				
Вкус	Сладкий с легкой кислинкой			Кисло-сладкий	
Аромат	Слабый с нотами облепихи			Аромат смешанного брожения с нотами облепихи	
Образец 3: 100 г/дм³ сахарозы + 15 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный			Кисло-сладкий, с выраженными нотами облепихи	

Продолжение таблицы 27

Показатель	Образец субстрата				
	Продолжительность культивирования, сут				
	1	2	3	4	5
Аромат	Слабый, облепиховый		Аромат смешанного брожения с выраженными тонами облепихи		
Образец 4: 100 г/дм³ сахарозы + 20 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный		Кисло-сладкий, с выраженными нотами облепихи		
Аромат	Слабый, облепиховый		Аромат смешанного брожения с выраженными тонами облепихи		
Образец 5: 100 г/дм³ сахарозы + 25 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный		Кисло-сладкий, освежающий		
Аромат	Облепиховый, выраженный		Интенсивный аромат смешанного брожения с выраженными тонами облепихи		
Образец 6: 100 г/дм³ сахарозы + 30 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Кисло-сладкий, приятный		Выраженный кисло-сладкий вкус с привкусом плодов облепихи		
Аромат	Облепиховый, выраженный		Интенсивный аромат смешанного брожения с выраженными тонами облепихи		

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что применение симбиотической культуры рисового гриба в производстве безалкогольных напитков брожения с добавлением облепихи является перспективным, так как напиток обладает высокими органолептическими показателями за счет накопления при ферментации значительного количества органических кислот, придающих напитку приятный освежающий кисло-сладкий вкус с выраженным ароматом смешанного брожения и тонами облепихи.

На данном этапе исследований был определен оптимальный состав питательного субстрата для культивирования культуры *Oryzomyces indicis*, который должен содержать 100 г/дм³ сахарозы и 25 % облепихового сока. Указанное количество компонентов позволяет получать гармоничный напиток с освежающим кисло-сладким вкусом с интенсивным ароматом смешанного брожения с выраженными тонами облепихи во вкусе и аромате.

По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология безалкогольного ферментированного напитка «Тиби с облепихой», на что имеются разработанные проекты технической документации (ТУ 11.07.19-013-10016999-2020 и ТИ 11.07.19-013-10016999-2020, приложение Г), а также имеется Акт о пробной выработке партии напитка в условиях действующего производства ООО НПО «Алтайский дар», г. Барнаул (приложение Г).

5.2.2 Изучение условий культивирования консорциума *Medusomyces gisevi*

Известно [148; 343], что традиционно для культивирования чайного гриба *Medusomyces gisevi* при получении национального напитка «Комбуча» используют сахарозосодержащую среду, приготавливаемую с использованием настоя чайного листа.

С учетом внешнего вида разрабатываемого напитка целесообразным явилось рассмотрение возможности использования настоя зеленого чая в качестве основы для безалкогольного напитка типа «Комбуча».

Сусло для культивирования пленки чайного гриба приготавливали с использованием настоя зеленого крупнолистового чая Greenfield. Для этого 10 г чая заливали горячей водой с температурой 95 °С при гидромодуле 1:10, выдерживали в течение часа и отфильтровывали. В настое чайного листа контролировали содержание суммы полифенольных веществ и при необходимости разбавляли чи-

стой водой до установленного значения равного 200 мг/дм³, выбранного на основе органолептического анализа.

В разбавленный настой вносили осветленный сок облепихи (сорт Алтайская, урожай 2018 г.) в количестве 5 %; 10 %; 15 %; 20 %; 25 %; 30 % и сахар-песок из расчета 100 г/дм³, перемешивали до полного растворения и вносили пленку чайного гриба в количестве 5 % от объема инокулята. Образцы термостатировали при температуре (25 ± 1) °С в течение 5 сут.

Для исключения влияния посторонней микрофлоры с поверхности плодов облепихи и возможной контаминации при освещении, сок облепихи перед использованием подвергали пастеризации в течение 1 ч при 65 °С.

С учетом особенностей микробного состава чайного гриба в качестве контролируемых физико-химических параметров были выбраны: массовая концентрация сахаров, титруемых кислот и накопление биомассы.

Через каждые сутки культивирования в образцах оценивали изменение физико-химических показателей, а также органолептические характеристики напитков по внешнему виду, его цвету и вкусу.

Так, изменение содержания сухих веществ в культивируемых образцах происходило с различной скоростью и находилось в прямой зависимости от концентрации сока облепихи в среде и концентрации сахарозы. Наиболее активное снижение сухих веществ происходило в питательной среде содержащей 100 г/дм³ сахарозы и 20–25 % осветленного сока облепихи (рисунок 60). Важно отметить, что высокая концентрация сока облепихи (30 %) как и в случае с рисовым грибом, негативно сказывается на состоянии симбиотической культуры чайного гриба, что доказывается минимальным приростом биомассы (рисунок 61).

Как показывают результаты исследований скорость убыли углеводов в образце, содержащем 20 % и 25 % облепихового сока максимальна, что обеспечивает также максимальное накопление биомассы. В образце, содержащем 30 % облепихового сока, наблюдается угнетение жизнедеятельности симбиотической культуры, однако точной причины для этого установлено не было.

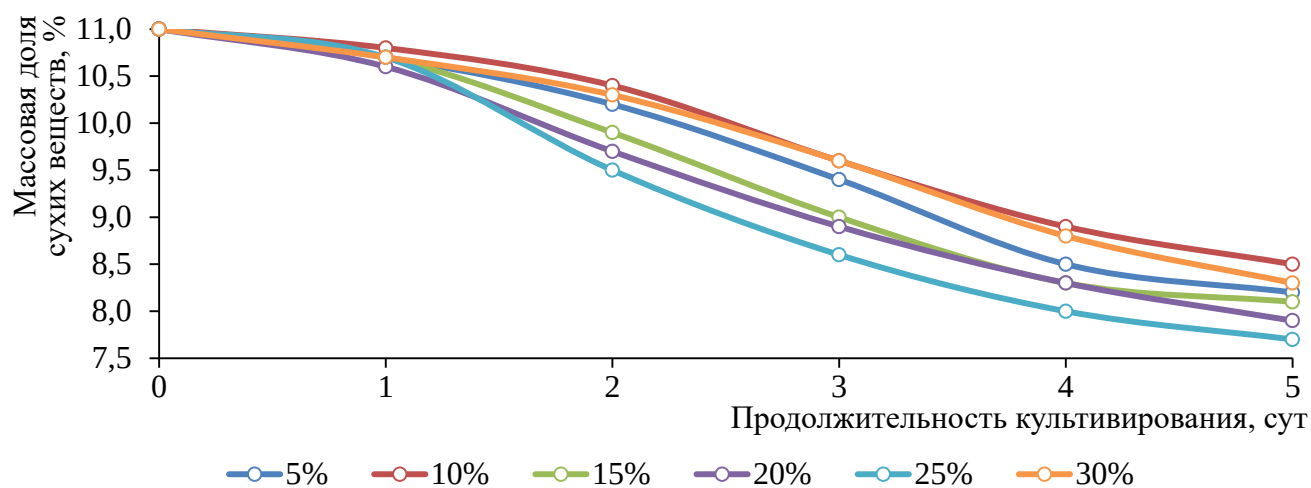


Рисунок 60 – Динамика убыли сухих веществ в процессе культивирования *Medusomyces gisevi* ($n = 3$, $M \pm m$)

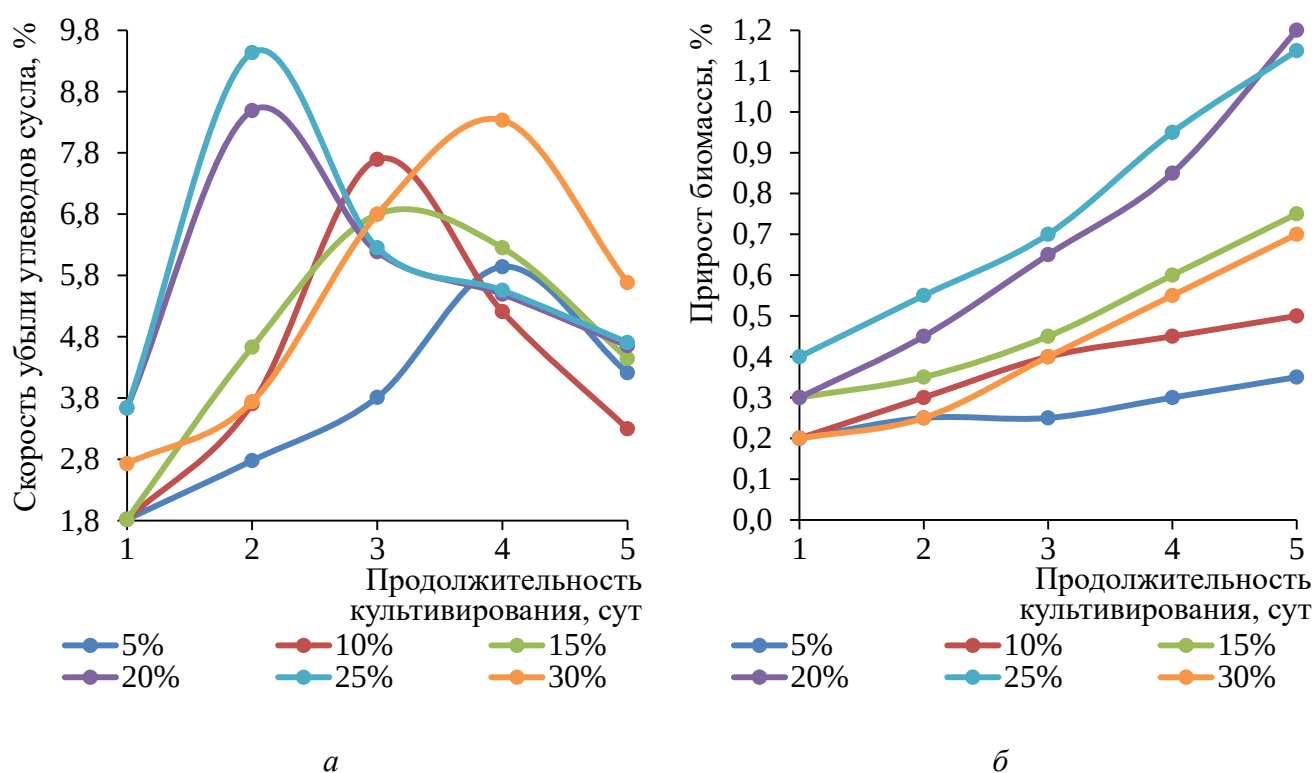


Рисунок 61 – Динамика убыли сахаров (а) и прироста биомассы (б) в процессе культивирования *Medusomyces gisevi* ($n = 3$, $M \pm m$)

В течение пяти суток культивирования образцов напитков определяли массовую долю титруемых кислот (рисунок 62а) и содержание этилового спирта. Активное накопление титруемых кислот связано с наличием в составе используемой закваски ацидофильных микроорганизмов (молочнокислых и уксуснокислых бактерий), которые в результате своей жизнедеятельности активно усваивают углеводы субстрата с образованием органических кислот.

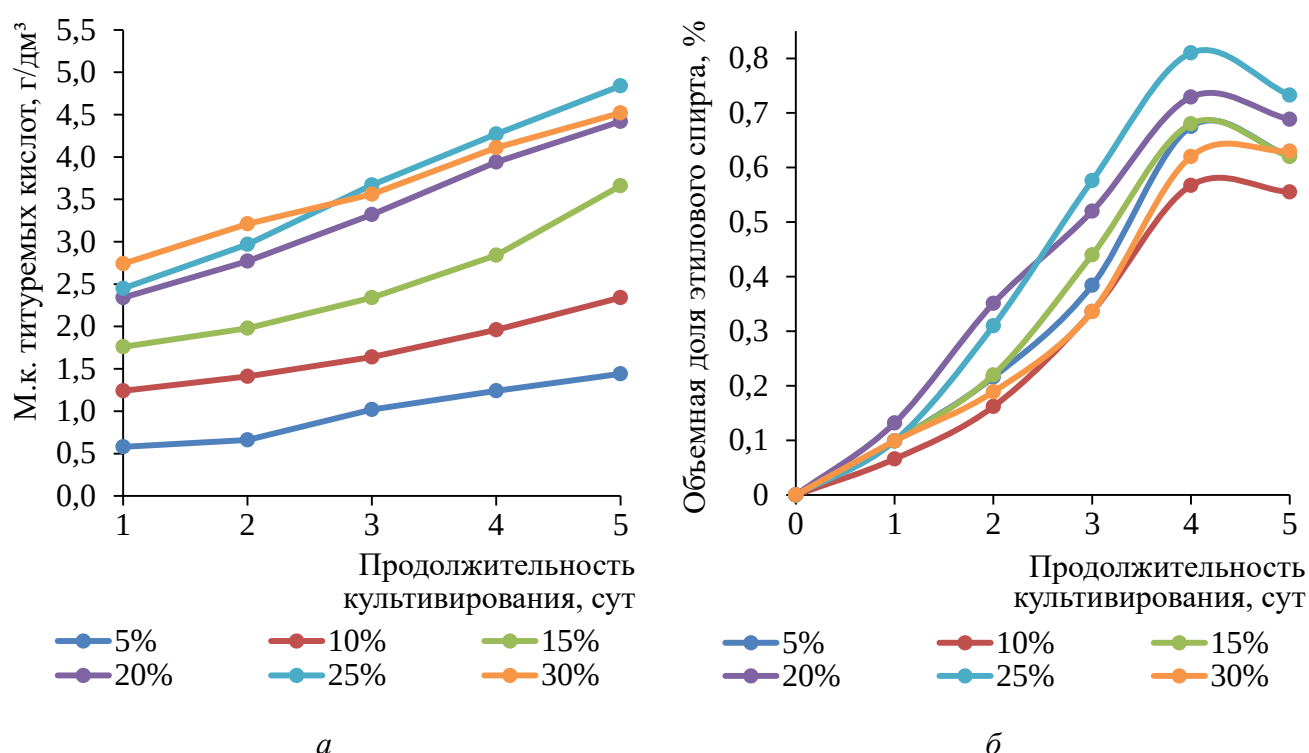


Рисунок 62 – Динамика изменения титруемой кислотности субстратов в процессе культивирования *Medusomyces gisevi* ($n = 3$, $M \pm m$)

В целом, титруемая кислотность образцов находится в пропорциональной зависимости от содержания облепихового сока в среде для ферментации и равномерно увеличивается в течение культивирования чайного гриба. Наличие значительного количества органических кислот положительно сказывается на вкусовых характеристиках напитка, придавая ему освежающие и тонизирующие качества.

Динамика накопления спирта в исследуемых образцах представлена на рисунке 62б. Отмечено, что наибольшее количество этилового спирта синтезируется

в первые трое суток ферментации, затем содержание спирта в среде снижается, по-видимому, за счет биохимического окисления эндогенного этанола уксуснокислыми бактериями, входящими в состав культуры *Medusomyces gisevi*.

К пятым суткам культивирования максимальная объемная доля этилового спирта отмечена в образце, содержащем 100 г/дм³ сахарозы и 25 % сока облепихи, и составила $(0,73 \pm 0,06) \%$. Стоит отметить, что по данному показателю напиток можно отнести к безалкогольным напиткам брожения.

В полученных напитках во всех вариантах оценивали такие органолептические показатели как внешний вид, цвет, вкус и аромат. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Органолептические характеристики ферментированных напитков при культивировании *Medusomyces gisevi*

Показатель	Образец субстрата				
	Продолжительность культивирования, сут				
	1	2	3	4	5
Образец 1: 100 г/дм³ сахарозы + 5 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Бледно-желтый				
Вкус	Сладковатый, приторный			Сладкий с легкой кислинкой	
Аромат	Слабый с нотами облепихи			Легкий аромат брожения	
Образец 2: 100 г/дм³ сахарозы + 10 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Бледно-желтый				
Вкус	Сладкий с легкой кислинкой			Кисло-сладкий	
Аромат	Слабый с нотами облепихи			Аромат смешанного брожения с нотами облепихи	
Образец 3: 100 г/дм³ сахарозы + 15 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный		Кисло-сладкий, с выраженными нотами облепихи		

Продолжение таблицы 28

Показатель	Образец субстрата				
	Продолжительность культивирования, сут				
	1	2	3	4	5
Аромат	Слабый, облепиховый		Аромат смешанного брожения с выраженными тона-ми облепихи		
Образец 4: 100 г/дм³ сахарозы + 20 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный		Выраженный кисло-сладкий вкус с привкусом плодов облепихи и уксусной кислоты		
Аромат	Слабый, облепиховый		Аромат смешанного брожения с выраженными тона-ми облепихи		
Образец 5: 100 г/дм³ сахарозы + 25 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Сладковато-кислый, приятный		Кисло-сладкий, освежающий		
Аромат	Облепиховый, выра-женный		Интенсивный аромат смешанного брожения с выра-женными тонами облепихи		
Образец 6: 100 г/дм³ сахарозы + 30 % облепихового сока					
Внешний вид	Непрозрачная жидкость				
Цвет	Желтый, соответствующий используемому сырью				
Вкус	Кисло-сладкий, прият-ный		Интенсивный аромат смешанного брожения с выра-женными тонами облепихи		
Аромат	Облепиховый, выра-женный		Интенсивный аромат смешанного брожения с выра-женными тонами облепихи		

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что применение симбиотической культуры чайного гриба в производстве безалкогольных напитков брожения с добавлением облепихи является перспективным, так как напиток обладает высокими органолептическими показателями за счет накопления при ферментации значительного количества органических кислот, придающих напитку приятный освежающий кисло-сладкий вкус с выраженным ароматом смешанного брожения и тонами облепихи.

На данном этапе исследований был определен оптимальный состав питательного субстрата для культивирования культуры *Medusomyces gisevi*, который должен содержать 100 г/дм³ сахарозы и 25 % облепихового сока. Указанное количество компонентов позволяет получать гармоничный напиток с освежающим кисло-сладким вкусом с интенсивным ароматом смешанного брожения с выраженными тонами облепихи во вкусе и аромате.

По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология безалкогольного ферментированного напитка «Комбуча с облепихой», на что имеются разработанные проекты технической документации (проект ТУ 11.07.19-012-10016999-2020 и проект ТИ 11.07.19-012-10016999-2020, приложение Г), а также имеется Акт о пробной выработке партии напитка в условиях действующего производства ООО НПО «Алтайский дар» (приложение Г).

5.2.3 Выбор способа увеличения срока годности ферментированных напитков

С точки зрения микробиологической стабильности, ферментированные безалкогольные напитки брожения, наиболее уязвимы, поскольку чаще всего являются продуктами незавершенного брожения, а условия производства (кислотность среды, температура процессов) являются приемлемыми для большинства микроорганизмов.

Среди основных причин биологической нестабильности ферментированных напитков можно определить следующие:

- высокое содержание в сусле сбраживаемых сахаров (поскольку согласно технологии, в готовый напиток вносится от 25 % до 75 % сахарного сиропа);
- низкая концентрация спирта (порядка 0,5–1,0 %) не способная в какой-либо мере приостановить развитие посторонней микрофлоры в напитке;

- низкое содержание в среде растворенного диоксида углерода, являющегося консервантом, обеспечивающим анаэробные условия для микроорганизмов;
- высокая температура брожения, способствующая значительной контаминации среды посторонними бактериями.

Таким образом, даже при организации производства, исключающего попадание в готовый напиток посторонних микроорганизмов-контаминантов, присутствие микроорганизмов закваски приводит при длительном хранении кваса к существенному изменению органолептических характеристик и физико-химических показателей.

В первую очередь инфицирование ферментированных напитков вызывают дрожжи различных родов. Они способны вызвать в готовом напитке выпадение осадка, помутнение, изменение вкусоароматического профиля, а также на поверхности может образоваться пленка (например, при инфицировании дрожжами рода *Candida*).

Наличие в составе ассоциативных культур молочнокислых или уксуснокислых бактерий также играет большую роль в последующей порче напитков. Незначительное инфицирование кислотообразующими бактериями может вызвать легкое подкисление напитка, однако чрезмерное и неконтролируемое развитие данных микроорганизмов приводит к прокисанию напитка, что делает невозможным его использование по назначению.

Неосветленные и нефильтрованные безалкогольные напитки брожения обычно имеют непродолжительную стойкость (не более 2 сут), что обуславливает их сезонность и невозможность проводить розлив в потребительскую тару.

Для организации производства напитка с повышенным сроком годности необходимо применение технологических приемов, обеспечивающих минимальное содержание микроорганизмов в разливаемом напитке. Наиболее часто применяемые способы придания биологической стабильности напитку – применение обеспложивающей фильтрации и пастеризации.

Кроме того, обязательным условием является соблюдение санитарно-микробиологических мероприятий, снижающих риск инфицирования напитка.

Отличительной особенностью напитков на основе рисового и чайного гриба является их стойкость при хранении. Так, необработанный специальным образом, напиток может храниться при 5–7 °С не больше 3 сут, затем появляется резкий запах уксуса, а на поверхности напитков может образовываться пленка уксуснокислых бактерий. При этом накопление уксусной кислоты составляет более 3,5 г/дм³ (при исходном содержании не более 1,2–1,5 г/дм³).

В целях увеличения срока хранения исследовали возможность пастеризации и использования консервантов напитка. Пастеризацию осуществляли путем нагрева и выдерживании при заданной температуре в течение часа. Затем напитки укупоривали, охлаждали и хранили при температуре 5–7 °С в холодильной камере. Также, в напитки вносили в качестве консерванта сорбиновую кислоту, бензойную кислоту и смесь сорбиновой и бензойной кислот. В качестве показателя-маркера, по которому отслеживали эффективность пастеризации и внесения консерванта, являлось содержание летучих кислот, в пересчете на уксусную кислоту. Результаты эксперимента приведены в таблицах 29 и 30.

Таблица 29 – Результаты эксперимента по увеличению продолжительности хранения напитка на основе рисового гриба (на примере образца содержащего 25 % облепихового сока) ($n = 3$, $M \pm m$)

Операция	Содержание уксусной кислоты, г/дм ³ , в процессе хранения					
	3 сут	6 сут	12 сут	18 сут	21 сут	30 сут
Пастеризация при 65 °С	1,11 ± 0,04	1,18 ± 0,03	1,45 ± 0,04	2,14 ± 0,02	2,78 ± 0,03	3,42 ± 0,04
Пастеризация при 70 °С	1,10 ± 0,03	1,13 ± 0,03	1,32 ± 0,06	1,87 ± 0,03	2,34 ± 0,03	3,01 ± 0,04
Пастеризация при 75 °С	1,11 ± 0,03	1,11 ± 0,02	1,26 ± 0,04	1,77 ± 0,02	2,21 ± 0,04	2,78 ± 0,03
Внесение сорбиновой кислоты 100 мг/дм ³	1,09 ± 0,02	1,13 ± 0,04	1,17 ± 0,03	1,26 ± 0,03	1,42 ± 0,04	1,61 ± 0,02
Внесение сорбиновой кислоты 200 мг/дм ³	1,10 ± 0,04	1,13 ± 0,03	1,13 ± 0,03	1,18 ± 0,02	1,27 ± 0,03	1,43 ± 0,04
Внесение сорбиновой кислоты 300 мг/дм ³	1,07 ± 0,03	1,11 ± 0,03	1,12 ± 0,02	1,14 ± 0,03	1,21 ± 0,03	1,36 ± 0,03
Внесение бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,08 ± 0,02	1,14 ± 0,06	1,18 ± 0,02	1,34 ± 0,03	1,48 ± 0,05	1,61 ± 0,04

Продолжение таблицы 29

Операция	Содержание уксусной кислоты, г/дм ³ , в процессе хранения					
	3 сут	6 сут	12 сут	18 сут	21 сут	30 сут
Внесение бензойной кислоты 100 мг/дм ³	1,05 ± 0,02	1,11 ± 0,04	1,15 ± 0,05	1,27 ± 0,04	1,39 ± 0,05	1,53 ± 0,03
Внесение бензойной кислоты 150 мг/дм ³	1,03 ± 0,03	1,07 ± 0,03	1,13 ± 0,05	1,21 ± 0,05	1,34 ± 0,04	1,43 ± 0,02
Внесение сорбиновой кислоты 100 мг/дм ³ и бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,07 ± 0,04	1,11 ± 0,02	1,20 ± 0,03	1,28 ± 0,06	1,37 ± 0,03	1,49 ± 0,03
Внесение сорбиновой кислоты 150 мг/дм ³ и бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,03 ± 0,02	1,08 ± 0,05	1,16 ± 0,03	1,22 ± 0,03	1,27 ± 0,04	1,33 ± 0,05

Таблица 30 – Результаты эксперимента по увеличению продолжительности хранения напитка на основе чайного гриба (на примере образца содержащего 25 % облепихового сока) ($n = 3$, $M \pm m$)

Операция	Содержание уксусной кислоты, г/дм ³ , в процессе хранения					
	3 сут	6 сут	12 сут	18 сут	21 сут	30 сут
Пастеризация при 65 °С	1,23 ± 0,04	1,25 ± 0,03	1,34 ± 0,04	2,26 ± 0,02	2,68 ± 0,03	3,54 ± 0,04
Пастеризация при 70 °С	1,22 ± 0,03	1,25 ± 0,03	1,32 ± 0,06	2,17 ± 0,03	2,44 ± 0,03	3,23 ± 0,04
Пастеризация при 75 °С	1,24 ± 0,03	1,25 ± 0,02	1,36 ± 0,04	2,07 ± 0,02	2,31 ± 0,04	3,08 ± 0,03
Внесение сорбиновой кислоты 100 мг/дм ³	1,22 ± 0,02	1,23 ± 0,04	1,37 ± 0,03	1,56 ± 0,03	1,72 ± 0,04	1,81 ± 0,02
Внесение сорбиновой кислоты 200 мг/дм ³	1,22 ± 0,04	1,23 ± 0,03	1,33 ± 0,03	1,48 ± 0,02	1,57 ± 0,03	1,63 ± 0,04
Внесение сорбиновой кислоты 300 мг/дм ³	1,23 ± 0,03	1,23 ± 0,03	1,32 ± 0,02	1,44 ± 0,03	1,51 ± 0,03	1,66 ± 0,03
Внесение бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,22 ± 0,02	1,23 ± 0,06	1,38 ± 0,02	1,54 ± 0,03	1,68 ± 0,05	1,81 ± 0,04
Внесение бензойной кислоты 100 мг/дм ³	1,22 ± 0,02	1,24 ± 0,04	1,35 ± 0,05	1,47 ± 0,04	1,59 ± 0,05	1,63 ± 0,03
Внесение бензойной кислоты 150 мг/дм ³	1,23 ± 0,03	1,23 ± 0,03	1,33 ± 0,05	1,41 ± 0,05	1,54 ± 0,04	1,63 ± 0,02

Продолжение таблицы 30

Операция	Содержание уксусной кислоты, г/дм ³ , в процессе хранения					
	3 сут	6 сут	12 сут	18 сут	21 сут	30 сут
Внесение сорбиновой кислоты 100 мг/дм ³ и бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,24 ± 0,04	1,24 ± 0,02	1,30 ± 0,03	1,38 ± 0,06	1,47 ± 0,03	1,49 ± 0,03
Внесение сорбиновой кислоты 150 мг/дм ³ и бензойной кислоты 50 мг/дм ³	1,22 ± 0,02	1,24 ± 0,05	1,26 ± 0,03	1,32 ± 0,03	1,37 ± 0,04	1,42 ± 0,05

Таким образом, пастеризация напитков на основе рисового и чайного гриба показала низкую эффективность, что объясняется наличием в составе симбиотической культуры спорообразующих бактерий *Acetobacter aceti*. Использование сорбиновой кислоты показало большую эффективность, так к 30-м суткам хранения напитков содержание уксусной кислоты в образцах содержащих 200 и 300 мг/дм³ сорбиновой кислоты составляло не более 1,5 и 1,7 г/дм³ для *Oryzomyces indicis* и *Medusomyces gisevi* соответственно. Превышение уровня содержания уксусной кислоты более 1,5 г/дм³ приводит к невозможности употребления напитка вследствие сильного ухудшения органолептических свойств.

Внесение бензойной кислоты в разрешенных концентрациях также приводит к подавлению кислотонакопления в напитках, однако ее внесение менее эффективно по сравнению с действием сорбиновой кислоты.

Использование смеси сорбиновой и бензойной кислоты (150 и 50 мг/дм³ соответственно) показало наибольшую эффективность. Так к 30-м суткам культивирования максимальное накопление уксусной кислоты составило 1,33 и 1,42 г/дм³ для напитков «Тиби» и «Комбуча» соответственно.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволяют сформировать основные требования к технологии производства ферментированных напитков на основе симбиотических культур рисового и чайного гриба и натурального сока облепихи. Применение смеси сорбиновой и бензойной кис-

лоты, в концентрации 150 и 50 мг/дм³ соответственно, позволяет увеличить продолжительность срока хранения напитков до 30 сут.

5.2.4 Определение качества ферментированных напитков

Для размножения и развития культуры *Oryzomyces indichi* достаточным является наличие в среде усваиваемых углеводов, и также небольшого количества изюма, выступающего, как было показано в нашей работе [38] в качестве источника азотистых веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности симбионта. При этом возможна полная замена изюма на фруктово-ягодные соки [41], что позволяет в полной мере перейти к промышленно организованной технологии производства так называемого водяного кефира в том числе и с использованием сока ягод облепихи.

В то же время для эффективного развития культуры *Medusomyces gisevi* обязательным является наличие в среде большого количества полифенолов, в частности, вносимых с настоем чайного листа.

Таким образом, приготовление единого питательного субстрата для культивирования симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* не представляется возможным, однако в случае использования чайного гриба необходимо изучить возможность замены полифенолов чая на нативные полифенолы облепихового сока, содержащиеся в больших количествах в самой ягоде.

В таблице 31 представлены составы сусел для культивирования симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi*, подобранные при условии получения конечной кислотности напитков не более 5 г/дм³ (при этом на основании собственных исследований установлено, что в результате ферментации кислотность напитков повышается в среднем на 1,5–1,8 г/дм³) [38; 41].

Таблица 31 – Компонентный состав образцов сусел для приготовления ферментированных напитков, %

Вид сырья	Тиби (<i>Oryzomyces indichi</i>)	Комбуча (<i>Medusomyces gisevi</i>)
Сок облепиховый прямого отжима	25,0	25,0
Сахароза	10,0	10,0
Настой чайного листа*	–	2,25
Вода питьевая	До 100,0	До 100,0
Примечание – * Содержание полифенолов в настое – $(0,215 \pm 0,007)$ %.		

При составлении сусла для культивирования чайного гриба в среду дополнительно вводится водная вытяжка полифенолов из листьев зеленого чая, поскольку использование ферментированных чайных листьев приводит к получению напитка с грязным оранжево-коричневым цветом, имеющего невысокую привлекательность для потребителя. Химический состав приготовленных образцов сусла для культивирования *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* представлен в таблице 32.

Таблица 32 – Химический состав образцов сусел ($n = 3$, $M \pm m$)

Образец	Массовая доля, %		
	органических кислот, в пересчете на яблочную	сахаров	полифенольных веществ
Тиби с соком облепихи (<i>Oryzomyces indichi</i>)	$0,32 \pm 0,02$	$10,0 \pm 0,1$	$0,031 \pm 0,003$
Комбуча с соком облепихи (<i>Medusomyces gisevi</i>)	$0,31 \pm 0,02$	$10,0 \pm 0,1$	$0,052 \pm 0,004$

На рисунке 63 показана динамика содержания органических кислот, утилизации сахаров и накопления этилового спирта при культивировании *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут.

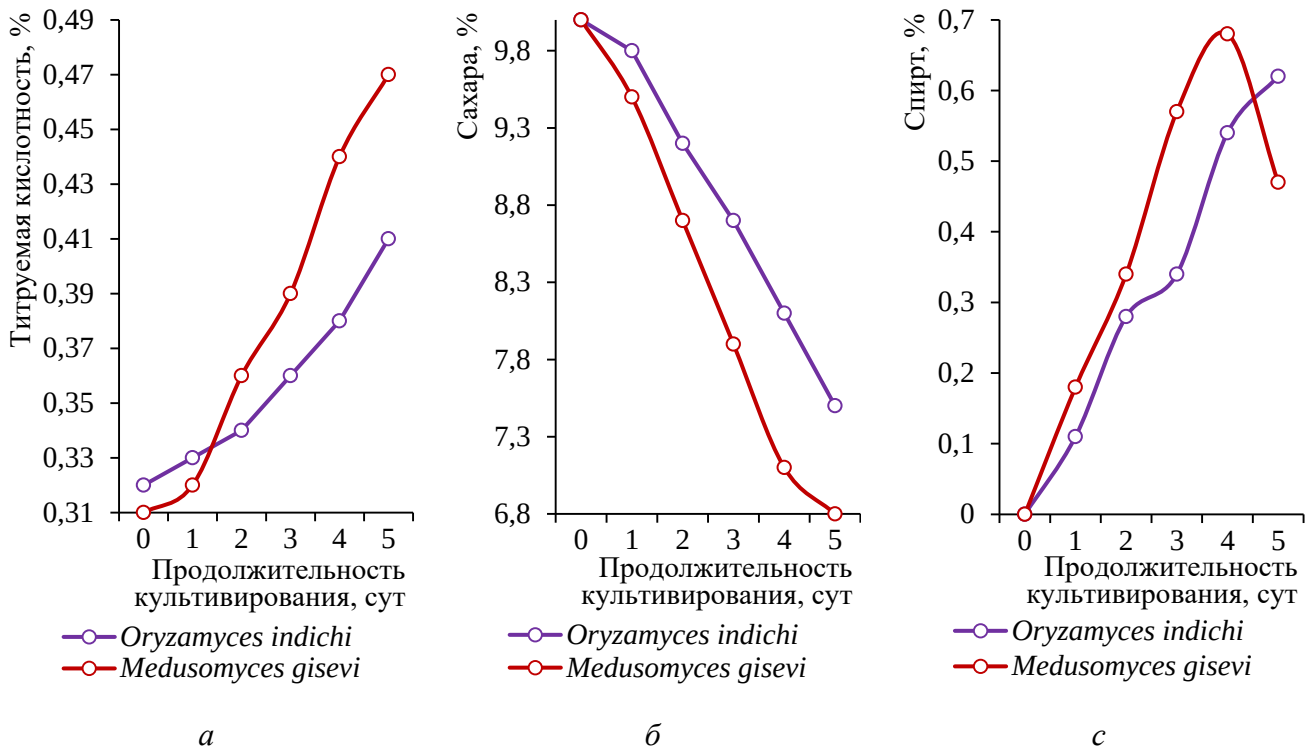


Рисунок 63 – Динамика содержания органических кислот (а), сахаров (б) и этилового спирта (с) при культивировании *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут ($n = 3$, $M \pm m$)

Исходя из представленных на рисунке 63 данных, ферментация сокосодержащих субстратов под действием симбиотических культур протекает аналогично, однако можно видеть, что в случае культивирования *Medusomyces gisevi* утилизация питательных углеводов сусла протекает более глубоко, что приводит к более интенсивному накоплению этанола в среде и, как следствие, более высокому содержанию титруемых кислот, в том числе и за счет более благоприятных условий для развития бактерий *Acetobacter aceti* и *Acetobacter xylinum*, склонных к биосинтезу уксусной кислоты, что и подтверждают результаты идентификации органических кислот в напитках методом капиллярного электрофореза (рисунок 64), широко используемого для анализа сложных биологических сред [138].

Как можно видеть из результатов капиллярного электрофореза (таблица 33), преобладающей органической кислотой в ферментированных напитках, полученных при культивировании *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут на субстратах, содержащих облепиховый сок, является яблочная. Этот факт объ-

ясняется внесением данной кислоты в напиток вместе с сырьем, и как отмечается ее содержание в результате культивирования практически не изменяется. В то же время отмечается прирост содержания янтарной, молочной и уксусной кислот, что, по-видимому, объясняется особенностями биосинтеза микроорганизмов, входящих в состав симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi*.

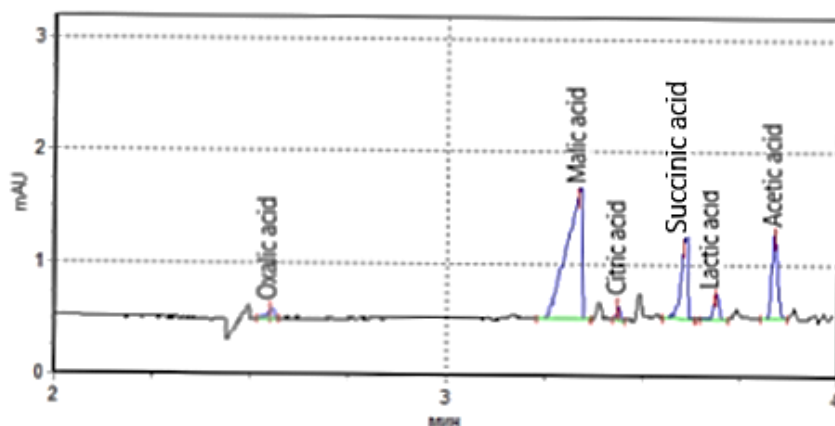


Рисунок 64 – Электрофореграмма напитка, полученного при культивировании *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут

Результаты, представленные в таблице 33 позволяют утверждать, что с добавлением облепихового сока в питательную среду при ферментации симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* происходит усиление биосинтетической активности кислотообразующих бактерий, что напрямую сказывается на органолептических свойствах, получаемых безалкогольных ферментированных напитков. При этом резкое увеличение количества синтезируемой уксусной кислоты в случае культуры *Medusomyces gisevi* приводит к тому, что напиток приобретает приемлемые органолептические свойства уже на 4-е сутки ферментации.

В случае ферментации контрольного образца и образца с облепиховым соком культурой *Oryzomyces indichi* резкого увеличения биосинтеза органических кислот отмечено не было, продолжительность ферментации при этом не изменилась.

Таблица 33 – Динамика синтезируемых органических кислот при культивировании культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* ($n = 3$, $M \pm m$)

Органическая кислота	Содержание органических кислот при ферментации, мг/дм ³				
	1 сут	2 сут	3 сут	4 сут	5 сут
Тиби – контроль (<i>Oryzomyces indichi</i>)					
Янтарная	111,6 ± 0,9	134,7 ± 0,6	167,2 ± 0,4	179,3 ± 0,5	193,2 ± 0,4
Молочная	–	13,6 ± 0,3	24,7 ± 0,2	47,1 ± 0,3	89,3 ± 0,4
Уксусная	–	–	39,4 ± 0,3	147,9 ± 0,5	354,6 ± 0,6
Тиби с соком облепихи (<i>Oryzomyces indichi</i>)					
Янтарная	118,6 ± 0,8	139,7 ± 0,3	178,2 ± 0,8	192,4 ± 0,3	213,4 ± 0,6
Молочная	–	17,5 ± 0,2	36,9 ± 0,2	67,4 ± 0,2	102,6 ± 0,3
Уксусная	–	27,9 ± 1,1	47,8 ± 0,8	173,2 ± 1,1	492,4 ± 1,3
Комбуча – контроль (<i>Medusomyces gisevi</i>)					
Янтарная	98,7 ± 0,7	164,3 ± 0,9	204,1 ± 0,9	274,2 ± 1,3	318,3 ± 2,6
Молочная	–	–	–	11,4 ± 1,7	24,7 ± 1,0
Уксусная	108,2 ± 1,3	179,6 ± 2,4	267,2 ± 2,9	381,9 ± 3,2	505,8 ± 4,6
Комбуча с соком облепихи (<i>Medusomyces gisevi</i>)					
Янтарная	93,7 ± 0,5	174,3 ± 1,2	227,3 ± 1,6	264,3 ± 0,9	293,6 ± 2,2
Молочная	–	16,4 ± 0,3	34,7 ± 1,1	72,3 ± 1,0	125,8 ± 2,0
Уксусная	134,7 ± 2,2	204,7 ± 2,8	316,4 ± 2,4	483,5 ± 3,2	762,3 ± 3,7



Рисунок 65 – Профилограмма органолептических свойств тибиса с облепихой, полученного при культивировании *Oryzomyces indichi* в течение 5 сут

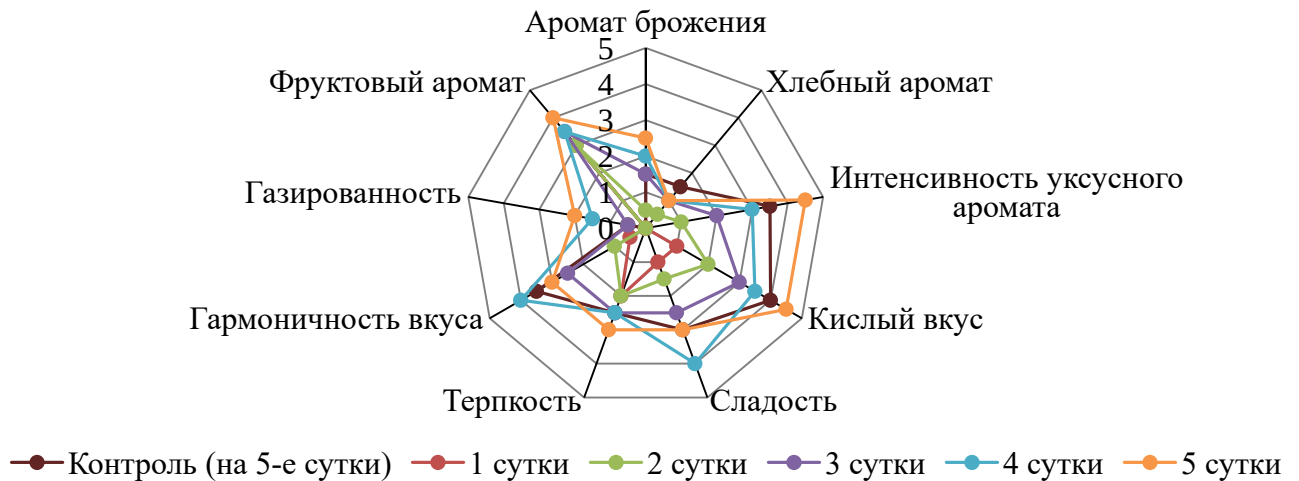


Рисунок 66 – Профилограмма органолептических свойств комбучи с облепихой, полученной при культивировании *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут

На рисунках 65 и 66 представлены профилограммы органолептических свойств напитков, получаемых при ферментации образцов сусла культурами *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в течение 5 сут и в сравнении с контролем.

Стоит отметить, что использование в составе рецептуры тибби облепихового сока положительно сказывается на органолептических свойствах напитка, придавая ему яркие вкусо-ароматические тона облепихи, маскируя при этом нежелательный хлебный аромат, а также достаточно сильный запах уксусной кислоты, характерный для контрольного образца. По внешнему виду напиток светло-желтого цвета, замутненный без посторонних включений с легким пенообразованием и непродолжительным выделением углекислого газа при наливе в бокал. Вкус напитка сладковато-кислый, освежающий, приятный.

При оценивании органолептических свойств контрольного и опытных образцов комбучи с облепихой также было отмечено, что использование облепихового сока в рецептуре способствует приданию напитку оригинальных вкусо-ароматических свойств. По внешнему виду комбуча с облепихой представляет собой напиток желтого цвета, замутненный, без посторонних включений. Вкус напитка кисло-сладкий, терпкий, с выраженным вкусом и ягод облепихи и сложным ароматом, сочетающим в себе тона брожения, сортовые нюансы сырья, а также традиционный уксусный аромат характерный для данного типа напитка.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что использование облепихи в качестве сырьевого компонента при производстве безалкогольных напитков брожения с использованием традиционных симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* позволяет получить напитки с оригинальными органолептическими свойствами. При этом технологические решения при производстве водяного кефира и комбучи не предусматривают стадии осветления (рисунки 67 и 68), что существенно упрощает использование плодов облепихи. В результате проведенных исследований установлено, что использование сока при приготовлении сусла для ферментации культурой *Medusomyces gisevi* приводит к более полной утилизации углеводов сусла, более высокому уровню редукции органических кислот.

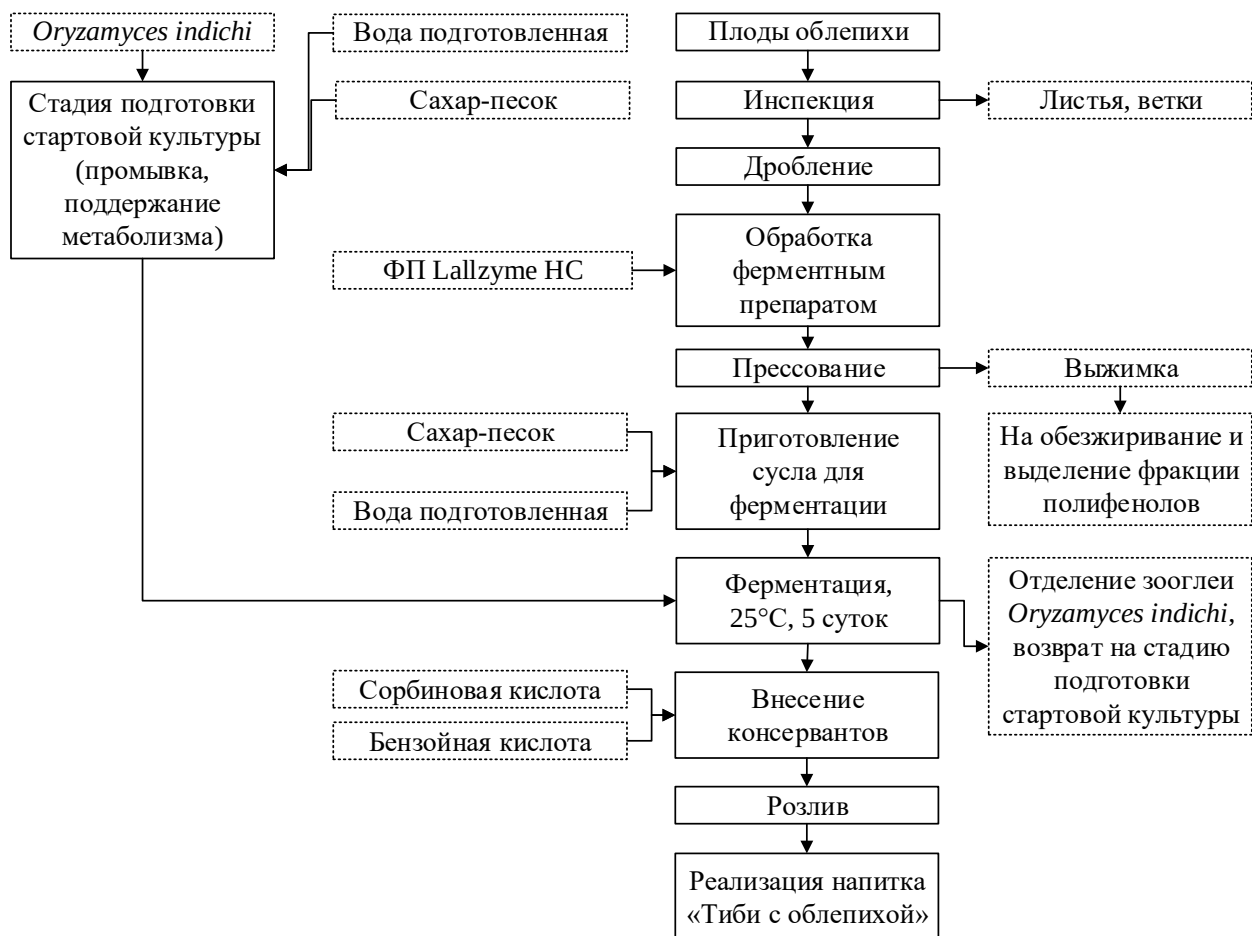


Рисунок 67 – Блок-схема производства безалкогольного ферментированного напитка «Тиби с облепихой»

Таким образом, показана принципиальная возможность вовлечения облепихи в технологию нетрадиционных для России ферментированных безалкогольных напитков. Высокие органолептические свойства полученных образцов создают реальные предпосылки для промышленного использования предлагаемых крафтовых технологий для получения напитков типа тибби и комбучи.

В таблице 35 представлены результаты физики-химического исследования безалкогольных ферментированных напитков.

Таблица 34 – Микробиологические показатели безопасности образцов безалкогольных ферментированных напитков после хранения в течение 30 сут ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Допустимые уровни	Тиби с облепихой	Комбуча с облепихой
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, см ³ , не более	10	5 ± 2	6 ± 3
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в массе продукта, г/см ³	100	Не обнаружено	не обнаружено
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/см ³ , не допускаются	100	78 ± 8	62 ± 9

Таблица 35 – Показатели качества безалкогольных ферментированных напитков после хранения в течение 30 сут ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Образец напитка	
	Тиби с облепихой	Комбуча с облепихой
Массовая доля сахаров, %	$6,14 \pm 0,10$	$5,51 \pm 0,10$
Массовая доля титруемых кислот, в пересчете на яблочную кислоту, %	$0,44 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,03$
Объемная доля этилового спирта, %	$0,64 \pm 0,05$	$0,84 \pm 0,05$

Таким образом, безалкогольные ферментированные напитки, полученные с использованием симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* представляют собой сложные продукты, полученные методами пищевой биотехнологии. Результаты органолептической оценки и физико-химических исследований показали высокое качество продуктов.

5.3 Антиоксидантный потенциал плодов облепихи и безалкогольных напитков на ее основе

В последние десятилетия в связи с возрастающей потребностью людей к здоровому образу жизни вообще и здоровому питанию в частности, наблюдается научный и практический интерес к поиску природных антиоксидантов и богатых ими продуктов питания [259; 365]. В этом плане плоды облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides L.*) содержат целый перечень биологически активных веществ, в том числе антиоксидантов: аскорбиновой кислоты (500–14 000 мг/кг), токоферолов (до 1 600 мг/кг), каротиноидов (150–430 мг/кг), полифенольных веществ [104; 173; 360], представленных различными классами, основные из которых – флавоны (1 500–2 000 мг/кг), катехины (700–1 300 мг/кг), проантоцианидины (1100–2900 мг/кг); фенолокислоты (в основном хлорогеновая кислота) (300–730 мг/кг) [216; 337]. Общеизвестным является преимущественный состав флавонолов, в числе которых изорамнетин, кверцетин, кемпферол и рутин [104; 337].

Употребление в пищу продуктов питания, содержащих природные антиоксиданты, в первую очередь, содержащихся во фруктах и овощах флавоноиды, снижают смертность от ишемической болезни сердца, связанной с протеканием перекисного окисления липопротеинов низкой плотности активными формами кислорода [112; 221; 231; 232; 259].

Имеются публикации, указывающие что плоды облепихи крушиновидной обладают самой высокой антиоксидантной активностью среди другого растительного сырья [228; 294].

Таким образом, исследование антиоксидантной активности плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки современно, актуально и практически значимо в свете разработки новых технологий переработки данной культуры.

В таблице 36 представлены результаты определения антиоксидантной активности в исследуемых образцах плодов облепихи и продуктов ее переработки.

Таблица 36 – Результаты определения антиоксидантной активности образцов
($n = 3$, $M \pm m$)

Образец	Сорт облепихи		
	Чуйская	Алтайская	Эссель
	Антиоксидантная активность, мг/г (в пересчете на антиоксидантную активность кверцетина)		
Сок прямого отжима (нативный)	$3,47 \pm 0,11$	$3,76 \pm 0,09$	$3,29 \pm 0,14$
Сок облепиховый осветленный (скорректированный по составу)	$1,51 \pm 0,04$	$1,35 \pm 0,04$	$1,38 \pm 0,06$
Смузи тыквенно-облепиховый	$1,18 \pm 0,05$	$1,02 \pm 0,04$	$1,07 \pm 0,07$
Комбуча с облепихой	$1,67 \pm 0,04$	$1,79 \pm 0,06$	$1,86 \pm 0,03$
Тиби с облепихой	$1,24 \pm 0,03$	$1,09 \pm 0,03$	$1,14 \pm 0,05$

Можно видеть, что антиоксидантная активность нативного сока из плодов облепихи относительно высока и снижается пропорционально количеству сока, используемого для приготовления единицы объема продукции. Таким образом, при организации переработки облепихи особое внимание необходимо уделять такому параметру сырья как титруемая кислотность, поскольку чем ниже начальное значение кислотности, тем большее количество сока используется в соответствующих рецептурах, и, соответственно, можно ожидать более высокую антиоксидантную активность готовых напитков.

Аналогично снижению антиоксидантной активности происходит снижение содержания полифенольных веществ и процианидинов (рисунок 69).

Аскорбиновая кислота является достаточно нестабильным соединением даже в обычных условиях хранения, а при наличии таких факторов как нагревание, наличие растворенного кислорода и ионов тяжелых металлов скорость ее деградации значительно увеличивается. Стабильность аскорбиновой кислоты зависит как от состава продукта, так и от условий хранения, т. е. скорость деградации аскорбиновой кислоты, установленная для одного продукта, не может характеризовать скорость разрушения аскорбиновой кислоты в другой пищевой системе, даже

если различия в их составе весьма незначительны. Динамика содержания аскорбиновой кислоты в исследуемых образцах представлена на рисунке 70.

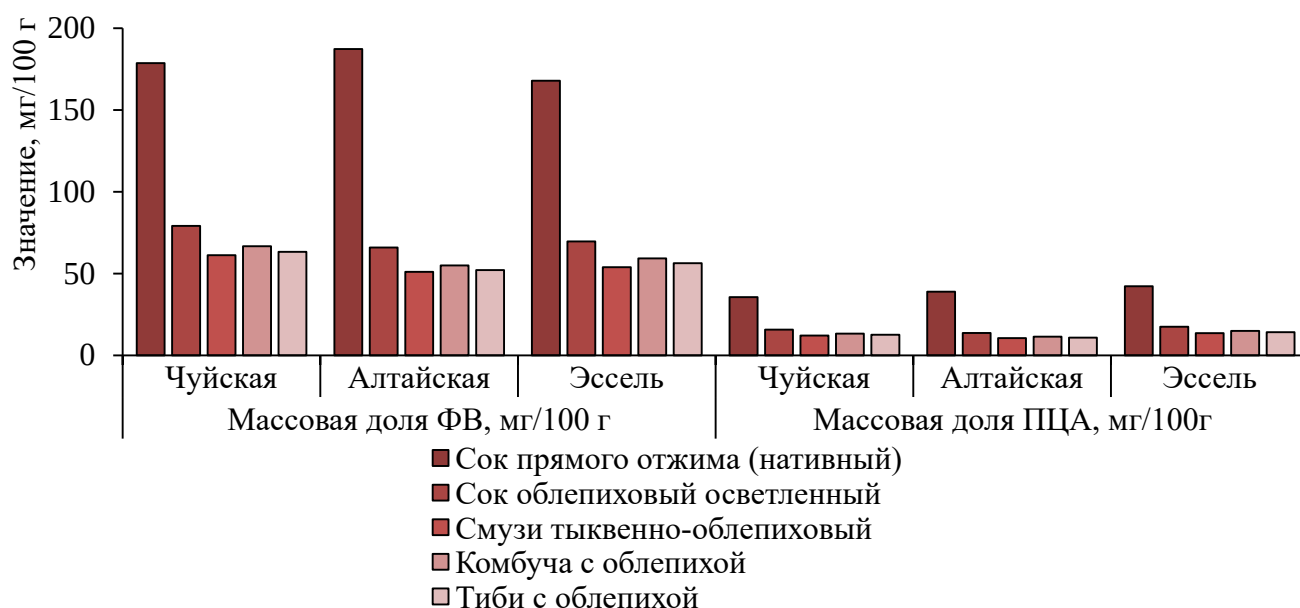


Рисунок 69 – Динамика суммы полифенольных веществ (ФВ) и процианидинов (ПЦА) в нативном соке облепихи и продуктах ее переработки

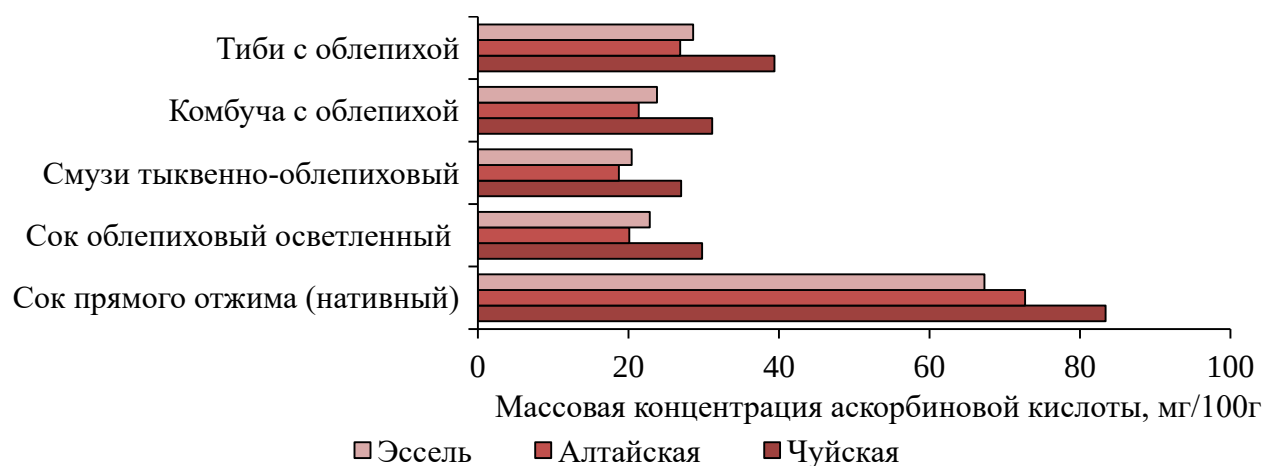


Рисунок 70 – Динамика аскорбиновой кислоты в нативном соке облепихи и продуктах ее переработки

Аналогично показателю антиоксидантной активности, концентрация аскорбиновой кислоты снижается с разбавлением нативного сока в продуктах переработки. Однако в случае с напитком «Тиби с облепихой» можно заметить неболь-

шое увеличение содержания аскорбиновой кислоты по отношению к напитку «Комбуча с облепихой» несмотря на одинаковое содержание соков в исходных рецептурах. Этот факт можно связать с особенностями метаболизма симбиотической культуры, поскольку известно [333], что при культивировании *Oryzomyces indichi* в субстрате происходит накопление аскорбиновой кислоты в результате реализации метаболических путей микроорганизмов, входящих в культуру рисового гриба.

5.4 Научно-практические аспекты результатов исследований

В результате собственных исследований установлено, что применение симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Medusomyces gisevi* в производстве безалкогольных напитков брожения с добавлением облепихи является перспективным, так как получаемые напитки обладают высокими органолептическими показателями за счет накопления при ферментации значительного количества органических кислот, придающих напиткам приятный освежающий кисло-сладкий вкус с выраженным ароматом смешанного брожения и тонами облепихи.

Разработаны рецептуры безалкогольных ферментированных напитков, установлены режимы производства напитков, с также способы стабилизации напитков при хранении. Проведенные экспериментальные исследования позволили сформировать основные требования к технологии производства ферментированных напитков на основе симбиотических культур рисового и чайного гриба и натурального сока облепихи. Применение смеси сорбиновой и бензойной кислоты, в концентрации 150 и 50 мг/дм³ соответственно, позволяет увеличить продолжительность срока хранения напитков до 30 сут.

На основании проведенных исследований установлено, что плоды облепихи Чуйская, Алтайская и Эссель обладают высокой антиоксидантной активностью. Снижение антиоксидантной активности напитков, получаемых с использованием

сока изучаемых сортов облепихи, происходит пропорционально снижению доли сока в рецептуре напитка. Доказано, что относительно начальной антиоксидантной активности нативного сока облепихи, антиоксидантная активность в продуктах сохраняется на 27–56 %. Показано, что при производстве напитка «Тиби с облепихой» происходит незначительное увеличение содержания аскорбиновой кислоты в готовом продукте за счет биосинтеза микроорганизмами, входящими в состав симбиотической культуры. Таким образом, плоды облепихи обладают существенным антиоксидантным потенциалом, обусловленным содержанием аскорбиновой кислоты и полифенольных веществ, которые содержатся и в полученных из ее плодов напитках. При этом предпочтительным при организации производства напитков необходимо осуществлять подбор низкокислотных сортов облепихи, поскольку это гарантирует более высокое значение антиоксидантной активности в готовых продуктах.

6 Научное обоснование и практическая реализация технологии производства и формирования качества винодельческой продукции из облепихи

Традиционным направлением промышленной переработки облепихи в Алтайском крае является получение облепихового масла. Облепиховый сок при этом представляет собой побочный продукт, не находящий в настоящее время применения. Во второй половине XX в. сок после прессования мезги и отделения маслянистого жомы использовался в качестве сырья для производства крепленых облепиховых вин. Однако эта технология имеет ряд недостатков. Во-первых, сок достаточно долго находится в контакте с нативными ферментами и посторонней микрофлорой. Во-вторых, время сбора облепихи для переработки на масло не всегда совпадает с периодом ее физиологической зрелости. Это приводит к существенным колебаниям таких показателей как аромат и цвет готового вина.

6.1 Сравнительное исследование способов получения облепиховых виноматериалов

Для подтверждения целесообразности выдвинутого нами предположения о том, что использование способа брожения облепихового сусла на мезге (по способу погруженной «шапки»), в первую очередь, необходимо было получить образцы сухих облепиховых виноматериалов брожением сусла без контакта с мезгой, а также реализовать сбраживание сусла в контакте с мезгой (с погруженной и плавающей «шапкой»).

Изучение и сравнение способов сбраживания облепихового сусла было необходимо в виду того, что традиционные технологии получения вин из облепи-

хи базируются на сбраживании сока, полученного после прессования. Сведений о возможности получения облепиховых виноматериалов сбраживанием сока в контакте с мезгой в литературе отсутствуют.

Для выбора оптимальной технологии необходимо сравнить полученные образцы вин по наиболее важным органолептическим показателям, таким как сортовой аромат, вкус и цвет.

Необходимо установить гарантированные сроки хранения готовой продукции, в течение которых эти показатели остаются постоянными.

6.1.1 Оценка качественных показателей образцов облепиховых виноматериалов, полученных различными способами

В этом эксперименте исследовались образцы сухих облепиховых виноматериалов, полученные сбраживанием сусла без мезги и в контакте с мезгой (по способу плавающей и погруженной «шапки») при использовании сортосмеси ягод облепихи, применяемой на АО «Алтайвитамины» для производства облепихового масла. Особенность применения такой сортосмеси состояла в том, что облепиха была собрана в стадии технической зрелости, необходимой для выделения масла. Сбор урожая в ранние сроки является удобным и более производительным.

Образцы сухих виноматериалов по первому способу получали путем сбраживания сусла, отделенного от мезги прессованием без предварительной мацерации. По второму способу (брожением в контакте с мезгой) получали виноматериалы по методам погруженной и плавающей «шапки». Далее в полученных образцах определяли основные показатели химического состава и показатели цветности. Результаты представлены в таблице 37.

На рисунке 71 представлена динамика изменения общего содержания фенольных веществ во время проведения брожения в зависимости от способа ведения процесса.

Таблица 37 – Показатели химического состава и цветности облепиховых виноматериалов ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Виноматериал, полученный брожением без контакта с мезгой	Виноматериал, полученный брожением в контакте с мезгой	
		по методу плавающей шапки	по методу погруженной шапки
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	2,70 ± 0,08	1,80 ± 0,05	2,21 ± 0,07
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,55 ± 0,23	7,45 ± 0,23	7,55 ± 0,23
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³	0,57 ± 0,02	0,64 ± 0,02	0,51 ± 0,02
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	9,72 ± 0,48	10,74 ± 0,54	12,23 ± 0,49
Массовая концентрация полифенольных веществ, мг/дм ³	624,0 ± 31,2	1 125,0 ± 56,3	1 345,0 ± 37,3
Массовая концентрация процианидинов, мг/дм ³	427,4 ± 12,8	814,7 ± 32,6	948,7 ± 38,0
Объемная доля этилового спирта, % об.	11,3 ± 0,5	11,7 ± 0,5	11,6 ± 0,04
Интенсивность окраски	0,201 ± 0,012	0,238 ± 0,018	0,227 ± 0,015
Оттенок окраски	1,764 ± 0,067	1,863 ± 0,117	1,952 ± 0,133

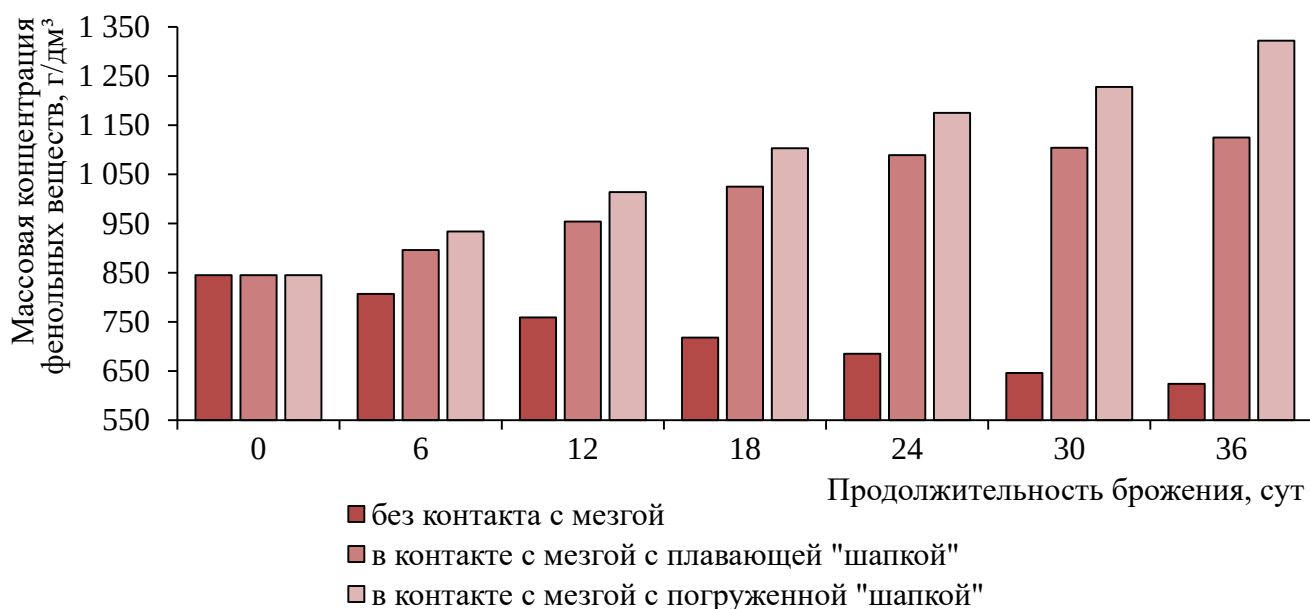


Рисунок 71 – Изменение содержания фенольных соединений во время брожения сусла в зависимости от способа организации брожения

Как следует из рисунка 71, при брожении облепихового сусла без контакта с мезгой происходит уменьшение общего содержания фенольных веществ с 845,0 мг/дм³ до 624 мг/дм³, что, по-видимому, связано с адсорбцией полифенолов на поверхности дрожжевых клеток, а также с образованием белково-дубильных комплексов, способствующих ускоренному оседанию дрожжевых клеток на дно емкости, тем самым происходит уменьшение общего содержания фенольных веществ на протяжении всего процесса сбраживания облепихового сусла.

В то же время, при сбраживании облепихового сусла в контакте с мезгой с применением метода плавающей шапки происходит увеличение общего содержания фенольных веществ с 845,0 мг/дм³ в исходном сусле до 1 125,0 мг/дм³ по окончании брожения. При сбраживании облепихового сусла в контакте с мезгой с применением метода погруженной шапки происходит увеличение общего содержания фенольных веществ с 845,0 мг/дм³ в исходном сусле до 1 322,0 мг/дм³ по окончании брожения.

В целом результаты эксперимента показывают, что при получении облепиховых виноматериалов в контакте с мезгой потенциал фенольных соединений сырья используется в значительной степени выше. Это в свою очередь приводит к увеличению массовой концентрации остаточного экстракта с 9,72 г/дм³ в образце, полученном сбраживанием без контакта с мезгой, до 12,23 г/дм³ в образце, полученном сбраживанием в контакте с мезгой при использовании метода погруженной шапки.

По результатам дегустационной оценки образец облепихового виноматериала, приготовленного из облепихи без контакта с мезгой, имеет светло-соломенный цвет, прозрачный с легким блеском. Аромат слабовыраженный, не сортовой. Вкус простой, кисловатый, водянистый, слегка вяжущий, послевкусие непродолжительное. Посторонние привкусы отсутствуют. Вино негармоничное. Дегустационная оценка по 100-балльной системе – 59 баллов.

Вино, приготовленное из облепихи с использованием способа брожения с плавающей шапкой, имеет соломенный цвет, с блеском. Кристаллически-прозрачное. Цвет полностью соответствует сырью, из которого приготовлено вино.

Аромат неяркий, выражен сортовой аромат. В аромате ощущается запах облепихового масла. Вкус приятный, с легкой кислинкой, свойственен плодам облепихи. Послевкусие непродолжительное, приятное. Дегустационная оценка – 67 баллов.

Вино, приготовленное из облепихи с использованием способа брожения с погруженной шапкой, имеет насыщенную окраску, характерную для сырья. Цвет янтарно-желтый. Вино прозрачное, с блеском. Букет развитый, приятный, гармоничный, в аромате хорошо выражен сортовой аромат облепихи. Вкус терпко-вяжущий, насыщенный, характерный для используемого сырья. Послевкусие устойчивое, продолжительное, приятное. Вино гармоничное. Дегустационная оценка 72 балла.

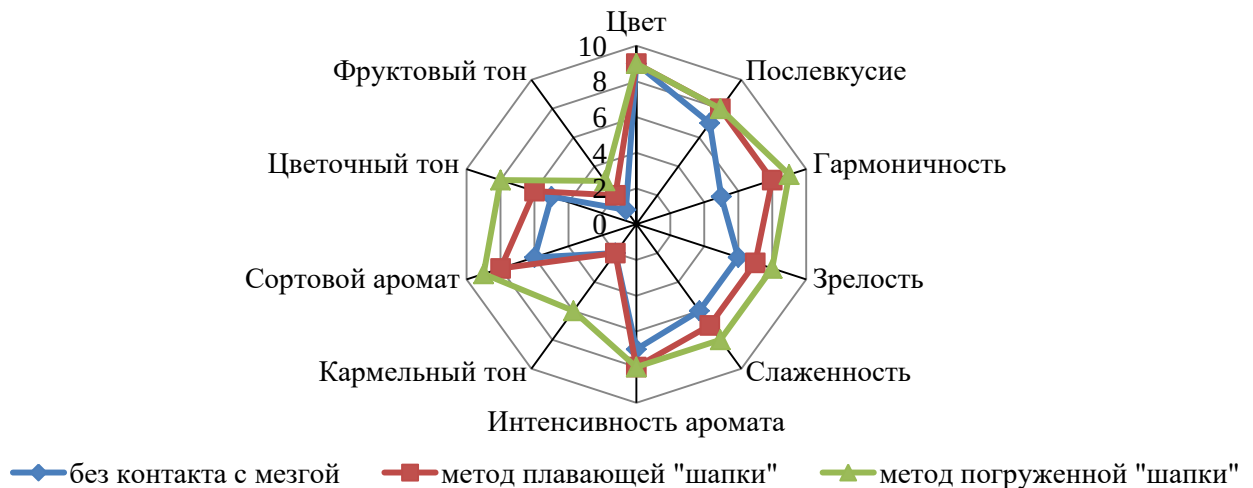


Рисунок 72 – Органолептическая диаграмма образцов облепиховых виноматериалов по способам брожения

На рисунке 72 приведены органолептические диаграммы полученных образцов облепиховых виноматериалов. Здесь стоит отметить, что в случае организации процесса брожения на мезге наблюдается некоторое увеличение интенсивности сортового аромата, что объясняется более полным использованием ароматических веществ сырья. В целом можно сделать вывод, что начальное предположение по выбору способа брожения облепихового сусла на мезге является полностью оправданным, поскольку были получены опытные образцы сухих облепиховых

виноматериалов с более высокой органолептической ценностью, по сравнению с образцом, полученным сбраживанием без мезги.

Анализируя в совокупности результаты инструментального (таблица 37) и органолептического исследований (рисунок 72) полученных образцов облепиховых виноматериалов, можно утверждать, что невысокая массовая концентрация остаточного экстракта, а также фенольных веществ для виноматериала, полученного брожением без контакта с мезгой и виноматериала полученного брожением на мезге по методу плавающей шапки свидетельствуют о недостаточно полном извлечении потенциала фенольных и ароматических веществ ягоды облепихи.

Результаты исследования хроматических характеристик полученных образцов облепиховых виноматериалов позволяют сделать вывод о том, что применение метода сбраживания сусла по красному способу по методу погруженной шапки значительно не сказывается на цвете готовых виноматериалов, что является приемлемым для типа получаемых плодовых вин.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о перспективности использования способа сбраживания облепихового сусла на мезге с применением метода погруженной «шапки», следовательно, необходимо определить оптимальные условия проведения процесса брожения.

6.1.2 Оценка состава ароматических соединений при различных способах организации процесса брожения облепихового сусла

Анализ содержания ароматобразующих соединений облепихового сусла, и виноматериала, полученного из него по различным способам, показывает существенное различие между образцами, полученными брожением без контакта с мезгой и в контакте с ней (таблица 38). Так, для виноматериалов, приготовленных в контакте с мезгой, отмечается относительно большее количество эфиров

октановой, декановой и нонановой кислот, ответственных за фруктовый тон вин. В то же время в виноматериале, приготовленном брожением сусла без контакта с мезгой, относительное содержание эфиров гексановой кислоты (ответственных за травянистый тон в аромате) превышает количество данных соединений в виноматериалах, полученных в контакте с мезгой.

Таблица 38 – Ароматобразующие соединения облепихового сусла и виноматериалов, произведенных на его основе (относительное содержание, %)
($n = 3$, $M \pm m$)

Компонент	Исходное облепиховое сусло	Виноматериал, полученный сбраживанием сусла	Виноматериал, полученный в контакте с мезгой	
			по методу плавающей «шапки»	по методу погруженной «шапки»
Этиловый эфир уксусной кислоты	$4,75 \pm 0,04$	$4,77 \pm 0,05$	$4,38 \pm 0,09$	$4,47 \pm 0,08$
Изопропиловый спирт	$0,38 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,05$	$0,27 \pm 0,07$
Изобутиловый эфир уксусной кислоты	$0,20 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,05$
Этиловый эфир бутановой кислоты	$0,48 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,02$	$0,32 \pm 0,02$
Этиловый эфир гексановой кислоты	$1,86 \pm 0,05$	$0,66 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,04$
Транс-2-гексеналь	$0,13 \pm 0,02$	–	$0,08 \pm 0,03$	$0,11 \pm 0,03$
Пентановый спирт	$0,29 \pm 0,03$	$0,36 \pm 0,03$	$0,33 \pm 0,05$	$0,33 \pm 0,02$
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	$2,74 \pm 0,05$	$2,75 \pm 0,04$	$2,68 \pm 0,07$	$2,72 \pm 0,08$
Пропиловый эфир пентановой кислоты	$1,03 \pm 0,02$	–	–	–
Пропиловый эфир гексановой кислоты	$2,28 \pm 0,05$	$2,29 \pm 0,09$	$2,01 \pm 0,07$	$1,89 \pm 0,08$
Этиловый эфир энантовой кислоты	$1,88 \pm 0,05$	$1,88 \pm 0,04$	$1,74 \pm 0,06$	$1,69 \pm 0,06$
Цис-3-гексен-1-ол	$4,44 \pm 0,04$	$4,49 \pm 0,06$	$4,37 \pm 0,05$	$4,33 \pm 0,05$
Этиловый эфир октановой кислоты	$3,23 \pm 0,03$	$1,24 \pm 0,02$	$2,78 \pm 0,04$	$2,89 \pm 0,08$
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	$1,24 \pm 0,02$	$0,76 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,03$	$0,56 \pm 0,04$
Этиловый эфир гексановой кислоты	$2,36 \pm 0,03$	$1,37 \pm 0,04$	$1,18 \pm 0,02$	$1,24 \pm 0,07$
2-Метилпропановая кислота	$0,17 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,03$	$0,08 \pm 0,06$	$0,11 \pm 0,05$
Бутановая кислота	$1,49 \pm 0,04$	$1,49 \pm 0,05$	$1,38 \pm 0,07$	$1,42 \pm 0,05$
Этиловый эфир декановой кислоты	$3,60 \pm 0,05$	$2,48 \pm 0,06$	$2,83 \pm 0,06$	$2,76 \pm 0,06$
Изоамиловый эфир октановой кислоты	$1,56 \pm 0,06$	–	$0,71 \pm 0,05$	$0,63 \pm 0,04$
3-Метилбутановая кислота	$5,65 \pm 0,08$	$5,21 \pm 0,05$	$4,64 \pm 0,04$	$4,38 \pm 0,06$

Продолжение таблицы 38

Компонент	Исходное облепиховое сусло	Виноматериал, полученный сбраживанием сусла	Виноматериал, полученный в контакте с мезгой	
			по методу плавающей «шапки»	по методу погруженной «шапки»
Пентановая кислота	$1,07 \pm 0,03$	$0,98 \pm 0,03$	$1,02 \pm 0,03$	$1,00 \pm 0,03$
Гексановая кислота	$0,77 \pm 0,04$	—	$0,38 \pm 0,06$	$0,29 \pm 0,03$
α -ионон	$0,66 \pm 0,02$	$0,35 \pm 0,04$	$0,45 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,04$
Гептановая кислота	$0,26 \pm 0,06$	$0,18 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,06$	$0,12 \pm 0,05$
Октановая кислота	$0,15 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,06$	$0,09 \pm 0,04$	$0,07 \pm 0,05$
Бензиловый эфир пентановой кислоты	$2,79 \pm 0,08$	$1,84 \pm 0,05$	$1,01 \pm 0,05$	$0,79 \pm 0,06$
Нонановая кислота	$0,13 \pm 0,05$	$0,09 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,05$	—
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	$2,66 \pm 0,05$	$1,90 \pm 0,06$	$1,86 \pm 0,03$	$1,37 \pm 0,04$
Декановая кислота	$0,37 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,04$	$0,07 \pm 0,04$
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	$1,23 \pm 0,06$	$0,10 \pm 0,03$	$0,61 \pm 0,05$	$0,55 \pm 0,04$
Тетрадекановая кислота	$0,75 \pm 0,06$	$0,55 \pm 0,04$	$0,33 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,06$

6.2 Исследование процесса накопления гидроксиметилфурфура при производстве медово-облепиховых вин

В составе меда обнаруживается широкий спектр азотистых соединений, включающих до 20 свободных аминокислот (в том числе, аспарагиновую кислоту, аспарагин, глутаминовую кислоту, глутамин, аланин, аргинин, глицин, лейцин, гистидин, гидроксипролин, изолейцин, лизин, метионин, фенилаланин, пролин, серин, треонин, триптофан, валин и орнитин) [255] и белковых соединений, а также ферментов, ряда ароматических соединений, флавоноидов, минералов, витаминов и др. [152; 223]. Состав меда отличается нестабильностью и зависит от источников его сбора, географических территорий и энтомологии пчел [149; 156; 372]. Кроме того, большое влияние на состав собираемого и подготовленного к хранению меда, а также продуктов его переработки оказывают внешние факторы, такие как

термическое воздействие и условия хранения [224; 238; 289]. Несмотря на высокие полезные свойства, возможное высокое содержание таких химических веществ как тяжелые металлы, алкалоиды (даже в минимальных количествах), а также 5-гидроксиметилфурфурола (ГМФ) делает мед и продукты его переработки практически не пригодными к потреблению в пищу [239; 341]. Поэтому комиссия «Codex Alimentarius» установила допустимое предельное содержание ГМФ в меде на уровне 40 мг/кг (более высокий уровень принят для меда, собранного в тропических регионах: 80 мг/кг), чтобы гарантировать, что продукт не подвергался интенсивному нагреванию во время обработки и безопасен для потребления [181]. Международная федерация производителей соков (International Federation of Fruit Juice Producers, IFFJP) рекомендует предельную концентрацию ГМФ на уровне 5–10 мг/дм³ во фруктовых соках и 25 мг/дм³ – в концентрированных соках [198]. В винах содержание ГМФ находится в пределах от 2 до 25 мг/дм³, фурфурола 0,1–10 мг/дм³, метилфурфурола – до 1 мг/дм³ [311]. Наличие в меде простых сахаров и многих органических кислот (в частности, глюконовой, 4-диметиламинобензойной, кофейной, пара-кумаровой, галловой, ванилиновой, сиреневой и хлорогеновой кислот) [244], а также минералов способствует повышенному содержанию этого вещества [261].

По химической структуре ГМФ представляет собой циклический альдегид, образующийся в пищевых продуктах в результате деградации углеводов в кислой среде при нагревании в процессе технологических обработок или при длительном хранении [154]. Образование ГМФ является составляющей процесса меланоидинообразования (реакции Майяра) [325] между сахарами и аминокислотами (рисунок 73).

Вредное воздействие ГМФ на организм человека заключается в мутагенном, генотоксическом, органотоксическом эффектах, сопровождающихся ингибированием ряда метаболических ферментативных процессов в живой клетке [346]. Концентрация ГМФ традиционно используется как параметр, характеризующий свежесть меда (в свежем меде содержание ГМФ незначительно и обычно не превышает 2–5 мг/дм³), поскольку при хранении и переработке, сопровождающейся

нагреванием, значительно увеличивается. Таким образом, высокие концентрации ГМФ свидетельствуют о недопустимо высоких температурах хранения или переработки меда [206; 248; 251].



Рисунок 73 – Схема реакции меланоидинообразования по Ходжу [233]

Применение меда в продуктах питания позволяет придавать готовым изделиям не только сладкий вкус, но округлять его, придавая вкусовому ощущению сладости большую гармоничность, а также формируя так называемую полноту вкуса. Кроме того, ароматические компоненты меда, представленные широким спектром летучих соединений, улучшают органолептические свойства (аромат, букет) готовых продуктов питания. Например, применение меда в качестве источника углеводов при производстве облепиховых вин и винных напитков позволяет улучшить органолептические свойства напитка, в частности, вследствие трансформации характерного аромата облепихи в букете появляются тонкие, цветочно-карамельные тона даже при незначительном использовании меда при под-

слащивании. Таким образом, с учетом высокой реакционной способности углеводов меда к образованию ГМФ в кислых средах интерес представляет изучение условий образования данного соединения при получении медовых вин и винных напитков из облепихи, которая, как известно, содержит достаточное количество органических кислот [254], выступающих в качестве катализатора в реакции неферментативного покоричневения (реакции Майяра), одним из продуктов которой и является ГМФ. Известно, что при брожении количество фурановых альдегидов практически не меняется и в сухих винах их содержится до 5 мг/дм³, в ликерных – до 25 мг/дм³ [312]. Известно, что наличие ГМФ в сусле, полученном из гидролизатов полисахаридов, может существенно ингибировать спиртовое брожение [246]. Поэтому введение в практику контроля качества медового сусла перед брожением и уточнение режимов тепловой обработки сусла весьма актуально.

Для исследования кинетики образования ГМФ в опытных образцах облепихового сусла с добавлением меда необходимо было изучить содержание органических кислот, используемых в эксперименте сортов облепихи.

Таблица 39 – Результаты исследования состава и концентраций кислот в исследованных сортах облепихи (урожай 2016 г.) ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Активная кислотность, ед. рН	Идентифицированные органические кислоты, мг/дм ³				Титруемая кислотность, в пересчете на яблочную кислоту, г/дм ³
		щавелевая	яблочная	лимонная	янтарная	
Алтайская	3,08 ± 0,11	726 ± 14	6 321 ± 64	1 368 ± 34	1 087 ± 29	10,8 ± 0,1
Чуйская	3,11 ± 0,08	902 ± 18	8 364 ± 25	1 789 ± 28	1 324 ± 17	13,4 ± 0,1
Иня	2,91 ± 0,12	813 ± 34	11 336 ± 45	2047 ± 44	935 ± 24	18,5 ± 0,1
Эссель	3,14 ± 0,14	632 ± 25	7 255 ± 67	842 ± 27	688 ± 15	13,7 ± 0,1
Августина	2,96 ± 0,07	916 ± 47	12 250 ± 25	1 131 ± 23	1 079 ± 19	17,7 ± 0,1

В таблице 39 представлены результаты определения активной кислотности, общей титруемой кислотности и массовых концентраций индивидуальных органических кислот в образцах облепиховых виноматериалов, полученные методом

капиллярного зонного электрофореза. Типичная электрофореграмма представлена на рисунке 74.

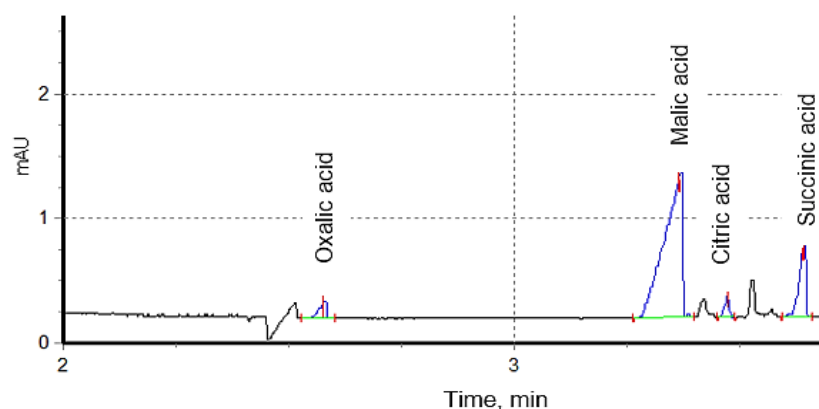


Рисунок 74 – Электрофореграмма облепихового сока сорта «Алтайская»

Результаты, представленные в таблице 39, показывают, что во всех исследуемых сортах облепихи преимущественно содержится яблочная кислота (66,5–79,6 % от суммарного содержания идентифицированных органических кислот) таким образом, целесообразно провести моделирование процесса накопления ГМФ в медовом сусле с использованием именно яблочной кислоты в качестве катализатора процесса деградации сахаров при нагревании.

Модельные растворы, содержащие в своем составе мед и яблочную кислоту, перед нагреванием были исследованы на содержание азотистых веществ и α -аминокислот, дающих окрашивание с нингидрином. Как показали результаты исследования, содержание нингидрин-реагирующих азотистых веществ и аминокислот в модельных растворах составляет $(78,2 \pm 6,2)$ мг/дм³. Таким образом, можно с достаточной уверенностью утверждать, что в модельных растворах меда возможно протекание реакции образования ГМФ.

Термостатирование модельных образцов раствора меда проводили с использованием водяного термостата, для предотвращения испарения жидкости при нагревании опыт проводили в колбах, снабженных обратными холодильниками. Динамика накопления ГМФ в опытных растворах меда представлена на рисун-

ке 75. Достаточно интересными представляются данные, полученные при нагреве растворов меда при 60 °С в течение 12 ч. Как показали экспериментальные данные, предельное содержание ГМФ в этих условиях достигнуто не было и составило лишь 14,5 мг/дм³, тем не менее общее увеличение концентрации ГМФ по сравнению с контролем составило 1,8 раза. В тоже время повышение температуры до 80 °С способствовало накоплению ГМФ более чем в 4,2 раза. По-видимому, это связано с механизмом реакции: повышение температуры нагрева растворов выше 70 °С приводит к преодолению энергетического барьера, препятствующего образованию оснований Шиффа и их последующей трансформации в ГМФ.

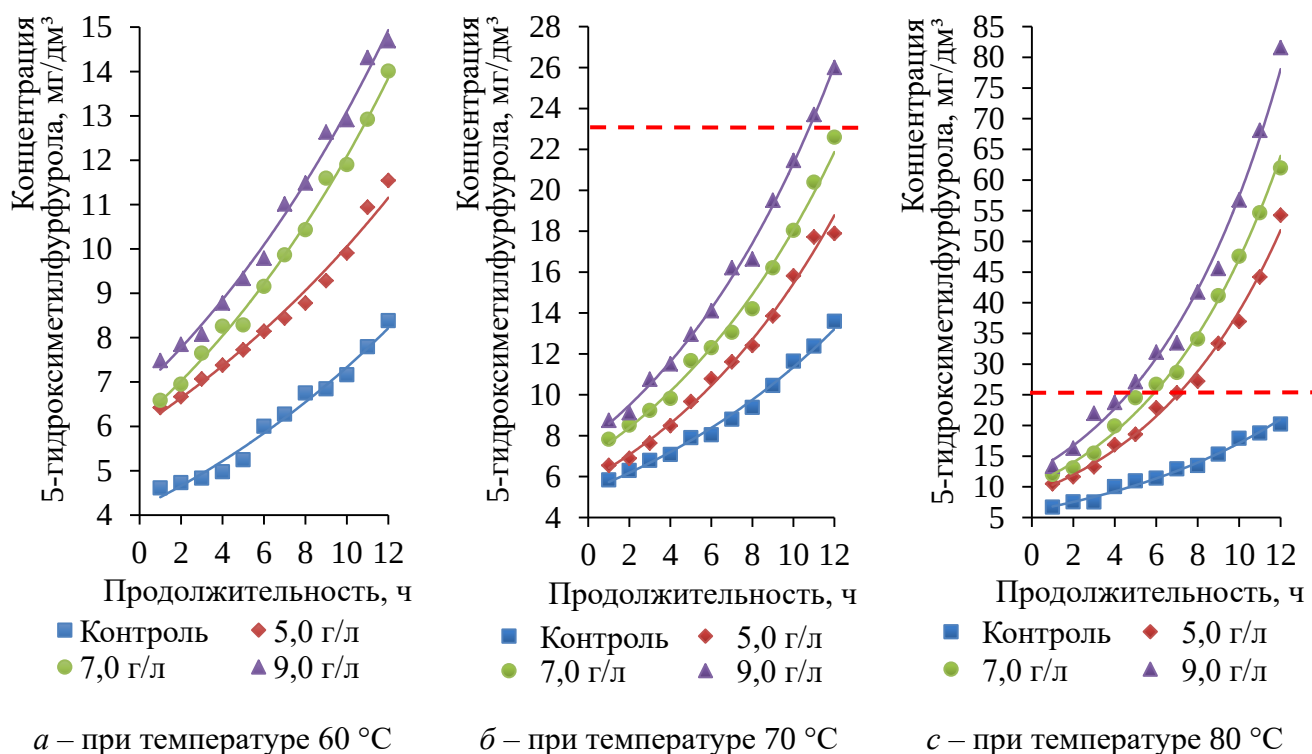


Рисунок 75 – Кинетика образования 5-гидроксиметилфурфурола в модельных смесях при различных температурах и концентрациях яблочной кислоты (показана условная граница верхнего предела содержания ГМФ в винах: 25 мг/дм³)

В целом кинетика процесса образования ГМФ в модельных смесях и контрольном опыте подчиняется экспоненциальному закону и описывается уравнением вида: $C = k_1 e^{k_2 \tau}$, кинетические кривые носят соответствующий характер,

а их линеаризация достигается в полулогарифмических координатах $\ln[C(\text{ГМФ})] - t$. Расчетные коэффициенты k_1 и k_2 представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Параметры кинетических уравнений накопления ГМФ в модельных растворах меда при различных температурах нагрева ($n = 3$, $M \pm m$)

Температура нагрева модельных растворов меда, °C	Концентрация яблочной кислоты в модельном растворе, г/дм ³	k_1	k_2	R_2
60	0,0 (контроль)	4,1597	0,0567	0,9973
	5,0	5,9856	0,0519	0,9868
	7,0	6,1281	0,0680	0,9943
	9,0	6,8202	0,0653	0,9918
70	0,0 (контроль)	5,3155	0,0759	0,9916
	5,0	5,8169	0,0976	0,9939
	7,0	6,9354	0,0957	0,9929
	9,0	7,7505	0,1012	0,9895
80	0,0 (контроль)	6,1381	0,1026	0,9822
	5,0	8,9208	0,1466	0,9856
	7,0	10,305	0,1521	0,9961
	9,0	12,291	0,1541	0,9912

Следующим этапом исследований было определение условий накопления ГМФ в опытных растворах медового сусла, приготовленного на основе облепиховых соков. Облепиховые соки из исследуемых сортов облепихи были получены методом прямого отжима. Затем произвели разбавление соков дистиллированной водой и подслащивание медом до значений аналогичных модельным, однако решено было отказаться от значения титруемой кислотности равной 9,0 г/дм³, поскольку проведенными ранее нами исследованиями установлено, что данное значение кислотности не позволяет приготовить напиток с высокими органолептическими свойствами.

Полученные таким образом 10 опытных образцов сусла с медом и соком облепихи нагревали при температуре 60 °C в течение 12 ч. Результаты, получен-

ные при изучении процесса накопления ГМФ в опытных образцах, представлены на рисунке 76.

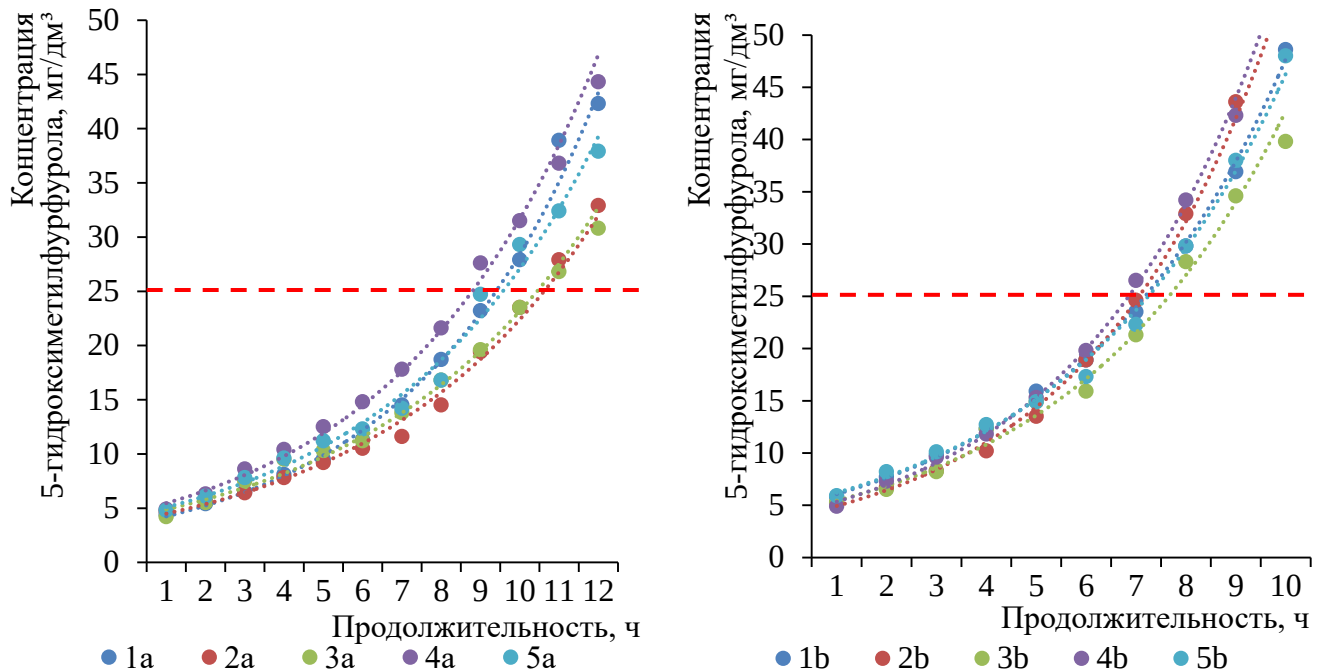


Рисунок 76 – Динамика образования ГМФ
в опытных образцах сусла с медом и облепихой:
опыт *a* – содержание титруемых кислот 5,0 г/дм³;
опыт *b* – содержание титруемых кислот 7,0 г/дм³;
1 – сорт «Алтайская»; 2 – сорт «Чуйская»; 3 – сорт «Иня»;
4 – сорт «Эссель»; 5 – сорт «Августина»

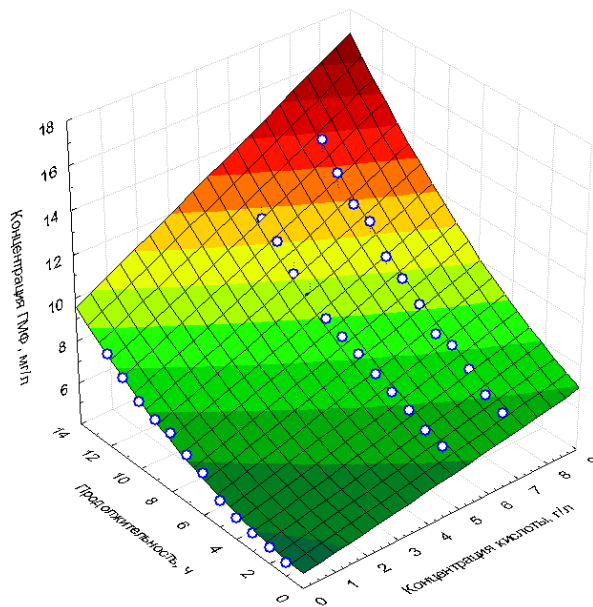
Можно видеть, что накопление ГМФ в опытных образцах сусла имеет тот же характер кривых, что и при моделировании данного процесса с применением растворов меда. Как и ожидалось, в опытных образцах накопление ГМФ происходит быстрее, что связано с большим содержанием азотистых веществ за счет использования облепихового сока (содержание нингидрин-реагирующих азотистых веществ в среднем в пять раз больше по сравнению с растворами меда). Таким образом, максимально возможная продолжительность нагрева при температуре 60 °С и титруемой кислотности сусла 5,0 г/дм³ должна составлять 9 ч, а при кислотности 7,0 г/дм³ – не более 6 ч.

На основании выше представленных данных были построены поверхности отклика в трехмерных координатах концентрация ГМФ (мг/дм^3) = f (продолжительность нагрева, концентрация яблочной кислоты) и при обработке в пакете Statistica 6.0 получены соответствующие расчетные зависимости для расчета концентрации ГМФ в обрабатываемой среде (рисунок 77).

Полученные в ходе исследований результаты раскрывают некоторые механизмы образования ГМФ, характерные для технологий облепиховых вин и винных напитков с добавлением меда. Показано, что при приготовлении данной группы напитков температура нагрева продукта (на стадиях приготовления сусла, пастеризации готового напитка и т. д.) не должна превышать 60 °С при суммарной продолжительности нагрева не более 6 ч и содержании общих титруемых кислот в напитке не более 7,0 г/дм³.

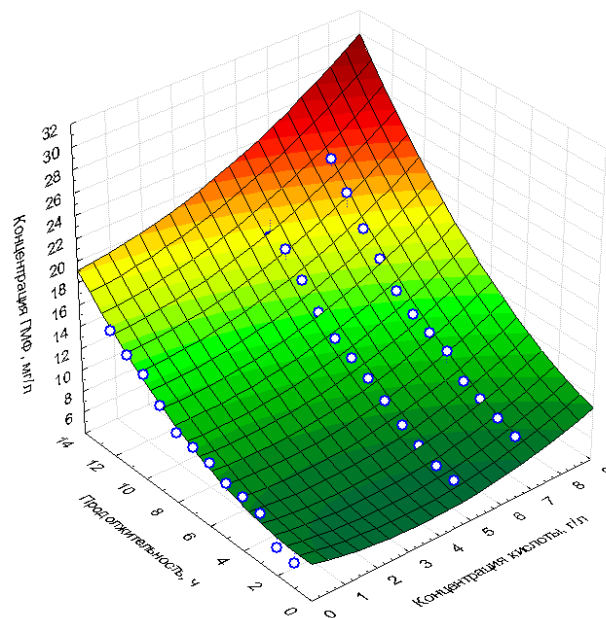
В результате выполнения данного блока исследований была разработана и апробирована (приложение Г) оригинальная методика определения ГМФ, являющаяся модификацией классического метода Винклера, используемого для определения фурфурола, и базирующаяся на взаимодействии гидроксиметилфурфурола со смешанным реактивом 4-амино-антипирина (5 %) и барбитуровой кислоты (0,2 %) и спектрофотометрическом детектировании оптической плотности при 550 нм.

Полученные экспериментальные данные могут быть полезны производителям безалкогольных и алкогольных напитков, использующих в производстве натуральный мед и растительное сырье, имеющее высокую кислотность. Проведенные исследования имеют также высокую научную и практическую значимость для регионов России, занимающихся промышленным получением меда, поскольку создание научно обоснованных технологий и режимов его хранения и переработки позволит улучшить качество и безопасность производимых на его основе продуктов питания.



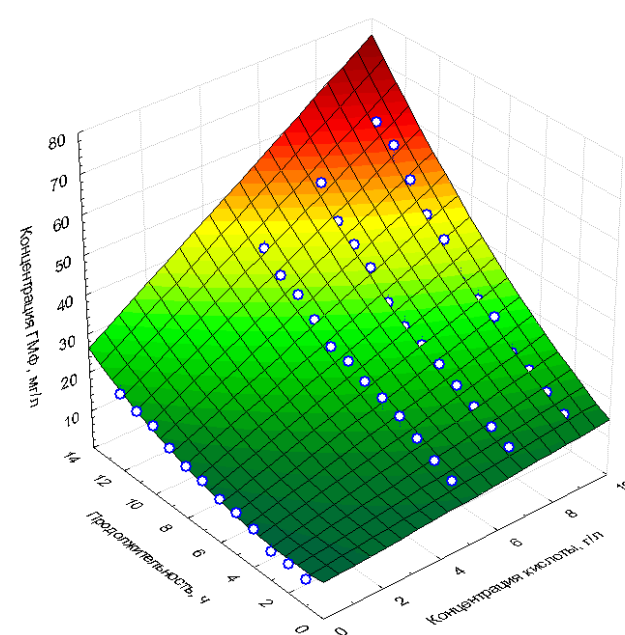
$$C_{\text{ГМФ}} (\text{мг/л}) = 4,7115 + 0,216C_{\text{як}} + 0,0264\tau + 0,0038(C_{\text{як}})^2 + 0,0406C_{\text{лк}}\tau + 0,0229\tau^2$$

a – температура 60 °С



$$C_{\text{ГМФ}} (\text{мг/л}) = 7,3479 - 0,7316C_{\text{як}} - 0,0646\tau + 0,1(C_{\text{як}})^2 + 0,0737C_{\text{як}}\tau + 0,0647\tau^2$$

б – температура 70 °С



$$C_{\text{ГМФ}} (\text{мг/л}) = 9,2274 + 0,4892C_{\text{як}} - 0,4485\tau + 0,0042(C_{\text{як}})^2 + 0,3167C_{\text{як}}\tau + 0,1192\tau^2$$

в – температура 80 °С

Рисунок 77 – Эволюция поверхностей отклика концентрации гидроксиметилфурфурола в медовом сусле в зависимости от концентрации яблочной кислоты и продолжительности нагрева

6.3 Изучение процесса осветления облепиховых виноматериалов

Осветление сока и виноматериала, полученного из облепихи, представляет достаточно сложную задачу. Продукты, полученные после пастеризации мезги, осветляются особенно плохо.

При сборе ягод облепихи очень большой процент их повреждается, а вытекающий сок обсеменяется посторонней микрофлорой. Учитывая растянутый период от заготовки до переработки, для получения воспроизводимых результатов сусло перед брожением следует пастеризовать, а брожение проводить на чистой культуре дрожжей.

Основной причиной плохого осветления виноматериалов из облепихи является наличие значительного количества масла, которое адсорбируется на твердых частицах мякоти и препятствует осаждению. Наличие масла приводит к существенному перерасходу бентонита, количество которого в зависимости от сорта доходит до 7–8 г/дм³ и даже при таком расходе довольно часто приходится проводить повторную обработку в дозах от 1,5 до 2,5 г/л. Плохо осветленный виноматериал требует значительного расхода фильтрокартона и существенно затрудняет деметаллизацию.

В данном эксперименте исследовалась возможность сокращения продолжительности осветления и расхода осветляющего агента – бентонита – при обработке сброженного облепихового сусла, представляющего собой трудноразделяющуюся трехфазную систему «вода – твердые частицы – масло».

6.3.1 Исследование возможности использования ультразвука для интенсификации процессов осветления облепиховых виноматериалов

Одним из способов, способствующих снижению расхода бентонита на осветление, является обработка суспензии бентонита ультразвуковыми колебаниями на стадии подготовки суспензии, а также обработка ультразвуком осветляемой среды после введения в нее бентонита. На основании этого эксперимент решено было провести по указанным двум направлениям.

В качестве контрольного был поставлен эксперимент по обработке сброженного облепихового виноматериала суспензией бентонита концентрацией 10 % масс. в количестве от 1,0 до 7,0 г/л. Результаты контрольного осветления представлены на рисунке 78.

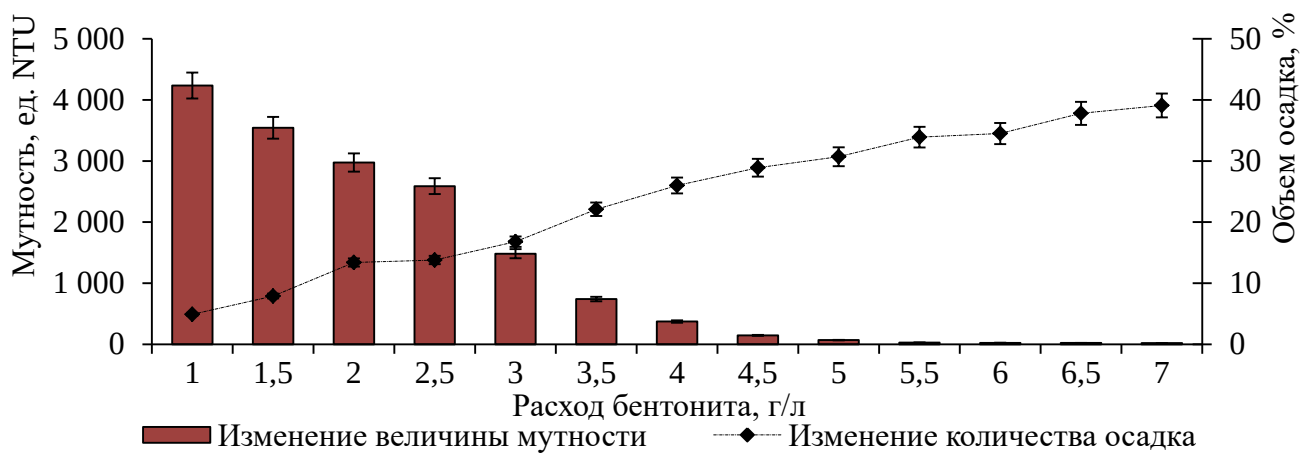


Рисунок 78 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита ($n = 3$, $M \pm m$)

Как показывают приведенные результаты, а также визуальные наблюдения степень осветления облепихового виноматериала в контрольном опыте недостаточна для проведения дальнейших технологических операций, к тому же образовавшийся густой осадок имеет рыхлую консистенцию и легко взмучивается, что осложняет последующую обработку.

На основании данных, полученных в контрольном опыте, был поставлен эксперимент по изучению влияния ультразвука низкой интенсивности на процесс осветления облепихового виноматериала. Для этого после добавления суспензии бентонита содержимое цилиндров подвергали ультразвуковому воздействию при помощи ультразвукового аппарата «Нежность» [120] в течение 5 мин, затем отстаивали в течение 24 часов.

Исследования показали, что после обработки ультразвуковыми колебаниями первые 2–3 ч происходит более интенсивное осветление жидкости, однако затем скорость осветления замедляется и не зависит от концентрации бентонита. Результаты представлены на рисунке 79. При этом стоит отметить, что такие физико-химические показатели виноматериалов, как рН, титруемая кислотность остались такими же, как и до обработки ультразвуком.

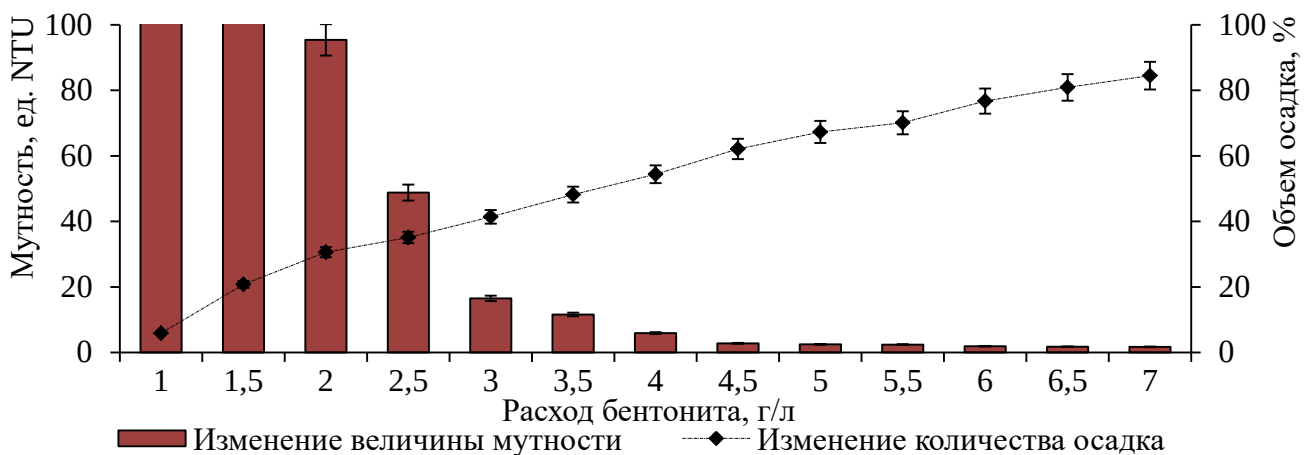


Рисунок 79 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита при низкочастотной обработке осветляемого виноматериала ($n = 3$, $M \pm m$)

Очевидно, что масса бентонита выше 4 г является избыточной, так как мутность изменяется незначительно. Важно отметить, что использование ультразвукового воздействия на стадии оклеивания позволяет сократить дозу бентонита, необходимую для осветления облепихового вина в 2–2,5 раза.

Негативным результатом подобной обработки является увеличенное количество гущевого осадка, что в значительной степени осложняет выделение из него виноматериала. Использование осадительной центрифуги для разделения гущевых осадков позволяет решить эту задачу.

В литературе имеются упоминания о возможности использования высокочастотного ультразвука для предварительной активации суспензии бентонита перед введением ее в осветляемый виноматериал [13].

Обработанные ультразвуком суспензии бентонита обладают более высокой вязкостью по сравнению с необработанными образцами соответствующих концентраций. Также была отмечена потеря склонности к расслаиванию. Нами установлено, что применение таких суспензий для осветления приводит к существенному увеличению объемов гущевых осадков. Полученные образцы суспензий использовали для осветления облепихового виноматериала в тех же концентрациях, что и в контрольном опыте. При этом оклеивание проводили аналогично контрольному опыту, а также с низкочастотным воздействием на обрабатываемые образцы.

Как можно видеть предварительная обработка суспензии бентонита (рисунок 80), неоднозначно влияет на ее осветляющие способности. Так, при обработке 5 %-й суспензии, результаты оклейки можно принять удовлетворительными для концентраций бентонита от 3,5 до 6,5 г/л (рисунок 80а), а оклеивание 10 %-й активированной суспензией (рисунок 80б), не дает требуемого осветления ни в одном из вариантов.

Результаты, представленные на рисунке 81 подтверждают положительное влияние обработки вина ультразвуком непосредственно во время оклейки. При оклеивании 5 %-й активированной суспензией, осветление начинается с дозировки 1 г/л. Уменьшение дозировки, вероятней всего, наблюдается из-за измельчения частиц бентонита в процессе активации и, как следствие, увеличения общей поверхности массы бентонита. Однако большое количество осадка, и его рыхлая структура затрудняют использование данного способа в промышленных масштабах.

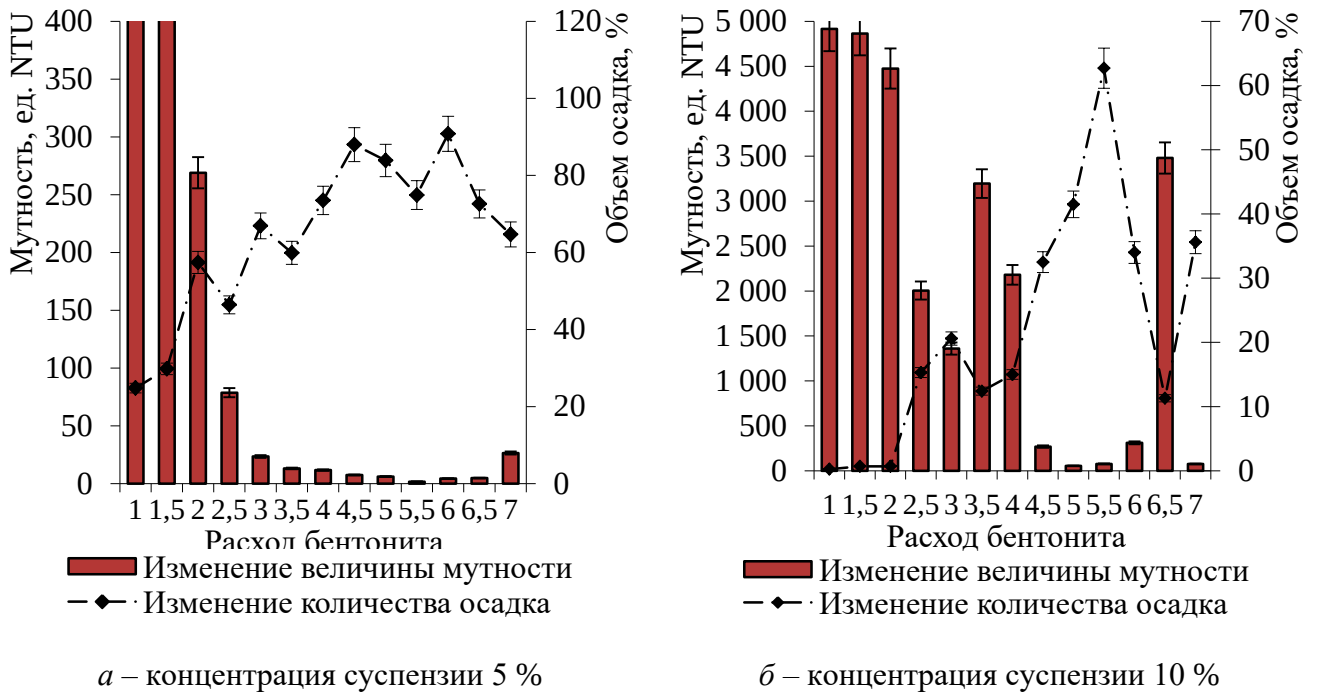


Рисунок 80 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита при предварительной активации суспензии ($n = 3, M \pm m$)

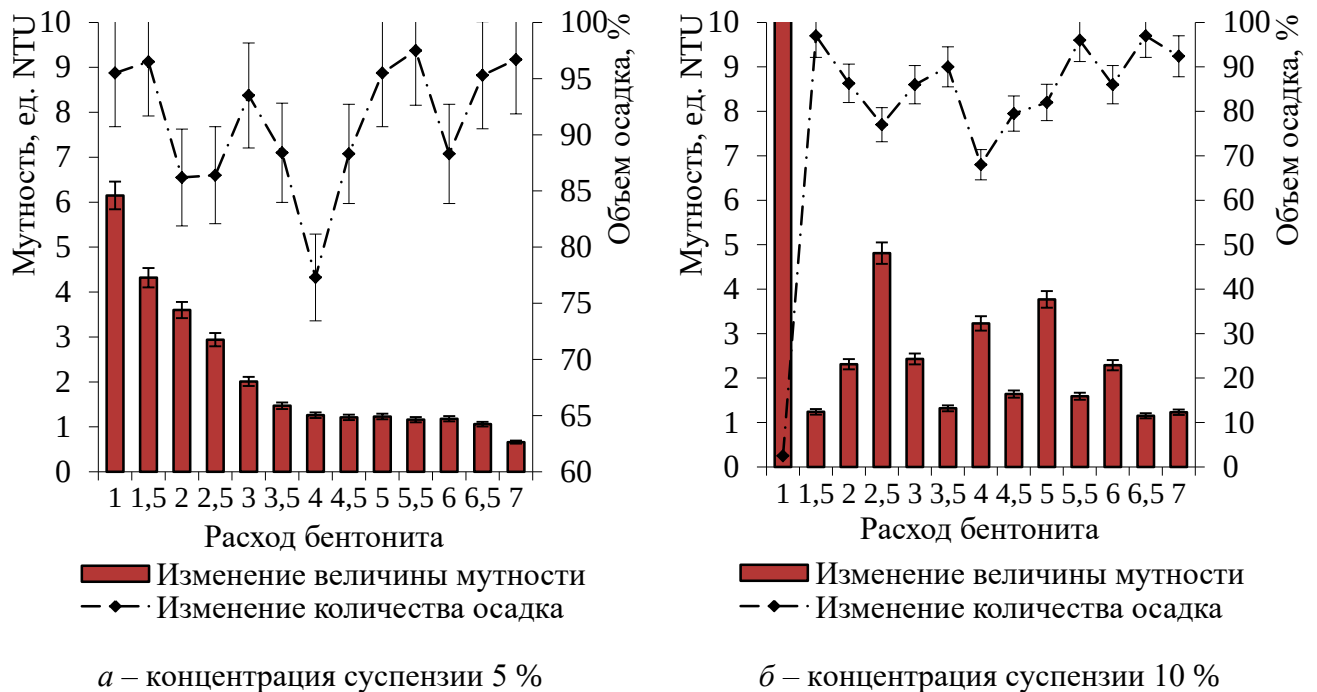
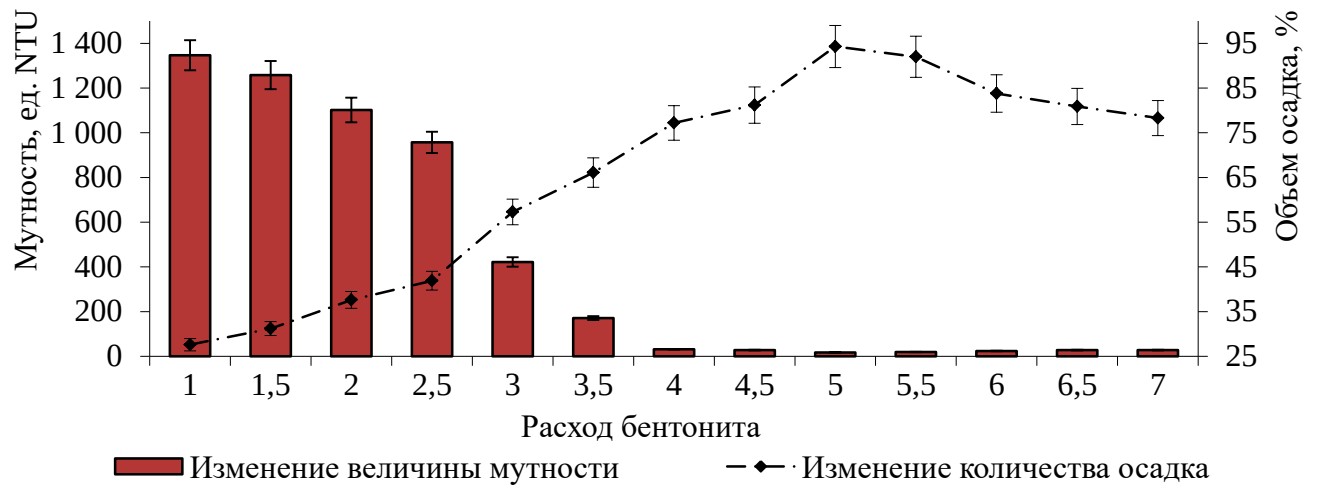
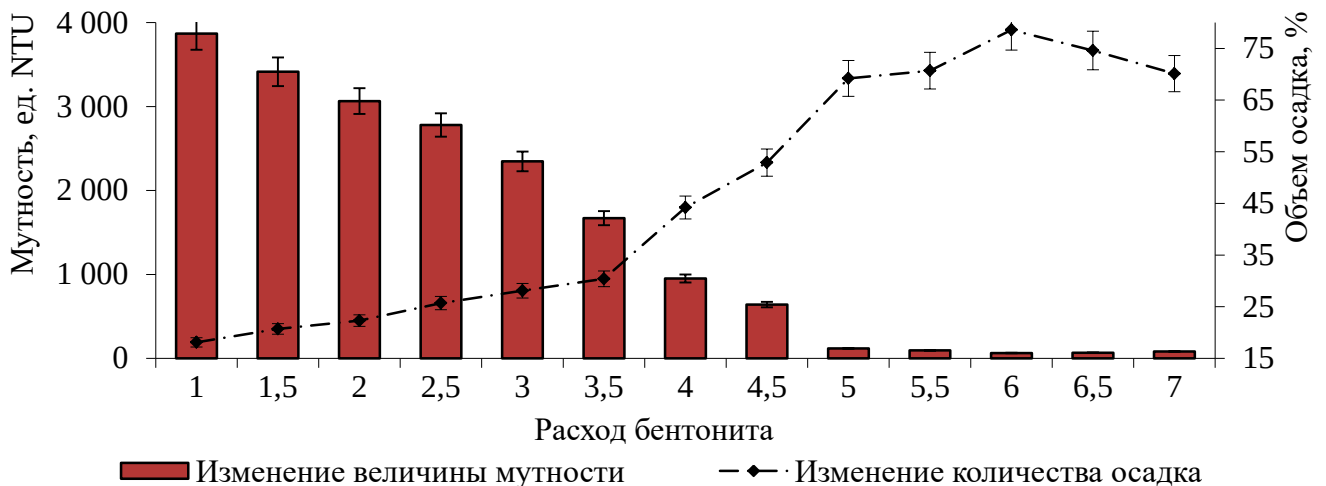


Рисунок 81 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита при предварительной активации суспензии и последующей низкочастотной обработке осветляемого виноматериала ($n = 3, M \pm m$)

Одним из недостатков промышленного использования суспензии бентонита в качестве осветляющего агента является продолжительность ее приготовления, которая составляет не менее 24 ч. Поэтому, учитывая свойства ультразвука, исследовали возможность предварительной обработки водных растворов бентонита ультразвуком высокой интенсивности с целью сокращения времени получения суспензии и возможности использования приготовленной таким образом суспензии для осветления облепихового виноматериала.



а – концентрация суспензии 5 %



б – концентрация суспензии 10 %

Рисунок 82 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита при приготовлении суспензии под действием высокочастотного ультразвука ($n = 3, M \pm m$)

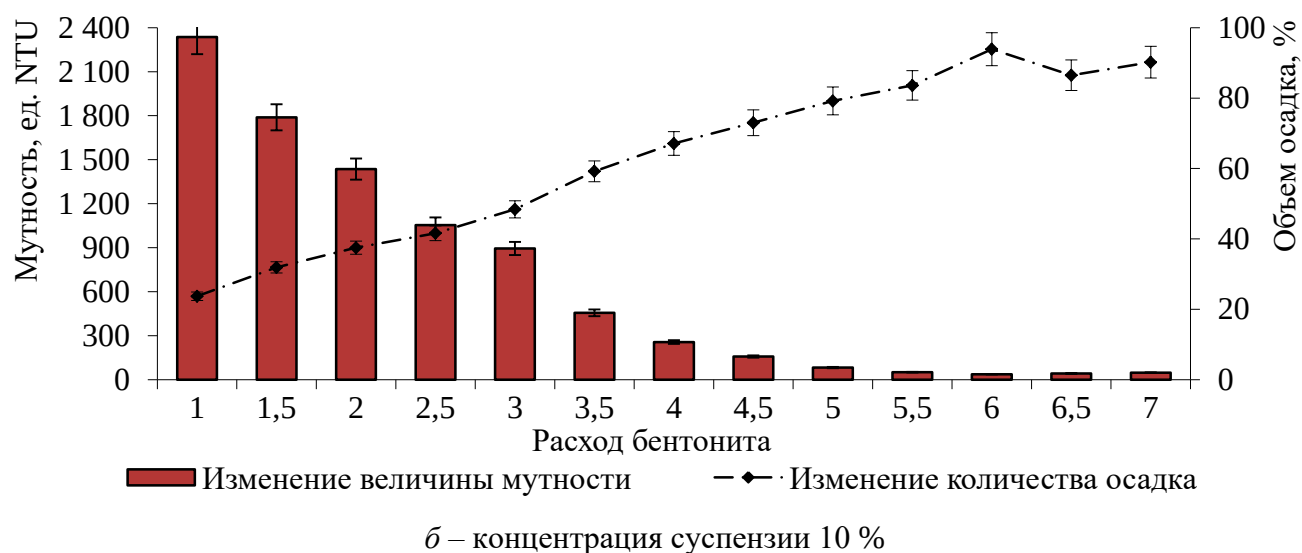
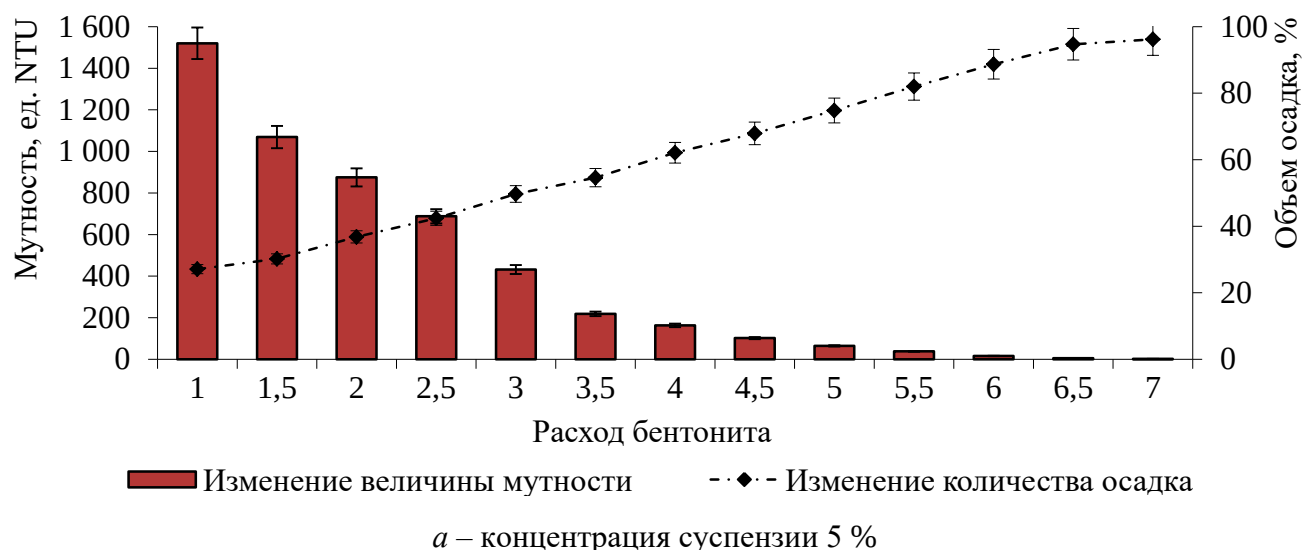


Рисунок 83 – Динамика осветления и величина образующегося осадка в зависимости от концентрации бентонита при приготовлении суспензии под действием высокочастотного ультразвука и последующей низкочастотной обработки осветляемого виноматериала ($n = 3, M \pm m$)

Обработку раствора бентонита проводили на ультразвуковом аппарате «Волна-М» [119] в течение 60 мин при максимальной мощности. Обработанные суспензии бентонита концентрацией 5 % и 10 % также обладали высокой вязкостью по сравнению с необработанными образцами соответствующих концентраций, однако, при хранении суспензия бентонита концентрацией 10 % расслоилась. Результаты обработки облепихового виноматериала приготовленными суспензиями представлены на рисунках 82 и 83.

С технологической точки зрения необходимо, чтобы образующиеся при оклейке вин осадки бентонита были более плотными, занимали меньший объем и содержали минимальное количество жидкости. Однако как показывают результаты (см. рисунки 82 и 83) предварительное «озвучивание» суспензии, равно и как приготовление суспензии бентонита в ультразвуковом поле не позволяет существенно уменьшить дозу бентонита при оклейке и увеличивает количество осадка. Это явление крайне нежелательно, поскольку резко возрастают потери вина, и появляется необходимость центрифугирования.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие обобщенные выводы:

1) ультразвуковая обработка способствует интенсификации процесса осветления облепихового виноматериала, позволяя при меньшей в 2–2,5 раза дозировке бентонита и меньшем времени отстаивания получить более высокую степень осветления;

2) предварительная активация суспензии бентонита, в некоторых случаях, позволяет несколько уменьшить дозировку бентонита, необходимую для достижения минимальной мутности. Однако при этом наблюдается увеличение объема осадка, что является нежелательным в винодельческой промышленности, так как затрудняет отделение осадка и извлечение виноматериала из него;

3) приготовление суспензии бентонита в ультразвуковом поле не дало существенного эффекта ни с точки зрения уменьшения дозировки, ни уменьшения мутности. Возможно, это произошло вследствие избыточной обработки ультразвуком, что привело к неспецифичному изменению частиц бентонита и к ухудшению их способности к оклеиванию.

6.3.2 Изучение возможности использования спиртоустойчивых пектиназ для интенсификации процесса осветления облепиховых виноматериалов

Использование ферментных препаратов, обладающих высокой специфичностью к гидролизу пектиновых веществ, является не только способом повышения сокоотдачи плодов и ягод, но и позволяет значительно ускорить и облегчить процессы осветления сброженных виноматериалов. В качестве одного из таких ферментных препаратов предлагается использовать пектолитический ферментный препарат Rapidase CR.

Рабочая температура действия ферментного препарата 10–50 °С (при pH 3,0–3,5). Препарат проявляет высокую устойчивость к спирту (до 24 % об.), содержанию полифенольных веществ и сернистого ангидрида. Дозировка составляет в среднем 10–30 мл на 1 т сырья. Перед использованием препарат разводят 1:10 прохладной питьевой водой или суслом.

Поскольку в предлагаемой нами технологии отделение мезги перед брожением не требуется, то влияние ферментного препарата на выход сока не изучалось. Исследовалось только влияние ферментного препарата на процесс осветления облепиховых виноматериалов.

Гидролиз облепиховой мезги (использовали сортосмесь) проводили следующим образом. В полученную после измельчения плодов мезгу вносили ферментный препарат в различных концентрациях. Гидролиз проводили при температуре (30 ± 2) °С в течение 4 ч. Затем мезгу пастеризовали при температуре (65 ± 2) °С, охлаждали и сбрасывали по вышеописанной технологии.

Пробное осветление сброженного сусла проводили 10 %-й суспензией бентонита по стандартной методике без использования ультразвукового излучения. Результаты пробной оклейки приведены в таблице 41.

Как можно видеть из данных таблицы 41 использование пектолитического ферментного препарата Rapidase CR позволяет проводить осветление облепихового виноматериала без использования ультразвуковой обработки, при этом объ-

ем и структура осадка бентонита менее рыхлая, чем при совместной обработке бентонитом и ультразвуковыми колебаниями.

Таблица 41 – Результаты пробной оклейки облепихового виноматериала, приготовленного с использованием препарата Rapidase CR ($n = 3$, $M \pm m$)

Концентрация суспензии бентонита, г/дм ³	Дозировка ферментного препарата, мл/т				
	10	15	20	25	30
	Мутность обработанного виноматериала, ед. NTU				
1,0	261,4 ± 15,6	215,4 ± 12,9	208,7 ± 10,4	202,9 ± 12,2	198,4 ± 9,9
1,5	175,8 ± 8,8	134,2 ± 6,7	118,4 ± 4,7	120,4 ± 7,2	117,1 ± 7,0
2,0	128,1 ± 6,4	96,1 ± 3,8	76,5 ± 3,0	73,4 ± 3,7	72,6 ± 2,2
2,5	84,6 ± 4,2	53,8 ± 3,2	36,1 ± 1,8	32,5 ± 1,6	36,8 ± 1,6
3,0	56,2 ± 3,4	38,7 ± 1,9	18,2 ± 0,9	16,5 ± 0,8	16,3 ± 0,8
3,5	44,5 ± 2,2	13,2 ± 0,7	9,1 ± 0,5	10,3 ± 0,7	8,7 ± 0,3
4,0	28,7 ± 1,7	7,5 ± 0,5	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1	3,0 ± 0,1
4,5	18,6 ± 0,9	4,8 ± 0,2	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1
5,0	13,4 ± 0,5	3,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,4 ± 0,1
5,5	9,2 ± 0,4	1,8 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1
6,0	6,0 ± 0,3	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1
6,5	2,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1
7,0	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1

В ходе инструментального и органолептического исследований (таблица 42 и рисунок 84 соответственно) образцов сухих облепиховых виноматериалов, приготовленных с использованием ферментного препарата, было установлено, что такая обработка приводит к снижению массовой концентрации остаточного экстракта, а также несколько ухудшает органолептическое восприятие напитка. При этом такие показатели как интенсивность и оттенок окраски практически не изменяются.

Таким образом, анализируя совокупность представленных данных при обработке мезги с целью улучшения процесса осветления в качестве оптимальной дозировки ферментного препарата Rapidase CR можно рекомендовать внесение

ферментного препарата в количестве 20 мл/т мезги и продолжительность ферментативного гидролиза 4 ч при температуре $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Таблица 42 – Показатели химического состава и показатели цветности облепиховых виноматериалов приготовленных и использованием ферментного препарата Rapidase CR ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Дозировка ферментного препарата, мл/т				
	10	15	20	25	30
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	$2,18 \pm 0,07$	$1,65 \pm 0,05$	$2,39 \pm 0,06$	$0,91 \pm 0,05$	$2,02 \pm 0,06$
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	$7,78 \pm 0,38$	$7,36 \pm 0,29$	$7,14 \pm 0,21$	$7,51 \pm 0,30$	$7,34 \pm 0,37$
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	$11,4 \pm 0,6$	$11,1 \pm 0,6$	$10,8 \pm 0,5$	$10,3 \pm 0,4$	$9,7 \pm 0,5$
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	$1\,226 \pm 61$	$1\,287 \pm 57$	$1\,279 \pm 76$	$1\,312 \pm 66$	$1\,289 \pm 58$
Массовая концентрация процианидинов, мг/дм ³	936 ± 56	879 ± 52	914 ± 64	879 ± 39	908 ± 49
Объемная доля этилового спирта, % об.	$11,7 \pm 0,5$	$11,8 \pm 0,4$	$11,5 \pm 0,4$	$11,3 \pm 0,5$	$11,5 \pm 0,4$
Интенсивность окраски	$0,218 \pm 0,019$	$0,238 \pm 0,021$	$0,205 \pm 0,016$	$0,231 \pm 0,018$	$0,214 \pm 0,020$
Оттенок окраски	$1,834 \pm 0,091$	$1,768 \pm 0,107$	$1,784 \pm 0,111$	$1,802 \pm 0,094$	$1,751 \pm 0,117$

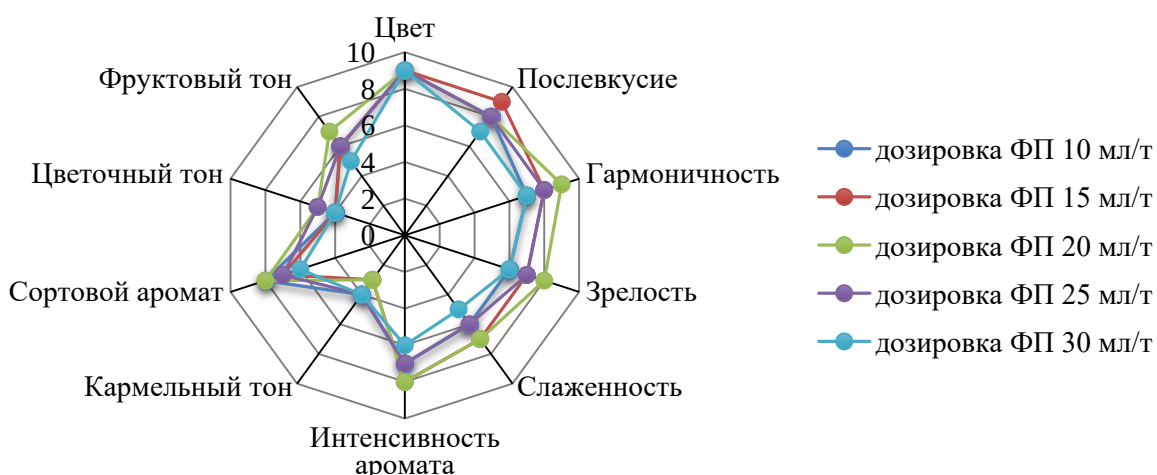


Рисунок 84 – Органолептические диаграммы образцов облепиховых виноматериалов, полученных с использованием препарата Rapidase CR

6.3.3 Влияние сорта облепихи на процесс осветления бентонитом (с использованием ультразвука)

Ввиду значительного различия сортов облепихи по химическим показателям (см. таблицы 5–7), а также принадлежности отобранных сортов облепихи к различным типам (масличные, десертные, универсальные) интересным являлось изучение сортовых особенностей облепихи применительно к процессу осветления бентонитом совместно с ультразвуковой обработкой.

Пробную обработку бентонитом проводили в дозировках от 1,0 до 7,0 г/дм³, с последующей обработкой ультразвуком низкой интенсивности. В качестве контрольного опыта был поставлен эксперимент по осветлению без использования ультразвуковых колебаний. Результаты исследований по типам сортов представлены на рисунках 85, 86 и 87.

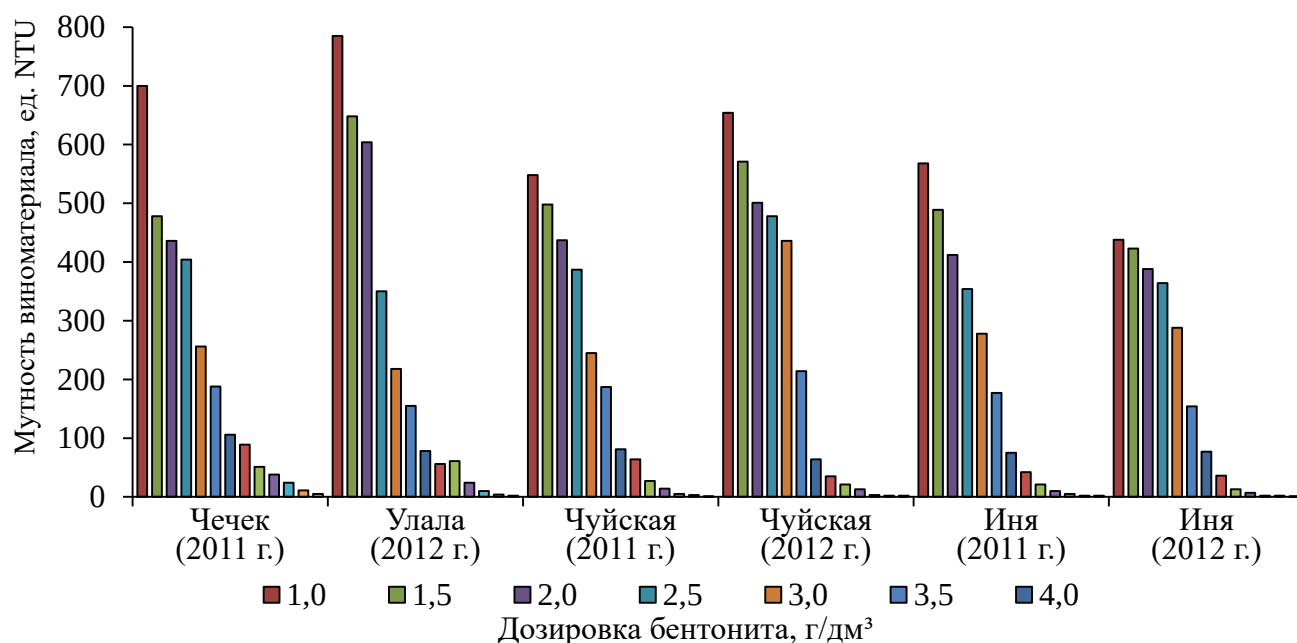


Рисунок 85 – Динамика изменения мутности в зависимости от дозировки бентонита при осветлении (совместно с ультразвуковой обработкой) виноматериалов из масличных сортов облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

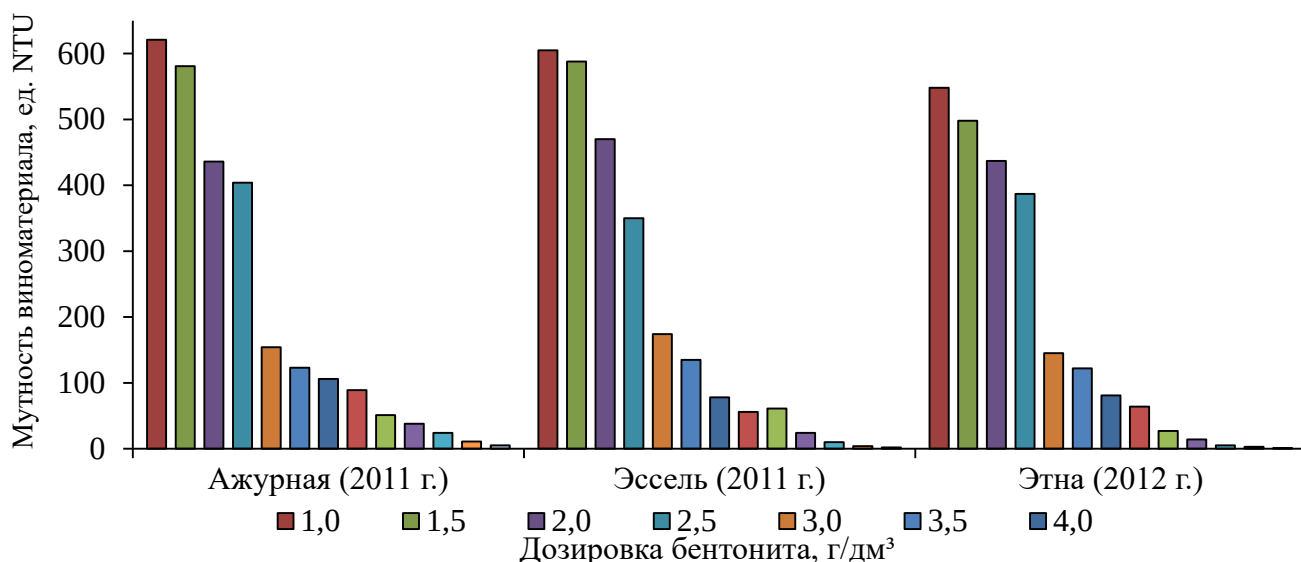


Рисунок 86 – Динамика изменения мутности в зависимости от дозировки бентонита при осветлении (совместно с ультразвуковой обработкой) виноматериалов из десертных сортов облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

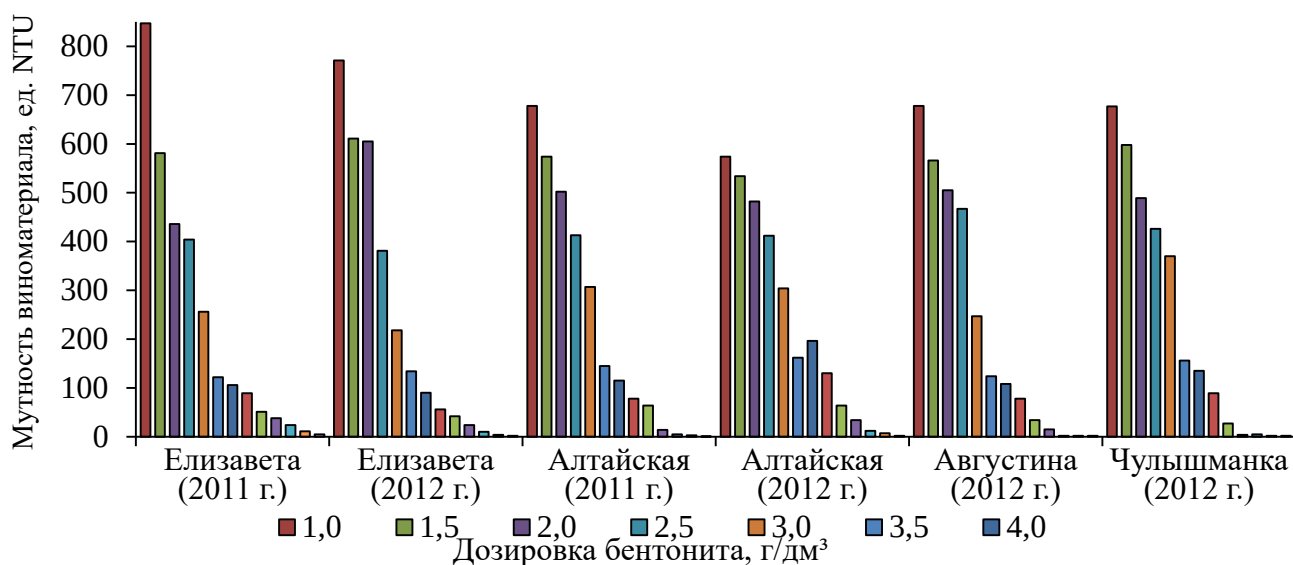


Рисунок 87 – Динамика изменения мутности в зависимости от дозировки бентонита при осветлении (совместно с ультразвуковой обработкой) виноматериалов из универсальных сортов облепихи ($n = 3$, $M \pm m$)

Как можно видеть из представленных графических данных, оптимальной дозировкой бентонита при совместной низкочастотной ультразвуковой обработке виноматериалов, полученных на основе масляных сортов облепихи от 4,5 г/дм³ и выше. При таком расходе бентонита густой осадок представлял собой ком-

пактный осадок, а осветление виноматериала достаточное для дальнейших технологических операций. Для виноматериалов, полученных из десертных сортовobleпиhi, оптимальной дозировкой бентонита является 3,5–5,5 г/дм³. Аналогичные результаты показало исследование динамики осветления виноматериалов, приготовленных из универсальных сортовobleпиhi.

6.3.4 Влияние сортаobleпиhi и обработки ферментным препаратом Rapidase CR на процесс осветления бентонитом

Пробную обработку виноматериалов, полученных с использованием ферментного препарата Rapidase CR (при обработке сброженной мезги в дозировке 20 мл/т) бентонитом проводили в количествах от 1,0 до 7,0 г/дм³, без последующей обработки ультразвуком низкой интенсивности. Результаты исследований по типам сортов представлены на рисунках 88 и 89.

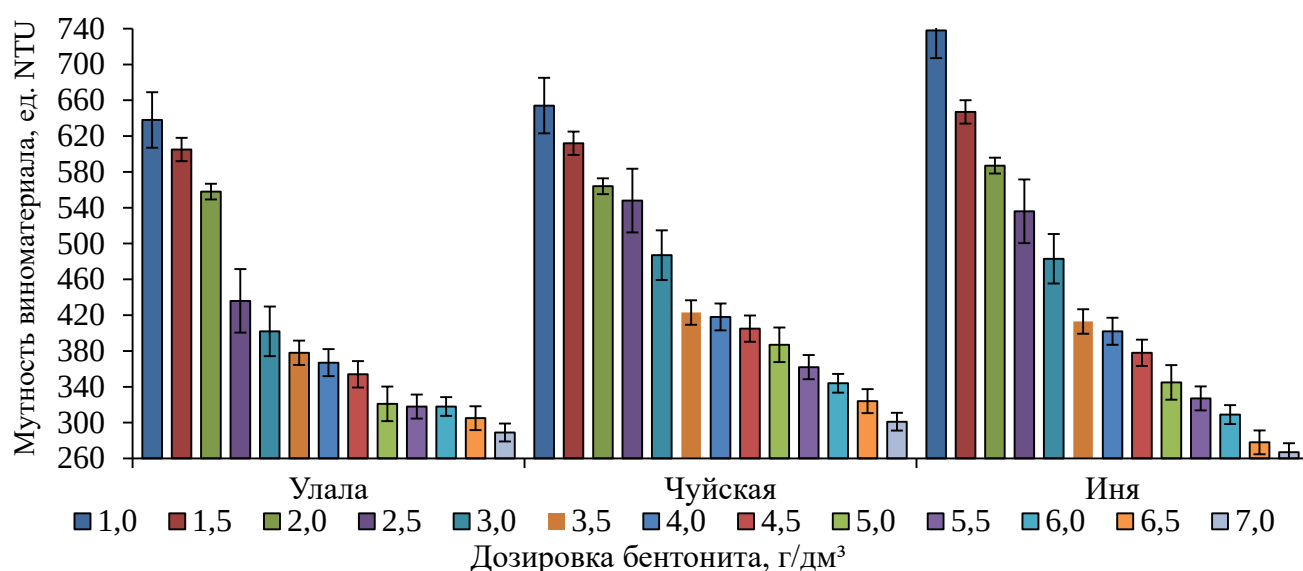


Рисунок 88 – Динамика изменения мутности при осветлении виноматериалов из масличных сортовobleпиhi (с предварительной обработкой мезги препаратом Rapidase CR) ($n = 3, M \pm m$)

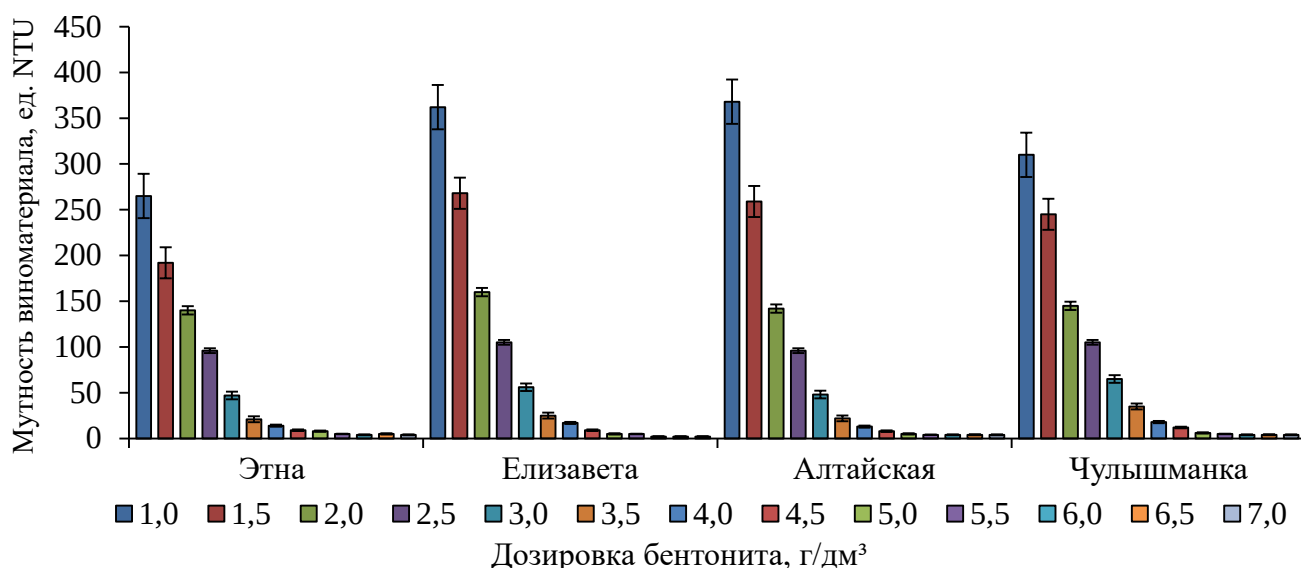


Рисунок 89 – Динамика изменения мутности при осветлении виноматериалов из десертных и универсальных сортов облепихи (с предварительной обработкой сброженной мезги препаратом Rapidase CR) ($n = 3, M \pm m$)

Осветление бентонитом без ультразвуковой обработки виноматериалов, полученных с использованием пектолитического ферментного препарата Rapidase CR из масличных сортов облепихи показало низкую эффективность и эксперимент был признан неудачным.

В то же время осветление бентонитом виноматериалов, приготовленных из десертных и универсальных сортов облепихи с использованием ферментативной обработки достаточно хорошее. Это позволяет сделать вывод о возможности использования дифференцированного подхода к осветлению виноматериалов из облепихи на основе типа выбранного для переработки сорта.

6.4 Разработка комплекса мероприятий, направленных на придание винам и винным напиткам из облепихи розливостойкости

6.4.1 Оптические характеристики напитков из облепихи как объективный физический показатель, определяющий их качество

Оптические характеристики напитков, а именно интенсивность, оттенок цвета и его желтизна, являются основными объективными физическими характеристиками напитков, и должны являться основополагающими при контроле их качества и идентификации. С точки зрения покупателя данные показатели обеспечивают формирование потребительских предпочтений за счет «узнаваемости» напитка. Кроме того, что цветовые характеристики напитков способны оказывать психоэмоциональное и физиологическое воздействие на потребителя [157; 200], имеются данные, что цвет напитков существенно влияет на способность потребителя правильно идентифицировать вкус, формировать четкие вкусовые профили и предпочтения, а также доминирует над другими источниками информации о вкусе, включая маркировку [217; 253]. Основная тенденция российской отрасли производства напитков, в том числе и безалкогольных, – использование в составе плодово-ягодного сырья и полученных из него полуфабрикатов, обуславливающих дополнительные функциональные свойства напитков, которые, по мнению экспертов рынка, должны быть гармонично связаны с цветовыми и вкусовыми ощущениями от напитка. При этом использование естественной цветовой гаммы сырья дополнительно привлекает внимание потребителей за счет формирования натурального внешнего вида.

Объективным способом оценки внешнего вида напитков является исследование оптических, или так называемых, хроматических характеристик, таких как: интенсивность и оттенок цвета, а также координаты цвета в системе CIE Lab [157; 204; 215; 218; 271; 361]. На основании измерения хроматических характеристик

напитков возможен расчет такого показателя как желтизна цвета, который в последнее время широко внедряется в практику контроля качества многих пищевых продуктов и характеризует степень изменения цвета белого (прозрачного) образца на желтый [243; 272; 345].

Необходимость контроля оптических свойств напитков из облепихи обусловлена во многом химическим составом ягод. Во-первых, ягоды облепихи богаты фенольными соединениями различных классов, многие из которых являются достаточно реакционноспособными, вступая в реакции полимеризации и конденсации с образованием темноокрашенных продуктов; во-вторых, ягоды облепихи богаты аскорбиновой кислотой, которая сама по себе является веществом, связывающим кислород и препятствующим глубокому протеканию окислительных процессов, связанных с изменением цвета напитков. С другой стороны, при наличии в продуктах большого количества ионов металлов, кислот и ряда других соединений, а также под воздействием тепловой энергии скорость деградации аскорбиновой кислоты значительно увеличивается и в результате самопроизвольной дегидратации и декарбоксилирования возможно образование фурфурола – соединения, являющегося интермедиатом реакции меланоидинообразования, вызывающей потемнение продуктов питания.

На рисунке 90 представлена динамика интенсивности цвета при хранении опытных образцов в темноте в течение 52 недель при температуре $(22 \pm 2) ^\circ\text{C}$, относительной влажности $(60 \pm 5) \%$.

Можно видеть, что в период хранения показатель интенсивности цвета увеличивается, однако визуально изменения в цвете относительно начального периода хранения становятся различимы только после 20–30 недель хранения напитков (увеличение интенсивности цвета в 1,12–1,18 раза). При этом можно отметить, что в напитках из облепихи, содержащих сахара, увеличение показателя интенсивности цвета происходит медленнее, что возможно связано с консервирующим действием сахаров, что было показано в ранней работе [108].

Изменение показателя оттенка цвета при хранении напитков связано в первую очередь со снижением его абсолютного значения (рисунок 91).

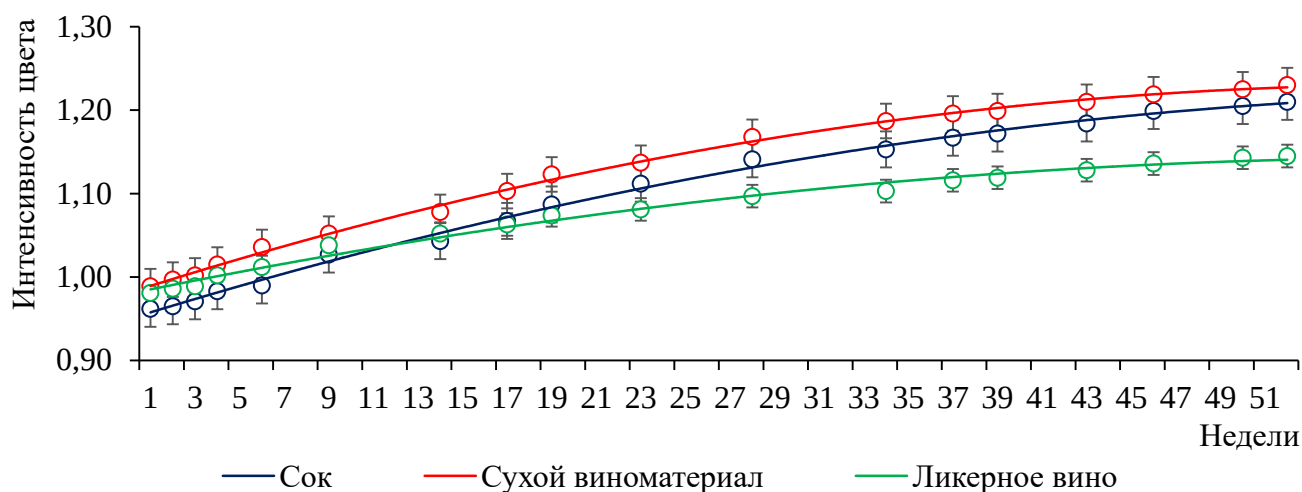


Рисунок 90 – Динамика показателя интенсивности окраски образцов напитков из облепихи при хранении ($n = 3$, $M \pm m$)

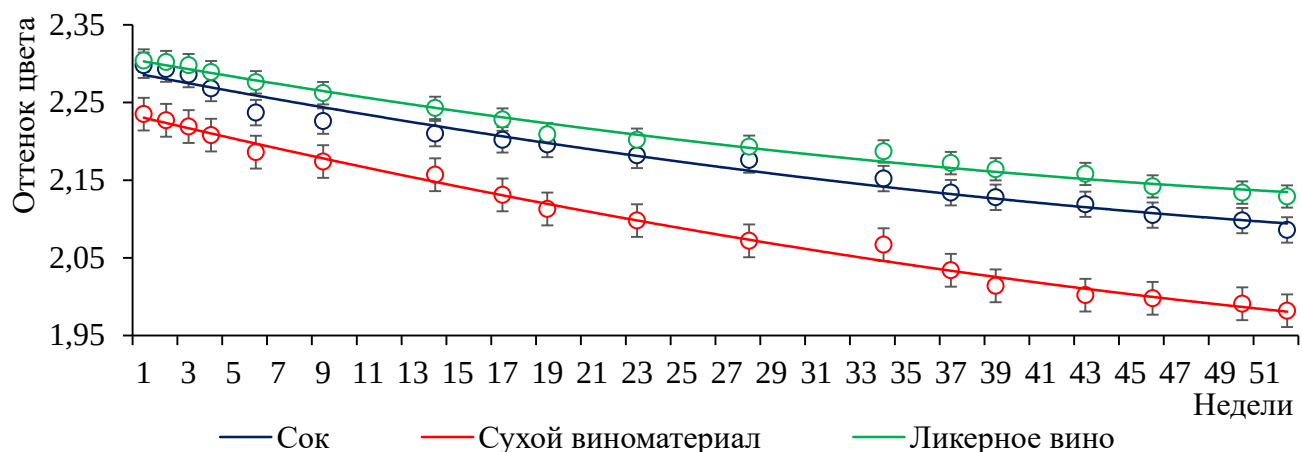


Рисунок 91 – Динамика оттенка цвета образцов напитков во время хранения ($n = 3$, $M \pm m$)

Как и в случае с интенсивностью цвета, при определении оттенка цвета образцов напитков отмечено более резкое изменение данного показателя для сухого виноматериала из облепихи. Вероятно, в случае отсутствия в напитке сахаров в достаточно высокой концентрации для влияния на окислительные процессы, на первый план выходят процессы деградации аскорбиновой кислоты и конденсации полифенольных веществ.

Еще одним оптическим показателем, выражающим состояние цвета напитков является желтизна, однако общепринятые нормы данного показателя установ-

лены только для виноградных вин, что не позволяет полностью использовать показатель желтизны для оценки состояния напитков из плодово-ягодного сырья, в том числе из облепихи. Тем не менее, показатель желтизны был рассчитан для образцов напитков. Согласно полученным результатам визуальной оценки образцов напитков при хранении в большей степени интенсивность коричневых оттенков отмечалась для образца сухого облепихового виноматериала, что полностью согласуется с представленными на рисунке 92 данными увеличения показателя желтизны.

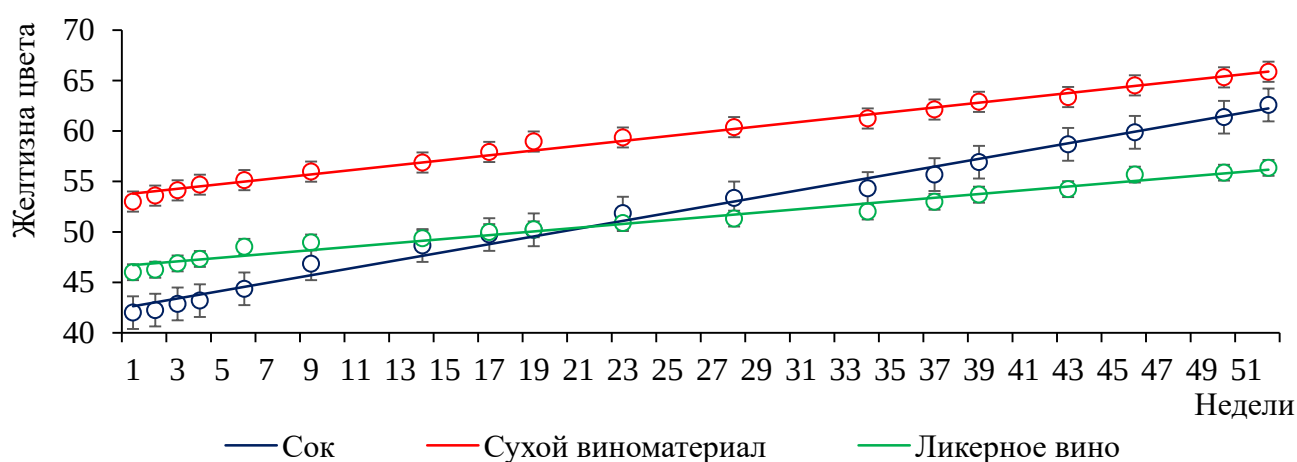


Рисунок 92 – Динамика желтизны цвета напитков из облепихи при хранении ($n = 3, M \pm m$)

При расчете трихроматических характеристик вина (координат цвета XYZ) с последующим вычислением координат X и Y (по системе координат CIE Lab) отмечено, что в процессе хранения смещение координаты X (хроматическая зелено-красная ось) происходит более интенсивно, при том что смещения координаты Y (хроматическая желто-синяя ось) практически не происходит (рисунок 93).

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно сделать вывод о возможности физических методов при контроле оптических характеристик напитков из облепихи для объективной оценки цвета – одного из основополагающих органолептических показателей качества напитков. Результаты оптического анализа хорошо согласуются с визуальной оценкой образцов напитков из

облепихи при хранении, что открывает перспективы для внедрения данного метода исследований в практику лабораторий предприятий, занимающихся переработкой облепихи в различные группы напитков.

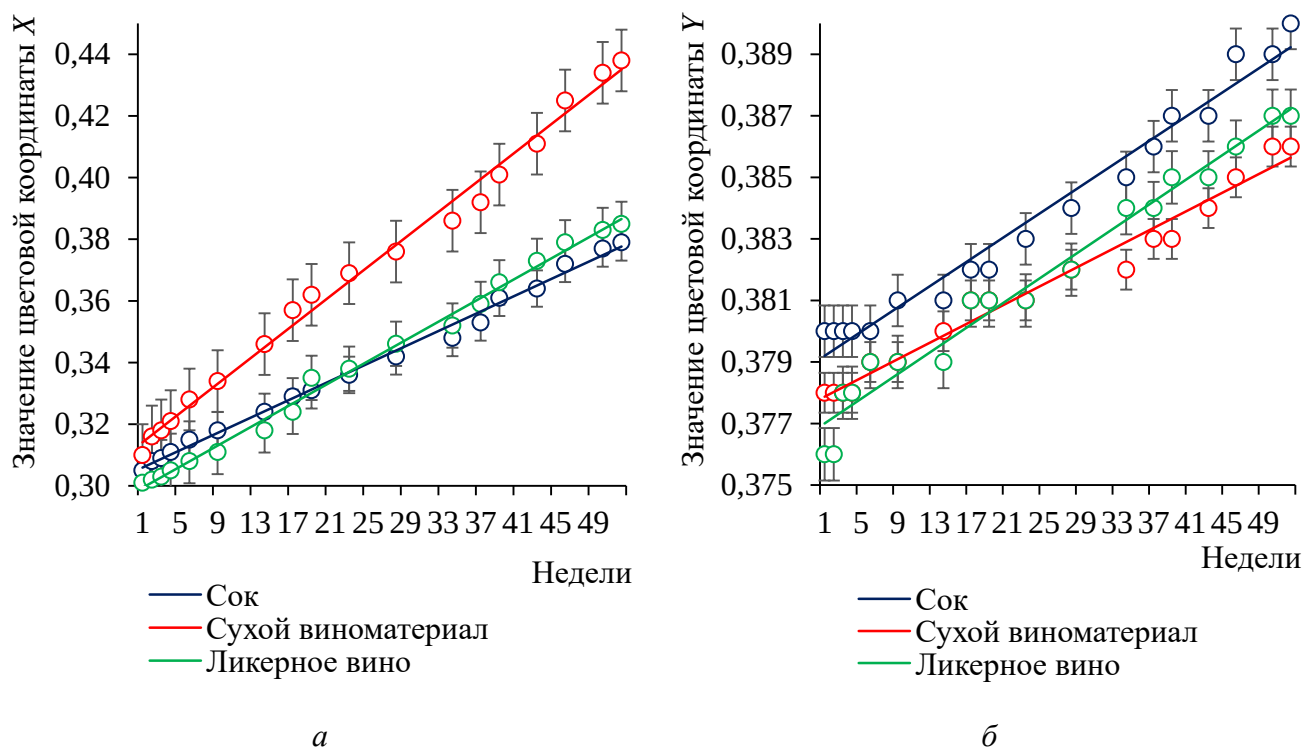


Рисунок 93 – Смещение цветовых координат X и Y в хроматической системе координат CIE при хранении напитков из облепихи

6.4.2 Моделирование процессов выдержки методом ускоренного старения и выявление объективных причин покоричневения облепиховых вин

Известно, что вина, изготовленные из облепихи, при хранении быстро приобретают коричневые тона различной интенсивности. Причиной покоричневения вин может быть как ферментативное или неферментативное окисление фенольных соединений разных классов, так и реакция Майяра с участием сахаров и аминокислот. В пользу полифенольного механизма говорит тот факт, что удаление

железа приводит к увеличению срока хранения вин из облепихи [279]. Однако исключить вклад сахароаминной реакции в изменение цвета вина также нельзя.

Какой из этих двух факторов вносит больший вклад в покоричневение вин из облепихи, можно оценить путем введения в сухие виноматериалы глюкозы и фруктозы – сахаров, вступающих в реакцию Майяра. Понятно, что результат будет носить лишь качественный характер, поскольку продукты реакции Майяра – фурфурол и гидроксиметилфурфурол способны взаимодействовать с полифенолами с образованием ксантилиевых производных. В аналогичную реакцию могут также вступать такие продукты брожения, как пировиноградная кислота и ацетальдегид.

Образование фурфурола и гидроксиметилфурфуrolа можно контролировать по методу Винклера или модификации этого метода, предложенной автором и его коллегами.

Более точным и простым критерием определения характера потемнения вина в данном случае являются значения цветности, динамику которой определяют при контролируемых параметрах реакции.

На протяжении нескольких лет нами проверялась возможность использования метода хроматического анализа для оценки качества вин и сусел. Было показано, что среди пяти характеристик цветности – доминирующей длины волны λ (нм), чистоты цвета H (%), относительной яркости F (%), интенсивности I и оттенка окраски N , определяемых спектрофотометрическим методом анализа, наиболее достоверные значения и сходимость результатов показывает интенсивность окраски I .

Значения этого показателя явились основой для проведения сравнительного анализа изменения цветовых параметров облепиховых вин в процессе выдержки.

Образцы вин готовили в соответствии со схемой, представленной на рисунке 94.

Подготовленные образцы подвергались выдержке в условиях действия повышенных температур (30 °С; 40 °С и 55 °С) без взаимодействия с кислородом воздуха. В качестве контрольных использовались указанные выше образцы, хранившиеся при температуре (18 ± 2) °С. По органолептическим, физико-химичес-

ким показателям образцы соответствовали ГОСТ Р 58013-2017 «Напитки винные фруктовые. Общие технические условия (переиздание)». Содержание металлов до и после обработки сорбентом определяли методом атомно-абсорбционного анализа. Осветление проводили с использованием суспензии бентонита.



Рисунок 94 – Подготовка образцов по соответствующим направлениям исследований:

I – осветленный облепиховый виноматериал (ООВ);

II – осветленный деметаллизированный облепиховый виноматериал (ДООВ)
с массовой долей кислот не более 8,5 г/л, массовая концентрация сахаров – не более 3 г/л;

IIIа – ДООВ с мас-совой концентрацией сахаров – 30 г/л;

IIIб – ДООВ с массовой концентрацией глюкозы – 30 г/л;

IIIв – ДООВ с массовой концентрацией глюкозы – 50 г/л;

IIIг – ДООВ с массовой концентрацией фруктозы – 30 г/л;

IIIд – ДООВ с массовой концентрацией фруктозы – 50 г/л;

IVа – сладкий ДООВ, массовая концентрация сахаров – 100 г/л;

IVб – ликерный ДООВ, массовая концентрация сахаров – 300 г/л;

Vа – ДООВ с массовой концентрацией ксилита – 100 г/л;

Vб – ДООВ с массовой концентрацией сорбита – 100 г/л;

Vв – ДООВ с массовой концентрацией эритрита – 100 г/л

Эксперимент продолжали до момента критического изменения органолептических показателей вина, т. е. появления признаков ресуспензирования осадка и существенного покоричневения продукта [108].

Для целей прогнозирования срока хранения и изучения интенсивности и динамики покоричневения облепиховых вин был применен метод кинетического моделирования. Результаты обрабатывали с использованием автоматизированной системы MathCad.

Первую серию опытов проводили в 2009–2010 гг. на облепиховом виноматериале, полученном из облепихи разных сортов (пересортицы). Целью исследований явилось изучение влияния концентрации ионов железа на качество и срок хранения облепихового вина. Было показано, что удаление железа из виноматериала позволяет повысить розливостойкость осветленных облепиховых вин, существенно, почти в 2,5 раза, повысить их срок хранения, а также улучшить органолептические свойства. Характерными признаками порчи облепиховых вин как в случае образцов деме­таллизированных, так и неде­таллизированных было выпадение темноокрашенного осадка и интенсивное по­коричневение вин с потерей блеска.

Вторую серию опытов проводили в 2010–2012 гг. Цель этих экспериментов заключалась в исследовании влияния концентрации энергетических сахаров на скорость по­коричневения облепиховых вин. Также во внимание принимался и температурный фактор, который играет существенную роль в протекании реакции Майяра. Сырьем для изготовления образцов вин стала облепиха алтайской селекции (сорта Елизавета, Чечек и др.). Внесение сахарозаменителей осуществляли из расчета получения сладости эквивалентной 100 г/л сахара.

Обработку полученных опытных данных проводили методом регрессионного анализа с целью получения количественной связи интенсивности окраски вин с температурно-временными факторами.

В таблице 43 представлены параметры кинетических уравнений образцов облепиховых вин с различным содержанием сахаров.

Таблица 43 – Параметры кинетических моделей исследуемых систем

Наименование	Кажущийся порядок							
	$m = 0$				$m = 1$			
	КТ0	Е	IO	R2Σ	КТ0	Е	IO	R2Σ
Полусладкое вино	$8,008 \cdot 10^{16}$	$1,083 \cdot 10^5$	0,275	26,02	$1,85 \cdot 10^5$	$3,846 \cdot 10^4$	0,42	1,331
Сладкое вино	$1,548 \cdot 10^8$	$5,708 \cdot 10^4$	0,384	0,375	$3,691 \cdot 10^5$	$4,006 \cdot 10^4$	0,39	1,112

Продолжение таблицы 43

Наименование	Кажущийся порядок							
	$m = 0$				$m = 1$			
	КТ0	Е	І0	Р2Σ	КТ0	Е	І0	Р2Σ
Ликерное вино	$3,777 \cdot 10^9$	$6,621 \cdot 10^4$	0,344	0,082	$1,207 \cdot 10^7$	$4,976 \cdot 10^4$	0,369	0,265
Вино с добавлением ксилита	$3,554 \cdot 10^9$	$6,514 \cdot 10^4$	0,377	0,12	$4,229 \cdot 10^6$	$4,656 \cdot 10^4$	0,411	0,561
Вино с добавлением эритрита	$1,256 \cdot 10^9$	$6,274 \cdot 10^4$	0,384	0,21	$1,922 \cdot 10^6$	$4,464 \cdot 10^4$	0,405	0,619
Вино с добавлением сорбита	$3,982 \cdot 10^9$	$6,545 \cdot 10^4$	0,371	0,127	$2,352 \cdot 10^6$	$4,495 \cdot 10^4$	0,403	0,652
Вино с добавлением фруктозы, 30 г/л	$5,234 \cdot 10^{10}$	$7,274 \cdot 10^4$	0,326	0,243	$1,556 \cdot 10^7$	$5,014 \cdot 10^4$	0,36	0,467
Вино с добавлением фруктозы, 50 г/л	$8,469 \cdot 10^{10}$	$7,401 \cdot 10^4$	0,314	0,176	$3,148 \cdot 10^7$	$5,195 \cdot 10^4$	0,349	0,402
Вино с добавлением глюкозы, 30 г/л	$5,495 \cdot 10^9$	$6,597 \cdot 10^4$	0,374	0,153	$3,223 \cdot 10^6$	$4,567 \cdot 10^4$	0,418	0,619
Вино с добавлением глюкозы, 50 г/л	$6,724 \cdot 10^9$	$6,656 \cdot 10^4$	0,365	0,32	$7,978 \cdot 10^6$	$4,804 \cdot 10^4$	0,405	0,765

Используя полученные кинетические модели, рассчитали срок хранения образцов вин. Для облепихового полусладкого вина он составил 52 недели, для сладкого облепихового вина 115 недель, а для ликера – 211. Полученные данные для сладкого вина согласуются с результатами, зафиксированными при хранении вин в стандартных условиях. Ликерное вино хранилось около трех лет, при этом признаков порчи или интенсивного покоричневения не было зафиксировано. Напротив, напиток имел характерный желтый цвет, был полностью прозрачным и обладал удовлетворительными вкусовыми свойствами.

Исследование изменения цветности образцов, содержащих в своем составе сахарозаменители – ксилит, эритрит и сорбит – показало, что их введение в сухой виноматериал также замедляет процесс покоричневения. Согласно полученным

данным срок хранения этих вин составил 138 недель (34,5 мес.), 150 недель (37,5 мес.) и 143 недели (35,8 мес.) соответственно. В процессе экспериментального хранения было отмечено образование не характерного для облепиховых вин осадка в виде полупрозрачных пленок небольшого размера, также наблюдалось ослизнение дна стеклянных бутылок, в которых хранились напитки. Такой дефект, вероятно, вызван введением сахарозаменителей и недостаточной отработкой технологического процесса производства диетических вин для обеспечения розливостойкости. Несмотря на то, что снижение концентрации энергетических сахаров позволило замедлить интенсивность покоричневения, к указанному сроку у всех образцов ухудшились потребительские свойства. Однако дегустационные характеристики вин, полученных из сортового ароматичного сырья, были значительно выше. Использование таких сортов, как Ажурная, Чечек, Елизавета, позволяет маскировать посторонние запахи и привкусы, появление которых вызвано введением в состав виноматериала сахарозаменителей.

Для изучения динамики течения процесса покоричневения в облепиховом вине, в виноматериал вводили глюкозу и фруктозу в количествах 30 и 50 г/дм³.

Установлено, что при повышении концентрации указанных сладких компонентов увеличивается и срок хранения. Повышение содержания глюкозы с 30 до 50 г/дм³ увеличивает продолжительность хранения со 130,7 недель (33 мес.) до 143,3 недель (36 мес.) соответственно.

Лучшие значения показателей качества и срока хранения были получены при использовании в качестве сладкой основы фруктозы. Вина, содержащие этот моносахарид, обладали превосходными органолептическими характеристиками, тонким ароматом, приятным и длительным послевкусием. Введение фруктозы в количестве 30 г/дм³ позволяет хранить вино до 233 недель (58 мес.). Повышение концентрации фруктозы с 30 до 50 г/дм³ увеличивает срок хранения до 264 недель (66 мес.).

При исследовании динамики изменения значений показателя интенсивности окраски вин, было установлено, что увеличение концентрации вносимых сахаров и моносахаридов замедляет процесс покоричневения облепиховых вин. Опытным

путем показано, что увеличение массовой концентрации сахаров до 300 г/л в случае ликерных вин и тонкодисперсной фруктозы до 30–50 г в случае вин диетического назначения позволяет существенно увеличить продолжительность хранения вин. При снижении содержания энергетических сахаров и внесении сахарозаменителей наблюдается аналогичный процесс. Это позволяет сделать вывод о том, что вклад реакции Майяра в процесс покоричневения облепиховых вин незначителен и не может являться истинной причиной покоричневения. Следовательно, для раскрытия химизма реакций, происходящих в винах из облепихи и приводящих к их покоричневению следует детально изучить первую из возможных причин – окисление фенольных соединений разных классов.

Изучение химического состава и оптической плотности образцов позволило установить зависимость между цветовыми параметрами вин и содержанием в них полифенольных веществ. Результаты сравнительной оценки показателей цветности и полифенольного состава образцов представлены в таблице 44.

Таблица 44 – Сравнительная характеристика интенсивности окраски и общего содержания полифенолов в облепиховых винах ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Интенсивность окраски вин			Общее количество полифенолов в винах, мг/дм ³		
	полусладких	сладких	ликерных	полусладких	сладких	ликерных
Эссель	0,099	0,058	0,067	271 ± 11	260 ± 10	255 ± 13
Чуйская	0,138	0,088	0,135	308 ± 14	245 ± 17	222 ± 14
Чечек	0,120	0,137	0,057	523 ± 12	476 ± 11	–
Иня	0,154	0,130	0,066	344 ± 13	283 ± 15	283 ± 11
Елизавета	0,253	0,218	0,256	520 ± 14	307 ± 11	437 ± 15
Алтайская	0,209	0,188	0,222	742 ± 34	498 ± 11	433 ± 15
Ажурная	0,165	0,172	0,154	1103 ± 11	995 ± 12	285 ± 16

В ходе проведения исследования было установлено, что назначение сорта не влияет на содержание полифенолов в образцах вин, тогда как состав купажей существенно влияет на их концентрацию. Наибольшее количество полифенолов

наблюдается в полусладких винах, наименьшее – в ликерных винах. Объяснить изменение полифенольного состава можно тем, что по мере внесения инвертного сиропа, воды и спирта, являющихся обычными компонентами вин соответствующего наименования, за счет уменьшения содержания виноматериала в купаже снижается и содержание полифенолов.

Изменение массовой концентрации виноматериала в купаже приводит к изменению оптической плотности вин. Интенсивность окраски снижается при разбавлении (купажировании) виноматериала.

При детальном исследовании зависимости интенсивности окраски от содержания сахаров и полифенолов в вине, было сделано интересное наблюдение, заключающееся в том, что не все образцы имели одинаковую тенденцию к потемнению. Интенсивность окраски некоторых вин со временем изменялась не в сторону потемнения, а наоборот происходило замедление процесса покоричневения, что не вписывалось в первоначальную гипотезу о влиянии реакции неферментативного потемнения на изменение цветности облепиховых вин в процессе хранения.

Дополнительное измерение контролируемых показателей производили в десятикратной повторности. Для исключения вероятности влияния возможной опалесценции, вызванной повышенным содержанием инвертного сиропа в винах, образцы подвергали разбавлению водой в соотношении 1:2. Было отмечено, что динамика показателей осталась прежней. Ряд образцов (сорта Эссель, Чуйская, Иня) имели обратно-пропорциональную зависимость интенсивности окраски от концентрации сахаров. Тогда как остальные вина имели прямо пропорциональную зависимость этих показателей, т. е. при повышении содержания сахаров процесс покоричневения ускорялся.

На этом этапе было окончательно отвергнуто предположение о существенном вкладе реакции Майяра в процесс покоричневения облепиховых вин. Все внимание было сосредоточено на анализе полифенольного состава.

Исходя из данных таблицы 44 образцы 1, 2 и 4 имеют тенденцию к снижению содержания полифенолов, что может свидетельствовать о прямопропорциональной зависимости интенсивности окраски от количества полифенолов. С дру-

гой стороны, образец 5 (сорт Елизавета) имеет существенный разброс значений по содержанию полифенолов, но тенденцию к интенсификации потемнения с увеличением содержания сахара и спирта. А в вине из облепихи сорта Ажурная наблюдается значительное потемнение напитка при снижении общего количества полифенолов.

Таким образом, показано, что на интенсивность окраски влияние оказывают полифенолы, содержащиеся в вине, но, судя по всему, не их общее количество, а групповой состав, что требует дальнейшего изучения.

6.4.3 Изучение влияния процесса деметаллизации на продолжительность хранения облепиховых вин и виноматериалов

Экспериментально [136] было установлено, что удаление из осветленного облепихового сока ионов металлов переменной валентности, в первую очередь железа, путем обработки ионообменным сорбентом «Термоксид 3А» приводит к существенному увеличению сроков хранения без изменения органолептических свойств продукта.

Приняв гипотезу о влиянии концентрации ионов железа на изменение цвета облепихового вина как основную, было проведено экспериментальное исследование на сухом осветленном облепиховом виноматериале без корректировки состава и на сухом осветленном облепиховом виноматериале обработанном сорбентом «Термоксид 3А», остаточное содержание железа в котором составляло 1–2 мг/дм³. В основу эксперимента был положен метод ускоренного старения.

Деметаллизацию образцов облепиховых виноматериалов осуществляли поточным способом, путем пропускания осветленного облепихового виноматериала через слой сорбента «Термоксид 3А» со скоростью 1–2 дм³/ч. При этом в ходе деметаллизации массовая концентрация железа уменьшилась с 14,25 до 0,78 мг/дм³.

Таблица 45 – Содержание железа в образцах облепиховых виноматериалов в зависимости от сорта ягоды до и после деме­таллизации ($n = 3, M \pm m$)

Сорт облепихи	Год исследования	Массовая концентрация железа, мг/дм ³	
		до деме­таллизации	после деме­таллизации
Алтайская	2011	$9,82 \pm 0,49$	$0,48 \pm 0,02$
	2012	$11,96 \pm 0,59$	$0,36 \pm 0,02$
Чуйская	2011	$7,86 \pm 0,31$	Следы
	2012	$10,57 \pm 0,53$	$0,41 \pm 0,03$
Елизавета	2011	$8,93 \pm 0,36$	$0,39 \pm 0,03$
	2012	$9,63 \pm 0,39$	$0,64 \pm 0,04$
Иня	2011	$13,52 \pm 0,67$	$0,86 \pm 0,04$
	2012	$12,78 \pm 0,64$	$0,78 \pm 0,05$
Чечек	2011	$10,53 \pm 0,21$	$0,68 \pm 0,03$
Эссель	2011	$9,18 \pm 0,50$	$0,43 \pm 0,02$
Ажурная	2011	$11,79 \pm 0,59$	$0,74 \pm 0,04$
Этна	2012	$13,05 \pm 0,65$	$0,36 \pm 0,02$
Августина	2012	$9,78 \pm 0,39$	$0,39 \pm 0,04$
Чулышманка	2012	$19,81 \pm 1,02$	$0,46 \pm 0,03$
Улала	2012	$10,73 \pm 0,54$	$0,34 \pm 0,04$

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 45 деме­таллизация при помощи неорганического сорбента «Термок­сид 3А» позволяет в значи­тельной степени понизить массовую концентрацию железа в облепиховых вино­материалах. Так, например, в виноматериале, пригото­вленном на основе облепихи сорта Чуйская при начальной концентрации железа $7,86 \text{ мг/дм}^3$, после проведения процесса деме­таллизации были обнаружены лишь следы железа, неподдающиеся количественной оценке указанной выше методикой.

Подготовленные образцы выдерживали при повышенной температуре $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и $55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при взаимодействии с кислородом воздуха. Контролем служили указанные образцы, хранившиеся при $(18 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$. По органолептическим и физи­ко-химическим характеристикам образцы соответствовали ГОСТ 33806-2016

«Вина фруктовые столовые и виноматериалы фруктовые столовые. Общие технические условия (переиздание)».

В качестве контролируемого показателя был выбран количественный показатель цветности – интенсивность окраски.

Эксперимент продолжали до момента критического изменения органолептических показателей вина, начала появления осадка и существенного покоричневения продукта.

В ходе изучения динамики изменения интенсивности окраски во время хранения установлено, что процесс покоричневения в необработанном виноматериале протекает значительно интенсивнее по сравнению с деметаллизированными образцами. К 20-й неделе хранения образцов в стандартных условиях в вине наблюдались образование осадка и незначительное помутнение. При этом цвет продукта приобрел коричневые тона, а значение интенсивности окраски составило 3,513. К 27-й неделе хранения осадок ресуспендировался и начал образовывать равномерную взвесь, виноматериал помутнел, и стала очевидной нецелесообразность продолжения эксперимента. Интенсивность окраски к этому времени достигла уровня 7,506.

Экспериментальными наблюдениями установлено, что начало видимых изменений виноматериала, обработанного сорбентом «Термоксид 3А» приходится на 36 неделю хранения. Значение интенсивности окраски в этот период составило 1,675. Визуальный осмотр зафиксировал образование небольшого количества взвешенных частиц и изменение окраски на более темную. На появление коричневых оттенков в цвете продукта прямо указывает увеличение значения поглощения при длине волны 420 нм. Оказалось, что от момента начала проведения исследований и к моменту появления начальных признаков порчи величина поглощения увеличилась почти в 9,5 раза, тогда как при последующем хранении до момента окончания эксперимента (70-я неделя) эта величина возросла только в 1,8 раза.

В контрольных образцах, хранившихся при $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$, к 70-й неделе наблюдались значительное помутнение облепихового виноматериала (за счет образова-

ния взвеси и выпадения осадка) и существенное ускорение помутнения при нагревании.

Перед проведением измерений величин поглощения при соответствующей длине волны весь исследуемый виноматериал фильтровали.

Полученные опытные данные обрабатывали методом регрессионного анализа с целью получения количественной связи интенсивности окраски виноматериала с температурно-временными факторами.

Для осветленного облепихового виноматериала без обработки ионообменным сорбентом расчетное уравнение имеет вид кинетического уравнения первого порядка:

$$I(t, \tau) = 0,47e^{K(t)\tau}, \quad (9)$$

где $K(t)$ – константа скорости реакции; t – температура хранения, °С; τ – время хранения, недели.

Константа скорости равна:

$$K(t) = 1,83 \cdot 10^8 e^{\left(\frac{5,15 \cdot 10^4}{8,31(273+t)} \right)}. \quad (10)$$

Для виноматериала, скорректированного по составу, искомое расчетное уравнение имеет вид кинетического уравнения первого порядка:

$$I(t, \tau) = 0,77e^{K(t)\tau}, \quad (11)$$

где константа скорости реакции $K(t)$ определяется соотношением:

$$K(t) = 6,12 \cdot 10^4 e^{\left(\frac{3,59 \cdot 10^4}{8,31(273+t)} \right)}. \quad (12)$$

По известным значениям интенсивности окраски виноматериала и температуры его хранения с помощью расчетных зависимостей можно прогнозировать срок хранения.

Согласно полученным данным интенсивность и скорость покоричневения сухого облепихового виноматериала, существенное влияние оказывает присутствие ионов железа, удаление которых позволяет увеличить гарантийный срок хранения для вин приблизительно в 2 раза до момента появления минимальных признаков порчи продукта и в 2,5 раза до полной потери потребительских свойств.

6.4.4 Разработка научных основ корректировки фенольного состава и органолептических свойств облепиховых вин и винных напитков с применением активированных углей

Как было установлено проводимыми исследованиями стабильности сокодержажих напитков низкая стабильность напитков на основе облепихи связана вероятнее всего с наличием в ее составе высокореакционных веществ фенольной природы, способных вступать в реакции сополимеризации и конденсации, приводя тем самым к образованию в напитке темноокрашенных продуктов. Исследованиями установлено, что существенной особенностью ягод облепихи является наличие в сравнительно больших концентрациях фенольных веществ. Флаваноиды облепихи представлены катехинами, лейкоантоцианами, процианидинами, флавоно-3-олами и, в меньшей степени, флавонами. Также в плодах содержатся кумарины и дубильные вещества [277].

Фенольные соединения виноградных и плодовых вин вносят свой вклад в такие органолептические показатели как цвет и вкус [304]. Избыток фенольных соединений в белых винах придает им нежелательную терпкость и грубость во вкусе. Терпкость напитков обусловлена, как правило, наличием дубильных веществ [190], представленных процианидинами. Влияние полифенолов на цвет белых вин определяется в основном протеканием как ферментативного, так и неферментативного окисления под действием кислорода воздуха. В результате этих превращений вина приобретают янтарную (тона выдержки), а при избытке кисло-

рода коричнево-бурую окраску. Такие изменения цвета недопустимы при производстве столовых вин [71].

Одним из решений проблемы повышения сенсорных характеристик вин на основе облепихи является их обработка активированными углями. Для целей виноградно-виноделия общеизвестным способом корректировки вкуса и цвета является обработка вин активированными углями, в том числе серии Granucol. Которые, в зависимости от технологического назначения могут использоваться для адсорбции привкуса и запаха (Granucol марки GE), для ликвидации красноватого тона (для молодых вин) (Granucol FA), а также для снижения содержания общих фенольных веществ, а также мономерных полифенольных веществ (Granucol BI).

В плодовом виноделии детально разработаны способы корректировки таких показателей сула как сахаристость и кислотность, но практически нет данных по снижению и стабилизации содержания полифенолов, участвующих в формировании терпкости, вяжущего вкуса и покоричневения вин при хранении.

Для изучения влияния активированных углей торговой марки Granucol на формирование органолептических характеристик облепиховых виноматериалов в обработанные и выдержанные облепиховые виноматериалы вносили активированный уголь соответствующей марки в разных дозах, выдерживали 2 ч при перемешивании. По окончании обработки уголь отделяли фильтрованием. В полученных образцах определяли массовую концентрацию общих полифенолов, а также рассчитывали оптические характеристики виноматериалов.

На рисунке 95 представлена динамика содержания общих фенольных соединений в исследуемом виноматериале в зависимости от концентрации и типа используемого угля Granucol.

Из данных рисунка 95 видно, что использование активированных углей Granucol оказывает положительное влияние на снижение концентрации полифенолов в облепиховом виноматериале, при этом наилучшие результаты наблюдаются при использовании угля Granucol BI. В целом обработка углем данного типа позволяет снизить общее содержание фенольных веществ в облепиховом вине в 2,1 раза при использовании максимальной дозировке угля 150 мг/100 мл. Ис-

пользование углей Granucol FA и Granucol GE, также приводит к снижению количество полифенолов, однако менее эффективно – в 1,52 и 1,67 раза соответственно.

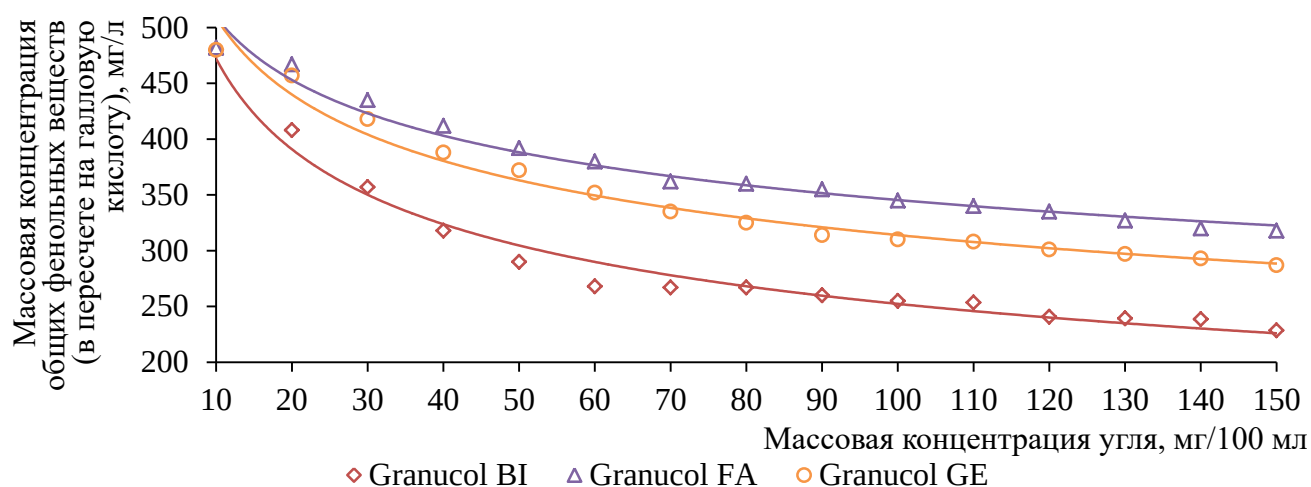


Рисунок 95 – Зависимость массовой концентрации фенольных веществ облепихового виноматериала от концентрации и типа углей Granucol ($n = 3, M \pm m$)

На рисунке 96 представлены эмпирические изотермы адсорбции фенольных веществ, входящих в состав облепиховых вин различными марками угля Granucol.

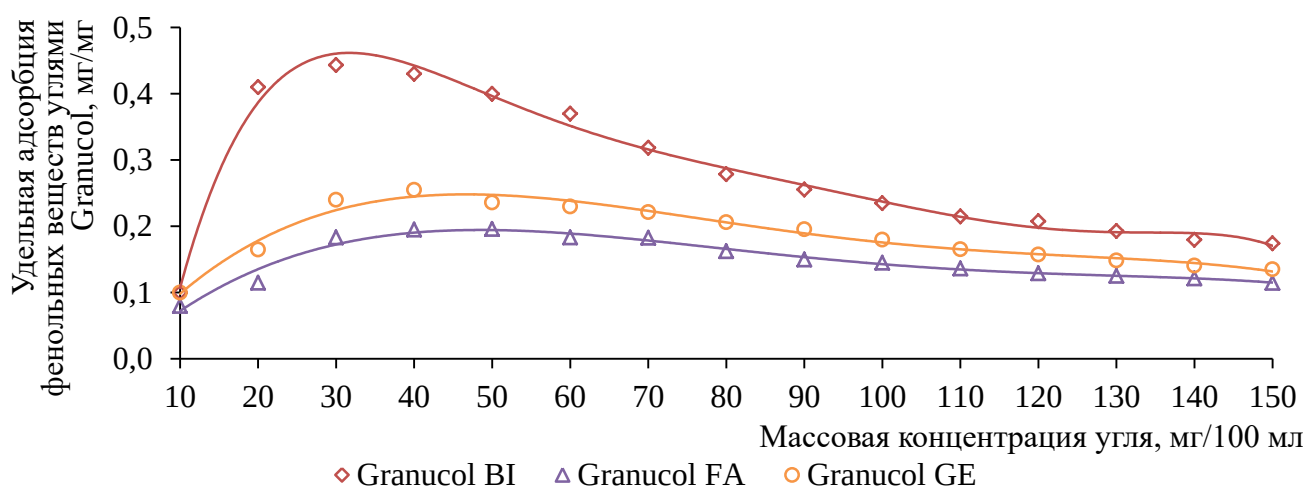


Рисунок 96 – Изотермы адсорбции фенольных веществ облепихового виноматериала различными типами углей Granucol ($n = 3, M \pm m$)

Расчет удельной адсорбции (A) проводили по уравнению:

$$A = \frac{C_0 - C}{m} \times V, \quad (13)$$

где C_0 – массовая концентрация общих фенольных веществ в исходном виноматериале, мг/дм³; C – массовая концентрация общих фенольных веществ в обработанном виноматериале, мг/дм³; m – масса используемого сорбента, мг; V – объем обрабатываемого раствора, дм³.

Можно видеть, что наиболее эффективная работа активированного угля Granucol BI наблюдается в диапазоне концентраций от 20 до 60 мг/100 мл. Вероятнее всего это связано с истощением обрабатываемой среды фенольными веществами мономерной природы, которые наиболее полно сорбируются углем данного типа.

Оптические характеристики виноматериалов определяют качество, возраст и особенности технологии: так, по цвету вина можно судить о его возрасте и составе, а любые отклонения или нетипичный цвет могут указывать на наличие у вина недостатков, пороков и болезней. По эмпирическим данным были построены графики зависимости интенсивности цвета, оттенка и показателя желтизны от концентрации углей серии Granucol (рисунки 97, 98).

Необходимо отметить, что при обработке активированными углями Granucol показатель интенсивности цвета снижался, что кроме физико-химических исследований подтверждается и визуальными наблюдениями. Цвет виноматериала с увеличением массы вносимого активированного угля Granucol BI менялся от насыщенного янтарного до светло-соломенного. Угли Granucol FA и Granucol GE также способствуют снижению интенсивности цвета, однако визуально вина, обработанные этими марками углей, сохраняют коричневые тона в окраске, что снижает их визуальную привлекательность.

Еще одним оптическим показателем, выражающим состояние вин и виноматериалов, является желтизна, однако общепринятые нормы данного показателя установлены только для виноградных вин [68]. На данный момент это не позволяет полностью использовать показатель желтизны для оценки состояния плодовых

вин, в том числе и вин из облепихи. Тем не менее показатель желтизны был рассчитан для опытных образцов. Графически изменение желтизны облепихового виноматериала в зависимости от концентрации и типа углей показано на рисунке 98.

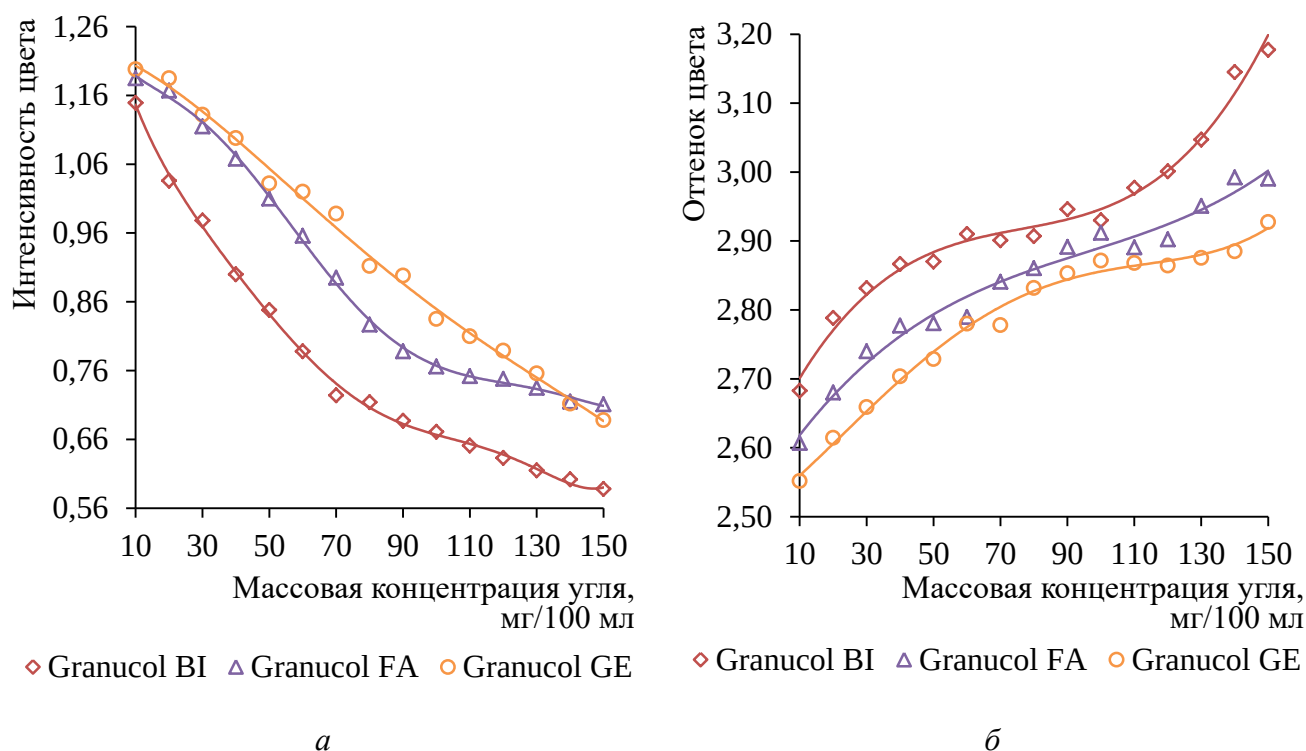


Рисунок 97 – Зависимость интенсивности цвета (*a*) и оттенка цвета (*б*) облепихового виноматериала от концентрации и типа углей Granucol ($n = 3, M \pm m$)

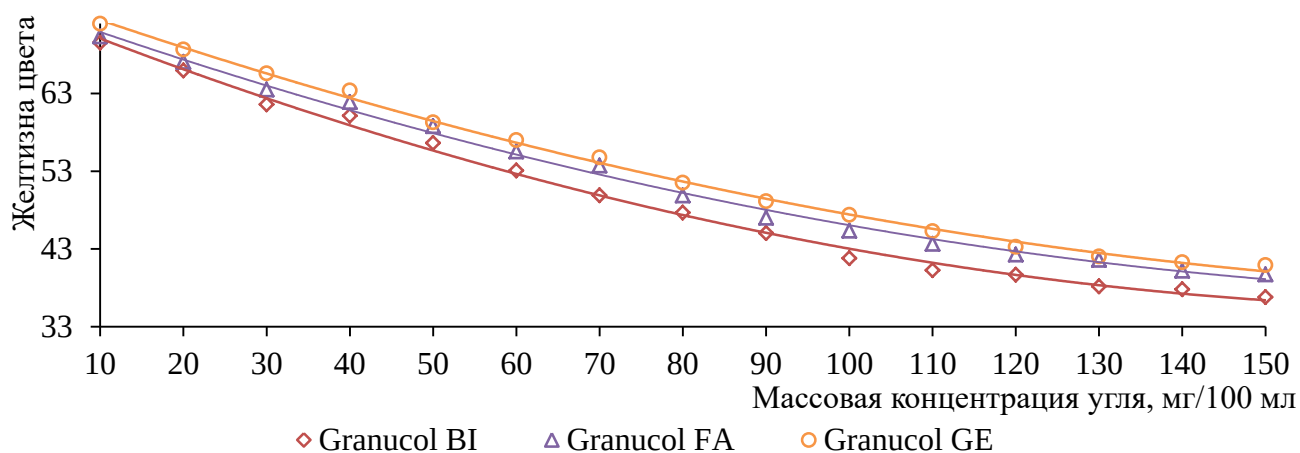


Рисунок 98 – Зависимость показателя желтизны цвета облепихового виноматериала от концентрации и типа углей Granucol ($n = 3, M \pm m$)

Стоит отметить, что наиболее эффективное влияние на корректировку цвета облепихового виноматериала оказывает активированный уголь Granucol BI, так как он не только снижает общее содержание фенольных веществ, но и устраняет различные недостатки виноматериала, приводя к изменению внешнего вида напитка. Активированные угли Granucol FA и Granucol GE, также приводят восстановлению цвета исходного виноматериала и частично удаляют коричневые оттенки, однако при прочих равных условиях их дозировки должны быть увеличены.

При расчете трихроматических характеристик вина (координат цвета XYZ) с последующим вычислением координат X и Y (по системе координат МКО 1931 г.), отмечено что обработка облепиховых виноматериалов углями Granucol влияет на смещение координаты X (хроматическая зелено-красная ось) и практически не влияет на смещение координаты Y (хроматическая желто-синяя ось) (рисунок 99).

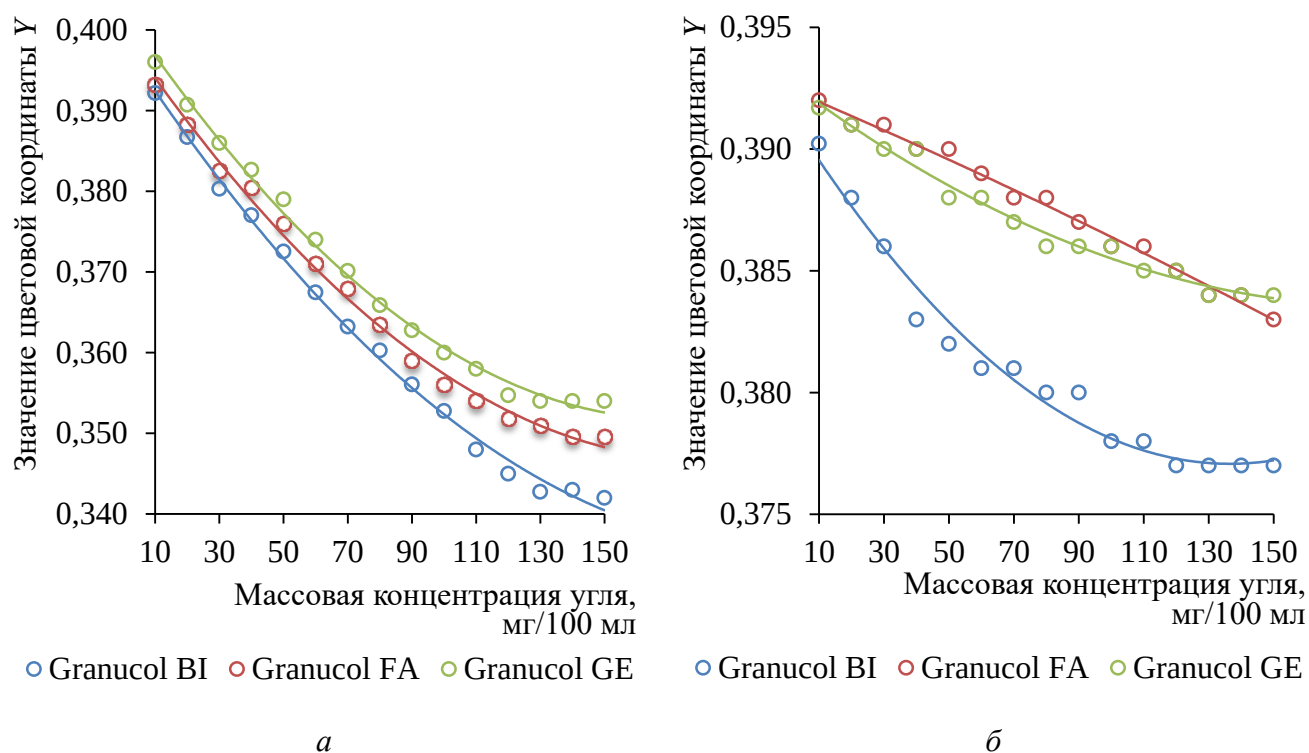


Рисунок 99 – Смещение координат цвета X (*a*) и Y (*б*) в хроматической системе цветовых координат МКО 1931 г. в зависимости от концентрации и типа углей Granucol ($n = 3, M \pm m$)

Достаточно интересными являются результаты по использованию активированных углей Granucol для корректировки вкусо-ароматических свойств облепиховых вин (рисунок 100).

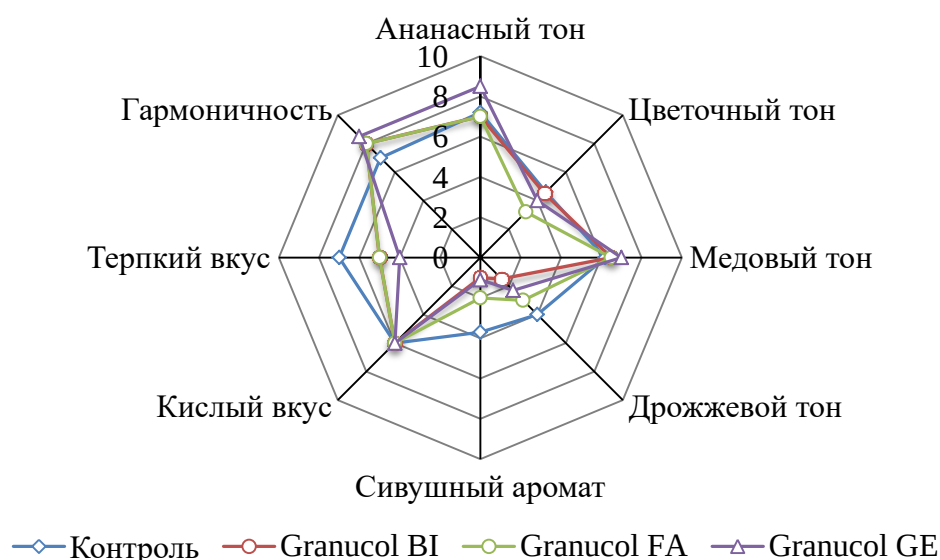


Рисунок 100 – Влияние углей Granucol на органолептические показатели облепиховых вин

Применение активированных углей позволяет в значительной степени устранить нежелательные вкусовые (излишняя терпкость) и ароматические (дрожжевой тон, сивушный аромат) свойства, при этом гармоничность вин в целом улучшается.

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности использования активированных углей серии Granucol с целью формирования органолептических характеристик облепиховых вин. Экспериментально установлены зависимости хроматических характеристик виноматериала от концентрации углей. Доказано, что наиболее эффективно с окислительным покоричневением вин из облепихи справляется активированный уголь Granucol BI, в то время как в целом органолептическое восприятие вкуса и аромата повышает активированный уголь Granucol GE.

6.5 Исследование влияния сорта облепихи на качество вин и винных напитков

С целью выявления наиболее пригодных для виноделия сортов облепихи изучали отборные сорта облепихи, произрастающие в Алтайском крае и селекционированные в отделе НИИСС им. М. А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА.

Разбавление сусла перед брожением проводили сладким сиропом, приготовленным из рассчитанного количества сахара-песка и подготовленной воды, до содержания титруемых кислот не более 8,0 г/дм³ и сахаров не менее 200 г/дм³.

Сбраживание скорректированного сусла проводили в контакте с мезгой по методу погруженной шапки, в условиях описанных выше. При этом эксперимент, проводимый в 2011 г., осуществляли без использования ферментного препарата Rapidase CR, поэтому по окончании сбраживания мезгу отделяли от сусла прессованием, сусло осветляли бентонитом при использовании ультразвукового воздействия, осветленные виноматериалы подвергали деметаллизации сорбентом «Термоксид 3А». Полученные таким образом виноматериалы использовали для приготовления столовых и специальных вин купажным способом.

Эксперимент по получению облепиховых виноматериалов, проводимый в 2012 г., осуществляли с использованием ферментного препарата Rapidase CR. По окончании сбраживания мезгу отделяли от сусла прессованием, сусло осветляли бентонитом без использования ультразвукового воздействия, осветленные виноматериалы подвергали деметаллизации сорбентом «Термоксид 3А». Полученные таким образом виноматериалы использовали для приготовления столовых и специальных вин купажным способом.

В данном эксперименте изучалось влияние сорта облепихи на качество сухих виноматериалов, причем образцы виноматериалов приготавливались по предлагаемой технологии с проведением брожения в контакте с мезгой с применением метода погруженной шапки. Брожение осуществлялось при температуре сусла (20 ± 1) °С, поскольку повышение температуры сбраживания существенно снижа-

ет органолептические показатели виноматериала, так как происходит интенсивное окисление жировой фракции, присутствующей в ягоде облепихи, что влечет за собой накопление в аромате виноматериала тонов «пареной» калины и кислой капусты.

По варианту А сброженное сусло подвергали осветлению суспензией бентонита, при этом для интенсификации процесса и сокращения количества отходов применяли предложенный способ осветления бентонитом совместно с ультразвуковой обработкой.

По варианту Б после брожения мезгу обрабатывали ферментным препаратом Rapidase CR, а осветление виноматериалов проводили бентонитом по общепринятой в отрасли методике.

Осветленные бентонитом виноматериалы подвергали деметаллизации в потоке, при помощи ионообменной смолы «Термоксид 3А».

Деметаллизированный виноматериал фильтровали через фильтрокартон, сульфитировали из расчета содержания общего диоксида серы не более 150 мг/дм³ и направляли на отдых при температуре $(5 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Далее в полученных образцах определяли основные показатели химического состава и показатели цветности. Результаты представлены в таблице 46 и 47.

Как можно видеть из результатов, приведенных в таблицах 46 и 47 различия химического состава вин произведенных по вариантам А и Б значительно не варьируют, что может свидетельствовать об относительном постоянстве химического состава облепиховых вин в зависимости от года производства.

В таблице 48 представлены оптические характеристики полученных сортов вин.

Как можно видеть, показатели интенсивности и оттенка окраски значительно варьируются в зависимости от сорта и года сбора ягод облепихи, что, по-видимому, связано со значительным различием в фенольном составе готовых виноматериалов (таблица 48).

Таблица 46 – Показатели химического состава сортовыхobleпиховыхвиноматериалов (вариант А) ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Сортobleпихи						
	Алтайская	Чуйская	Елизавета	Эссель	Чечек	Иня	Ажурная
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	2,7 ± 0,1	2,5 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,0 ± 0,1
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,8 ± 0,4	7,6 ± 0,3	7,4 ± 0,4	7,4 ± 0,4	7,6 ± 0,3	7,8 ± 0,4	7,6 ± 0,4
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³	0,30 ± 0,01	0,52 ± 0,03	0,38 ± 0,03	0,52 ± 0,03	0,54 ± 0,04	0,32 ± 0,02	0,32 ± 0,03
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	17,4 ± 0,9	13,2 ± 0,7	12,7 ± 0,6	11,5 ± 0,6	13,0 ± 0,7	8,4 ± 0,4	10,7 ± 0,5
Объемная доля этилового спирта, % об.	11,7 ± 0,5	11,5 ± 0,5	11,4 ± 0,5	12,0 ± 0,5	11,3 ± 0,5	11,6 ± 0,5	11,2 ± 0,5

Таблица 47 – Показатели химического состава сортовыхobleпиховыхвиноматериалов (вариант Б) ($n = 3, M \pm m$)

Показатель	Сортobleпихи							
	Алтайская	Чуйская	Елизавета	Иня	Этна	Августина	Чулышманка	Улала
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	2,3 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,1	1,3 ± 0,1	2,4 ± 0,1
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,2 ± 0,3	7,1 ± 0,3	7,2 ± 0,4	7,3 ± 0,4	7,7 ± 0,5	7,2 ± 0,3	7,7 ± 0,4	7,5 ± 0,3
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³	0,40 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,38 ± 0,03	0,34 ± 0,04	0,68 ± 0,02	0,50 ± 0,03	0,56 ± 0,03
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	15,4 ± 0,7	11,2 ± 0,5	12,2 ± 0,6	10,5 ± 0,5	13,8 ± 0,6	11,4 ± 0,6	11,7 ± 0,5	10,8 ± 0,4
Объемная доля этилового спирта, % об.	10,7 ± 0,5	11,3 ± 0,5	11,7 ± 0,5	11,3 ± 0,5	12,1 ± 0,5	11,8 ± 0,5	11,7 ± 0,5	11,4 ± 0,5

Таблица 48 – Показатели цветности опытных образцов облепиховых вин ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Вариант	Оптические характеристики	
		Интенсивность окраски	Оттенок окраски
Алтайская	А	$0,389 \pm 0,004$	$4,89 \pm 0,44$
	Б	$0,275 \pm 0,003$	$3,75 \pm 0,31$
Чуйская	А	$0,226 \pm 0,002$	$5,84 \pm 0,58$
	Б	$0,189 \pm 0,002$	$4,92 \pm 0,34$
Елизавета	А	$0,397 \pm 0,004$	$5,01 \pm 0,41$
	Б	$0,354 \pm 0,003$	$4,73 \pm 0,28$
Иня	А	$0,259 \pm 0,002$	$4,76 \pm 0,43$
	Б	$0,213 \pm 0,002$	$4,06 \pm 0,37$
Чечек	А	$0,218 \pm 0,003$	$5,41 \pm 0,44$
Эссель	А	$0,194 \pm 0,002$	$4,87 \pm 0,44$
Ажурная	А	$0,448 \pm 0,004$	$4,89 \pm 0,34$
Этна	Б	$0,198 \pm 0,003$	$4,62 \pm 0,41$
Августина	Б	$0,268 \pm 0,003$	$4,83 \pm 0,32$
Чулышманка	Б	$0,237 \pm 0,004$	$5,23 \pm 0,42$
Улала	Б	$0,278 \pm 0,003$	$4,71 \pm 0,38$

Таблица 49 – Состав полифенольных веществ сортов облепиховых виноматериалов произведенных по вариантам А и Б ($n = 3$, $M \pm m$)

Сорт облепихи	Вариант	Массовая концентрация, мг/дм ³	
		общих полифенолов	процианидинов
Алтайская	А	776 ± 46	265 ± 16
	Б	436 ± 31	131 ± 8
Чуйская	А	312 ± 18	284 ± 19
	Б	408 ± 28	183 ± 13
Елизавета	А	524 ± 42	232 ± 18
	Б	428 ± 21	187 ± 16
Иня	А	358 ± 29	161 ± 11
	Б	423 ± 30	137 ± 13
Чечек	А	523 ± 42	161 ± 12
Эссель	А	272 ± 16	252 ± 18

Продолжение таблицы 49

Сорт облепихи	Вариант	Массовая концентрация, мг/дм ³	
		общих полифенолов	процианидинов
Ажурная	А	1 103 ± 88	336 ± 24
Этна	Б	405 ± 28	106 ± 8
Августина	Б	435 ± 35	135 ± 12
Чулышманка	Б	464 ± 33	176 ± 16
Улала	Б	651 ± 52	273 ± 25

Как можно видеть из представленных в таблице 48 данных о фенольном составе облепиховых вин, данные показатели также не являются постоянными для конкретного сорта и изменяются в зависимости от года сбора урожая. При этом важно отметить, что наибольшее содержание суммы фенольных веществ отмечено у виноматериала, полученного из облепихи сорта Ажурная ((1 103 ± 88) мг/дм³), и при хранении данного виноматериала в течение года у него было отмечено самое высокое значение такого показателя, как «интенсивность окраски», которое составило (0,448 ± 0,04).

При органолептической оценке облепиховых виноматериалов, приготовленных из различных сортов облепихи, сравнивали ароматичность образцов, а также вкусовое восприятие.

Как было отмечено в ходе заседаний дегустационных комиссий, образцы облепиховых виноматериалов, приготовленные из группы масличных сортов облепихи, обладают более выраженным сортовым ароматом по сравнению с образцами, приготовленными из сортов, относящихся к группе десертных (Эссель, Ажурная). Столь ощутимое различие в восприятии аромата, возможно, объясняется тем, что носителями аромата в ягоде облепихи являются сложные эфиры, легко растворимые в жировой фракции ягоды. Это может свидетельствовать о создании особых условий, связанных с процессом экстракции при протекании брожения вышеуказанным способом, что позволяет в большей степени сконцентрировать сортовой аромат. При брожении сложные эфиры, содержащиеся в ягодах облепихи и отвечающие за вкусо-ароматические свойства, преобразуются и со-

здают для каждого вина особый, свойственный сорту профиль вкуса и аромата. Содержание эфиров не зависит от назначения сорта – масляный или десертный, поэтому для изготовления облепихового виноматериала могут использоваться плоды любого сорта, с необходимым или достаточным уровнем ароматичности.

Также в ходе изучения органолептических характеристик полученных виноматериалов, было установлено, что для виноматериалов, приготовленных из облепихи сортов Эссель, Августина и Елизавета характерно более резкое восприятие кислотности, хотя общая концентрация титруемых кислот во всех образцах практически одинакова. В связи с этим, решено было изучить состав органических кислот облепиховых виноматериалов в зависимости от сорта облепихи. В таблице 49 представлены результаты определения массовых концентраций органических кислот в образцах облепиховых виноматериалов, полученные методом капиллярного зонного электрофореза (КЗЭ).

В ходе исследований для каждого из образцов виноматериалов было отмечено наличие на электрофореграмме характерного пика, при этом учитывая, что в условиях анализа, вероятнее всего вещества, не относящиеся к классу органических кислот, разделяться не будут, а также на основании литературных данных было сделано предположение, что неизвестный пик соответствует хинной кислоте. С целью подтверждения этой гипотезы были приготовлены калибровочные растворы хинной кислоты в трех различных концентрациях. Анализ виноматериалов из облепихи проводился в тех же условиях, результаты также представлены в таблице 50.

Как следует из результатов, представленных в таблице 50, для образцов виноматериалов, приготовленных из облепихи сортов Елизавета, Августина и Эссель характерно относительно большее количество яблочной кислоты, что существенно влияет на органолептическое восприятие виноматериалов. В то же время, для этих сортов характерным является относительно большое количество молочной кислоты, что также сказывается на результатах органолептического восприятия образцов.

Таблица 50 – Состав кислот облепихи, мг/дм³ ($n = 3, M \pm m$)

Сорт облепихи	Вариант	Идентифицированная кислота				
		яблочная	лимонная	янтарная	молочная	хинная
Алтайская	А	3 836 ± 767	257 ± 51	681 ± 136	307 ± 61	2 568 ± 513
	Б	3 478 ± 695	337 ± 67	523 ± 106	278 ± 56	3 125 ± 625
Чуйская	А	3 171 ± 634	145 ± 29	667 ± 133	172 ± 34	3 894 ± 778
	Б	3 487 ± 697	166 ± 33	618 ± 123	112 ± 22	4 267 ± 855
Елизавета	А	4 016 ± 803	232 ± 46	535 ± 106	360 ± 72	4 027 ± 805
	Б	3 586 ± 720	180 ± 36	728 ± 145	147 ± 29	5 345 ± 988
Иня	А	2 815 ± 563	90 ± 18	746 ± 149	213 ± 42	3 128 ± 625
	Б	3 150 ± 630	112 ± 22	648 ± 130	385 ± 77	2 807 ± 561
Чечек	А	3 192 ± 638	151 ± 30	864 ± 172	146 ± 29	2 864 ± 523
Эссель	А	4 192 ± 838	330 ± 66	691 ± 138	367 ± 73	3 987 ± 797
Ажурная	А	3 533 ± 706	232 ± 46	716 ± 143	328 ± 65	2 937 ± 587
Этна	Б	3 287 ± 657	187 ± 37	453 ± 91	357 ± 71	2 887 ± 577
Августина	Б	4 183 ± 836	258 ± 52	578 ± 116	187 ± 37	3 057 ± 611
Чулышманка	Б	3 258 ± 651	237 ± 47	814 ± 163	254 ± 51	4 009 ± 802
Улала	Б	3 548 ± 710	98 ± 20	487 ± 97	387 ± 77	4 879 ± 975

Кроме того, во всех виноматериалах, приготовленных на основе сортовой облепихи характерным является наличие в составе янтарной кислоты, причем ее количество существенно разнится: от 453 мг/дм³ для виноматериала из облепихи сорта Этна до 864 мг/дм³ для виноматериала из облепихи сорта «Чечек».

Также в результате исследований было обнаружено, что в состав облепиховых виноматериалов в значительном количестве входит хинная кислота. Так ее содержание колеблется от 2 568 мг/дм³ в виноматериале из облепихи сорта Алтайская урожая 2011 г. до 5 345 мг/дм³ в виноматериале из облепихи сорта Елизавета урожая 2012 г. Как можно видеть, этот показатель значительно отличается от сорта к сорту, а также в пределах одного сорта, но разного года сбора урожая.

При изучении органолептических показателей облепиховых виноматериалов, произведенных из различных сортов были отмечены следующие особенности.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Алтайская, обладает соломенно-желтым цветом с блеском. Вкус чистый, с приятной кислинкой. Терпкость умеренно-выраженная. Аромат чистый, сортовой, с узнаваемыми цветочными тонами. Дрожжевой привкус не ощущается. Послевкусие продолжительное, гармоничное. Вино слаженное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Чуйская, обладает соломенным цветом с блеском. Вкус чистый, гармоничный с приятной кислинкой. Терпкость невыраженная, почти незаметная. Аромат сортовой, гармоничный, посторонние тона в аромате отсутствуют. Вино округлое, без выдающихся особенностей. Послевкусие продолжительное, гармоничное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Елизавета, имеет насыщенный соломенный цвет с блеском. Вкус чистый, гармоничный с выраженной кислой нотой во вкусе. Ощущение терпкости маловыраженное. Аромат виноматериала сортовой, ощущаются фруктово-цитрусовые тона. Вино округлое. Послевкусие развитое, гармоничное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Эссель, имеет светло-соломенный цвет с блеском. Вкус чистый, гармоничный, слегка терпкий. Сортвой аромат слабый, ощущаются легкие фруктовые тона. Послевкусие разлаженное, негармоничное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Иня, обладает светло-желтым цветом с блеском. Вкус чистый, ровный, без посторонних привкусов. Терпкость во вкусе не ощущается. Сортвой аромат слабый, неразвитый. Ощущаются тона алкоголя в аромате. Послевкусие неразвитое, непродолжительное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Ажурная, имеет соломенно-желтый цвет с блеском. Вкус развитый, без посторонних привкусов. Терпкость ярко выражена. Сортвой аромат недостаточно развит, посторонние ноты в аромате отсутствуют. Послевкусие развитое, продолжительное.

Виноматериал, приготовленный из облепихи сорта Чечек, имеет насыщенный соломенный цвет с блеском. Вкус развитый, без посторонних привкусов во

вкусе. Терпкость умеренно выраженная, гармоничная. Сортной аромат развитый, с фруктово-цветочными нотами. Послевкусие развитое, продолжительное.

В процессе хранения в вине могут изменяться органолептические показатели за счет возникновения дефектов и пороков. Довольно часто в напитках из облепихи проявляются такие посторонние привкусы и запахи, такие как химические, лекарственные, и другие, существенно ухудшающие его качество. Также в винах могут образовываться осадки разного характера и происхождения – пылевидные, хлопьевидные, в виде плотных отложений на дне бутылки, взвеси и др. Цвет напитков из облепихи, произведенных по стандартной технологии, как правило, приобретает янтарно-коричневые тона уже через 6–8 месяцев.

Для изучения изменения качества облепиховых вин в процессе хранения были подготовлены образцы полусладких, сладких и специальных ликерных вин. В качестве сырья использовалась облепиха сортов Эссель, Чуйская, Чечек, Иня, Елизавета, Алтайская, Ажурная.

Массовая концентрация сахаров в полусладких винах составила 50–55 г/дм³, в сладких – 125–130 г/дм³, в ликерных – 300 г/дм³.

Содержание виноматериала в купажах для каждого сорта представлено в таблице 51.

Таблица 51 – Содержание облепихового виноматериала в купажах

Сорт облепихи	Содержание виноматериала, %		
	Полусладкое вино	Сладкое вино	Ликерное вино
Эссель	95,0	66,9	56,1
Чуйская	95,0	68,0	56,0
Чечек	95,0	60,7	57,0
Иня	95,0	67,4	56,4
Елизавета	95,0	64,4	57,8
Алтайская	95,0	62,9	56,7
Ажурная	95,0	70,8	55,6

С целью увеличения срока хранения вин, розливостойкий облепиховый виноматериал подвергали сульфитированию из расчета вносимого метабисульфита калия 150 мг/дм³.

Все образцы были разлиты в стеклянную тару и герметично укупорены. Хранение проводилось в стационарных холодильных установках с постоянной температурой 8 °С в течение (12 ± 1) мес.

В процессе экспериментального хранения образцы подвергались внешнему осмотру для установления изменения их внешнего вида и цвета. Вкус и аромат оценивали после окончания экспериментального хранения.

Полусладкие вина имели следующие характеристики в зависимости от сорта используемой облепихи.

Вина из сортов Эссель и Чечек обладали высокой прозрачностью, без помутнений и взвеси. В остальных образцах наблюдалось выпадение осадков незначительных в случае сортов Чуйская и Елизавета, а также плотных отложений на дне бутылок в винах из облепихи сортов Иня, Алтайская, Ажурная.

Лучший вкус и аромат был отмечен в вине из облепихи сорта Иня. Напиток обладал следующими параметрами: аромат соответствующий наименованию, свежий, насыщенный, присутствуют тона зеленого чая; вкус приятный, терпкий, с приятной выраженной кислотностью. Остальные вина имели посторонние привкусы и запахи. Самыми распространенными химическими запахами, проявившимися в процессе хранения стали запахи, вызванные накоплением алифатических жирных кислот C4–C5 (сорта Чуйская, Алтайская, Ажурная) и запах сернистого ангидрида, обусловленный высокой концентрацией введенного метабисульфита натрия. Нескольким образцам полусладкого вина был присущ мыльный привкус, привкус мокрого картона и лекарственный запах.

Цветовые характеристики вин, полученных из разных сортов облепихи, существенно различались по окончании экспериментального хранения. Самый светлый оттенок имело вино из облепихи сорта Эссель, самое темное вино было получено из сорта Ажурная (рисунок 101).



Рисунок 101 – Внешний вид образцов винных напитков, полученных из разных сортов облепихи:
1 – Эссель; 2 – Чуйская; 3 – Чечек; 4 – Иня; 5 – Елизавета; 6 – Алтайская; 7 – Ажурная

За исключением цветовых параметров, имеющих схожую тенденцию покоричневения с виноматериалами, сладкие вина обладали отличающимися от полусладких вин органолептическими свойствами.

Внешний вид образцов, за исключением вина из сорта Елизавета, имевшего незначительный плотный осадок на дне бутылки, характеризовался прозрачностью, отсутствием осадков и взвеси.

Малоприятный вкус имели вина, изготовленные из сортов:

1) Эссель. Вкус негармоничный. Первое ощущение, которое вино вызывает во рту – сладость, обусловленная содержанием остаточного сахара, затем интенсивно проявляется кислотность. Послевкусие умеренно-долгое, компотное;

2) Чуйская. Негармоничный, малоприятный, излишне терпкий, не сбалансированы сладость и кислотность;

3) Елизавета. Вкус излишне терпкий, пустой, посторонний привкус бумаги.

Несмотря на невысокое качество, аромат был характерным для облепихового вина.

Все остальные образцы обладали удовлетворительными вкусоароматическими свойствами и имели характерные для каждого сорта особенности.

Например, вино из сорта Чечек было охарактеризовано следующим образом, аромат сложный, гармоничный, с нотами миндаля, орехов, цветочного меда, вкус гармоничный, слаженный, ореховый, терпкий, послевкусие приятное долгое. Вино из сорта Иня – аромат свойственный наименованию, свежий, зеленого чая и зеленого яблока, выраженный вкус облепихи с привкусом яблочных и виноградных косточек. Вкус и аромат вина сорта Алтайская – свойственный наименованию, насыщенный, густой, с нотами спелых яблок и грибов.

В отличие от других описанных типов вин ликерные облепиховые вина обладали специфическими органолептическими свойствами. Все образцы имели хлопьевидные осадки. Ликер из сорта Елизавета представлял собой «пыльную» жидкость.

Удовлетворительный профиль вкуса и аромата был получен для сортов Чечек, Иня, Алтайская и Ажурная. Остальные вина характеризовались негармоничностью, выраженной спиртуозностью, запахом и вкусом сырого спирта и картона.

Исследование органолептических свойств облепиховых вин с различной концентрацией сахаров показало, что лучшим вкусом и ароматом обладают облепиховые сладкие вина. Введение инвертного сиропа в концентрации 130 г/л способствует гармонизации вкуса и аромата облепихового вина, маскировке недостатков сухого виноматериала, обусловленных его излишней кислотностью и другими факторами.

Недостатком полусладких облепиховых вин является частое проявление в них посторонних привкусов и запахов. В основном, речь идет о химических и лекарственных запахах. Также могут проявляться мыльный запах и запах картона. Наибольшее влияние на формирование неприятных ароматов оказывают низшие алифатические жирные кислоты, придавая вину неприятный «портяночный» запах. В некоторых случаях исправить этот недостаток удастся путем повышения массовой концентрации сахаров. При изготовлении облепиховых вин профиль вкуса и аромата для некоторых сортов в этом случае может существенно изме-

няться в сторону повышения дегустационного балла (например, сорт Иня, Чечек, Алтайская, Ажурная). Также было отмечено, что эти сорта являются средне- или сильноароматичными (таблица 52). Используя ароматичность сырья в качестве основного критерия при выборе того или иного сорта, можно моделировать вкусоароматические свойства готовых алкогольных напитков на основе облепихи.

Таблица 52 – Вкусо-ароматические характеристики некоторых сортов облепихи

Сорт облепихи	Характеристика органолептических показателей ягоды
Эссель	Очень сладкая, сорт малоароматичный
Чуйская	Кисло-сладкие, приятный вкус
Чечек	Хорошего вкуса, сорт со средней ароматичностью
Иня	Слабокислого вкуса, сорт сильноароматичный
Елизавета	Кисло-сладкий вкус, средней ароматичности
Алтайская	Сладко-кислый вкус, средней ароматичности
Ажурная	Хорошего кисло-сладкого вкуса, сорт сильноароматичный

К недостаткам внешнего вида, проявляющимся во время хранения, можно отнести образование осадка. Одной из вероятных причин его возникновения в нашем случае является использование инвертного сахарного сиропа, изготовленного из партии сахара, имеющего склонность к флоку. На внешний вид также может оказывать влияние способ осветления виноматериала. Установлено, что применение ферментных препаратов является эффективным в случае универсальных и десертных сортов облепихи, а для масличных сортов наилучшим образом подходит осветление бентонитом.

Цветовые параметры вин так же, как и вкусоароматические, обусловлены сортовыми особенностями используемой облепихи. Визуальной оценкой было установлено, что массовая концентрация сахаров существенно не влияет на цвет вин, поэтому было принято решение о проведении дополнительных исследований с целью выявления причин изменения хроматических характеристик образцов в процессе хранения.

6.6 Формирование вкусовых свойств вин и виноматериалов из облепихи

Целью эксперимента было изучение влияния концентрации энергетических сахаров на органолептические характеристики облепиховых вин. В ходе проведения эксперимента также были получены образцы облепиховых вин на основе инвертного сахара, глюкозы, фруктозы и сахарозы [103].

Внесение подслащивающих компонентов производилось из расчета на получение сладости эквивалентной концентрации сахаров 40 г/дм³. При оценке органолептических характеристик полученных вин было установлено, что все образцы обладали хорошей розливостойкостью, за исключением образцов, полученных из облепихи сорта Алтайская. В процессе хранения наблюдалось помутнение, причины возникновения которого не были установлены. Несмотря на то, что все виноматериалы были получены по одной и той же схеме производства, использование именно этого сорта привело к появлению дефекта.

Остальные образцы вне зависимости от вносимого сладкого компонента были прозрачными с блеском, без осадков и опалесценции присущей преимущественно винам на основе сахарозаменителей. Цвет – соломенный, светлый, различной интенсивности в зависимости от степени разбавления.

Аромат исследуемых вин характеризовался как свойственный сухим винам, с узнаваемыми тонами облепихи. Наиболее выраженный и приятный аромат имели образцы на инвертном сахаре и сахарозе. Схожие результаты были получены и при оценке вкуса вин. Все образцы по рассматриваемому показателю были признаны соответствующими сухим винам. Немного большей сладостью характеризовались вина на инвертном сахаре и сахарозе, но существенного влияние на их оценку это не повлияло и по вкусовым параметрам они были отнесены к той же группе, что и остальные образцы. Характерными особенностями этих вин была названа вязкость и наличие непродолжительного послевкусия. Для образцов, содержащих инвертный сахар и сахарозу, послевкусие приятное, соответствующее наименованию, а для образцов на основе фруктозы и глюкозы было отмечено ма-

лоприятное послевкусие и наличие посторонних привкусов, в большей степени это касается последнего образца.

Сухой облепиховый виноматериал, полученный из недозрелого сырья, обладал высокой степенью прозрачности, цвет соломенный, соответствующий наименованию. Запах характерный для сухого вина, узнаваемы тона облепихи. Вкус резкий, малоприятный, кислый, вяжущий, ощущается жжение языка. Вне зависимости от концентрации вводимых сладких компонентов профиль вкуса для этого виноматериала существенно не изменялся и был признан непригодным для изготовления вин.

Проведенный дегустационный анализ облепиховых вин с пониженным содержанием сахаров показал, что определяющую роль в формировании их качества играет сырье. Так, использование высококислотных сортов облепихи в стадии физиологической зрелости придает виноматериалу необходимые технологические параметры и позволяет получить высококачественные вина с исключительными вкусовыми свойствами. При этом отмечается корреляция вкуса в зависимости от концентрации и вида сладкого компонента, вводимого в состав продукта. Например, инвертный сироп, являющийся обычным компонентом вин, придает им мягкость и гармоничность вкуса. Применение же сорбита для придания сладости винам приводит к существенному ухудшению вкуса напитка, появлению посторонних привкусов. Однако этот эффект может быть несколько сглажен за счет выбора подходящего сорта облепихи.

Известно, что эфирные масла, содержащиеся в плодах облепихи, имеют различный состав и концентрацию от чего и зависит выраженность аромата плодов каждого сорта. Следует отметить, что в процессе переработки содержание этих соединений может как увеличиваться, так и уменьшаться, но основные ароматобразующие компоненты, влияющие на органолептические характеристики, остаются неизменными.

Использование более ароматичных сортов позволяет «маскировать» посторонние привкусы и запахи, обусловленные введением отдельных сахарозаменителей. Так, например, облепиха сорта Алтайская и Чуйская, являясь более арома-

тичными сортами, могут быть рекомендованы для изготовления полусладких вин. Однако следует учесть необходимость решения проблемы возникновения помутнения для вин из некоторых этих сортов.

Менее ароматичные сорта облепихи, такие как Елизавета, Ажурная, Иня и Чечек, придают винам тонкий легкий вкус и аромат, что позволяет их использовать в производстве сладких аперитивов.

По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология вин и виноматериалов фруктовых облепиховых, на что имеются разработанные проекты технической документации для ООО «СОЛД» (проект ТУ 11.03.10-002-35008630-2019 и ТИ 11.03.10-002-35008630-2019, приложение Г), а также имеется акт о внедрении (использовании) результатов диссертационного исследования в условиях действующего производства ООО «СОЛД», г. Бийск (приложение Г).

6.7 Обоснование переработки некондиционных виноматериалов и вин с неустраняемыми пороками качества в дистилляты

Перегонка фруктовых вин с целью получения дистиллятов для производства крепких алкогольных напитков – это сложный технологический процесс разделения многокомпонентной смеси, состоящей из азеотропа спирт – вода, а также ряда легко- и труднолетучих примесей, и основанный на явлениях фазовых превращений и массообмена.

Основная цель перегонки при получении пищевых дистиллятов заключается в концентрировании этилового спирта с одновременным насыщением продуктов ароматическими компонентами сырья, которые и формируют за специфические органолептические характеристики готового крепко-алкогольного напитка [26]. В связи с этим при получении дистиллятов для производства таких напитков как коньяк, кальвадос, бренди и фруктовые водки применение ректификации является

невозможным, поскольку за счет противоточного массо- и теплообмена между обогащенным летучими компонентами, в основном этиловым спиртом, паром и жидкостью получается практически чистый раствор этанола в воде, без характерных тонов исходного сырья [62].

В задачи эксперимента входило исследование распределения летучих компонентов в процессе дистилляции облепиховых виноматериалов с предварительным получением спирта-сырца и его последующей фракционной перегонкой.

Традиционно при получении винных дистиллятов вначале получают спирт-сырец (крепостью 25–27 % об.), при дальнейшей повторной перегонке получают дистиллят крепостью 62–72 % об. [354]. Несмотря на наличие непрерывных установок для получения фруктовых дистиллятов, более приемлемым считается использование периодических способов перегонки, поскольку в таком случае возможно получение более ароматных дистиллятов. Это связано с тем, что при использовании непрерывных способов дистилляции отбор основной фракции спирта осуществляется из определенной зоны колонны, в которой не происходит динамических изменений в составе погона [77].

Распределение летучих компонентов в различных фракциях отбираемого дистиллята зависит от многих факторов, в том числе от их растворимости в водно-спиртовых растворах, взаимной растворимости этих компонентов друг в друге, а также от значений коэффициентов испарения примесей этилового спирта. Именно за счет этого и происходит распределение летучих примесей при перегонке виноматериалов.

Таким образом, исследование условий перегонки облепиховых виноматериалов позволит установить закономерности распределение летучих компонентов, характеризующих сенсорные особенности восприятия облепихового дистиллята.

В работе использовали схему двукратной дистилляции с предварительным получением спирта-сырца на аппарате периодического действия, изготовленном из стекла, и имеющего перегонный куб вместимостью 4 дм³.

Конструктивно пилотная установка исполнена в варианте вертикального колонного аппарата с охлаждением водно-спиртовых паров спиральным холо-

дильником. Охлажденная водно-спиртовая смесь с холодильника поступает на приемную чашу, откуда происходит отбор дистиллята с заданной скоростью, а излишки водно-спиртовой жидкости снова возвращаются в куб и подвергаются повторной перегонке. Дополнительно установка имеет возможность использования дефлегматора или насадочной ректификационной колонны, однако по вышеназванным причинам эти опции не были задействованы при организации эксперимента.

Перегонке подвергали освобожденные от масла и осветленные бентонитом некондиционные облепиховые виноматериалы, полученные из ягод облепихи сортов Иня, Алтайская, Чуйская, а также сортосмеси (дистилляты 1–4 соответственно), использующейся при промышленном выделении облепихового масла на ЗАО «Алтайвитамины». Поскольку известно [55; 93; 151; 274], что дрожжи напрямую влияют на состав летучих веществ перегоняемых виноматериалов, сбраживание проводили с использованием винных дрожжей Lalvin QA23 (Canada, Lallemand Inc.).

Дистилляцию проводили следующим образом: перегонный куб заполняли виноматериалом на 75 % от полной вместимости, в связи с обильным образованием пены вначале перегонки. Отбор спирта-сырца проводили до крепости дистиллята не менее 25 % об., поскольку дальнейшие энергозатраты на выделение остаточного спирта из перегоняемой жидкости достаточно высоки, а качество спирта-сырца снижается за счет перехода в дистиллят трудно кипящих компонентов сырья. В таблице 53 представлены некоторые характеристики полученных образцов спирта-сырца.

Можно видеть, что все образцы спирта-сырца имеют высокое содержание высших спиртов и средних эфиров, что можно объяснить длительностью перегонки, поскольку полученный спирт-сырец имеет низкую крепость, что и обуславливает более сильный переход труднолетучих компонентов при длительной перегонке.

Таблица 53 – Характеристика спирта-сырца перегоняемых виноматериалов
($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Значение для образца спирта-сырца				Значение по ГОСТ 31493-2012
	1	2	3	4	
Объемная доля этилового спирта, %	$26,1 \pm 0,2$	$28,7 \pm 0,3$	$25,6 \pm 0,3$	$27,8 \pm 0,2$	Не менее 86,0
Объемная доля метанола, %	$0,019 \pm 0,003$	$0,012 \pm 0,001$	$0,008 \pm 0,001$	$0,015 \pm 0,002$	Не более 0,02
Массовая концентрация высших спиртов, мг/100 см ³ (б. с.)	$745,7 \pm 8,2$	$689,4 \pm 11,6$	$866,3 \pm 18,3$	$795,5 \pm 14,6$	160,0–600,0
Массовая концентрация альдегидов в пересчете на уксусный, мг/100 см ³ (б. с.)	$46,5 \pm 1,2$	$38,7 \pm 1,3$	$48,6 \pm 2,1$	$42,7 \pm 2,4$	3,0–50,0
Массовая концентрация средних эфиров в пересчете на уксусно-этиловый, мг/100 см ³ (б. с.)	$364,5 \pm 14,6$	$294,3 \pm 18,2$	$267,6 \pm 22,3$	$315,2 \pm 19,8$	30,0–270,0
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную, мг/100 см ³ (б. с.)	$187,6 \pm 11,3$	$206,8 \pm 13,6$	$245,8 \pm 17,4$	$214,2 \pm 14,5$	Не более 250,0
Массовая концентрация фурфурола, мг/100 см ³ (б. с.)	$2,18 \pm 0,14$	$3,08 \pm 0,22$	$3,14 \pm 0,23$	$2,84 \pm 0,17$	Не более 3,0
Примечание – б. с. – здесь и далее в пересчете на безводный спирт.					

Уравнение материального баланса процесса однократной перегонки облепихового виноматериала (как многокомпонентной системы) по общему числу молей потоков сырья, дистиллята и кубового остатка в общем виде подчиняется уравнению:

$$L = D + R, \quad (14)$$

где L , D , R – числа кмоль исходного виноматериала, паровой фазы и кубового остатка после перегонки.

При этом материальный баланс по произвольному i -му компоненту системы будет определяться уравнением:

$$Lx_{Li} = Dy_i + Rx_i, \quad (15)$$

где x_{Li} , y_i , x_i – мольные доли i -го компонента в сырье, отгоне и кубовом остатке соответственно.

Исключив из уравнения (15) R подстановкой в него уравнения (14) и обозначив отношение D/L как e (мольная степень отгона) будем иметь уравнение:

$$e = \frac{x_{Li} - x_i}{y_i - x_i} = \frac{x_{Li} - x_i}{x_i(k_i - 1)}, \quad (16)$$

где k_i – коэффициент активности i -го компонента перегоняемой смеси.

Решая уравнение (16) относительно концентрации компонента в кубовом остатке можно получить:

$$x_i = \frac{x_{Li}}{1 + e(k_i - 1)}. \quad (17)$$

Таким образом, зная состав и количество перегоняемого виноматериала, возможным является нахождение количества, состава кубового остатка и отгона при условии однократной перегонки.

Полученные образцы спирта сырца подвергали дальнейшей фракционной перегонке. Отбор головной, средней и хвостовой фракции проводили на основании определения крепости и сенсорных характеристик с учетом практических рекомендаций, представленных в работе [3]. Так, серией предварительных экспериментов было установлено, что оптимальными при повторной перегонке является отбор головной фракции в количестве 2,5 %, основной фракции – 25 %, хвостовой 10 % от объема исходного перегоняемого сырья. Это позволило получить головные и средние фракции плодового спирта распределением значений крепости, представленным на рисунке 102.

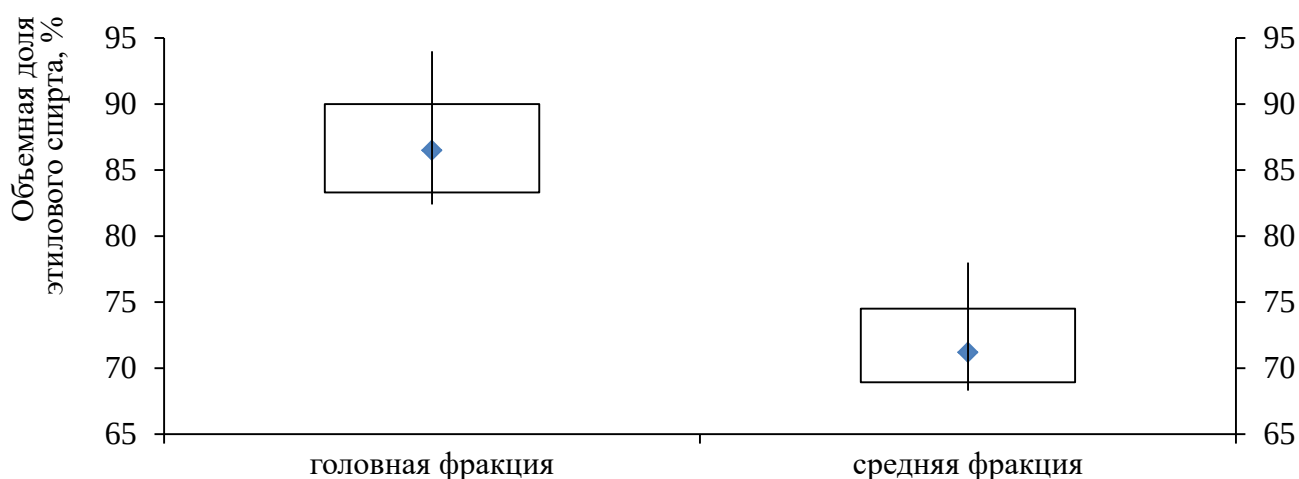


Рисунок 102 – Диаграмма распределения крепости головных и средних фракций облепихового спирта ($n = 3$, $M \pm m$)

Так, усредненная крепость для головной фракции составила 86,5 % об., для средней – 71,2 % об. Хвостовые фракции также отбирались, их крепость варьировалась в диапазоне от 12,5 % об. до 14,2 % об.

Компонентный состав летучих примесей фракций облепиховых дистиллятов, полученных из сортовых облепиховых виноматериалов методом двукратной фракционной перегонки, представлен в таблице 54. Состав микропримесей средней фракции облепиховых виноматериалов позволяет выдвинуть предположение о возможном использовании облепиховых дистиллятов при получении новых типов крепких алкогольных напитков. Представленные исследования могут быть использованы в разработке пилотных, полупромышленных и промышленных установок при масштабировании процесса дистилляции облепиховых виноматериалов.

Таблица 54 – Состав фракций облепихового спирта в дистиллятах из сортовых облепиховых виноматериалов ($n = 3$, $M \pm m$)

Компонент	Содержание компонента, мг/дм ³								
	Сорт Иня			Сорт Чуйская			Сорт Алтайская		
	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция
Этиловый эфир	108,34 ± 3,45	32,07 ± 0,31	3,11 ± 0,09	144,11 ± 4,62	68,49 ± 0,72	2,89 ± 0,11	124,58 ± 4,17	30,14 ± 0,64	2,34 ± 0,08
Ацетальдегид	12,87 ± 0,42	1,81 ± 0,05	–	26,41 ± 0,87	1,63 ± 0,08	–	13,84 ± 0,99	1,41 ± 0,08	–
Ацетон	9,76 ± 0,31	3,61 ± 0,11	–	15,06 ± 0,54	3,08 ± 0,09	–	9,54 ± 0,29	2,75 ± 0,04	–
Метилацетат	10,11 ± 0,14	4,39 ± 0,08	2,87 ± 0,11	13,74 ± 0,19	3,95 ± 0,11	2,64 ± 0,16	9,65 ± 0,18	2,26 ± 0,09	–
Этилацетат	164,49 ± 3,64	48,17 ± 1,36	7,89 ± 0,08	158,19 ± 4,63	80,18 ± 2,17	7,95 ± 1,04	160,21 ± 6,57	47,25 ± 1,62	7,82 ± 1,11
Метанол, % об.	0,017 ± 0,002	0,018 ± 0,001	0,103 ± 0,004	0,019 ± 0,001	0,012 ± 0,002	0,097 ± 0,002	0,018 ± 0,002	0,017 ± 0,030	0,059 ± 0,003
2-бутанон	1,71 ± 0,03	2,02 ± 0,02	1,03 ± 0,03	2,18 ± 0,04	2,21 ± 0,55	0,94 ± 0,07	1,65 ± 0,06	1,94 ± 0,08	–
2-пропанол	2,12 ± 0,08	2,44 ± 0,04	0,98 ± 0,02	2,74 ± 0,11	2,76 ± 0,18	0,68 ± 0,04	1,94 ± 0,03	1,76 ± 0,09	–
Изобутилацетат	2,93 ± 0,06	26,17 ± 1,49	–	3,29 ± 0,09	34,48 ± 2,34	–	2,74 ± 0,08	24,16 ± 1,14	–
2-бутанол	43,14 ± 1,21	3,07 ± 0,22	47,63 ± 2,19	47,92 ± 1,83	5,78 ± 0,51	54,18 ± 2,64	36,18 ± 1,34	–	45,14 ± 2,82
1-пропанол	1,89 ± 0,11	1,07 ± 0,08	–	2,14 ± 0,14	2,11 ± 0,18	0,84 ± 0,17	1,76 ± 0,10	1,95 ± 0,11	–
Этилбутират	8,19 ± 0,24	–	0,73 ± 0,06	15,25 ± 0,61	–	–	7,98 ± 0,36	–	0,81 ± 0,07
Кротональдегид	51,14 ± 1,01	27,08 ± 2,34	11,93 ± 1,11	52,43 ± 1,84	41,25 ± 2,13	20,16 ± 1,82	44,16 ± 1,24	20,13 ± 2,08	11,45 ± 1,15
Изобутанол	1,16 ± 0,03	–	0,93 ± 0,05	1,24 ± 0,05	–	0,97 ± 0,06	1,14 ± 0,08	0,18 ± 0,07	0,91 ± 0,07
1-бутанол	39,73 ± 2,14	23,11 ± 1,47	12,01 ± 0,78	38,17 ± 3,27	48,18 ± 4,33	18,56 ± 1,34	24,85 ± 1,37	32,19 ± 2,31	15,42 ± 1,64
Изоамилол	–	0,14 ± 0,01	2,17 ± 0,16	9,76 ± 0,66	0,29 ± 0,04	–	4,74 ± 0,14	0,12 ± 0,06	2,24 ± 0,19
1-пентанол	–	0,23 ± 0,02	0,98 ± 0,09	–	0,93 ± 0,04	0,94 ± 0,08	–	0,18 ± 0,08	–

Продолжение таблицы 54

Компонент	Содержание компонента, мг/дм ³								
	Сорт Иня			Сорт Чуйская			Сорт Алтайская		
	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция	Головная фракция	Средняя фракция	Хвостовая фракция
1-гексанол	–	0,11 ± 0,03	1,04 ± 0,11	–	0,76 ± 0,06	1,12 ± 0,14	–	–	1,09 ± 0,12
Бензальдегид	–	0,37 ± 0,03	15,81 ± 2,61	0,11 ± 0,01	1,07 ± 0,14	7,85 ± 1,28	0,24 ± 0,04	0,41 ± 0,08	7,95 ± 1,33
Фенилэтиловый спирт	13,11 ± 1,14	0,74 ± 0,17	11,81 ± 1,58	9,74 ± 0,85	1,72 ± 0,16	10,45 ± 2,07	8,36 ± 1,29	0,82 ± 0,11	10,85 ± 2,61
Примечание – Символом «–» помечены необнаруженные соединения.									

6.8 Научно-практические аспекты результатов исследований

На основании собственных результатов, полученных в результате исследований разработаны практические рекомендации для получения винодельческой продукции из облепихи:

Для сохранения сортового аромата нами рекомендуется проводить брожение в контакте с мезгой предварительно подвергнутой пастеризации по способу погруженной «шапки», поскольку такая организация процесса позволяет усилить ароматичность готовых вин, а также существенно улучшить органолептические свойства готовых вин, в частности в таком компоненте как полнота вкуса.

Исследован процесс накопления гидроксиметилфурфурола при производстве винодельческой продукции. Показано, что при соблюдении технологических режимов производства накопление гидроксиметилфурфурола остается в рекомендуемых нормах.

Для ускорения процесса осветления предлагается использовать осветление облепихового виноматериала суспензией бентонита, однако в дополнении к классической обработке ввести в предлагаемую технологию обработку виноматериала после добавления бентонита низкочастотными ультразвуковыми колебаниями, что должно способствовать созданию крупных агломератов частичек масла и бентонита, ввиду этого процесс осветления должен значительно сократиться по продолжительности.

Рациональным способом удаления ионов железа, по-нашему мнению, является организация деметаллизации облепиховых виноматериалов в потоке, при помощи ионообменной смолы «Термоксид 3А», эффективно удаляющей из вин и виноматериалов ионы металлов, не оказывая при этом влияния на органолептические свойства обрабатываемых вин.

При этом основным требованием к сырью является сортовая чистота, поскольку физико-химические и органолептические свойства облепихи сильно варьируются в зависимости от сорта.

Ввиду недостаточного количества природных сахаров в облепихе, а также высокого содержания органических кислот (в первую очередь яблочной, обладающей резким, «зеленым» кислым вкусом) невозможным является получение вин и виноматериалов без применения так называемой купажной технологии. При этом в качестве купажных компонентов необходимо использовать подготовленную воду и подслащивающий компонент в случае получения вин с остаточным содержанием сахара.

Для корректировки внешнего вида винодельческой продукции предлагается использование обработкой активированными углями Granucol, что позволяет в значительной степени регулировать содержание полифенольных веществ и сенсорные характеристики готовых виноматериалов.

В целях снижения расходов экономических издержек при производстве облепиховых вин и винных напитков предложено получение дистиллятов для разработки технологий новых крепкоалкогольных напитков.

7 Научно-практические аспекты повышения эффективности процессов брожения при получении винодельческой продукции из плодов облепихи

7.1 Исследования возможности использования автохтонных дрожжей с поверхности плодов облепихи для организации процесса брожения

Плоды облепихи измельчали раздавливанием, а затем незамедлительно прессовали на ручном винтовом корзиночном прессе. В полученных образцах сусла корректировали состав путем добавления сахара до концентрации 200,0 г/дм³ и воды до титруемой кислотности 7,0 г/дм³. Сусло разливали по стерильным колбам, устанавливали на термостатированную качалку при температуре 25 °С.

Полученные образцы контролировали, оценивая убыль сахаров, накопление этилового спирта и динамику титруемых кислот при сбраживании (рисунок 103).

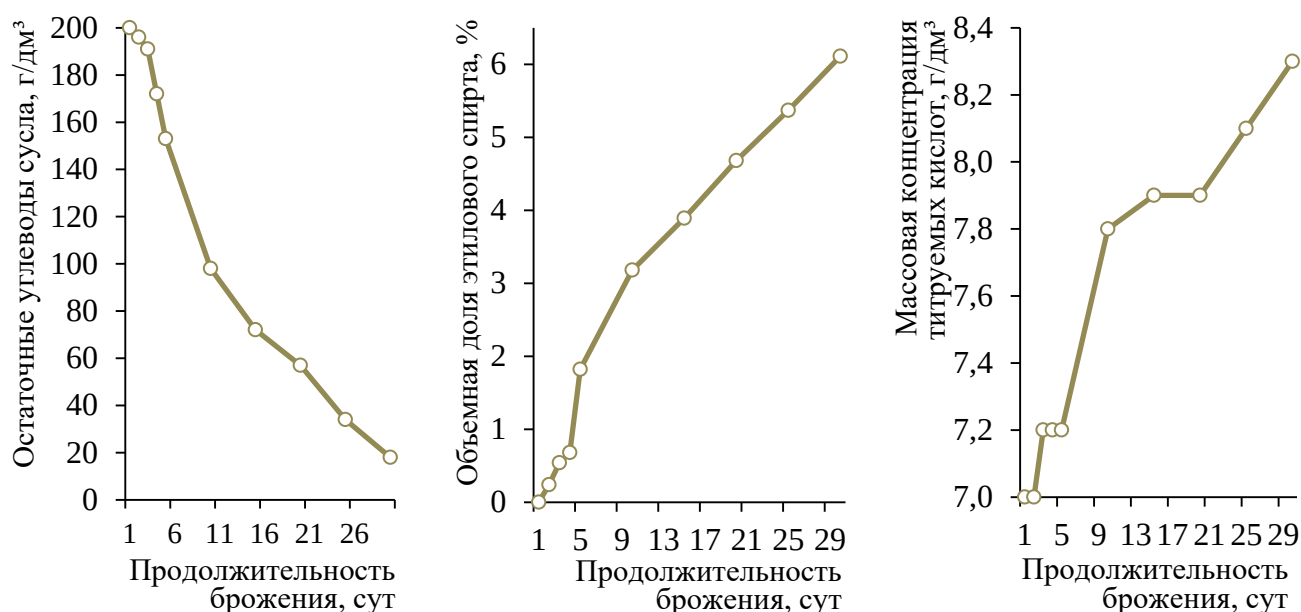


Рисунок 103 – Динамика физико-химических показателей
при сбраживании облепихового сусла автохтонными микроорганизмами

Таким образом, при сбраживании сусла автохтонными микроорганизмами сырья уменьшается количество образующегося спирта, в среде остаются недоброжеленные углеводы, а титруемая кислотность всех образцов повышается, при этом в образцах ощущается запах уксусной кислоты, что свидетельствует о инфицировании сусла уксуснокислыми бактериями.

7.2 Выбор оптимальных условий проведения процесса брожения в контакте с мезгой (по методу погруженной шапки)

Необходимость рассмотрения данного вопроса обусловлена тем, что в отличие от традиционной технологии виноградных вин, получаемых по красному способу, в которой оптимальные условия проведения процесса известны и широко представлены в литературе, данных по использованию брожения на мезге в производстве облепиховых вин нами найдено не было. В связи с этим, а также с учетом наличия в сбраживаемой среде большого количества масла, необходимо определить температуру брожения, которая позволит максимально использовать потенциал ароматических веществ ягод облепихи, и изучить ее возможное влияние на качество готового виноматериала.

В эксперименте исследовались образцы облепиховых виноматериалов, полученные брожением на мезге по способу погруженной шапки при различных температурах ($(16 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ и $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$).

Далее в полученных образцах определяли основные показатели химического состава и показатели цветности. Результаты исследований представлены в таблице 55.

На рисунке 104 представлена динамика изменения общего содержания фенольных веществ во время проведения брожения на мезге по способу погруженной «шапки» в зависимости от температуры ведения процесса.

Таблица 55 – Продолжительность брожения, показатели химического состава и показатели цветности облепиховых виноматериалов ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Температура бродящего сусла, °C		
	16 ± 1	20 ± 1	24 ± 1
Продолжительность брожения на мезге, сут	42 ± 1	36 ± 1	28 ± 1
Массовая концентрация остаточных сахаров, г/дм ³	2,70 ± 0,08	1,82 ± 0,05	1,21 ± 0,06
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,45 ± 0,22	7,80 ± 0,31	7,75 ± 0,23
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³	0,38 ± 0,02	0,57 ± 0,02	0,69 ± 0,03
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	12,16 ± 0,61	12,87 ± 0,64	13,02 ± 0,52
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	1103,6 ± 77,2	1287,0 ± 64,4	1349,0 ± 80,9
Массовая концентрация процианидинов, мг/дм ³	876,4 ± 70,5	916,8 ± 45,8	1065,2 ± 74,5
Объемная доля этилового спирта, % об.	11,79 ± 0,3	12,06 ± 0,3	11,92 ± 0,4
Интенсивность окраски	0,188 ± 0,065	0,193 ± 0,082	0,236 ± 0,073
Оттенок окраски	1,655 ± 0,087	1,852 ± 0,114	1,920 ± 0,137

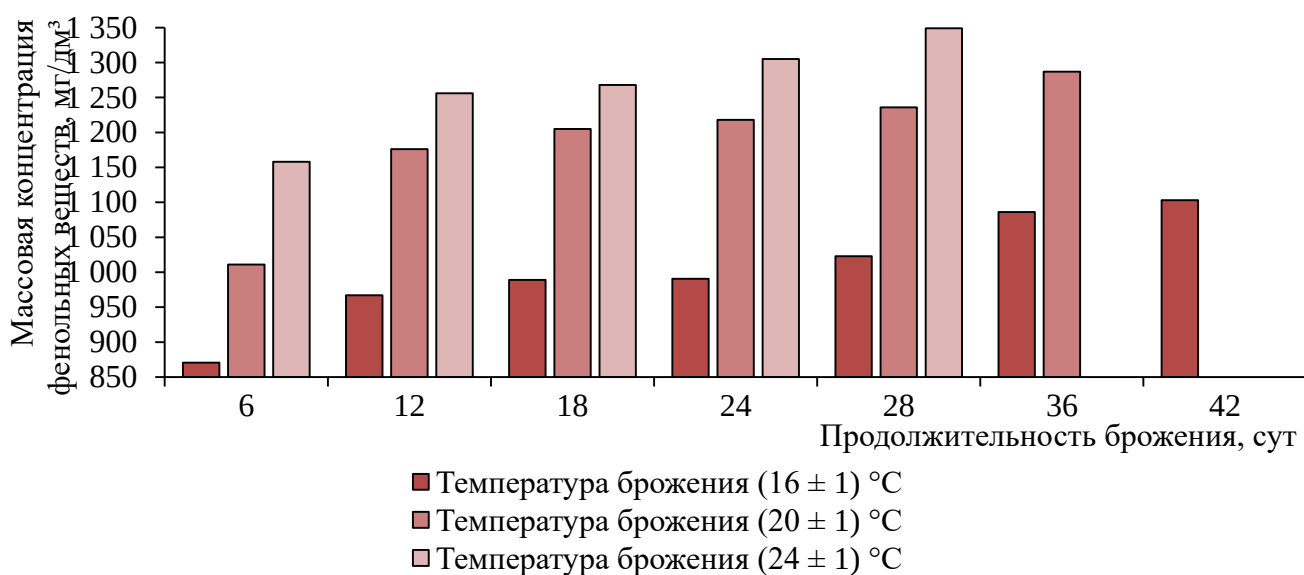


Рисунок 104 – Изменение содержания фенольных соединений во время брожения сусла на мезге при различных температурах ведения процесса

На представленном рисунке видно, что в ходе брожения облепихового сусла на мезге массовая концентрация фенольных соединений в опыте при температуре (16 ± 1) °C возросла с 845,0 до 1 103,0 мг/дм³, в опыте при температуре (20 ± 1) °C – до 1287,0 мг/дм³, а в опыте при температуре 24±1 °C – до 1 349,0 мг/дм³. Здесь

необходимо отметить, что основное накопление фенольных веществ происходит в первые 6–12 сут брожения, в то время как при дальнейшем проведении процесса заметного увеличения содержания фенольных веществ не происходит.

По результатам дегустационной оценки образец облепихового виноматериала, приготовленного из облепихи сбраживанием в контакте с мезгой при температуре $(16 \pm 1)^\circ\text{C}$, имеет соломенный цвет, прозрачный с легким блеском. Аромат выраженный, сортовой. Вкус приятный, кисловатый, слегка вяжущий, послевкусие непродолжительное. Посторонние привкусы отсутствуют. Вино гармоничное. Дегустационная оценка по 100-балльной системе – 71 балл.

Вино, приготовленное из облепихи сбраживанием в контакте с мезгой при температуре $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, имеет соломенный цвет, с блеском. Прозрачное с блеском. Цвет полностью соответствует сырью, из которого приготовлено вино. Аромат яркий, выражен сортовой аромат. В аромате ощущается запах свежих ягод облепихи. Вкус приятный, с легкой кислинкой, свойственен плодам облепихи. Послевкусие продолжительное, приятное. Дегустационная оценка – 80 баллов.

Вино, приготовленное из облепихи сбраживанием в контакте с мезгой при температуре $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$, имеет насыщенную окраску, цвет янтарно-желтый. Вино прозрачное, с блеском. Букет развитый, приятный, гармоничный, в аромате чувствуется сортовой аромат облепихи с нотками карамели. Вкус терпко-вяжущий, насыщенный. Послевкусие устойчивое, продолжительное, приятное. Вино гармоничное. Дегустационная оценка 77 баллов.

На рисунке 105 приведены органолептические диаграммы полученных при различных температурах опытных образцов облепиховых вин, при этом важно отметить, что увеличение температуры процесса приводит к некоторому снижению интенсивности сортового аромата, однако слишком низкая температура брожения $(16 \pm 1)^\circ\text{C}$ приводит к меньшей гармоничности вина в целом.

При этом с учетом отмеченных замечаний, оптимальной температурой процесса брожения, по нашему мнению, будет являться температура $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, поскольку в данном случае были получены сухие виноматериалы, обладающие в це-

лом более высокой органолептической привлекательностью, а следовательно, и более высокими конкурентными характеристиками.

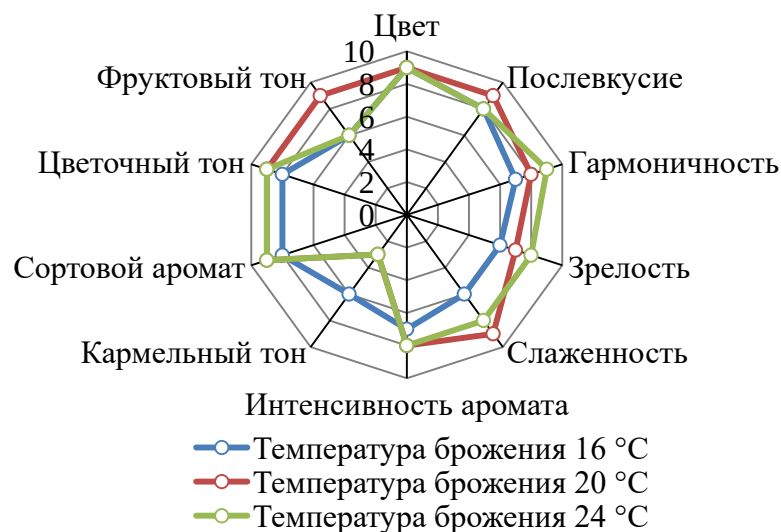


Рисунок 105 – Органолептическая диаграмма образцов облепиховых виноматериалов, полученных при различных температурах ведения процесса брожения

Анализируя результаты инструментального (таблица 55) и органолептического исследования (рисунок 105) полученных образцов облепиховых виноматериалов, а также результаты исследования хроматических характеристик полученных образцов облепиховых виноматериалов позволяют сделать вывод о том, что оптимальной температурой проведения процесса сбраживания облепихового сусла на мезге является температура $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$, поскольку при данном температурном режиме обеспечивается получение виноматериалов с наивысшими органолептическими показателями. В то же время можно утверждать, что влияние температуры брожения на физико-химические показатели готовых вин незначительно.

7.3 Оценка состава ароматических соединений при различной температуре ведения процесса брожения

Анализ содержания ароматобразующих соединений облепихового сусла, и виноматериала полученного из него при сбраживании сусла в контакте с мезгой (по методу погруженной «шапки») при различной температуре ведения процесса брожения (таблица 56) показывает, что при увеличении температуры брожения происходит увеличение относительного содержания сложных эфиров гексановой, октановой, декановой и нонановой кислот, в то же время содержание самих кислот существенно снижается. Так, например, при температуре ведения процесса брожения $(24 \pm 1) ^\circ\text{C}$ в виноматериале не обнаруживаются гексановая и гептановая кислоты.

Таблица 56 – Ароматобразующие соединения облепихового сусла и виноматериалов, произведенных на его основе при различной температуре ведения процесса брожения ($n = 3$, $M \pm m$)

Компонент	Исходное облепиховое сусло	Температура брожения, $^\circ\text{C}$		
		16 ± 1	20 ± 1	24 ± 1
Этиловый эфир уксусной кислоты	$4,75 \pm 0,04$	$4,63 \pm 0,05$	$4,74 \pm 0,03$	$4,88 \pm 0,05$
Изопропиловый спирт	$0,38 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,02$	$0,36 \pm 0,04$
Изобутиловый эфир уксусной кислоты	$0,20 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,04$
Этиловый эфир бутановой кислоты	$0,48 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,03$	$0,41 \pm 0,02$
Этиловый эфир гексановой кислоты	$1,86 \pm 0,05$	$0,39 \pm 0,04$	$0,44 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,04$
Транс-2-гексеналь	$0,13 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,02$
Пентановый спирт	$0,29 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,01$
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	$2,74 \pm 0,05$	$1,78 \pm 0,02$	$2,14 \pm 0,01$	$2,05 \pm 0,02$
Пропиловый эфир пентановой кислоты	$1,03 \pm 0,02$	—	$0,14 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,01$
Пропиловый эфир гексановой кислоты	$2,28 \pm 0,05$	$1,74 \pm 0,04$	$2,14 \pm 0,03$	$2,89 \pm 0,03$
Этиловый эфир энантовой кислоты	$1,88 \pm 0,05$	$1,14 \pm 0,03$	$1,54 \pm 0,03$	$1,78 \pm 0,02$
Цис-3-гексен-1-ол	$4,44 \pm 0,04$	$4,35 \pm 0,02$	$4,07 \pm 0,04$	$4,06 \pm 0,06$

Продолжение таблицы 56

Компонент	Исходное облепиховое сусло	Температура брожения, °C		
		16 ± 1	20 ± 1	24 ± 1
Этиловый эфир октановой кислоты	3,23 ± 0,03	2,24 ± 0,03	2,64 ± 0,02	2,79 ± 0,02
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	1,24 ± 0,02	0,76 ± 0,02	0,92 ± 0,05	1,04 ± 0,04
Этиловый эфир гексановой кислоты	2,36 ± 0,03	1,37 ± 0,03	1,41 ± 0,02	1,44 ± 0,04
2-Метилпропановая кислота	0,17 ± 0,04	0,15 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,13 ± 0,03
Бутановая кислота	1,49 ± 0,04	1,38 ± 0,02	1,39 ± 0,01	1,42 ± 0,02
Этиловый эфир декановой кислоты	3,60 ± 0,05	2,18 ± 0,02	2,43 ± 0,02	2,66 ± 0,04
Изоамиловый эфир октановой кислоты	1,56 ± 0,06	—	0,71 ± 0,03	0,63 ± 0,03
3-Метилбутановая кислота	5,65 ± 0,08	4,89 ± 0,03	4,18 ± 0,06	3,08 ± 0,02
Пентановая кислота	1,07 ± 0,03	0,98 ± 0,01	0,68 ± 0,04	0,73 ± 0,04
3-Метилбутановая кислота	0,77 ± 0,04	4,89 ± 0,05	4,18 ± 0,04	3,08 ± 0,06
Пентановая кислота	0,66 ± 0,02	0,98 ± 0,04	0,68 ± 0,04	0,73 ± 0,04
Гексановая кислота	0,26 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,18 ± 0,03	—
α-ионон	0,15 ± 0,03	0,35 ± 0,04	0,67 ± 0,02	0,76 ± 0,03
Гептановая кислота	2,79 ± 0,08	0,18 ± 0,01	0,02 ± 0,01	—
Октановая кислота	0,13 ± 0,05	0,15 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,02
Бензиловый эфир пентановой кислоты	2,66 ± 0,05	1,27 ± 0,04	1,38 ± 0,03	1,40 ± 0,04
Нонановая кислота	0,37 ± 0,04	0,10 ± 0,02	0,02 ± 0,01	—
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	1,23 ± 0,06	1,84 ± 0,06	1,46 ± 0,02	1,23 ± 0,06
Декановая кислота	0,75 ± 0,06	0,21 ± 0,02	0,03 ± 0,01	—
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	4,75 ± 0,04	0,10 ± 0,01	0,27 ± 0,04	0,64 ± 0,04
Тетрадекановая кислота	0,38 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,23 ± 0,02	0,08 ± 0,01

7.4 Исследование влияния расы дрожжей на качество облепиховых виноматериалов

Кондиции и стабильность в хранении фруктовых вин зависят как от применяемых технологических решений, так и от используемых дрожжей [212; 291; 389]. Поскольку биохимические превращения под действием ферментного ком-

плекса затрагивают не только утилизацию сахара до конечного продукта – этилового спирта, но и вторичные процессы, сопровождающиеся синтезом побочных минорных компонентов, оказывающих значительное влияние на букет и вкус готовых напитков [153; 286; 362; 375; 377].

В настоящее время учеными-виноделами проводятся поисковые работы по получению новых штаммов дрожжей, обладающих уникальными свойствами, например, способные к сверхсинтезу сложных эфиров, придающих винам фруктовые и цветочные тона, или терпеновых соединений, придающих винам легкие цитрусовые ноты [170; 235; 329; 330; 340; 357].

Кроме того, с развитием понятий о метаболизме дрожжевой клетки в настоящее время получены так называемые дрожжи-киллеры, способные подавлять развитие посторонней микрофлоры в бродящем сусле за счет выделения губительных для клеток посторонних микроорганизмов токсинов [179; 178; 273; 373].

Практический интерес представляет изучение новых коммерческих штаммов сухих дрожжей, свойства которых недостаточно изучены при получении фруктовых вин.

Целью настоящего исследования было изучение и сравнительная оценка коммерческих препаратов активных сухих дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и межвидового гибрида *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* при использовании в технологии фруктовых вин и винных напитков из плодов облепихи.

Практический интерес представляет изучение новых коммерческих штаммов сухих дрожжей, свойства которых недостаточно изучены при получении фруктовых вин.

Брожение проводили при использовании скорректированного по составу облепихового сусла, полученного из облепихового сока прямого отжима с титруемой кислотностью $(11,3 \pm 0,3)$ г/дм³ и сахаристостью $(83,2 \pm 3,5)$ г/дм³. Корректировку сусла проводили классическим способом для фруктового виноделия с использованием приема разбавления водой до значения титруемой кислотности 7,0 г/дм³ и добавлением сахара-песка до концентрации сахаров 200 г/дм³. Сбраживание

контрольного и опытного сусел проводили в одинаковых условиях при температуре 22–24 °С.

При определении органических кислот было установлено (таблица 57), что дрожжи LALVIN EC1118 и LALVIN QA23 обладают способностью к снижению концентрации яблочной кислоты, что позволяет сделать вывод об отличительных особенностях метаболизма данных рас дрожжей, по-видимому, связанных с наличием в их клетках более активных ферментных систем, отвечающих за регулирование цикла Кребса.

Таблица 57 – Содержание органических кислот в опытных образцах ($n = 3$, $M \pm m$)

Массовая концентрация кислоты, г/дм ³	Сухие винные дрожжи					
	LALVIN QA23	LALVIN 71B	LALVIN EC1118	LALVIN ICV D47	LALVIN ICV OPALE	LEVURE IOC 11-1002
Винная	0,22 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,02
Яблочная	4,83 ± 0,03	5,02 ± 0,02	4,91 ± 0,02	5,08 ± 0,03	5,04 ± 0,02	5,08 ± 0,03
Янтарная	0,44 ± 0,02	0,38 ± 0,02	0,42 ± 0,01	0,71 ± 0,02	0,64 ± 0,01	0,58 ± 0,02
Лимонная	0,89 ± 0,01	0,83 ± 0,02	0,86 ± 0,02	0,88 ± 0,04	0,83 ± 0,01	0,87 ± 0,02
Уксусная	0,29 ± 0,01	0,31 ± 0,02	0,42 ± 0,03	0,34 ± 0,02	0,37 ± 0,01	0,30 ± 0,01
Молочная	Нет	0,34 ± 0,03	0,31 ± 0,02	Нет	0,27 ± 0,03	0,32 ± 0,02

В то же время дрожжи LALVIN ICV D47 и LALVIN ICV OPALE можно рассматривать как янтарогенные, поскольку они обеспечивают накопление янтарной кислоты выше уровня контроля. Возможность сверхсинтеза янтарной кислоты дрожжами при производстве винодельческой продукции необходимо рассматривать как позитивный момент, поскольку синергетический эффект между янтарной кислотой, полифенолами и другими обеспечивающими антиоксидантную активность веществами, обуславливает повышение физиологической ценности вин и винных напитков.

Массовая концентрация летучих органических кислот для всех образцов белых вин, полученных с использованием исследуемых дрожжей имела близ-

кие значения и колебалась в пределах от 0,45 г/дм³ (для LALVIN QA23) до 0,58 г/дм³ (для LALVIN EC1118).

На рисунке 106 представлены результаты определения накопления глицерина в образцах облепиховых вин. Можно видеть, что наименьшее количество глицерина характерно для дрожжей LALVIN ICV OPALE, что и отмечено производителем в спецификации. Остальные дрожжи, включая контроль, накапливают в среднем на 35–45 % больше глицерина по сравнению с дрожжами LALVIN ICV OPALE. Таким образом, низкие концентрации летучих органических кислот (в основном уксусной, см. таблицу 57), при достаточно высоком уровне накопления глицерина могут свидетельствовать об интенсивно протекающем глицеропировиноградном брожении, являющегося побочным и, согласно работам Нейберга, протекающего параллельно со спиртовым [300].

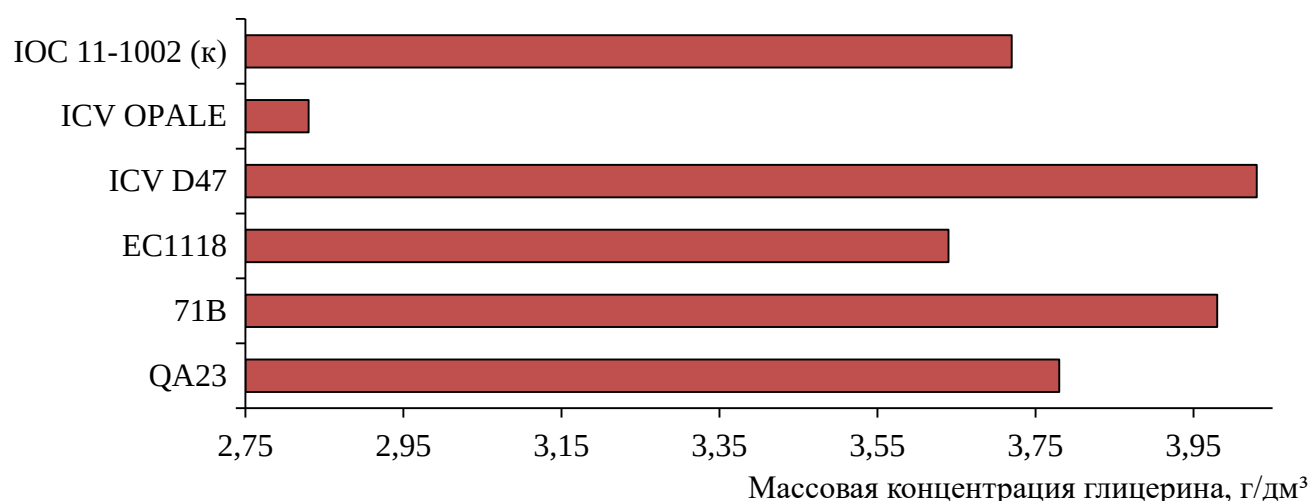


Рисунок 106 – Содержание глицерина в опытных образцах

В зависимости от активности ферментных систем, отвечающих за реализацию этого метаболического пути, дрожжевая клетка может расходовать до 10 % всех сахаров сусла на его реализацию. Реализация глицеропировиноградного брожения приводит к накоплению в вине глицерина [229; 297], придающего готовому продукту мягкость и бархатистость вкуса, а также пировиноградной кислоты, являющейся интермедиатом для последующего биосинтеза ацетальдегида, некото-

рых органических кислот (в том числе и янтарной) и ряда других соединений, влияющих на вкус и букет вина. В тоже время известно, что при глицеропировиноградном брожении некоторые летучие органические кислоты вступают в дальнейшие реакции, а количество образующихся ацетона и вицинальных дикетонов, имеющих низкий порог чувствительности, становится крайне малым.

Общеизвестен факт сорбции части полифенольных веществ, обладающих отрицательным суммарным зарядом, на поверхности дрожжевых клеток. В результате исследований установлено, что при использовании дрожжей LALVIN ICV OPALE и LALVIN EC1118 в сброженных виноматериалах концентрация фенольных веществ была на более высоком уровне, по сравнению с другими образцами дрожжей (рисунок 107).

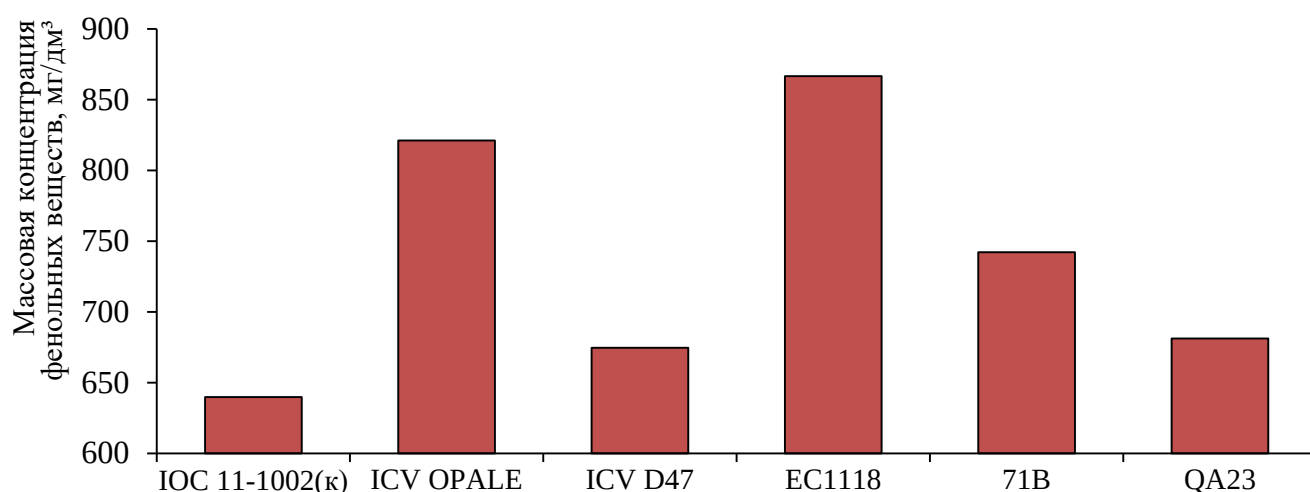


Рисунок 107 – Содержание фенольных веществ в опытных образцах

С одной стороны, это можно объяснить низкой способностью поверхности клеток дрожжей к связыванию фенольных веществ, а с другой – особенностями метаболизма клеток дрожжей, исключающих или оказывающих незначительное влияние на процесс окисления полифенолов при брожении.

В полученных образцах облепиховых вин определяли состав продуктов брожения. Типичная хроматограмма представлена на рисунке 108. Результаты определения продуктов биосинтеза сведены в таблицу 58.

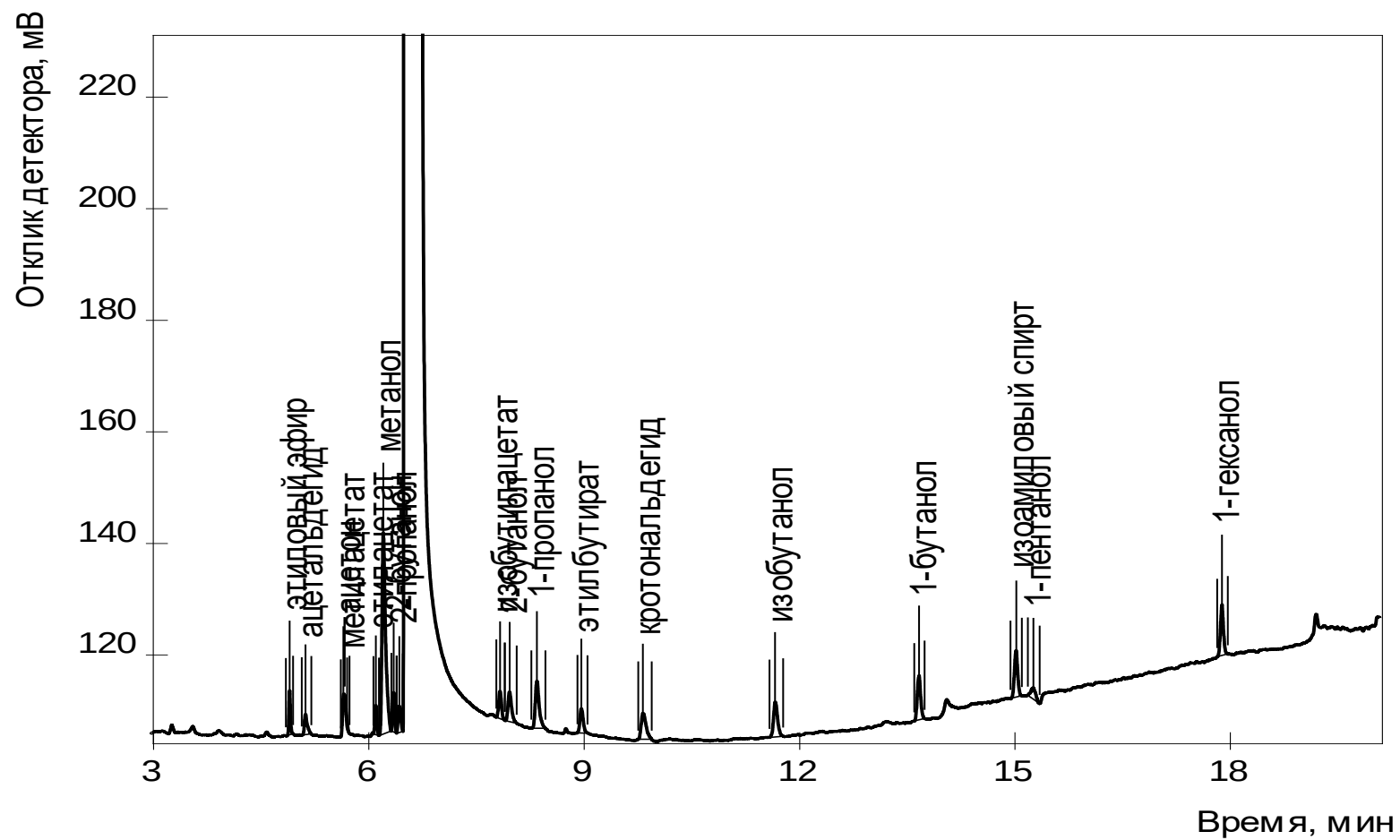


Рисунок 108 – Хроматограмма побочных продуктов брожения облепихового виноматериала

Таблица 58 – Содержание некоторых продуктов биосинтеза дрожжей в облепиховых виноматериалах ($n = 3, M \pm m$)

Компонент	Виноматериал и препарат активных сухих дрожжей					
	ИОС 11-1002(к)	ICV OPALE	ICV D47	EC1118	71B	QA23
Высшие спирты:	402,29 ± 6,36	420,45 ± 7,74	461,32 ± 7,12	413,39 ± 6,31	442,13 ± 5,44	423,88 ± 6,18
– пропанол-1	5,87 ± 0,15	6,34 ± 0,18	9,27 ± 0,33	5,68 ± 0,27	10,37 ± 0,23	6,02 ± 0,22
– бутанол-1	0,58 ± 0,08	0,39 ± 0,04	1,83 ± 0,07	0,49 ± 0,05	2,04 ± 0,06	0,63 ± 0,07
– бутанол-2	–	0,05 ± 0,02	0,18 ± 0,01	–	0,11 ± 0,02	–
– изобутанол	186,39 ± 2,36	198,57 ± 3,65	237,62 ± 4,12	187,31 ± 3,14	224,65 ± 2,18	191,64 ± 3,27
– пентанол-1	0,16 ± 0,06	0,24 ± 0,05	0,67 ± 0,12	0,23 ± 0,02	0,51 ± 0,03	0,11 ± 0,05
– изоамилол	207,62 ± 4,31	213,54 ± 4,37	208,64 ± 3,47	218,49 ± 3,44	201,67 ± 3,68	223,84 ± 2,14
– гексанол-1	1,67 ± 0,13	1,32 ± 0,11	3,11 ± 0,17	1,19 ± 0,10	2,78 ± 0,05	1,64 ± 0,09
Ароматические спирты:	54,44 ± 2,14	48,89 ± 1,89	30,71 ± 2,19	51,47 ± 2,34	26,15 ± 2,13	54,72 ± 1,96
– бензиловый	1,02 ± 0,18	1,24 ± 0,11	1,36 ± 0,11	1,11 ± 0,25	1,48 ± 0,36	1,08 ± 0,24
– 2-фенилэтанол	53,42 ± 2,01	47,65 ± 1,83	29,35 ± 2,05	50,36 ± 1,87	24,67 ± 1,77	53,64 ± 1,76
– Альдегиды:	19,49 ± 1,62	16,6 ± 0,94	6,52 ± 0,74	18,85 ± 1,11	8,13 ± 0,96	20,04 ± 0,69
бензальдегид	0,78 ± 0,41	0,36 ± 0,11	–	0,47 ± 0,34	–	0,29 ± 0,21
– ацетальдегид	18,71 ± 1,31	16,24 ± 0,82	6,52 ± 0,74	18,38 ± 0,82	8,13 ± 0,96	19,75 ± 0,51
Эфиры:	54,23 ± 4,78	48,77 ± 5,13	18,27 ± 2,24	51,75 ± 4,67	21,66 ± 5,17	48,91 ± 6,14
– этилацетат	54,23 ± 4,78	48,77 ± 5,13	18,27 ± 2,24	51,75 ± 4,67	21,66 ± 5,17	48,91 ± 6,14
Суммарное количество продуктов биосинтеза	530,45 ± 6,69	534,71 ± 7,34	516,82 ± 6,43	535,46 ± 6,18	498,07 ± 5,39	547,55 ± 6,34

Можно видеть, что дрожжи LALVIN QA23, LALVIN EC1118, LALVIN ICV OPALE имеют уровень редукции побочных продуктов брожения выше, чем в контрольном образце. Дрожжи LALVIN 71B отличаются низким уровнем образования побочных продуктов брожения, что позволяет получать при их использовании вина и винные напитки с сортовым букетом, обусловленным ароматическими веществами сырья.

7.5 Оптимизация процесса брожения облепихово-медового сусла

Традиционно проблемным местом в технологии сброженных медовых напитков является замедленное брожение. Длительный процесс брожения приводит к потерям углеводов, а также накоплению в сусле продуктов автолиза дрожжей, что приводит к так называемому «тяжелому» вкусу и аромату.

Для брожения использовали дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* торговой марки Lalvin QA23, дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* торговой марки Lalvin D47 и дрожжи *Saccharomyces bayanus* торговой марки Springer Oenologie BC S 103. Начальное содержание углеводов в сусле – 180 г/л. Для оптимизации брожения использовали дрожжевую подкормку Yeastfild в различных дозировках. Дозировка дрожжей составляла 0,62 млн клеток/мл. Контрольный образец не содержал подкормки и других питательных веществ для дрожжей, образцы суслу 2–4 содержали дрожжевую подкормку Yeastfild в количестве 0,01 %; 0,02 %; и 0,03 % к массе сбраживаемого суслу.

Как показали результаты исследований (рисунок 109), при использовании дрожжей Lalvin QA23 дрожжевая подкормка Yeastfild в любых исследуемых дозировках не оказывает влияния на продолжительность лаг-фазы, в то же время позволяет увеличить общее содержание дрожжевых клеток на 22–45 %, что объясняется наличием питательных веществ в среде, которые являются строительным материалом для клеточной стенки микроорганизмов.

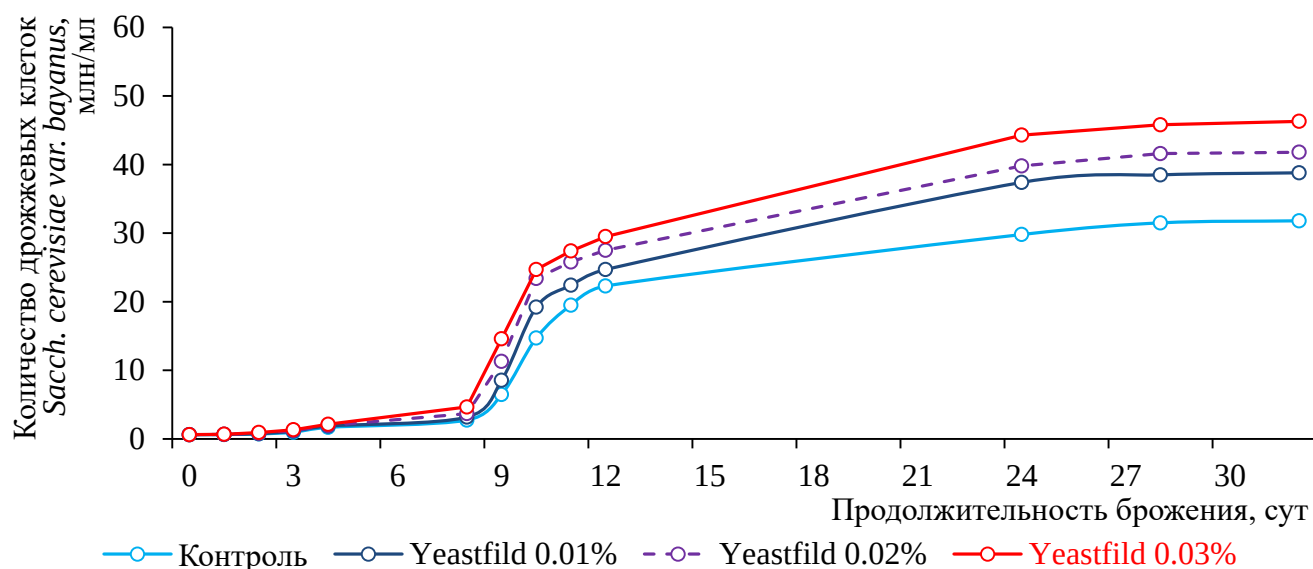


Рисунок 109 – Динамика сбраживания медового сусла дрожжами QA23

Увеличение концентрации дрожжевых клеток в сбраживаемом сусле позволяет сократить продолжительность брожения на 2, 3 и 5 сут (соответственно увеличению концентрации дрожжевой подкормки) по сравнению с контролем, продолжительность брожения которого составила 26 сут. Таким образом, использование дрожжевой подкормки позволяет интенсифицировать процесс сбраживания медового сусла.

В случае дрожжей Lalvin D47 (рисунок 110), дрожжевая подкормка Yeastfild в дозировках 0,01 % и 0,02 % не оказывает влияния на продолжительность лаг-фазы, в максимально исследованной концентрации 0,03 % продолжительность лаг-фазы сокращается на 3 сут. В то же время позволяет увеличить общее содержание дрожжевых клеток на 16–58 %, что объясняется наличием питательных веществ в среде, которые являются строительным материалом для клеточной стенки микроорганизмов.

Несмотря на увеличение концентрации дрожжевых клеток в сбраживаемом сусле минимальная продолжительность брожения составила 30 сут, что на 4 сут дольше по сравнению аналогичным опытом с дрожжами QA23, продолжительность брожения которого составила 26 сут.

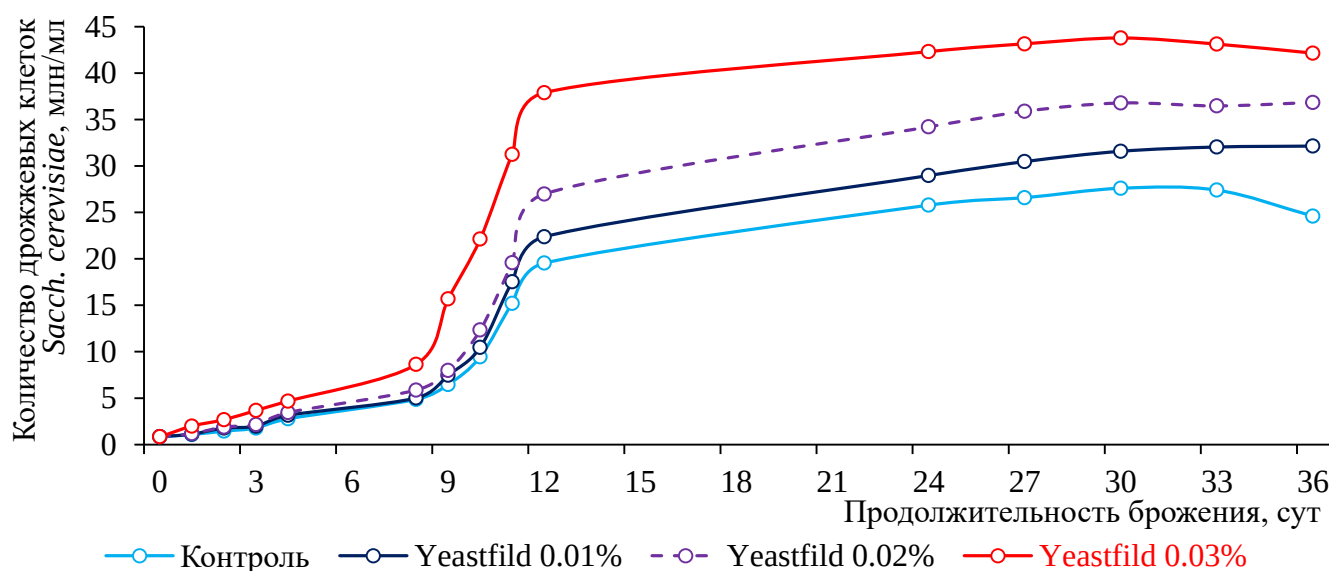


Рисунок 110 – Динамика сбраживания медового сусли дрожжами D47

В случае использования дрожжей BC S 103 (рисунок 111), дрожжевая подкормка Yeastfild в любых исследуемых дозировках не оказывает влияния на продолжительность лаг-фазы, в то же время позволяет увеличить общее содержание дрожжевых клеток на 9–25 %, что объясняется наличием питательных веществ в среде, которые являются строительным материалом для клеточной стенки микроорганизмов.

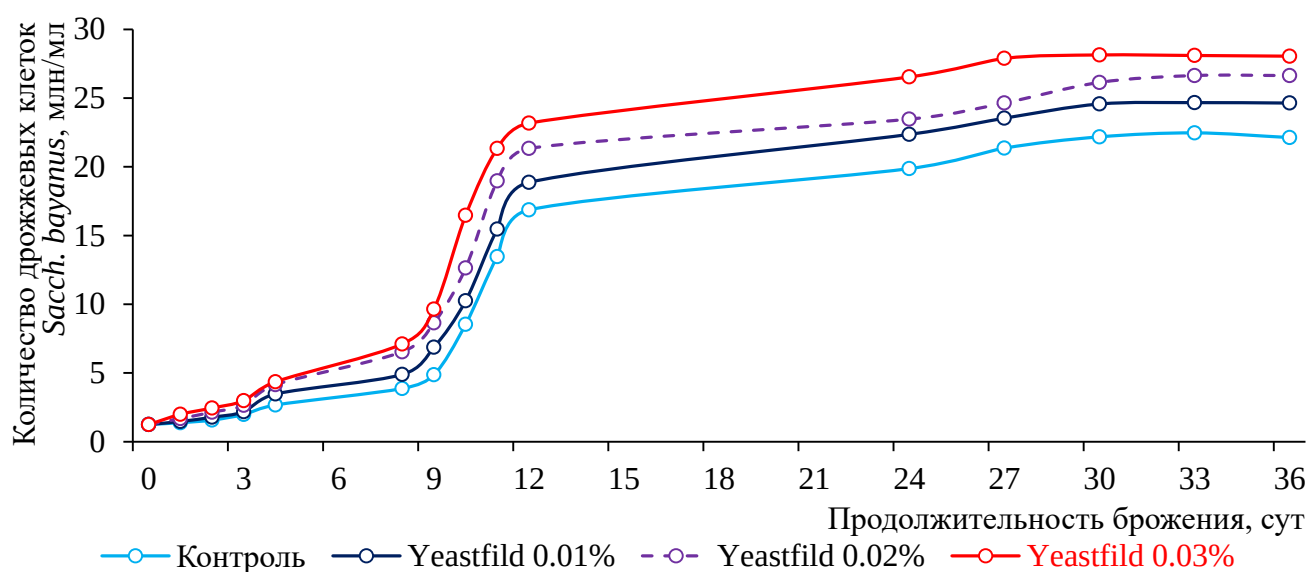


Рисунок 111 – Динамика сбраживания медового сусли дрожжами BC S 103

Несмотря на увеличение концентрации дрожжевых клеток в сбраживаемом сусле минимальная продолжительность брожения составила 33–36 сут, что на 7–10 сут дольше по сравнению аналогичным опытом с дрожжами QA23, продолжительность брожения которого составила 26 сут.

Таким образом, для производства медово-облепиховых вин целесообразным является использование дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* торговой марки Lalvin QA23, которые обеспечивают наименьшую продолжительность брожения и соответственно максимальную оптимизацию технологического процесса.

7.6 Научное обоснование биотехнологии фруктовых сидров из облепихи

Использование активных сухих дрожжей в производстве вина дает возможность отказаться от трудоемкого и долгого процесса приготовления активной дрожжевой разводки ЧКД, а также исключаются затраты на содержание микробиологической лаборатории для ее разведения. Для проведения процесса брожения в работе использовались коммерческие препараты АСВД (п. 2.2).

Перед использованием АСВД производили регидратацию дрожжей. Для этого в 100 см³ стерильной воды с температурой, оптимальной для регидратации каждого препарата дрожжей, вносили по 0,25 г сухих дрожжей, колбы закрывали ватно-марлевыми пробками и устанавливали в термостат на качалку для реактивации в течение 2 ч. По окончании этого времени дрожжевые разводки характеризовались умеренным пенообразованием. Отмечался легкий аромат спиртового брожения. В регидратированных препаратах определяли общее количество дрожжевых клеток (при разведении 10^{-2}) путем подсчета в камере Горяева, количество почкующихся клеток, а также мертвых клеток по окрашиванию с метиленовым синим. Результаты представлены в таблице 58.

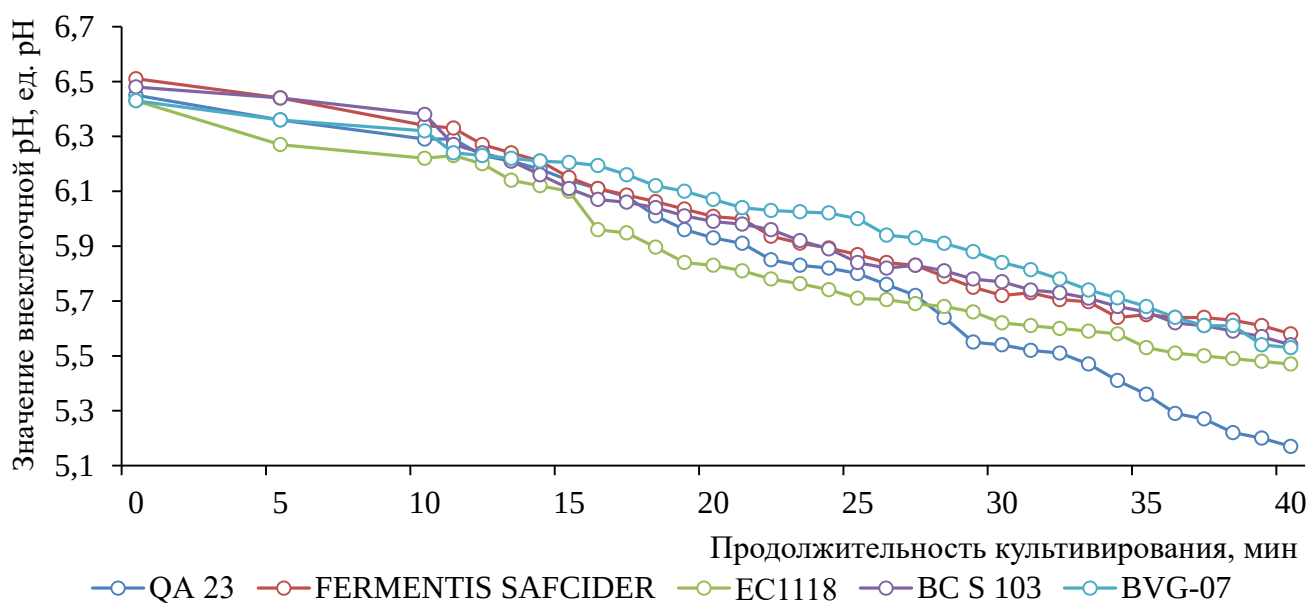
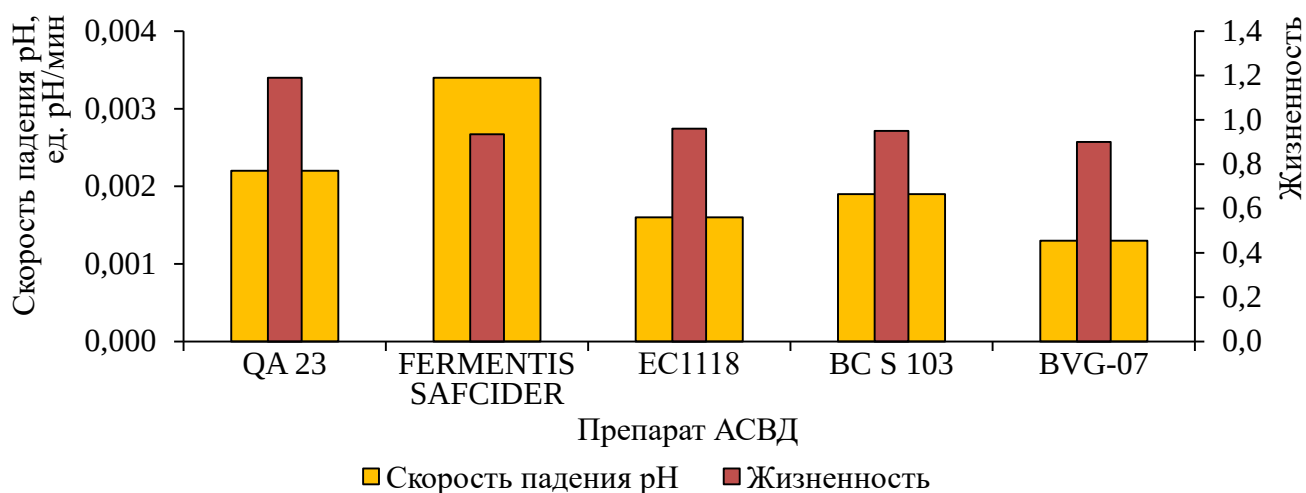
Таблица 59 – Характеристики регидратированных препаратов активных сухих дрожжей ($n = 3, M \pm m$)

Наименование препарата (торговое название)	Общее количество клеток, млн/мл	Доля почкующихся клеток, %	Доля мертвых и нежизнеспособных клеток, %
QA 23	$274,3 \pm 15,2$	$64,2 \pm 2,1$	$6,3 \pm 0,5$
FERMENTIS SAFCIDER	$311,5 \pm 9,8$	$61,2 \pm 3,0$	$5,6 \pm 0,4$
MANGROVE CIDER M02	$205,3 \pm 11,6$	$48,6 \pm 3,4$	$7,2 \pm 0,4$
EC1118	$314,5 \pm 6,8$	$67,2 \pm 1,9$	$3,4 \pm 0,3$
BC S 103	$286,3 \pm 10,2$	$60,9 \pm 2,8$	$5,1 \pm 0,4$
BVG-07	$277,2 \pm 13,3$	$64,5 \pm 1,6$	$3,6 \pm 0,5$

Как можно увидеть из представленных данных, общее количество клеток при регидратации ниже у АСВД MANGROVE CIDER M02, кроме того, для этого препарата дрожжей отмечено более низкое количество почкующихся клеток, а также более высокое содержание мертвых и нежизнеспособных клеток. Это позволяет исключить данные АСВД из дальнейших исследований, поскольку их характеристики заведомо не удовлетворяют требованиям эффективной организации процесса брожения. При низком содержании общего количества клеток расход данных дрожжей будет увеличен, а низкое количество почкующихся клеток при высоком уровне мертвых и нежизнеспособных клеток приведет к увеличению лаг-фазы и продолжительности брожения.

Для оценки физиологического состояния дрожжей проводили тест силы подкисления дрожжей. Измерение значения внеклеточного pH дрожжевой суспензии проводили до (в течение 10 мин) и после добавления глюкозы (в течение 20 мин). Величина снижения значения внеклеточного pH, вызванная выделением дрожжами ионов H^+ , определяет физиологическое состояние дрожжей. Результаты представлены на рисунке 112.

На основании данных, полученных при проведении теста на силу подкисления были получены данные о жизнеспособности клеток дрожжей (чем выше значение этого показателя, тем активнее протекает метаболизм в клетках) и скорости падения pH (чем больше этот показатель, тем короче лаг-фаза) (рисунок 113).

Рисунок 112 – Результаты теста силы подкисления ($n = 3$, $M \pm m$)Рисунок 113 – Расчет жизненности и скорости падения pH ($n = 3$, $M \pm m$)

Из данных, представленных на рисунке 111, можно сделать вывод, о том, что наименьшая продолжительность протекания лаг-фазы характерна для образца препарата АСВД FERMENTIS SAFCIDER, наибольшая продолжительность характерна для препарата АСВД BVG-07. В то же время наиболее активно метаболизм протекает в клетках дрожжей препарат АСД QA23. Таким образом, в дальнейших экспериментах решено было оставить эти три образца АСВД.

Для исследования кинетики брожения и продуктов метаболизма исследуемых препаратов АСВД готовили модельные растворы сахарозы в воде с содержанием 100 г/дм³ сахара и 5 г/дм³ яблочной кислоты, 1 г/дм³ галловой кислоты и 100 мг/дм³ диаммоний фосфата. Данные модельные растворы представляют собой питательную среду максимально приближенную к составу сусла для производства фруктового сидра, однако в ней отсутствуют вещества способные влиять на метаболизм (например, эфирные масла, терпены и т. п.). Питательную среду перед внесением инокулята препарата активных сухих дрожжей пастеризовали нагреванием до 65 °С и выдерживанием в течение 1 часа. Стерилизация в данном случае не применима, поскольку при нагревании кислых сред углеводов и азотсодержащих веществ, происходит карбониламинная реакция с образованием в качестве промежуточного продукта гидроксиметилфурфурола, оказывающего ингибирующий эффект на развитие и метаболизм дрожжевой клетки.

Инокуляцию регидратированных препаратов активных сухих дрожжей проводили после охлаждения питательных сред до температуры 25 °С, дрожжи вносили в количестве, обеспечивающем начальную концентрацию дрожжевых клеток 3,0 млн клеток/мл. Инкубирование модельных растворов проводили на качалке в суховоздушном термостате при температуре 25 °С. Периодически проводили определение остаточных сахаров в среде, также делали подсчет клеток дрожжей. Результаты представлены на рисунках 114 и 115.

Совокупность представленных на рисунках 112 и 113 данных позволяет сделать вывод о том, что АСВД QA23, Fermentis SafCider и EC118 показывают практически одинаковые результаты при сбраживании модельных растворов. При этом стоит отметить, что дрожжи Fermentis SafCider и QA23 имеют большую скорость утилизации углеводов и более высокий уровень накопления биомассы. По окончании культивирования по достижении в модельных растворах концентрации углеводов не более 0,5 г/дм³ дрожжевые клетки отделяли центрифугированием. В полученных образцах определяли состав продуктов брожения. Результаты определения продуктов биосинтеза сведены в таблицу 60.

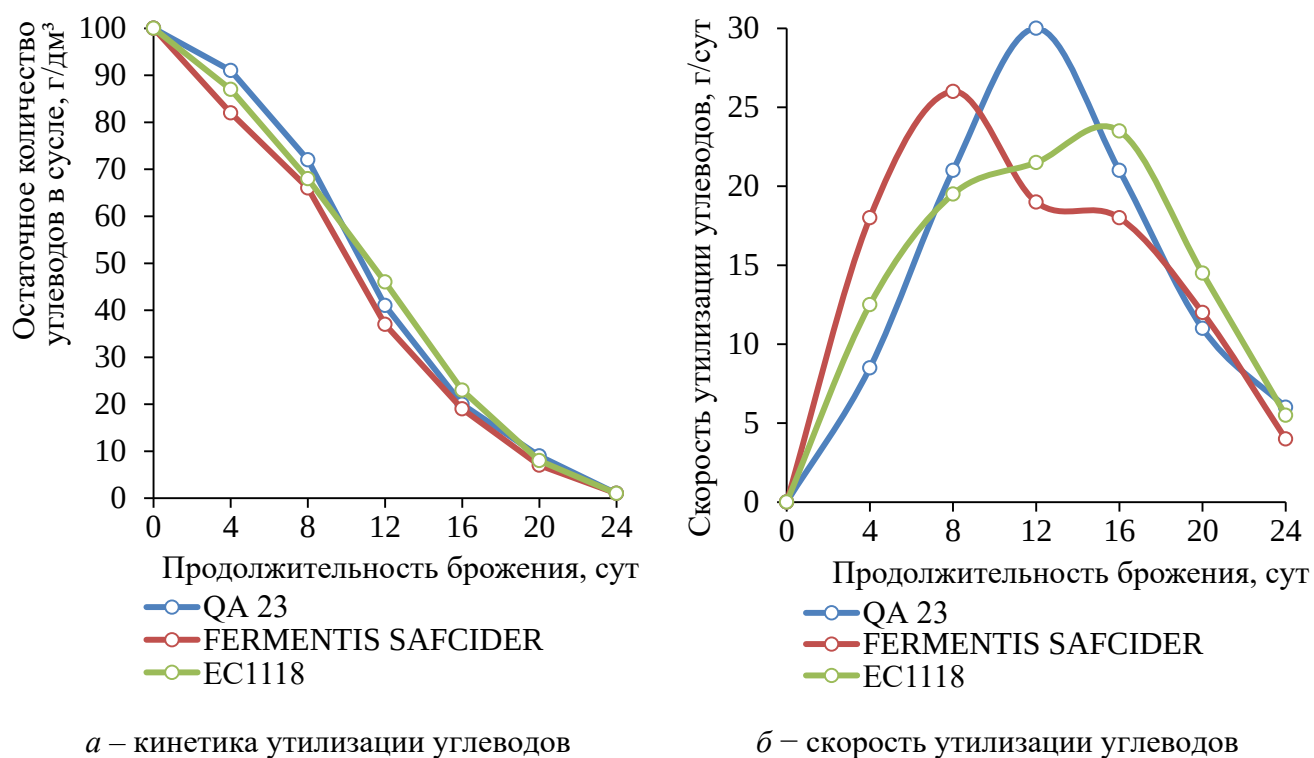


Рисунок 114 – Динамика утилизации углеводов
в модельных системах исследуемыми дрожжами ($n = 3, M \pm m$)

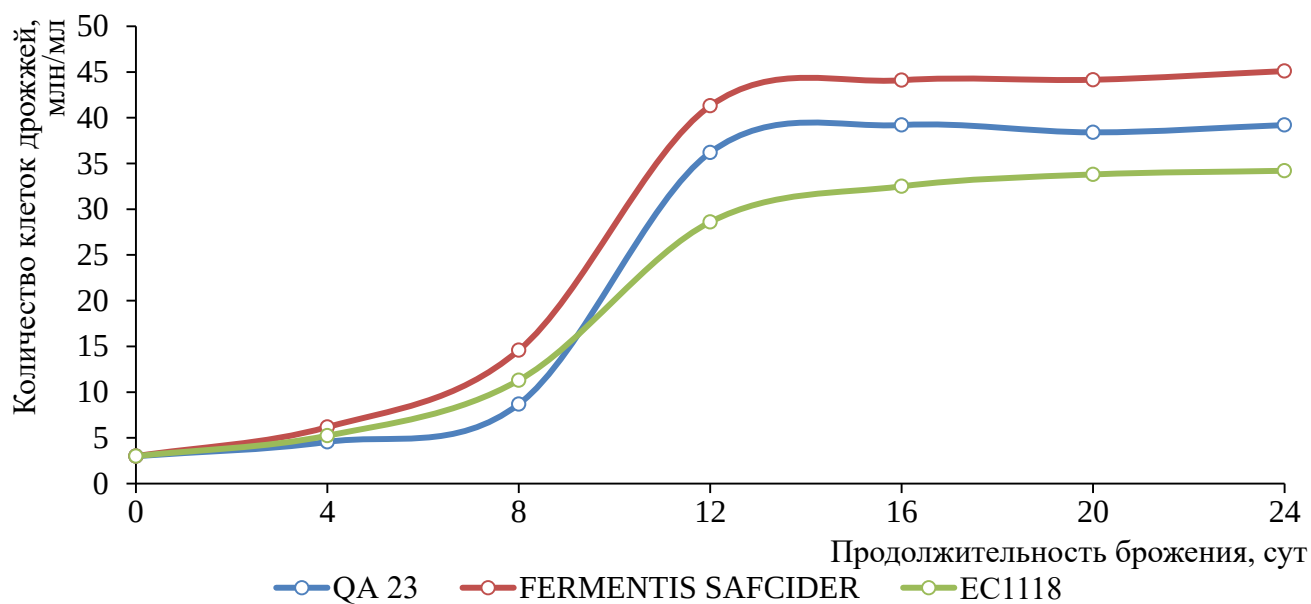


Рисунок 115 – Динамика накопления дрожжевых клеток при культивировании
на модельных системах ($n = 3, M \pm m$)

Таблица 60 – Исследование некоторых продуктов биосинтеза исследуемыми дрожжами, в мг/дм³ ($n = 3, M \pm m$)

Компонент	Препарат активных сухих дрожжей		
	Fermentis SafCider	QA 23	EC118
Высшие спирты:	374,35 ± 6,35	343,81 ± 7,18	323,58 ± 5,68
– пропанол-1	10,93 ± 0,24	6,58 ± 0,36	13,64 ± 0,47
– бутанол-1	1,97 ± 0,11	0,76 ± 0,08	2,31 ± 0,06
– бутанол-2	0,14 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,25 ± 0,03
– изобутанол	138,31 ± 2,36	127,6 ± 3,67	116,9 ± 2,41
– пентанол-1	0,49 ± 0,05	0,33 ± 0,04	0,24 ± 0,03
– изоамилол	219,54 ± 3,84	206,9 ± 3,71	187,9 ± 3,11
– гексанол-1	2,97 ± 0,12	1,56 ± 0,16	2,34 ± 0,06
Ароматические спирты:	28,89 ± 3,64	43,46 ± 4,61	17,5 ± 2,44
– бензиловый	1,02 ± 0,36	0,95 ± 0,09	0,68 ± 0,08
– 2-фенилэтанол	27,87 ± 3,14	42,51 ± 3,49	16,82 ± 3,31

По результатам таблицы 60 можно сделать вывод, что АСВД Fermentis SafCider (штамм рода *Saccharomyces bayanus*) обладают способностью к повышенному биосинтезу продуктов брожения, что делает их использование более выгодным для формирования ароматических свойств фруктовых сидров. Поскольку АСВД Fermentis SafCider относятся к дрожжам рода *Saccharomyces bayanus*, обладающим положительным киллер-фактором по отношению к посторонним микроорганизмам бродящей среды и выделяют в среду токсины, вызывающие гибель всех клеток, не относящихся к применяемому штамму дрожжей их применение позволяет снизить термическую нагрузку на углеводы сусла и сохранить исходные вкусо-ароматические характеристики сырья, что особенно важно для такого сырья как облепиха, поскольку, как известно, основная масса ее ароматобразующих веществ представлена сложными эфирами спиртов и жирных кислот с длиной цепи от 5 до 20 углеродных атомов.

Сбраживание облепихового сусла с содержанием углеводов 100 г/дм³ и титруемой кислотностью 5 г/дм³ осуществляли стационарным способом при темпера-

туре не ниже 15 °С до достижения значения остаточных сахаров не более 4 г/дм³. Сброженное сусло подвергали отстаиванию в холодильных камерах при температуре (7 ± 2) °С в течение 15 сут. Частично самоосветленное сброженное сусло отделяли от дрожжевого осадка путем декантации. Окончательное осветление облепихового сброженного сусла проводили суспензией бентонита, дозировка которой определяется предварительной обработкой и составляет не более 5 г/дм³.

Осветленный бентонитом облепиховый виноматериал декантировали с осадка. Для повышения выхода виноматериала осадок дополнительно направляли на центрифугирование. Осветленный виноматериал и фугат смешивали и направляли на фильтрование через фильтр-картон, разрешенный учреждениями Роспотребнадзора к применению в винодельческой промышленности. После фильтрования мутность сидрового виноматериала не превышала 0,3–0,5 ед. мутности (NTU).

Для удаления железа в виноматериале его подвергали дополнительной обработке разрешенным для применения в виноделии ионообменным сорбентом Термоксид 3А на основе фосфата циркония. Такая обработка гарантирует розливостойкость виноматериала от потемнения при хранении, связанного с повышенным содержанием в полуфабрикате реакционноспособных полифенольных веществ, в частности процианидинов, склонных к конденсации с образованием танинов, образующих с железом темноокрашенные продукты, ухудшающие внешний вид напитков.

При содержании катехинов и процианидинов в виноматериале свыше 200 мг/дм³ необходимо проводить обработку поливинилпирролидоном Polyclar V (ERBSLÖH Geisenheim GmbH, Germany) в дозировках от 0,5 до 0,7 г/дм³, который представляет собой биохимически инертный полимер, не имеющий ограничений при использовании в пищевых технологиях, и обеспечивает связывание полифенолов с малой молекулярной массой. Продолжительность взаимодействия поливинилполипирролидона должна составлять 30–60 мин и обеспечивать снижение концентрации катехинов и процианидинов в виноматериале до 100–150 мг/дм³. По истечении времени контакта препарата Polyclar V виноматериал фильтруют и хранят в герметичных емкостях при температуре не выше 5–7 °С.

Комбинация способов деметаллизации облепихового виноматериала ионообменным сорбентом Термоксид 3А и обработки флокулянтom поливинилпирролидоном Polyclar V позволяет обеспечить стабильность внешнего вида облепихового виноматериала для производства сидра в течение 12 мес.

Для получения сидра фруктового облепихового осветленный, розливостойкий облепиховый виноматериал при необходимости кондиционируют инвертированным сахарным сиропом, карбонизируют, подвергают финишной обеспложивающей фильтрации в изобарических условиях и разливают.

Фруктовый облепиховый сидр, получаемый на основе разработанной технологии, имеет следующие характеристики: массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную – $(5,0 \pm 1,0)$ г/дм³; массовая концентрация сахаров (в пересчете на инвертный) для фруктового облепихового сидра – не более 4 г/дм³, полусухого – $(25,0 \pm 5,0)$ г/дм³, полусладкого – не менее $(25,0 \pm 5,0)$ г/дм³ и менее $(50,0 \pm 5,0)$ г/дм³, сладкого – не менее $(50,0 \pm 5,0)$ г/дм³ и не более $(80,0 \pm 5,0)$ г/дм³; объемная доля этилового спирта – от $(1,2 \pm 0,5)$ % до $(5,5 \pm 0,5)$ %; давление двуокиси углерода в потребительской таре с сидром фруктовым облепиховым – в соответствии с действующей нормативной документацией, но не менее 100 кПа при 20 °С (таблица 61).

Таблица 61 – Показатели качества составов для производства сидров фруктовых облепиховых ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатель	Образец облепихового сидра полусухого
Объемная доля этилового спирта, %	$5,4 \pm 0,5$
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	$20,3 \pm 1,1$
Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную кислоту, г/дм ³	$5,1 \pm 0,1$
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³	$11,3 \pm 0,2$
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³	$0,42 \pm 0,11$
Массовая концентрация железа, мг/дм ³	$1,2 \pm 0,1$
Массовая концентрация процианидинов, мг/дм ³	$78,3 \pm 2,4$
Давление двуокиси углерода, кПа	$283,6 \pm 4,9$

Фруктовый облепиховый сидр, получаемый на основе разработанной технологии, обладает следующими органолептическими характеристиками: внешний вид – прозрачная жидкость с блеском, без осадка и посторонних включений; цвет – от светло-соломенного до соломенного; аромат – чистый, облепиховый с сортовым ароматом; вкус кисловатый с умеренно-выраженной терпкостью, а также различной степени сладости в зависимости от классификационного типа. При наливе в бокал сидра фруктового облепихового образовывается пена и происходит длительное выделение пузырьков двуокиси углерода.

Таким образом, разработанный фруктовый облепиховый сидр представляет собой продукт, полученный методами пищевой биотехнологии с использованием сбраживания нативного или восстановленного сока облепихи, при последующем осветлении виноматериала бентонитом.

Результаты органолептической оценки и физико-химических исследований показали высокое качество фруктового облепихового сидра. По результатам выполнения данной части исследований была разработана технология сидра фруктового облепихового, на что имеются разработанные проекты технической документации для ООО «СОЛД» (проект ТУ 11.03.10-006-35008630-2020 и ТИ 11.03.10-006-35008630-2020, приложение Г), а также имеется акт о промышленной применимости способа производства облепихового сидра и акт о пробной выработке партии напитка в условиях действующего производства ООО «СОЛД», г. Бийск (приложение Г).

7.7 Практические результаты проведенных исследований

По результатам собственных исследований подобраны активные сухие винные дрожжи, позволяющие в наибольшей степени раскрыть потенциал плодов облепихи. Так, с учетом фенотипических свойств дрожжей в первую очередь предлагается использовать дрожжи, обладающие киллер-фактором, что позволяет сни-

жать термическую нагрузку при производстве виноматериалов из облепихи. В целях интенсификации процесса брожения при производстве медово-облепиховых вин подобраны условия для использования дрожжевой подкормки.

Разработана и апробирована технология фруктового сидра из сока плодов облепихи, отличающегося высокими органолептическими свойствами.

Проведена систематизация напитков, позволившая наглядно представить и объективно оценить практическую значимость проведенных исследований (рисунок 116).



Рисунок 116 – Разработанные напитки на основе плодов облепихи

Заключение

На основании выполненных исследований предложены для внедрения в практику технологические решения для производства стабильных напитков различных видов на основе облепихи крушиновидной, на базе полученных новых данных сделаны следующие выводы.

1. Проведено комплексное аналитическое исследование районированных в Алтайском крае 12 сортов облепихи. Показано, что наиболее перспективными для переработки в напитки с точки зрения химического состава являются сорта облепихи Чуйская (сахарокислотный индекс 5,4), Эссель (сахарокислотный индекс 6,4) и Алтайская (сахарокислотный индекс 7,3). Установлено, что оптимальным способом хранения облепихи является замораживание, позволяющее сохранить ароматический профиль плодов. Установлено, что в процессе длительного хранения разрушается до 50 % аскорбиновой кислоты от уровня свежих плодов.

2. Разработана технология производства соковой продукции из облепихи с повышенной стабильностью при хранении. На практике доказана эффективность использования пектолитического ферментного препарата Lallzyme НС в дозировке 20 г/т сырья: выход сока-самотека увеличен на 30 %, итоговая мутность сока перед осветлением снижена в 65 раз, расход бентонита сокращен до 2,5 г/дм³, что позволяет сократить экономические издержки при производстве осветленной соковой продукции. Установлена взаимосвязь между процессами деградации аскорбиновой кислоты и окислительным потемнением облепиховых соков. Научно обоснована и доказана эффективность использования поливинилполипирролидонов для удаления избыточного количества процианидинов, снижающих потребительские свойства готового продукта в том числе и в период хранения.

3. Сформированы и научно обоснованы основные положения биотехнологии производства каротиноидсодержащих смузи из тыквы и облепихи. Разработана рецептура и определены условия, позволяющие сократить потери каротиноидов при производстве. Установлен режим пастеризации готового продукта (тем-

пература 70 °С, продолжительность 1 ч), позволяющий установить срок годности каротиноидсодержащих смузи не менее 25 сут.

4. Показано, что применение симбиотических культур *Oryzomyces indichi* и *Meduzomyces gisevi* в производстве безалкогольных ферментированных напитков из облепихи является перспективным, так как получаемые напитки обладают высокими органолептическими показателями: приятным освежающим кисло-сладким вкусом с выраженным ароматом смешанного брожения и тонами облепихи. Разработаны рецептуры безалкогольных ферментированных напитков, установлены режимы производства напитков, а также способы стабилизации напитков при хранении (внесение сорбиновой (150 мг/дм³) и бензойной (50 мг/дм³) кислот).

5. Разработана научно обоснованная технология производства фруктовых (плодовых) вин и винных напитков, базирующаяся на использовании сортовой облепихи. Предложен режим брожения облепихового сусла, который может представлять собой основу для повышения ароматичности готовых виноматериалов и вин. Подобраны активные сухие винные дрожжи, позволяющие в наибольшей степени раскрыть потенциал плодов облепихи. Предложены современные способы осветления облепиховых виноматериалов. Показано, что для переработки маслянистых сортов облепихи оптимальным способом осветления является обработка бентонитом и ультразвуком, а при использовании десертных и универсальных – осветление бентонитом с предварительной обработкой мезги пектолитическим ферментным препаратом Rapidase Clear. Изучено и научно обосновано использование неорганического сорбента «Термоксид 3А» для удаления ионов железа из облепиховых виноматериалов, позволяющего значительно снизить интенсивность окислительного покоричневения вин из облепихи. Для корректировки внешнего вида винодельческой продукции предложена обработка активированным углем GranuCol BI (дозировка 70–90 мг/дм³), что позволяет в значительной степени регулировать содержание полифенольных веществ и сенсорные характеристики виноматериалов. Научно обоснованы и реализованы на практике основные технологические решения для производства новых типов напитков – фруктовых облепиховых сидров.

6. Полученные в ходе исследований результаты раскрывают некоторые механизмы образования 5-гидроксиметилфурфурола, характерные для технологий облепиховых вин и винных напитков. Показано, что при приготовлении данной группы напитков температура нагрева продукта (на стадиях приготовления сусла, пастеризации готового напитка и т. д.) не должна превышать 60 °С при суммарной продолжительности нагрева не более 6 ч и содержании общих титруемых кислот в напитке не более 7,0 г/дм³.

7. В целях снижения расходов экономических издержек при производстве облепиховых вин и винных напитков предложено получение дистиллятов для разработки технологий новых крепкоалкогольных напитков. Установлено, что использование двукратной перегонки позволяет получать облепиховые спирты, с допустимым содержанием микропримесей и являющиеся основой для производства крепкоалкогольной продукции.

8. Проведена апробация и внедрение результатов исследования в условиях реального производства – ООО НПО «Алтайский дар» и ООО «СОЛД». Разработаны проекты комплектов технической документации на новые виды продуктов, утвержденные ООО НПО «Алтайский дар» и ООО «СОЛД».

Таким образом, предложенные в работе подходы, инструментарий и результаты разработки технологий напитков из облепихи крушиновидной развивают перспективное научное направление и позволяют разрабатывать новые виды напитков из этого ценного сырья. Предложенные в работе способы и методы интенсификации технологических процессов и регулирования сенсорнозначимых свойств напитков уже имеют успешную промышленную апробацию и могут быть рекомендованы для дальнейшего внедрения на предприятиях отрасли.

Список литературы

1. Аверьянова, Е. В. Исследование биологической активности флавоноидов облепихового шрота с применением специфических биотест-систем / Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьников, Е. Д. Рожнов, Д. В. Минаков [и др.]. – DOI 10.14258/jcprtm.2020048859 // Химия растительного сырья. – 2020. – № 4. – С. 235–241.
2. Аверьянова, Е. В. Перспективы и направления использования ягодных шротов / Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьников, Е. Д. Рожнов // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 2. – С. 22–27.
3. Агеева, Н. М. Оценка качества винных дистиллятов, применяемых в виноделии / Н. М. Агеева, Т. И. Гугучкина, Ю. Ф. Якуба [и др.] // Виноград и вино России. – 1999. – № 4. – С. 20–22.
4. Ажогина, В. А. Ароматобразующие компоненты вин, приготовленных из комплексно-устойчивых сортов винограда / В. А. Ажогина, Н. М. Агеева // Виноделие и виноградарство России. – 2005. – № 6. – С. 27–29.
5. Алексеенко Е. В. Исследование условий ферментативного гидролиза ягод красной смородины / Е. В. Алексеенко, А. Г. Чернобровина, С. Е. Траутенберг [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 10. – С. 43–44.
6. Алексеенко, Е. В. Влияние условий биокатализа ягод облепихи на выход сока и физиологически функциональных ингредиентов / Е. В. Алексеенко, Ю. М. Дикарева, С. Е. Траутенберг [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 9. – С. 38–40.
7. Алексеенко, Е. В. Инновационные технологии переработки ягодного сырья: научные и прикладные аспекты : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Алексеенко Елена Викторовна. – Москва, 2013. – 473 с.
8. Алексеенко, Е. В. Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока / Е. В. Алексеенко,

Е. А. Быстрова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 3(65). – С. 177–181.

9. Алексеенко, Е. В. Применение ферментных препаратов для переработки плодов облепихи / Е. В. Алексеенко, Ю. М. Дикарева, Н. В. Осташенкова, С. Е. Траутенберг // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 2–3. – С. 48–50.

10. Алсивар, С. К. А. Биотехнологический способ переработки цитрусовых для получения осветленных соков / С. К. А. Алсивар, Е. И. Курбатова, Е. Н. Соколова, Л. В. Римарева // Пиво и напитки. – 2013. – № 4. – С. 18–22.

11. Багатурия, Н. Ш. Обработка сусла и мезги винограда ферментными препаратами / Н. Ш. Багатурия, Т. С. Наниташвили, Н. А. Бегиашвили [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2010. – № 2. – С. 18–21.

12. Баланов, П. Е. Комплексная переработка сливовой мезги для нужд пищевой промышленности / П. Е. Баланов, И. В. Смотряева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 41. – С. 47–52.

13. Белоконь, В. С. Об осветлении вина бентонитовыми суспензиями, обработанными ультразвуком / В. С. Белоконь, Б. С. Фридман // Виноделие и виноградарство СССР. – 1968. – № 7. – С. 16–18.

14. Беляев, А. А. Разработка рецептуры и технологии сокосодержащего напитка на основе плодово-ягодного сырья красноярского края и продукции пчеловодства / А. А. Беляев, Н. А. Величко, О. В. Иванова, И. А. Якоцу // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 125–131.

15. Билько, М. В. Исследование сортового аромата столовых виноматериалов / М. В. Билько, Н. С. Аникина, В. Г. Гержикова // Виноделие и виноградарство. – 2002. – № 3. – С. 36–37.

16. Бобченко, В. И. Влияние продуктов переработки плодов облепихи на формирование свойств молочной основы мороженого / В. И. Бобченко, Л. А. Текутьева, Ж. П. Павлова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 5–6. – С. 60–62.

17. Бутова, С. Н. Усовершенствование технологии плодово-ягодных соков с использованием пектолитических ферментных препаратов / С. Н. Бутова, Е. Р. Вольнова, Ю. В. Николаева, Я. Едличкова // Health, Food & Biotechnology. – 2020. – Т. 2, № 1. – С. 128–139.

18. Василенко, З. В. Натуральные напитки брожения на основе рисового гриба как перспективное направление развития современного безалкогольного производства / З. В. Василенко, Е. А. Цед, Л. М. Королева, С. В. Волкова // Вести национальной академии наук Беларуси (серия аграрных наук). – 2011. – № 3. – С. 108–113.

19. Василенко, З. В. Профилактические и онкостатические свойства безалкогольного напитка брожения на основе рисового гриба / З. В. Василенко, Л. Н. Николаевич, Е. А. Цед [и др.] // Вести национальной академии наук Беларуси (серия аграрных наук). – 2012. – № 4. – С. 113–117.

20. Вечтомова, Е. А. Теоретическое обоснование и разработка рецептурного состава напитков для профилактического питания с использованием биологически активных соединений (часть 1) / Е. А. Вечтомова, И. Ю. Сергеева, В. С. Райник [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 2 (155). – С. 155–161.

21. Винницкая, В. Ф. Производственно-биохимическая оценка плодов и листьев облепихи для производства функциональных продуктов питания / В. Ф. Винницкая, Д. М. Брыксин, А. Ю. Коршунов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – Ч. 1. – С. 234–236.

22. Гнусарева, Р. С. Товароведная оценка плодов облепихи и продуктов ее переработки : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Гнусарева Рашида Саффиуллиновна. – Москва, 2005. – 160 с.

23. Гореликова, Г. А. Ферментная переработка плодовоовощного сырья / Г. А. Гореликова, А. Ю. Просеков, А. С. Шебукова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 9. – С. 54–56.

24. Гугучкина, Т. И. Качество и аромат виноградных виноматериалов из протоклонов сорта Рислинг на Тамани / Т. И. Гугучкина, А. В. Прах, М. Г. Марковский [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2007. – № 6. – С. 18–19.

25. Гугучкина, Т. Н. Ароматобразующие вещества в красных столовых виноматериалах из различных зон выращивания винограда / Т. Н. Гугучкина, О. Н. Шелудько, Ю. Ф. Якуба [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2007. – № 3. – С. 28–29.

26. Гусакова, Г. С. Компонентный состав плодовых спиртов из уссурийской груши / Г. С. Гусакова, С. Н. Евстафьев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2010. – № 6 (46). – С. 188–191.

27. Джаруллаев, Д. С. Факторы, влияющие на выход сока из яблок / Д. С. Джаруллаев, Г. И. Касьянов // Пиво и напитки. – 2006. – № 3. – С. 44–45.

28. Джинджолия, Т. Н. Ароматический состав и органолептические свойства белых столовых виноматериалов, выработанных в Абхазии / Т. Н. Джинджолия, Т. И. Гугучкина, Е. Н. Якименко // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 6. – С. 24–25.

29. Домарецкий, В. А. Производство концентратов, экстрактов и безалкогольных напитков / В. А. Домарецкий. – Киев : Урожай, 1990. – 248 с.

30. Дугарова, И. К. Комплексное использование плодов облепихи в производстве пищевых продуктов / И. К. Дугарова, Г. Ц. Цыбикова, И. Т. Александрова. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 128–134.

31. Дудикова, Г. Н. Функциональные кисломолочные напитки с экстрактами черной смородины и облепихи / Г. Н. Дудикова, А. В. Чижаева // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 59–64.

32. Дьяков, А. Г. Исследование влагосодержания шротов и клетчатки овса и проектирование на их основе технологии смузи геродиетического назначения / А. Г. Дьяков, А. И. Торяник, К. В. Свидло, Д. В. Липовой // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 10–18.

33. Жвирблянская, А. Ю. Микробиология в пищевой промышленности / А. Ю. Жвирблянская, О. А. Бакушинская. – Москва : Пищевая промышленность, 1975. – 501 с.

34. Жеребин, Ю. Л. Механизм неферментативного окисления вин / Ю. Л. Жеребин, В. Л. Куев, Г. Б. Филиппова, З. Н. Кишковский // Виноделие и виноградарство СССР. – 1984. – № 4. – С. 43–46.

35. Заднипрянец, В. Вопросы переработки: как направление глубокой переработки фруктов и овощей / В. Заднипрянец. – Текст : электронный // FruitNews. – 2019. – URL: <https://fruitnews.ru/point-of-view/48387-voprosy-pererabotki-kak-vybrat-napravlenie-glubokoj-pererabotki-frukto-i-ovoshchej.html> (дата обращения: 26.03.2019).

36. Зинцова, Ю. С. Оптимизация питательной среды для культивирования *Oryzomyces indic* / Ю. С. Зинцова, Е. Д. Рожнов // Битехнология: реальность и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов : СГАУ, 2014.

37. Зинцова, Ю. С. Получение и оценка качества безалкогольного напитка брожения на основе полисимбиотической культуры *Oryzomyces indic* РГЦ / Ю. С. Зинцова, Е. Д. Рожнов, М. Н. Школьников // Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – С. 139–144.

38. Зинцова, Ю. С. Применение яблочного сока в качестве субстрата для производства напитков функционального назначения на основе поликультуры *Oryzomyces indic* / Ю. С. Зинцова, Е. Д. Рожнов, М. Н. Школьников // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 3 (32). – С. 37–42.

39. Зинцова, Ю. С. Разработка концепции напитка на основе поликультур рисового и чайного грибов / Ю. С. Зинцова, М. Н. Школьников // Пиво и напитки. – 2015. – № 3. – С. 22–25.

40. Зинцова, Ю. С. Формирование потребительских свойств напитка брожения на основе рисового гриба / Ю. С. Зинцова, М. Н. Школьников, Е. Д. Рожнов // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. – Бийск : АлтГТУ, 2015. – С. 445–449.

41. Зинцова, Ю.С. Разработка рецептуры и исследование свойств безалкогольных напитков брожения на основе поликультуры рисового гриба / Ю. С. Зинцова, М. Н. Школьников, Е. Д. Рожнов // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 7. – С. 12–16.

42. Зинченко, В. И. Использование сорбента Термоксид-3А для деметаллизации вин / В. И. Зинченко, Н. Г. Таран, Л. В. Гнетько [и др.] // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1992. – № 3. – С. 23–25.

43. Зинченко, В. И. Сорбционная поточная технология шампанских винома-териалов / В. И. Зинченко, Н. Г. Таран, Л. М. Шарыгин [и др.] // Виноград и вино России. – 1996. – № 4. – С. 8–12.

44. Зинченко, В. И. Стабилизация плодово-ягодных вин в современных условиях / В. И. Зинченко // Пиво и напитки. – 2000. – № 3. – С. 42–47.

45. Золотарева, А. М. / Использование природных минералов для осветления облепихового сока / А. М. Золотарева, Е. И. Чебунина, Т. Ф. Чиркина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 2–3. – С. 60–62.

46. Исаева, В. С. Современные аспекты производства кваса (теория, исследования, практика) / В. С. Исаева, Т. В. Иванова, Н. М. Степанова [и др.]. – Москва : МИЦ «Пиво и напитки XXI век». – 2009. – 303 с.

47. Карлюк, А. В. Низкокалорийные облепиховые соки с повышенным содержанием полифенолов / А. В. Карлюк, К. В. Севодина // Пиво и напитки. – 2013. – № 3. – С. 38–41.

48. Киселева, Т. Ф. Выявление предпосылок комплексной переработки плодово-ягодного сырья сибирского региона / Т. Ф. Киселева, И. С. Зайцева, Д. Б. Пек-ков, Н. В. Бабий // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 3. – С. 7–11.

49. Кожухова, М. А. Биотехнологические методы в производстве плодово-овощных соков и нектаров / М. А. Кожухова, А. Н. Теркун, С. Е. Рожков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 5–9.

50. Кожухова, М. А. Получение овощных соков и напитков с использованием биотехнологических методов / М. А. Кожухова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 4. – С. 28–31.

51. Кольтюгина, О. В. Получение и использование сухих плодов облепихи в качестве комбинированной пищевой добавки / О. В. Кольтюгина, Е. Ю. Филимонова, М. П. Щетинин // Ползуновский альманах. – 2005. – № 1. – С. 41–49.

52. Королева, Л. М. Идентификация микробного состава поликультуры рисового гриба как основы получения ферментированных безалкогольных напитков / Л. М. Королева, Е. А. Цед, Н. К. Коваленко, С. С. Нагорная // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 40–42.

53. Королева, Л. М. Рисовый гриб как продуцент биологически ценных веществ при получении натуральных безалкогольных напитков брожения / Л. М. Королева, З. В. Василенко, Е. А. Цед [и др.] // Пиво и напитки. – 2010. – № 4. – С. 12–13.

54. Кошелев, Ю. А. Облепиха / Ю. А. Кошелев, Л. Д. Агеева. – Бийск : НИЦ БПГУ им. В. М. Шукшина, 2004. – 320 с.

55. Крикунова, Л. Н. Влияние расы дрожжей на процесс сбраживания вишневой мезги для производства дистиллята / Л. Н. Крикунова, Е. В. Дубинина, Г. А. Алиева // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 1 (40). – С. 24–31.

56. Курбатова, Е. И. Биотехнологический способ повышения качества напитков, полученных на основе растительного сырья / Е. И. Курбатова, Е. Н. Соколова, Ю. А. Борщева [и др.] // Пиво и напитки. – 2018. – № 4. – С. 54–58.

57. Куркин, В. А. Сравнительное изучение состава жирных кислот масла рапсового, подсолнечного масла и облепихового масла / В. А. Куркин, Д. В. Росихин, Т. К. Рязанова // Фармация. – 2017. – Т. 66, № 6. – С. 25–29.

58. Лаврова, В. Л. Квасы на основе плодово-ягодного сырья и специальных рас дрожжей / В. Л. Лаврова, М. В. Гернет // Вода и напитки : сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. конф. – Москва : МГУПП, 2007. – С. 52–53.

59. Литовченко, А. М. Технология плодово-ягодных вин / А. М. Литовченко, С. Т. Тюрин. – Симферополь : Таврида, 2004. – 368 с.
60. Лойцянская М. С. Микрофлора «чайного кваса» / М. С. Лойцянская, Л. В. Неклюдова // Труды Петергофского биологического института. Серия: Вопросы микробиологии. – 1965. – № 19. – С. 29–45.
61. Лукин, А. А. Особенности применения микробиальных ферментов в отраслях производственной сферы / А. А. Лукин, М. Б. Данилов, С. Г. Пирожинский // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 8-1 (98). – С. 94–99.
62. Макаров С. Ю. Основы технологии виски / С. Ю. Макаров. – Москва : ПРОБЕЛ-2000, 2011. – 196 с.
63. Макаров, С. С. Влияние различных технологических факторов на состав антоцианов при производстве вина из черной смородины / С. С. Макаров, С. Ю. Макаров, А. Л. Панасюк // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 72–80.
64. Малахова, А. В. Фенольные соединения и полисахариды облепихового шрота / А. В. Малахова, Е. Д. Рожнов // От биопродуктов к биоэкономике : материалы III Межрегион. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) / под ред. А. Н. Лукьянова. – Барнаул : Алтайский гос. ун-т. – 2019. – С. 262–266.
65. Масютина, Т. Ю. Разработка рецептуры напитков типа «Чайный квас» и оценка их качества / Т. Ю. Масютина, Н. Е. Бучнева, Р. Ю. Митрофанов, М. Н. Школьников // Состояние и перспективы развития регионального потребительского рынка : сб. науч. тр. – Тюмень, 2005. – С. 131–135.
66. Меньшов, В. А. Влияние различных добавок на кинетику неферментативного окисления вин / В. А. Меньшов, В. В. Александров, И. С. Котелевец, М. А. Гагарин // Виноград и вино России. – 1995. – № 5. – С. 12–15.
67. Меньшов, В. А. Проблемы рациональной технологии приготовления плодовых вин на основе облепихи / В. А. Меньшов, Л. Н. Шишкина // Виноград и вино России. – 1998. – № 5. – С. 21–24.

68. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В. Г. Гержиковой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Симферополь : Таврида, 2009. – 304 с.
69. Мехузла, Н. А. Плодово-ягодные вина / Н. А. Мехузла, А. Л. Панасюк. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.
70. Мешкова, Е. А. Разработка технологии получения пищевого биоконцентрата из облепихового сока и путей его применения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07 / Мешкова Елена Алексеевна. – Улан-Уде, 2002. – 18 с.
71. Мордвинова, В. А. Особенности формирования органолептических показателей сырных продуктов / В. А. Мордвинова, О. В. Лепилкина, И. Л. Остроухова, А. В. Самойлов // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – № 2. – С. 31–33.
72. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – URL: http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4583 (дата обращения: 23.06.2020).
73. Муртазалиева, З. Г. Новый метод, способствующий повышению выхода и качества сока из томатов / З. Г. Муртазалиева, Д. С. Джаруллаев, М. Г. Мурсалова // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 44–45.
74. Мустафаева, К. К. Рациональная обработка плодов облепихи. – Инновационные технологии в пищевой промышленности / К. К. Мустафаева // Сборник материалов международной научно-технической интернет-конференции. – Краснодар : Экоинвест, 2011. – С. 68–72.
75. На Алтае созрел облепиховый кризис // Все масла мира. – 2009. – URL: <https://www.oilworld.ru/news/102869> (дата обращения: 28.02.2021).
76. Ногниченко, Л. Э. Изменение качества вина в процессе хранения / Л. Э. Ногниченко, Н. М. Агеева // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2011. – № 7. – С. 127–132.
77. Оганесянц, Л. А. Научные аспекты производства крепких спиртных напитков из плодового сырья. / Л. А. Оганесянц, Б. Б. Рейтблат, В. А. Песчанская, Е. В. Дубинина // Виноделие и виноградарство. – 2012. – № 1. – С. 18–19.

78. Оселедцева, И. В. Новый биохимический метод предотвращения избыточного окисления столовых вин / И. В. Оселедцева, Т. И. Гугучкина // Виноделие и виноградарство. – 2010. – № 4. – С. 8–9.

79. Остроумов, Л. А. Технология переработки черной смородины и облепихи с целью их использования в комбинированных молочных продуктах / Л. А. Остроумов, С. Р. Царегородцева, А. Ю. Просеков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 5–6. – С. 40–42.

80. Официальный сайт министерства сельского хозяйства Алтайского края. – URL: <http://www.altagro22.ru/news/uborka-urozhaya/predpriyatiya-promyshlennogo-sadovodstva-kрая-vedut-uborku-oblepikhi/> (дата обращения 16.03.2019).

81. Панасюк, А. Л. Применение препаратов на основе поливинилполипирролидона (ПВПП) для повышения качества красных и розовых вин / А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, О. С. Егорова // Пиво и напитки. – 2017. – № 4. – С. 18–21.

82. Панасюк, А. Л. Технологические режимы обработки виноградных вин препаратами на основе ПВПП / А. Л. Панасюк, Е. И. Кузьмина, О. С. Егорова. // Пиво и напитки. – 2019. – № 2. – С. 20–25.

83. Пантелеева, Е. И. Облепиха крушиновая (*Hipporhae rhamnoides L.*) : монография / Е.И. Пантелеева. – Барнаул : РАСХН. Сиб. Отд-ние. НИИСС. – 2006. – 249 с.

84. Паперно, Г. А. Справочное пособие по плодово-ягодному виноделию / Г. А. Паперно, Т. Н. Дашкевич. – Минск : Урожай, 1968. – 260 с.

85. Патент № 2118351 Российская Федерация, МПК С12G 3/06. Плодовый винный напиток «Золотой початок» : № 97108966/13 : заявл. 13.06.1997 : опубл. 27.08.1998 / Чугунова Т. М. ; заявитель ОАО «ВИНАП».

86. Патент № 2118353 Российская Федерация, МПК С12G 3/06. Плодовый винный напиток «Облепиха» : № 97108968/13 : заявл. 13.06.1997 : опубл. 27.08.1998 / Чугунова Т. М. ; заявитель ОАО «ВИНАП».

87. Патент № 2195146 Российская Федерация, МПК А23L 2/00, А23L 2/70, С12Н 1/04. Способ осветления облепихового сока : № 99116287/13 : заявл.

27.07.1999; опубл. 10.02.2002 / Золотарева А. М. [и др.]; заявитель Восточно-Сибирский государственный технологический университет.

88. Патент № 2198917 Российская Федерация, МПК C12G 3/06. Композиция ингредиентов для производства алкогольного напитка : № 2000126327/13 : заявл. 20.10.2000 : опубл. 20.02.2003 / Аванесьянц Р. В. [и др.]; заявитель ООО «Кубанские вина».

89. Патент № 2216976 Российская Федерация, МПК A23C 9/122, A23C 9/133. Способ производства йогурта с облепихой : № 2001132952/13 : заявл. 06.12.2001 : опубл. 27.11.2003 / Могильный М. П., Бижев А. Б. ; заявитель Пятигорский государственный технологический университет.

90. Патент № 2484127 Российская Федерация, МПК C12G 1/00, C12G 3/06. Композиция ингредиентов для ароматизированного облепихового вина : № 2011123009/10 : заявл. 07.06.2011 : опубл. 20.12.2012 / Митрофанов Р. Ю., Севодина К. В., Игнатенко И. Ю. ; заявитель ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

91. Патент № 2495100 Российская Федерация, МПК C12G 1/00. Способ получения облепихового вина : № 2012150912/10 : заявл. 27.11.2012 : опубликовано 10.10.2013 / Рожнов Е. Д., Севодина К. В., Севодин В. П. ; заявитель: ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

92. Патент № 2711728 Российская Федерация, МПК A61K 36/72. Способ получения комплекса биофлавоноидов из обезжиренного облепихового шрота : № 2019126682 : заявл. 22.08.2019 : опубл. 21.01.2020 / Аверьянова Е. В., Школьников М. Н., Малахова А. В., Рожнов Е. Д. ; заявитель ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

93. Песчанская, В. А. Влияние расы дрожжей на качественные показатели сброженной фруктовой (плодовой) мезги, предназначенной для дистилляции / В. А. Песчанская, Е. В. Дубинина, В. А. Трофимченко // Актуальные вопросы индустрии напитков. – 2017. – № 1. – С. 87–90.

94. Писарницкий, А. Ф. О биохимических превращениях в винах / А. Ф. Писарницкий // Виноделие и виноградарство СССР. – 1965. – № 2. – С. 12–14.

95. Писарницкий, А. Ф. Формирование аромата вина: оттенки и пороки, определяемые минорными компонентами (обзор) / А. Ф. Писарницкий // Прикладная биохимия и микробиология. – 2001. – Т. 37, № 6. – С. 651–659.

96. Плугов, А. Рынок ягод – ключевые тенденции в 2017 –2018 гг.: официальный сайт экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр / А. Плугов. – URL: <http://ab-centre.ru/news/rynok-yagod---klyuchevye-tendencii-v-2017-2018-gg> (дата обращения: 15.02.2019).

97. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / под ред. И. П. Калининой. – Новосибирск : Юпитер, 2005. – 568 с.

98. Постная, А. Н. Природные сорбенты в технологических процессах / А. Н. Постная, В. З. Мдивани. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1995. – № 5–6. – С. 37–40.

99. Пронина, С. Выставка Alimentaria 2016 глазами Brand Brothers / С. Пронина. – URL: <http://www.businesspatent.ru/article/article.5936.10.html> (дата обращения: 26.03.2019).

100. Пруссакова, А. Т. Исследование физико-химических и органолептических показателей смузи на основе яблок / А. Т. Пруссакова, Н. Б. Еремеева. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы перспективных научных исследований : сб. науч. тр. по материалам III Международной научно-практической конференции. – Смоленск : МНИЦ «Наукосфера». – 2019. – С. 50–53.

101. Рожнов, Е. Д. Влияние фурфурола на точность определения 5-гидроксиметилфурфурола / Е. Д. Рожнов, А. А. Печенина, М. А. Апарнева, В. П. Севедин // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-1. – С. 65–67.

102. Рожнов, Е. Д. Изучение сложных эфиров облепихи / Е. Д. Рожнов, А. В. Григоренко, В. П. Севедин // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 3. – С. 87–89.

103. Рожнов, Е. Д. Облепиховые вина на основе объемных сахарозаменителей / Е. Д. Рожнов, К. В. Севедина, А. В. Карлюк, В. П. Севедин // Виноделие и виноградарство. – 2012. – № 3. – С. 12–13.

104. Рожнов, Е. Д. Ферментализ сырья как фактор интенсификации процесса выделения фенольных веществ облепихового шрота / Е. Д. Рожнов, Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьников, Н. И. Селиванов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2020. – № 9 (162). – С. 177–184.

105. Российский агропромышленный сервер АгроСервер.ru. – URL: <https://agroserver.ru/company/oblepikha> (дата обращения: 26.03.2019).

106. Салина, Е. С. Пригодность некоторых сортов облепихи для сокового производства / Е. С. Салина, И. А. Сидорова // Современное садоводство. – 2013. – № 1. – С. 1–5.

107. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции / под ред. Н. Г. Саршвили. – Москва : Пищепромиздат, 1998. – 242 с.

108. Севодина, К. В. Роль сахароаминной реакции в процессе покоричневения облепихового вина / К. В. Севодина, Е. Д. Рожнов, В. П. Севедин // Виноделие и виноградарство. – 2013. – № 2. – С. 17–19.

109. Севодина, К. В. Суперфрукты и их применение в разработке функциональных продуктов / К. В. Севодина, А. Л. Верещагин // Пиво и напитки. – 2011. – № 4. – С. 32–34.

110. Севодина, К. В. Торговая классификация напитков из облепихи как основа формирования их ассортимента / К. В. Севодина, М. Н. Школьников // Пиво и напитки. – 2014. – № 5. – С. 14–18.

111. Серба, Е. М. Влияние ферментов с различной субстратной специфичностью на степень биокаталитической деструкции плодово-ягодного сырья / Е. М. Серба, Е. И. Курбатова, Е. Н. Соколова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2018. – № 7. – С. 68–73.

112. Сергеева, И. Ю. Научное обоснование состава функционального напитка / И. Ю. Сергеева, А. В. Заушинцева, Е. Н. Брюхачев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 2. – С. 81–90.

113. Сотников, В. А. Напиток «Чайный гриб» и его технологические особенности / В. А. Сотников, В. В. Марченко // Пищевая промышленность. – 2014. – № 12. – С. 49–52.

114. Терещук, Л. В. Получение биологически ценных продуктов из плодов облепихи / Л. В. Терещук, С. С. Павлова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 1. – С. 46–48.

115. Технологические правила виноделия : в 2 т. / под ред. Г. Г. Валуйко В. А. Загоруйко. – Симферополь : Таврида, 2006. – Т. 2: Игристые вина. Коньяки. Плодово-ягодные вина. – 288 с.

116. Ткаченко, О. Б. Применение инертных газов для хранения белых сухих вин / О. Б. Ткаченко, Ю. М. Симоненко, О. В. Тринкаль // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – Т. 4, № 4 (24). – С. 61–64.

117. Толстенко, Д. П. Изучение динамики показателя желтизны в ходе термообработки крепленых виноматериалов / Д. П. Толстенко, А. Ю. Голуб, А. В. Наривончик // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология. Химия. – 2017. – Т. 3, № 2(69). – С. 93–101.

118. Турдумамбетов, К. Углеводный состав шрота из облепихи крушиновидной и получение облепихового масла из шрота и семян / К. Турдумамбетов, К. Т. Шаплыков, Э. Э. Эрнзарова [и др.] // Известия национальной академии наук Кыргызской республики. – 2017. – № 1. – С. 26–28.

119. Ультразвуковой аппарат «Волна». Техническое описание. – URL: <http://u-sonic.ru/devices/kristall2> (дата обращения: 28.02.2021).

120. Ультразвуковой аппарат «Нежность». Техническое описание. – URL: <http://u-sonic.ru/devices/delacacy2.html> (дата обращения: 28.02.2021).

121. Ухина, Е. Ю. Влияние ферментативной обработки мезги яблок на выход сока / Е. Ю. Ухина, О. Б. Мараева // Пиво и напитки. – 2008. – № 1. – С. 48.

122. Ухина, Е. Ю. Использование цитолитических ферментов при получении и осветлении соков / Е. Ю. Ухина, О. Б. Мараева, А. Н. Юрьев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 4. – С. 75–76.

123. Химия пищевых продуктов : пер. с англ. 4-го изд. / ред.-сост. Ш. Дамодаран [и др.]. – Санкт-Петербург : Профессия, 2012. – 1040 с.

124. Цед, Е. А. Антибиотические свойства безалкогольного напитка брожения на основе рисового гриба / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.]. – Текст: непосредственный // Пиво и напитки. – 2011. – № 6. – С. 10–13.

125. Цед, Е. А. Доклиническая комплексная оценка свойств напитка брожения на основе рисового гриба / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Николаевич [и др.] // Пиво и напитки. – 2012. – № 5. – С. 64–66.

126. Цед, Е. А. Жирные кислоты, продуцируемые рисовым грибом при получении безалкогольных напитков брожения / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.] // Пиво и напитки. – 2012. – № 3. – С. 44–47.

127. Цед, Е. А. Исследование динамики образования летучих ароматических веществ в питательной среде при культивировании рисового гриба *Oryzomyces indic* РГЦ / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – № 4. – С. 52–58.

128. Цед, Е. А. Напитки брожения на основе рисового гриба / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.] // Пиво и напитки. – 2011. – № 5. – С. 58–61.

129. Цед, Е. А. Новый ферментированный безалкогольный напиток на основе рисового гриба *Oryzomyces indic* РГЦ / Е. А. Цед, Л. М. Королева // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 48–50.

130. Цед, Е. А. Оптимизация микробиологического состава комбинированной закваски для производства хлебного кваса / Е. А. Цед, Г. И. Косминский, Л. М. Якиревич // Известия Вузов. Пищевые технологии. – 2000. – № 4. – С. 47–50.

131. Цед, Е. А. Рисовый гриб как источник новых молочнокислых бактерий для квасного производства / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.]. – Текст: непосредственный // Пиво и напитки. – 2011. – № 4. – С. 22–25.

132. Цед, Е. А. Рисовый гриб как продуцент органических кислот при получении безалкогольных напитков брожения / Е. А. Цед, З. В. Василенко, Л. М. Королева [и др.]. // Пиво и напитки. – 2012. – № 4. – С. 26–29.

133. Черных, И. В. Применение биокатализаторов целлюлолитического действия при получении сока из садовой рябины / И. В. Черных, Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2013. – № 6. – С. 52–54.

134. Черных, И. В. Применение комплексных ферментных препаратов для получения сока из рябины садовой / И. В. Черных, Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2015. – №3. – С. 26–29.

135. Чумичев, А. И. Влияние ионов железа на устойчивость облепихового вина к потемнению / А. И. Чумичев, К. В. Севодина, Е. Д. Рожнов [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 2. – С. 28–29.

136. Чумичев, А. И. Осветленный сок – продукт комплексной переработки облепихи / А. И. Чумичев, Е. С. Баташов, Ю. А. Кошелев, В. П. Севодин // Пиво и напитки. – 2009. – № 4. – С. 34–35.

137. Чурсина, О. А. Влияние сортовых особенностей винограда на качество и состав летучих веществ молодых коньячных дистиллятов / О. А. Чурсина, Л. А. Легашева, В. А. Загоруйко, Л. М. Соловьева [и др.] // Магарац. Виноградарство и виноделие. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 168–173.

138. Шелехова, Н. В. Расширение аналитических возможностей капиллярного электрофореза для исследований спиртных напитков / Н. В. Шелехова, Т. М. Шелехова, Л. И. Скворцова, Н. В. Полтавская // Пищевая промышленность. – 2019. – № 11. – С. 68–71.

139. Шин, Г. С. Исследование жирнокислотного состава плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) / Г. С. Шин, Г. Г. Чепелева // Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. – Красноярск, 2007. – С. 91–94.

140. Ширипнимбуева, Б. Ц. Облепиха в Прибайкалье / Б. Ц. Ширипнимбуева // Современное садоводство журнал. – 2014. – № 2. – URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2014/2/21.pdf> (дата обращения: 16.03.2019).

141. Ширяева, О. Ю. Содержание фенольных соединений в лекарственном растительном сырье / О. Ю. Ширяева, С. С. Шукшина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6(62). – С. 213–215.

142. Школьников, М. Н. Исследование антибактериальной активности флавоноидов облепихового шрота / М. Н. Школьников, Е. В. Аверьянова, Е. Д. Рожнов, Е. С. Баташов. – Текст: непосредственный // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 61–69.

143. Щербаков, С. С. Влияние обработки новым биосорбентом на состав фенольных веществ виноградных вин и соков / С. С. Щербаков, В. С. Потий, Е. Р. Давидов // Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1995. – № 5–6. – С. 40–43.

144. Энциклопедия питания : в 6 т. / под общ. ред. А. И. Черевко [и др.]. – Москва : КноРус, 2021. – Т. 5: Биологически активные добавки. – 384 с.

145. Adams, A. Formation of pyrazines from ascorbic acid and amino acids under dry-roasting conditions / A. Adams, N. D. Kimpe // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 115, iss. 4. – P. 1417–1423.

146. Adams, J. Adaptation and major chromosomal changes in populations of *Saccharomyces cerevisiae* / J. Adams, S. Puskas-Rozsa, J. Simlar, C.M. Wilke // Curr. Genet. – 1992. – V. 22. – P. 13–19.

147. Adolphus, K. The effects of breakfast on behavior and academic performance in children and adolescents: review / K. Adolphus, C. L. Lawton, L. Dye // Front Hum Neurosci. – 2013. – Vol. 7. – P. 425.

148. Alboreadi, M. A. Evaluation of hair growth properties of Topical Kombucha tea extracts / M. A. Alboreadi, M. M. Al-Najdawi, Q. B. Jarrar [et al.] // Advances in Traditional Medicine. – 2021. – P. 7–12.

149. Anklam, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey / E. Anklam // Food Chemistry. – 1998. – Vol. 63, iss. 4. – P. 549–562.

150. Astrog, P. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research / P. Astrog // Trends in Food Sci. Technol. – 1997. – Vol. 81. – P. 406–413.

151. Awad, P. Evolution of Volatile Compounds during the Distillation of Cognac Spirit / P. Awad [et al.] // Journal Of Agricultural And Food Chemistry. – 2017. – Vol. 65, iss. 35. – P. 7736–7748.

152. Ball, D. W. The chemical composition of honey / D. W. Ball // *Journal of Chemical Education*. – 2007. – Vol. 84, iss. 10. – P. 1643–1646.

153. Bardi, E. Volatile by-products formed in low-temperature wine-making using immobilized yeast cells / E. Bardi, A. A. Koutinas, C. Psarianos, M. Kanellaki // *Process Biochemistry*. – 1997. – Vol. 32, no. 7. – P. 579–584.

154. Bastos, D. M. Maillard reaction products in processed food: pros and cons. // *Food industrial processes-methods and equipment* / ed. by B. Valdez. – Rijeka : InTech, 2012. – P. 281–300.

155. Basu, M. Anti-atherogenic effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed oil / M. Basu, R. Prasad, P. Jatamurthy [et al.] // *Phytomedicine*. – 2007. – Vol. 14. – P. 770–777.

156. Belay, A. Enzyme activity, amino acid profiles and hydroxymethylfurfural content in Ethiopian monofloral honey / A. Belay, G. Haki, M. Birringer [et al.] // *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. – 2017. – Vol. 54, no. 9. – P. 2769–2778.

157. Benucci, I. Pre-fermentative cold maceration in presence of non-Saccharomyces strains: Evolution of chromatic characteristics of Sangiovese red wine elaborated by sequential inoculation / I. Benucci, M. Cerreti, K. Liburdi [et al.] // *Food Research International*. – 2018. – Vol. 107. – P. 257–266.

158. Bernard D.D. Aromatic Biosynthesis I. The Role of Shikimic Acid / D. D. Bernard // *Journal of Biological Chemistry*. – 1951. – Vol. 191. – P. 315–326.

159. Beveridge, T. Sea Buckthorn Products: Manufacture and Composition / T. Beveridge, T. C. S. Li, B. D. Oomah, A. Smith // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1999. – Vol. 47, iss. 9. – P. 3480–3488.

160. Beveridge, T. Processing effects on the composition of Sea Buckthorn juice from *Hippophae rhamnoides* L. Cv. Indian Summer / T. Beveridge, J. E. Harrison, J. Drover // *Journal Agric. Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – P. 113–116.

161. Bharate, S. S. Non-enzymatic browning in citrus juice: Chemical markers, their detection and ways to improve product quality / S. S. Bharate, S. B. Bharate // *Journal Food Sci. Technol.* – 2012. – Vol. 51, iss. 10. – P. 2271–2288.

162. Biel, W. The chemical composition and antioxidant properties of common dandelion leaves compared with sea buckthorn / W. Biel [et al.] // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2017. – Vol. 97, iss. 6. – P. 1165–1174.

163. Boeing, H. Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases // H. Boeing, A. Bechthold, A. Bub [et al.] // *European Journal of Nutrition*. – 2012. – Vol. 51, iss. 6. – P. 637–663.

164. Boynton, P. J. Species richness influences wine ecosystem through a dominant species / P. J. Boynton, D. Greig // *Fungal Ecol.* – 2016. – Vol. 22. – P. 611–671.

165. Breinig, F. Dissecting toxin immunity in virus-infected killer yeast uncovers an intrinsic strategy of self-protection / F. Breinig, T. Sendzik, K. Eisfeld [et al.] // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2006. – Vol. 103. – P. 3810–3815.

166. Cabaroglu, T. Wine flavor enhancement through the use of exogenous fungal glycosidases / T. Cabaroglu, S. Selli, A. Canbas [et al.] // *Enzyme Microb Technol* – 2003. – Vol. 33, iss. 5. – P. 581–587.

167. Caili, F. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin / F. Caili, S. Huan, L. Quanhong // *Plant Foods for Human Nutrition*. – 2006. – Vol. 61. – P. 73–80.

168. Caili, F. Some properties of an acidic protein-bound polysaccharide from the fruit of pumpkin / F. Caili, T. Haijun, C. Tongyi [et al.] // *Food Chemistry*. – 2007. – Vol. 100. – P. 944–947.

169. Castillejo, N. Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds / N. Castillejo, G. B. Martínez-Hernández, P.A. Gómez [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 53, iss. 3. – P. 1–12.

170. Casu, F. The effect of linoleic acid on the Sauvignon blanc fermentation by different wine yeast strains / F. Casu, F.R. Pinu, B. Fedrizzi [et al.] // *FEMS Yeast Research*. – 2016. – Vol. 16, iss. 5. – Art. fow050.

171. Chang, M. Sea buckthorn pulp oil nanoemulsions fabricated by ultra-high pressure homogenization process: A promising carrier for nutraceutical / M. Chang,

Y. Guo, Z. Jiang [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2020. – Vol. 287. – Art. 110129.

172. Chang, S. K. Superfruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – A comprehensive review / S.K. Chang, C. Alasalvar, F. Shahidi // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – Vol. 59, iss. 10. – P. 1580–1604.

173. Chen, C. Identification, quantification and antioxidant activity of acylated flavonol glycosides from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) / C. Chen, X.-M. Xu, Y. Chen [et al.] // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 141, iss. 3. – P. 1573–1579.

174. Chen, K. Use of non-Saccharomyces yeasts and oenological tannin in red winemaking: Influence on colour, aroma and sensorial properties of young wines / K. Chen [et al.] // Food Microbiology. – 2018. – Vol. 69. – P. 51–63.

175. Chilliard, Y. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis / Y. Chilliard, A. Ferlay, J. Rouel, G. Lamberet // Journal Dairy Sci. – 2003. – Vol. 86. – P. 1751–1770.

176. Chilliard, Y. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties / Y. Chilliard, A. Ferlay // Reproduction Nutrition Development. – 2004. – Vol. 44, iss. 5. – P. 467–492.

177. Christaki, E. *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): A potential source of nutraceuticals / E. Christaki // Food and Public Health. – 2012. – Vol. 2, iss. 3. – P. 69–72.

178. Ciani, M. Yeast Interactions in Inoculated Wine Fermentation / M. Ciani, A. Capece, F. Comitini [et al.] // Frontiers in Microbiology. – 2006. – Vol. 7. – P. 1–7.

179. Ciani, M. Yeast interactions in multi-starter wine fermentation / M. Ciani, F. Comitini // Curr Opin Food Sci. – 2015. – Vol. 1. – P. 1–6.

180. Cioch-Skoneczny, M. Determination of the oenological properties of yeast strains isolated from spontaneously fermented grape musts obtained from cool climate grape varieties / M. Cioch-Skoneczny, P. Satora, S. Skoneczny, A. Pater // European Food Research and Technology. – 2020. – Vol. 246. – P. 2299–2307.

181. Codex Alimentarius. Revised codex standard for honey. Codex Stan 12:1982. – URL: <http://ihc-platform.net/codex2001.pdf> (дата обращения: 23.06.2020).

182. Comasio, A. Potential of Bacteria from Alternative Fermented Foods as Starter Cultures for the Production of Wheat Sourdoughs / A. Comasio, S. Van Kerrebroeck, H. Harth [et al.] // *Microorganisms*. – 2020. – Vol. 8, iss. 10. – Art. 1534.

183. Combina, M. Dynamics of indigenous yeast populations during spontaneous fermentation of wines from Mendoza / M. Combina, A. Elia, L. Mecedo [et al.] // *International Journal of Food Microbiology*. – 2005. – Vol. 99. – P. 237–243.

184. Compendium of international analysis of methods – OIV Chromatic Characteristics. Method OIV-MA-AS2-11. Determination of chromatic characteristics according to CIELab. – URL: <http://www.oiv.int/public/medias/2478/oiv-ma-as2-11.pdf> (дата обращения: 23.06.2020).

185. Compendium of international analysis of methods – OIV Chromatic Characteristics. Method OIV-MA-AS2-07B. Chromatic Characteristics. – URL: <http://www.oiv.int/public/medias/2475/oiv-ma-as2-07b.pdf> (дата обращения: 23.06.2020).

186. Contreras-Calderón, J. Indicators of non-enzymatic browning in the evaluation of heat damage of ingredient proteins used in manufactured infant formulas / J. Contreras-Calderón, E. Guerra-Hernández, B. García-Villanova // *Eur. Food Res. Technol.* – 2008. – Vol. 227. – P. 117–124.

187. Córdova, A. Quality assessment and multivariate calibration of 5-hydroxymethylfurfural during a concentration process for clarified apple juice / A. Córdova, J. Saavedra, V. Mondaca // *Food Control*. – 2019. – Vol. 95. – P. 106–114.

188. Crawford, M. Role of plant-derived Omega-3 fatty acids in human nutrition / M. Crawford, F. Visioli, C. Galli [et al.] // *Annals of Nutrition and Metabolism* – 2000. – Vol. 44, iss. 5–6. – P. 263–265.

189. Crozier, A. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health / A. Crozier, I. B. Jaganath, M. N. Clifford // *Nat. Prod. Rep.* – 2009. – Vol. 26. – P. 1001–1043.

190. Csernatoni, F. Sea buckthorn juice, tomato juice and pumpkin oil microcapsules/microspheres with health benefit on prostate disease – obtaining process, characterization and testing properties / F. Csernatoni, R. M. Pop, F. Romaciuc [et al.] // *Romanian Biotechnological Letters*. – 2018. – Vol. 23. – P. 13214–13224.

191. Damasceno, L. F. Non-enzymatic browning in clarified cashew apple juice during thermal treatment: Kinetics and process control / L. F. Damasceno [et al.] // *Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 106, iss. 1. – P. 172–179.

192. De Oliveira, R. L. Effect of Processing on Bioactive Compounds, Physicochemical and Rheological Characteristics of Juçara, Banana and Strawberry Smoothie / R. L. de Oliveira, A. C. S. Almeida, C. W. P. de Carvalho [et al.] // *Plant Foods Human Nutrition*. – 2018. – Vol. 73. – P. 222–227.

193. Doner, L. W. Binding of flavonoids by polyvinylpolypyrrolidone / L. W. Doner, G. Bécard, P. L. Irwin // *J. Agric. Food Chem.* – 1993. – Vol. 41, iss. 5. – P. 753–757.

194. Drewnowski, A. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review / A. Drewnowski, C. Gomez-Carneros // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2000. – Vol. 72. – P. 1424–1435.

195. Drewnowski, A. Taste preferences and food intake / A. Drewnowski // *Annual Review of Nutrition*. – 1997. – Vol. 17, iss. 1. – P. 237–253.

196. Duenas, M. A survey of modulation of gut microbiota by dietary polyphenols / M. Duenas, I. Munoz-Gonzalez, C. Cueva [et al.] // *BioMed Res. Int.* 2015. – Vol. 2015. – Art. 850902.

197. Dye, L. Macronutrients and mental performance / L. Dye, A. Lluch, J. E. Blundell // *Nutrition* – 2000. – Vol. 16, iss. 10. – P. 1021–1034.

198. Echavarria, A. P. Fruit Juice Processing and Membrane Technology Application / A. P. Echavarria, C. Torras, J. Pagan [et al.] // *Food Engineering Reviews*. – 2011. – Vol. 3, no. 3–4. – P. 136–158.

199. Edmonds C.J. Should children drink more water?: the effects of drinking water on cognition in children / C.J. Edmonds, D. Burford // *Appetite*. – 2009. – Vol. 52, iss. 3. – P. 776–779.

200. Elliot, A. J. Color Psychology: Effects of Perceiving Color on Psychological Functioning in Humans / A. J. Elliot, M. A. Maier // *Annual Review of Psychology*. – 2014. – Vol. 65. – P. 95–120.
201. Ellis, G. P. The Maillard Reaction / G. P. Ellis // *Advances in Carbohydrate Chemistry*. – 1959. – Vol. 14. – P. 63–134.
202. Emiljanowicz, K. E. Kombucha from alternative raw materials – The review / K. E. Emiljanowicz, E. Malinowska-Pańczyk // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 60, iss. 19. – P. 3185–3194.
203. Enghardt, H. B. Summary: dietary habits and nutrient intake in Swedish children 4 year old and schoolchildren in grade 2 and 5 / H. B. Enghardt, M. Pearson, W. Becker // *Riksmaten – children 2003. Reports 2004–2009*. – Uppsala : National Food Administration, 2006.
204. Englezos, V. Volatile profiles and chromatic characteristics of red wines produced with *Starmerella bacillaris* and *Saccharomyces cerevisiae* / V. Englezos, K. Rantsiou, F. Cravero [et al.] // *Food Research International*. – 2018. – Vol. 109. – P. 298–309.
205. Espejo, F. Role of commercial enzymes in wine production: a critical review of recent research / F. Espejo // *Journal of Food Science and Technology*. – 2021. – Vol. 58. – P. 9–21.
206. Fallico, B. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys / B. Fallico, M. Zappalà, E. Arena [et al.] // *Food Chemistry*. – 2004. – Vol. 85, no. 2. – P. 305–313.
207. Fan, J. Radical-scavenging proanthocyanidins from Sea Buckthorn seed / J. Fan, X. Ding, W. Gu // *Food Chemistry*. – 2007. – Vol. 102. – P. 168–177.
208. Fanny, R. Chemical Quenching of Singlet Oxygen by Carotenoids in Plants / R. Fanny, B. Simona, C. Stéphan [et al.] // *Plant Physiol*. – 2012. – Vol. 158. – P. 1267–1278.
209. Farkas, G. Interaction of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeast strains in an alcoholic fermentation process / G. Farkas, J. M. Rezessy-Szabó, F. Zákány [et al.] // *Acta Aliment*. – 2005. – Vol. 34. – P. 81–90.

210. Fauster, T. Impact of a combined pulsed electric field (PEF) and enzymatic mash treatment on yield, fermentation behaviour and composition of white wine / T. Fauster, C. Philipp, K. Hanz [et al.] // European Food Research and Technology. – 2020. – Vol. 46. – P. 609–620.

211. Fia, G. Evaluation of potential side activities of commercial enzyme preparations used in winemaking / G. Fia, V. Canuti, I. Rosi // Int J Food Sci Technol. – 2014. – Vol. 49, iss. 8. – P. 1902–1911.

212. Fleet, G. H. Yeasts in foods and beverages: impact on product quality and safety / G. H. Fleet // Current Opinion in Biotechnology. – 2007. – Vol. 18, iss. 2. – P. 170–175.

213. Food and Agriculture Organization. Current status and options for biotechnologies in food processing and in food safety in developing countries. FAO International Technical Conference report (Report No: ABCD-10/7.1). – Guadalajara, Mexico. – 2010. – 37 p.

214. Gadaga, T. H. A review of traditional fermented foods and beverages of Zimbabwe / T. H. Gadaga, A. N. Mutukumira, J. A. Narvhus [et al.] // International Journal of Food Microbiology. – 1991. – Vol. 53. – P. 1–11.

215. Gambuti, A. Evolution of Sangiovese Wines With Varied Tannin and Anthocyanin Ratios During Oxidative Aging / A. Gambuti, L. Picariello, A. Rinaldi [et al.] // Frontiers in Chemistry. – 2018. – Vol. 6. – Art. 63.

216. Gao, X. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation / X. Gao, M. Ohlander, N. Jeppsson [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2000. – Vol. 48, iss. 5. – P. 1485–1490.

217. Garber, L. L. The Effects of Food Color on Perceived Flavor / L. L. Garber, E. M. Hyatt, R. G. Starr // Journal of Marketing Theory and Practice. – 2000. – Vol. 8, iss. 4. – P. 59–72.

218. Garcia-Estevez, I. Enological Tannin Effect on Red Wine Color and Pigment Composition and Relevance of the Yeast Fermentation Products / I. Garcia-Estevez, C. Alcalde-Eon, V. Puente [et al.] // Molecules. – 2017. – Vol. 22, iss. 12. – Art. 2046.

219. Gaziano, J. M. The role of beta-carotene in the prevention of cardiovascular disease / J. M. Gaziano, C. H. Hennekens // *Ann. New York Academic Sci.* – 1993. – Vol. 691. – P. 148–155.

220. Geertsen, J. Consumer-led development of novel sea buckthorn-based beverages / J. Geertsen, B. H. Allesen-Holm, D. V. Byrne [et al.] // *Journal of Sensory Studies.* – 2016. – Vol. 31, iss. 3. – P. 245–255.

221. Geetha, S. Evaluation of antioxidant activity of leaf extract of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) on chromium (VI) induced oxidative stress in albino rats / S. Geetha, M. Sai Ram, S. S. Mongia [et al.] // *Journal of Ethnopharmacology.* – 2003. – Vol. 87, iss. 2–3. – P. 247–251.

222. Gelinas, P. Active Dry Yeast: Lessons from Patents and Science / P. Gelinas // *Comprehensive reviews in food science and food safety.* – 2019. – Vol. 18, iss. 4. – P. 1227–1255.

223. Gheldof, N. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources / N. Gheldof, X. H. Wang, N. J. Engeseth // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2002. – Vol. 50, iss. 21. – P. 5870–5877.

224. Gidamis, A. B. Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural (HMF) levels / A. B. Gidamis, B. E. Chove, N. B. Shayo [et al.] // *Plant Foods for Human Nutrition.* – 2004. – Vol. 59, iss. 3. – P. 129–132.

225. Goel, H. Induction of DNA-protein cross-links by *Hippophae rhamnoides*: implications in radioprotection and cytotoxicity / H. Goel, P. Kumar, N. Samanta [et al.] // *Mol. Cell. Biochem.* – 2003. – Vol. 245. – P. 57–67.

226. Gonza'lez-Neves, G. Influence of winemaking procedure and grape variety on the colour and composition of young red wines / G. Gonza'lez-Neves, G. Gil, G. Favre [et al.] // *S Afr J Enol Vitic.* – 2013. – Vol. 34, iss. 1. – P. 138–146.

227. Granato, D. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: should we ban in vitro screening methods / D. Granato, F. Shahidi, R. Wrolstad [et al.] // *Food Chemistry.* – 2018. – Vol. 264. – P. 471–475.

228. Guo, R. Phenolic compounds, antioxidant activity, antiproliferative activity and bioaccessibility of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries as affected by in vitro digestion / R. Guo, X. Chang, X. Guo [et al.] // *Food & Function* – 2017. – Vol. 8, iss. 11. – P. 4229–4240.

229. Guo, Z. Minimization of glycerol synthesis in industrial ethanol yeast without influencing its fermentation performance / Z. Guo, L. Zhang, Z. Ding [et al.] // *Metabolic Engineering*. – 2011. – Vol. 13, iss. 1. – P. 49–59.

230. Hellström, J. K. Proanthocyanidins in common food products of plant origin / J. K. Hellström, A. R. Törrönen, P. H. Mattila // *Agric. Food Chem.* – 2009. – Vol. 57. – P. 7899–7906.

231. Hertog, M. G. L. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study / M. G. L. Hertog, E. J. M. Feskens, P. C. H. Hollman [et al.] // *Lancet*. – 1993. – Vol. 342. – P. 1007–1011.

232. Hertog, M. G. L. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the Seven Countries Study / M. G. L. Hertog, D. Kromhout, C. Aravanis [et al.] // *Arch. Intern. Med.* – 1995. – Vol. 153. – P. 381–386.

233. Hodge, J. E. Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems / J. E. Hodge // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1953. – Vol. 1, iss. 15. – P. 928–943.

234. Howell, K. S. Metabolic profiling as a tool for revealing *Saccharomyces* interactions during wine fermentation / K. S. Howell, D. Cozzolino, E. J. Bartowsky [et al.] // *FEMS Yeast Res.* – 2006. – Vol. 6. – P. 91–101.

235. Hu, K. Increase of medium-chain fatty acid ethyl ester content in mixed *H. uvarum*/*S. cerevisiae* fermentation leads to wine fruity aroma enhancement / K. Hu, G.-J. Jin, W.-C. Mei [et al.] // *Food Chemistry*. – 2009. – Vol. 239. – P. 495–501.

236. Hufnagel, J. C. Orosensory-directed identification of astringent mouthfeel and bitter-tasting compounds in red wine / J. C. Hufnagel, T. Hofmann // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 56, iss. 4. – P. 1376–1386.

237. Hufnagel, J. C. Quantitative Reconstruction of the Nonvolatile Sensometabolome of a Red Wine / J. C. Hufnagel, T. Hofmann // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56, iss. 19. – P. 9190–9199.

238. Islam, A. Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year / A. Islam, I. Khalil, N. Islam [et al.] // *BMC Complementary and Alternative Medicine.* – 2012. – Vol. 12. – Art. 177.

239. Islam, M. N. Toxic compounds in honey / M. N. Islam, M. I. Khalil, M. A. Islam [et al.] // *Journal of Applied Toxicology.* – 2014. – Vol. 34, iss. 7. – P. 733–742.

240. Janssen, R. H. Iron-polyphenol complexes cause blackening upon grinding *Hermetia illucens* (black soldier fly) larvae / R. H. Janssen, G. Canelli, M.G. Sanders [et al.] // *Scientific Reports.* – 2019. – Vol. 9. – Art. 2967.

241. Jolly, N. P. The role and use of Non-Saccharomyces yeasts in wine production / N. P. Jolly, O. P. H. Augustyn, I. S. Pretorius // *S Afr J Enol Vitic.* – 2006. – Vol. 27. – P. 15–38.

242. Joye, I. J. Nanotechnology for increased micronutrient bioavailability / I. J. Joye, G. Davidov-Pardo, D. J. McClements // *Trends Food Sci. Technol.* – 2014. – Vol. 40, iss. 2. – P. 168–182.

243. Jung, H. Chemical and sensory profiles of makgeolli, Korean commercial rice wine, from descriptive, chemical, and volatile compound analyses / H. Jung, S. J. Lee, J. H. Lim [et al.] // *Food Chemistry.* – 2014. – Vol. 152. – P. 624–632.

244. Kalaycioglu, Z. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities / Z. Kalaycioglu, H. Kaygusuz, S. Doker [et al.] // *LWT-Food Science and Technology.* – 2017. – Vol. 84. – P. 402–408.

245. Kallio, H. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries / H. Kallio, B. Yang, P. Peippo // *J. Agric. Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – P. 6136–6142.

246. Kapu, N. S. High gravity and high cell density mitigate some of the fermentation inhibitory effects of softwood hydrolysates / N. S. Kapu, M. Piddocke, J. N. Saddler // *AMB Express.* – 2013. – Vol. 3, iss. 15. – Art. 15.

247. Kårlund, A. Nontargeted metabolite profiles and sensory properties of strawberry cultivars grown both organically and conventionally / A. Kårlund, K. Hanhineva, M. Lehtonen [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 63, iss. 3. – P. 1010–1019.

248. Kedzierska-Matysek, M. Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures / M. Kedzierska-Matysek, M. Florek, A. Wolanciuk [et al.] // *Journal Of Food Science And Technology-Mysore*. – 2016. – Vol. 53, iss. 4. – P. 2092–2098.

249. Keenan D.F. Effect of sonication on the bioactive, quality and rheological characteristics of fruit smoothies / D. F. Keenan, B.K. Tiwari, A. Patras [et al.] // *Food Science & Technology*. – 2012. – Vol. 47, iss. 4. – P. 827–836.

250. Keenan D.F. Flavour profiling of fresh and processed fruit smoothies by instrumental and sensory analysis / D. F. Keenan, N. P. Brunton, M. Mitchell [et al.] // *Food Research International*. – 2012. – Vol. 45, iss. 1. – P. 17–25.

251. Khalil, M. I. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year / M. I. Khalil, S. A. Sulaiman, S. H. Gan // *Food and Chemical Toxicology*. – 2010. – Vol. 48, iss. 8-9. – P. 2388–2392.

252. Klaus, M. Herrmann The Shikimate Pathway: Early Steps in the Biosynthesis of Aromatic Compounds / M. Klaus // *The Plant Cell*. – 1995. – Vol. 7. – P. 907–919.

253. Koch, C. Preconceptions of Taste Based on Color / C. Koch, E. C. Koch // *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*. – 2003. – Vol. 137, iss. 3. – P. 233–242.

254. Koshelev, Y. A. Sea buckthorn / Y. A. Koshelev, L. D. Ageeva, E. D. Rozhnov [et al.]. – Biysk : Publishing house of Polzunov Altai State Technical, 2015. – 410 p.

255. Kowalski, S. Free amino acids profile of Polish and Slovak honeys based on LC-MS/MS method without the prior derivatization / S. Kowalski, M. Kopuncova, Z. Ciesarova [et al.] // *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. – 2017. – Vol. 54, iss. 11. – P. 3716–3723.

256. Kris-Etherton, P.M. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States / P.M. Kris-Etherton // *Am. J. Clin Nutr.* – 2000. – № 71. – P. 179–188.

257. Krystallis, A. Motivations and cognitive structures of consumers in their purchasing of functional foods / A. Krystallis, G. Maglaras, S. Mamalis // *Food Quality and Preference*. – 2008. – Vol. 19. – H. 525–538.

258. Kukin, T. P. Bioactive Components of Sea Buckthorn *Hippophae rhamnoides* L. Foliage / T. P. Kukin, D. N. Shcherbakov, K. V. Gensh [et al.] // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. – 2017. – Vol. 43, iss. 7. – P. 747–751.

259. Kumar, M. S. Y. Subcritical water extraction of antioxidant compounds from Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaves for the comparative evaluation of antioxidant activity / M. S. Y. Kumar, R. Dutta, D. Prasad [et al.] // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 127, iss. 3. – P. 1309–1316.

260. Kurata, T. Degradation of L-Ascorbic Acid and Mechanism of Nonenzymic Browning Reaction / T. Kurata, Y. Sakurai // *Agricultural and Biological Chemistry*. – 1967. – Vol. 31, iss. 2. – P. 177–184.

261. Kuster, B. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF). A review focussing on its manufacture / B. Kuster // *Starch Stärke*. – 1990. – Vol. 42, iss. 8. – P. 314–321.

262. Laaksonen, O. Impact of storage on sensory quality of blackcurrant juices prepared with or without enzymatic treatment at industrial scale / O. Laaksonen, L. Mäkilä, M. Jokinen // *European Food Research and Technology*. – 2020. – Vol. 246. – P. 2611–2620.

263. Laaksonen, O. Sensory properties and consumer characteristics contributing to liking of berries / O. Laaksonen, A. Knaapila, T. Niva [et al.] // *Food Quality and Preference*. – 2016. – Vol. 53. – P. 117–126.

264. Laaksonen, O. Sensory quality and compositional characteristics of blackcurrant juices produced by different processes / O. Laaksonen, L. Mäkilä, R. Tahvonen [et al.] // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 138, iss. 4. – P. 2421–2429.

265. Laborde, B. PVPP–Polyphenol Complexes: A Molecular Approach / B. Laborde, V. Moine-Ledoux, T. Richard // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 54. – Iss. 12. – pp. 4383–4389.

266. Lalicic-Petronijevic, J. Content of total phenolics, flavan-3-ols and proanthocyanidins, oxidative stability and antioxidant capacity of chocolate during storage

/ J. Lalicic-Petronijevic, D. Komes, S. Gorjanovic [et al.] // Food Technology and Biotechnology. – 2016. – Vol. 54, iss. 1. – P. 13–20.

267. Lehtonen, H. Flavonol glycosides of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) are bioavailable in humans and monoglucuronidated for excretion / H. Lehtonen O. Lehtinen, J. Suomela [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2009. – Vol. 58, iss. 1. – P. 620–627.

268. Lesschaeve, I. Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences / I. Lesschaeve, A.C. Noble // Am. J. Clin. Nutr. – 2005. – Vol. 81. – P. 330S–335S.

269. Liburdi, K. Lysozyme in wine: an overview of current and future applications / K. Liburdi, I. Benucci, M. Esti // Compr Rev Food Sci Food Saf. – 2014. – Vol. 13, iss. 5. – P. 1062–1073.

270. Limbad, M. Sensory and physicochemical characterization of sourdough bread prepared with a coconut water kefir starter / M. Limbad, N. G. Maddox, N. Hamid // Foods. – 2020. – Vol. 9, iss. 9. – Art. 1165.

271. Liu, Y. Effect of the high pressure treatments on the physicochemical properties of the young red wines supplemented with pyruvic acid / Y. Liu, F. He, Y. Shi [et al.] // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2018. – Vol. 48. – P. 56–65.

272. Liu, Y. The Influence of Prefermentative Addition of Gallic Acid on the Phenolic Composition and Chromatic Characteristics of Cabernet Sauvignon Wines / Y. Liu, B. Zhang, F. He [et al.] // Journal of Food Science. – 2016. – Vol. 81, iss. 7. – P. 1669–1678

273. Liu, Z. Biocontrol ability of killer yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) isolated from wine against *Colletotrichum gloeosporioides* on grape / Z. Liu, S. Du, Y. Ren [et al.] // Journal of Basic Microbiology. – 2018. – Vol. 58, iss. 1. – P. 60–67.

274. Lopes de Lerma, N. Influence of two yeast strains in free, bioimmobilized or immobilized with alginate forms on the aromatic profile of long aged sparkling wines / N. Lopes de Lerma [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 250. – P. 22–29.

275. Ma, W. A review on astringency and bitterness perception of tannins in wine / W. Ma, A. Guo, Y. Zhang [et al.] // Trends Food Sci. Technol. – 2014. – Vol. 40. – P. 6–19.

276. Ma, X. Flavonol glycosides in berries of two major subspecies of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) and influence of growth sites / X. Ma, O. Laaksonen, J. Zheng [et al.] // Food Chem. – 2016. – Vol. 200. – pp. 189–198.

277. Ma, X. Role of Flavonols and Proanthocyanidins in the Sensory Quality of Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) Berries / X. Ma, W. Yang, O. Laaksonen [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2017. – Vol. 65, iss. 45. – P. 9871–9879.

278. Ma, X. Sensory profile of ethyl β -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) / X. Ma, O. Laaksonen, J. Heinonen [et al.] // Food Chem. – 2017. – Vol. 233. – P. 263–272.

279. Magalhães, P. J. Isolation of phenolic compounds from hop extracts using polyvinylpolypyrrolidone: Characterization by high-performance liquid chromatography–diode array detection–electrospray tandem mass spectrometry / P. J. Magalhães, J. S. Vieira, L. M. Gonçalves [et al.] // Journal of Chromatography A. – 2010. – Vol. 1217, iss. 19. – P. 3258–3268.

280. Mahmoodi, M. Production of pectinases for quality apple juice through fermentation of orange pomace / M. Mahmoodi, G.D. Najafpour, M. Mohammadi // Journal of Food Science and Technology. – 2017. – Vol. 54, iss. 12. – P. 4123–4128.

281. Maicas, S. Hydrolysis of terpenyl glycosides in grape juice and other fruit juices: a review / S. Maicas, J. J. Mateo // Appl Microbiol Biotechnol. – 2005. – Vol. 67, iss. 3. – P. 322–335.

282. Maicas, S. The role of yeasts in fermentation processes / S. Maicas // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8, iss. 8. – Art. 1142.

283. Maillard, L. C. The reaction of amino acids with sugars: Mechanisms of melanoid formation / L. C. Maillard, M. A. Gautier // CR Seances Acad. Sci. – 1912. – Vol. III, iss. 154. – P. 66–68.

284. Maldonado, R. R. Application of soluble fibres in the osmotic dehydration of pineapples and reuse of effluent in a beverage fermented by water kefir / R. R. Maldonado, A. J. R. M. Pedreira, L. B. Cristianini [et al.] // *LWT-Food science and technology*. – 2020. – Vol. 132. – Art. 109819.

285. Malik, F. Some biochemical properties of wine yeasts *Saccharomyces cerevisiae* of the FV series / F. Malik, S. Sitorova, V. Vollek [et al.] // *Biologia*. – 1996. – Vol. 51, iss. 6. – P. 635–639.

286. Marchante, L. Natural extracts from grape seed and stem by-products in combination with colloidal silver as alternative preservatives to SO₂ for white wines: Effects on chemical composition and sensorial properties / L. Marchante, L. Loarce, P. M. Izquierdo-Cañas [et al.] // *Food Research International*. – 2019. – Vol. 125. – Art. 108594.

287. McMurrough, I. Adsorption by Polyvinylpolypyrrolidone of Catechins and Proanthocyanidins from Beer / I. McMurrough, D. Madigan, M. R. Smyth // *J. Agric. Food Chem.* – 1995. – Vol. 43, iss. 10. – P. 2687–2691.

288. Medina, K. Non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces* strains co-fermentation increases acetaldehyde accumulation effect on anthocyanin-derived pigments in Tannat red wines / K. Medina, E. Boido, L. Farina [et al.] // *Yeast*. – 2016. – Vol. 33. – P. 339–343.

289. Mehryar, L. Evaluation of some physicochemical and rheological properties of Iranian honeys and the effect of temperature on its viscosity / L. Mehryar, M. Esmaili, A. Hassanzadeh // *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. – 2013. – Vol. 13, iss. 6. – P. 807–819.

290. Mena, P. New frontiers on the metabolism, bioavailability and health effects of phenolic compounds / P. Mena, R. Llorach // *Molecules*. – 2017. – Vol. 22. – Art. 151.

291. Mena, P. Pomegranate varietal wines: Phytochemical composition and quality parameters / P. Mena, A. Gironés-Vilaplana, N. Martí [et al.] // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 133, iss. 1. – P. 108–115.

292. Mendes Ferreira, A. The role of non-Saccharomyces species in releasing glycosidic bound fraction of grape aroma components – a preliminary study / A. Mendes Ferreira, M. C. Clímaco, A. M. Faia // J Appl Microbiol. – 2001. – Vol. 91. – P. 67–71.

293. Mihelic, F. Stability of vitamin C in products made from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) / F. Mihelic, B. Vajic // Hrana i Ishrana. – 1969. – Vol. 10. – P. 503–513.

294. Miller, H. E. Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables / H. E. Miller, F. Rigelhof, L. Marquart [et al.] // Journal of the American College of Nutrition. – 2000. – Vol. 19. – P. 312S–319S.

295. Misihairabgwi, J. Traditional fermented foods and beverages of Namibia / J. Misihairabgwi, A. Cheikhoussef // Journal of Ethnic Foods. – 2017. – Vol. 4, iss. 3. – P. 145–153.

296. Moura, S. C. S. R. Characterization and evaluation of stability of bioactive compounds in fruit smoothies / S. C. S. R. de Moura, F. Z. Vissotto, S. A. G. Berbari // Food Science and Technology. – 2017. – Vol. 37, iss. 2. – ppP 216–223.

297. Naghshbandi, M. P. Progress toward improving ethanol production through decreased glycerol generation in *Saccharomyces cerevisiae* by metabolic and genetic engineering approaches / M. P. Naghshbandi, M. Tabatabaei, M. Aghbashlo [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Vol. 115. – Art. 109353.

298. Nakamura N. Acidification of Vacuoles Is Required for Autophagic Degradation in the Yeast, *Saccharomyces cerevisiae* / N. Nakamura, A. Matsuura, Y. Wada [et al.] // The Journal of Biochemistry. – 1997. – Vol. 121, iss. 2. – P. 338–344.

299. Namiki, M. Chemistry of Maillard reactions: recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens / M. Namiki // Advances in Food Research. – 1988. – Vol. 32. – P. 115–184.

300. Neuberg, C. Present status of the problem of sugar fermentation / C. Neuberg, M. Kobel // Journal of bacteriology. – 1934. – Vol. 28, iss. p5. – P. 461–471.

301. Nowicka, P. Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit / P. Nowicka, A. Wojdyło, M. Teleszko [et al.] // Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 71. – P. 102–109.

302. Nzigamasabo, A. Traditional fermented foods and beverages in Burundi / A. Nzigamasabo, A. Nimpagaritse // Food Research International. – 2009. – Vol. 45. – P. 588–594.

303. Ohkawa, W. Changes in sugar, titratable acidity, and ascorbic acid content during fruit development in Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) / W. Ohkawa, Y. Kanayama, E. Chiba [et al.] // Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. – 2009. – Vol. 78, iss. 3. – P. 288–293.

304. Olas, B. The beneficial health aspects of sea buckthorn (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson) oil / B. Olas // Journal of Ethnopharmacology. – 2018. – Vol. 23. – P. 183–190.

305. Oliveira, A. F. A. Non-thermal combined treatments in the processing of açai (*Euterpe oleracea*) juice / A. F. A. Oliveira, J. M. Mar, S. F. Santos [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 265. – P. 57–63.

306. Opekarová M. Acidification power: indicator of metabolic activity and autolytic changes in *Saccharomyces cerevisiae* / M. Opekarová, K. Sigler // Folia Microbiol. – 1982. – Vol. 27. – P. 395–403.

307. Padmavathi, B. Chemoprevention by *Hippophae rhamnoides*: effects on tumorigenesis, phase II and antioxidant enzymes, and IRF-1 transcription factor / B. Padmavathi, M. Upreti, S. Virendra [et al.] // Nutr. Cancer. – 2005. – Vol. 51. – P. 59–67.

308. Paravisini, L. Mechanisms non-enzymatic browning in orange juice during storage / L. Paravisini, D. G. Peterson // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 289. – P. 320–327.

309. Parimelazhagan, T. Bioactive substances of sea buckthorn. Souvenir and Book of Abstracts: National Seminar on Cultivation, Harvesting and Scientific Exploitation of Sea Buckthorn / T. Parimelazhagan, O. P. Chaurasia, B. Raut. – Leh (Ladakh) : Field Research Laboratory (DRDO), 2004. – 23 p.

310. Pastorello, E. Identification of grape and wine allergens as endochitinase 4, a lipid-transfer protein, and a thaumatin / E. Pastorello, L. Farioli, V. Pravettoni [et al.] // J Allergy Clin Immunol. – 2003. – Vol. 111, iss. 2. – P. 350–359.

311. Patent № 1800118 Europäische Patentschrift, Int Cl.: G01N 31/22, C12Q 1/28. Mittel und Verfahren zum Nachweis von Furfuralen / Wagner B., Beil-Seidler S. – 2007.

312. Pereira, V. Evolution of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and furfural (F) in fortified wines submitted to overheating conditions / V. Pereira, F. M. Albuquerque, A. C. Ferreira [et al.] // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, iss. 1. – P. 71–76.

313. Peris, D. Comparative genomics among *Saccharomyces cerevisiae* – *Saccharomyces kudriavzevii* natural hybrid strains isolated from wine and beer reveals different origins / D. Peris, C. A. Lopes, C. Belloch [et al.] // BMC Genomics. – 2012. – Vol. 13. – Art. 407.

314. Pham, H. T. T. Changes in the soluble and insoluble compounds of shelf-stable orange juice in relation to non-enzymatic browning during storage / H. T. T. Pham, M. Bazmawe, B. Kebede [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2019. – Vol. 67, iss. 46. – P. 12854–12862.

315. Pham, H. T. T. Insight into non-enzymatic browning of shelf-stable orange juice during storage: A fractionation and kinetic approach / H. T. T. Pham, A. Bista, B. Kebede [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2020. – Vol. 100, iss. 9. – P. 3765–3775.

316. Pinelo, M. Upgrading of grape skins: significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release / M. Pinelo, A. Arnous, A.S. Meyer // Trends Food Sci Technol. – 2006. – Vol. 17, iss. 1. – P. 579–590.

317. Prior, B. A. Impact of yeast breeding for elevated glycerol production on fermentative activity and metabolite formation in Chardonnay wine / B. A. Prior, T. H. Toh, N. Jolly [et al.] // S Afr J Enol Vitic. – 2000. – Vol. 21. – P. 92–99.

318. Provesi, J. G. Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) purees / J. G. Provesi, C. O. Dias, R. D. de Mello Castanho Amboni [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 47. – P. 67–74.

319. Ptitchkina, N. M. Pumpkin pectin: gel formation at unusually low concentration / N. M. Ptitchkina, I. A. Danilova, G. Doxastakis [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 1994. – Vol. 23. – P. 265–273.

320. Querol, A. Dry yeast strain for use in fermentation of Alicante wines: selection DNA patterns / A. Querol, T. Huerta, E. Barrio [et al.] // J Food Sci. – 1992. – Vol. 57. – P. 183–185.

321. Ran, B. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fermentation liquid protects against alcoholic liver disease linked to regulation of liver metabolome and the abundance of gut microbiota / B. Ran, C. Guo, W. Li [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2020. – Vol. 101, iss. 7. – P. 2846–2854.

322. Ranjith, A. Fatty acids, tocopherols and carotenoids in pulp oil of three Sea Buckthorn species (*H. rhamnoides*, *H. salicifolia*, and *H. tibetana*) grown in the Indian Himalayas / A. Ranjith, K. S. Kumar, V. V. Venugopalan [et al.] // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2006. – Vol. 83. – P. 359–384.

323. Rashid, M. T. Effect of infrared drying with multifrequency ultrasound pretreatments on the stability of phytochemical properties, antioxidant potential, and textural quality of dried sweet potatoes / M. T. Rashid, H. L. Ma, M. A. Jatoti [et al.] // Journal of Food Biochemistry. – 2019. – Vol. 43. – Art. e12809.

324. Rave, M.C. Improvement of the physical stability of oil-in-water nanoemulsions elaborated with Sacha inchi oil employing ultra-high-pressure homogenization / M. C. Rave, J. D. Echeverri, C. H. Salamanca // J. Food Eng. – 2000. – Vol. 273. – Art. 109801.

325. Ren, G.-R. Explore the reaction mechanism of the Maillard reaction: a density functional theory study / G.-R. Ren, L.-J. Zhao, Q. Sun [et al.] // Journal of Molecular Modeling. – 2015. – Vol. 21, iss. 5. – Art. 132.

326. Ribeiro, L. O. In vitro gastrointestinal evaluation of a açai-based smoothie: effect of processing on phenolic compounds bioaccessibility / L. O. Ribeiro, A. C. B. Pinheiro, A. I. S. Brígida [et al.] // Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 56. – P. 5017–5026.

327. Rodríguez-Nogales, J. M. Enzymes in winemaking / J. M. Rodríguez-Nogales // Microbial enzyme technology in food applications / ed. by R. C. Ray, C. M. Rosell. – Boca Raton : CRC Press, 2016. – P. 315–332.

328. Rodríguez-Verástegui, L. L. Bioactive compounds and enzymatic activity of red vegetable smoothies during storage / L. L. Rodríguez-Verástegui, G. B. Martínez-Hernández, N. Castillejo [et al.] // Food and Bioprocess Technology. – 2015. – Vol. 9, iss. 1. – P. 137–146.

329. Rollero, S. Combined effects of nutrients and temperature on the production of fermentative aromas by *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation / S. Rollero, A. Bloem, C. Camarasa [et al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2014. – Vol. 99. – P. 2291–2304.

330. Rollero, S. Key role of lipid management in nitrogen and aroma metabolism in an evolved wine yeast strain / S. Rollero, J.-R. Mouret, I. Sanchez [et al.] // Microbial Cell Factories. – 2016. – Vol. 15. – Art. 32.

331. Romero-Cascales, I. The effect of a commercial pectolytic enzyme on grape skin cell wall degradation and colour evolution during the maceration process / I. Romero-Cascales, J. M. Ros-Garcia, J. M. Lopez-Roca [et al.] // Food Chem. – 2012. – Vol. 130, iss. 3. – P. 626–631.

332. Romero-Luna, H. E. Evaluation of the probiotic potential of *Saccharomyces cerevisiae* Strain (C41) isolated from Tibicos by in vitro studies / H. E. Romero-Luna, H. Hernández-Sánchez, R. M. Ribas-Aparicio [et al.] // Probiotics Antimicrob Proteins. – 2019. – Vol. 11, iss. 3. – P. 794–800.

333. Romero-Luna, H. E. Probiotic potential of *Lactobacillus paracasei* CT12 isolated from water kefir grains (Tibicos) / H. E. Romero-Luna, A. Peredo-Lovillo, A. Hernández-Mendoza [et al.] // Current Microbiology. – 2020. – Vol. 77. – P. 2584–2592.

334. Romero-Luna, H. E. Traditional fermented beverages from Mexico as a potential probiotic source / H. E. Romero-Luna, H. Hernández-Sánchez, G. Dávila-Ortiz // Ann Microbiol. – 2017. – Vol. 67, iss. 9. – P. 577–586.

335. Rösch, D. Antioxidant gallocatechins, dimeric and trimeric proanthocyanidins from Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pomace / D. Rösch, A. Krumbein, L. W. Kroh // *Eur. Food Res. And Technol.* – 2004. – Vol. 219. – P. 605–613.

336. Rösch, D. Structural investigations of flavonol glycosides from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) pomace by NMR spectroscopy and HPLC–ESI-MS n / D. Rösch, A. Krumbein, C. Mügge [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2004. – Vol. 52, iss. 13. – P. 4039–4046.

337. Rösch, D. Structure–antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of sea buckthorn juice / D. Rösch, M. Bergmann, D. Knorr [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* – 2003. – Vol. 51, iss. 15. – P. 4233–4239.

338. Rozhnov, E. Investigation of the conditions for the formation of 5-Hydroxymethylfurfural in the production of honey wines and sea-buckthorn wine drinks / E. Rozhnov, A. Kazarskikh, M. Shkolnikova // *Research J. Pharm. and Tech.* – 2019. – Vol. 12, iss. 7. – P. 3501–3506.

339. Sabir, S. Elemental and nutritional analysis of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica*) berries of Pakistani origin / S. Sabir, H. Maqsood, I. Hayat [et al.] // *Journal of Medicinal Food.* – 2005. – Vol. 8, iss. 4. – P. 518–522.

340. Saerens S. M. G. Production and biological function of volatile esters in *Saccharomyces cerevisiae* / S. M. G. Saerens, F. R. Delvaux, K. J. Verstrepen [et al.] // *Microbial Biotechnology.* – 2010. – Vol. 3, iss. 2. – P. 165–177.

341. Sanna, G. Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes / G. Sanna, M. I. Pilo, P. C. Piu [et al.] // *Analytica Chimica Acta.* – 2000. – Vol. 415, iss. 1-2. – P. 165–173.

342. Sarioglu, K. Synthesis of octadecyl acrylate-co-ethylene glycol dimethacrylate resin for removal of dark-colored compound from apple juice and comparison with polyvinylpyrrolidone (PVPP) / K. Sarioglu // *European Food Research and Technology.* – 2007. – Vol. 225. – P. 443–449.

343. Sarkaya, P. Use of kombucha culture in the production of fermented dairy beverages / P. Sarkaya, E. Akan, O. Kinik // *LWT-Food Science and Technology*. – 2021. – Vol. 137. – Art. 110326.

344. Scanes, K. T. Glycerol production by the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and its relevance to wine: a review / K. T. Scanes, S. Hohmann, B. A. Prior // *S Afr J Enol Vitic*. – 1998. – Vol. 19. – P. 17–24.

345. Seong, H. Enhancing the Antioxidant Activities of Wines by Addition of White Rose Extract / H. Seong, J. Heo, K.H. Lee [et al.] // *Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2017. – Vol. 27, iss. 9. – P. 1602–1608.

346. Shapla, U. M. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health / U. M. Shapla, M. Solayman, N. Alam [et al.] // *Chemistry Central Journal*. – 2018. – Vol. 12. – Art. 35.

347. Shinwari K.J. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review / K. J. Shinwari, P. S. Rao // *Trends in Food Science & Technology*. – 2018. – Vol. 75. – pp. 181–193.

348. Shkolnikova, M. N. Effects of Granucol activated carbons on sensory properties of sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) wines / M. N. Shkolnikova, E. D. Rozhnov, A. A. Pryadikhina // *Foods and Raw Materials*. – 2019. – Vol. 7, iss. 1. – P. 67–73.

349. Siebert, K. J. Nature of Polyphenol–Protein Interactions / K. J. Siebert, P. Y. Lynn // *J. Agric. Food Chem*. – 1996. – Vol. 44, iss. 1. – P. 80–85.

350. Sims, C. A. Changes in phenols, color, and sensory characteristics of muscadine wines by pre- and post-fermentation additions of PVPP, casein, and gelatin / C. A. Sims, J. S. Eastridge, R. P. Bates // *Am J Enol Vitic*. – 1995. – Vol. 46. – P. 155–158.

351. Singh, M. Studies on the suitability of kinnow fruits for the production of wine / M. Singh, P. S. Paneesar, S. S. Marwaha // *Journal of Food Science and Technology*. – 1998. – Vol. 35. – P. 455–457.

352. Soares, S. Sensorial properties of red wine polyphenols: astringency and bitterness / S. Soares, E. Brandao, N. Mateus [et al.] // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2017. – Vol. 57. – P. 937–948.

353. Soubeyrand, V. Formation of micella containing solubilized sterols during rehydration of active dry yeasts improves their fermenting capacity / V. Soubeyrand // *J Agric Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 8025–8032.

354. Spaho, N. Effects of distillation cut on the distribution of higher alcohols and esters in brandy produced from three plum varieties / N. Spaho [et al.] // *Journal of the Institute of brewing.* – 2013. – Vol. 119, iss. 1-2. – P. 48–56.

355. Steffe, J. F. Rheological methods in food process engineering / J.F. Steffe. – USA: Freeman Press East Lansing MI. – 1996. – 418 p.

356. Sui, Y. Use of ultrafiltration and proteolytic enzymes as alternative approaches for protein stabilisation of white wine / Y. Sui, J. M. McRae, D. Wollan [et al.] // *Australian journal of grape and wine research.* – 2020. – Vol. 27. – P. 234–245.

357. Šuklje K. Inactive dry yeast application on grapes modify Sauvignon Blanc wine aroma / K. Šuklje, G. Antalick, A. Buica [et al.] // *Food Chemistry.* – 2016. – Vol. 197, pt. B. – P. 1073–1084.

358. Sun-Waterhouse, D. Insights into smoothies with high levels of fibre and polyphenols: factors influencing chemical, rheological and sensory properties / D. Sun-Waterhouse, S. Nair, R. Wibisono [et al.] // *Nutrition and Food Engineering.* – 2010. – Vol. 4, iss. 5. – P. 378–387.

359. Sun-Waterhouse, D. Rheological and chemical characterization of smoothie beverages containing high concentrations of fibre and polyphenols from apple / D. Sun-Waterhouse, K. Bekkour, S. S. Wadhwa [et al.] // *Food Bioprocess Technol.* – 2014. – Vol. 7. – P. 409–423.

360. Sytařová, I. Impact of phenolic compounds and vitamins C and E on antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries and leaves of diverse ripening times / I. Sytařová, J. Orsavová, L. Snopek [et al.] // *Food Chemistry.* – 2019. – Vol. 310. – Art. 125784.

361. Tchabo, W. Statistical interpretation of chromatic indicators in correlation to phytochemical profile of a sulfur dioxide-free mulberry (*Morus nigra*) wine submitted to non-thermal maturation processes / W. Tchabo, Y. Ma, E. Kwaw [et al.] // Food chemistry. – 2018. – Vol. 239. – P. 470–477.

362. Teixeira, A. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: a review / A. Teixeira, N. Baenas, R. Dominguez-Perles [et al.] // International journal of molecular sciences. – 2014. – Vol. 14, iss. 9. – P. 15638–15678.

363. Teixeira, N. Wine industry by-product: Full polyphenolic characterization of grape stalks / N. Teixeira, N. Mateus, V. de Freitas [et al.] // Food chemistry. – 2018. – Vol. 268. – P. 110–117.

364. Teleszko, M. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries / M. Teleszko, A. Wojdyło, M. Rudzinska [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63, iss. 16. – P. 4120–4129.

365. Teleszko, M. Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves / M. Teleszko, A. Wojdyło // Journal of functional foods. – 2015. – Vol. 14. – P. 736–746.

366. Terao J. Singlet molecular oxygen-quenching activity of carotenoids: relevance to protection of the skin from photoaging / J. Terao, Y. Minami, N. Bando // J. Clin. Biochem. Nutr. – 2011. – Vol. 48. – P. 57–62.

367. Tiitinen, K. M. Fast analysis of sugars, fruit acids, and vitamin C in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) varieties / K. M. Tiitinen, B. Yang, G. G. Haraldsson [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54, iss. 7. – P. 2508–2513.

368. Tiitinen, K. M. Quality components of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) varieties / K. M. Tiitinen, M. A. Hakala, H. P. Kallio // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53, iss. 5. – P. 1692–1699.

369. Tkacz, K. Dynamics of changes in organic acids, sugars and phenolic compounds and antioxidant activity of sea buckthorn and sea buckthorn-apple juices during

malolactic fermentation / K. Tkacz, J. Chmielewska, I.P. Turkiewicz [et al.] // *Food Chemistry*. – 2020. – Vol. 332. – Art. 127382.

370. Tuorila, H. Consumer responses to an off-flavor in juice in the presence of specific health claims / H. Tuorila, A.V. Cardello // *Food Quality and Preference*. – 2002. – Vol. 13. – P. 561–569.

371. Ugliano, M. Enzymes in winemaking / M. Ugliano // *Wine chemistry and biochemistry* / ed. by M. V. Moreno-Arribas, M. C. Polo. – New York : Springer, 2009. – P. 103–126.

372. Vazquez, L. Changes in physico-chemical properties, hydroxymethylfurfural and volatile compounds during concentration of honey and sugars in Alicante and Jijona turrón / L. Vazquez, A. Verdu, A. Miquel // *European Food Research and Technology*. – 2007. – Vol. 225, iss. 5-6. – P. 757–767.

373. Velázquez R. Using mixed inocula of *Saccharomyces cerevisiae* killer strains to improve the quality of traditional sparkling-wine / R. Velázquez, E. Zamora, M. Álvarez [et al.] // *Food Microbiology*. – 2016. – Vol. 59. – P. 150–160.

374. Velázquez-Estrada, R.-M. Influence of ultra-high pressure homogenisation on physicochemical and sensorial properties of orange juice in comparison with conventional thermal processing / R.-M. Velázquez-Estrada, M.-M. Hernández-Herrero, B. Guamis-López [et al.] // *International Journal of Food Science & Technology*. – 2019. – Vol. 54, iss. 5. – P. 1858–1864.

375. Verardo, V. Bioactive Components in Fermented Foods and Food By-Products / V. Verardo, A. M. Gómez-Caravaca, G. Tabanelli // *Foods*. – 2020. – Vol. 9, iss. 2. – Art. 153.

376. Vignault, A. Chemical characterization, antioxidant properties and oxygen consumption rate of 36 commercial oenological tannins in a model wine solution / A. Vignault, M. R. Gonzalez-Centeno, O. Pascual [et al.] // *Food Chemistry*. – 2018. – Vol. 268. – P. 210–219.

377. Villegas, T. R. Novel technological strategies to enhance tropical thiol precursors in winemaking by-products / T. R. Villegas, L. Tonidandel, B. Fedrizzi [et al.] // *Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 207. – P. 16–19.

378. Wang, S. Effects of anti-browning combinations of ascorbic acid, citric acid, nitrogen and carbon dioxide on the quality of banana smoothies / S. Wang, T. Lin, G. Man [et al.] // Food Bioprocess Technol. – 2014. – Vol. 7. – P. 161–173.

379. Wuthrich. B. Allergic and intolerance reactions to wine / B. Wuthrich // Allergologie. – 2011. – Vol. 34, iss. 8. – P. 427–436.

380. Xu, Y. Protective effects of Hippophae rhamnoides L. juice on lead-induced neurotoxicity in mice / Y. Xu, G. Li, C. Han [et al.] // Biol. Pharm. Bull. – 2005. – Vol. 28. – P. 490–494.

381. Yang, B. Flavonol glycosides in wild and cultivated berries of three major subspecies of Hippophaë rhamnoides and changes during harvesting period / B. Yang, T. Halttunen, O. Raimo [et al.] // Food Chem. – 2009. – Vol. 115. – P. 657–664.

382. Yang, B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides) berries / B. Yang // Food chemistry. – 2009. – Vol. 112, iss. 1. – P. 89–97.

383. Yang, W. Proanthocyanidins in sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries of different origins with special reference to the influence of genetic background and growth location / W. Yang, O. Laaksonen, H. Kallio [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. – Vol. 64. – P. 1274–1282.

384. Yu, M. H. Nonenzymatic browning in synthetic systems containing ascorbic acid, amino acids, organic acids and inorganic salts / M. H. Yu [et al.] // Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. – 1974. – Vol. 7. – P. 279–282.

385. Zakynthinos, G. Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) lipids and their functionality on health aspects / G. Zakynthinos, T. Varzakas, D. Petsios // Curr Res Nutr Food Sci. – 2016. – Vol. 4, iss. 3. – P. 182–194.

386. Zheng, J. Effects of genotype, latitude, and weather conditions on the composition of sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in sea buckthorn (Hippophae rhamnoides ssp. mongolica) berry juice / J. Zheng, B. Yang, M. Trepanier [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. – 2012. – Vol. 60, iss. 12. – P. 3180–3189.

387. Zheng, J. Sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides ssp. rhamnoides) berries in Nordic environment: compositional response to latitude and weather conditions

/ J. Zheng, H. Kallio, B. Yang // Journal of agricultural and food chemistry. – 2016. – Vol. 64. – P. 5031–5044.

388. Zheng, J. Sugars, sugar alcohols, fruit acids, and ascorbic acid in wild Chinese sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* ssp *sinensis*) with special reference to influence of latitude and altitude / J. Zheng, H. Kallio, K. Linderborg [et al.] // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, iss. 7. – P. 2018–2026.

389. Zhu, J. C. Evaluation of the formation of volatiles and sensory characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* L.f.) fruit wines using different commercial yeast strains of *Saccharomyces cerevisiae* / J. C. Zhu, Y. W. Niu, T. Feng [et al.] // Natural Product Research. – 2014. – Vol. 28, iss. 21. – P. 1887–1893.

Приложение А

(обязательное)

Ассортимент облепихового масла и масляных экстрактов

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск	
Облепиховое масло 50мл, 100 мл	Облепихового масла концентрат с содержанием суммы каротиноидов в пересчете на бета-каротин, 300 мг%. Вспомогательное вещество: подсолнечное масло. Содержание каротиноидов не менее 180 мг%
Облепиховое масло №100 (капсулы)	На 1 капсулу: активное вещество: облепиховое масло – 0,2 г; вспомогательные вещества: подсолнечное масло, желатин, глицерин, метилпарагидроксibenзоат, вода. Содержание каротиноидов не менее 180 мг%
ООО «Биолит» с. Алтайское, Алтайский край	
Масло облепихи Экстра, 50 мл	Масляный экстракт плодов облепихи. Содержание каротиноидов не менее 180 мг%
Масло облепихи, 50 мл	Масляный экстракт плодов облепихи
Научно-производственная фирма «Алтайский букет», г. Барнаул	
Масло облепиховое с живицей кедровой 5 %, 50 мл	Масло облепиховое натуральное (содержание каротиноидов не менее 50 мг%), живица кедровая
Масло облепиховое «Горно-алтайское» натуральное, 50 мл, 100 мл	Масло подсолнечное, концентрат масла облепихового
Компания «Ambrella», Алтайский край	
Масло облепиховое 100 % без добавок, 100 мл	Масло облепиховое, каротиноидов не менее 50 мг (в пересчете на β-каротин)
Масло облепиховое с каменным маслом, 100 мл	Масло облепиховое – 70 %, каротиноидов не менее 50 мг (в пересчете на β-каротин), каменное масло – 30 %
Масло облепиховое с прополисом, 100 мл	Масло облепиховое - 70%, каротиноидов не менее 50 мг (в пересчете на β-каротин), прополис - 30%
ООО «Специалист», г. Бийск	
Масло облепиховое «Алтай Premium», 100 мл, 250 мл	Масло облепиховое, каротиноидов не менее 50 мг% (в пересчете на бета-каротин). Не содержит консервантов, красителей и ароматизаторов.

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
Масло облепиховое «Алтай-Селигор», 250 мл	Натуральное облепиховое масло холодного отжима с сохранением максимально возможного количества полезных свойств, обладает ярким красно-оранжевым цветом и ароматом свежей облепихи
ПК «САВА», г. Томск	
Масло облепиховое «BioNergy», 200 мл	Растительное масло, облепиховое масло
Масло облепиховое «Сибирский сбор», 50 мл	Облепиховое масло, содержание каротиноидов не менее 25 мг%
Масло облепиховое «Сибирский сбор» премиум, 50 мл	Облепиховое масло, содержание каротиноидов не менее 50 мг%

Приложение Б

(обязательное)

Ассортимент концентратов для приготовления безалкогольных напитков с продуктами переработки облепихи

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск	
Кисель «Виталайф» облепиховый гранулированный. Флоу-пак 20 г, картонная пачка 300 г	Активные компоненты: сок концентрированный облепиховый, витаминный комплекс (А, С, D ₃ , Е, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₇ , В ₁₂ , Р, фолиевая кислота), железо
ООО НПЦ «Алтайская чайная компания» с. Красногорское, Алтайский край	
Кисель «Сладкая ягодка» витаминизированный сухой облепиховый гранулированный «АлтайФлора». Вакуум-пакет из полиэтилена, 600 г и 1000 г; банка с крышкой 300 г; флоу-пак порционный 20 г	Сахар-песок, крахмал картофельный, кислота лимонная (регулятор кислотности), витамины С, Е, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , А, D ₂ , К ₁ , биотин, фолиевая кислота
Морс «Сибирский Mors» облепиховый «АлтайФлора» гранулированный, 250 г	Сушеные ягоды и концентрированный сок облепихи, сахар
Чай облепиховый в ассортименте. Картонная пачка с 20 фильтр-пакетами по 2,0 г	С ромашкой очищающий, с цедрой лимона тонизирующий, с мелиссой успокаивающий, с шиповником витаминный, с золотым корнем антиоксидантный
Чай облепиховый «Комплекс Актив». Картонная пачка с 30 фильтр-пакетами по 2,0 г	Сушеные ягоды облепихи, сушеные листья облепихи
Кисель облепиховый с корицей и имбирем, 250 г	Мякоть плодов облепихи измельченная, имбирь молотый высшего сорта, корица молотая высшего сорта, витамин А, витамин С, витамин D, витамин В ₁ , витамин В ₂ , витамин В ₃ , витамин В ₅ , витамин В ₆ , витамин В ₉ , витамин В ₁₂ , витамин РР, биотин, сахар-песок, крахмал, регулятор кислотности лимонная кислота
ООО «Две линии» г. Бийск, Алтайский край	
Чай с облепихой травяной натуральный для иммунитета	Плоды облепихи, лист облепихи, мелисса трава, плоды шиповника
Компания «Ambrella», Алтайский край	
Чайный напиток «Витаминный коктейль» для всей семьи, 50 г	Земляника лист, облепиха лист, облепиха ягода, смородина лист, крапива лист, лабазник трава, лабазник цвет, шиповник цвет, шиповник плод, яблоко сушеное

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
Чайный напиток «Букет Алтая» мужская сила, 50 г	Бадан лист, курительский чай, малина лист, шиповник плод, яблоко сушеное, душица трава, лабазник, рябина красная плод, облепиха лист, облепиха ягода, черноплодная рябина плод
Чайный напиток «Алтай» энергия и работоспособность, 50 г	Смородина лист, зверобой трава, облепиха лист, календула, курительский чай, калина плод, липа цвет, шиповник цвет, шиповник плод
Чайный напиток «Тонус» утренний, 50 г	Бадан корень, кипрей трава, золотой корень, красный корень, смородина лист, чабрец трава, зверобой трава, облепиха лист
ООО «Сашера», г. Бийск	
Безалкогольный медовый взвар «Горная благодать Оживляющая» с облепихой и ромашкой, 250 мл	Мед алтайский натуральный, водный настой прополиса, плоды шиповника, плоды малины, плоды смородины черной, плоды облепихи, экстракт ромашки аптечной, экстракт володушки, аскорбиновая кислота, каменное масло
ООО «Юг», г. Бийск	
Сироп детский «Помогуша» успокаивающий, 100 мл	Сахарный сироп, настой растительного сырья (листья мяты перечной, цветков липы сердцевидной, цветков ромашки аптечной), настой плодов облепихи, магния лактат, лимонная кислота (регулятор кислотности), витаминный премикс
ПК «САВА», г. Томск	
Сироп облепиховый «BioNergy». Стекло-бутылка с крышкой твист-оф, 0,2 л	Сахар, сок облепиховый, загустители (пектин, ксантановая камедь), антиокислитель аскорбиновая кислота, регуляторы кислотности (лимонная кислота, цитрат натрия), эмульгатор Е475
«Артлайф», г. Томск	
Кисель «Облепиха», обогащенный экстрактами эхинацеи и шиповника серия «FruttoActiv», 300 г (Функциональный продукт)	Крахмал картофельный, сахар, сок концентрированный ягодный (облепиховый), апельсиновый порошок, лимонная кислота (регулятор кислотности), ароматизатор идентичный натуральному, витамины А, Д ₃ , Е, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₃ , В ₅ , В ₁₂ , В ₉ , С, краситель натуральный «Свекольный красный», экстракт эхинацеи, экстракт шиповника, экстракт картамуса (краситель), сукралоза (подсластитель)
ООО «Сибирский чай», г. Томск	
Сибирский иван-чай ферментированный купаж с облепихой для желудка и пищеварения. Банка с крышкой 85 и 100 г; картонная пачка 50 г	Иван-чай, облепиха
«Морозное Утро». На вес	Сибирский иван-чай, цветы кипрея, цветы календулы, плоды облепихи

Приложение В

(обязательное)

Ассортимент кондитерских изделий с продуктами переработки облепихи

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
ЗАО «Алтайвитамины», г. Бийск	
Витаминизированное драже «Облепишка»	Активные компоненты: обезжиренный шрот облепихи, сок концентрированный облепиховый, витаминный комплекс
Варенье домашнее «Облепиховое». Банка с крышкой твист-оф 300 г	Ягоды облепихи кислые за счет органических кислот (до 8,2 %), главным образом яблочной и виннокаменной. В плодах облепихи содержится значительное количество каротиноидов – пигментов, которые и определяют оранжевую окраску ягод. Ягоды богаты витаминами, в частности, в них имеются: витамины В ₁ , В ₂ , С, Е, К, Р, фолиевая кислота, дубильные вещества, а также макро- и микроэлементы (магний, кремний, железо, кальций и др.). Комплекс биологически активных веществ оказывает общеукрепляющее и антиоксидантное действие
Джем «Облепиховый». Банка с крышкой твист-оф 300 г	
Облепиха протертая с сахаром. Банка полимерная с крышкой 40 г	
ООО НПЦ «Алтайская чайная компания» с. Красногорское, Алтайский край	
Драже с облепихой «Алтайский медвежонок» для детей с 3 лет, заряд энергии, 75 г	Сахар, облепиха, рябина черноплодная, малина, рябина красная, аскорбиновая кислота, воск пчелиный, какао-порошок, парафин твердый, тальк, масло растительное
Компания «Алтайский нектар», г. Барнаул	
Смолка в глазури «VITA» с шиповником и облепихой жевательная, 5 шт.	Живица (смола) сибирской лиственницы, пчелиный воск, экстракт плодов шиповника, экстракт плодов облепихи, сахарная глазурь. Энергетическая ценность в 100 г: 36 ккал (150 кДж). Пищевая ценность в 100 г: углеводов – 9 г. Жевательная смолка содержит только 100 % натуральные природные компоненты. Не содержит заменители сахара, искусственные красители, ароматизаторы и усилители вкуса. Безопасна при случайном проглатывании
Драже детское «Алтайский медвежонок» с облепихой «Заряд энергии», 75 г	Облепиха, смородина, малина, рябина красная, рябина черная, сахар, крахмальная патока, какао, регулятор кислотности аскорбиновая кислота, тальк, воск, масло растительное.
Лиственничная живица с пчелиным воском и облепихой упаковка 3,2 г (4 шт. по 0,8 г)	Живица (смола) алтайской лиственницы, пчелиный прополисный воск, экстракт плодов облепихи. Жевательная живица содержит только 100 % натуральные природные компоненты. Не содержит заменители сахара, искусственные красители, ароматизаторы и усилители вкуса. Безопасна при случайном проглатывании

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
Научно-производственная фирма «Алтайский букет», г. Барнаул	
Облепиха протертая с сахаром «Голден-микс», 220 г	Ягоды облепихи, сахар, пюре яблочное, пектин цитрусовый (стабилизатор консистенции), КМЦ (стабилизатор консистенции), сорбиновая кислота (консервант), аскорбиновая кислота (регулятор кислотности)
Облепиха протертая с сахаром и пшеницей «Голден-микс», 220 г	Ягоды облепихи, сахар, мука из пророщенных зерен пшеницы, пектин цитрусовый (стабилизатор консистенции), сорбиновая кислота (консервант), кислота аскорбиновая (регулятор кислотности)
Облепиха протертая с сахаром и абрикосом «Голден-микс», 220 г	Ягоды облепихи, сахар, пюре абрикосовое, пектин цитрусовый (стабилизатор консистенции), КМЦ (стабилизатор консистенции), сорбиновая кислота (консервант), кислота аскорбиновая (регулятор кислотности)
«Артлайф», г. Томск	
Батончик «Апельсин и Чиа» серия «Диеталика» Функциональный продукт	Курага, апельсин свежий, облепиха мороженая, яблоко китайское кубик, палатиноза, семена чиа, куркума, имбирь сушеный, гуммиарабик, экстракт гарцинии камбоджийской, гидроксиллимонная кислота, сорбат калия, витамин С, рутин, лимонная кислота, яблочная кислота, янтарная кислота, магния лактат, витамин В ₆ , витамин В ₂ , витамин В ₁
ПК «САВА», г. Томск	
Облепиховое варенье. Стеклобанная банка с крышкой твист-оф 300 г	Облепиха, сахар
Ядро кедрового ореха в сиропе облепиховом «BioNergy». Стеклобанная банка с крышкой твист-оф 140 г	Ядро кедрового ореха, облепиховый сироп
Облепиха протертая с сахаром. Дой-пак 0,28 кг	Облепиха, сахар
ООО «Эко-фабрика Сибирский кедр», д. Петрово, Томская обл.	
Желейные Конфеты «Ягодень» ассорти, 120 г	Сок ягод (брусника, облепиха, черноплодная рябина), шоколадная глазурь, сахар-песок, пектин
Кедровый грильяж ассорти (облепиха, клюква, черника), 120 г	Ядро кедрового ореха, шоколадная глазурь (сахар, какао-масло, какао-порошок, эмульгатор лецитин), ядро кешью, мед натуральный, клюква вяленая, пастила облепиховая (пюре яблочное, ягоды облепихи), пастила черничная (пюре яблочное, ягоды черники)
Мармелад «Ягодень» без сахара с натуральным соком облепихи 85 г, 100 г	Сок ягод облепихи, желеобразователь пектин, лактат натрия, регулятор кислотности лимонная кислота
Темный шоколад с облепихой	Сахар, какао-масло, какао-порошок, эмульгатор лецитин, ягоды облепихи

Вид продукции	Состав, содержание БАВ (по заявлению изготовителя)
Кедровый марципан ассорти (облепиха, клюква, малина) 50 г, 170 г	Ядро кедрового ореха, сахар, шоколадная глазурь (сахар, какао-масло, какао-порошок, эмульгатор лецитин), молоко сухое цельное, патока, ядро миндаля, молоко сухое обезжиренное, клюква вяленая, пастила облепиховая (пюре яблочное, ягоды облепихи), малина сублимационной сушки, лецитин (эмульгатор), ванилин (ароматизатор)

Приложение Г
(обязательное)

**Документы, отражающие научную новизну, результаты апробации
производственных испытаний и внедрения результатов работы**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»

ОКПД2 10.32.19.112

Группа Н 71
(ОКС 67.160.20)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш



сентября 2020 г.

НЕКТАР ОСВЕТЛЕННЫЙ ОБРАБОТАННЫЙ
ИЗ СОКА ОБЛЕПИХИ ПРЯМОГО ОТЖИМА

Технические условия

ТУ 10.32.19-011-10016999-2020

Дата введения в действие 01.10.2020

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to E.D. Rozhnov.

Е.Д. Рожнов, к.т.н., доцент

М.Н. Школьников, д.т.н., профессор

г. Барнаул

Алтайский край

2020 г.

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш

2020 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству нектара осветленного обработанного
из сока облепихи прямого отжима

ТИ 10.32.19-011-10016999-2020

(Вводится впервые)

Дата введения в действие «01» 10 2020 г.

г. Барнаул
2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

/ Барабаш К.Ю. /

«25» сентября 2020 г.



АКТ

о выработки пробной партии сока облепихового осветленного

Настоящий акт составлен о том, что 25.09.2020 г. выработана пробная партия сока облепихового осветленного с использованием сезонного урожая плодов облепихи с применением пектолитического ферментного препарата Lalzyme HC. Осветление облепихового сока прямого отжима проводили с использованием бентонита GranuBent PORE-TEC, стабилизацию сока к процессам потемнения осуществляли обработкой поливинилполипирролидоном Polyclar V. Указанные вспомогательные технологические средства были представлены разработчиками технологии.

Состав сока облепихового осветленного разработан Рожновым Е.Д., доцентом кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ), Школьниковой М.Н., профессором кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ, Казарских А.О., инженером кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ.

Производство осуществлялось в соответствии с «Инструкцией санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства» ИК 10-04-06-140-87 по предложенным рецептурам (таблица).

Таблица. Рецептура состава для производства сока облепихового

Компонент	Доля в рецептуре, % масс.
Сок облепиховый прямого отжима	60,0
Ферментный препарат Lalzyme HC	0,05
Бентонит GranuBent PORE-TEC	0,5
Поливинилполипирролидон Polyclar V	0,5
Инвертный сахарный сироп (65–66 масс. %)	10,0
Вода подготовленная очищенная	до 100,0

Пробная партия сока облепихового осветленного произведена на существующей аппаратурно-технологической линии в объеме 50,0 дал.

Технолог ООО НПО «Алтайский дар»  / Иванов И.А. /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н  / М.Н. Школькова /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н  / Е.Д. Рожнов /

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш

2019 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству смузи тыквенно-облепихового

ТИ 10.32.17-010-10016999-2019

(Вводится впервые)

Дата введения в действие « 01 » 10 2019 г.

г. Барнаул
2019 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»

ОКПД2 10.32.17.130

Группа Н 71

(ОКС 67.160.20)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш

набор 2019 г.



СМУЗИ ТЫКВЕННО-ОБЛЕПИХОВЫЙ

Технические условия

ТУ 10.32.17-010-10016999-2019

Дата введения в действие 01.10.2019

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to E.D. Rozhnov.

Е.Д. Рожнов, к.т.н., доцент

М.Н. Школьников, д.т.н., профессор

г. Барнаул

Алтайский край

2019 г.



Настоящий акт составлен о том, что 05.11.2019 г. выработана пробная партия напитка безалкогольного «Смузи тыквенно-облепиховый», содержащего пюре из мякоти тыквы, облепиховый сок и сахарный сироп.

Состав для производства смузи тыквенно-облепихового разработан Рожновым Е.Д., к.т.н., доцент кафедры «Биотехнология», Школьниковой М.Н., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Биотехнология», Казарских А.О. магистрантом направления подготовки «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ).

Производство осуществлялось в соответствии с «Инструкцией о порядке санитарно-технического контроля консервов на производственных предприятиях, оптовых базах, в розничной торговле и на предприятиях общественного питания» по предложенным рецептурам (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептуры смузи тыквенно-облепихового

Компоненты	Расход сырья, кг/100 кг	
	Образец 1	Образец 2
Пюре тыквы ферментированное	50,0	50,0
Сок облепиховый	25,0	20,0
Сахарный сироп (доля сухих веществ 65%)	7,7	11,5
Вода питьевая	17,3	18,5

Пробная партия напитка безалкогольного «Смузи тыквенно-облепиховый» произведена на существующей аппаратурно-технологической линии в количестве 6,6 кг (образец № 1) и 5,8,0 кг (образец № 2).

Технолог ООО НПО «Алтайский дар»

 / Иванов И.А. /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н

 / Е.Д. Рожнов /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н

_____ / М.Н. Школьников /

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»**

ОКПД2 11.07.19.120

Группа Н 71
(ОКС 67.160.20)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш

08.09.20 2020 г.

**НАПИТОК ФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СОКОСОДЕРЖАЩИЙ
«ТИБИ С ОБЛЕПИХОЙ»**

Технические условия

ТУ 11.07.19-013-10016999-2020

Дата введения в действие 01.11.2020 г.

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

Е.Д. Рожнов, к.т.н., доцент

М.Н. Школьников, д.т.н., профессор

г. Барнаул

Алтайский край

2020 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш



октября 2020 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству напитка ферментированного сокосодержащего
«Тиби с облепихой»

ТИ 11.07.19-013-10016999-2020

(Вводится впервые)

Дата введения в действие « 01 » 11 2020 г.

г. Барнаул
2020 г.



«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО НПО «Алтайский дар»
/ Барабаш К.Ю. /
«12» октября 2020 г.

АКТ

о выработки пробной партии напитка ферментированного «Тиби с облепихой»

Настоящий акт составлен о том, что 12.10.2020 г. выработана пробная партия напитка ферментированного «Тиби с облепихой» с использованием сезонного урожая плодов облепихи, пектолитического ферментного препарата Lalzyme HC и бентонита GranuBent PORE-TEC. Ферментация напитка осуществлялась симбиотической культурой *Oryzomyces indicii*. Указанные вспомогательные технологические средства и стартовая симбиотическая культура были представлены разработчиками технологии.

Состав напитка ферментированного «Тиби с облепихой» разработан Рожновым Е.Д., доцентом кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ) и Школьниковой М.Н., профессором кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ.

Производство осуществлялось в соответствии с «Инструкцией санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства» ИК 10-04-06-140-87 по предложенной рецептуре (таблица).

Таблица. Рецептура состава для производства напитка ферментированного «Тиби с облепихой»

Компонент	Доля в рецептуре, % масс.
Сок облепиховый прямого отжима	25,0
Ферментный препарат Lalzyme HC	0,05
Бентонит GranuBent PORE-TEC	0,5
Инвертный сахарный сироп (65–66 масс. %)	10,0
Вода подготовленная очищенная	до 100,0

В подготовленный сокосодержащий субстрат вносили 5,0 % по массе стартовую культуру *Medusomyces gisevii* в виде зооглеи и осуществляли ферментацию в течение 5 суток.

Пробная партия напитка ферментированного «Тиби с облепихой» произведена на существующей аппаратно-технологической линии в объеме 25,0 дал.

Технолог ООО НПО «Алтайский дар» _____ / Иванов И.А. /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н _____ / М.Н. Школькова /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н _____ / Е.Д. Рожнов /

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»

ОКПД2 11.07.19.120

Группа Н 71

(ОКС 67.160.20)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш

2020 г.



НАПИТОК ФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СОКОСОДЕРЖАЩИЙ
«КОМБУЧА С ОБЛЕПИХОЙ»

Технические условия

ТУ 11.07.19-012-10016999-2020

Дата введения в действие 01.11.2020 г.

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to E.D. Roznov.

Е.Д. Рожнов, к.т.н., доцент

М.Н. Школьников, д.т.н., профессор

г. Барнаул

Алтайский край

2020 г.

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НПО «АЛТАЙСКИЙ ДАР»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

К.Ю. Барабаш



2020 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству напитка ферментированного сокосодержащего
«Комбуча с облепихой»

ТИ 11.07.19-012-10016999-2020

(Вводится впервые)

Дата введения в действие «01» 11 2020 г.

г. Барнаул
2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ООО НПО «Алтайский дар»

/ Барабаш К.Ю. /

12 октября 2020 г.



АКТ

о выработки пробной партии напитка ферментированного «Комбуча с облепихой»

Настоящий акт составлен о том, что 12.10.2020 г. выработана пробная партия напитка ферментированного «Комбуча с облепихой» с использованием сезонного урожая плодов облепихи, пектолитического ферментного препарата Lalzyme HC, бентонита GranuBent PORE-TEC и настоя чайного листа. Ферментация напитка осуществлялась симбиотической культурой *Medusomyces gisevii*. Указанные вспомогательные технологические средства и стартовая симбиотическая культура были представлены разработчиками технологии.

Состав напитка ферментированного «Комбуча с облепихой» разработан Рожновым Е.Д., доцентом кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ) и Школьниковой М.Н., профессором кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ.

Производство осуществлялось в соответствии с «Инструкцией санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства» ИК 10-04-06-140-87 по предложенной рецептуре (таблица).

Таблица. Рецептура состава для производства напитка ферментированного «Комбуча с облепихой»

Компонент	Доля в рецептуре, % масс.
Сок облепиховый прямого отжима	25,0
Ферментный препарат Lalzyme HC	0,05
Бентонит GranuBent PORE-TEC	0,5
Настой чайного листа	2,25
Инвертный сахарный сироп (65–66 масс. %)	10,0
Вода подготовленная очищенная	до 100,0

В подготовленный сокодержательный субстрат вносили 5,0 % по массе стартовую культуру *Medusomyces gisevii* в виде пленки и осуществляли ферментацию в течение 5 суток.

Пробная партия напитка ферментированного «Комбуча с облепихой» произведена на существующей аппаратурно-технологической линии в объеме 25,0 дал.

Технолог ООО НПО «Алтайский дар»  / Иванов И.А. /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н  / М.Н. Школьниковой /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н  / Е.Д. Рожнов /

**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«АЛТАЙВИТАМИНЫ»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ЗАО «Алтайвитамины»

Ю.А. Кошелев

2013 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству вин и виноматериалов облепиховых
столовых и специальных

ТИ 9173-105-05783969-2013

(Вводится впервые)

Дата введения в действие «19» октября 2013 г.

г. Бийск
2013 г.

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО**«АЛТАЙВИТАМИНЫ»**

ОКП 91 7300

Группа Н 73

ОКП 91 7530

(ОКС 67.160.10)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ЗАО «Алтайвитамины»

Ю.А. Кошелев

2013 г.

**ВИНА И ВИНМАТЕРИАЛЫ ОБЛЕПИХОВЫЕ
СТОЛОВЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ****Технические условия****ТУ 9173-105-05783969-2013**Дата введения в действие 10.04.2013**РАЗРАБОТАНО**

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

В.П. Севодин, к.х.н., профессор

Е.Д. Рожнов, аспирант

г. Бийск

Алтайский край

2013 г.



ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ

ЗАО «АЛТАЙВИТАМИНЫ»

659325, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Заводская, 69
 ИНН 2226002532, КПП 222601001, р/с 407028109003000000669 в филиале АБ «Газпромбанк» (ЗАО) в г. Барнаул,
 БИК 040173753, к/с 30101810300000000753, ОКПО 05783969, ОКОНХ 19310, 71200, 72200.
 Тел: (3854) 32-69-43 – приемная; 32-70-33 – коммерческий директор;
 (3854) 33-87-19 – отдел маркетинга; 32-69-46, 32-69-47, 32-69-48 – отдел сбыта; Факс (3854) 32-76-40;
 E-mail: office@altayvitamin.ru www.altayvitamin.ru

Утверждаю

Генеральный директор

ЗАО «Алтайвитамины»

Кошелев Ю.А.



2013 г.

АКТ

о внедрении (использовании) результатов
 кандидатской диссертационной работы
 Рожнова Евгения Дмитриевича

Комиссия в составе: председатель Кошелев Ю.А, члены комиссии: Кулешова Н.И., Баташов Е.С. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Совершенствование технологии производства облепиховых вин в условиях Алтайского края» представленной на соискание ученой степени кандидата наук, использованы на базе опытного производства ЦЗЛ ЗАО «Алтайвитамины» при производстве в соответствии с технологической инструкцией ТИ 9173-105-05783969-2013 партии облепихового столового виноматериала.

В ходе проведенной проверки было установлено, что обработка бентонитом совместно с ультразвуковым воздействием позволяет быстрее и качественнее провести осветления суслу, при этом уменьшить расход фильтрокартона в 1,2-1,4 раза по сравнению с использованием только бентонита.

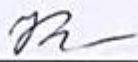
Целесообразным признана обработка «Термооксидом 3А» с целью

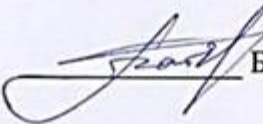
удаления ионов железа. Такой прием позволяет замедлить потемнение виноматериала при хранении.

Использование указанной технологии позволяет более комплексно производить переработку облепихи и тем самым уменьшить себестоимость готовой продукции.

На основании технологической инструкции ТИ 9173-105-05783969-2013 были разработаны технические условия «Вина и виноматериалы облепиховые столовые и специальные» ТУ 9173-105-05783969-2013.

Председатель комиссии  Кошелев Ю.А.

Члены комиссии:  Кулешова Н.И.

 Баташов Е.С.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОЛД»

ОКПД2 11.03.10.110

Группа Н 71

(ОКС 67.160.10)

УТВЕРЖДАЮ



Зам. директора по производству

ООО «СОЛД»

Е.И. Гросс Е.И. Гросс» *марта* 2019 г.**ВИНА И ВИНМАТЕРИАЛЫ ФРУКТОВЫЕ ОБЛЕПИХОВЫЕ****Технические условия**

ТУ 11.03.10-002-35008630-2019

Дата введения в действие 01-04-2019

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

Е.Д. Рожнов Е.Д. Рожнов, к.т.н., доцент
А.А. Еловских А.А. Еловских, студент

г. Бийск

Алтайский край

2019 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОЛД»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по производству
ООО «СОЛД»
 *Гросс* - Е.Н. Гросс
марта 2019 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству вин и виноматериалов фруктовых облепиховых

ТИ 11.03.10-002-35008630-2019

(Вводится впервые)

Дата введения в действие «*01*» *04* 2019 г.г. Бийск
2019 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОЛД»

ОКПД2 11.03.10.211

Группа Н 71

(ОКС 67.160.10)

УТВЕРЖДАЮ



Зам. директора по производству

ООО «СОЛД»

Е.Н. Гросс

2020 г.

СИДР ФРУКТОВЫЙ ОБЛЕПИХОВЫЙ

Технические условия

ТУ 11.03.10-006-35008630-2020

Дата введения в действие 01-06-2020

РАЗРАБОТАНО

Кафедра «Биотехнология» БТИ АлтГТУ

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to B.D. Rozhnov.

Б.Д. Рожнов, к.т.н., доцент

А.А. Еловских, студент

г. Бийск

Алтайский край

2020 г.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОЛД»

УТВЕРЖДАЮ



Зам. директора по производству

ООО «СОЛД»

Е.Н. Гросс

2020 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству сидра фруктового облепихового

ТИ 11.03.10-006-35008630-2020

(Вводится впервые)

Дата введения в действие «04» 06 2020 г.г. Бийск
2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по производству

ООО «СОЛД»

/ Гросс Е.Н. /

«21» сентября 2020 г.



АКТ

**о выработки пробной партии сидра фруктового облепихового
на предприятии ООО «СОЛД» (г. Бийск)**

Настоящий акт составлен о том, что 18.09.2020 г выработана пробная партия сидра фруктового облепихового на основе виноматериала сидрового облепихового сброженного: образец № 1 – виноматериал для производства сидра фруктового облепихового получен на основе натурального сока облепихи прямого отжима (пример 1 заявки); образец № 2 – виноматериал для производства сидра фруктового облепихового получен восстановления водой густого экстракта облепихи с содержанием сухих веществ не менее 50 % (пример 2 заявки)

Состав сидра фруктового облепихового разработан Рожновым Е.Д., доцентом кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ), Школьниковой М.Н., профессором кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ, Казарских А.О., инженером кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ, Еловских А.А., студентом направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология», Ковтун Е.А., заведующим производством ООО «КиТ плюс» (г. Бийск).

Производство осуществлялось в соответствии с «Инструкцией санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства» ИК 10-04-06-140-87 по предложенным рецептурам (таблица).

Таблица. Рецептура состава для производства сидра фруктового облепихового

Компонент	Доля в рецептуре (масс. %)
Виноматериал сидровый облепиховый сброженный	98,0 %
Инвертный сахарный сироп (65–66 масс. %)	2,0 %

Пробные партии образцов сидра фруктового облепихового произведена на существующей аппаратно-технологической линии в объеме 50,0 дал (образец № 1) и 65,0 дал (образец № 2).

Главный технолог ООО «СОЛД» Еловских К.А. / Еловских К.А. /

Начальник ОПК ООО «СОЛД» Шмелева И.Ю. / Шмелева И.Ю. /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н Школьниковой М.Н. / М.Н. Школькова /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н Рожнов Е.Д. / Е.Д. Рожнов /

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по производству

ООО «СОЛД»

/ Гросс Е.Н. /

10 ноября 2020 г.



АКТ

о результатах промышленной отработки способа производства
сидра фруктового облепихового на предприятии ООО «СОЛД» (г. Бийск)

Настоящий акт составлен о том, что 09.11.2020 г. выработана пробная партия сидра фруктового облепихового согласно технологическим решениям разработанным коллективом авторов в составе Рожнова Е.Д., доцента кафедры «Биотехнология» Бийского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (далее БТИ АлтГТУ), Школьниковой М.Н., профессора кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ, Казарских А.О., инженера кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ, Еловских А.А., студента направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология», Ковтун Е.А., заведующей производством ООО «КиТ плюс» (г. Бийск).

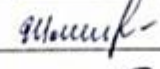
Для получения сидра фруктового облепихового с содержанием титруемых кислот использовали экстракт плодов облепихи с концентрацией сухих веществ 64 %, титруемой кислотностью $130,0 \pm 5,0$ г/дм³ (в пересчете на яблочную кислоту) и сахаристостью $540 \pm 5,0$ г/дм³ в количестве 20 дал. Рассчитанный объем экстракта облепихи смешивали с водой питьевой в количестве 520 дал в емкости из нержавеющей стали с лопастной мешалкой при температуре 55 °С. Для накопления спирта в виноматериале равном 6 % об., в суело дополнительно вносили 535,9 кг сахара. По окончании процесса приготовления суела в рубашку емкости подавали холодную воду и охлаждали суело при постоянном перемешивании до температуры 22 °С. Для сбраживания суела использовали активные сухие винные дрожжи рода *Saccharomyces bayanus*. Сбраживание облепихового суела осуществляли стационарным способом при температуре 18–22 °С до достижения содержания остаточных сахаров $1,5 \pm 0,2$ г/дм³. Сброженное суело подвергали отстаиванию в холодильных камерах при температуре 7 ± 2 °С в течение 15 суток, осветляли бентонитом из расчета 3,5 г/дм³. Осветленный виноматериал декантировали с осадка, который направляли на центрифугирование. Осветленный сидровый виноматериал из облепихи и фугат смешивали и направляли на фильтрование через фильтр-картон. Мутность фильтрованного виноматериала составила 0,15 единиц мутности (NTU). Осветленный сидровый виноматериал содержал ионы железа в количестве $13,5 \pm 0,2$ мг/дм³, поэтому его подвергали демеетализации с использованием сорбента Термоксид 3А до остаточного содержания ионов железа равного $0,8 \pm 0,2$ мг/дм³. Суммарное содержание катехинов и процианидинов в виноматериале составило $276,1 \pm 5,5$ мг/дм³, обработку поливинилпирролидоном Polyclar V в дозировке 0,5 г/дм³ в течение 60 минут. Остаточное содержание суммы катехинов и процианидинов составило $89,3 \pm 5,2$ мг/дм³. Осветленный и розливостойкий виноматериал карбонизировали в потоке, подвергали обеспложивающей фильтрации через картриджи сверхвысокомолекулярного полиэтилена с рейтингом фильтрации 0,5 мкм, разливали в изобарических условиях, обеспечивая давление двуокиси углерода в потребительской таре не менее 200 кПа при 20 °С.

Способ производства сидра фруктового облепихового отработан на существующей аппаратурно-технологической линии предприятия ООО «СОЛД».

Выработанный по предложенному способу сидр фруктовый облепиховый имеет следующие органолептические характеристики: внешний вид – прозрачная жидкость с блеском, без осадка и посторонних включений; цвет – светло-соломенный; аромат – чистый, облепиховый с сортовым ароматом; вкус кисловатый с умеренно-выраженной терпкостью; при наливе в бокал сидра фруктового облепихового образовывается пена и происходит длительное выделение пузырьков двуокиси углерода.

Комиссия в составе главного технолога Еловских К.А., начальника отдела производственного контроля Шмелевой И.Ю., профессора кафедры биотехнологии БТИ АлтГТУ Школьниковой М.Н. и доцента кафедры биотехнологии БТИ АлтГТУ Рожнова Е.Д. сделала заключение о промышленной применимости разработанного коллективом авторов способа производстве сидра фруктового облепихового

Главный технолог ООО «СОЛД»  / Еловских К.А. /

Начальник ОПК ООО «СОЛД»  / Шмелева И.Ю. /

Профессор кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, д.т.н  / М.Н. Школькова /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н  / Е.Д. Рожнов /

ООО «СОЛД»
Юридический адрес: 659354, Алтайский край, Бийский р-н,
пос. Боровой, ул. 40 лет Победы, д.2Б
ИНН 2204078834 КПП 220401001
ОГРН 1162225058203

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по производству
ООО «СОЛД»



Е.Н. Гросс

«26» апреля 2021 г.

АКТ

о внедрении (использовании) результатов диссертационного исследования Рожнова Евгения Дмитриевича на ООО «СОЛД»

Комиссия в составе: председатель Гросс Е.Н., члены комиссии: Еловских К.А., Шмелева И.Ю., Молодцова Т.А. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Научно-практические основы технологий напитков из облепихи крушиновидной *Hipporhaerhamnoides* L. повышенной стабильности» представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, использованы на базе производственной лаборатории ООО «СОЛД» при производстве в соответствии с технологическими инструкциями ТИ 11.03.10-002-35008630-2019 и ТИ 11.03.10-006-35008630-2020 партий виноматериала фруктового облепихового и сидра фруктового облепихового.

В ходе проведенной проверки установлено, что обработка бентонитом совместно с ультразвуковым воздействием позволяет уменьшить расход фильтрокартона в 1,2–1,4 раза по сравнению с использованием только бентонита.

Целесообразным признана обработка сорбентом «Термоксид 3А» с целью удаления ионов железа для замедления процесса потемнения виноматериалов при опытном хранении в контролируемых условиях.

При производстве сидров фруктовых облепиховых признана эффективной обработка поливинилполипирролидоном «PolyclarV» для удаления реакционноспособных соединений и придания напиткам стабильности при хранении за счет исключения образования темноокрашенных соединений при конденсации и полимеризации процианидинов.

Использование представленных в диссертационной работе технологических приемов позволяет проводить эффективную переработку плодов облепихи при получении напитков повышенной стабильности при хранении.

На основании технологических инструкций ТИ 11.03.10-002-35008630-2019 и ТИ 11.03.10-006-35008630-2020 разработаны технические условия «Вина и виноматериалы фруктовые облепиховые» ТУ 11.03.10-002-35008630-2019 и «Сидр фруктовый облепиховый» ТУ 11.03.10-006-35008630-2020

Председатель комиссии

Гросс Е.Н.

Члены комиссии: Гл. технолог ООО «СОЛД»

Еловских К.А.

Технолог ООО «СОЛД»

Молодцова Т.А.

Начальник ОПК ООО «СОЛД»

Шмелева И.Ю.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 495 100** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) МПК
 C12G 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012150912/10, 27.11.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 27.11.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.11.2012

(45) Опубликовано: 10.10.2013 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: Сборник основных правил,
 технологических инструкций и нормативных
 материалов по производству винодельческой
 продукции. - М.: Пищепромиздат, 1998, с.141-
 173. RU 2347738 C1, 27.02.2003. RU 2218389
 C2, 10.12.2003. SU 212202, 17.05.1968. SU
 190852 A1, 14.01.1967. UA 45004 A, 15.03.2002.

Адрес для переписки:

659305, Алтайский край, г. Бийск, ул.
 Трофимова, 27, Бийский технологический
 институт (филиал) ФГБОУВПО "Алтайский
 ГТУ им. И.И. Ползунова", отдел защиты
 интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Рожнов Евгений Дмитриевич (RU),
 Севодина Ксения Валерьевна (RU),
 Севодин Валерий Павлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Алтайский государственный технический
 университет им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ)
 (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЛЕПИХОВОГО ВИНА

(57) Реферат:

Из пастеризованного облепихового сусла получают сброженный виноматериал путем сбраживания сусла на меже методом «погруженной шапки». Осветляют его обработкой бентонитовой суспензией, воздействуют ультразвуком интенсивностью 1,5 Вт/см² и частотой 42 кГц в течение 5 мин при непрерывном перемешивании. Отстаивают виноматериал 18-24 часа, снимают с осадка, который подвергают центрифугированию и образовавшийся фугат объединяют с виноматериалом. Фильтруют виноматериал, проводят его деметаллизацию ионообменным сорбентом «Термоксид 3А» непрерывной

подачей виноматериала в колонку со скоростью, равной 30 объемам на один объем сорбента в час, до обеспечения содержания ионов железа 0,2-0,7 мг/дм³. Виноматериал купажируют с этиловым ректификованным спиртом и инвертным сахарным сиропом, фильтруют и разливают. Перед розливом сульфитируют облепиховое вино метабисульфитом калия или натрия. После розлива пастеризуют в бутылках не менее 60 мин при температуре 65°C. Изобретение обеспечивает получение вина с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, повышение выхода вина. 2 з.п. ф-лы, 3 пр.

RU 2 495 100 C1

RU 2 495 100 C1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2711728

Способ получения комплекса биофлавоноидов из
обезжиренного облепихового шрота

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ). Отдел научно-исследовательской работы сотрудников и преподавателей (ОНИРСиП) (RU)*

Авторы: *см. на обороте*

Заявка № 2019126682

Приоритет изобретения 22 августа 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 января 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 22 августа 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2734509

Состав для производства смузи тыквенно-облепихового

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ) (RU)*

Авторы: *Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Школьников Марина Николаевна (RU), Казарских Алексей Олегович (RU)*

Заявка № 2019138488

Приоритет изобретения 27 ноября 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 19 октября 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 27 ноября 2039 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Измаилов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021617274

Расчет состава сусл

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (RU)*

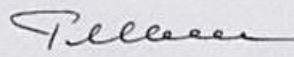
Авторы: *Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Павлова Наталья Валерьевна (RU), Старыгина Ольга Владимировна (RU)*

Заявка № 2021616084

Дата поступления 23 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 13 мая 2021 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Изrael

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021617612

Оценка жизнеспособности активных сухих винных дрожжей

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (RU)*

Авторы: *Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Павлова Наталья Валерьевна (RU), Ковтун Елена Анатольевна (RU), Казарских Алексей Олегович (RU), Старыгина Ольга Владимировна (RU)*

Заявка № 2021616121

Дата поступления 23 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 18 мая 2021 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021616957

**Расчет количества остаточных полифенолов в напитках
при обработке препаратами
поливинилполипирролидона (ПВП)**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Алтайский
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
(RU)*

Авторы: *Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Павлова Наталья
Валерьевна (RU), Ковтун Елена Анатольевна (RU), Казарских
Алексей Олегович (RU), Старыгина Ольга Владимировна (RU)*

Заявка № 2021615884

Дата поступления 20 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 29 апреля 2021 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**RU2021616965**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

Номер регистрации (свидетельства): 2021616965 Дата регистрации: 29.04.2021 Номер и дата поступления заявки: 2021615900 20.04.2021 Дата публикации и номер бюллетеня: 29.04.2021 Бюл. № 5 Контактные реквизиты: нет	Автор(ы): Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Павлова Наталья Валерьевна (RU), Шариати Мохаммед Али (IR), Ребезов Максим Борисович (RU), Старыгина Ольга Владимировна (RU) Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (RU)

Название программы для ЭВМ:
 Оценка бродильной активности активных сухих винных дрожжей

Реферат:

Программа предназначена для сравнительной оценки бродильной активности различных штаммов активных сухих винных дрожжей. Программа позволяет пользователю осуществить: ввод данных (продолжительность брожения, массовая концентрация сброженных углеводов, объемная доля накопленного спирта); вывод данных в виде графика, отражающего динамику утилизации углеводов дрожжами; вывод данных в виде графика, отражающего динамику накопления спирта при брожении; вывод данных в виде графика, отражающего скорость утилизации углеводов. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 7 и выше.

Язык программирования: Borland Delphi 2006

Объем программы для ЭВМ: 630 КБ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**RU2021619908**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ**

Номер регистрации (свидетельства): 2021619908 Дата регистрации: 18.06.2021 Номер и дата поступления заявки: 2021615913 20.04.2021 Дата публикации и номер бюллетеня: 18.06.2021 Бюл. № 6 Контактные реквизиты: нет	Автор(ы): Рожнов Евгений Дмитриевич (RU), Павлова Наталья Валерьевна (RU), Казарских Алексей Олегович (RU), Старыгина Ольга Владимировна (RU) Правообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (RU)

Название программы для ЭВМ:
Проектирование состава тыквенно-облепихового смузи

Реферат:

Программа предназначена для проектирования состава тыквенно-облепихового смузи с использованием прогностической математической модели. Программа позволяет пользователю осуществить: ввод количества вводимого тыквенного пюре в пищевую систему тыквенно-облепихового смузи; ввод количества вводимого сладкого компонента (сахар-песок, сахарный сироп, мёд) в пищевую систему тыквенно-облепихового смузи; вывод рецептуры пищевой системы тыквенно-облепихового смузи и планируемой органолептической оценки оптимизированной рецептуры тыквенно-облепихового смузи по 25-балловой системе. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 7 и выше.

Язык программирования: Borland Delphi 2006

Объем программы для ЭВМ: 570 КБ

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по производству

ООО «СОЛД»

/ Гросс Е.Н. /

«08» апреля 2021 г.



АКТ

**о внедрении (использовании) результатов
диссертационного исследования Рожнова Евгения Дмитриевича
на ООО «СОЛД» (г. Бийск)**

Комиссия в составе: председатель Гросс Е.Н., члены комиссии: Шмелева И.Ю., Молодцова Т.А., Казанина С.М. составили настоящий акт о том, что разработанная в диссертационном исследовании Рожнова Е.Д. методика определения 5-гидроксиметилфурфурола (ГМФ) была апробирована в условиях лаборатории ООО «СОЛД».

Валидация методики количественного определения ГМФ в растворах и напитках проводилась по линейности, сходимости и правильности.

Определение линейности проведено на пяти уровнях концентраций ГМФ в пересчете на 5-гидроксиметилфурфурол в растворе. Коэффициент корреляции составил 0,997. Сходимость методики была определена в образце раствора в шести повторностях. Величина относительного стандартного отклонения составила 2,8 %.

Правильность методики установлена путем измерения количественного содержания ГМФ в пересчете на 5-гидроксиметилфурфурол в растворах, полученных путем добавления определенного количества стандарта к исследуемому раствору.

В ходе апробации установлено, что предложенная методика легко воспроизводима, доступна и позволяет объективно оценивать концентрацию ГМФ в напитках в количествах до 100 мг/дм³.

Начальник лаборатории ООО «СОЛД» Шмелева И.Ю. / Шмелева И.Ю. /

Технолог ООО «СОЛД» Молодцова Т.А. / Молодцова Т.А. /

Инженер-химик ООО «СОЛД» Казанина С.М. / Казанина С.М. /

Доцент кафедры «Биотехнология»
БТИ АлтГТУ, к.т.н

Рожнов Е.Д. / Е.Д. Рожнов /