

На правах рукописи

Бирюкова Светлана Александровна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА
ВИННЫХ ДРОЖЖЕЙ**

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар - 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор
Агеева Наталья Михайловна

Официальные оппоненты:

Новикова Инна Владимировна

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры технологии
бродильных и сахаристых производств
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет
инженерных технологий»

Школьникова Марина Николаевна,
доктор технических наук, доцент
профессор кафедры биотехнологии
Бийского технологического института
(филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Майкопский
государственный технологический
университет»

Защита состоится «12» ноября 2020 года в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им.40-летия Победы, 39, тел/факс 8(861)257-57-02.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» <http://www.kubansad.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2020 года.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты, сайта организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; тел./факс 8 (861) 257-57-02, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук



В.В. Соколова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1 Актуальность работы. Результаты многочисленных международных дегустационных конкурсов свидетельствуют о том, что качество российских красных столовых вин из года в год улучшается, в том числе за счет внедрения передовых технологий. Современные винодельческие предприятия оснащены новым эффективным оборудованием для их производства: это винификаторы, установки термовинификации (с диапазоном температур от 45 до 75 °С), пневматические мембранные прессы, флотаторы, вакуумные фильтры, тангенциальные фильтры, станции дозирования реагентов оклейки, ультраохладители и др. В последние годы на предприятиях отрасли широкое распространение получил такой технологический прием, как батонаж. Его сущность заключается в контакте виноматериала с биомассой винных дрожжей (дрожжевыми осадками) с периодическим перемешиванием и, при необходимости, с небольшой аэрацией, в результате чего вина обогащаются продуктами метаболизма винных дрожжей. Впервые батонаж был использован виноделами Франции в производстве белых столовых вин. Исследованию красных вин не уделялось должного внимания, отмечалось снижение концентрации фенольных веществ. До настоящего времени не обоснованы и не установлены параметры и режимы батонажа, использование которых обеспечило улучшение качества красного столового вина с максимальным сохранением фенольных соединений.

В связи с этим исследования, направленные на совершенствование технологии красных столовых вин с применением батонажа, являются актуальным.

1.2 Цель исследований. Совершенствование технологии красных столовых вин с использованием батонажа – технологического приема, способствующего обогащению вина продуктами метаболизма винных дрожжей.

1.3 Задачи исследований:

- исследовать диапазон варьирования концентраций фенольных соединений в промышленных партиях красных столовых вин в зависимости от технологии их изготовления;
- провести мониторинг качества красных столовых виноматериалов, произведенных промышленными предприятиями, с целью обоснования выбранного направления исследования;
- установить влияние расы дрожжей на физико-химические и органолептические показатели столовых красных виноматериалов и вин при проведении батонажа;
- исследовать изменение концентрации фенольных соединений в процессе батонажа;

- систематизировать экспериментальные данные и обосновать параметры и режимы проведения батонажа;
- исследовать изменение физиологического состояния дрожжей в процессе батонажа;
- разработать технологию красных столовых вин с применением батонажа на основе регулирования метаболизма винных дрожжей;
- апробировать разработанную технологию в промышленных условиях.

1.4 Научная новизна. В процессе проведения исследований получены научные результаты: **теоретического характера:** обоснованы и установлены закономерности изменения концентрации азотистых, фенольных и ароматобразующих соединений и физиологического состояния винных дрожжей в процессе батонажа; активности экзо- и эндоферментов в виноматериале и дрожжевом осадке в зависимости от режимов батонажа; получены новые сведения о диапазоне варьирования суммарной концентрации фенольных соединений в промышленных образцах продукции в зависимости от технологии производства; **прикладного характера:** установлены параметры батонажа в технологии красных вин в зависимости от расы дрожжей, условий перемешивания, температуры и продолжительности контакта виноматериала с биомассой клеток дрожжей.

1.5 Практическая значимость. Разработана технологическая инструкция ТИ 11.02.1-086-00668034-2017 на «Способ регулирования биотехнологических процессов в технологии белых и красных столовых вин». Разработаны технологические инструкции: ТИ 11.02.12-091-00668034-2018 «Вино столовое и виноматериал столовый сухой красный «Гранатовый»; ТИ 11.02.12-107-00668034-2019 «Вино столовое и виноматериал столовый сухой красный «Антарис Кубани»; ТИ 11.02.12-110-00668034-2018 по производству красных столовых сухих виноматериалов с применением батонажа.

Техническая новизна разработки подтверждена патентами РФ № 2625032 «Способ производства столовых виноматериалов» и № 2661770 «Способ производства красных столовых виноматериалов».

1.6 Реализация результатов исследования. Способ производства столовых виноматериалов с применением батонажа внедрен в производство на заводе ОАО «АПФ «Фанагория». Фактический экономический эффект составил 132,6 тыс. рублей при объеме внедрения – 100 тыс. дал. При дальнейшем внедрении (до 500 тыс. дал) на предприятиях Краснодарского края ожидаемый экономический эффект составит от 92 до 150 рублей на 1000 дал готовой продукции в зависимости от предприятия-изготовителя.

1.7 Апробация работы. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на международных конференциях: II Международная научно-практическая конференция «Инновации в индустрии питания и сервисе» (г. Краснодар, 2016 г., диплом I степени); 1-я Международная научно-техническая конференция «Инновационный мир современного виноградарства и виноделия: Россия» (InnoWineRussia 2017) (г. Краснодар, 2017 г.); Международный научный интернет-симпозиум «Наука и инновации в современном мире» (г. Одесса-Иваново, 2017 г.); 37-й Международный профессиональный конкурс «Ялта. Золотой Грифон-2017», ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН (г. Ялта, 2017 г.); Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «Приоритетные направления научного обеспечения агропромышленного комплекса России и стран СНГ» (г. Краснодар, 2018 г., диплом I степени); III Международная научно-практическая конференция «Инновации в индустрии питания и сервисе», посвященной 100-летию ФГБОУ ОУ КубГТУ (г. Краснодар, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства» ФГБНУ «ВНИИ риса» (г. Краснодар, 2019 г.); Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы инновационного развития аутентичного виноградарства и виноделия», ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН (г. Ялта, 2019 г.).

1.8 Личное участие автора. Выбор направления исследований, и формулировка задач проводились совместно с научным руководителем профессором Н.М. Агеевой. Диссертантом был сформирован план исследования, проведены эксперименты, осуществлена статическая обработка и проанализированы полученные результаты.

1.9 Основные положения, выносимые на защиту:

- оптимальные технологические режимы батонажа в технологии красных столовых вин;
- экспериментальные данные о физико-химических и органолептических показателях красных столовых вин, произведенных с применением батонажа;
- усовершенствованная технология производства красных столовых вин, основанная на проведении батонажа.

1.10 Публикации. По материалам исследований опубликовано 20 научных работ, в том числе издана 1 монография, 2 научные статьи в журналах базы данных Scopus, 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки

РФ, получены 2 патента на изобретение, 12 работ, опубликованных в материалах международных и российских конференций, сборниках научных трудов.

1.11 Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора патентно-информационной литературы, объектов и методов исследования, экспериментальной части, оценки экономической эффективности производства разработанной технологии, заключения по работе, списка использованной литературы, приложений. Работа изложена на 145 страницах компьютерного текста, включает 30 таблиц и 24 рисунка. Список литературных источников включает 204 наименования, в том числе 75 – зарубежных авторов.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований. Столовые красные вина и виноматериалы, произведенные предприятиями Кубани из красных сортов винограда, выращенного на территории Краснодарского края; экспериментальные образцы виноматериалов, изготовленные на базе ООО «Микровиноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ из красных сортов винограда; активные сухие дрожжи (АСД) производства Германии и Франции: Оеноферм руж, ИОЦ Р 9001, ИОЦ Р 9002, LALVIN ICV D80, чистые культуры дрожжей отечественных штаммов из музея культур ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» – Каберне 5, Бордо 20, Бастардо. Выдержку виноматериалов на дрожжевом осадке (биомассе дрожжей) проводили в герметично закрытых емкостях при периодическом перемешивании вручную или с помощью якорной мешалки, моделируя производственные условия.

2.2 Методы исследований. Основные физико-химические показатели виноградного суслу, виноматериалов и вина определяли по методикам действующих ГОСТ и ГОСТ Р. Массовую концентрацию органических кислот, катионов металлов и аминокислот устанавливали с помощью капиллярного электрофореза с применением приборов «Капель 103Р» и «Капель 105М» по ГОСТ Р 52841-2007 и методикам, разработанным в научном центре виноделия и ЦКП «Приборно-аналитический» ФГБНУ СКФНЦСВВ. Массовую концентрацию суммы фенольных соединений определяли колориметрическим методом с применением реактива Фолина-Чокальтеу, компонентный состав фенольных соединений и липидов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе «Agilent Technologies». Активность ферментов – по методике С.П. Авакянца. Физиологическое состояние винных дрожжей контролировали путем прямого микроскопирования и подсчета количества клеток с использованием камеры Горяева. Органолептическую оценку виноматериалов проводили в соответствии с ГОСТ 32051-2013. Статистическую обработку результатов исследований проводили с

использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2010 и Statistika V.10.1. Структурная схема исследований приведена на рисунке 1.

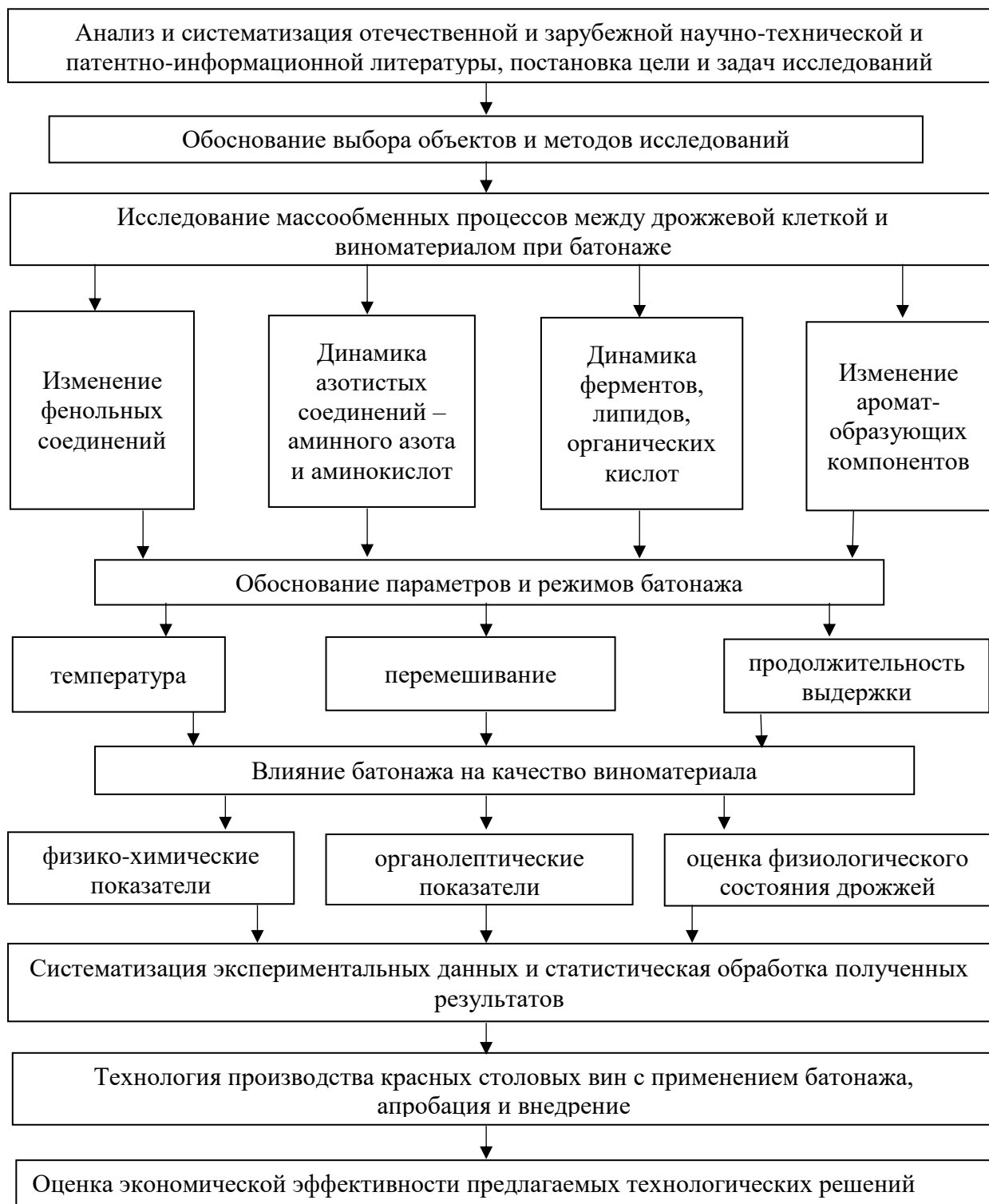


Рисунок 1 – Структурная схема исследования

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Мониторинг фенольных соединений в производственных образцах красных столовых вин. Проанализированы концентрации фенольных

соединений, в том числе антоцианов, в виноградных красных столовых винах, образцы которых отобраны непосредственно с предприятий-изготовителей. Цель исследования – сопоставить суммы фенольных соединений и антоцианов в промышленных партиях вин, приготовленных по различным технологиям. В результате проведенных экспериментов были получены данные (таблица 1), указывающие на значительные различия в концентрации фенольных веществ, в том числе антоцианов, в зависимости от места произрастания винограда и продолжительности выдержки вина, категории вина (рисунки 2 и 3).

Таблица 1 – Диапазон варьирования концентрации фенольных соединений

№ П/П	Содержание суммы фенольных веществ, мг/дм ³		Содержание красящих веществ (антоцианов), мг/дм ³		Количество исследуемых образцов, шт.
	min	max	min	max	
Молодые вина и виноматериалы					
1	2857	6598	138	644	26
Высококачественные выдержанные вина и виноматериалы					
2	1653	3233	177	332	16



Рисунок 2 – Сравнительная характеристика концентрации фенольных соединений в молодых винах и виноматериалах

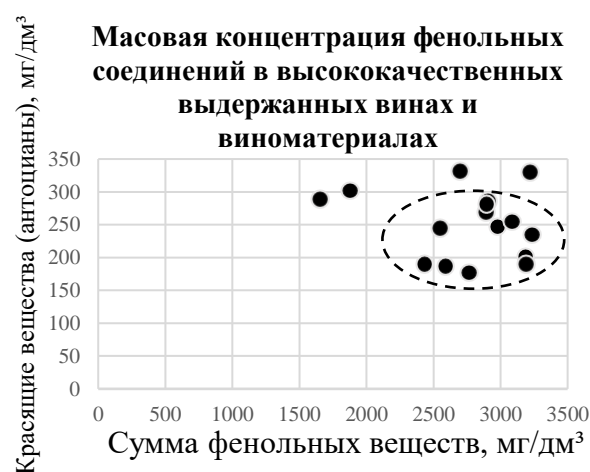


Рисунок 3 - Сравнительная характеристика концентрации фенольных соединений в высококачественных выдержанных винах и виноматериалах

Установлено, что наибольшее количество фенольных соединений было в молодых винах из винограда сортов Каберне Фран, Корвина, Цимлянский черный, Рубин, Саперави, Мерло, Каберне-Совиньон, произведенных по классической технологии (брожение мезги) или с применением термовинификации. Среди выдержанных виноматериалов по накоплению фенольных веществ выделялись Каберне-Совиньон, Саперави и Мерло.

Отмечено, что в процессе хранения и выдержки виноматериалов происходило закономерное снижение концентрации фенольных веществ вне зависимости от района произрастания винограда и предприятия – изготовителя. Это связано с естественным процессом окисления и конденсации полифенолов, который протекает при хранении виноматериалов в производственных условиях. Известно, что на ряде предприятий (ООО «Собер Баш», винодельни «Гай Кодзор» и «Юбилейная») в технологии красных вин применяли кратковременное настаивание виноматериалов на дрожжевых осадках – батонаж, при этом различались параметры и режимы его проведения, а произведенные вина – по качеству: применение батонажа приводило к улучшению вкуса за счет мягкости и бархатистости. На основании проведенного мониторинга был сделан вывод о необходимости обоснования параметров и режимов батонажа в технологии красных столовых вин.

3.2 Обоснование целесообразности применения батонажа в технологии красных вин. Для обоснования целесообразности проведения батонажа был поставлен эксперимент, в котором красные столовые виноматериалы из сорта винограда Каберне-Совиньон, приготовленные по классической технологии (брожение мезги) выдерживали на дрожжевом осадке в анаэробных условиях от 2 недель до 3-х месяцев с перемешиванием и без него. Перемешивание проводили якорной мешалкой, вмонтированной в резервуар. Режим перемешивания – 30 минут при 60 об/мин 1 раз в 2 недели. Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

В результате исследований установлено, что отсутствие перемешивания виноматериалов с дрожжевым осадком приводило к образованию сероводородного и дрожжевого тонов. Периодическое перемешивание виноматериала с дрожжевой биомассой благотворно влияло на органолептические качества виноматериалов. Во вкусе и аромате появились яркие сортовые, фруктовые, ягодные тона, сливочные оттенки, вкус приобретал мягкость и бархатистость (таблица 2).

Таким образом, представленные результаты органолептического анализа свидетельствуют о положительном влиянии батонажа на качество красного столового вина.

3.3 Влияние расы дрожжей на качество красного столового виноматериала. На базе цеха микровиноделия ФГБНУ СКФНЦСВВ из сорта винограда Каберне-Совиньон были приготовлены столовые красные виноматериалы по схеме: дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, брожение с применением рас дрожжей Оеноферм руж, ИОЦ Р 9001, ИОЦ Р 9002, D 80, Каберне 5, Бордо 20 и Бастардо, прессование сброженной мезги,

дображивание, после чего виноматериалы были выдержаны на дрожжевом осадке в течение 2-х и 4-х недель (батонаж).

Таблица 2 – Влияние контакта красного столового виноматериала с дрожжевой биомассой (без перемешивания) на органолептические характеристики вина

№ п/п	Длительность контакта, мес.	Окраска вина	Органолептическая характеристика
1	Контроль	Темно-рубиновая	Вкус чистый, полный гармоничный с легким вяжущим и резким послевкусием; в аромате – тона плодов и красных ягод
Без перемешивания			
2	0,5	Темно-рубиновая	Аналогичен контролю
3	1,0	Темно-рубиновая	Вкус мягче, чем в контрольном варианте, полный, гармоничный; аромат сложенный с сортовыми тонами
4	1,5	Рубиновая	Окраска светлее предыдущих вариантов, в аромате – дрожжевой тон
5	2,0	Рубиновая	Окраска рубиновая, вкус полный, в аромате и вкусе легкий сероводородный тон
6	2,5	Темно-красная	Во вкусе и аромате – дрожжевой тон, легкие тона редуции, вкус мягкий, проявляются сливочные тона
7	3,0	Темно-красная	Аналогично варианту 6
С перемешиванием			
2	0,5	Темно-рубиновая	Вкус мягче, чем в контрольном варианте, полный, гармоничный; аромат сложенный с сортовыми тонами
3	1,0	Темно-рубиновая	Аналогичен варианту 2
4	1,5	Рубиновая	Вкус мягкий, полный, гармоничный; аромат сложенный с сортовыми и сливочными тонами
5	2,0	Рубиновая	Вкус мягкий, чистый, полный, гармоничный; аромат сложный, с легкими дрожжевыми тонами
6	2,5	Темно-красная	Вкус мягкий, чистый, полный, гармоничный; аромат сложный, с легкими дрожжевыми тонами, легкие тона окисленности
7	3,0	Темно-красная с гранатовым оттенком	Вкус мягкий, чистый, полный, гармоничный; аромат сложный, с легкими дрожжевыми тонами, легкие тона окисленности

Результаты исследования показали, что по окончании брожения в виноматериалах из одного и того же сорта винограда отмечались различия в массовой концентрации фенольных веществ, что связано с особенностями использованных рас дрожжей. Наибольшее количество суммы фенольных веществ было в виноматериалах, произведенных с применением рас дрожжей ИОЦ Р 9002 и Бастардо. Концентрация антоцианов варьировала в достаточно

широком интервале – от 480 (раса Бордо 20) до 630 мг/дм³ (ИОЦ Р 9001 и ИОЦ Р 9002).

В ходе брожения и последующего дображивания происходят существенные изменения концентрации азотистых веществ, в том числе аминного азота, выбранного нами в качестве критерия метаболизма винных дрожжей при проведении батонажа (рисунок 4).

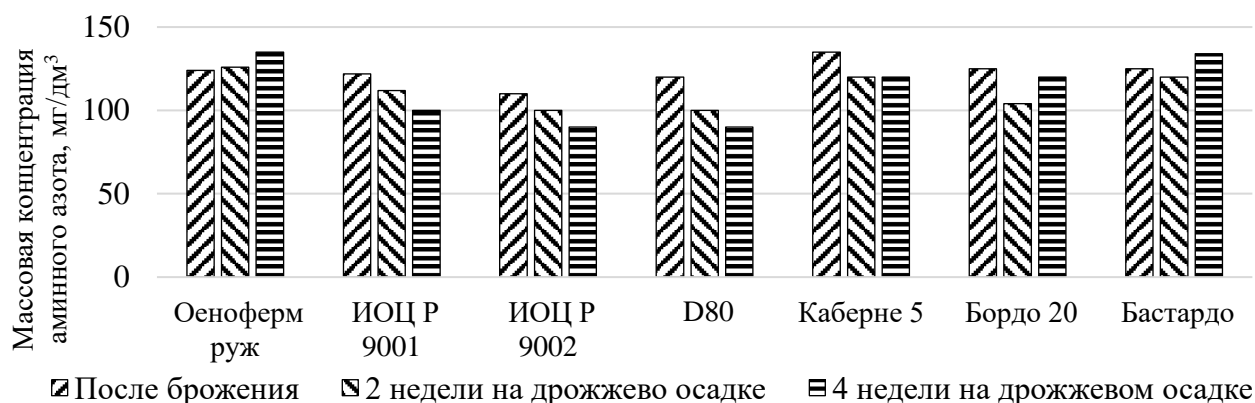


Рисунок 4 – Изменение концентрации аминного азота в исследуемых виноматериалах

Через две недели контакта виноматериалов с дрожжевыми клетками в большинстве образцов содержание аминного азота снизилось, что свидетельствует о наличии жизнедеятельных дрожжей, продолжавших потреблять азотистые соединения. При переходе дрожжей в стационарную фазу развития и далее в стадию лизиса наблюдали процессы, связанные с переходом компонентов дрожжевой клетки в виноматериал, в результате чего концентрация аминного азота увеличивалась, но по-разному в зависимости от расы дрожжей. Наибольший рост значений концентрации аминного азота отмечен для рас Оеноферм руж и Бастардо через 4 недели с момента начала контакта виноматериала с дрожжами. Это объясняется различной проницаемостью клеточных мембран, которая, в свою очередь, зависит от количества высокомолекулярных соединений, выработанных дрожжевой клеткой и находящихся в ней. Таким образом, для проведения батонажа выбирают такие расы дрожжей, которые в процессе выдержки быстрее лизируются и обогащают виноматериал продуктами метаболизма, включая ферменты. Ориентируясь на эти данные, наиболее подходящими для дальнейшего исследования процесса батонажа в красных сухих винах оказались расы дрожжей Оеноферм руж и Бастардо.

3.4 Динамика изменения концентрации фенольных соединений при выдержке красного столового виноматериала на дрожжевом осадке. Для

проведения эксперимента были выбраны виноматериалы столовые сухие из сорта винограда Каберне-Совиньон, произведенные с применением рас дрожжей Оеноферм руж и Бастардо. В течение 3-х месяцев выдержки виноматериалов в анаэробных условиях на дрожжевом осадке контролировали концентрацию фенольных соединений. Были выбраны следующие режимы перемешивания: 1 раз в неделю в течение 30 и 60 минут; 1 раз в 2 недели в течение 30 и 60 минут; 1 раз в четыре недели (1 раз в месяц) в течение 30 и 60 минут. По окончании экспериментов определены концентрации суммы фенольных соединений и проведены расчеты абсолютного снижения (δ) их количества после проведения процесса батонажа (рисунок 5). Установлено, что наибольшее значение δ наблюдалось в вариантах, где перемешивание виноматериала с дрожжевой биомассой проводили 1 в неделю в течение 60 минут для обеих рас дрожжей. Установлено, что наибольшую сохранность фенольных соединений после проведения процесса батонажа гарантирует использование расы дрожжей Оеноферм руж при перемешивании 1 раз в две недели в течение 30 минут или 1 раз в месяц в течение 60 минут. Возможно, это связано с проницаемостью мембраны дрожжевой оболочки, которая оказалась большей у расы дрожжей Оеноферм руж.

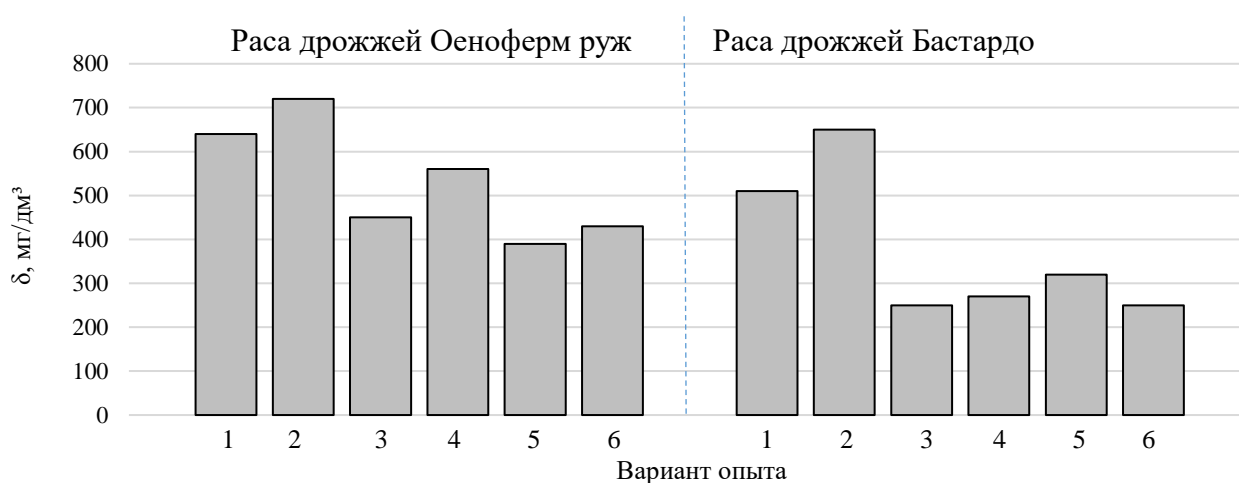


Рисунок 5 –Значение показателя абсолютного снижения δ концентрации суммы фенольных соединений

Согласно полученным данным, батонаж в красных столовых винах следует проводить в анаэробных условиях с перемешиванием в течение 30 минут 1 раз в 2 недели или с перемешиванием в течение 60 минут 1 раз в месяц для поддержания высокого уровня концентрации фенольных соединений для сохранения окраски и одновременно повышения органолептических качеств вина.

3.5 Изменение активности экзо- и эндоферментов в процессе батонажа.

Исследовали изменение активности ферментов – глюконаз, протеиназ и пектиназ в дрожжевой биомассе и виноматериале в процессе батонажа (рисунки 6 и 7). Сбраживание мезги проводили расой активных сухих дрожжей Оеноферм руж. Проведенные исследования показали уменьшение активности протеиназ и пектиназ в дрожжевой биомассе с увеличением продолжительности выдержки, особенно в течение первых 1,5 месяцев. В виноматериале в течение 1-го месяца контакта с дрожжевой биомассой выявлена наибольшая активность протеиназ. Активность глюконаз в виноматериалах проявлялась в течение 1,5 месяцев, после чего глюконазы в виноматериале не обнаруживались.

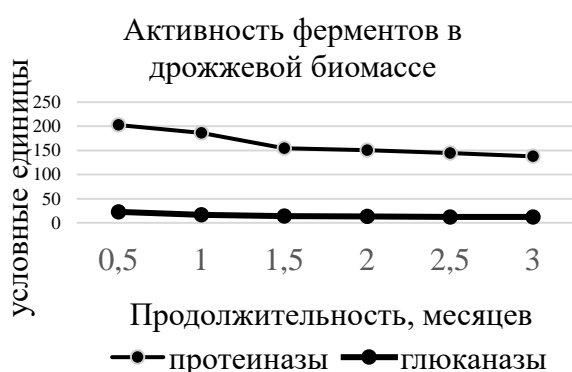


Рисунок 6 – Изменение активности ферментов в дрожжевой биомассе

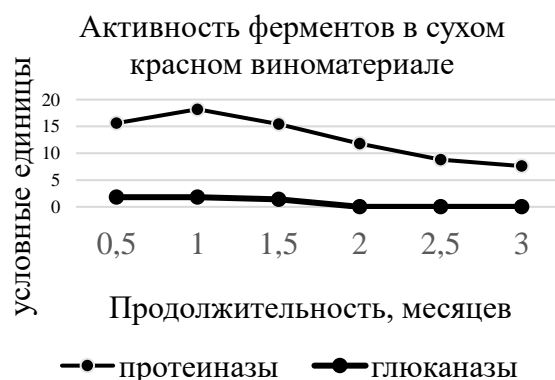


Рисунок 7 – Изменение активности ферментов в сухом красном виноматериале

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что в процессе контакта с дрожжевой биомассой в виноматериал из дрожжей переходит лишь от 5 до 10 % протеиназ, от 10 до 22% пектиназ, от 0 до 7,5% глюконаз. Согласно литературным данным, при батонаже в технологии белых столовых вин секреция ферментов из клетки в виноматериал достигает от 25 до 40%. Результаты проведенных исследований позволяют считать, что фенольные соединения красных столовых вин создают барьер на границе дрожжи – виноматериал, тормозящий секрецию ферментов из клетки в среду.

3.6 Изменение концентрации липидов в процессе батонажа. Для проведения эксперимента использовали красные столовые виноматериалы, произведенные из сортов винограда Каберне-Совиньон и Красностоп АЗОС, различающиеся по концентрации суммы фенольных соединений: 2850 и 3640 мг/дм³ соответственно. Режимы батонажа: расы дрожжей Оеноферм руж и Бордо 20; перемешивание виноматериалов и дрожжевой биомассы проводили 1 раз в месяц в течение 30 минут, температура от 15 до 17 °С.

Проведенные исследования показали, что в течение месяца батонажа массовая концентрация липидов практически не изменялась. Дальнейшее увеличение продолжительности контакта виноматериалов с дрожжевыми клетками до 2-х месяцев приводило к незначительному (от 8 до 12%) увеличению количества суммы липидов в виноматериалах преимущественно за счет диглицеридов, триглицеридов и эфиров стерина. Сравнивая расы дрожжей по секреции липидов, можно отметить различие в концентрациях суммы липидов в виноматериалах в зависимости от расы дрожжей, т.е. оболочка выбранных нами рас дрожжей имела разную степень проницаемости.

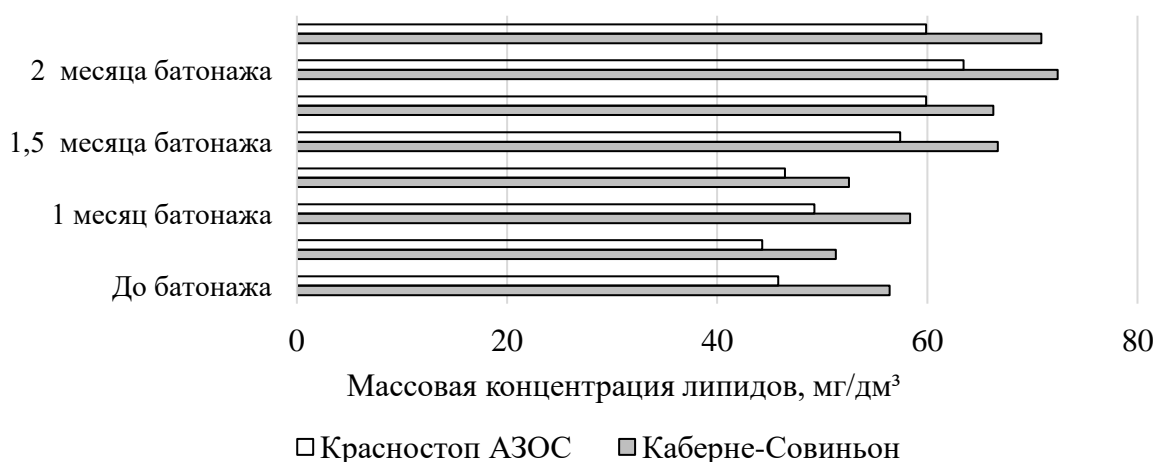


Рисунок 8 – Изменение концентрации липидов в процессе батонажа

Проведенные исследования показали, что с увеличением суммы фенольных соединений в виноматериале диффузия липидов через оболочку дрожжевой клетки уменьшается. Наибольшая концентрация суммы липидов, в том числе большинства компонентов жирнокислотного ряда, выявлена через два месяца контакта виноматериала и вина. Этот факт необходимо учитывать при проведении батонажа в промышленных условиях, так как высокие концентрации липидов приводят к образованию трудноустраняемых коллоидных помутнений.

3.7 Обоснование оптимальных режимов батонажа. Виноград сорта Каберне-Совиньон был переработан по различным технологическим схемам с получением мезги. Спиртовое брожение суслу или мезги (в зависимости от технологии) проводили при температуре 25 ± 2 °С с использованием активных сухих дрожжей Оеноферм руж. Ориентируясь на литературные данные и результаты собственных исследований, температуру батонажа варьировали в диапазоне от 3-5 до 15-17 °С. Варианты эксперимента представлены в таблице 3. В процессе батонажа исследовали динамику аминокислот. Установлено, что в ходе брожения большая часть свободных аминокислот потреблялась активными клетками дрожжей, в результате чего по окончании брожения (перед

проведением батонача) содержание аминокислот уменьшалось. В первый месяц батонача происходило снижение концентрации лейцина, валина, серина, α -аланина и глицина вследствие наличия жизнедеятельных дрожжей. В процессе выдержки на втором месяце было также отмечено небольшое уменьшение концентрации суммы аминокислот (рисунок 9). Между тем, установлено увеличение количества ряда аминокислот – аргинина, тирозина и метионина, что свидетельствует о переходе части дрожжей в фазу автолиза.

Таблица 3 – Технологические схемы производства

№ варианта	Технология переработки винограда	Температура батонача, °С
1	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, брожение мезги, отделение виноматериала, дображивание, батонач	3-5
2	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, мацерация 36 часов, нагревание мезги до 55-60 °С 2 часа, охлаждение до 20-30°С, отделение мезги, брожение суслу, снятие с дрожжевого осадка, батонач	3-5
3	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, брожение мезги, отделение виноматериала, дображивание, батонач	10-12
4	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, нагревание мезги до 55-60 °С в течение 2-х ч, охлаждение до 20-30 °С, прессование мезги, брожение суслу, снятие с дрожжевого осадка, батонач	10-12
5	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, брожение мезги, отделение виноматериала, дображивание, батонач	15-17
6	Дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги, нагревание мезги до 55-60 °С в течение 2-х ч, охлаждение до 20-30 °С, прессование мезги, брожение суслу, снятие с дрожжевого осадка, батонач	15-17

На рисунке 9 приведена динамика изменения концентрации аминного азота в зависимости от температуры батонача.



Рисунок 9 – Динамика изменения концентрации аминного азота в зависимости от температуры

Установлено, что повышение температуры проведения батонача приводит к активации метаболизма винных дрожжей и интенсификации массообмена между дрожжевой клеткой и виноматериалом, в результате чего концентрация аминного азота возрастает. В сравнении с контрольным образцом, при температуре батонача от 3 до 5 °С отмечено снижение концентрации аминного азота. Это можно объяснить двумя причинами: наличием жизнедеятельных дрожжевых клеток, которые при низкой температуре потребляют питательные вещества из среды в виде аминокислот; другая причина – возможная сорбция аминного азота поверхностью клеток дрожжей.

При повышении температуры батонача от 10 до 12 °С и далее от 15 до 17 °С усиливается проницаемость дрожжевой оболочки для внутриклеточных компонентов, следствием чего является диффузия аминного азота из клетки в виноматериал.

3.7.1 Изменение концентрации ароматобразующих компонентов в зависимости от режимов батонача. Сравнивая полученные экспериментальные данные, можно отметить, что применение батонача способствовало накоплению сложных эфиров, особенно при низких температурах выдержки. Так, в исходном варианте не идентифицированы этилформиат, изоамилацетат, этилкапронат, лишь в первых трех вариантах выявлено наличие этиллаурата, этилбутирата, этилацетата, оказывающих благоприятное действие на вкус и аромат виноматериалов. Общая тенденция изменения концентрации ароматобразующих компонентов отражена на рисунке 10.

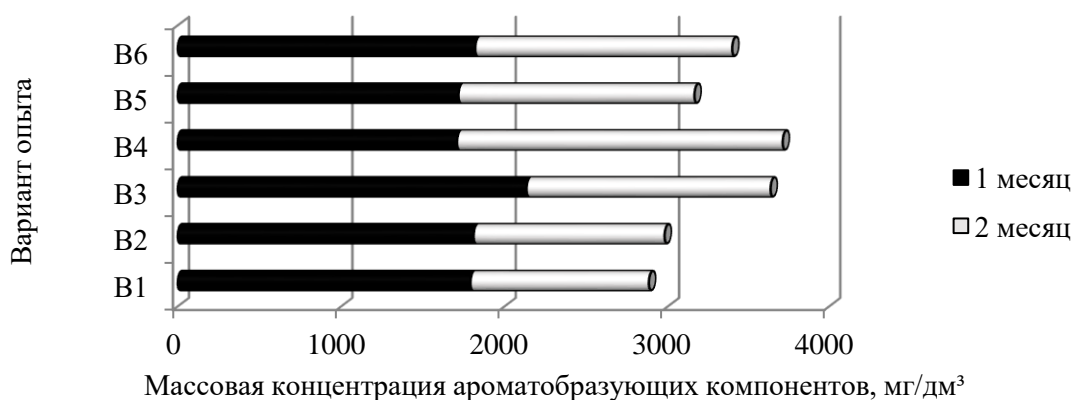


Рисунок 10 – Изменение концентрации ароматобразующих компонентов в процессе батонача

Высшие спирты в ходе батонача не претерпевали существенных изменений. Увеличение концентрации ацетальдегида в виноматериалах отмечено при температуре от 15 до 17 °С. В остальных образцах ощутимого прироста концентрации ацетальдегида не выявлено, в некоторых вариантах на втором месяце выдержки концентрация ацетальдегида снизилась. В процессе

батонажа уменьшалось количество ацетона, что свидетельствует о снижении уровня окисленности в виноматериалах.

По-разному изменялась концентрация диацетила, придающего вину мягкость вкуса и сливочные тона. Только при низкой температуре батонажа его количество постепенно возрастало и достигло наибольшего значения через 2 месяца. При температуре от 15 до 17 °С через два месяца диацетил не идентифицирован. На втором месяце выдержки уменьшилась концентрация фенилэтанола, этилацетата, этилвалериата, возросло количество сложных эфиров, особенно эфиров молочной кислоты и жирных кислот.

Исходя из полученной совокупности данных, для накопления ароматобразующих компонентов наиболее целесообразна температура батонажа от 15 до 17 °С.

3.7.2 Изменение концентрации органических кислот. Установлено, что проведение батонажа при температуре от 3 до 5 °С приводит к снижению (до 0,7 г/дм³ через 1 месяц) концентрации винной кислоты, что можно связать с образованием и выпадением в осадок виннокислых соединений калия и кальция.

Проведение батонажа при температуре от 15 до 17 °С не оказало влияния на количество винной кислоты. Массовая концентрация яблочной кислоты в течение 0,5 месяца контакта с винными дрожжами не претерпевала изменений независимо от температуры батонажа. Дальнейшая выдержка виноматериалов на дрожжевой биомассе приводила к небольшому уменьшению концентрации яблочной кислоты. Одновременно отмечено увеличение концентрации молочной кислоты, что может быть связано со спонтанным протеканием яблочно-молочного брожения. При этом, чем выше температура батонажа, тем активнее снижалась концентрация яблочной кислоты.

Лимонная кислота не претерпевала существенных изменений в течение всего периода исследований независимо от продолжительности контакта и температуры батонажа.

3.7.3 Влияние температуры батонажа на изменение концентрации фенольных соединений и органолептических показателей виноматериалов.

В тех же вариантах эксперимента (таблица 4) проанализировано изменение концентрации фенольных соединений (таблица 5), аминного азота и органолептических показателей виноматериалов. Полученные результаты показали, что с повышением температуры батонажа концентрация аминного азота в виноматериалах увеличивается, а фенольных соединений, включая антоцианы, уменьшается. Близкие значения концентрации фенольных веществ отмечены при температурах батонажа от 7 до 9 и от 15 до 17 °С, при этом наивысшую дегустационную оценку получили виноматериалы при температуре батонажа от 15 до 17 °С. Проведение батонажа позволило раскрыть и усилить

богатый сортовой потенциал винограда и добавить яркие оттенки вкусу и аромату виноматериалов.

На основании систематизации экспериментальных данных получены уравнения регрессии, характеризующее изменение концентрации фенольных соединений в зависимости от условий проведения батонажа. Установлено, что продолжительность контакта и количество батонажа имеют обратную зависимость с коэффициентом корреляции 0,64.

Таблица 5 – Влияние температуры батонажа на качество красного столового виноматериала

Вариант	Концентрация, мг/дм ³			Органолептическая характеристика/оценка, балл
	аминный азот	сумма фенольных в-в	антоцианы	
Контроль 1 (брожение мезги)	212	3510	560	Рубиновая окраска, в аромате – сортовые тона с преобладанием тона красных ягод, вкус полный, гармоничный, бархатистый - 8,7
Температура батонажа, °С				
3-5	208	3480	540	Рубиновая окраска, аромат сложный, тона фруктовых, ягод, вкус полный, гармоничный, бархатистый -8,7
7-9	236	3410	520	Рубиновая окраска, в аромате – тона ягод и пряностей, вкус мягкий, полный, в послевкусии тона смородины - 8,8
15-17	264	3390	510	Рубиновая окраска, аромат сложный преобладанием фруктово-ягодных оттенков, вкус мягкий, полный, гармоничный с тонами молочных сливок – 9,1
Контроль 2 (нагрев мезги)	232	3880	620	Насыщенная рубиновая окраска, аромат сложный с тонами красных ягод, вкус полны, чистый -8,5
3-5	196	3840	540	Темно-рубиновая окраска, в аромате – тона ягод (смородина, ежевика), вкус мягкий, полный с фруктовыми нотками- 8,8
7-9	248	3780	530	Темно-рубиновая окраска; в аромате фруктово-ягодные тона; о вкус полнее, чем в предыдущем варианте - 8,9
15-17	262	3720	510	Темно-рубиновая окраска; в аромате фруктовые и пряные тона; вкус полный, гармоничный, бархатистый-9,3

3.7.4 Изменение физиологического состояния дрожжей в процессе батонажа. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, в биомассе винных дрожжей при протекании батонажа присутствуют как лизирующиеся дрожжи, так и большое количество жизнедеятельных клеток.

Отмечена следующая закономерность: чем больше концентрация дрожжей расы Оеноферм руж в биомассе, тем выше количество жизнедеятельных клеток при проведении батонажа. Это позволяет считать, что батонаж можно лишь частично считать автолизом. Большое количество живых, активных клеток указывает на то, что при батонаже виноматериалы обогащаются продуктами метаболизма, и, частично, автолиза дрожжей. Для дрожжей расы ЕС 1118 Лаффорт характерна иная картина: клетки быстро инактивируются независимо от их концентрации в виноматериале: почкующиеся клетки не выявлены, клеточная оболочка деформирована. С увеличением продолжительности батонажа дрожжи расы Оеноферм руж сохраняют жизнеспособность на протяжении всего периода наблюдения, в то время как в биомассе дрожжей расы ЕС 1118 Лаффорт большая часть дрожжей угнетена, о чем свидетельствует микроскопическая картина.

Установлено влияние концентрации фенольных соединений на физиологическое состояние дрожжей: в виноматериале из сорта Красностоп золотовский (наибольшее количество суммы фенольных соединений) отмечена более быстрая инактивация дрожжевых клеток при батонаже.

3.8 Производственная апробация разработанной технологии производства красных столовых вин с применением батонажа. На основании проведенных исследований рекомендована технология производства красных столовых вин с применением батонажа (рисунок 11).

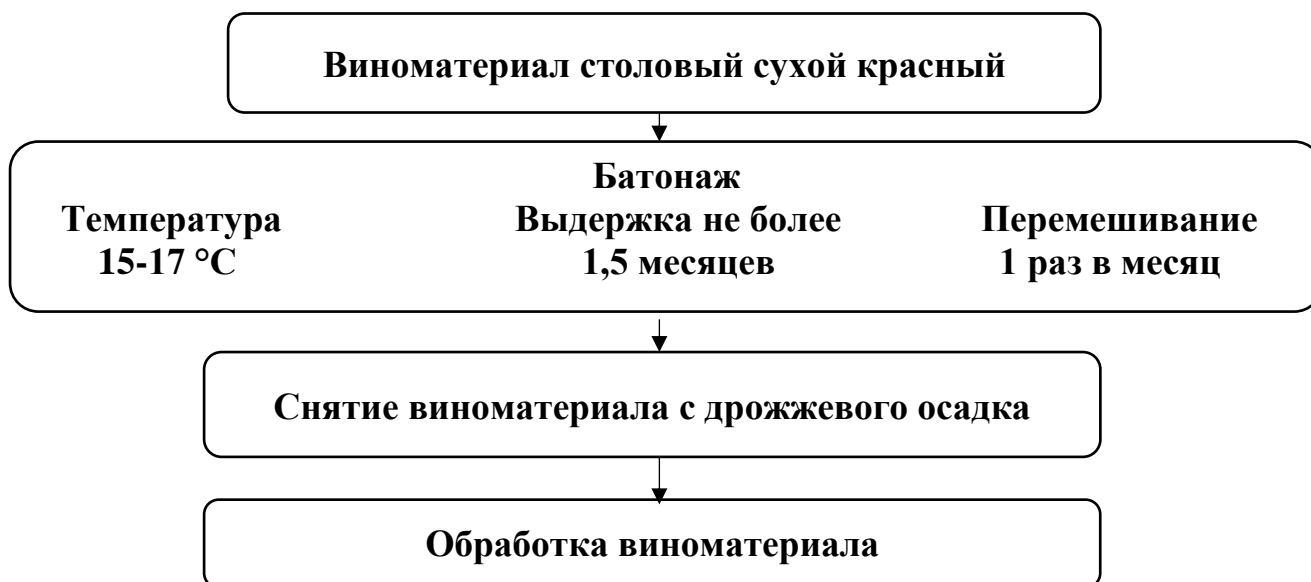


Рисунок 11- Процессуально-технологическая схема проведения процесса батонажа

Технология предусматривает контакт виноматериала с винными дрожжами в анаэробных условиях в течение не более 1,5 месяца при температуре от 15 до 17 °C с перемешиванием не более 1 раза в месяц и периодическим контролем массовой концентрации аминного азота и органолептических

показателей. Апробация технологии в промышленных условиях обеспечила сокращение расходов вспомогательных материалов и увеличение выхода продукции на от 0,8 до 1,5 %. Фактический экономический эффект при обработке 100 тыс. дал составил 132,6 тыс. рублей. Ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии составит 20,3 рубля/дал готовой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенного мониторинга промышленных партий красных столовых вин установлено варьирование концентрации фенольных соединений в широком диапазоне в зависимости от сорта винограда, места его произрастания и технологии переработки. Показано, что контакт красного столового виноматериала с дрожжами в технологических режимах, принятых на предприятиях, приводил к снижению концентрации фенольных соединений

2. Показана динамика изменения концентрации аминного азота, фенольных соединений, аминокислот, липидов, ароматобразующих компонентов, органических кислот, биологически ценных компонентов в зависимости от продолжительности контакта виноматериалов с дрожжами, температуры и кратности перемешивания.

3. На основании исследования процесса метаболизма винных дрожжей при батонаже получены новые данные о динамике изменения активности ферментов – глюконаз, протеиназ и пектиназ – в дрожжевой клетке и в виноматериале.

4. Научно обоснована и разработана технология производства красных столовых вин с применением технологического приема – батонажа. Обоснованы параметры и режимы проведения батонажа: продолжительность контакта виноматериала с дрожжевой биомассой – не более 1,5 месяцев; температура от 15 до 17 °С; периодичность перемешивания – один раз в месяц.

5. Разработаны и утверждены технологические инструкции на усовершенствованную технологию производства красных столовых вин.

6. Техническая новизна разработки подтверждена патентами РФ № 2661770 «Способ производства красных столовых виноматериалов» и № 2625032 «Способ производства столовых виноматериалов», который внедрен в производство на ОАО «АПФ «Фанагория».

7. Внедрение способа производства столовых виноматериалов обеспечило сокращение расходов вспомогательных материалов и увеличение выхода продукции на от 0,8 до 1,5 %; фактический экономический эффект составил 132,6 тыс. рублей при объеме внедрения 100 тыс. дал.

Список основных опубликованных работ по теме диссертации

Монографии

1. Бирюкова, С.А. Наука и инновации в современном мире: техника и технологии / Н.М. Агеева, С.А. Бирюкова, Е.Н. Гонтарева [и др.]. - Одесса: «КУПРИЕНКО СВ», 2017. - 157 с. - 500 экз. – ISBN 978-617-7414-01-7. - Текст : непосредственный.

Научные статьи в журналах БД Scopus

2. Агеева, Н.М. Влияние температуры на эффективность обменных процессов при батонаже в технологии виноградных столовых вин / Н.М. Агеева, С.А. Бирюкова, У.А. Лисовец. - DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-2-137-143. - Текст : электронный // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2017. - Т. 7. - № 2 (21). - С. 144-150. - URL: <https://vuzbiochemi.elpub.ru/jour/article/view/43/43>

3. Агеева, Н.М. Особенности батонажа в технологии красных столовых вин / Н.М. Агеева, С.А. Бирюкова, У.А. Лисовец. - DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-3-99-104. - Текст : электронный // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2018. - Т.8. - № 3 (26). - С. 99-104. - URL: <https://vuzbiochemi.elpub.ru/jour/article/view/137/137#>

Научные статьи в журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки России для публикации результатов диссертационных исследований

4. Гонтарева, Е.Н. Исследование закономерности изменения аминокислотного состава в процессе винификации красных сортов винограда / Е.Н. Гонтарева, Н.М. Агеева, С.А. Бирюкова. - Текст : непосредственный // Виноделие и виноградарство. -2017. - №2. - С. 12-16.

5. Бирюкова, С.А. Влияние батонажа на качество белых столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева, М.Г. Марковский, У.А. Лисовец. - Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2018. - № 5-6 (365-366). - С. 30-33.

6. Бирюкова, С.А. Влияние ферментных препаратов и батонажа на показатели качества красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева, М.Г. Марковский, Е.Н. Гонтарева. - Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2019.- №1. - С. 54-57.

Объекты интеллектуальной и промышленной собственности

7. Патент № 2625032 Российская Федерация, МПК С12G 1/02 (2006.01). Способ производства столовых виноматериалов: № 2016150365 : заявлено 20.12.2016: опубликовано 11.07.2017 / Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Гонтарева Е.Н., Лисовец У.А. ; заявитель ФГБНУ СКФНЦСВВ. - 8 с. : ил. - Текст : непосредственный.

8. Патент № 2661770 Российская Федерация, МПК C12G 1/02 (2006.01) Способ производства красных столовых виноматериалов: № 2017130744 : заявлено 30.08.2017 : опубликовано 19.07.2018 / Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Кашкара Г.Г., Бирюкова С.А. ; заявитель ФГБНУ СКФНЦСВВ. - 5 с. : ил. - Текст : непосредственный.

Работы, опубликованные в материалах международных и российских конференций, сборниках научных трудов

9. Бирюкова, С.А. Биологически ценные компоненты красных виноградных вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева, Е.Н. Гонтарева.- Текст : электронный // Научные труды КубГТУ. - 2016. - № 14. - С. 592-598. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30040360>.

10. Агеева, Н.М. Исследование фенольных соединений красных столовых вин, произведенных предприятиями Краснодарского края / Агеева Н.М., Гонтарева Е.Н., Бирюкова С.А.- Текст : электронный // Международ. электрон. науч.-практ журнал «Современные научные исследования и разработки». - 2017.- №1. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28799290>

11. Агеева, Н.М. Сравнительный анализ эффективности применения ферментных препаратов нового поколения / Н.М. Агеева, Е.Н. Гонтарева, С.А. Бирюкова. - Текст : непосредственный // Пищевая индустрия и общественное питание: современное состояние и перспективы развития. Сборник статей I Всероссийск. научн.-практич. конф. с международным участием. - Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2017. - С. 96-99.

12. Гонтарева, Е.Н. Влияние способов винификации на концентрацию биологически активных веществ вин / Е.Н. Гонтарева, Н.М. Агеева, С.А. Бирюкова, Е.В. Глоба. - Текст : непосредственный // Пищевая индустрия и общественное питание: современное состояние и перспективы развития. Сборник статей I Всероссийск. научн.-практич. конф. с международным участием. - Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2017. - С.91-94.

13. Агеева, Н.М. Создание винодельческой продукции прогнозируемого качества / Н.М. Агеева, Т.И. Гугучкина, Е.Н. Гонтарева, Б.В. Бурцев, С.А. Бирюкова. - Текст : непосредственный // Научные труды СКЗНИИСиВ. Ресурсосберегающие технологии в садоводстве и виноградарстве. - 2017. - Том 12. - С. 183-188.

14. Агеева, Н.М. Исследование фенольных соединений красных столовых виноматериалов, произведенных из различных сортов винограда / Н.М. Агеева, А.В. Прах, С.А. Бирюкова.- Текст : непосредственный // Научные труды СКФНЦСВВ. Управление устойчивостью агроценозов, обеспечение качества продукции винограда и овощных культур. - 2018. - Том 15. - С. 135-141.

15. Агеева, Н.М. Ароматобразующие компоненты виноматериалов из различных красных сортов винограда / Н.М. Агеева, Ю.Ф. Якуба, Е.Н. Гонтарева, С.А. Бирюкова. - Текст : непосредственный // Научные труды СКФНЦСВВ. Управление устойчивостью агроценозов, обеспечение качества продукции винограда и овощных культур. - 2018. - Том 15. - С. 141-145.

16. Бирюкова, С.А. О целесообразности применения батонажа в технологии красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева, У.А. Лисовец, Е.Н. Симоненко. - Текст : непосредственный // Научные труды СКФНЦСВВ. Управление устойчивостью агроценозов, обеспечение качества продукции винограда и овощных культур. - 2018. - Том 15. - С. 145-153.

17. Бирюкова, С.А. О применении батонажа в технологии красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева, Е.Н. Гондарева. - Текст : непосредственный // Матер. III межд. науч. практ. конф. «Инновации в индустрии питания и сервисе», посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» 25 октября 2018 года. - 2018. - С. 421-427.

18. Бирюкова, С.А. Изменение фенольных соединений при батонаже в технологии красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева. - Текст : непосредственный // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». - 2019. - С. 204-206.

19. Бирюкова, С.А. Теоретические основы проведения батонажа в производстве красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева. - Текст : непосредственный // Сборник статей по итогам Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы инновационного развития аутентичного виноградарства и виноделия», Ялта. - Виноделие и виноградарство : Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». - Том XLVIII. - 2019. - С. 61-63.

20. Бирюкова, С.А. Батонаж в технологии красных столовых вин / С.А. Бирюкова, Н.М. Агеева. - Текст : непосредственный // Сборник статей по итогам Всероссийской (национальной) конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса», Краснодар. - 2019. - С. 204-206.

БИРЮКОВА Светлана Александровна

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 07.09.2020

Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 120 экз. Заказ № 2191

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350072, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3,

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com

Сайт: www.id-yug.com