УДК 663.256.2

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-297-306

РАСТИТЕЛЬНЫЙ БЕЛОК КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЖЕЛАТИНУ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИН

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
научного центра «Виноделие»
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Прах Антон Владимирович
канд. с.-х. наук
заведующий лабораторией
виноделия
e-mail: aprakh@yandex.ru

Редька Виталий Михайлович
аспирант
e-mail: redka85@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Актуальность работы заключается в целесообразности замены животных белков (желатина и его аналогов, рыбьего клея) растительными при обработке виноматериалов с целью их осветления и стабилизации. Исследовано влияние картофельного белка на осветление и физико-химические показатели белых, розовых и красных столовых и ликерных виноматериалов. Путем пробной оклейки установлены оптимальные технологические дозировки картофельного белка в сравнении с общепринятой обработкой желатином. Показано, что оптимальные технологические дозировки картофельного белка, обеспечившие желаемую величину прозрачности виноматериалов, были в 2-4 раза выше в сравнении с желатином.

UDC 663.256.2

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-297-306

VEGETABLE PROTEIN AS AN ALTERNATIVE TO GELATIN IN THE PROCESSING OF WINE

Ageyeva Natalia Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Prakh Anton Vladimirovich
Cand. Agr. Sci.
Head of Wine-making
Laboratory
e-mail: aprakh@yandex.ru

Redka Vitaly Mikhailovich
Postgraduate Student
e-mail: redka85@bk.ru

Federal State Scientific Budget Institution «North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking», Krasnodar, Russia

The relevance of the work lies in the necessity of replacing animal proteins (gelatin and its analogs, fish glue) with vegetable proteins in the processing of wine materials in order to clarify and stabilize them. The influence of potato protein on clarification and physical and chemical parameters of white, rose and red table and liqueur wine materials was investigated. The optimal technological dosages of potato protein were established using trial fining in comparison with the generally accepted gelatin treatment. It was shown that the optimal technological dosages of potato protein, which provided the desired transparency of wine materials, were 2-4 times higher in comparison with gelatin. Dosages

Дозировки бентонита при комплексной технологической обработке были практически идентичны для желатина и картофельного белка. Различалась динамика осветления виноматериалов: при внесении желатина в обрабатываемых виноматериалах формировалась опалесценция с последующей агрегацией и седиментацией осадка. При использовании картофельного белка в виноматериалах отмечалось быстрое образование крупных агрегатов и их выпадение в осадок. Объем и масса осадков при использовании картофельного белка были на 10-15 % больше в сравнении с желатином. Однако осадки, сформировавшиеся при обработке виноматериалов картофельным белком, были более плотными и малоподвижными. С увеличением дозировки картофельного белка уменьшается мутность и интенсивность окраски виноматериалов, снижается массовая концентрация фенольных соединений, суммы коллоидов и приведенного экстракта. Объемная доля этилового спирта, массовые концентрации титруемых и летучих кислот, органолептические показатели не претерпевают существенных изменений. На основании проведенных исследований рекомендовано применение картофельного белка для обработки вин.

Ключевые слова: СТОЛОВЫЕ И ЛИКЕРНЫЕ ВИНОМАТЕРИАЛЫ, ЖИВОТНЫЕ БЕЛКИ, РАСТИТЕЛЬНЫЕ БЕЛКИ, ОБРАБОТКА, ОСВЕТЛЕНИЕ, СТАБИЛИЗАЦИЯ, ОСАДКИ

of bentonite for complex technological processing were almost identical for gelatin and potato protein. The dynamics of clarification of wine materials was different: when gelatin was added, opalescence was formed in the processed wine materials, followed by aggregation and sedimentation of the sludge. The rapid formation of large aggregates and their settling were noted in case of application of potato protein in wine materials. The volume and weight of sludges in case of using potato protein were 10-15% more in comparison with gelatin. However, the sludges formed during the processing of wine materials with potato protein were denser and less mobile. With an increase in the dosage of potato protein, the turbidity and color intensity of wine materials decline, the mass concentration of phenolic compounds, the sum of colloids and the reduced extract decrease. The volume fraction of ethyl alcohol, mass concentrations of titratable and volatile acids, organoleptic indicators do not undergo significant changes. Based on the studies carried out, the application of potato protein for the processing of wines is recommended.

Key words: TABLE AND LIQUEUR WINE MATERIALS, ANIMAL PROTEINS, VEGETABLE PROTEINS, PROCESSING, LIGHTENING, STABILIZATION, SLUDGES

Введение. В современном виноделии для осветления и стабилизации вин к помутнениям различной природы широко применяются животные белковые сорбенты – желатины, рыбий (рыбный) клей, яичный белок различных фирм-производителей, рынок которых характеризуется большим разнообразием физико-химических свойств, в том числе поверхностного заряда. Их выбор зависит от предлагаемых целей, природы вина и соединений, которые необходимо удалить во время процесса [1-5]. Достоинства перечисленных белковых препаратов широко известны. Это высокая осветляющая

способность, возможность использования при совместных обработках с бентонитом, танинами, поливинилпирролидоном, хитозаном, диоксидом кремния и другими вспомогательными материалами. Наиболее часто белковые сорбенты применяют при склонности к помутнениям фенольной природы, особенно для обработки белых столовых вин. К недостаткам белковых сорбентов относится возможная переоклейка за счет избыточных концентраций белков, использованных для обработки вин. Кроме того, желатин активно взаимодействует с фенольными веществами красных столовых вин, в том числе с антоцианами, значительно снижая интенсивность их окраски. Поэтому в производстве красных вин целесообразно применение рыбьего клея или альбумина, с их помощью можно провести «щадящую» обработку, при которой концентрация антоцианов уменьшается незначительно.

В последние годы широко пропагандируется использование растительных белков – соевого, горохового, картофельного, зернового, содержащих большие количества протеинов (альбуминов, глобулинов, глутелинов), как альтернативы традиционным животным белкам [6-10]. Это вызвано необходимостью сокращения и даже исключения применения препаратов животного происхождения при производстве напитков: имеются данные исследований, согласно которым с ними могут передаваться как антибиотики, так и отдельные заболевания животных [8, 10]. Кроме того, применение препарата животного происхождения обусловливает потерю виноматериалами аутентичности, как объектов растительного происхождения. Однако с открытием трансмиссивной природы губчатой энцефалопатии крупного рогатого скота (BSE) и из-за опасений по поводу потенциального риска аллергии и пищевой непереносимости продуктов животного происхождения был начат поиск нового источника белка [11-13].

Известно применение в технологии виноградных вин белков гороха и люпина [14, 15]. Доказано, что их внесение в обрабатываемый винома-

териал в дозировке от 50 до 300 мг/дм^3 (в зависимости от типа обрабатываемого вина) как самостоятельно, так и совместно с суспензией бентонита, обеспечивает розливостойкость продукции и не привносит никаких посторонних тонов. Кроме того, применение растительных белков, в том числе картофельного изолята, способствует избирательной сорбции отдельных компонентов фенольного комплекса, в частности фенолокислоты [16-18]. В связи с этим исследования обоснованности применения белков растительного происхождения является актуальными и значимыми для винодельческой отрасли.

Цель работы – исследование целесообразности использования картофельного белка – отхода переработки картофеля – для обработки вин в целях их осветления и стабилизации.

Объекты и методы исследований. С целью установления оптимальной технологической дозировки белый (Рислинг и Платовский), розовый (Каберне-Совиньон) и красный (Агат донской) столовые виноматериалы, белый и красный ликерные виноматериалы обрабатывали раствором картофельного белка Protafy (Дания) в дозировках от 25 до 500 мг/дм^3. Для сравнения те же виноматериалы обрабатывали 1%-м водным раствором желатина. Мутность (%) исходных и обработанных виноматериалов определяли с помощью мутномера-тирбидиметра Sigrit. Массовую концентрацию фенольных веществ определяли колориметрически с применением реактива Фолина-Чокальтеу [19], интенсивность окраски – спектральным методом путем сложения величин оптической плотности при длине волны 420 и 540 нм [19].

Обсуждение результатов исследований. Проведенные исследования показали, что при внесении водно-спиртового раствора желатина во всех виноматериалах, особенно ликерных, появляется сильная опалесценция. В

течение последующих 2-4 часов, в зависимости от типа вина, наблюдаются процессы агрегации с образованием крупных коллоидных частиц и их седиментация. При внесении картофельного белка (в воде и вине он растворяется частично) в течение 1-2-х часов отмечается образование крупных коллоидных частиц, видимых невооруженным глазом, быстро агрегирующихся и выпадающих в осадок. Добавление суспензии бентонита ускоряет процессы агрегации и седиментации, в результате чего осветление обработанных вин протекает в течение 6-8 часов.

Проведены пробные оклейки столовых и ликерных виноматериалов с применением желатина (контроль) и картофельного белка для определения оптимальных технологических дозировок. В результате проведенных исследований установлено, что оптимальные технологические дозировки картофельного белка, обеспечившие желаемую величину прозрачности виноматериалов, были в 2-4 раза выше в сравнении с желатином (табл. 1). Дозировки бентонита при комплексной технологической обработке были практически идентичны для желатина и картофельного белка.

Таблица 1 – Оптимальные технологические дозировки желатина и картофельного белка при обработке вин различных типов

Виноматериал	Оптимальные технологические дозировки			
	белков, мг/дм^3		бентонита при комплексной обработке, г/дм^3	
	желатин	картофельный	желатин	картофельный
Столовые виноматериалы				
1.Белый, Рислинг	25	50	1,2	1,0
2.Белый, Платовский	50	100	1,5	1,2
3. Розовый	50	100	2,0	2,0
4.Красный, Мерло	75	150	3,0	2,5
Ликерные виноматериалы				
1.Белый	50	50	2,0	2,5
2.Розовый	25	100	2,5	2,5
3.Красный	50	200	3,0	3,0

Сравнение объемов и внешнего вида осадков показало, что при использовании картофельного белка осадки были на 25-35 % больше по объему, но более плотными и малоподвижными, что связано, очевидно, с большой молекулярной массой самого белка, составляющей 56-78 кДа. При центрифугировании осадки хорошо уплотнялись, однако масса осадков, полученных при обработке виноматериалов картофельным белком, была на 10-15 % больше в сравнении с желатином.

Исследованы физико-химические показатели виноматериалов, обработанных различными дозировками картофельного белка (табл. 2). Установлено, что независимо от наименования обрабатываемого виноматериала соблюдается следующая закономерность: с увеличением дозировки картофельного белка уменьшается мутность, снижается массовая концентрация фенольных соединений, суммы коллоидов и, как следствие, приведенного экстракта.

Снижение концентрации фенольных соединений, удаление мутящих компонентов приводило к закономерному уменьшению интенсивности окраски всех обработанных виноматериалов. При этом при обработках окрашенных виноматериалов – розового и красных – изменение окраски, снижение концентраций фенольных веществ и приведенного экстракта было более существенным в сравнении с белыми. Полученные результаты согласуются с данными отечественных и зарубежных ученых [15, 18], согласно которым применение растительных белков, как и животных, приводит к снижению содержания красящих веществ.

Массовая концентрация тируемых кислот, объемная доля этилового спирта при обработке виноматериалов картофельным белком не претерпевали существенных изменений.

Таблица 2 – Физико-химические показатели виноматериалов, обработанных картофельным белком

№№	Дозировка белка, мг/дм^3	Мутность, %	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация				Интенсивность окраски
				титруемых кислот, г/дм^3	фенольных соединений, мг/дм^3	суммы коллоидов, мг/дм^3	приведенного экстракта г/дм^3	
Белый столовый виноматериал Платовский								
1	Необработанный	33,5	13,4	7,1	224	1360	18,5	0,54
2	25	22,4	13,3	7,0	208	1180	18,3	0,46
3	50	21,6	13,2	7,0	200	1090	18,1	0,44
4	75	20,3	13,2	6,9	187	1000	18,0	0,40
5	100	19,7	13,0	6,9	180	960	17,9	0,38
Белый столовый виноматериал Рислинг рейнский								
1	Необработанный	26,6	12,6	8,4	198	1440	21,6	0,46
2	25	22,0	12,6	8,4	186	1380	21,2	0,42
3	50	18,6	12,4	8,3	180	1250	20,8	0,38
4	75	18,0	12,2	8,3	174	1180	20,5	0,35
5	100	18,0	12,2	8,3	170	1010	20,0	0,35
Виноматериал столовый розовый								
1	Необработанный	38,5	12,8	6,7	345	1430	24,6	0,88
2	25	26,8	12,8	6,7	328	1410	24,3	0,72
3	50	26,0	12,7	6,6	306	1280	24,1	0,68
4	75	25,6	12,5	6,6	288	1200	23,8	0,65
5	100	25,0	12,5	6,5	265	1180	23,7	0,65
Виноматериал столовый красный Агат донской								
1	Необработанный	44,7	13,3	7,2	2650	3240	27,6	1,28
2	25	37,8	13,2	7,0	2540	3160	27,2	1,18
3	50	34,5	13,2	6,9	2460	2980	26,7	1,07
4	75	32,6	13,1	6,9	2310	2840	26,3	1,00
5	100	31,8	13,1	6,9	2180	2710	24,8	0,98
Белый ликерный виноматериал								
1	Необработанный	37,6	16,8	7,2	325	1760	23,7	0,94
2	25	32,4	16,8	7,2	317	1710	22,4	0,86
3	50	27,8	16,6	7,2	302	1660	21,8	0,81
4	75	25,6	16,6	7,1	288	1590	21,0	0,76
5	100	24,8	16,6	7,0	270	1540	20,6	0,75
Красный ликерный виноматериал								
1	Необработанный	51,4	17,0	6,6	3110	3650	28,5	1,88
2	25	49,6	16,9	6,6	2980	3590	27,8	1,74
3	50	47,0	16,9	6,5	2810	3460	27,3	1,68
4	75	44,3	16,8	6,5	2720	3400	27,0	1,65
5	100	44,0	16,8	6,4	2600	3340	26,6	1,63

Исследовано влияние картофельного белка (в сравнении с желатином) на розливостойкость обработанных виноматериалов. Установлено, что дозировки желатина, обеспечившие устойчивость виноматериалов к коллоидным помутнениям, составляли, мг/дм^3: для белого столового и ликерного – 25,0; розового столового – 40,0; красного столового – 50,0; красного ликерного – 60,0. Аналогичные значения для картофельного белка были выше и составляли в мг/дм^3: для белого столового и ликерного –30,0; розового столового – 50,0; красного столового – 75,0; красного ликерного – 90,0.

Органолептический анализ, проведенный дегустационной комиссией научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ, показал, что действие картофельного белка было идентично желатину: аромат и вкус обработанных вин практически не изменился, посторонние тона не идентифицированы.

Выводы. Таким образом, представленные экспериментальные данные свидетельствуют о целесообразности применения картофельного белка для обработки вин различных типов взамен животных препаратов.

Литература

1. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2004. 208 с.

2. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин. Теоретические аспекты и практические рекомендации: Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. 251 с.

3. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции. М.: Пищепромиздат, 1998. С. 21-22.

4. Jiménez- Martínez, M. D., Bautista- Ortín, A. B., Gil- Muñoz, R., & Gómez- Plaza, E. (2019). Comparison of fining red wines with purified grape pomace versus commercial fining agents: effect on wine chromatic characteristics and phenolic content. International Journal of Food Science & Technology, 54(4), 1018-1026. http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.13881.

5. Yokotsuka, K., & Singleton, V. L. (1995). Interactive precipitation between phenolic fractions and peptides in wine-like model solutions: turbidity, particle size, and residual content as influenced by pH, temperature and peptide concentration. American Journal of Enology and Viticulture, 46(3), 329-338.

6. Применение растительных белков при производстве игристых вин / В.А. Загоруйко [и др.] // Виноградарство и виноделие: сб. науч. трудов НИВиВ «Магарач» Т. XLIII. Ялта: НИВиВ «Магарач», 2013. С. 71-73.

7. Чурсина О.А., Загоруйко В.А. Теоретические и практические аспекты повышения стабильности виноградных вин к коллоидным помутнениям // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. № 3. С. 98-100.

8. Granato T.M.; Ferranti P.; Iametti S.; Bonomi F. Affinity and selectivity of plant proteins for red wine components relevant to color and aroma traits. Food Chem. 2018, 256, 235-243.

9. Gambuti, A., Rinaldi, A., Moio L. Use of patatin, a protein extracted from potato, as alternative to animal proteins in fining of red wine. Eur. Food Res. Technol. 2012,235, 753-765.

10. Gambuti A., Rinaldi A., Romano R., Manzo N., Moio L. Performance of a protein extracted from potatoes for fining of white musts. Food Chem. 2016, 190, 237–243. 13.

11. Tschiersch C., Nikfardjam M. P., Schmid, O., Schwack W. (2010). Degree of hydrolysis of some vegetable proteins used as fining agents and its influence on polyphenol removal from red wine. European Food Research and Technology, 231(1), 65-74. http://dx.doi.org/10.1007/s00217-010-1253-3.

12. Vernhet, A. (2019). Red wine clarification and stabilization. In A. Morata (Ed.), Red wine technology (chap. 16, pp. 237-251). London: Academic Press. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814399-5.00016-5.

13. Jiménez-Martínez, M. D., Gómez-Plaza, E., Molero, N., & Bautista-Ortín, A. B. (2017). Fining of red wines with pomace cell wall material: effect on wine phenolic composition. *Food and Bioprocess Technology*, 10(8), 1531-1539. http://dx.doi.org/10.1007/s11947-017-1922-3.

14. Noriega-Domínguez M.J.; Durn D.S., Vrseda P., Marn-Arroyo M.R. Non-animal proteins as clarifying agents for red wines. J. Int. des Sci. la vigne du vin 2010, 44, 179.

15. Belén Gordillo, Francisco Chamizo-González M., Lourdes González-Miret Francisco. Heredia Impact of alternative protein fining agents on the phenolic composition and color of Syrah red wines from warm climate / Food Chemistry, Volume 342, 16 April 2021, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128- Cosme et al., 2012.

16. Gambuti A., Rinaldi A., Moio L. Use of patatin, a protein extracted from potato, as alternative to animal proteins in fining of red wine / Eur Food Res Technol, 235 (4) (2012), pp. 753-765.

17. Cosme F., Capão I., Filipe-Ribeiro L., Bennett R.N., Mendes-Faia A. Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics LWT - Food Science andь Technology, 46 (2) (2012), pp. 382-387

18. Влияние препаратов растительного белка на физико-химический состав, стабильность и органолептические показатели виноматериалов / О.А. Чурсина [и др.] // Научные труды ФГБНУ СКФНЦСВВ. Т. 18. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 163-170. DOI 10.30679/2587-9847-2018-18-163-170.

19. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. д-ра техн. наук В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 258 с.

References

1. 1. Valujko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilizaciya vinogradnyh vin. Simferopol': Tavrida, 2004. 208 s.

2. Ageeva N.M. Stabilizaciya vinogradnyh vin. Teoreticheskie aspekty i prakticheskie rekomendacii: Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2007. 251 s.

3. Sbornik osnovnyh pravil, tekhnologicheskih instrukcij i normativnyh materialov po proizvodstvu vinodel'cheskoj produkcii. M.: Pishchepromizdat, 1998. S. 21-22.

4. Jiménez- Martínez, M. D., Bautista- Ortín, A. B., Gil- Muñoz, R., & Gómez- Plaza, E. (2019). Comparison of fining red wines with purified grape pomace versus commercial fining agents: effect on wine chromatic characteristics and phenolic content. International Journal of Food Science & Technology, 54(4), 1018-1026. http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.13881.

5. Yokotsuka, K., & Singleton, V. L. (1995). Interactive precipitation between phenolic fractions and peptides in wine-like model solutions: turbidity, particle size, and residual content as influenced by pH, temperature and peptide concentration. American Journal of Enology and Viticulture, 46(3), 329-338.

6. Primenenie rastitel'nyh belkov pri proizvodstve igristyh vin / V.A. Zagorujko [i dr.] // Vinogradarstvo i vinodelie: sb. nauch. trudov NIViV «Magarach» T. XLIII. Yalta: NIViV «Magarach», 2013. S. 71-73.

7. Chursina O.A., Zagorujko V.A. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty povysheniya stabil'nosti vinogradnyh vin k kolloidnym pomutneniyam // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2018. № 3. S. 98-100.

8. Granato T.M.; Ferranti P.; Iametti S.; Bonomi F. Affinity and selectivity of plant proteins for red wine components relevant to color and aroma traits. Food Chem. 2018, 256, 235-243.

9. Gambuti, A., Rinaldi, A., Moio L. Use of patatin, a protein extracted from potato, as alternative to animal proteins in fining of red wine. Eur. Food Res. Technol. 2012, 235, 753-765.

10. Gambuti A., Rinaldi A., Romano R., Manzo N., Moio L. Performance of a protein extracted from potatoes for fining of white musts. Food Chem. 2016,190, 237–243. 13.

11. Tschiersch C., Nikfardjam M. P., Schmid, O., Schwack W. (2010). Degree of hydrolysis of some vegetable proteins used as fining agents and its influence on polyphenol removal from red wine. European Food Research and Technology, 231(1), 65-74. http://dx.doi.org/10.1007/s00217-010-1253-3.

12. Vernhet, A. (2019). Red wine clarification and stabilization. In A. Morata (Ed.), Red wine technology (chap. 16, pp. 237-251). London: Academic Press. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814399-5.00016-5.

13. Jiménez-Martínez, M. D., Gómez-Plaza, E., Molero, N., & Bautista-Ortín, A. B. (2017). Fining of red wines with pomace cell wall material: effect on wine phenolic composition. Food and Bioprocess Technology, 10(8), 1531-1539. http://dx.doi.org/10.1007/s11947-017-1922-3.

14. Noriega-Domínguez M.J.; Durn D.S., Vrseda P., Marn-Arroyo M.R. Non-animal proteins as clarifying agents for red wines. J. Int. des Sci. la vigne du vin 2010,44, 179.

15. Belén Gordillo, Francisco Chamizo-González M., Lourdes González-Miret Francisco. Heredia Impact of alternative protein fining agents on the phenolic composi tion and color of Syrah red wines from warm climate / Food Chemistry, Volume 342, 16 April 2021, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128- Cosme et al., 2012.

16. Gambuti A., Rinaldi A., Moio L. Use of patatin, a protein extracted from potato, as alternative to animal proteins in fining of red wine / Eur Food Res Technol, 235 (4) (2012), pp. 753-765.

17. Cosme F., Capão I., Filipe-Ribeiro L., Bennett R.N., Mendes-Faia A. Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physico-chemical and sensory characteristics LWT - Food Science and Technology, 46 (2) (2012), pp. 382-387

18. Vliyanie preparatov rastitel'nogo belka na fiziko-himicheskij sostav, stabil'nost' i organolepticheskie pokazateli vinomaterialov / O.A. Chursina [i dr.] // Nauchnye trudy FGBNU SKFNCSVV. T. 18. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S. 163-170. DOI 10.30679/2587-9847-2018-18-163-170.

19. Metody tekhnohimicheskogo kontrolya v vinodelii / Pod red. d-ra tekhn. nauk V.G. Gerzhikovoj. Simferopol': Tavrida, 2009. 258 s.