УДК 544.723:543.42:546.33:546.41:546.723

DOI 10.30679/2219-5335-2019-5-59-133-143

О ПРИМЕНЕНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БЕНТОНИТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИН

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

Киян Андрей Тимофеевич
д-р с.-х. наук
e-mail: Andrey Kiyan@yandex.ru

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

Панарин Вячеслав Михайлович
коммерческий директор

ООО «БИОрост», Москва, Россия

В статье представлены результаты исследования осветляющей способности бентонитов ООО компании «БИОрост» (Россия), продукция которой – винобент и бентовин, в сравнении с бентонитом активит (Германия) при обработке белых и красных столовых виноматериалов. При обработке белого столового виноматериала лучшие результаты получены при использовании вариантов 1, 2 (оба BentoVinum Gold) и 4 (бентовин). При их использовании по степени осветления получены результаты, идентичные контролю (активит Германия). Наибольшей сорбционной способностью по отношению к взвесям вина обладали бентониты BentoVinum Gold, бентовин, винобент и активит (контроль). При обработке красного столового виноматериала установлено, что бентониты, обладающие высокой осветляющей способностью – BentoVinum Gold, бентовин,

UDC 544.723:543.42:546.33:546.41:546.723

DOI 10.30679/2219-5335-2019-5-59-133-143

OF THE DOMESTIC BENTONITE APPLICATION FOR TREATING OF THE WINES

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

Kiyan Andrey Timofeevich
Dr. Sci. Agr.
e-mail: Andrey Kiyan@yandex.ru

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

Panarin Vyacheslav Mikhailovich
the Business Manage

«BIOrost» LLC, Moskow, Russia

The article presents the results of a study of the clarification ability properties of bentonites from BIOrost LLC (Russia), whose products are vinobent and bentovine, in comparison with bentonite activatit (Germany) when processing white and red table wine materials. When processing the white table wine materials, the best results were obtained when using the options 1, 2 (both BentoVinum Gold) and 4 (bentovin). When they were used according to the degree of clarification, results were obtained that were identical to the control (Germany activit). BentoVinum Gold bentonites, bentovin, vinobent and activit (control) had the highest sorption capacity in relation to suspensions of wine. When processing red table wine materials, it has been established that bentonites with high lightening ability – BentoVinum Gold,

винобент и активит (контроль) – удаляют большее количество фенольных соединений. Следовательно, при обработке красных вин указанными минералами необходимо проводить пробные оклейки при меньших дозировках бентонитов. Установлено, что степень дисперсности (размер частиц) в случае использования бентонита BentoVinum Gold не оказала влияния на осветляющую способность минерала: идентичные результаты получены при обоих размерах частиц. При применении бентовина и, особенно, винобента с уменьшением размера частиц осветляющая способность улучшалась. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что в результате контакта с анализируемыми бентонитами виноматериалы обогащались катионами натрия и кальция. Это объясняется наличием подвижных ионов натрия (в натриевых формах) и кальция (кальций-бентониты) в межслоевом пространстве минерала и их обменом на соответствующие компоненты вина. Доказано, что BentoVinum Gold, бентовин, винобент могут быть использованы в целях импортозамещения.

Ключевые слова: БЕНТОНИТ, МОНТМОРИЛЛОНИТ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ВИНО, ОБРАБОТКА, СТАБИЛИЗАЦИЯ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

bentovin, vinobet and activit (control) – remove more that one phenolic substances. Therefore, when processing the red wines with these minerals, it is necessary to carry out the test pasting at lower dosages of bentonites. It was established that the degree of dispersion (particle size) in the case of BentoVinum Gold bentonite had no effect on the clarification ability of the mineral: identical results were obtained for both particle sizes. In case of the use of bentovin and, especially, vinobent with a decrease in particle size, the clarifications ability was improved. Analysis of the experimental data suggests that as a result of contact with the analyzed bentonites, the wine materials were enriched with sodium and calcium cations. This is due to the presence of mobile sodium ions (in sodium forms) and calcium (calcium bentonites) in the interlayer of the mineral and their exchange for the corresponding components of wine. It has been proven that BentoVinum Gold, bentovin, vinobent can be used for import substitution.

Key words: BENTONITE, MONTMORILLONITE, DEPOSIT, WINE, TREATMENT, STABILIZATION, PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS

Введение. Одним из надёжных средств осветления и стабилизации винопродукции является её обработка суспензиями бентонитов, при этом достигается снижение концентраций высокомолекулярных веществ и их комплексов, взвешенных частиц и других мутящих компонентов, включая микроорганизмы [1-5]. Бентонитовые глины представляют собой алюмо-силикаты состава $(OH)_4Si_8Al_4O_{20}\cdot H_2O$ и состоят преимущественно из монтмориллонита [3, 6, 7].

Осветляющая и стабилизирующая способность монтмориллонитов во многом определяются их коллоидно-химическими свойствами и зависит от

месторождения. Строение и физико-химические свойства минеральных сорбентов, в том числе глинистых минералов, обусловливают механизмы важнейших процессов обработки вин в целях осветления и стабилизации к повторным помутнениям различной природы [3, 4, 8, 9].

Располагая сведениями о структуре и свойствах сорбентов, можно объяснить их неодинаковое поведение при обработке одного и того же вина, различную сорбционную способность относительно высокомолекулярных соединений и прочих коллоидов.

В связи с распадом СССР виноделие России лишилось возможности использования глинопорошков известных месторождений – Махарадзевского (Грузия), Огланлинского (Туркменистан), Черкасского (Украина), Тасказганского (Казахстан), Саригюкского (Армения) и др. На замену им пришли импортные аналоги – активит, Са-бентонит, бланкобент, накалит (Германия, Ербсле Гайзенхайм), инобент, инобент ДП, бентонит Волькле (Франция), которые имеют кальциевую или кальций-натриевую форму, высокую степень дисперсности, не требуют запаривания и длительного набухания, а также активируются различными реагентами [4, 10-12]. Кроме того, зарубежные предприятия-изготовители вспомогательных материалов для обработки вин предлагают искусственные смеси бентонитов и желатина (гель плюс), бентонита и поливинилполипирролидона (полиоксил), бентонито-казеиновый комплекс. Между тем, на территории Российской Федерации и стран ЕАС, особенно Казахстана, имеется большое количество качественного бентонита, которые могут быть использованы для решения проблем импортозамещения [13-16].

Бентониты отдельных месторождений отличаются друг от друга как в отношении способа их применения, так и в отношении осветляющего и стабилизирующего действия. Это различие касается хода и продолжительности набухания бентонитов, осветляющего действия, продолжительности от внесения до снятия вина с осадка, объемам гущевых осадков, образо-

вавшихся в результате обработки вина. Наблюдается также различная скорость последующей фильтрации вина в зависимости от применяемого бентонита [3, 4, 5, 7].

Ведущей компанией России по производству бентопорошков, в том числе для виноделия, является ООО «БИОрост» (г.Москва). Разработки ООО «БИОрост» позволяют производить отечественные бентонитовые глинопорошки – винобент и бентовин в целях обеспечения российских предприятий качественным вспомогательным материалом. Кроме перечисленных бентонитов ООО «БИОрост» ведёт разработки бентонита BentoVinum Gold, Республика Казахстан.

Цель работы – исследование сорбционных свойств бентонитовых порошков ООО «БИОрост» для оценки целесообразности их дальнейшего использования для обработки вин.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали варианты бентонитов, приведенные в таблице 1, соответствующие требованиям ОСТ 18-49-71.

Для обработки белого (Совиньон) и красного (Каберне-Совиньон) виноматериалов готовили 10 %-ную суспензию бентонитов по [17]. Для сравнения осветляющей и сорбционной способности виноматериалы обрабатывали одинаковой дозировкой минералов – 1 г/дм^3. В качестве контроля использовали активит производства Ербсле Гайзенхайм, Германия.

Физико-химические показатели виноматериалов определяли по методикам [18] и действующим стандартам. Для характеристики мутности применяли турбидиметр Sigrist (США). Величину мутности выражали в условных единицах (усл. уд.). Массовую концентрацию катионов щелочноземельных элементов устанавливали методом капиллярного электрофореза [18]. Оптимальные технологические дозировки бентонитов определяли путем пробной обработки виноматериалов, варьируя дозировки от 1 до 5 г/дм^3.

Таблица 1 – Характеристика бентонитов

Вариант	Наименование пробы	Размер частиц, мм	Характеристика суспензии
1	BentoVinum Gold, Таганское месторождение, Республика Казахстан, горизонт 14	Менее 0,07	Цвет бледно-розовый; консистенция однородная, густая, вязкая, студнеобразная, без признаков расслоения
2	BentoVinum Gold	Менее 0,05	Цвет бледно-розовый; консистенция густая, вязкая студнеобразная, без признаков расслоения; на донышке включения черного цвета
3	Бентовин Даш-Салахнинского месторождения (Республика Азербайджан)	Менее 0,07	Цвет светло-серый с зеленоватым оттенком; консистенция однородная, густая, признаки расслоения
4	Бентовин Даш-Салахнинского месторождения (Республика Азербайджан)	Менее 0,05	Цвет светло-серый с зеленоватым оттенком; консистенция однородная, густая, без признаков расслоения
5	Винобент, месторождение «10-й хутор», Хакасия	Менее 0,07	Цвет темно-серый; консистенция густая, подвижная, признаки расслоения
6	Винобент	Менее 0,05	Цвет темно-серый; консистенция густая, подвижная, без признаков расслоения
7	BentoVinum Gold, Таганское месторождение, Республика Казахстан, горизонт 17	Менее 0,05	Цвет серый с легкой розовинкой; консистенция густая, вязкая студнеобразная, без признаков расслоения; на донышке включения черного цвета
8	BentoVinum Gold, Таганское месторождение, Республика Казахстан, горизонт 17	Менее 0,07	Цвет светло-серый; консистенция густая, вязкая студнеобразная, без признаков расслоения; на донышке включения черного цвета
9	Бентовин Даш-Салахнинского месторождения (Республика Азербайджан)	Менее 1 мм	Цвет светло-серый с зеленоватым оттенком; консистенция густая, вязкая студнеобразная, без признаков расслоения
10	Винобент Хакасия	Менее 1 мм	Цвет темно-серый; консистенция густая, вязкая студнеобразная, без признаков расслоения; на донышке включения черного цвета

Обсуждение результатов. Анализ представленных экспериментальных данных (табл. 2) свидетельствует о том, что при обработке белого столового виноматериала лучшие результаты получены при использовании вариантов 1, 2 (оба BentoVinum Gold) и 4 (бентовин). Добавление суспензий к виноматериалу приводило к образованию устойчивой коллоидной мути, а

осветление началось только спустя 3-4 часа. В результате обработки сформировались плотные клеевые осадки, легко отделявшиеся от виноматериала, а сам виноматериал визуально характеризовался как прозрачный с блеском.

Таблица 2 – Физико-химические показатели белого столового виноматериала, обработанного исследуемыми суспензиями бентонитов

Вариант	Мутность, усл. ед	Взвеси, г/дм^3	Катионы, мг/дм^3				Титр. кисл., г/дм^3	Спирт, %об.
			калий	натрий	магний	кальций		
Исходн. винома-териал	84	8,4	597	105	139	87	8,5	13,5
1	42	4,2	619	221	143	102	8,3	13,5
2	42	4,0	597	221	143	100	8,3	13,5
3	52	4,5	612	221	146	100	8,3	13,5
4	43	4,4	614	221	146	106	8,2	13,5
5	52	5,8	636	205	146	106	8,1	13,4
6	47	5,0	596	211	150	98	8,3	13,5
7	52	4,6	617	212	143	90	8,4	13,5
8	48	4,6	611	213	147	90	8,3	13,5
9	48	4,2	618	213	145	94	8,3	13,4
10	51	4,3	620	219	152	105	8,3	13,4
Активит	43	4,2	594	111	132	128	8,3	13,4

Следует отметить, что при применении бентонитов BentoVinum Gold и бентовин по степени осветления получены результаты, идентичные контрольному варианту – активиту (Германия). Меньшей осветляющей способностью характеризовались остальные варианты бентонитов: виноматериалы были прозрачными, но без блеска, а в некоторых образцах (варианты 7 и 8) наблюдалась легкая опалесценция.

Установлено, что степень дисперсности (размер частиц) в случае использования бентонитов BentoVinum Gold не оказала влияния на осветляющую способность минерала: идентичные результаты получены при обоих размерах частиц. При применении бентовина с уменьшением размера частиц осветляющая способность улучшалась.

Мутность вина определяется присутствием взвешенных частиц различной природы и размера. Это могут быть как механические включения, остатки дрожжей, так и крупные коллоидные частицы, образующиеся в ре-

зультате агрегации высокомолекулярных компонентов вина [19-22]. Количество взвесей после обработки сорбентами, в том числе бентонитами, всегда снижается, но в различной степени в зависимости от физико-химических и сорбционных свойств самого сорбента. Проведённые исследования на белом столовом вине показали, что наибольшей сорбционной способностью к взвесям вина обладают бентониты BentoVinum Gold, бентовин, винобент и активит (контроль).

Одной из отличительных особенностей бентонитов (монтмориллонитов) является их обменная способность. Она характеризуется тем, что катионы межслоевого пространства минералов замещаются компонентами вина, способными проникнуть в это пространство: низкомолекулярные фракции фенольных и азотистых веществ, имеющих слаборазветвленные структуры и относительно небольшие размеры молекул [3, 6, 21, 23]. Взамен в виноматериал переходят преимущественно катионы натрия, кальция в зависимости от типа бентонита, в меньшей степени – железа, магния, марганца.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что в результате контакта с анализируемыми бентонитами виноматериалы обогащались катионами натрия (их количество увеличилось более чем в два раза) и кальция (их количество возросло на 35-51 %) (табл. 2, 3). Это объясняется наличием подвижных ионов натрия (в натриевых формах) и кальция (кальций-бентониты) в межслоевом пространстве минерала и их обменом на соответствующие компоненты вина.

Концентрация важнейших физико-химических показателей виноматериала – объемной доли этилового спирта и массовой концентрации тируемых кислот – практически не изменялась. Органолептические показатели виноматериалов – вкус и аромат – при использовании суспензий всех исследованных минералов не ухудшались: вкус оставался полным, гармоничным, а аромат соответствовал сортовым особенностям.

Аналогичные результаты получены при обработке красного столового виноматериала. Лучшие результаты по осветляющей способности и

удалению взвесей получены при использовании бентонитов BentoVinum Gold, бентовин, винобент и активит (контроль). Наименьшее увеличение натрия отмечено в контрольном варианте (активит), в экспериментальных вариантах его количество возросло более чем в три раза. При обработке красного виноматериала отмечено значительно меньшее обогащение кальцием. Очевидно, это связано с наличием высоких концентраций фенольных веществ с большими размерами молекул, затормаживающими массообмен между вином и межслоевым пространством минерала.

Особенность технологии производства красных вин заключается в необходимости сохранения фенольных соединений, обусловливающих полноту вкуса вина и его окраску. При технологических обработках предпочтение отдается тем сорбентам, которые обеспечивают минимальное снижение количества фенольных соединений.

Проведённые исследования показали, что бентониты, обладающие высокой осветляющей способностью – BentoVinum Gold, бентовин, винобент и активит (контроль), – удаляют большее количество фенольных соединений (табл. 3).

Таблица 3 – Физико-химические показатели красного столового виноматериала, обработанного исследуемыми суспензиями бентонитов

Вариант	Мутность, усл. ед	Взвеси, г/дм^3	Катионы, мг/дм^3				Титр. кисл., г/дм^3	Полифенолы, мг/дм^3	Спирт, % об.
			калий	натрий	магний	кальций			
Исходн. виноматериал	92	12,4	770	57	80	94	7,4	3210	14,1
1	84	6,2	779	121	83	112	7,2	2870	14,0
2	82	6.2	779	114	83	105	7,2	3010	14,0
3	80	6,1	812	120	86	108	7,2	3100	14,0
4	84	6,4	764	128	92	116	7,1	2930	14,0
5	87	5,8	816	124	104	116	7,1	2890	14,0
6	85	5,7	813	124	112	98	7,2	2860	14,0
7	88	5,4	817	124	110	98	7,2	3110	14,0
8	90	6,2	826	124	97	95	7,2	3110	14,0
9	80	6,2	784	122	95	94	7,2	3010	14,0
10	80	5,7	797	132	92	118	7,1	2940	14,0
Активит	83	6,2	792	75	83	118	7,3	2870	14,0

Следовательно, при обработке красных вин указанными минералами необходимо проводить пробные оклейки при меньших дозировках бентонитов. Возможно, оптимальные результаты при минимальных технологических дозировках будут получены при комплексной обработке вина исследуемыми бентонитами совместно с белковыми или синтетическими оклеивающими веществами. Как и в случае белых столовых виноматериалов, органолептические показатели красных виноматериалов не ухудшались: сохранились вкусовые и ароматические достоинства, присущие сорту винограда.

Выводы. Таким образом, представленные экспериментальные данные свидетельствуют о хорошей осветляющей способности бентонитов BentoVinum Gold, бентовин, винобент, которые могут быть использованы в целях импортозамещения.

Литература

1. Innovations in the Use of Bentonite in Oenology: Interactions with Grape and Wine Proteins, Colloids, Polyphenols and Aroma Compounds / By Milena Lambri, Donato Colangelo, Roberta Dordoni, Fabrizio Torchio and Dante Marco De Faveri Submitted: November 1st 2015Reviewed: June 29th 2016Published: October 19th 2016, DOI: 10.5772/64753

2. Nordestgaard, S., Chuan, Y.R., O Neill, B., Waters, E., Deans, L., Rohcki, R, Colby, C. (2006). In-line Dosing of White Wine for Bentonite Eining with Centrifugal Clarification. Am. J. Enol. Vitic., 58, 283-285

3. Христюк В.Т. Применение природных минеральных сорбентов для обработки виноградных и плодовых вин. Краснодар: Экоинвест, 2010. 332 с.

4. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин: теоретические аспекты и практические рекомендации. Краснодар: Просвещение-Юг. 2007. 251 с.

5. Achaerandio, I., Pachova, V., Guell, C., Lopez, F. (2001). Protein adsorption by bentonite in a white wine model solution Effect of protein molecular weight and ethanol concentration. Am. J. Enol. Vitic., 52,122-126

6. Соколов, В. Н. Глинистые породы и их свойства // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6, № 9. С. 59-65.

7. Бентониты России: состояние освоения и перспективы развития сырьевой базы / А.А. Сабитов [и др.]. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 5. С. 8-17

8. Narayanan N.V., Ganesan M. Use of adsorption using granular activated carbon (GAC) for the enhancement of removal of chromium from synthetic wastewater by electrocoagulation. J Hazard Mater 2009; 161(1):575-80.

9. Achaerandio I., Pachova V., Guell C. and Lopez F., 2001.Protein adsorption by bentonite in a white wine model solution : effect of protein molecular weight and ethanol concentration. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52, 122- 126.

10. Rapid and Sensitive Fingerprinting of Wine Proteins by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of Flight (MALDI-TOF) Mass Spectrometry. K.C. Weiss, T.T. Yip , T.W. Hutchens, and L.F. Bisson. Am. J. Enol. Vitic. 49:3:231-239, 1998.

11. Прайс-лист препаратов фирмы Ербсле Гайзенхайм. -2015 г.- 124 с.

12. Lira, E.; Rodríguez-Bencomo, J.J.; Salazar, F.N.; Orriols, I.; Fornos, D. and López, F. (2015) Impact of bentonite additions during vinification on protein stability and volatile compounds of Albariño wines. Journal of Agricultural and Food Chemistry 63(11):3004-3011.Rankine, B. (2007)

13. Андреева В.Е., Савостьянов А.П., Кухайлешвили С.А. Перспективы применения бентонитов Тарасовского месторождения (Рост. область) в винодельческой промышленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. № 4. С. 37–39.

14. Бентонитовые глины месторождения 10-й Хутор (Республика Хакасия): Особенности генезиса, состава и адсорбционных свойств / Белоусов П.Е. [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Инженерные исследования, 2017, том 18, № 1, С. 135-143

15. Пономарев В.В. Технология адсорбентов для очистки растительных масел на основе диатомита и бентонита Ростовской области : дис. …. канд. техн. наук: 05.17.01 / Пономарев Владимир Владимирович. Новочеркасск, 2010. 146 с.

16. Демиденок К.В., Ладыгина Г.В., Лыгач В.Н., Наседкин В.В. Вещественный состав и технические свойства бентонитоподобных глин Центрального региона России и оценка возможности повышения их качества для использования в наиболее важных отраслях современного производства // Актуальные инновационные исследования: наука и практика. 2011. № 4. С.1.

17. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2002. 260 с.

18. Якуба Ю.Ф. Применение капиллярного электрофореза для определения катионов в винах специальных технологий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т. 72. № 4. С.11-15.

19. Методы исследования свойств бентонитов для их использования в виноделии / Д.П. Толстенко [и др.]. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2006. Т. 19 (58), № 2. С. 126-133.

20. Толстенко Д.П., Вяткина О.В Сравнительный анализ ионообменных свойств бентонитов, используемых в виноделии // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия».Том 24 (63). 2011. № 3. С. 185-191.

21. Исследование процесса танин-белкового взаимодействия в виноматериалах // Н. Н. Чхартишивили [и др.]. // Виноград и вино России. 1998. № 2. С. 20-21.

22. Jaeckels, N.; Tenzer, S.; Meier, M.; Will, F.; Dietrich, H.; Decker, H. and Fronk, P. (2017) Influence of bentonite fining on protein composition in wine. LWT - Food Science and Technology 75:335-343

23. Effect of bentonite treatment of grape juice on yeast fermentation. K.C. Weiss and L.F. Bisson. Am. J. Enol. Vitic. 53(1):28-36, 2002

References

1. Innovations in the Use of Bentonite in Oenology: Interactions with Grape and Wine Proteins, Colloids, Polyphenols and Aroma Com-pounds / By Milena Lambri, Donato Colangelo, Roberta Dordoni, Fabrizio Torchio and Dante Marco De Faveri Submitted: November 1st 2015Reviewed: June 29th 2016Published: October 19th 2016, DOI: 10.5772/64753

2. Nordestgaard, S., Chuan, Y.R., O Neill, B., Waters, E., Deans, L., Rohcki, R, Colby, C. (2006). In-line Dosing of White Wine for Bentonite Eining with Centrifugal Clarification. Am. J. Enol. Vitic., 58, 283-285

3. Hristyuk V.T. Primenenie prirodnyh mineral'nyh sorbentov dlya obrabotki vinogradnyh i plodovyh vin. Krasnodar: Ekoinvest, 2010. 332 s.

4. Ageeva N.M. Stabilizaciya vinogradnyh vin: teoreticheskie aspekty i prakticheskie rekomendacii. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug. 2007. 251 s.

5. Achaerandio, I., Pachova, V., Guell, C., Lopez, F. (2001). Protein adsorption by bentonite in a white wine model solution Effect of protein molecular weight and ethanol concentration. Am. J. Enol. Vitic., 52,122-126

6. Sokolov, V. N. Glinistye porody i ih svojstva // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 2000. T. 6, № 9. S. 59-65.

7. Bentonity Rossii: sostoyanie osvoeniya i perspektivy razvitiya syr'evoj bazy / A.A. Sabitov [i dr.]. // Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie. 2010. № 5. S. 8-17

8. Narayanan N.V., Ganesan M. Use of adsorption using granular activated carbon (GAC) for the enhancement of removal of chromium from synthetic wastewater by electrocoagulation. J Hazard Mater 2009; 161(1):575-80.

9. Achaerandio I., Pachova V., Guell C. and Lopez F., 2001.Protein adsorption by bentonite in a white wine model solution : effect of protein molecular weight and ethanol concentration. Am. J. Enol. Vitic., 52, 122- 126.

10. Rapid and Sensitive Fingerprinting of Wine Proteins by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of Flight (MALDI-TOF) Mass Spectrometry. K.C. Weiss, T.T. Yip , T.W. Hutchens, and L.F. Bisson. Am. J. Enol. Vitic. 49:3:231-239, 1998.

11. Prajs-list preparatov firmy Erbsle Gajzenhajm. -2015 g.- 124 s.

12. Lira, E.; Rodríguez-Bencomo, J.J.; Salazar, F.N.; Orriols, I.; Fornos, D. and López, F. (2015) Impact of bentonite additions during vinification on protein stability and volatile compounds of Albariño wines. Journal of Agricultural and Food Chemistry 63(11):3004-3011.Rankine, B. (2007)

13. Andreeva V.E., Savost'yanov A.P., Kuhajleshvili S.A. Perspektivy primeneniya bentonitov Tarasovskogo mestorozhdeniya (Rost. oblast') v vinodel'cheskoj promyshlennosti // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2004. № 4. S. 37–39.

14. Bentonitovye gliny mestorozhdeniya 10-j Hutor (Respublika Hakasiya): Osobennosti genezisa, sostava i adsorbcionnyh svojstv / Belousov P.E. [i dr.] // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya Inzhenernye issledovaniya, 2017, tom 18, № 1, S. 135-143

15. Ponomarev V.V. Tekhnologiya adsorbentov dlya ochistki rastitel'nyh masel na osnove diatomita i bentonita Rostovskoj oblasti : dis. …. kand. tekhn. nauk: 05.17.01 / Ponomarev Vladimir Vladimirovich. Novocherkassk, 2010. 146 s.

16. Demidenok K.V., Ladygina G.V., Lygach V.N., Nasedkin V.V. Veshchestvennyj sostav i tekhnicheskie svojstva bentonitopodobnyh glin Central'nogo regiona Rossii i ocenka vozmozhnosti povysheniya ih kachestva dlya ispol'zovaniya v naibolee vazhnyh otraslyah sovremennogo proizvodstva // Aktual'nye innovacionnye issledovaniya: nauka i praktika. 2011. № 4. S.1.

17. Metody tekhnohimicheskogo kontrolya v vinodelii / Pod red. V.G. Gerzhikovoj. Simferopol': Tavrida, 2002. 260 s.

18. Yakuba Yu.F. Primenenie kapillyarnogo elektroforeza dlya opredeleniya kationov v vinah special'nyh tekhnologij // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2006. T. 72. № 4. S.11-15.

19. Metody issledovaniya svojstv bentonitov dlya ih ispol'zovaniya v vinodelii / D.P. Tolstenko [i dr.]. // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya». 2006. T. 19 (58), № 2. S. 126-133.

20. Tolstenko D.P., Vyatkina O.V Sravnitel'nyj analiz ionoobmennyh svojstv bentonitov, ispol'zuemyh v vinodelii // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya».Tom 24 (63). 2011. № 3. S. 185-191.

21. Issledovanie processa tanin-belkovogo vzaimodejstviya v vinomaterialah // N.N. Chkhartishivili [i dr.]. // Vinograd i vino Rossii. 1998. № 2. S. 20-21.

22. Jaeckels, N.; Tenzer, S.; Meier, M.; Will, F.; Dietrich, H.; Decker, H. and Fronk, P. (2017) Influence of bentonite fining on protein composition in wine. LWT - Food Science and Technology 75:335-343

23. Effect of bentonite treatment of grape juice on yeast fermentation. K.C. Weiss and L.F. Bisson. Am. J. Enol. Vitic. 53(1):28-36, 2002