

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий»

Объект авторского права

УДК 663.256.1

**ТРУСОВА
МАРИЯ МИХАЙЛОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ НАТУРАЛЬНЫХ
ВИНОМАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИТОЗАНА ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ КОЛЛОИДНОЙ СТОЙКОСТИ ВИН**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически
активных веществ

Могилев 2024

Научная работа выполнена в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

Научный руководитель:

Павлова Оксана Валерьевна

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии, физиологии и гигиены питания, факультета биологии и экологии, УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Официальные оппоненты:

Абрамова Ирина Михайловна

доктор технических наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии», филиал ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

Оппонирующая организация

Пушкарь Александр Александрович

кандидат технических наук, заместитель директора по биотехнологическому направлению ООО «Ритехна»

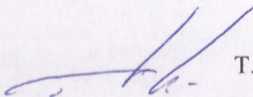
Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»

Защита состоится «07» февраля 2025 г. в 12.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.17.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3, e-mail: mail@bgut.by, тел.: +375 (0222) 63-35-41.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Автореферат разослан «30» декабря 2024 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций Д 02.17.01,
кандидат технических наук, доцент



Т.Д. Самуйленко

ВВЕДЕНИЕ

Национальное виноделие это одно из наиболее перспективных направлений пищевой промышленности Республики Беларусь, которое имеет давние традиции в области производства высококачественных фруктово-ягодных натуральных вин. Современная технология фруктово-ягодных натуральных вин базируется на прочной научной основе, фундамент которой был заложен Н. К. Могиланским, В. А. Зарубиным, Д. К. Чаленко, О. Д. Парагульговым и В. П. Шашиловым, академиком А. С. Вечером и Л. А. Юрченко, Т. Н. Дашкевичем, Т. М. Пашковской, Г. Б. Симановской, Г. А. Паперно, К. А. Алексанян, Л. А. Ткачук, О. Н. Урсул, Т. М. Тананайко, Г. Г. Валуйко, С. С. Макаровым, Н. М. Агеевой и др. Однако основной проблемой винодельческой отрасли на данный период времени является обеспечение качества винодельческой продукции, а также поиск новых эффективных вспомогательных средств, для устранения дефектов фруктово-ягодных натуральных вин, обеспечения стабильности продукции на протяжении гарантийного срока и более. Существующая проблема отсутствия системного подхода к выбору вспомогательных сорбирующих материалов, созданию оптимальных условий сорбции для процесса стабилизации определяет необходимость проведения научных исследований в данном направлении. Актуальность приобрел вопрос создания научно-обоснованной технологии обработки винодельческой продукции для осветления и стабилизации, изучение возможности применения новых эффективных вспомогательных адсорбционных материалов. Тема, рассматриваемая в данной работе, направлена на решение проблемы улучшения качества и сроков хранения фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин, за счет применения новых вспомогательных сорбционных материалов на основе хитозана на стадии осветления и стабилизации винодельческой продукции.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 гг., утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.03.2015 г. №190 п. 9 «Агропромышленный комплекс и продовольственная безопасность», а также приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг. (указ Президента Республики Беларусь 07 мая 2020 г. № 156) – Агропромышленные и продовольственные технологии: продовольственная

безопасность и качество сельскохозяйственной продукции. Диссертационная работа выполнена в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в рамках гранта от НАН Беларуси по теме «Исследование эффективности применения хитозана как стабилизатора в технологии напитков брожения», по договору № 2021-31-192 от 01.04.2021.

Цель, задачи, объект и предмет исследования

Целью диссертационной работы является научное обоснование и разработка технологии обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин для повышения их коллоидной стойкости с применением хитозана, как средства для адсорбционного осветления и стабилизации.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи исследования:

– исследовать параметры хитинсодержащего сырья, установить оптимальные режимы стадии деацетилирования в получении хитозана с высокими адсорбционными свойствами для применения в технологии фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин с целью обеспечения их коллоидной стойкости;

– определить значимые для технологического процесса обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин физико-химические показатели хитозана (молекулярную массу, массовую долю влаги, вязкость относительную, массовую долю водорастворимых веществ, объемно-насыпную плотность, рН водной вытяжки, дисперсность) и оптимальные технологические параметры адсорбции хитозана: температуру, продолжительность обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин, влажность вносимого сорбента;

– исследовать адсорбционную активность хитозана к мутеобразующим компонентам (белкам, полифенолам), содержащимся в фруктово-ягодных натуральных виноматериалах и винах, определить оптимальные режимы регенерации хитозана;

– разработать режимы обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин с применением хитозана для повышения коллоидной стойкости и осветления, провести оценку показателей качества и безопасности готовой продукции, определить экономический эффект от использования хитозана в виноделии.

Объектом исследования является технологический процесс производства фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин.

Предмет исследования физико-химические и технологические свойства хитозана, технологические режимы обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин с целью обеспечения их коллоидной стойкости.

Научная новизна

Диссертационное исследование содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4 и 5 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.07 – биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ.

- Научно обоснованы и экспериментально установлены оптимальные режимы стадии деацетилирования в получении хитозана с высокими адсорбционными свойствами;
- Впервые установлена адсорбционная активность хитозана в отношении белков и полифенолов, содержащихся в фруктово-ягодных натуральных виноматериалах и винах;
- Определены оптимальные технологические параметры адсорбции хитозана: температура, продолжительность обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин, влажность вносимого сорбента;
- Экспериментально установлены оптимальные режимы регенерации хитозана способствующие его трехкратному использованию;
- Проведен сравнительный анализ адсорбционной способности различных сорбентов по отношению к белкам и полифенолам, содержащимся в фруктово-ягодных натуральных виноматериалах и винах.

Положения, выносимые на защиту

1. Параметры хитинсодержащего сырья для получения хитозана: влажность – $81,20 \pm 5,08$ %, зола – $15,7 \pm 1,1$ %, белки – 21 ± 2 %, липиды – $1,08 \pm 0,42$ %, клетчатка – $23,1 \pm 1,7$ %. Оптимальные режимы деацетилирования для получения хитозана с адсорбционной активностью ≥ 346 мг/г и степенью деацетилирования $63,4 \pm 0,2$ %: температура – 120 ± 10 °С, концентрация гидроксида натрия – 30 ± 6 %, экспозиция – 45–60 мин.

2. Физико-химические показатели хитозана значимые для технологического процесса повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин: молекулярная масса – $430,00 \pm 0,57$, массовая доля влаги – 11 ± 1 %, вязкость относительная – $24,32 \pm 0,02$, массовая доля водорастворимых веществ – $0,1 \pm 0,01$ %, насыпная плотность – $0,165 \pm 0,027$ г/см³, рН водной вытяжки – $6,32 \pm 0,38$, дисперсность – $3,16 \pm 0,09$ %. Оптимальные технологические режимы адсорбции для хитозана способствующие максимальной адсорбционной активности $\geq 397,5$ мг/г: температура 18–25 °С, экспозиция от 45 до 65 мин и влажность 80 ± 5 %.

3. Адсорбционная активность хитозана к белкам и полифенолам, как к основным мутеобразующим компонентам, в соке яблочном составляет: $2,703 \pm 0,002$ г белка на 1 г хитозана (снижение концентрации белка на 46,33%) и $701,00 \pm 0,56$ мг полифенолов на 1 г хитозана (20,47 %); в соке черноплодной рябины $1,600 \pm 0,230$ г/г белка (38,82 %) и $805,00 \pm 0,26$ мг/г полифенолов (18,24 %); в виноматериале сброженном, полученном из соков черноплодной рябины и яблочного $1,400 \pm 0,002$

г/г белка (32,32 %) и 666,00±0.64 мг/г полифенолов (11,42 %). Оптимальные режимы регенерации хитозана способствующие его трехкратному использованию: температура 70±5 °С, концентрация соляной кислоты 10±2 %.

4. Технология обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин для обеспечения их коллоидной стойкости: дозировка хитозана 0,1 г на 1 дал полуфабриката, влажность вносимых сорбентов 80±5 %, температура 18–25 °С, время адсорбции 45–65 мин, что позволяет увеличить сроки годности в 2,5 раза.

Личный вклад соискателя учёной степени

Диссертация выполнена соискателем самостоятельно и обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Автор провел обзор и анализ данных научно-технической литературы по теме диссертации, выбрал, установил и применил экспериментальные методы исследования и проанализировал полученные результаты. Перспективы использования хитозана как стабилизатора при коллоидных помутнениях изучены совместно с к. с-х. н БСХА Т.Н. Камедько. Из совместно опубликованных работ в диссертацию включены результаты, полученные автором лично или на паритетных условиях с соавторами.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные материалы и результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на 11 международных научных и научно-практических конференциях и форумах: XIII Международная научно-техническая конференция «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 23–24 апреля 2020 г.), II International scientific and practical conference «Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization values» (Kyiv, 01 June, 2020), XV Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии» (Гродно, 22–24 сентября 2020 г.), XVIII Международная научно-практическая конференция «Наука, питание и здоровье» (Минск, 02 октября 2020 г.), 3-я Международная научно-практическая конференция «Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания» (Курск, 9 апреля 2021 г.), XIII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» (Белгород, 16 октября 2021 г.), XVII международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии – 2022» (Гродно, 5–6 октября 2022 г.), XIV Международная научно-техническая конференция «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 21–22 апреля 2022 г.), научно-практическая конференция «Стратегические национальные интересы Республики Беларусь в контексте современных глобальных вызовов» (Гродно, 29–30 марта 2022 г.), XIX Международная научно-практическая конференция «Проблемы продовольствия и питания» (Минск, 6–7 октября 2022 г.), XIX Международная научная конференция «Молодежь в науке» (Минск, 25–28 октября 2022 г.).

Опубликование результатов диссертации

Опубликование результатов диссертации

Основные результаты диссертации и положения опубликованы в 15 работах: 4-х научных статьях, в изданиях, включённых в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований (1,5 авторских листа), 11 материалах конференций, а также получено положительное решение по заявке на выдачу патента на изобретение, № а 20210228 от 18.10.2021, разработана 1 технологическая инструкция, результаты исследования представлены в 1 акте производственных испытаний и 1 акте внедрения.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, описания объектов и методов исследований, экспериментальной части, состоящей из 3 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Общій объем диссертации составляет 131 страницу машинописного текста и содержит: 28 таблиц, 35 рисунков и приложения на 18 страницах. Библиографический список включает 186 наименований, в том числе иностранных – 38, публикаций соискателя – 17.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен анализ научно-технической литературы, который показал, что основной причиной ухудшения товарного вида фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин является образование комплекса биополимеров с участием высокомолекулярных соединений – белков и полифенолов. Для устранения данного дефекта винодельческие предприятия применяют различные вспомогательные средства: ферменты, обработку бентонитом, желатином и т.д. Поиск новых вспомогательных материалов для осветления и стабилизации фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин должен быть продолжен, так на данный момент не существует материалов, полностью удовлетворяющих всем требованиям: универсальность, простота применения и достаточная эффективность. Хитозан является перспективным сорбентом для использования в технологии обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин для обеспечения их коллоидной стойкости. Прежде всего, это высокая адсорбционная активность, инертность по отношению к готовому вину, то есть хитозан не меняет его вкус, запах, цвет и не растворяется в готовом напитке. Изучение механизмов адсорбции, позволит определить оптимальные условия для применения хитозана, а проблема срока службы хитозана, может быть решена путем использования методов регенерации. На основании анализа литературных данных были сформулированы цель и задачи исследований, которые приведены в общей характеристике работы.

Во второй главе описаны объекты и методы исследований, представлена структурная схема исследований (рисунок 1).

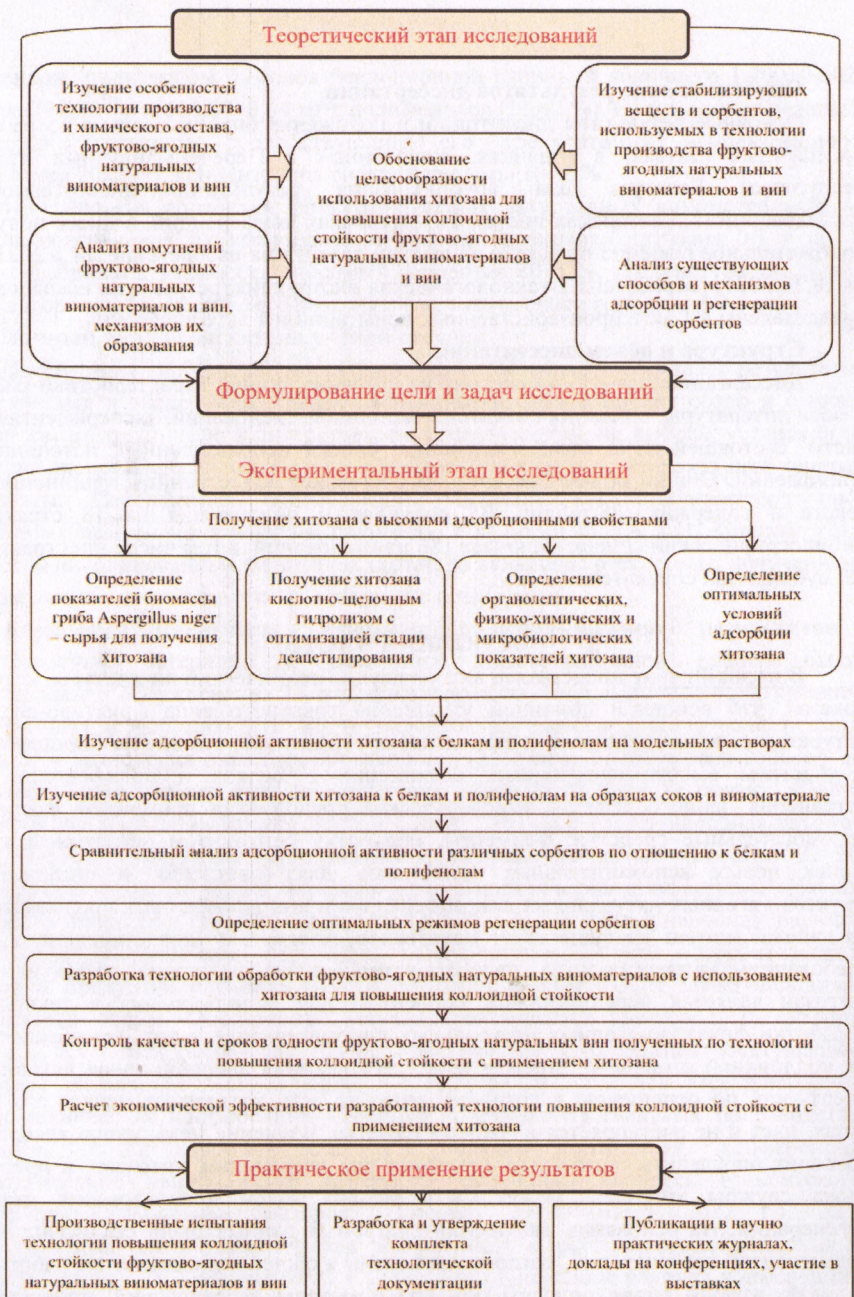


Рисунок 1 – Структурная схема исследования

Отбор проб, подготовка и проведение испытаний осуществлены с использованием общепринятых и специальных физико-химических и органолептических методов оценки. Определение показателей сырой биомассы *Aspergillus niger* проводили по ГОСТ 27548-97, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 51417-99, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 13496.2-91. Хитозан выделили из биомассы *Aspergillus niger* с помощью последовательного четырёхступенчатого кислотного-щелочного гидролиза. Оптимизацию процесса деацетилирования с целью получения хитозана, осуществляли в щелочных условиях в зависимости от концентрации щелочи, температуры и экспозиции. Полученный сорбент исследовали на адсорбционную активность по ГОСТ 4453-74. Степень деацетилирования хитозана определяли потенциометрическим титрованием. Физико-химические показатели хитозана определяли по следующим ГОСТ: массовая доля водорастворимых веществ – ГОСТ 33577-2015, pH водной вытяжки – ГОСТ 33578-2015, дисперсность определяли по ГОСТ 21119.4-75, насыпную плотность – ГОСТ Р 55959-2014. Соответствие полученных образцов эталонному хитозану было установлено инфракрасным спектральным анализом образцов на ИК-Фурье-спектрометре. Концентрацию полифенолов в модельных растворах, образцах соков и виноматериале до и после адсорбции определяли при помощи метода Еруманиса. Для определения количества белка в соке и вине использовали метод Лоури.

Определение сроков годности полученной опытной партии вина «Софи полусладкое» по усовершенствованной технологии осуществляли методом «ускоренного старения». Производили отбор 3-х проб вина «Софи полусладкое» полученного по усовершенствованной технологии и 3-проб вина «Софи полусладкое» полученного по классической технологии (контрольный образец), образцы помещали в термостат и выдерживали при температуре 55 °С, до появления визуальных следов опалесценции и мути, что принимали как окончание срока годности образца. Планирование экспериментов и обработку экспериментальных данных проводили при помощи программ STATGRAPHICS и STATISTICA 10.0, стандартного пакета Excel.

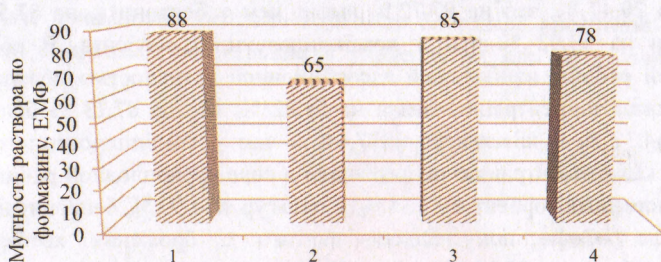
В третьей главе описаны показатели инактивированной биомассы гриба *Aspergillus niger* – сырья для получения хитозана: влажность – $81,20 \pm 5,08$ %, зола – $15,7 \pm 1,1$ %, белки – 21 ± 2 %, липиды – $1,08 \pm 0,42$ %, клетчатка – $23,1 \pm 1,7$ %, описан процесс получения хитозана кислотным-щелочным гидролизом с оптимизацией стадии деацетилирования. Для деминерализации сырую биомассу обрабатывали 3 % раствором соляной кислоты при 30 °С в течение 1 ч. На стадии депотеинизации интермеднат, полученный после первой стадии, обрабатывали 2 % раствором гидроксида натрия при 90 °С в течение 1 ч. На третьем этапе полученный промежуточный продукт обрабатывали 6 % раствором перекиси водорода при 40 °С в течение 1 ч. Установлено, что показатели адсорбционной активности напрямую

зависят от условий процесса деацетилирования. Оптимальными условиями для проведения стадии деацетилирования и получения хитозана с высокой адсорбционной активностью ≥ 346 мг/г и степенью деацетилирования $63,4 \pm 0,2$ %, являются температура – $120 \pm 10^\circ\text{C}$, концентрация гидроксида натрия – 30 ± 6 %, экспозиция – 45–60 мин. Проведены исследования физико-химических показателей хитозана, которые значимы для технологического процесса, подтверждено, что хитозан соответствует всем предъявляемым к вспомогательным материалам требованиям: Определены физико-химические показатели хитозана, которые значимы для технологического процесса, подтверждено, что хитозан соответствует всем предъявляемым к вспомогательным материалам требованиям: молекулярная масса – $430,00 \pm 0,57$, массовая доля влаги – 11 ± 1 %, вязкость относительная – $24,32 \pm 0,02$, массовая доля водорастворимых веществ – $0,1 \pm 0,01$ %, насыпная плотность – $0,165 \pm 0,027$ г/см³, рН водной вытяжки – $6,32 \pm 0,38$, дисперсность – $3,16 \pm 0,09$ %. Органолептические показатели полученного образца хитозана из инактивированной биомассы гриба соответствуют показателям качества. По результатам исследования установлены оптимальные технологические режимы адсорбции для хитозана: температура 18–25 °С, экспозиция от 45 до 65 мин и влажность 80±5 %.

В четвертой главе проведен сравнительный анализ оценки потенциала хитозана и других классически используемых вспомогательных материалов (бентонита и кизельгура) в обеспечении коллоидной стабильности фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин.

Изучена адсорбционная активность хитозана, бентонита и кизельгура к белкам и полифенолам на модельных растворах. Установлено, что адсорбционная активность хитозана к белку $3,00 \pm 0,06$ г на 1 г хитозана при экспозиции 60 мин, что на 71,3 % больше чем у бентонита и на 53,3 % больше чем у кизельгура. Максимальная адсорбционная активность к полифенолам составила $242,50 \pm 0,12$ мг танина на 1 г хитозана при экспозиции 30 мин, что на 79,76 % больше чем у бентонита и на 45,36 % больше чем у кизельгура. Проанализирована возможность совместного использования хитозана и кизельгура в качестве комбинированного сорбента, 1 г этого композиционного материала сорбирует $2,10 \pm 0,06$ г белка, что на 34 % больше, чем адсорбция чистым кизельгуром и на 59,05 % больше чем у бентонита, а также $160,30 \pm 0,22$ мг танина на 1 г при экспозиции 30 мин, что на 17,34 % выше чем у кизельгура и на 69,38 % больше чем у бентонита. Была проанализирована способность хитозана, бентонита и кизельгура к снижению мутности и их адсорбционная активность по отношению к белково-дубильным комплексам. Мутность модельного раствора до адсорбции составляла 89 ЕМФ ($51,62 \pm 0,30$ мг/дм³). Результаты представлены на рисунке 2. Это коррелируется с адсорбционной активностью сорбентов к белково-дубильным комплексам: бентонит

– $1,16 \pm 0,01$ мг/г, кизельгур – $4,64 \pm 0,02$ мг/г, хитозан – $27,84 \pm 0,4$ мг/г, комбинированный сорбент – $12,76 \pm 0,12$ мг/г.



1 – бентонит, 2 – хитозан, 3 – кизельгур, 4 – комбинированный сорбент

Рисунок 2 – Влияние сорбентов на показатели мутности раствора

Проведена оценка стабилизационных и адсорбционных способностей хитозана, бентонита, кизельгура и комбинированного сорбента на образцах соков и виноматериале при условиях адсорбции входящих в диапазон оптимальных, установленных ранее: температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, экспозиция 60 мин и влажность 80 %.

Результаты по определению адсорбционной активности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения адсорбционной активности сорбентов на образцах соков и виноматериале

Сорбент	Объект исследования					
	Сок яблочный		Сок черноплодной рябины		Виноматериал «Софи полусладкое» снятый с брожения	
	Адсорбционная активность к белкам, г/г	Адсорбционная активность к полифенолам, мг/г	Адсорбционная активность к белкам, г/г	Адсорбционная активность к полифенолам, мг/г	Адсорбционная активность к белкам, г/г	Адсорбционная активность к полифенолам, мг/г
хитозан	$2,703 \pm 0,002$	$701,00 \pm 0,56$	$1,600 \pm 0,230$	$805,00 \pm 0,26$	$1,400 \pm 0,002$	$666,00 \pm 0,64$
бентонит	$0,140 \pm 0,001$	$16,00 \pm 0,12$	$0,206 \pm 0,001$	$16,00 \pm 0,09$	$0,370 \pm 0,009$	$16,00 \pm 0,08$
кизельгур	$0,990 \pm 0,011$	$87,00 \pm 0,34$	$0,570 \pm 0,008$	$324,00 \pm 0,12$	$0,430 \pm 0,011$	$95,00 \pm 0,12$
к-ый сорбент	$1,200 \pm 0,004$	$323,00 \pm 0,29$	$1,001 \pm 0,056$	$324,00 \pm 0,18$	$1,014 \pm 0,007$	$311,00 \pm 0,24$

Установлено, что хитозан снижает концентрацию белка в образце сока яблочного на 46,33 %, что на 94,82 % больше, чем у бентонита, 63,37 % – кизельгура и 55,61 % чем у комбинированного сорбента. Концентрацию полифенолов в соке яблочном на 20,47 %, это на 97,72 % выше, чем у бентонита, на 87,59 % чем у кизельгура и на 53,92 % чем у комбинированного сорбента. В образце сока черноплодной рябины наибольшей адсорбционной активностью обладал хитозан, который снижал концентрацию белка на 38,82 %, что на 87,13 % больше, чем у бентонита, 64,37 % – кизельгура и 37,44 % чем у комбинированного сорбента. Хитозан снижал концентрацию полифенолов в соке черноплодной рябины на 18,24 %, комбинированный сорбент на 7,34 %, кизельгур на 1,93 %, бентонит на 0,36 %. В виноматериале «Софи полусладкое» снятого с брожения хитозан снижал концентрацию белка на 32,32 %, что на 73,57 % выше, чем у бентонита, 69,29 % – кизельгура и 27,57 % чем у комбинированного сорбента. В образце виноматериала «Софи полусладкое» снятого с брожения хитозан снижает концентрацию полифенолов на 11,42 %, также высокие результаты получены у комбинированного сорбента – 5,33 %, что позволит в достаточной мере предотвратить образование коллоидных помутнений. Результаты по кизельгуру и бентониту – 1,63 и 0,27 % соответственно. Установлено, что хитозан и комбинированный сорбент могут использоваться в технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин в дозировке 0,1 г хитозана или 1 г комбинированного сорбента на 1 дал сока или виноматериала, соответственно. Исследована оптимизация процесса десорбции хитозана с целью изучения возможности повторного применения в технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин. По результатам проведенных экспериментов получено уравнение регрессии, которое адекватно описывает взаимосвязь адсорбционной активности хитозана после регенерации от концентрации раствора соляной кислоты и температуры воды для последующей промывки. После исключения из уравнения незначимых факторов оно приобретает следующий вид:

$$Y = -4,0556 + 0,0516 \times A + 0,25 \times B$$

где Y – адсорбционная активность, (г вещества /г сорбента);

A – температура воды, °С;

B – концентрация раствора соляной кислоты, %.

Для определения областей, при которой эти показатели имеют наибольшее значение, построили график поверхности отклика (рисунок 3).

По результатам исследования установлены оптимальные технологические режимы регенерации для хитозана: обработка $10 \pm 0,5$ % раствором соляной кислоты и последующая промывка проточной водой с температурой 70 ± 2 °С. Установлено, что повторное применение хитозана возможно благодаря кислотной денатурации части белков в процессе регенерации и удаления их при промывании хитозана водой.

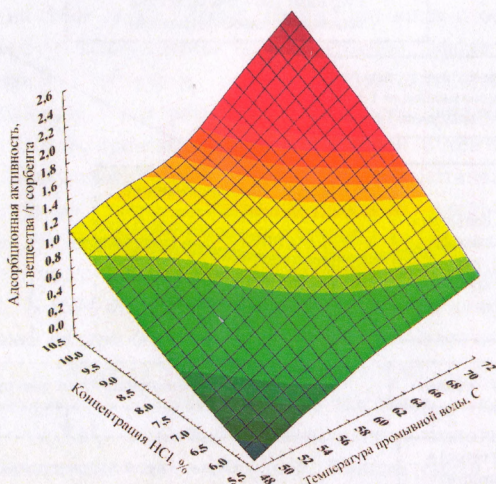


Рисунок 3 – Поверхность отклика, отражающая зависимость величины адсорбционной активности хитозана после регенерации от концентрации HCl и температуры воды

Установлено, что комбинированный сорбент можно использовать в технологическом процессе 3-хкратно, для этого необходимо осуществлять его регенерацию посредством обработки $10 \pm 0,05$ % раствором соляной кислоты и промывкой проточной водой с температурой 70 ± 2 °С.

В пятой главе представлена схема технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных вин (рисунок 4). Отличие разработанной усовершенствованной технологии от традиционно реализуемой заключается в том, что обработка купажа проводится хитозаном или хитозаном в комбинации с кизельгуром, расход: 0,1 г хитозана на 1 дал виноматериала или 1 г комбинированного сорбента (0,1 г хитозана и 0,9 г кизельгура) на 1 дал виноматериала – при оптимизированных условиях адсорбции $t = 18-25$ °С, экспозиция 45–60 мин, влажность вносимых сорбентов – 80 ± 5 %. Для достижения данного показателя влажности готовят суспензии хитозана, для этого количество хитозана необходимого для обработки смешивают с дистиллированной водой в соотношении 1 г на 4 г воды.

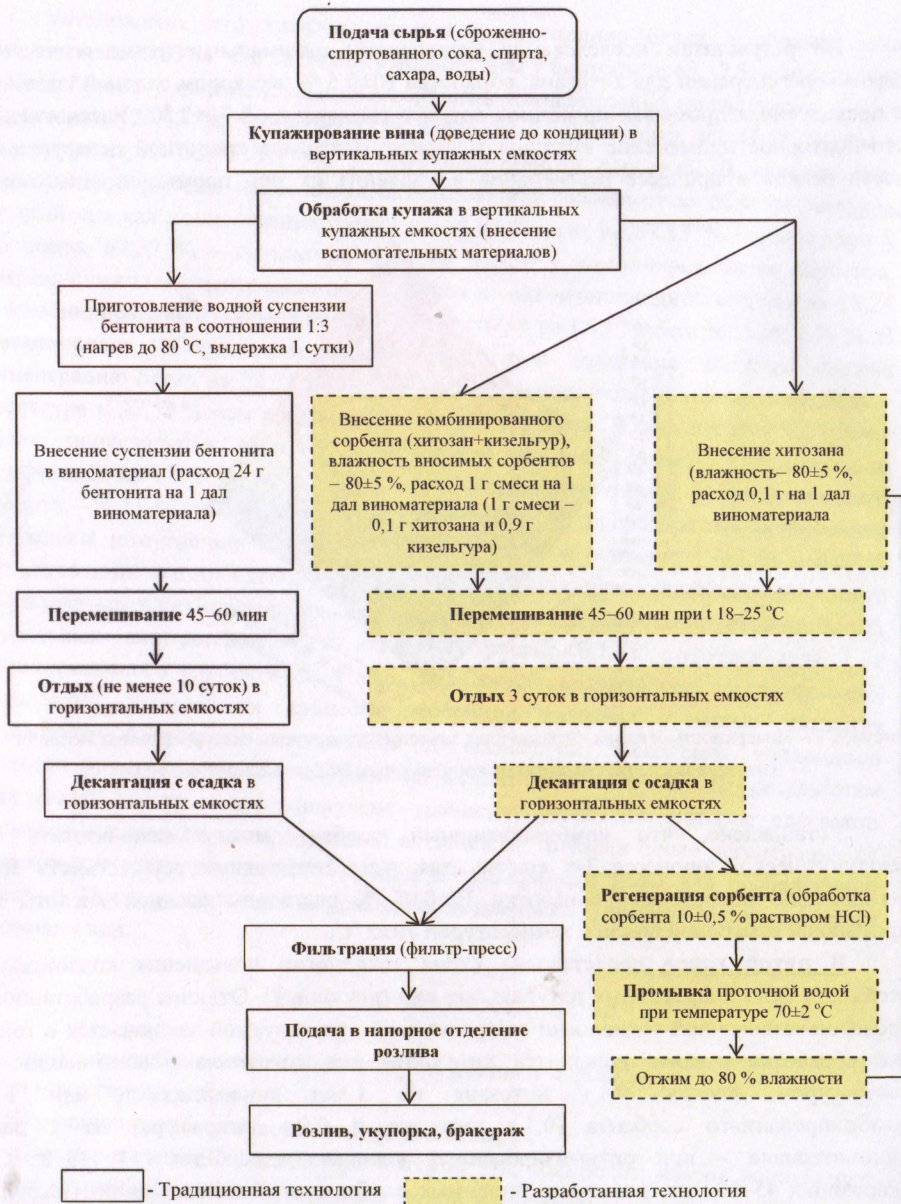


Рисунок 4 – Схема технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных вин на основе адсорбционной и стабилизирующей способности хитозана

После набухания хитозана, полученную водную суспензию разбавляют винодельческой продукцией, получая винно-водную суспензию, которую затем вносят в купажную емкость.

По усовершенствованной технологии отдых вина после обработки купажа составляет 3 суток, это объясняется тем, что при обработке купажа хитозаном происходит выпадение плотного, быстрообразующегося осадка, который завершает формироваться уже на 3-ьи сутки. После декантации вина с осадка хитозан или комбинированный сорбент возвращается на регенерацию. Эффективным является 3 кратное использование хитозана или комбинированного сорбента в технологическом процессе, которое осуществляется посредством промывки $10 \pm 0,5$ % раствором HCl и промывки проточной водой с температурой 70 ± 2 °C. Производственные испытания разработанной усовершенствованной технологии проводили на купажном участке ОАО «Дятловский ликёро-водочный завод «Алгонь», г. Дятлово, РБ. В результате лабораторных исследований было сделано заключение о соответствии партии виноматериала показателям безопасности и качества согласно СТБ 1694-06: объемная доля этилового спирта – $10,0 \pm 0,2$ %, массовая концентрация сахара $51,1 \pm 0,3$ г/дм³, массовая концентрация титруемых кислот – $6,6 \pm 0,1$ г/дм³, остаточный экстракт – $11,3 \pm 0,1$ г/дм³, массовая концентрация общей сернистой кислоты – $185,3 \pm 0,2$ мг/дм³, массовая концентрация летучих кислот – $0,3 \pm 0,05$ мг/дм³, массовая концентрация железа – $6 \pm 0,2$ мг/дм³, органолептические показатели – цвет янтарный. Виноматериал прошел испытания на розливостойкость в соответствии с ТИ ВУ 190239501.9-2.007-2011 было сделано заключение об отсутствии склонности к помутнениям. Проведена оценка сроков годности опытной партии вина «Софи полусладкое» полученного по усовершенствованной технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин партии «Софи полусладкое» полученного по классической технологии. Критерием оценки служило появление в образцах вина, выдерживаемых при экспериментальной температуре 55 °C, следов опалесценции и мути. Установлено, что при применении хитозана в технологии обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин срок годности увеличивается в 2,5 раза (247 суток срок годности вина приготовленного по классической технологии и 618 суток срок годности вина полученного по усовершенствованной технологии повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин). Вариант комбинированной обработки хитозаном и кизельгуром виноматериалов подтверждён заявкой на патент. Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация: – «Технологическая инструкция по применению осветляющих веществ при изготовлении винодельческой продукции» – ТИ ВУ 190239501.9-21.199-2022. Установлено, что технология повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных

натуральных виноматериалов и вин обеспечивает выработку вина фруктово-ягодного натурального, характеризующейся высокими органолептическими и физико-химическими показателями качества и безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлены параметры инактивированная биомасса гриба *Aspergillus niger*, сырья для получения хитозана: влажность – $81,20 \pm 5,08$ %, зола – $15,7 \pm 1,1$ %, белки – 21 ± 2 %, липиды – $1,08 \pm 0,42$ %, клетчатка – $23,1 \pm 1,7$ %. Установлено, что оптимальными условиями для проведения стадии деацетилирования и получения хитозана с высокой адсорбционной активностью ≥ 346 мг/г и степенью деацетилирования $63,4 \pm 0,2$ %, являются температура – 120 ± 10 °С, концентрация гидроксида натрия – 30 ± 6 %, экспозиция – 45–60 мин [1–А, 2–А, 3–А, 6–А, 12–А, 13–А].

2. Определены физико-химические показатели хитозана, которые значимы для технологического процесса, подтверждено, что хитозан соответствует всем предъявляемым к вспомогательным материалам требованиям: молекулярная масса – $430,00 \pm 0,57$, массовая доля влаги – 11 ± 1 %, вязкость относительная – $24,32 \pm 0,02$, массовая доля водорастворимых веществ – $0,1 \pm 0,01$ %, насыпная плотность – $0,165 \pm 0,027$ г/см³, рН водной вытяжки – $6,32 \pm 0,38$, дисперсность – $3,16 \pm 0,09$ %. Органолептические показатели полученного образца хитозана из инактивированной биомассы гриба соответствуют показателям качества. Установлены оптимальные технологические режимы адсорбции для хитозана: температура 18–25 °С, экспозиция от 45 до 65 мин и влажность 80 ± 5 % [3–А, 4–А, 5–А, 7–А, 8–А, 10–А, 12–А, 13–А].

3. Установлено, что адсорбционная активность хитозана к белкам и полифенолам, как к основным мутеобразующим компонентам, в соке яблочном составляет: $2,703 \pm 0,002$ г белка на 1 г хитозана и $701,00 \pm 0,56$ мг полифенолов на 1 г хитозана; в соке черноплодной рябины $1,600 \pm 0,230$ г/г белка и $805,00 \pm 0,26$ мг/г полифенолов; в виноматериале снятом с брожения $1,400 \pm 0,002$ г/г белка и $666,00 \pm 0,64$ мг/г полифенолов. Доказаны оптимальные режимы регенерации хитозана и сорбентов на его основе способствующие их трехкратному использованию: температура воды для обработки 70 ± 5 °С, концентрация соляной кислоты 10 ± 2 % [3–А, 7–А, 8–А, 11–А, 15–А].

4. Разработана технология повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин: 0,1 г хитозана на 1 дал сока или виноматериала, влажность вносимого сорбента 80 ± 5 %, температура адсорбции 18–25 °С, время адсорбции 45–65 мин. Сделано заключение о соответствии по

показателям безопасности и качества партии вина фруктово-ягодного натурального «Софи полусладкое» полученного с применением технологии повышения коллоидной стойкости согласно СТБ 1694-06 [4–А, 12–А, 13–А, 14–А, 16–А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Технология повышения коллоидной стойкости фруктово-ягодных натуральных вин успешно реализована на отечественном предприятии ОАО «Дятловский ликёро-водочный завод «Алгонь». Разработана и утверждена технологическая документация: технологическая инструкция по применению вспомогательных осветляющих веществ при изготовлении винодельческой продукции [17–А]. Экспериментально подтверждена эффективность разработанной технологии при производстве опытно-промышленной партии вина фруктово-ягодного натурального «Софи полусладкое» на ОАО «Дятловский ликёро-водочный завод «Алгонь». Проведена оценка экономической эффективности технологии. Согласно расчетам, годовой экономический эффект от применения усовершенствованной технологии производства по сравнению с традиционной при производстве 37500 дал в год составит 137 250 руб.

Список публикаций соискателя ученой степени

Статьи в соответствии с п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь

1–А. Павлова, О. В. Влияние условий сорбции на сорбционную активность хитозана / О. В. Павлова, О. К. Гладкая, М. М. Трусова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 86–93.

2–А. Pavlova, O. Optimisation of conditions for deacetylation of chitin-containing raw materials / O. Pavlova, M. Trusova // Food science and technology. – 2021. – Vol. 15, № 3. – P. 63–70.

3–А. Трусова, М. М. Перспективы использования хитозана как стабилизатора при коллоидных помутнениях / М. М. Трусова, Т. Н. Камедько, О. В. Павлова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 97–102.

4–А. Трусова, М. М. Определение возможности применения хитозана в технологии винодельческой продукции / М. М. Трусова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 54–61.

В сборниках материалов конференций

5–А. Трусова, М. М. Потенциал хитозана в технологии напитков брожения / М. М. Трусова // Техника и технология пищевых производств : материалы XIII междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апреля 2020 г. : в 2 т. / Могилев. гос.

ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2020. – Т. 1 – С. 65–66.

6–А. Trusova, M. M. Application of chitosan in the food industry / M. M. Trusova // Tourism of the XXI century. Global challenges and civilization values : II International scientific and practical conf., Kyiv, 1 June 2020. – Kyiv, 2020. – P. 468–471.

7–А. Трусова, М. М. Классификация компонентов помутнений напитков брожения / М. М. Трусова // Актуальные проблемы экологии : сборник статей XV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 22–24 сентября 2020 г. / ГрГУ имени Я. Купалы ; редкол.: И. Б. Заводник (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2020. – С. 137–139.

8–А. Павлова, О. В. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков брожения / О. В. Павлова, М. М. Трусова // Наука, питание и здоровье : сб. науч. трудов XVIII Международной научно-практической конференции, Минск, 02 октября 2020 г. / под общ. ред. З. В. Ловкиса. – Минск : Беларуская навука, 2020. – С. 179–182.

9–А. Пожарицкая, И. С. Возможности применения хитин-глюканового комплекса в пищевой промышленности / И. С. Пожарицкая, Т. И. Стулинская, М. М. Трусова // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 09 апреля 2021 г. – Курск : Юго-Западный гос. университет, 2021. – С. 308–310.

10–А. Трусова, М. М. Исследование физико-химических свойств биосорбентов / М. М. Трусова // XIII Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». – Белгород, 2021. – С. 3932–3938.

11–А. Трусова, М. М. Перспективные способы регенерации сорбентов применяемых в пищевой промышленности / М. М. Трусова, Д. А. Логинова // Техника и технология пищевых производств: междунар. науч.-техн. конф. – Могилев, 2022. – С. 343–345.

12–А. Трусова, М. М. Стабилизирующие и осветляющие вспомогательные материалы, используемые в технологии плодово-ягодных вин и напитков / М. М. Трусова ; науч. рук. О. В. Павлова // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / УО ГрГУ им. Янки Купалы ; Гродненский обл. комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды ; гл. ред. А. Е. Каревский ; редкол.: А. Е. Каревский, О. В. Павлова. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2022. – С. 155–156.

13–А. Трусова, М. М. Обзор новых стабилизирующих и осветляющих средств, используемых в технологии плодово-ягодных вин и напитков / М. М. Трусова // Стратегические национальные интересы Республики Беларусь в контексте современных глобальных вызовов : материалы науч.-практ. конф., Гродно, 29–

30 марта 2022 г. / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: А. Ф. Проневич (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2022. – С. 130–132.

14–А. Трусова, М. М. Повышение эффективности технологических процессов при производстве винодельческой продукции / М. М. Трусова // Проблемы продовольствия и питания : сб. науч. трудов международной научно-практической конференции, Минск, 6–7 октября 2022 г. – Минск : Беларуская навука, 2022. – С. 72–77.

Тезисы докладов

15 А. Трусова, М. М. Перспективные направления использования диатомита в пищевой промышленности / М. М. Трусова // XIX Международная научная конференция «Молодежь в науке – 2022», Минск, 25–28 октября 2022 г. : тез. докл. / Нац. акад. наук Беларуси : Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – С. 81–84.

Патенты, заявки на изобретения

16–А. Комбинированный сорбент для повышения коллоидной стабильности пива: заявка а20210228 Респ. Беларусь: МПК С12Н 1 /00 (2006.01) / З. В. Ловкис, М. М. Трусова, О. В. Павлова, В. В. Соловьев, В. И. Кулаковская; заявл. 30.07.2021.

Технологическая документация

17–А. Технологическая инструкция по применению осветляющих веществ при изготовлении винодельческой продукции : ТИ ВУ 190239501.9-21.199 – 2022 / В. В. Соловьев, Н. Р. Рабчонок, М. М. Трусова : утв. Науч.- практ. центр НАН Беларуси по прод. 08.06.2022. Введ. 08.06.2022. – Минск, 2022. – 10 с.

РЭЗЬЮМЭ

Трусава Марыя Міхайлаўна

Тэхналогія апрацоўкі фруктова-ягодных натуральных вінаматэрыялаў з выкарыстаннем хітазану для павышэння калоіднай стойкасці вінаў

Ключавыя словы: фруктова-ягоднае натуральнае віно, вінаматэрыял, хітазан, кізельгур, стабілізацыя, асвятленне, адсорбцыя, адсарбцыйная актыўнасць, калоіднае памутненне, бялкі, поліфенолы.

Мэта работы – навуковае абгрунтаванне і распрацоўка тэхналогіі апрацоўкі фруктова-ягодных натуральных вінаматэрыялаў і вінаў для павышэння іх калоіднай устойлівасці з ужываннем хітазану, як сродкі для адсарбцыйнага асвятлення і стабілізацыі.

Метады даследавання: фізіка-хімічныя, арганалептычныя, метады матэматычнай статыстыкі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: навукова абгрунтаваны і эксперыментальна ўстаноўлены аптымальныя рэжымы стадыі дэацэтылявання ў атрыманні хітазану з высокімі адсарбцыйнымі ўласцівасцямі.

Упершыню ўстаноўлена адсарбцыйная актыўнасць хітазану ў дачыненні да бялкоў і поліфенолаў, якія змяшчаюцца ў фруктова-ягодных натуральных вінаматэрыялах і вінах.

Вызначаны аптымальныя тэхналагічныя параметры адсорбцыі хітазану: тэмпература, працягласць апрацоўкі фруктова-ягодных натуральных вінаматэрыялаў і він, вільготнасць ўносіцца сарбенту;

Эксперыментальна ўсталяваны аптымальныя рэжымы рэгенерацыі хітазану якія спрыяюць яго трохразоваму выкарыстанню;

Праведзены параўнальны аналіз адсарбцыйнай здольнасці розных сарбентаў па стаўленні да бялкоў і поліфенолаў, якія змяшчаюцца ва фруктова-ягодных натуральных вінаматэрыялах і вінах.

Ступень выкарыстання: вынікі даследаванняў сталі асновай для распрацоўкі тэхналагічнай дакументацыі. Прапанаваная тэхналогія аправавана ва ўмовах ААТ “Дзятлаўскага лікёра-гарэлачнага завода “Алгонь”.

Вобласць прымянення: вінаробная прамысловасць.

РЕЗЮМЕ

Трусова Мария Михайловна

Технология обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов с использованием хитозана для повышения коллоидной стойкости вин

Ключевые слова: фруктово-ягодное натуральное вино, виноматериал, хитозан, кизельгур, стабилизация, осветление, адсорбция, адсорбционная активность, коллоидное помутнение, белки, полифенолы.

Цель работы – научное обоснование и разработка технологии обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин для повышения их коллоидной стойкости с применением хитозана, как средства для адсорбционного осветления и стабилизации.

Методы исследования: физико-химические, органолептические, методы математической статистики.

Полученные результаты и их новизна: научно обоснованы и экспериментально установлены оптимальные режимы стадии деацетилирования в получении хитозана с высокими адсорбционными свойствами.

Впервые установлена адсорбционная активность хитозана в отношении белков и полифенолов, содержащихся в фруктово-ягодных натуральных виноматериалах и винах.

Определены оптимальные технологические параметры адсорбции хитозана: температура, продолжительность обработки фруктово-ягодных натуральных виноматериалов и вин, влажность вносимого сорбента;

Экспериментально установлены оптимальные режимы регенерации хитозана способствующие его трехкратному использованию;

Проведен сравнительный анализ адсорбционной способности различных сорбентов по отношению к белкам и полифенолам, содержащимся в фруктово-ягодных натуральных виноматериалах и винах.

Степень использования: результаты исследований стали основой для разработки технологической документации. Предложенная технология апробирована в условиях ОАО «Дятловского ликёро-водочного завода «Алгонь».

Область применения: винодельческая промышленность.

SUMMARY

Trusova Maria Mikhailovna

Technology of processing fruit and berry natural wine materials using chitosan to increase the colloidal stability of wines

Keywords: fruit and berry natural wine, wine material, chitosan, kieselguhr, stabilization, clarification, adsorption, adsorption activity, colloidal turbidity, proteins, polyphenols.

Objective: scientific substantiation and development of technology for processing fruit and berry natural wine materials and wines to increase their colloidal stability using chitosan as a means for adsorption clarification and stabilization.

Methods: physicochemical, organoleptic, methods of mathematical statistics.

The results obtained and their novelty: scientifically substantiated and experimentally established optimal modes of the deacetylation stage in obtaining chitosan with high adsorption properties.

For the first time, the adsorption activity of chitosan in relation to proteins and polyphenols contained in fruit and berry natural wine materials and wines was established.

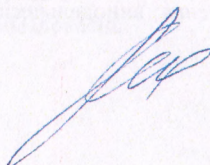
Optimal technological parameters of chitosan adsorption were determined: temperature, duration of processing of fruit and berry natural wine materials and wines, humidity of the introduced sorbent;

Optimal modes of chitosan regeneration were experimentally established, facilitating its three-fold use;

A comparative analysis of the adsorption capacity of various sorbents in relation to proteins and polyphenols contained in fruit and berry natural wine materials and wines was carried out.

Degree of use: the results of the research became the basis for the development of technological documentation. The proposed technology was tested in the conditions of OJSC "Dyatlovsky distillery "Algon".

Application area: wine industry.



Подписано в печать 26.12.2024.
Формат 60×84 1/16. Гарнитура TimesNewRoman.
Уч.-изд. л. 1,2. Усл. печ. л. 1,3.
Тираж 60 экз. Заказ 102.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.