

УДК 663.31

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ КАТАЛИЗ ЯБЛОЧНОЙ МЕЗГИ

© Н.П. Супрун^{1*}, Г.С. Гусакова¹, М.А. Раченко²

¹ Иркутский национальный исследовательский технический университет,
ул. Лермонтова, 83, Иркутск, 664074 (Россия), e-mail: suprun_np@mail.ru

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
ул. Лермонтова, 132, Иркутск, 664033 (Россия)

В работе представлены экспериментальные данные по использованию ферментных препаратов и их композиций (*Фруктоцим Пб-Л*, *Lafazym Extract*, *Целлолюкс-А*) для обработки мезги из плодов яблони сорта Красноярский снегирек. Цель исследования – выбор ферментных препаратов для обработки яблочной мезги, позволяющих максимально увеличить выход суслу, повысить содержание фенольных соединений и обеспечить высокую скорость фильтрации. Экспериментально определены технологические и физико-химические характеристики для полученных опытных образцов суслу. Показано, что обработка мезги композицией ферментных препаратов (*Lafazym Extract* + *Целлолюкс-А*) способствует получению максимального общего выхода суслу 72.5% и минимальной кинематической вязкости 2.64 мПа·с, а максимальное увеличение скорости фильтрации 68.7% достигнуто при обработке *Lafazym Extract*. Установлено, что ферментативный катализ яблочной мезги позволяет увеличить содержание фенольных соединений в сусле. Их наибольшая концентрация 552.00 мг/см³ получена в образце с применением ферментного препарата пектолитического действия – *Lafazym Extract*. Показано, что применение ферментных препаратов влияет на оптические характеристики образцов суслу. По отношению к контролю увеличивается интенсивность цвета суслу (с 0.740 до 1.102), при этом показатель желтизны снижается (с 3.32 до 3.12), что свидетельствует о снижении скорости реакций окисления суслу. Полученные результаты позволяют рекомендовать для обработки яблочной мезги ферментные препараты пектолитического действия *Фруктоцим Пб-Л* и *Lafazym Extract* к применению в композиции с *Целлолюкс-А*.

Ключевые слова: ферментный препарат, сусло, яблоки, мезга, фенольные вещества, оптические характеристики.

Введение

Актуальным для современного виноделия является поиск приемов, позволяющих усилить действие собственных ферментов сырья. Известно, что они играют важную роль в приготовлении суслу, оказывают существенное влияние на формирование его сенсорных показателей: цвет, аромат, вкус. Однако нативные ферменты могут инактивироваться под действием высокой температуры, концентрации диоксида серы (SO₂) и уровня pH. Кроме того, в яблочной мезге пектина содержится так много, что ферменты плодов не могут его гидролизовать в достаточной степени. В настоящее время эффективность ферментативного катализа можно существенно повысить за счет применения коммерческих ферментных препаратов. Их ассортимент постоянно расширяется, а действие отличается повышенной избирательностью, активностью и стабильностью в рабочих условиях. Используя их на этапе обработки мезги, можно существенно облегчить процесс прессования, повысить выход суслу, усилить его аромат и вкус [1–4]. Применение ферментных препаратов позволяет эффективно разрушать мембраны и максимально извлекать из мезги искомые вещества – эфирные масла, азотистые, фенольные и другие соединения, повышающие физиологическую ценность получаемого суслу [5–7].

Однако ферментация мезги часто может сопровождаться снижением качества получаемых продуктов в результате ускорения окислительных реакций. В молодом вине, приготовленном из такого суслу, появляются разлаженность и грубость во вкусе и букете, наличие мадерных тонов, переходящих иногда в мышинный привкус [8–10]. Производство малоокисленных белых вин предъявляет еще

Супрун Наталья Петровна – аспирант,
e-mail: suprun_np@mail.ru
Гусакова Галина Семеновна – кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии
и пищевой технологии им. профессора В.В. Тутуриной,
e-mail: gusakova58@mail.ru
Раченко Максим Анатольевич – доктор
сельскохозяйственных наук, заведующий оранжереей,
e-mail: bigmks73@rambler.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

более высокие требования к используемому сырью, вспомогательным материалам и технологическим приемам производства [11–13]. Поэтому прикладной и научный интерес представляет исследование эффективности применения современных ферментных препаратов для получения мало-окисленного яблочного сусла.

Цель представленного исследования – выбор ферментных препаратов для ферментации яблочной мезги, позволяющих максимально увеличить выход сусла, повысить содержание фенольных соединений и обеспечить высокую скорость фильтрации.

Задачи исследования:

- определить влияние ферментных препаратов (*Целлолюкс-А*, *Фруктоцим Пб-Л* и *Lafazym Extract*) на физико-химические показатели получаемого яблочного сусла;
- выбрать ферментный препарат, позволяющий максимально увеличить экстракцию фенольных соединений в сусло;
- установить влияние ферментативной обработки на оптические характеристики сусла.

Экспериментальная часть

Для проведения исследования использовали плоды мелкоплодной яблони сорта Красноярский снежник урожая 2021 г. Плоды отбирали в середине сентября, в фазе потребительской зрелости.

Исследование проводили в лаборатории кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной ИР-НИТУ. В эксперименте яблоки делили на шесть частей, точные массы навесок взвешивали и дробили в лабораторной шнековой дробилке. Полученные образцы яблочной мезги сульфировали из расчета 80 мг/дм³, затем обрабатывали ферментными препаратами. Контрольный образец экстрагировали без внесения ферментного препарата. Ферментные препараты, использованные в работе, представлены в таблице 1.

Ферментативную обработку яблочной мезги проводили в течение 1 ч при температуре 40 °С [14]. Концентрации ферментных препаратов для обработки мезги выбраны на основании результатов ранее проведенных исследований [4, 14]. Составленные композиции и концентрации ферментных препаратов для обработки мезги указаны в таблице 2.

Полученные после отжима образцы сусла отстаивали в течение 4 ч при температуре 10 °С, затем снимали с осадка. Физико-химические и оптические характеристики полученных образцов яблочного сусла определяли по общепринятым в виноделии стандартным методам [15]. Анализы выполнялись в трех повторениях. Достоверность полученных данных подтверждена общепринятой методикой математической статистики.

Обсуждение результатов исследования

Анализ полученных данных показал, что применение ферментных препаратов оказало существенное влияние на технологические и физико-химические показатели исследованных образцов сусла, которые приведены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 следует, что в образце 5, обработанном композицией (*Целлолюкс-А* + *Lafazym Extract*), наблюдали наибольший выход сусла, равный 72.5%, наименьшую кинетическую вязкость 2.64 мПа·с и увеличение скорости фильтрации на 44.7% относительно контрольного образца. Максимальное увеличение скорости фильтрации на 68.7% было достигнуто при обработке *Lafazym Extract*.

Ферментативная обработка сусла способствовала увеличению выхода сусла-самотека на 58% и общего объема сусла на 13% относительно контроля. При этом влияла на увеличение рН сусла с 2.77 до 2.82 по отношению к контролю и снижение титруемой кислотности с 13.7 до 13.3 г/дм³.

Данные о количественном составе фенольных соединений в полученных образцах сусла представлены в таблице 4.

Данные таблицы 4 свидетельствуют, что обработка яблочной мезги ферментными препаратами способствовала переходу в него фенольных соединений, в составе которых преобладают лейкоантоцианы.

Наибольшая концентрация фенольных веществ (552.00 мг/см³) получена в образце 3, который готовили с применением ферментного препарата пектолитического действия – *Lafazym Extract*. При этом общее содержание фенольных веществ относительно контрольного образца возросло на 13.9%. При применении ферментного препарата *Целлолюкс-А* увеличение концентрации фенольных веществ оказалось значительно ниже (496.00 мг/см³), прирост их содержания к контролю – всего 4.2%. При обработке препаратом *Фруктоцим Пб-Л* выход фенольных соединений составил 517.00 мг/см³, что на 8.1% выше, чем в контроле, и на 3.9% выше, чем при использовании ферментного препарата *Целлолюкс-А*.

Содержание лейкоантоцианов в контрольном образце составило 280.00 мг/см³. Минимальное их количество идентифицировали в образцах, обработанных пектолитическими ферментными препаратами *Фруктоцим П6-Л* (270.00 мг/см³) и *Lafazym Extract* (271.00 мг/см³). При использовании целлюлолитического ферментного препарата и его композиций содержание лейкоантоцианов увеличилось до 272.00–275.00 мг/см³.

По литературным данным, лейкоантоцианы в кислой среде в присутствии кислорода могут переходить в окрашенные антоцианы, которые усиливают окраску суслу. Соответственно, изменяются его оптические характеристики, по которым можно судить о качестве и особенности технологии приготовления [16, 17]. Оптические характеристики исследованных образцов суслу представлены в таблице 5.

Как следует из таблицы 5, оптическая плотность и общая интенсивность цвета суслу, определяемая как сумма оптических плотностей при длинах волн 520 и 420 нм, имеют более высокие значения в случаях применения ферментных препаратов по сравнению с контролем, что согласуется с данными содержания общего количества фенольных веществ.

Таблица 1. Механизм действия используемых ферментов

Наименование	Назначение	Механизм действия
Целлолюкс-А	Оказывает существенное влияние на реологические свойства суслу, значительно снижает его вязкость и повышает скорость фильтрации. Способствует ускорению гидролиза глюкозидов сырья, в результате чего происходит дополнительное освобождение глюкозы	Целлюлолитический ферментный препарат
Фруктоцим П6-Л	Для полного разрушения пектина во фруктовой мезге и осветления сока	Пектолитический ферментный препарат
Lafazym Extract	Для холодной мацерации при производстве белых и розовых вин. Способствует увеличению выхода соединений, отвечающих за формирование сортовых ароматов и ароматических предшественников при производстве вин с насыщенным фруктовым ароматом [4]	Пектолитический ферментный препарат

Таблица 2. Концентрации ферментных препаратов и их композиции

Опыт	Ферментные препараты		
	Целлолюкс-А	Фруктоцим П6-Л	Lafazym Extract
1	3 г/кг	–	–
2	–	0.005 мл/кг	–
3	–	–	0.04 г/кг
4	3 г/кг	0.005 мл/кг	–
5	3 г/кг	–	0.04 г/кг
6 (контроль)	–	–	–

Таблица 3. Технологические и физико-химические показатели яблочного суслу

№	Выход суслу, %		Кинематическая вязкость мПа·с	Скорость фильтрации, мл/мин	ρ , кг/м ³	рН	Титруемая кислотность, г/дм ³	Содержание сухих веществ, %
	Самоотек	Общий						
1	5.1	65.6	2.72	2.80±0.05	1046	2.81	13.4	12.5
2	7.6	66.2	2.72	2.80±0.03	1046	2.81	13.4	12.0
3	8.0	67.0	2.68	5.70±0.10	1045	2.82	13.3	12.0
4	9.2	68.0	2.67	3.30±0.06	1048	2.81	13.4	12.0
5	10.0	72.5	2.64	3.20±0.08	1045	2.80	13.3	12.5
6	4.2	63.0	2.70	1.80±0.10	1046	2.77	13.7	12.5

Таблица 4. Влияние ферментных препаратов на экстрагирование фенольных соединений из яблочной мезги в суслу

№	Обработка ФП	Общие фенольные вещества*, мг/см ³	Лейкоантоцианы, мг/см ³	Прирост фенольных веществ к контролю, %
1	Целлолюкс-А	496.00±0.19	273.00±0.24	4.2
2	Фруктоцим П6-Л	517.00±0.22	270.00±0.21	8.1
3	Lafazym Extract	552.00±0.17	271.00±0.35	13.9
4	Целлолюкс-А + Фруктоцим П6-Л	520.00±0.11	272.00±0.24	8.7
5	Целлолюкс-А + Lafazym Extract	530.00±0.22	275.00±0.17	10.4
6	Контрольный	475.00±0.12	280.00±0.24	–

Примечание: * – в пересчете на танин.

Таблица 5. Оптические характеристики образцов сусла

№	Оптическая плотность, нм		Показатель интенсивности, нм	Показатель оттенка, нм	Показатель желтизны
	D_{420}	D_{520}	$I=D_{420}+D_{520}$	$T=D_{420}/D_{520}$	G
1	0.620±0.02	0.208±0.03	0.828	2.980	3.29
2	0.626±0.03	0.234±0.03	0.860	2.675	3.21
3	0.784±0.02	0.318±0.02	1.102	2.465	3.12
4	0.631±0.03	0.232±0.04	0.863	2.720	3.24
5	0.687±0.03	0.253±0.02	0.940	2.715	3.17
6	0.564±0.02	0.176±0.02	0.740	3.204	3.32

Величины интенсивности окраски образцов лежат в пределах 0.740–1.102. Самые высокие показатели интенсивности цвета наблюдали при обработке *Lafazym Extract* (1.102) и композицией *Целлолюкс-А + Lafazym Extract* (0.940). Самое низкое значение (0.740) – в контрольном образце.

Оттенок цвета в образцах сусла, отражающий зависимость соотношения антоцианов и коричневых продуктов конденсации фенольных веществ, изменяется в диапазоне 2.464–3.204. Чем выше качественные показатели сусла, тем ниже должен быть этот показатель [17–19]. Наименьшее значение соответствует образцу 3, при ферментации препаратом *Lafazym Extract*, а наибольшее – контрольному образцу 6.

Показатель желтизны характеризует склонность сусла к окислительному покоричневению [18–20]. Максимальное значение показателя желтизны (3.32) было отмечено в контрольном образце, минимальное (3.12) – в образце 3.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Ферментативный катализ мезги с использованием современных препаратов пектолитического и целлюлолитического действий в приведенных концентрациях повышает выход сусла (сусла-самотека до 58%, общего объема сусла до 13.1%) и снижает кинетическую вязкость сусла до 2.64 мПа·с. Позволяет увеличить скорость фильтрации до 68.7%. При этом показатели pH, титруемых кислот и содержания сухих веществ существенно не меняются.

2. Экспериментально установлено, что ферментативная обработка мезги приводит к увеличению концентрации суммы фенольных соединений (с 475.00 до 552.00 мг/см³), но снижает концентрацию лейкоантоцианов (с 280.00 до 270.00 мг/см³). Максимальное увеличение концентрации фенольных соединений получено при обработке ферментным препаратом *Lafazym Extract* в образце номер 3 (552.00 мг/см³).

3. Показано, что ферментативная обработка яблочной мезги влияет на оптические характеристики образцов сусла. По отношению к контролю увеличивается интенсивность цвета сусла (с 0.740 до 1.102), при этом показатель желтизны снижается (с 3.32 до 3.12) что свидетельствует о снижении скорости реакций окисления сусла.

Полученные результаты позволяют рекомендовать для обработки яблочной мезги ферментные препараты пектолитического действия *Фруктоцим Пб-Л* и *Lafazym Extract* к применению в сочетании с целлюлолитическим ферментным препаратом *Целлолюкс-А*. Ферментированное сусло может быть использовано при производстве ординарных вин всех типов.

Список литературы

1. Алексеенко Е.В., Алексеенко Е.В., Дикарева Ю.М., Траутенберг С.Е., Осташенкова Н.В., Белявская И.Г. Влияние условий биокатализа ягод облепихи на выход сока и физиологически функциональных ингредиентов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. №9. С. 38–40.
2. Рожнов Е.Д., Неклюдов А.А., Школьников М.Н. Применение пектолитических ферментных препаратов в производстве напитков из плодов облепихи // Всё о мясе. 2020. №55. С. 300–303. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-55S-300-303.
3. Бутова С.Н., Вольнова Е.Р., Николаева Ю.В., Едличкова Я. Усовершенствование технологии плодово-ягодных соков с использованием пектолитических ферментных препаратов // Health, Food & Biotechnology. 2020. Т. 2. №1. С. 128–139.
4. Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Рябец Е.К. Исследование влияния предварительной обработки плодов на выход и показатели яблочного сусла // Научно-практические аспекты развития АПК. Красноярск, 2021. С. 46–50.

5. Scutarășu E.-C., Luchian C.E., Vlase L., Colibaba L.C., Gheldiu A.M., Cotea V.V. Evolution of phenolic profile of white wines treated with enzymes // Food Chemistry. 2021. Vol. 340. Article 127910. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127910.
6. Armada L., Fernández E., Falqué E. Influence of several enzymatic treatments on aromatic composition of white wines // LWT – Food Science and Technology. 2010. Vol. 43(10). Pp. 1517–1525. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.06.009.
7. Макаров С.С., Макаров С.Ю., Панасюк А.Л. Влияние различных технологических факторов на состав антоцианов при производстве вина из черной смородины // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. №3. С. 72–80. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-3-72-80.
8. Иукурдизе Э.Ж. Результаты исследований потенциометрических и оптических характеристик вин шабского терруара // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. Т. 2. №10. С. 15–18.
9. Гержикова В.Г., Аникина Н.С., Погорелов Д.Ю., Червяк С.Н., Михеева Л.А. Оценка эффективности поликомпонентных сорбентов методом ранжирования // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. 2015. Т. 8. С. 243–248.
10. Гусакова Г.С., Супрун Н.П., Раченко М.А., Чеснокова А.Н., Чупарина Е.В., Немчинова А.И., Макаров С.С. Исследование биохимического состава плодов яблони Южного Прибайкалья и продуктов виноделия, сброженных на древесной щепе // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. №4. С. 722–736. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-4-722-736.
11. Яланецкий А.Я., Макаров А.С., Лутков И.П., Шалимова Т.Р. Влияние повышения выхода суслу на качество игристых вин // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. №1. С. 36–40.
12. Яланецкий А.Я., Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Шалимова Т.Р. Исследование показателей качества суслу при увеличении его выхода из 1 т винограда // Виноградарство и виноделие. 2016. Т. 46. С. 39–41.
13. Таран Н.Г., Пономарева И.Н. Влияние выхода суслу и различных методов осветления суслу на формирование аромата виноматериалов для белых игристых вин // Русский виноград. 2016. Т. 4. С. 236–243.
14. Гусакова Г.С. Комплексная переработка плодов груши уссурийской: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2013. 19 с.
15. Гержикова В.Г. Методы технокимического контроля в виноделии. 2-е изд. Симферополь, 2009. 304 с.
16. Литовченко Л.М., Тюрин С.Т. Технология плодово-ягодных вин. Симферополь, 2004. 368 с.
17. Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В. Метод определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных экстрактах с реактивом Фолина-Дениса и реактивом Фолина-Чокальтеу: модификация и сравнение // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 291–299. DOI: 10.14258/jcrpm.2021028250.
18. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гнилomedова Н.В. Методы оценки цвета вин. Обзор // Аналитика и контроль. 2019. Т. 23. №2. С. 158–167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003.
19. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А. Исследование цветовых характеристик виноматериалов для белых игристых вин // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 22. №2. С. 153–157. DOI: 10.35547/IM.2020.70.43.013.
20. Андреева В.Е., Калмыкова Н.Н., Гапонова Т.В., Калмыкова Е.Н., Волкова Н.О. Оптические показатели суслу и вин из новых белых сортов винограда межвидового происхождения // Русский виноград. 2018. Т. 8. С. 110–115. DOI: 10.32904/2412-9836-2018-8-110-115.

Поступила в редакцию 17 марта 2022 г.

После переработки 14 декабря 2022 г.

Принята к публикации 19 декабря 2022 г.

Для цитирования: Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Раченко М.А. Ферментативный катализ яблочной мезги // Химия растительного сырья. 2023. №1. С. 307–312. DOI: 10.14258/jcrpm.20230111067.

Suprun N.P.^{1*}, Gusakova G.S.¹, Rachenko M.A.² THE APPLE PULP ENZYMATIC CATALYSIS¹ Irkutsk Research Technical University, ul. Lermontova, 83, Irkutsk, 664074, (Russia), e-mail: suprun_np@mail.ru² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, ul. Lermontova, 132, Irkutsk, 664033 (Russia)

The paper presents experimental data on the use of pectolytic and cellulolytic enzymes and their compositions (*Fructozym P6-L*, *Lafazym Extract*, *Cellolux-A*) for processing the apple pulp from the *Krasnoyarsky Snegirek* fruits. The aim of this study is to select enzyme preparations for the processing of apple pulp, which allow to maximize the must yield, increase the content of phenolic compounds and provide high filtration rate. Technological and physico-chemical characteristics for the obtained wort samples are experimentally determined. It shown that the apple pulp treatment with a composition of enzyme preparations (*Lafazym Extract* + *Cellolux-A*) contributes to obtaining the maximum total must yield of 72.5% and the minimum kinematic viscosity of 2.64 mPa·s. In addition, the maximum increase in filtration rate of 68.7% achieved by processing *Lafazym* extract. It established that the enzymatic catalysis of apple pulp makes it possible to increase the content of phenolic compounds in the must. It established that the enzymatic catalysis of apple pulp makes it possible to increase the phenolic compounds content in the must. Their highest concentration of 552.00 mg/cm³ obtained in the sample using an enzymatic preparation of pectolytic action – *Lafazym Extract*. It shown that the use of enzyme preparations affects to the optical characteristics of must samples. In relation to the control sample, the color intensity of the wort increases (from 0.740 to 1.102), while the yellowness index decreases (from 3.32 to 3.12), which indicates a decrease in the rate of wort oxidation reactions. The obtained results make it possible to recommend pectolytic enzyme preparations *Fruktozym P6-L* and *Lafazym Extract* in combination with *Cellolux-A* to use for the apple pulp processing.

Keywords: enzyme preparation, wort, apples, pulp, phenolic substances, optical characteristics.

References

1. Alekseyenko Ye.V., Alekseyenko Ye.V., Dikareva Yu.M., Trautenberg S.Ye., Ostashenkova N.V., Belyavskaya I.G. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, 2012, no. 9, pp. 38–40. (in Russ.).
2. Rozhnov Ye.D., Neklyudov A.A., Shkol'nikova M.N. *Vse o myase*, 2020, no. 55, pp. 300–303. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-55-300-303. (in Russ.).
3. Butova S.N., Vol'nova Ye.R., Nikolayeva Yu.V., Yedlichkova Ya. *Health, Food & Biotechnology*, 2020, vol. 2, no. 1, pp. 128–139. (in Russ.).
4. Suprun N.P., Gusakova G.S., Ryabets Ye.K. *Nauchno-prakticheskiye aspekty razvitiya APK*. [Scientific and practical aspects of the development of the agro-industrial complex]. Krasnoyarsk, 2021, pp. 46–50. (in Russ.).
5. Scutaruşu E.-C., Luchian C.E., Vlase L., Colibaba L.C., Gheldiu A.M., Cotea V.V. *Food Chemistry*, 2021, vol. 340, article 127910. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127910.
6. Armada L., Fernández E., Falqué E. *LWT – Food Science and Technology*, 2010, vol. 43(10), pp. 1517–1525. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.06.009.
7. Makarov S.S., Makarov S.Yu., Panasyuk A.L. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2018, vol. 48, no. 3, pp. 72–80. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-3-72-80. (in Russ.).
8. Iukuridze E.Zh. *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, 2015, vol. 2, no. 10, pp. 15–18. (in Russ.).
9. Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Pogorelov D.Yu., Chervyak S.N., Mikheyeva L.A. *Nauchnyye trudy Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva*, 2015, vol. 8, pp. 243–248. (in Russ.).
10. Gusakova G.S., Suprun N.P., Rachenko M.A., Chesnokova A.N., Chuparina Ye.V., Nemchinova A.I., Makarov S.S. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 722–736. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-4-722-736. (in Russ.).
11. Yalanetskiy A.Ya., Makarov A.S., Lutkov I.P., Shalimova T.R. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*, 2017, no. 1, pp. 36–40. (in Russ.).
12. Yalanetskiy A.Ya., Makarov A.S., Shmigel'skaya N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaya V.A., Shalimova T.R. *Vinogradarstvo i vinodeliye*, 2016, vol. 46, pp. 39–41. (in Russ.).
13. Taran N.G., Ponomareva I.N. *Russkiy vinograd*, 2016, vol. 4, pp. 236–243. (in Russ.).
14. Gusakova G.S. *Kompleksnaya pererabotka plodov grushi ussuriyskoy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk*. [Complex processing of fruits of the Ussuri pear: abstract of the thesis. dis. ... cand. agricultural sciences]. Krasnoyarsk, 2013, 19 p. (in Russ.).
15. Gerzhikova V.G. *Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii. 2-ye izd., pererab. i dop.* [Methods of technochemical control in winemaking. 2nd ed., revised and additional]. Simferopol, 2009, 304 p. (in Russ.).
16. Litovchenko L.M., Tyurin S.T. *Tekhnologiya plodovo-yagodnykh vin*. [Technology of fruit and berry wines]. Simferopol, 2004, 368 p. (in Russ.).
17. Nikolayeva T.N., Lapshin P.V., Zagorskina N.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 291–299. DOI: 10.14258/jcprm.2021028250. (in Russ.).
18. Anikina N.S., Chervyak S.N., Gnilomedova N.V. *Analitika i kontrol'*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 158–167. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003. (in Russ.).
19. Makarov A.S., Shmigel'skaya N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaya V.A. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*, 2020, vol. 22, no. 2, pp. 153–157. DOI: 10.35547/IM.2020.70.43.013. (in Russ.).
20. Andreyeva V.Ye., Kalmykova N.N., Gaponova T.V., Kalmykova Ye.N., Volkova N.O. *Russkiy vinograd*, 2018, vol. 8, pp. 110–115. DOI: 10.32904/2412-9836-2018-8-110-115. (in Russ.).

Received March 17, 2022

Revised December 14, 2022

Accepted December 19, 2022

For citing: Suprun N.P., Gusakova G.S., Rachenko M.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 307–312. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111067.

* Corresponding author.