

Наталья Михайловна Агеева¹, Анастасия Александровна Ширшова²✉,

Антон Александрович Храпов³, Светлана Александровна Бирюкова⁴

^{1,2,3,4}Северо-Кавказский ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

¹ageyeva@inbox.ru

²anastasiya_1987@inbox.ru

³hrapov-anton@bk.ru

⁴b.svetlana777@mail.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ ВИН И СИДРОВ

Цель исследований – провести сравнительные испытания осветляющих и стабилизирующих технологических вспомогательных средств на основе растительных белков в сравнении с желатином. Исследования проводили в НЦ «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ. В качестве растительных белков использовали гороховый протейн, картофельный белок, изолят белка овса и вики (различных зарубежных производителей). Согласно информации фирм-изготовителей, молекулярные массы белков различались и варьировали в широком диапазоне – от 23 до 75 тыс. Контроль – раствор желатина. На первом этапе в виноматериалы вносили растительные белки в количестве от 5 до 200 мг/дм³, затем (начало протекания флокуляции) бентонит «ВИНОБЕНТ» (Хакасия, Россия) в количестве 1,0 г/дм³ для оседания и седиментации образовавшихся флоккул. Исследования проведены с виноматериалами сухими белыми, виноматериалами сухими красными и виноматериалами ликерными, сброженным яблочным сусликом для сидра из различных сортов яблони (сортосмеси), произрастающих в Краснодарском крае. По изменению величины мутности контролировали динамику осветления виноматериалов и сброженного яблочного суслика до внесения бентонита с целью выявления различия в действии самих растительных белков. Качественное осветление виноматериалов было достигнуто при различных дозировках белковых препаратов: для виноматериалов сухих белых, виноматериалов ликерных и сброженного яблочного суслика концентрация растительного белка составила 10–100 мг/дм³, виноматериалов сухих красных – 50–125 мг/дм³. При использовании желатина дозировки были выше на 10–15 %, что привело к образованию большего объема осадков. Представлены рекомендации по времени внесения бентонита при комплексной обработке вин и сидров растительными белками и глинистыми сорбентами. Установлено влияние технологических обработок с применением растительного и животного белков на изменение цветовых характеристик виноматериала сухого белого, виноматериала ликерного и сброженного яблочного суслика. Применение растительных белков как самостоятельно, так и при комплексной обработке совместно с бентонитом обеспечивает большее снижение величины интенсивности, желтизны и оттенка цвета напитков в сравнении с желатином.

Ключевые слова: виноматериалы сухие белые, виноматериалы сухие красные, виноматериалы ликерные, сброженное яблочное суслико, сидры, растительные белки, мутность, осветление

Для цитирования: Агеева Н.М., Ширшова А.А., Храпов А.А., и др. Оценка эффективности применения растительных белков для осветления вин и сидров // Вестник КрасГАУ. 2026. № 2. С. 281–297. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-281-297.

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России для ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Natalya Mikhailovna Ageeva¹, Anastasia Aleksandrovna Shirshova²✉,
Anton Aleksandrovich Khrapov³, Svetlana Aleksandrovna Biryukova⁴

^{1,2,3,4}North Caucasus FSC for Horticulture, Viticulture, and Winemaking, Krasnodar, Russia

¹ageyeva@inbox.ru

²anastasiya_1987@inbox.ru

³hrapov-anton@bk.ru

⁴b.svetlana777@mail.ru

EFFICIENCY EVALUATION OF USING VEGETABLE PROTEINS FOR WINE AND CIDER CLARIFICATION

The aim of the research is to conduct comparative tests of lightening and stabilizing technological aids based on plant proteins in comparison with gelatin. Research was conducted at the Scientific Center Winemaking of the Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making. Pea protein, potato protein, and oat and vetch protein isolate (from various foreign manufacturers) were used as plant proteins. According to the manufacturers' information, the molecular weights of the proteins varied widely, ranging from 23,000 to 75,000. A gelatin solution served as a control. Initially, plant proteins were added to the wine materials in amounts ranging from 5 to 200 mg/dm³, followed by the addition (at the onset of flocculation) of VinoBent bentonite (Khakassia, Russia) at a rate of 1.0 g/dm³ for settling and sedimentation of the resulting floccules. The studies were conducted on dry white wine materials, dry red wine materials, liqueur wine materials, and fermented apple must for cider from various apple varieties (varietal mixtures) grown in the Krasnodar Region. The dynamics of clarification of the wine materials and fermented apple must before the addition of bentonite were monitored using changes in turbidity to identify differences in the effects of the plant proteins themselves. High-quality clarification of wine materials was achieved with various dosages of protein preparations: for dry white wine materials, liqueur wine materials, and fermented apple must, the vegetable protein concentration was 10–100 mg/dm³, and for dry red wine materials, 50–125 mg/dm³. When using gelatin, dosages were 10–15 % higher, resulting in the formation of a larger volume of sediment. Recommendations are presented for the timing of bentonite addition during the integrated treatment of wines and ciders with vegetable proteins and clay sorbents. The effect of technological treatments using vegetable and animal proteins on changes in the color characteristics of dry white wine materials, liqueur wine materials, and fermented apple must was determined. The use of vegetable proteins, both alone and in integrated treatment with bentonite, provides a greater reduction in the intensity, yellowness, and hue of the beverages compared to gelatin.

Keywords: dry white wine materials, dry red wine materials, liqueur wine materials, fermented apple must, ciders, vegetable proteins, turbidity, clarification

For citation: Ageyeva NM, Shirshova AA, Khrapov AA, et al. Efficiency evaluation of using vegetable proteins for wine and cider clarification. *Bulletin of KSAU*. 2026;(2):281-297. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-281-297.

Funding: the study was conducted as part of a state assignment from the Russian Ministry of Education and Science for the Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making.

Введение. В последние годы большое внимание уделяется развитию природоподобных технологий, в том числе расширился поиск новых природных сорбентов для обработки винодельческой продукции с целью осветления как свежего сусла, так и вин наливом (виноматериалов). Осветление – это технологический прием, в результате которого происходит отделение жидкой среды от плотных и твердых час-

тиц. Технологические вспомогательные средства взаимодействуют посредством гидрофобных, водородных связей или явлений адсорбции, поглощая различные компоненты вина, удаляя их через осадки. Процесс осветления должен быть достаточно быстрым, а количество продукта, теряемого в осадке, должно быть минимальным [1]. В настоящее время все более широко применяют растительное сырье, включая

продукты его переработки. Для обработки жидких пищевых сред, в том числе соков, винома- териалов, сидров и других напитков используют растительные белки люпина, гороха, чечевицы, фасоли, сои, вики, овса, картофеля, фасоли и тому подобное взамен животных белков – альбумина, казеина, желатина и его производных [2–5], как самостоятельные сорбенты, так и при комплексной обработке совместно с бенто- нитом, поливинилполипирролидом, диоксидом кремния и другими сорбентами. Растительные белки обычно представляют собой смесь дена- турированных или частично денатурированных белков, которые агрегируются при контакте с дубильными веществами и катионами металлов или в результате изменения pH и захватывают нежелательные вещества, способствуя их вы- ведению в образующийся осадок. При этом большинство торговых марок растительных белков, выпускаемых промышленными пред- приятиями, различаются не только по исходно- му сырью, но и по молекулярным массам, сте- пени гидролиза белков [6, 7], что имеет большое значение при их сорбционном действии.

С химической точки зрения растительные белки – это глютен. Они характеризуются бы- стрым хлопьеобразованием, активно взаимодей- ствуют с компонентами среды, имеющими отри- цательный заряд поверхности, – полисахарида- ми, фенольными веществами, в т. ч. с так назы- ваемыми «агрессивными» танинами, способст- вуют улучшению фильтрации и органолептиче- ских характеристик напитков.

Считается, что применение растительных белков более экологично, менее затратно и при этом обеспечивается более качественное освет- ление и стабилизация вин против коллоидных помутнений [8]. Кроме того, растительное сырье для производства белков значительно дешевле (используется даже вторичное сырье – промыш- ленные отходы), чем сырье животного происхож- дения, более доступно и требует меньших затрат для хранения и транспортировки [9].

Для получения растительных белков приме- няются различные технологии, основанные на экстракции (этанол, кислоты, щелочи, соли), отделении с последующим высушиванием бел- ка [10] или путем микробного синтеза и фермен- тативного катализа [11, 12].

Белки растительного и животного происхож- дения различаются по концентрации основного компонента – белка и его молекулярным мас-

сам. Большинство растительных белков лимитированы по одной или нескольким незамени- мым аминокислотам. Белки злаковых культур лимитированы по лизину и треонину, бобовых культур – по метионину и цистеину, что предоп- ределяет специфику их действия. И только аминокислотный профиль соевого белка счи- тается наиболее близким к животным белкам.

Многочисленные литературные данные [13– 16] свидетельствуют о том, что растительные белки наиболее активны при обработке красных вин благодаря их взаимодействию с фенольны- ми соединениями. При этом независимо от сор- та винограда и концентрации полифенолов ме- ханизм взаимодействия основывается на раз- личии в величине электрокинетического потен- циала белка и фенольных соединений [17, 18]. При этом специфика растительных белков зак- лючается в большей сохранности антоцианов в сравнении с обработкой казеином, альбумином или желатином [19, 20]. Кроме того, одним из важнейших достоинств растительных белков при обработке винома- териалов является отсут- ствие переоклейки, так как эти белки в случае их передозировки полностью удаляются из ви- номатериалов другими сорбентами, используе- мыми при комплексных обработках.

Цель исследования – провести сравни- тельные испытания технологических вспомога- тельных средств на основе растительных бел- ков в сравнении с желатином, используемых для осветления, стабилизации винома- териалов и сидров.

Задачи: оценить динамику осветления ви- номатериалов различных типов и сброженного яблочного сула для сидра по изменению вели- чины мутности обрабатываемой среды в зави- симости от дозировки белков; установить изме- нение мутности обрабатываемых винома- териалов при комплексной обработке белковыми препаратами и суспензией бентонита; выявить технологические дозировки растительных бел- ков, обеспечивающие наилучшее осветление винома- териалов различных типов; установить время внесения суспензии бентонита при обра- ботке винома- териалов растительными белками; оценить влияние исследованных технологиче- ских обработок на изменение цветовых характе- ристик напитков.

Объекты и методы. В качестве раститель- ных белков использовали гороховый протеин PROVGREEN® PURE WINE (Martin Vialatte,

Франция), гороховый протеин CLEAR V (Perdomini, Италия), картофельный белок PATATIN VEGECOLL (Laffort, Франция), картофельный и гороховый белок VEGEFLOT (Laffort, Франция), изолят белка овса и вики (Anchor Oenology, Южная Африка). Все растительные белки представляют собой изоляты, полученные путем экстракции белков различными реагентами с последующей сушкой. При этом согласно информации фирм-изготовителей молекулярные массы белков различны и варьировали в широком диапазоне – от 25–23 до 75 тыс.

В качестве контроля использовали раствор желатина Geizol (Erbsloeh Geisenheim, Германия) (ЖБ). На первом этапе в виноматериалы вносили растительные белки в количестве от 5 до 200 мг/дм³, затем (начало протекания флокуляции) бентонит «ВИНОБЕНТ» (Республика Хакасия, Россия) в количестве 1,0 г/дм³ для оседания и седиментации образовавшихся флоккул. Обработки проводили при температуре окружающей среды (18 ± 2) °С.

В качестве объектов исследований использовали виноматериалы сухие белые, виноматериалы сухие красные, виноматериалы ликерные различных производителей: ИП Глава КФХ Козлакова Е.В. (Ставропольский край), КФХ Батрак Виталий Васильевич (Ставропольский край), ООО «Винное подворье Старого Грека» (Анапский р-н, Краснодарский край), КФК «Ожина» (хутор Копанской, Краснодарский край). В отдельных экспериментах использовали сброженное яблочное сусло для сидра, изготовленное из различных сортов яблони, произрастающих в ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» (АО ОПХ «Центральное», Краснодар).

По изменению значения мутности контролировали динамику осветления виноматериалов до внесения бентонита с целью выявить различие в действии самих растительных белков. Мутность образцов в сравнении с эталоном определяли с помощью турбидиметра-мутномера LabScat 2 (Sigrist, Швейцария). Мутность эталона принимали за 100 %.

Цветовые характеристики напитков определяли по методике CIE Lab [Method OIV-MA-AS2-11. Determination of chromatic characteristics according to CIE Lab. COMPENDIUM OF INTERNATIONAL ANALYSIS OF METHODS – OIV Chromatic Characteristics (Resolution Oeno 1/2006) [21]. Для определения оптической плотности

использовали спектрофотометр UV7 УФ – видимого диапазона (Mettler Toledo, Швейцария) и спектрофотометр ЮНИКО-1201 (Россия). Измерение величины мутности опытных образцов свежего яблочного сусла, изучение уплотнения осадков, средней скорости уплотнения осадков и цветовых характеристик напитков проводили в трехкратной повторности с оценкой приемлемости результатов. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа ANOVA (тест Тьюки), а также регрессионного анализа для нахождения дозировок, обеспечивающих наилучшее осветление виноматериалов, с использованием программы MS Excel.

Исследования проводили в Научном центре «Виноделие» и Центре коллективного пользования «Приборно-аналитический» ФГБНУ СКФНЦСВВ. Виноматериалы сухие белые, виноматериалы сухие красные, виноматериалы ликерные, а также сброженное яблочное сусло для сидра изготавливали по общепринятым технологиям в лабораторно-производственном подразделении «Микровиноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее различие между действием растительных белковых сорбентов и желатина (животный белок) наблюдалось в первые 1–3 ч (рис. 1). В это время происходило быстрое (почти мгновенное) взаимодействие белков с соответствующими компонентами среды, например фенольными и азотистыми веществами, катионами поливалентных металлов. При этом в течение двух-трех часов образовывалась плотная не разделяющаяся устойчивая муть (иначе называемая «пространственная сетка»), что подтверждалось постоянной в исследуемый период времени или незначительно изменяющейся величиной мутности (табл. 1). Следует отметить, что независимо от дозировки мутность обработанной среды при использовании растительного белка была выше в сравнении с желатином. Это свидетельствует об образовании мельчайших флоккул (более мелких в сравнении с желатиновыми), их медленной агрегации и последующей флокуляции. В этот период времени активно протекают реакции взаимодействия сорбентов с компонентами среды: чем медленнее эти процессы, тем большее количество высокомолекулярных компонентов виноматериалов

сорбируется поверхностью белковых сорбентов. Через 5–6 ч наблюдалось образование и седиментация осадков: в этот период времени кинетика идентична у растительных белков и желатина.

Аналогичные процессы протекали при обработке ликерного виноматериала (рис. 2), с той лишь разницей, что заметное образование флоккул и снижение мутности было медленнее и более продолжительнее по времени, что, скорее всего, определяется большей вязкостью в

связи с наличием сахаров (в данном образце 100 г/дм³).

Проведенные исследования показали, что идентичная динамика осветления виноматериалов была характерна для всех опытных образцов, в которые вносили белковые сорбенты (CLEAR V, PATATIN VEGECOLL, VEGEFLOT, изолят белка овса и вики) независимо от их дозировок. С увеличением дозировок на начальном этапе отмечался рост значения величины мутности, что закономерно.

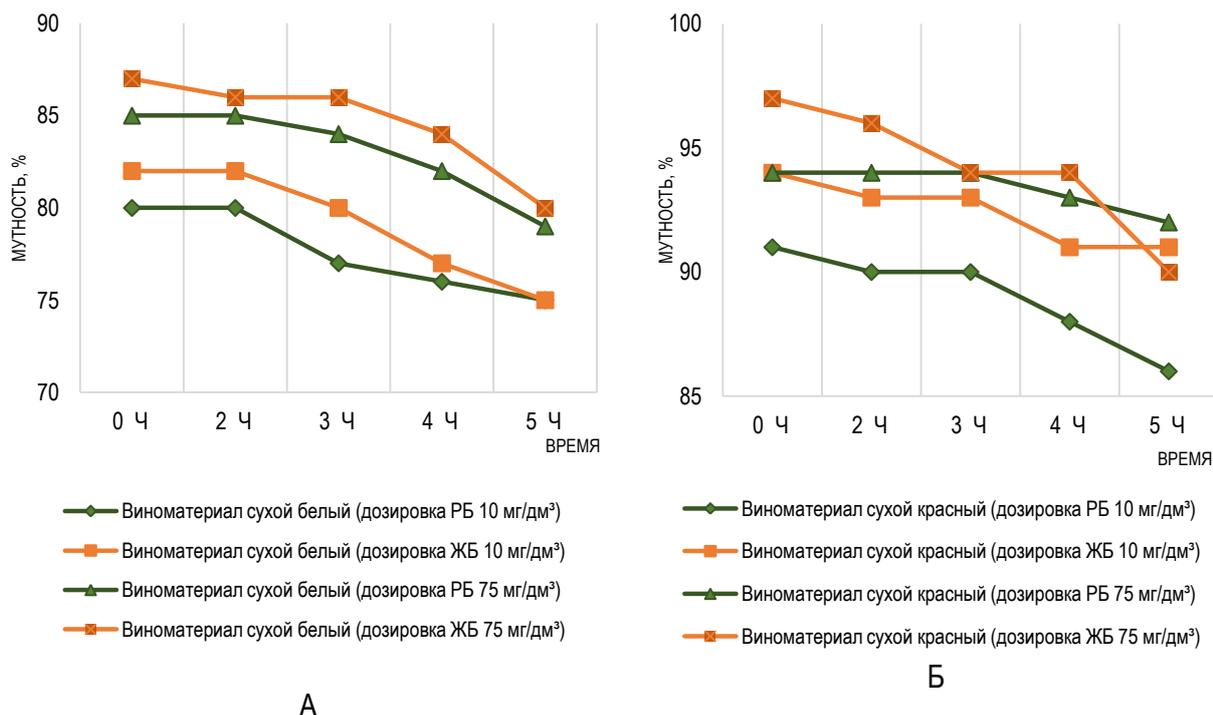


Рис. 1. Динамика осветления виноматериала сухого белого (А) и виноматериала сухого красного (Б) при их обработке растительным (РБ) и животным (ЖБ) белками в дозировке 10 и 75 мг/дм³ в первые 5 ч

Dynamics of clarification of white dry wine (A) and red dry wine (B) materials when treated with plant (RB) and animal (ZhB) proteins in dosages of 10 and 75 mg/dm³ in the first 5 hours

Таблица 1

Динамика осветления виноматериалов при их обработке растительным и животным белками
Dynamics of clarification of wine materials during their treatment with plant and animal proteins

Наименование белка, его дозировка, мг/дм ³	Изменение мутности, %, на время, ч				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
PROVGREEN® PURE WINE					
Винноматериал сухой белый/Винноматериал сухой красный/Винноматериал ликерный					
5	78/90/83	78/90/83	76/90/82	74/86/80	74/84/78
25	82/93/86	82/93/86	80/93/84	78/90/82	75/90/80
50	84/94/87	84/94/87	84/94/85	80/93/80	77/92/77
100	87/95/89	87/95/88	87/94/86	84/94/85	80/90/80
125	88/96/90	88/96/88	87/95/87	85/93/85	82/90/82
150	90/98/93	90/97/90	88/95/88	86/93/86	83/90/83

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
200	90/98/93	90/98/90	90/95/90	87/93/87	83/93/83
Желатин					
Виноматериал сухой белый/Виноматериал сухой красный/Виноматериал ликерный (белый)					
5	80/93/85	78/93/85	77/92/83	76/90/82	75/90/80
25	84/95/87	84/94/87	82/94/86	78/92/84	77/90/83
50	85/97/88	85/96/88	83/95/86	81/93/85	78/91/83
100	88/97/92	86/96/90	86/94/88	84/94/87	81/90/85
125	90/98/93	90/96/90	88/95/88	86/93/87	81/90/85
150	92/98/95	92/97/90	90/95/90	88/93/87	85/90/83
200	93/98/95	93/98/90	92/95/90	90/93/87	88/93/83

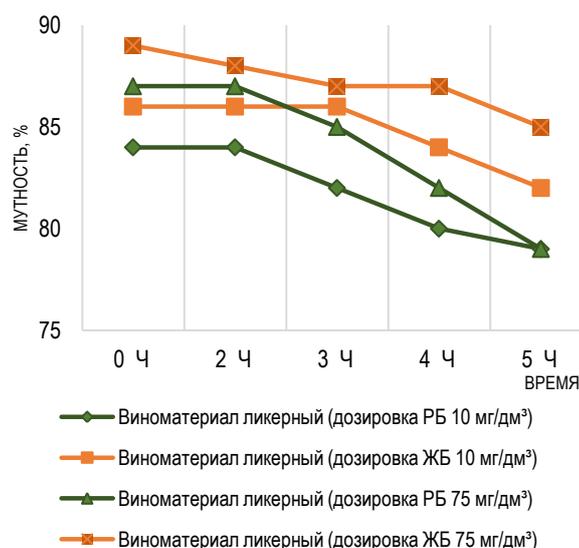


Рис. 2. Динамика осветления виноматериала ликерного при обработке растительным (РБ) и животным (ЖБ) белками в дозировке 10 и 75 мг/дм³ в первые 5 часов
Dynamics of clarification liqueur wine material when treated with plant (RB) and animal (ZhB) proteins in the first 5 hours

Динамика осветления сброженного яблочно-го сусла была аналогична динамике осветления виноматериала сухого белого: в течение первых 2 ч наблюдения образовалась устойчивая, медленно седиментирующая суспензия. Спустя 5–6 ч наблюдалось увеличение размера флоккул и их осаждение.

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных методом дисперсионного анализа ANOVA (тест Тьюки) показала, что разность средних значений мутности в зависимости от применяемого белка имела статистически достоверные различия ($P < 0,05$).

На 5–6-м ч наблюдения отмечали образование более крупных коллоидных частиц и незначительное осветление среды, отмеченное как снижение величины мутности. Наиболее заметно эти процессы протекали при обработке винома-

териала ликерного и виноматериала сухого белого. Существенной разницы в эффективности действия в этот период времени между растительным и животным белком не выявлено.

Сравнительный анализ динамики осветления белого и красного виноматериалов и сброженного яблочного сусла для сидра растительным и животным белком показал, что при использовании желатина его взаимодействие с компонентами красного вина протекает значительно медленнее, особенно при меньшей дозировке. Это согласуется с данными [22–25], в которых установлено, что растительные белки активнее взаимодействуют с фенольными соединениями, особенно антоцианами, чем животные.

В последующих экспериментах для комплексной обработки виноматериалов использовали растительные белки. Через 5 ч после их

внесения все виноматериалы были обработаны бентонитом в одинаковой дозировке. Продолжены наблюдения за динамикой осветления (табл. 2).

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных методом дисперсион-

ного анализа ANOVA (тест Тьюки) показала, что разность средних значений мутности в зависимости от применяемого белка и последующим дозированием бентонита имела статистически достоверные различия ($P < 0,05$).

Таблица 2

Динамика осветления виноматериалов при их обработке растительным и животным белками и последующем дозировании бентонита
Dynamics of clarification of wine materials during their treatment with plant and animal proteins and subsequent dosing of bentonite

Наименование белка, его дозировка, мг/дм ³	Изменение мутности, %, на время, ч, после внесения бентонита						
	0	2	4	6	8	16	20
PROVGREEN® PURE WINE							
Виноматериал сухой белый/Виноматериал сухой красный/Виноматериал ликерный							
5	74/84/78	73/82/76	71/78/69	67/68/63	54/63/57	40/61/50	36/58/42
25	75/92/80	76/87/76	75/84/68	73/76/63	66/70/55	56/63/45	34/57/41
50	77/90/77	76/89/74	74/86/70	72/75/63	63/69/56	56/63/45	32/55/40
100	80/90/80	78/88/77	76/85/72	73/79/61	65/65/53	48/60/47	28/50/36
125	82/90/82	78/89/78	75/87/72	69/78/61	62/63/52	48/56/43	28/47/36
150	83/90/83	76/89/78	73/87/74	65/80/61	53/60/53	42/53/41	28/44/33
200	83/93/83	76/90/78	74/88/74	63/80/61	52/58/51	44/50/43	28/44/33
Желатин							
Виноматериал сухой белый/Виноматериал сухой красный/Виноматериал ликерный (белый)							
5	75/90/80	74/87/80	71/82/73	66/74/68	58/67/60	46/60/53	42/52/47
25	77/90/83	76/87/80	75/84/71	70/78/66	60/74/56	54/63/50	37/48/43
50	78/91/83	77/89/81	74/88/72	72/77/66	60/69/57	52/63/47	36/46/40
100	81/90/85	81/88/79	80/86/75	75/80/66	67/65/52	52/57/46	32/40/38
125	81/90/85	78/89/78	75/86/75	70/78/67	65/63/53	44/48/43	32/38/38
150	85/90/83	76/89/78	73/86/74	65/80/65	53/60/53	42/45/41	32/38/38
200	88/93/83	76/90/78	74/88/74	63/80/65	52/58/51	44/50/43	32/38/38

Анализ экспериментальных данных показал идентичность кинетики осветления обработанных виноматериалов растительным и животным белками (рис. 2). Однако следует отметить, что при использовании желатина отмечалась более медленная скорость осветления среды даже после введения суспензии бентонита, а конечное значение величины мутности было более высоким.

При комплексной обработке виноматериала сухого белого (рис. 2, А) и виноматериала ликерного (рис. 2, В) величина мутности в процессе осветления была меньше в случае использования растительного белка. Это позволяет считать, что добавление растительного белка значительно ускоряет случайное слипание частиц непосредственно или через тонкие жидкие прослойки. Это в свою очередь приводит к образованию отдельностей, ускоряющих коагуляцию

при введении минералов. На следующем этапе происходит укрупнение (флокуляция) агрегатов «клетка-минерал» за счет сил дальней агрегации по Ефремову и их седиментация [26]. При осаждении с помощью сил дальнего действия агрегаты захватывают отдельные частицы, не вступившие еще в коагуляционное сцепление, и способствуют их оседанию. Следовательно, чем медленнее протекает седиментация пространственной структуры, тем большее количество мутящих компонентов захватывается и выводится в осадок.

Несколько иная тенденция изменения величины мутности зафиксирована при комплексной обработке виноматериала сухого красного (рис. 2, Б). При внесении обеих дозировок растительного белка в течение 1–2 ч наблюдалось начало осветления (отмечалось снижение величины мутности). В этот же период времени

опытные образцы виноматериалов, обработанные желатином, оставались стабильно мутными, а видимые признаки осветления появлялись лишь через 4 ч. При этом по окончании обра-

ботки лучшие результаты были получены именно при обработке желатином в дозировке 75 мг/дм³.

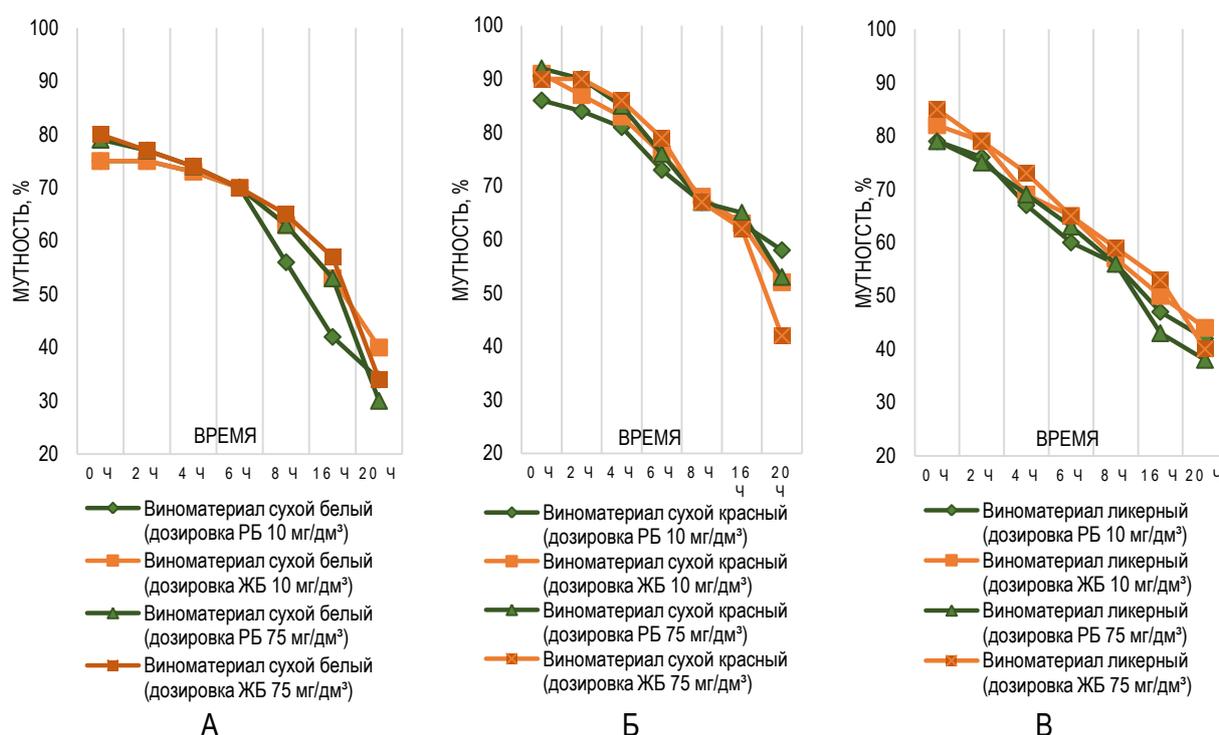


Рис. 2. Динамика осветления виноматериала сухого белого (А), виноматериала сухого красного (Б) и виноматериала ликерного (В) при их обработке растительным (РБ) и животным (ЖБ) белками в дозировке 10 и 75 мг/дм³ (комплексная обработка белковыми сорбентами и бентонитом)
Dynamics of clarification of wine dry white (A) and wine dry red (Б), liqueur wine (В) during their treatment with plant (RB) and animal (ZhB) proteins in dosages of 10 and 75 mg/dm³ (complex treatment with protein sorbents and bentonite)

Качественное осветление виноматериалов было отмечено при различных дозировках белковых препаратов. Так, для осветления белых сухих виноматериалов диапазон варьирования концентрации растительного белка составил 10–100 мг/дм³, для красных сухих виноматериалов – 50–125, для ликерных виноматериалов – 10–100 мг/дм³.

При использовании желатина эти дозировки составили для осветления виноматериалов сухих белых 25–100 мг/дм³, для виноматериалов сухих красных – 50–125, для виноматериалов ликерных – 25–100 мг/дм³.

Таким образом, внесенные в виноматериалы дозировки исследуемых белков были достаточно близкие. Более существенное различие наблюдали в объемах образующихся осадков, которые при использовании растительного белка варьировали от 12 до 25 % в зависимости от

дозировки, а при использовании желатина – от 15 до 28 %.

В результате исследования величины мутности виноматериалов и сброженного яблочного сусла в зависимости от внесенной концентрации растительного белка (PROVGREEN® PUREWINE) и желатина (табл. 2) определены технологические дозировки, обеспечивающие наилучшее осветление виноматериалов и сброженного яблочного сусла. Суспензию бентонита вносили после дозирования белковых препаратов, когда отмечали начало процесса седиментации.

Аналогичные исследования проведены с растительными белками CLEARV, ПЕТАТИТ, VEGE-FLOT, изолятом белка овса и вики, в результате которых установлены дозировки, применение которых приводило к наилучшему осветлению виноматериалов и сброженного яблочного сусла (табл. 3).

**Технологические дозировки растительных белков,
обеспечивающие наилучшее осветление виноматериалов**
Technological dosages of plant proteins, ensuring the best clarification of wine material

Хозяйство	Наименование белка					
	PROVGREEN® PURE WINE	CLEARV	ПЕТАТИТ	VEGEFLOT	изолят белка овса и вики	желатин Gelzol
Технологическая дозировка, мг/дм ³						
Виноматериал сухой белый						
ИП Глава КФХ Козлакова Е.В.	5–50	10–50	10–50	25–100	10–75	25–100
КФХ Батрак Виталий Васильевич	10–30	10–75	10–50	20–50	25–100	30–100
ООО «Винное подворье Старого Грека»	5–40	5–40	5–40	10–50	10–50	25–75
КФК «Ожина»	10–30	20–75	15–50	20–50	20–75	30–100
Виноматериал сухой красный						
КФК «Козлакова Е.В.»	50–100	75–125	50–100	50–100	50–125	75–125
КФК «Батрак»	50–100	50–100	50–100	50–100	75–125	75–125
ООО «Винное подворье Старого Грека»	50–100	50–100	75–125	75–125	75–125	100–150
КФК «Ожина»	75–100	75–125	75–125	100–125	100–125	100–150
Сброженное яблочное сусло						
Вариант 1	1–25	5–30	5–25	10–30	15–30	25–75
Вариант 2	1–25	10–20	10–30	15–30	20–40	40–75

Проведенные исследования показали, что применение растительных белков при обработке виноматериалов сухих белых способствует качественному осветлению при меньших дозировках в сравнении с желатином. Однако, согласно полученным результатам, существует и диапазон близких значений концентраций, что, на наш взгляд, может быть связано с особенностями технологии переработки винограда, свойственной каждому изготовителю.

Высокие концентрации фенольных соединений в виноматериалах сухих красных привели к заметному увеличению значений технологических дозировок всех использованных белковых сорбентов и различию в цвете виноматериалов. Следует отметить меньшее изменение интенсивности цвета красных виноматериалов при обработке растительными белками, что связано с меньшей сорбцией антоцианов [27]. При этом максимальную эффективность осветления показал препарат PROVGREEN® PUREWINE. Также высокая эффективность осветления виноматериалов отмечена при обработке изолятом белка овса и вики. Различие в действии исследованных растительных белков может быть

связано с различной гидрофобностью и составом активных центров их поверхности [28–30], взаимодействующих с компонентами среды.

Далее проведен сравнительный анализ объемов и структуры осадков, образовавшихся в результате обработки виноматериалов белковыми сорбентами в одинаковой дозировке (75 мг/дм³). На рисунках 3 и 4 представлен внешний вид и объем осадков виноматериала сухого белого и виноматериала ликерного. Полученные данные свидетельствуют о том, что при использовании растительных белков (в данном случае препарата PROVGREEN PURE WINE) объем осадка был в 5 раза меньше в сравнении с объемами осадков виноматериалов, обработанных желатином, при их одинаковых технологических дозировках. Добавление суспензии бентонита приводило к увеличению объема осадков, сохраняя при этом ту же тенденцию: объем осадка при использовании растительного белка был на 6 % меньше в сравнении с желатином.

Несколько иная тенденция отмечена при обработке ликерного вина: применение только растительного белка или желатина привело к

образованию одинакового объема осадка. Однако при внесении суспензии бентонита при комплексной обработке ликерного вина вызвало значительное увеличение объема осадка при использовании желатина. Это свидетельствует

о том, что осадки, образованные растительным белком или растительным белком совместно с желатином, более плотные, малоподвижные и легко уплотняемые.

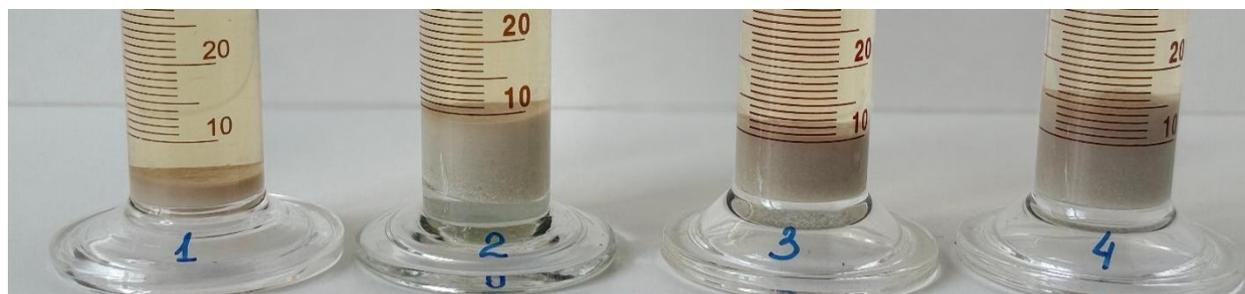


Рис. 3. Внешний вид осадка виноматериала сухого белого Шардоне, обработанного: 1 – растительным белком; 2 – желатином; комплексная обработка; 3 – растительным белком и бентонитом; 4 – желатином и бентонитом

External appearance of the sediment of wine dry white Chardonnay treated with: 1 – vegetable protein; 2 – gelatin; complex treatment with; 3 – vegetable protein and bentonite; 4 – gelatin and bentonite

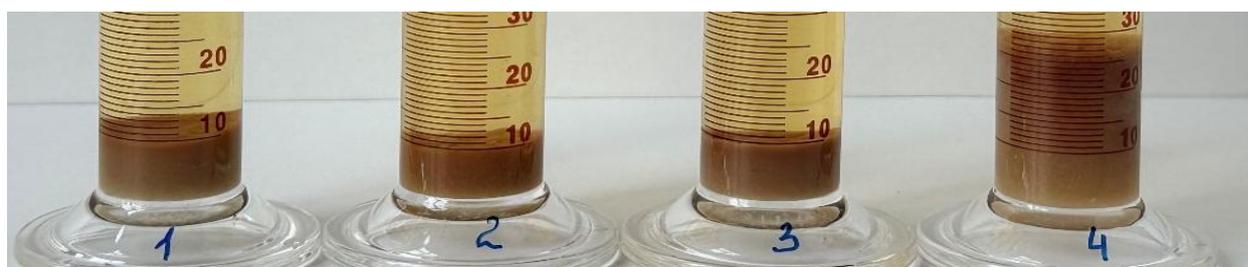


Рис. 4. Внешний вид осадка виноматериала ликерного, обработанного: 1 – растительным белком; 2 – желатином; комплексная обработка; 3 – растительным белком и бентонитом; 4 – желатином и бентонитом

External appearance of liqueur wine sediment treated with: 1 – vegetable protein; 2 – gelatin; complex treatment with; 3 – vegetable protein and bentonite; 4 – gelatin and bentonite

Установлено, что осадок, образовавшийся после добавления растительного белка, визуально был более плотным и однородным, чем осадок, полученный с использованием желатина. Процентное соотношение объема осадка к первоначальному объему виноматериала было примерно на 52 % (виноматериал сухой белый и сброженное яблочное сусло), 44 % (виноматериал сухой красный) и 31 % (виноматериал ликерный) меньше, чем у осадка, полученного с применением желатина. Эти данные согласуются с результатами [13, 18, 31], полученными при осветлении красных вин. Выявлена зависимость между меньшим количеством осадка и физико-химическими свойствами самого белка. При этом отмечено, что растительные белки специфично связываются с фенольными соединениями виноматериалов, обеспечивая качественное осветление и стабилизацию красных вин

к коллоидным помутнениям.

Дополнительно проведенные исследования показали, что суспензию бентонита целесообразно вносить:

- при использовании растительных белков для стабилизации виноматериалов сухих белых – через 2–3 ч после их внесения в обрабатываемую среду, виноматериалов сухих красных – через 3 часа, виноматериалов ликерных – через 3–4 часа;

- при использовании желатина для виноматериалов сухих белых – через 2 часа, виноматериалов сухих красных – через 4 ч, виноматериалов ликерных – через 4–5 ч;

- при обработке сброженного яблочного сусла: при использовании растительных белков – через 1–4 ч; желатина – через 3–4 ч.

При обработке сброженного яблочного сусла продолжительность контакта растительного белка и обрабатываемой среды должна быть не менее 4 ч, после чего дозируется суспензия бентонита. Возможно, это связано с высокой концентрацией полисахаридов, в т. ч. Крахмалистых веществ, медленно взаимодействующих с растительными белками.

Такая рекомендация объясняется тем, что в этот период времени обеспечиваются лучшие режимы флокуляции и гравитации, позволяющие повысить эффективность действия глинистого минерала.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены новые данные о динамике осветления виноматериалов различных типов и сброженного яблочного сусла с применением растительных белков в сравнении с животным (желатином). Результаты исследований позволяют считать, что при близости величины мутности механизм взаимодействия растительных и белковых сорбентов при обработке виноматериалов различаются.

Представленные экспериментальные данные – диапазоны варьирования дозировок белковых растительных сорбентов – могут быть использованы в качестве ориентира при проведении технологических обработок белых и красных сухих виноматериалов, а также ликерных виноматериалов.

В результате проведенного сравнительного анализа эффективности действия растительных и животного белков показана целесообразность применения растительных белков для обработки виноматериалов и сброженного яблочного сусла. Установлено, что для наилучшего осветления виноматериалов и сброженного яблочного сусла необходимые дозировки растительных белков меньше, чем дозировки желатина, при этом значения величины мутности обработанных сред близки. Полученные результаты будут полезны для производителей винодельческой продукции и сидров. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку композитов отечественного производства на основе растительных белков для использования в технологии винодельческой продукции и сидров.

Анализируя представленные данные (см. рис. 3, 4), можно отметить различную интенсивность окраски обработанных объектов исследований. В связи с этим исследовали цветовые характеристики вина сухого белого, вина сухого красного, вина ликерного и сидра, обработанных различными белковыми сорбентами, в т. ч. путем комплексной обработки совместно с бентонитом (табл. 4). Обработки проведены растительным и животным белком-желатином в одинаковых дозировках (75 мг/дм³) для объективной оценки их осветляющего действия.

Таблица 4

Изменение цветовых характеристик виноматериалов и сброженного яблочного сусла в результате их обработки белками
Changes in the color characteristics of wine and cider as a result of their treatment with proteins

Сорбент	Цветовая характеристика			
	Желтизна (G)	Интенсивность окраски (I)	Оттенок цвета (T)	Зрительное восприятие цвета
1	2	3	4	5
Виноматериал сухой белый				
Не обработано сорбентами	13,4	0,224	2,866	Соломенный с зеленоватым оттенком
Обработано:				
растительным белком	9,4	0,186	2,460	Светло-соломенный с зеленоватым оттенком
желатином	11,8	0,194	2,550	Светло-соломенный
комплексная обработка растительным белком и бентонитом	7,8	0,176	2,324	Светло-соломенный
комплексная обработка желатином и бентонитом	8,4	0,184	2,368	Светло-соломенный

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5
Виноматериал ликерный				
Не обработано	17,8	0,334	3,346	Янтарный с легким коричневым оттенком
Обработано:				
растительным белком	14,3	0,268	3,226	Янтарный
желатином	15,2	0,288	3,194	Янтарный с легким коричневым оттенком
комплексная обработка растительным белком и бентонитом	13,4	0,256	3,088	Янтарный
комплексная обработка желатином и бентонитом	13,8	0,264	3,106	Янтарный
Сброженное яблочное сусло				
Не обработано сорбентами	13,0	0,218	2,856	Золотистый
Обработано:				
растительным белком	11,2	0,188	2,756	Светло-золотистый
желатином	11,8	0,193	2,720	Светло-золотистый
комплексная обработка растительным белком и бентонитом	9,6	0,167	2,634	Соломенный
комплексная обработка желатином и бентонитом	10,3	0,175	2,723	Соломенный

Согласно ГОСТ 32051-2013 и [32] наиболее характерными оттенками цвета белых сухих вин, а также сидров, принято считать лимонно-зеленый (цвета лайма), лимонно-желтый, светло-соломенный, соломенный, соломенно-золотистый, а для ликерных вин – золотистый, янтарный, коричневый. Эта терминология рекомендована для лингвистической (словесной) оценки цвета вина и ее изменения при технологических обработках.

В соответствии с современными представлениями показатель оттенка цвета (Т) указывает на интенсивность (I) в окраске желто-коричневых тонов, формирующихся под действием продуктов конденсации фенольных веществ. Интенсивность цвета выражается суммой оптических плотностей среды, измеренных при длинах волн 420 и 520 мкм. Показатель желтизны (G) характеризует интенсивность желтых и коричневых оттенков цвета виноматериалов, вин и сидров.

Проведенные исследования (см. табл. 4) показали различное влияние технологических обработок на цветовые характеристики напитков – объектов исследования. Так, при обработке белого сухого вина показатель желтизны снижал-

ся, особенно при комплексной обработке растительным белком и бентонитом. При этом отмечалось снижение интенсивности окраски и оттенка цвета за счет сорбции и выведения в осадок фенольных соединений. Установлено, что при обработке желатином удаляются вещества, обуславливающие наличие зеленоватого оттенка в цвете вина из сорта винограда Шардоне. Аналогичное воздействие наблюдалось при комплексной обработке вина из сорта винограда Шардоне.

Аналогичные изменения протекали в сидре: применение только растительного белка или желатина приводило к уменьшению проявления золотистого оттенка. При комплексной обработке в связи с сорбцией фенольных соединений образцы сидра приобретали соломенный цвет.

Технология ликерных вин включает настаивание мезги, в т. ч. при высокой температуре (45–60 °С) или термообработке с целью придания винам типичных свойств. В связи с этим в цвете ликерного вина характерно присутствие коричневых тонов, связанных с протеканием реакций меланоидинообразования, окисления фенольных соединений и пр. Обработка ликерного вина растительным белком обеспечила

снижение проявления коричневых оттенков, в то время как при использовании желатина их проявление сохранилось, но интенсивность и оттенок цвета уменьшились. Это позволяет считать, что растительный белок более активно связывает фенольные вещества и продукты карамелизации, ответственные за формирование коричневых тонов в окраске ликерного вина.

Наибольшее снижение цветовых показателей ликерного вина отмечено при его комплексной обработке белками и бентонитом. При этом при визуальном определении цвета не выявлено различий между опытными вариантами с применением растительного и животного белков. Однако экспериментальные данные, полученные при исследовании показателей интенсивности, желтизны и оттенка цвета, свидетельствуют о снижении значений перечисленных показателей при комплексной обработке с применением растительного белка.

Таким образом, на основании представленных экспериментальных данных можно рекомендовать применение растительных белков для регулирования цвета вин при их технологических обработках.

Заключение: Проведена оценка эффективности применения растительных белков для осветления вин и сидров в сравнении с желатином. Установлено, что наибольшее различие между действием белковых сорбентов наблюдалось в первые 1–3 ч, в которые происходило быстрое взаимодействие белков с соответствующими компонентами среды, при этом образовывалась плотная, не разделяющаяся устойчивая муть, что подтверждалось постоянной в этот период времени величиной мутности. При

использовании желатина отмечалась более медленная скорость осветления среды, а конечное значение величины мутности было более высоким в сравнении с аналогичным опытом с применением растительных белков. Качественное осветление виноматериалов сухих белых, виноматериалов ликерных и сброженного яблочного суслу для сидров было достигнуто при дозировках белковых препаратов в концентрации 10–100 мг/дм³, для виноматериалов сухих красных – 50–125 мг/дм³. При использовании желатина дозировки были выше на 10–15 %, что привело к образованию большего объема осадков. Представлены рекомендации по времени внесения суспензии бентонита при комплексной обработке вин и сидров растительными белками и глинистыми сорбентами. Установлено влияние технологических обработок с применением растительного и животного белка на изменение цветовых характеристик виноматериала сухого белого, виноматериала ликерного и сброженного яблочного суслу. Показано, что применение растительных белков как самостоятельно, так и при комплексной обработке совместно с бентонитом обеспечивает большее снижение величины интенсивности, желтизны и оттенка цвета в сравнении с желатином. Полученные результаты будут полезны для производителей винодельческой продукции и сидров. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку композитов отечественного производства на основе растительных белков для использования в технологии винодельческой продукции, плодовой алкогольной продукции и сидров.

Список источников

1. Kemp B., Marangon M., Curioni A., et al. New directions in stabilization, clarification, and fining // *Managing Wine Quality*, Woodhead Publishing. 2022. Vol. 2. P. 245–301. DOI: 10.1016/B978-0-08-102065-4.00002-X.
2. Агеева Н.М., Прах А.В., Редька В.М. Растительный белок как альтернатива желатину для обработки вин // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021. № 70. С. 297–306. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-297-306. EDN: MHXQNC.
3. Osete-Alcaraz L., Gómez-Plaza E., Jørgensen B., et al. The composition and structure of plant fibers affect their fining performance in wines // *Food Chemistry*. 2024. Vol. 460. Art. 140657. DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.140657.
4. Szövényi Á.P., Sólyom-Leskó A., Szabó A. Influence of Plant Protein Fining Agents on the Phenolic Composition of Organic Grape Musts // *Fermentation*. 2024. Vol. 10. P. 642. DOI: 10.3390/fermentation10120642.

5. Rizzi C., Mainente F., Pasini G. Hidden Exogenous Proteins in Wine: Problems, Methods of Detection and Related Legislation – a Review // *Czech Journal of Food Sciences*. 2016. Vol. 34. P. 93–104. DOI: 10.17221/357/2015-CJFS.
6. Компанцев Д.В., Попов А.В., Привалов И.М., и др. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 1. С. 58. EDN: TIKIZB.
7. Бычкова Е.С., Подгорбунских Е.М., Кудачева П.В., и др. Особенности производства и усвоения белков растительного и животного происхождения: обзор предметного поля // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2024. № 32. С. 31–52. DOI: 10.36107/spfr.2024.1.473. EDN: OCPZAL.
8. Gambuti A., Rinaldi A., Romano R., at all. Performance of a protein extracted from potatoes for fining of white musts // *Food Chem*. 2016. Vol. 190. P. 237–243. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.05.067.
9. Киселева О.В., Тарнопольская В.В., Миронов П.В. Биотехнология пищевого белка. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2021. 92 с.
10. Бычкова Е.С., Рождественская Л.Н., Погорова В.Д., и др. Технологические особенности и перспективы использования растительных белков в индустрии питания. Часть 2. Способ снижения антипитательных свойств растительного сырья // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2018. № 3. С. 46–54. EDN: XURRZB.
11. Чурсина О.А. Влияние препаратов растительного белка на физико-химический состав, стабильность и органолептические показатели виноматериалов // *Научные труды ФГБНУ СКФНЦСВВ*. 2018. Т. 18. С. 163–170. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-18-163-170. EDN: OXDRIJ.
12. Дегтярев И.А., Гаравири М., Фоменко И.А., и др. Сравнение функционально технологических свойств и аминокислотного состава изолятов белка растительного происхождения // *Вестник КрасГАУ*. 2025. № 2. С. 202–215. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-202-215.
13. Marangon M., Vincenzi S., Curion A. Wine Fining with Plant Proteins // *Molecules*. 2019. Vol. 24. Art. 2186. DOI: 10.3390/molecules24112186.
14. Dias L., Milheiro J., Ribeiro M., at all. Fast and Simple UPLC-Q-TOF MS Method for Determination of Bitter Flavan-3-ols and Oligomeric Proanthocyanidins: Impact of Vegetable Protein Fining Agents on Red Wine Composition // *Foods*. 2023. Vol. 12. Art. 3313. DOI: 10.3390/foods12173313.
15. Hortolomeu A., Mirila D.C., Roşu A.M., at all. Chemically Modified Clay Adsorbents Used in the Retention of Protein and Polyphenolic Compounds from Sauvignon Blanc White Wine // *Nanomaterials (Basel)*. 2024. Vol. 14. Art. 588. DOI: 10.3390/nano14070588.
16. Vázquez-Pateiro I., Mirás-Avalos J.M., Falqué E. Influence of Must Clarification Technique on the Volatile Composition of Albariño and Treixadura Wines // *Molecules*. 2022. Vol. 27. Art. 810. DOI: 10.3390/molecules27030810.
17. Bongiorno D., Avellone G., Napoli A., at all. Determination of trace levels of organic fining agents in wines: Latest and relevant findings // *Front Chem*. 2022. Vol. 10. Art. 944021. DOI: 10.3389/chem.2022.944021.
18. Granato T.M., Ferranti P., Iametti S., at all. Affinity and selectivity of plant proteins for red wine components relevant to color and aroma traits // *Food Chem*. 2018. Vol. 256. P. 235–243.
19. Obreque-Slier E., Cortés-Araya K., Medel-Marabolí M., at all. Different effectiveness of protein fining agents when tested for interaction and precipitation with tannic acid, a seed polyphenol extract and seven wines // *OENO One Received*. 2023. Vol. 57, № 2. Art. 7264. DOI: 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7264.
20. Oberholster A., Carstens L.M., Toit W.J. Investigation of the effect of gelatine, egg albumin and cross-flow microfiltration on the phenolic composition of Pinotage wine // *Food Chem*. 2013. Vol. 138. P. 1275–1281.
21. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова 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. EDN: ZYKSPJ.
22. Vladei N., Arseni A. Influence of potato and pea protein fining on the chromatic profile features of raraneagra wine // *Journal of Engineering Science*. 2024. Vol. 31. P. 117–129. DOI: 10.52326/jes.utm.2024.31(3).10.

23. Kang W.; Niimi J.; Bastian S.E.P. Reduction of red wine astringency perception using vegetable proteinfining agents // *Am. J. Enol. Vitic.* 2018. Vol. 69. P. 22–31.
24. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. М.: Лань. 2025. 412 с. EDN: QKCPAB.
25. Seriš D., Balík J., Híc P., et al. Effect of fining agents on the chemical composition and sensory properties of apple cider // *European Food Research and Technology.* 2024. Vol. 250. P. 521–531. DOI: 10.1007/s00217-023-04395-7.
26. Maury C., Sarni-Manchado P., Cheynier V. Highlighting protein fining residues in a model red wine // *Food Chem.* 2019. Vol. 279. P. 272–278. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.11.141.
27. Kang W., Niimi J., Elaine Putnam Bastian S. Reduction of Red Wine Astringency Perception Using Vegetable Protein Fining Agents // *American Journal of Enology and Viticulture.* 2018. Vol. 69. P. 22–31. DOI: 10.5344/ajev.2017.17054.
28. Gazzola D., Vincenzi S., Marangon M., et al. Grape seed extract: the first protein-based fining agent endogenous to grapes // *Aust. J. Grape Wine Res.* 2017. Vol. 23. P. 215–225. DOI: 10.1111/ajgw.12268.
29. Sommer S., Sommer S.J., Gutierrez M. Characterization of different bentonites and their properties as a protein-fining agent in wine // *Beverages.* 2022. Vol. 8. P. 31–31. DOI: 10.3390/beverages8020031.
30. Van Sluyter S.C., McRae J.M., Falconer R.J., et al. Wine protein haze: mechanisms of formation and advances in prevention // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2015. Vol. 63. P. 4020–4030. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00047.
31. Fernandes J.P., Neto R., Centeno F., et al. Unveiling the potential of novel yeast protein extracts in white wines clarification and stabilization // *Front. Chem.* 2015. Vol. 3. Art. 26005671. DOI: 10.3389/fchem.2015.00020.
32. Jackson R.S. *Wine Tasting: A professional handbook*, third edition. Academic press, 2017. 430 p.

References

1. Kemp B, Marangon M, Curioni A, et al. New directions in stabilization, clarification, and fining. *Managing Wine Quality*, Woodhead Publishing. 2022;2:245-301. DOI: 10.1016/B978-0-08-102065-4.00002-X.
2. Ageeva NM, Prakh AV, Redka VM. Vegetable protein as an alternative to gelatin for wine processing. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia.* 2021;70:297-306. (In Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335-2021-4-70-297-306. EDN: MHXQNC.
3. Osete-Alcaraz L, Gómez-Plaza E, Jørgensen B, et al. The composition and structure of plant fibers affect their finishing performance in wines. *Food Chemistry.* 2024;460:642. DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.140657.
4. Szövényi ÁP, Sólyom-Leskó A, Szabó A. Influence of Plant Protein Fining Agents on the Phenolic Composition of Organic Grape Musts. *Fermentation.* 2024;10:642. DOI: 10.3390/fermentation10120642.
5. Rizzi C, Mainente F, Pasini G. Hidden Exogenous Proteins in Wine: Problems, Methods of Detection and Related Legislation – a Review. *Czech Journal of Food Sciences.* 2016;34:93-104. DOI: 10.17221/357/2015-CJFS.
6. Kompancev DV, Popov AV, Privalov IM, et al. Protein isolates from plant materials: a review of the current state and analysis of the prospects for the development of technology for obtaining protein isolates from plant materials. *Modern problems of science and education.* 2016;1:58. (In Russ.). EDN: TIKIZB.
7. Bychkova ES, Podgorbunskikh EM, Kudacheva PV, et al. Features of production and assimilation of proteins of plant and animal origin: a review of the subject field. *Storage and processing of agricultural raw materials.* 2024;32:31-52. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2024.1.473. EDN: OCPZAL.
8. Gambuti A, Rinaldi A, Romano R, et al. Performance of a protein extracted from potatoes for fining of white musts. *Food Chem.* 2016;190:237-243. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.05.067.

9. Kiseleva OV, Tarnopolskaya VV, Mironov PV. *Biotechnology of food protein*. Krasnoyarsk: Siberian State University named after M.F. Reshetnev; 2021. 92 p. (In Russ.).
10. Bychkova ES, Rozhdestvenskaya LN, Pogorova VD, et al. Technological features and prospects for the use of plant proteins in the food industry. Part 2. A method for reducing the anti-nutritional properties of plant raw materials. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2018;3:46-54. (In Russ.). EDN: XURRZB.
11. Chursina OA. Influence of plant protein preparations on the physicochemical composition, stability and organoleptic indicators of wine materials. *Scientific works of the Federal State Budgetary Scientific Institution SKFNCSVV*. 2018;18:163-170. (In Russ.). DOI: 10.30679/2587-9847-2018-18-163-170. EDN: OXDRIJ.
12. Degtyarev IA, Garaviri M, Fomenko IA, et al. Comparison of functional and technological properties and amino acid composition of protein isolates of plant origin. *Bulliten of KSAU*. 2025;2:202-215. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-202-215.
13. Marangon M, Vincenzi S, Curion A. Wine Fining with Plant Proteins. *Molecules*. 2019;24:2186. DOI: 10.3390/molecules24112186.
14. Dias L, Milheiro J, Ribeiro M, et al. Fast and Simple UPLC-Q-TOF MS Method for Determination of Bitter Flavan-3-ols and Oligomeric Proanthocyanidins: Impact of Vegetable Protein Fining Agents on Red Wine Composition. *Foods*. 2023;12:3313. DOI: 10.3390/foods12173313.
15. Hortolomeu A, Mirila DC, Roşu AM, et al. Chemically Modified Clay Adsorbents Used in the Retention of Protein and Polyphenolic Compounds from Sauvignon Blanc White Wine. *Nanomaterials (Basel)*. 2024;14:588. DOI: 10.3390/nano14070588.
16. Vázquez-Pateiro I, Mirás-Avalos JM, Falqué E. Influence of Must Clarification Technique on the Volatile Composition of Albariño and Treixadura Wines. *Molecules*. 2022;27:810. DOI: 10.3390/molecules27030810.
17. Bongiorno D, Avellone G, Napoli A, et al. Determination of trace levels of organic finishing agents in wines: Latest and relevant findings. *Front Chem*. 2022;10:944021. DOI: 10.3389/fchem.2022.944021.
18. Granato TM, Ferranti P, Iametti S, et al. Affinity and selectivity of plant proteins for red wine components relevant to color and aroma traits. *Food Chem*. 2018;256:235-243.
19. Obreque-Slier E, Cortés-Araya K, Medel-Marabolí M, et al. Different effectiveness of protein fining agents when tested for interaction and precipitation with tannic acid, a seed polyphenol extract and seven wines. *OENO One Received*. 2023;57(2):7264. DOI: 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7264.
20. Oberholster A, Carstens LM, Toit WJ. Investigation of the effect of gelatine, egg albumin and cross-flow microfiltration on the phenolic composition of Pinotage wine. *Food Chem*. 2013;138:1275-1281.
21. Anikina NS, Chervyak SN, Gnilomedova NV. Methods for assessing wine color. Review. *Analytics and control*. 2019;23(2):158-167. (In Russ.). DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003. EDN: ZYKSPJ.
22. Vladei N, Arseni A. Influence of potato and pea protein finishing on the chromatic profile features of raraneagra wine. *Journal of Engineering Science*. 2024;31:117-129. DOI: 10.52326/jes.utm.2024.31(3).10.
23. Kang W; Niimi J; Bastian SEP. Reduction of red wine astringency perception using vegetable proteinfining agents. *Am. J. Enol. Vitic*. 2018;69:22-31.
24. Friedrichsberg DA. *Colloid Chemistry Course*. Moscow: Lan; 2025. 412 p. (In Russ.). EDN: QKCPAB.
25. Seriš D, Balík J, Híc P, et al. Effect of fining agents on the chemical composition and sensory properties of apple cider. *European Food Research and Technology*. 2024;250:521-531. DOI: 10.1007/s00217-023-04395-7.
26. Maury C, Sarni-Manchado P, Cheynier V. Highlighting protein fining residues in a model red wine. *Food Chem*. 2019;279:272-278. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.11.141.
27. Kang W, Niimi J, Elaine Putnam Bastian S. Reduction of Red Wine Astringency Perception Using Vegetable Protein Finishing Agents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2018;69:22-31. DOI: 10.5344/ajev.2017.17054.
28. Gazzola D, Vincenzi S, Marangon M, et al. Grape seed extract: the first protein-based finishing agent endogenous to grapes. *Aust. J Grape Wine Res*. 2017;23:215-225. DOI: 10.1111/ajgw.12268.

29. Sommer S, Sommer SJ, Gutierrez M. Characterization of different bentonites and their properties as a protein-fining agent in wine. *Beverages*. 2022;8:31-31. DOI: 10.3390/beverages8020031.
30. Van Sluyter SC, McRae JM, Falconer RJ, et al. Wine protein haze: mechanisms of formation and advances in prevention. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015;63:4020-4030. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00047.
31. Fernandes JP, Neto R, Centeno F, et al. Unveiling the potential of novel yeast protein extracts in white wines clarification and stabilization. *Front. Chem.* 2015;3:26005671. DOI: 10.3389/fchem.2015.00020.
32. Jackson RS. *Wine Tasting: A professional handbook, third edition*. Academic press; 2017. 430 p.

Статья принята к публикации 10.11.2025 / The article accepted for publication 10.11.2025.

Информация об авторах:

Наталья Михайловна Агеева, главный научный сотрудник лаборатории виноделия, доктор технических наук, профессор

Анастасия Александровна Ширшова, врио заведующего лабораторией виноделия, кандидат технических наук

Антон Александрович Храпов, научный сотрудник селекционно-биотехнологической лаборатории, кандидат технических наук

Светлана Александровна Бирюкова, старший научный сотрудник лаборатории виноделия, кандидат технических наук

Information about the authors:

Natalya Mikhailovna Ageeva, Chief Researcher, Winemaking Laboratory, Doctor of Technical Sciences, Professor

Anastasia Aleksandrovna Shirshova, Acting Head of the Winemaking Laboratory, Candidate of Technical Sciences

Anton Aleksandrovich Khrapov, Researcher, Selection and Biotechnology Laboratory, Candidate of Technical Sciences

Svetlana Aleksandrovna Biryukova, Senior Researcher, Winemaking Laboratory, Candidate of Technical Sciences

