

УДК 663.256.1:544.723

UDC 663.256.1:544.723

DOI 10.30679/2219-5335-2020-2-62-164-175

DOI 10.30679/2219-5335-2020-2-62-164-175

**ВЛИЯНИЕ НИЗИНА
НА СОДЕРЖАНИЕ КАТИОНОВ
МЕТАЛЛОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ
КИСЛОТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИНА
БЕНТОНИТАМИ РАЗЛИЧНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ***

**INFLUENCE OF NIZIN
THE CONTENT OF METAL
CATIONS AND ORGANIC ACIDS
WHEN WINE TREATMENT
BY BENTONITES OF VARIOUS
DEPOSITS ***

Антоненко Михаил Викторович
канд. техн. наук
ст. научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

Antonenko Mikhail Viktorovich
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»

Гугучкина Татьяна Ивановна
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
научного центра «Виноделие»

Guguchkina Tatyana Ivanovna
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of «Wine-making» SC

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
гл. научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

Ageyeva Natalya Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC «Wine-making»

Абакумова Алла Андреевна
аспирант
младший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

Abakumova Alla Andreyevna
Post Graduate Student
Junior Research Associate
of SC «Wine-making»

Антоненко Ольга Павловна
канд. техн. наук
научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

Antonenko Olga Pavlovna
Cand. Tech. Sci.
Research Associate
of SC «Wine-making»

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

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

В статье представлены результаты
выявления процессов трансформации
низина в вине при взаимодействии
с бентонитами различных производителей.

The article presents the results
of identifying the processes
of transformation of nisin in wine during
interaction with bentonites of various

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и АКК в рамках научного проекта № 19-416-230067 p_a и частично в рамках выполнения Госзадания ФГБНУ СКФНЦСВВ

* The study was carried out with the financial support of the RFBR and the AKR in the framework of the scientific project No. 19-416-230067 p_a and partially in the framework of the fulfillment of the State task of the FSBSI NCFSCHVW

Предпринята попытка исследовать механизмы взаимодействия антибиотика низина с минеральными сорбентами различных месторождений путём выявления относительной степени его удаления, а также установить влияние технологической обработки бентонитовыми глинами на состав неорганических катионов и органических кислот в винах. При добавлении низина снижалось количество аммония, калия и магния, что возможно обусловлено связывающей способностью низина в отношении данных катионов за счет его полипептидной структуры. Экспериментально установлено, что при введении препарата «Низин» и обработке вина бентонитовыми глинами разница между средними значениями массовых концентраций органических кислот в вине была статистически не значима. Установлено, что обработка белого столового вина с добавкой низина бентонитовыми глинами в целом показала высокую степень удаления низина – более 80 %. Установлено, что степень дисперсности (размер частиц) бентонитов не оказала существенного влияния на их сорбционную способность относительно низина. Проанализированы внешние и внутренние факторы – активаторы и ингибиторы адсорбции – для удаления низина. Сделано предположение, что взаимодействие низина с бентонитами протекает преимущественно за счет электростатических реакций, а не вследствие сил адгезии, возрастающих с уменьшением размера частиц сорбента. Предложены возможные механизмы сорбции низина при его обнаружении в винах. Рекомендовано использовать бентонитовые глины Бентовин (Даш-Салахнинское месторождение, республика Азербайджан), Винобент (Месторождение «10-й хутор», Хакасия) для обеспечения потребительской безопасности вин, содержащих остаточные количества низина.

Ключевые слова: ВИНО, БЕНТОНИТ, КАПИЛЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ, НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КАТИОНЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ, НИЗИН

manufacturers. An attempt is made to study the mechanisms of interaction of the nisin antibiotic with mineral sorbents of various deposits by identifying the relative degree of its removal, as well as to establish the effect of technological processing of bentonite clays the composition of inorganic cations and organic acids in wines. With the addition of nisin, the amount of ammonium, potassium, and magnesium decreased, which is possibly due to the binding ability of nisin with respect to these cations due to its polypeptide structure. It was experimentally established that when the Nizin preparation was introduced and the wine was treated with bentonite clays, the difference between the average values of the mass concentrations of organic acids in wine was not statistically significant. It was found that the processing of white table wine with the addition of nisin by bentonite clays as a whole showed a high degree of nisin removal – more than 80 %. It was found that the degree of dispersion (particle size) of bentonites did not significantly affect their sorption ability relative to the nisin. The external and internal factors as activators and inhibitors of adsorption – for the removal of nisin are analyzed. It has been suggested that the interaction of nisin with bentonites occurs mainly due to electrostatic reactions, and not due to adhesion forces that increase with decreasing sorbent particle size. The possible mechanisms of nisin sorption in the process of its detection in the wines are proposed. It is recommended to use the bentonite clays of Bentovin (Dash-Salakhninskoye deposit, Republic of Azerbaijan), Vinobent (Mine "10th farm", Khakassia) for ensuring the consumer safety of wines containing the residual amounts of nisin.

Key words: WINE, BENTONITE, CAPILLARY ELECTROPHORESIS, NEORGANIC CATIONS, ORGANIC ACIDS, NISIN

Введение. Низин – пищевая добавка E-234, полипептидный антибиотик, продуцируемый штаммами *Lactococcus lactis*. В ряде стран известны случаи использования низина при производстве вина, в том числе для контроля яблочно-молочного брожения, а также биоконсервации вин в целях снижения уровня диоксида серы [1-3]. В России сведения о применении низина в винодельческой промышленности, его трансформации при производстве и хранении вина, влиянии на качество и безопасность продукции практически отсутствуют.

Чаще всего наличие антибиотиков идентифицируется в импортных виноматериалах, при этом следует отметить, что на сегодняшний день объем импортного сырья для производства игристых вин в нашей стране составляет 70 % [4-6]. Такие виноматериалы импортируются из Китая, Чили, Южной Африки, где разрешено добавление подобных консервантов, однако это противоречит основополагающей нормативной документации винодельческой отрасли РФ, к которой относятся ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», а также ТР ТС 029/2012 «Требование безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», в которых низин не рекомендуется в качестве вспомогательных средств в технологии вина.

Бентонитовые глины традиционно используются в практике виноделия для осветления и стабилизации вина. Суспензии бентонитов содержат не менее 80 % коллоидной фракции, в том числе аморфного кремнезема, что обуславливает высокие адсорбционные свойства и способность образовывать при определенных условиях тонкие суспензии в жидкостях [7, 8]. Это позволяет не только качественно осветлить виноматериалы, но и выводить в осадок лабильные формы высокомолекулярных соединений, снижать концентрации токсичных соединений (в том числе пестицидов, токсинов и даже тяжёлых металлов) [7, 9].

Коллоидные частицы бентонитов характеризуются высоким поверхностным отрицательным зарядом, что является предпосылкой их успешного

использования для удаления из вин частиц заряженных положительно [7, 10]. Механизм процесса осветления вина бентонитом обуславливается адсорбцией и коагуляцией макромолекул бентонита и частиц за счет электростатического взаимодействия с частицами осветлителя, либо за счет адгезии.

Природные бентониты различаются по своим свойствам, что связано с разнообразием их минерального и химического состава [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 [7].

По химической природе низин – это полипептид, на поверхности которого сосредоточены активные центры различной природы [1, 3, 10]. В связи с этим большой интерес представляет исследование его взаимодействия с бентонитами. Выявление механизмов взаимодействия антибиотика низина, неорганических катионов и органических кислот при технологической обработке виноматериалов бентонитами является актуальной и своевременной задачей.

Цель работы – установить влияние низина на изменение концентрации катионов металлов и органических кислот при обработке вина бентонитами различных месторождений.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнялись на базе научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ с использованием высокоэффективного капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105», а также авторских методик определения неорганических катионов, органических кислот и низина [13, 14].

В качестве объектов исследования использовали 10 %-ные суспензии десяти бентонитовых глин различной степени дисперсности и разных торговых марок: ООО «БИОРОСТ» (Россия), месторождений Азербайджана, Казахстана и России. Суспензии готовили по общепринятой методике [14], наименования бентонитовых глин приведены в таблице 1.

Модельной системой служило сухое белое вино Совиньон (*Контроль 1 – вариант опыта ВК1*). Для проведения эксперимента был также приготовлен *Контроль 2 – вариант опыта (ВК2)* – столовое сухое белое вино Совиньон, в которое искусственно вносился) антибиотик низин (E234) до массовой концентрации 50 мг/дм³. При этом выбор данной массовой концентрации низина в ходе исследования был обусловлен анализом литературных источников, а также необходимостью определения наиболее эффективной адсорбционной способности исследуемых бентонитовых глин [1-3].

Низин использовался в виде препарата «Низин», который вносился непосредственно в вино в виде порошка. Препарат «Низин» (пищевая добавка E-234) – натуральный антимикробный агент на основе низина, полипептидный антибиотик, продуцируемый штаммами *Lactococcus lactis*, с содержанием действующего вещества не менее 2,5 %, хлорида натрия и денатурированных сухих веществ молока (производство фирмы «Фуд Специалист», Россия). Массовую концентрацию низина определяли по методике, разработанной учеными ФГБНУ СКФНЦСВВ: СТО 00668034–086-2017 «Напитки алкогольные и безалкогольные. Определение низина методом капиллярного электрофореза» [5].

После внесения низина исследуемые образцы вина обрабатывались суспензией бентонитовых глин с одинаковой дозировкой 1 г/дм³ (В1-В10). Спустя сутки производили измерения остаточного количества низина, содержание неорганических катионов и органических кислот в испытуемых вариантах вин и контролях.

В ходе экспериментов обеспечивались постоянные условия, исключая любое влияние внешних факторов: света, кислорода воздуха или изменения температуры. Образцы хранились в плотно закрытых полностью налитых бутылках в темном месте, при температуре 20±2 °С. Все измерения проводили в двух повторностях. Для расчета наименьшей существенной разницы (НСР) использовали дисперсионный анализ в пакете программы Excel [16].

Обсуждение результатов. В настоящей работе предпринята попытка исследовать механизмы взаимодействия антибиотика низина с минеральными сорбентами различных месторождений путём выявления относительной степени его удаления, а также установления влияния технологической обработки бентонитовыми глинами на состав неорганических катионов и органических кислот в винах.

Таблица 1 – Характеристика бентонитовых глин

Вариант	Наименование бентонита	Происхождение	Размер частиц, мм
B1	BentoVinum Gold	Таганское месторождение, горизонт 14 (Республика Казахстан)	менее 0,07
B2	BentoVinum Gold		менее 0,05
B3	Бентовин	Даш-Салахнинское месторождение (Республика Азербайджан)	менее 0,07
B4	Бентовин		менее 0,05
B5	Винобент	Месторождение «10-й хутор», (Хакасия)	менее 0,07
B6	Винобент		менее 0,05
B7	BentoVinum Gold	Таганское месторождение, горизонт 17 (Республика Казахстан)	менее 0,05
B8	BentoVinum Gold,		менее 0,07
B9	Бентовин	Даш-Салахнинское месторождение (Республика Азербайджан)	менее 1
B10	Винобент	(Хакасия)	менее 1

Неорганические катионы и органические кислоты естественно присутствуют в винах, они влияют на их органолептические свойства, типичность вин и играют важную роль при оценке химического состава вина, в том числе его устойчивости против помутнений [7, 14, 17-22].

Анализ данных (табл. 2) показал, что содержание катионов в вине при добавлении низина и суспензий бентонитов изменялось. Увеличение массовой концентрации катионов натрия и кальция в образце ВК2 по сравнению с ВК1 мы связали с составом препарата «Низин», содержащего хло-

рид натрия и ионы кальция. Установлено, что в растворе препарата «Низина» в бидистиллированной воде с массовой концентрацией 50 мг/дм³ низина, содержалось 510 мг/дм³ натрия и 15 мг/дм³ кальция.

Следует отметить, что в исследуемом образце ВК2 снижалось количество аммония, калия и магния. По нашим предположениям, это обусловлено связывающей способностью низина в отношении данных катионов за счет его полипептидной структуры.

Таблица 2 – Изменение массовой концентрации неорганических катионов в вине при обработке исследуемыми бентонитовыми глинами в присутствии низина

Вариант	Массовая концентрация, мг/дм ³				
	аммоний	калий	натрий	магний	кальций
ВК1 (вино без добавки низина)	6,1	832,0	9,5	68,7	75,8
ВК2 (вино с добавкой низина)	3,6	768,1	466,4	64,9	84,2
Вино с обработкой бентонитами					
В 1	3,9	741,6	506,0	72,9	110,9
В 2	3,6	760,7	499,9	73,5	113,6
В 3	3,5	755,2	502,5	71,7	102,3
В 4	3,6	764,5	492,4	70,0	101,8
В 5	3,5	814,6	516,7	78,6	107,4
В 6	3,9	744,5	485,3	75,5	108,2
В 7	3,9	700,3	470,8	68,7	94,7
В 8	3,7	717,6	467,7	67,2	93,5
В 9	3,5	751,8	488,0	69,6	97,0
В 10	3,9	734,7	489,8	79,4	112,3
<i>НСР</i>	0,5	47,2	36,6	5,6	7,9

Установлено повышение содержания натрия после обработки бентонитами во всех опытных вариантах вина кроме образцов В7 и В8. Это связано с тем, что использованные минералы имели кальций-натриевую природу, то есть в обменном комплексе бентонитов преобладали подвижные катионы натрия и кальция, способные обмениваться на сорбированные компоненты вина.

Массовая концентрация калия имела тенденцию к снижению в исследуемых образцах, исключение составил вариант В5 (Винобент, месторождение «10-й хутор», Хакасия, размер частиц менее 0,07 мм).

Максимальным содержанием магния отличались бентонитовые глины Хакасского месторождения – В5, В6, В10, а минимальным – В7 и В8 Таганского месторождения (Республика Казахстан). Разница между средними значениями концентраций аммония была статистически не значима.

По нашему мнению, выявленные закономерности снижения магния и калия, а также минимальные концентрации кальция в опытных винах В7 и В8, благоприятно скажутся на устойчивости вин к кристаллическим помутнениям и обусловлены прежде всего электростатическим механизмом взаимодействия между неорганическими катионами и полипептидной структурой антибиотика низина.

Экспериментально установлено, что при введении препарата «Низин» и обработке вина бентонитовыми глинами разница между средними значениями массовых концентраций органических кислот в вине была статистически не значима (табл. 3).

Таблица 3 – Изменение массовой концентрации органических кислот в вине при обработке исследуемыми бентонитовыми глинами в присутствии низина, г/дм³

Вариант	Винная	Яблочная	Янтарная	Лимонная	Уксусная	Молочная
ВК1 (вино без добавки низина)	2,21	1,97	0,87	0,23	0,20	0,12
ВК2 (вино с добавкой низина)	2,36	2,01	0,91	0,22	0,20	0,11
Вино с обработкой бентонитами						
В 1	2,17	1,85	0,83	0,19	0,17	0,10
В 2	2,20	1,89	0,87	0,23	0,18	0,11
В 3	2,18	1,91	0,87	0,20	0,18	0,11
В 4	2,19	1,91	0,83	0,20	0,18	0,10
В 5	2,27	2,00	0,90	0,22	0,19	0,11
В 6	2,24	1,93	0,87	0,21	0,19	0,10
В 7	2,17	1,83	0,85	0,23	0,18	0,11
В 8	2,20	1,87	0,85	0,21	0,18	0,11
В 9	2,31	2,00	0,92	0,21	0,19	0,12
В 10	2,20	1,96	0,87	0,23	0,19	0,11
<i>НСР</i>	0,2	0,19	0,09	0,04	0,03	0,02

Известно, что адсорбция и связывание пептидных молекул с помощью наноглин включает различные физические и химические взаимодей-

ствия, такие как катионный обмен, электростатические взаимодействия, гидрофобное сродство, водородные связи и силы Ван-дер-Ваальса [10, 12].

Анализ представленных экспериментальных данных (табл. 4) свидетельствует о том, что обработка белого столового вина с добавкой (50 мг/дм³) (ВК2) бентонитовыми глинами в целом показала высокую степень удаления низина – более 80 %. При этом максимальная степень удаления низина в данном эксперименте была зафиксирована при использовании бентонитовых глин вариантов В3, В4, В9 (Даш-Салахнинское месторождение (республика Азербайджан), В5 и В6 (месторождение «10-й хутор», Хакасия). Это связано с высокой емкостью катионного обмена указанных минералов и развитой эффективной удельной поверхностью, способной активно взаимодействовать с высокомолекулярными компонентами вина, включая низин. Установлено, что степень дисперсности (размер частиц) бентонитов не оказала существенного влияния на их сорбционную способность относительно низина. Это позволяет предположить, что взаимодействие низина с бентонитами протекает преимущественно за счёт электростатических реакций, а не вследствие сил адгезии, возрастающих с уменьшением размера частиц сорбента.

Таблица 4 – Степень удаления низина в столовых сухих белых винах после их обработки суспензией бентонитовых глин, %

Вариант										НСР
В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9	В10	
85,8	82,9	94,0	91,0	93,2	95,4	85,5	83,8	93,4	81,7	5,6

Выводы. Выявлены изменения в составе неорганических катионов столового сухого белого вина, связанные с внесением низина при обработке суспензиями бентонитовых глин. Считаем, что количественная ротация этих компонентов обусловлена электростатическим механизмом взаимодействия между неорганическими катионами, полипептидной структурой антибиотика низина, а также составом бентонитов.

Установлено, что количественное изменение органических кислот в исследуемых образцах столового белого вина в ходе эксперимента не существенно, поскольку разница между средними значениями массовых концентраций органических кислот в вине при введении препарата «Низин» и обработке бентонитовыми глинами была статистически не значима.

По результатам исследования по степени удаления низина из вина путем обработки суспензией бентонита рекомендовано использовать бентонитовые глины Бентовин (Даш-Салахнинское месторождение, республика Азербайджан), Винобент (Месторождение «10-й хутор», Хакасия) для обеспечения потребительской безопасности вин, содержащих остаточные количества низина.

Литература

1. Radler, E. Possible Use of Nisin in Winemaking. I. Action of Nisin Against Lactic Acid Bacteria and Wine Yeasts in Solid and Liquid Media / E. Radler // *Am. J. Enol. Vitic.* – 1990. - V. 41. - № 1. - P. 1-6.
2. *Antimicrobials in food* / edited by P. Michael Davidson, John N. Sofos, A.L. Branen. - 3rd ed. - 721p.
3. Soliman, L. C. Method development for sensitive determination of nisin in food products by micellar electrokinetic chromatography / L. C. Soliman, K. K. Donkor // *Food Chemistry.* - 2010. - V. 119. - P. 801–805.
4. Абакумова А.А., Антоненко М.В., Гугучкина Т.И. Метод определения антибиотиков в вине // *Наука Кубани.* 2018. № 2. С. 10-15.
5. Антоненко М.В., Гугучкина Т.И., Абакумова А.А., Антоненко О.П. Разработка практических рекомендаций и алгоритма контроля низина в винодельческой продукции // *Инновации в индустрии питания и сервисе: матер. III межд. науч. практ. конф. посвящ. 100-летию ФГБОУ ВО КубГТУ 25 октября 2018 года.* Краснодар, 2018. С. 345-352.
6. Ross, R.P. Preservation and fermentation: past, present and future R.P. Ross, S. Morgan, C. Hill // *International Journal of Food Microbiology.* - V. 79. - № 1–2. - 2002. - P. 3-16. [Электронный ресурс] URL: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00174-5)
7. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин: Теоретические аспекты и практические рекомендации. Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. – 251 с.
8. Павлуненко Л.Е. Использование бентонитовых глин Крыма в виноделии // *Технологія продуктів харчування,* 2013, №1 (57). С.124-129.
9. 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.
10. Jansson, M. Intercalation of cationic peptides within Laponite layered clay minerals in aqueous suspensions: The effect of stoichiometry and charge distance matching / M. Jansson, S. Lenton, T.S. Plivelic, M. Skepö // *Journal of Colloid and Interface Science,* V. 557, 2019, P. 767-776. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.09.055>.

11. Lopes, N.A. Nanostructures for delivery of natural antimicrobials in food / Lopes N.A., Brandelli A. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, V. 58, Issue 13, 2018, P. 2202-2212. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1308915>.
12. Meira, S.M.M. Adsorption of nisin and pediocin on nanoclays / S.M.M. Meira, A.I. Jardim, A. Brandelli // *Food Chemistry*. - V. 188. - 2015. - P. 161-169. [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.136>
13. Методы контроля качества и безопасности винодельческой продукции. Методические рекомендации / Т.И. Гугучкина, М.Г. Марковский, М.В. Антоненко, К.В. Резниченко, Б.В. Бурцев, А.А. Абакумова. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 59 с.
14. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции. М.: Пищепромиздат, 1998. 242 с.
15. Якуба Ю.Ф. Применение капиллярного электрофореза для определения катионов в винах специальных технологий // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2006. Т. 72. № 4. С.11-15.
16. Джамеев В. Ю. Использование программы Microsoft Excel для проведения статистических расчетов в биологическом эксперименте. Пособие для практических занятий по спецкурсу «Основы научных исследований». Х.: Курсор, 2013. 72 с.
17. Алгоритм оценки и прогнозирования качества винодельческой продукции на различных этапах производства / О.Н. Шелудько, Т.И. Гугучкина, Н.К. Стрижов, К.А. Муленко // *Научные труды СКФНЦСВВ*. Т. 18. 2018. С. 105-111.
18. Rovio, S. Application of capillary electrophoresis to determine metal cations, anions, organic acids, and carbohydrates in some Pinot Noir red wines / S. Rovio, K. Sirén, H. Sirén // *Food Chemistry*. - V. 124. - Issue 3. - 2011. - P. 1194-1200. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.044>
19. Якуба Ю.Ф., Гугучкина Т.И., Агеева Н.М. Последние достижения в области применения капиллярного электрофореза для анализа винодельческой продукции // *Виноделие и виноградарство*. 2005. № 6. С. 21.
20. 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.c.
21. Le, T.H.H. Screening determination of food additives using capillary electrophoresis coupled with contactless conductivity detection / T.H.H. Le, T.Q.H. Nguyen, C.S. Tran, T.T. Vu, T.L. Nguyen, V.H. Cao, T.D. Mai // *Food Control*. V. 77. 2017. P.281-289.
22. Кузьменко, А.С. Мониторинг содержания калия, кальция, натрия, магния в системе почва–виноград–вино, в контексте формирования типичных вин северного Причерноморья / А.С. Кузьменко, Е.И. Кузьменко, Д.П. Ткаченко // *Научные труды СКЗНИИСиВ*. Т. 4. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. С. 47-53. https://kubansad.ru/media/uploads/files/nauchnye_trudy_skzniisiv/tom_4/7.pdf

References

1. Radler, E. Possible Use of Nisin in Winemaking. I. Action of Nisin Against Lactic Acid Bacteria and Wine Yeasts in Solid and Liquid Media / E. Radler // *Am. J. Enol. Vitic.* – 1990. - V. 41. - №. 1. - P. 1-6.
2. *Antimicrobials in food* / edited by P. Michael Davidson, John N. Sofos, A.L. Branen. - 3rd ed. - 721p.
3. Soliman, L. C. Method development for sensitive determination of nisin in food products by micellar electrokinetic chromatography / L. C. Soliman, K. K. Donkor // *Food Chemistry*. - 2010. - V. 119. - P. 801–805.
4. Abakumova A.A., Antonenko M.V., Guguchkina T.I. Metod opredeleniya antibiotikov v vine // *Nauka Kubani*. 2018. № 2. S. 10-15.
5. Antonenko M.V., Guguchkina T.I., Abakumova A.A., Antonenko O.P. Razrabotka prakticheskikh rekomendacij i algoritma kontrolya nizina v vinodel'cheskoj produkcii // *Innovacii v industrii pitaniya i servise: mater. III mezhd. nauch. prakt. konf. posvyash. 100-letiyu FGBOU VO «KubGTU» 25 oktyabrya 2018 goda*. Krasnodar, 2018. S. 345-352.

6. Ross, R.P. Preservation and fermentation: past, present and future R.P. Ross, S. Morgan, C. Hill // *International Journal of Food Microbiology*. - V. 79. - № 1–2. - 2002. - P. 3-16. [Elektronnyj resurs] URL: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00174-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00174-5)
7. Ageeva N.M. Stabilizaciya vinogradnyh vin: Teoreticheskie aspekty i prakticheskie rekomendacii. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2007. – 251 s.
8. Pavlunenko L.E. Ispol'zovanie bentonitovyh glin Kryma v vinodelii // *Tekhnologiya produktiv harchuvannya*, 2013, №1 (57). S.124-129.
9. 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.
10. Jansson, M. Intercalation of cationic peptides within Laponite layered clay minerals in aqueous suspensions: The effect of stoichiometry and charge distance matching / M. Jansson, S. Lenton, T.S. Plivelic, M. Skepö // *Journal of Colloid and Interface Science*, V. 557, 2019, P. 767-776. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.09.055>.
11. Lopes, N.A. Nanostructures for delivery of natural antimicrobials in food / Lopes N.A., Brandelli A. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, V. 58, Issue 13, 2018, P. 2202-2212. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1308915>.
12. Meira, S.M.M. Adsorption of nisin and pediocin on nanoclays / S.M.M. Meira, A.I. Jardim, A. Brandelli // *Food Chemistry*. - V. 188. - 2015. - P. 161-169. [Elektronnyj resurs] URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.136>
13. Metody kontrolya kachestva i bezopasnosti vinodel'cheskoj produkcii. Metodicheskie rekomendacii / T.I. Guguchkina, M.G. Markovskij, M.V. Antonenko, K.V. Reznichenko, B.V. Burcev, A.A. Abakumova. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2018. 59 s.
14. Sbornik osnovnyh pravil, tekhnologicheskikh instrukcij i normativnyh materialov po proizvodstvu vinodel'cheskoj produkcii. M.: Pishchepromizdat, 1998. 242 s.
15. 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.
16. Dzhameev V. Yu. Ispol'zovanie programmy Microsoft Excel dlya provedeniya statisticheskikh raschetov v biologicheskom eksperimente. Posobie dlya prakticheskikh zanyatij po speckursu «Osnovy nauchnyh issledovanij». H.: Kursor, 2013. 72 s.
17. Algoritm ocenki i prognozirovaniya kachestva vinodel'cheskoj produkcii na razlichnyh etapah proizvodstva / O.N. Shelud'ko, T.I. Guguchkina, N.K. Strizhov, K.A. Mullenko // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 18. 2018. S. 105-111.
18. Rovio, S. Application of capillary electrophoresis to determine metal cations, anions, organic acids, and carbohydrates in some Pinot Noir red wines / S. Rovio, K. Sirén, H. Sirén // *Food Chemistry*. - V. 124. - Issue 3. - 2011. - P. 1194-1200. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.044>
19. Yakuba Yu.F., Guguchkina T.I., Ageeva N.M. Poslednie dostizheniya v oblasti primeneniya kapillyarnogo elektroforeza dlya analiza vinodel'cheskoj produkcii // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2005. № 6. S. 21.
20. 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.s.
21. Le, T.H.H. Screening determination of food additives using capillary electrophoresis coupled with contactless conductivity detection / T.H.H. Le, T.Q.H. Nguyen, C.S. Tran, T.T. Vu, T.L. Nguyen, V.H. Cao, T.D. Mai // *Food Control*. V. 77. 2017. P.281-289.
22. Kuz'menko, A.S. Monitoring sodержaniya kaliya, kal'ciya, natriya, magniya v sisteme pochva–vinograd–vino, v kontekste formirovaniya tipichnyh vin severnogo Prichernomor'ya / A.S. Kuz'menko, E.I. Kuz'menko, D.P. Tkachenko // *Nauchnye trudy SKZ-NIISiV*. T. 4. Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. S. 47-53. https://kubansad.ru/media/uploads/files/nauchnye_trudy_skzniisiv/tom_4/7.pdf