

УДК 663.258

UDC 634.11:581.557.24

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-304-312

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-304-312

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ВИНОГРАДНЫХ ПИЩЕВЫХ
ВОЛОКОН НА СОРБЦИЮ
НАТАМИЦИНА В ВИНЕ ***

**STUDY OF EFFECTS
OF GRAPE DIETARY FIBERS
ON NATAMYCIN SORPTION
IN WINE ***

Абакумова Алла Андреевна
младший научный сотрудник
лаборатории виноделия
e-mail: kgau.0701@mail.ru

Abakumova Alla Andreevna
Junior Research Associate
of Wine Laboratory
e-mail: kgau.0701@mail.ru

Тихонова Анастасия Николаевна
канд. техн. наук
заведующая лабораторией виноделия,
научный сотрудник
e-mail: Anastasia.he@yandex.ru

Tikhonova Anastasia Nikolaevna
Cand. Tech. Sci.
Head of Wine Laboratory,
Research Associate
e-mail: Anastasia.he@yandex.ru

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории виноделия
e-mail: ageyeva@inbox.ru

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

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

Antonenko Mikhail Viktorovich
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of CS «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*

Изучено влияние виноградных пищевых волокон на деконтаминацию натамицина в вине. Для проведения исследований использовали виноградные пищевые волокна, полученные из сладких выжимок винограда сорта Шардоне и сброженных – Красностоп Анапский, Каберне Совиньон и Мерло. Массовая доля клетчатки в представленных образцах волокон

The influence of grape dietary fibers on decontamination of natamycin in wine has been studied. Grape dietary fibers obtained from sweet pomace of Chardonnay grapes and fermented grapes – Krasnostop Anapskiy, Cabernet Sauvignon and Merlo were used for the studies. The mass fraction of fiber in the presented fiber samples ranged

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-416-233027 и частично в рамках выполнения Госзадания ФГБНУ СКФНЦСВВ

* The study was carried out with the financial support of the RFBR and the Administration of the Krasnodar Territory in the framework of the scientific project No. 19-416-233027 and partly in the framework implementation of the State Task of FSBSI NCF SCHVW

составляла от $57,2 \pm 2,9$ (Каберне Совиньон) до $65,3 \pm 3,3$ % (Шардоне), электрокинетический потенциал – от минус 26 ± 3 (Шардоне) до минус 49 ± 5 мВ (Красностоп Анапский). Исследования проводили на модельной смеси сухого белого вина с внесенным натамицином в количестве 10 мг/дм^3 . Установили влияние времени контакта вина с волокнами и их количества на сорбцию натамицина. Выявлено, что максимальная сорбция Натамицина происходит при контакте с волокнами в течение первых 2-х часов, поэтому дальнейшая их выдержка нецелесообразна. Внесение волокон в вино в количестве $3,0 \text{ г/дм}^3$ привело к удалению натамицина от 42 до 68 %. Применение волокон, полученных из выжимок белого сорта винограда Шардоне, способствовало меньшей сорбции натамицина, а из красных выжимок винограда сорта Красностоп Анапский – большей, что коррелирует со значениями величины электрокинетического потенциала на поверхности волокон. Предполагаем, что для полной деконтаминации натамицина необходимо использовать комбинированные обработки с другими сорбентами, обладающими отрицательным зарядом активных центров на поверхности.

Ключевые слова: ВИНОГРАДНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА, НАТАМИЦИН, ВИНО, СОРБЕНТ

from 57.2 ± 2.9 (Cabernet Sauvignon) to 65.3 ± 3.3 % (Chardonnay), the electrokinetic potential – from minus 26 ± 3 (Chardonnay) to minus 49 ± 5 mV (Krasnostop Anapskiy). Studies were carried out on a model mixture of dry white wine with 10 mg/dm^3 of introduced natamycin. Influence of time of contact of wine with fibers and their amount on sorption of natamycin was established. It was revealed that the maximum sorption of natamycin occurs when in contact with fibers during the first 2 hours, so further maintenance of them is impractical. The addition of the fibers to the wine in an amount of 3.0 g/dm^3 resulted in the removal of natamycin from 42 to 68 %. Fibers obtained from white Chardonnay grape pomace contributed to less sorption of natamycin, and from red pom-ace of Krasnostop Anapskiy grape variety – more, which correlates with values of electrokinetic potential on the surface of the fibers. It is assumed that for the complete decontamination of natamycin it is necessary to use combined treatments with other sorbents having a negative charge of active centers on the surface.

Key words: GRAPE DIETARY FIBERS, NATAMYCIN, WINE, SORBENT

Введение. Пищевые волокна представляют собой комплекс соединений, которые формируют клеточные стенки растений, и не перевариваются эндогенными секретами пищеварительного канала человека. Пищевые волокна состоят в основном из полисахаридов, а также лигнина и связанных с ним белковых веществ [1].

Полученные из отходов сахарного, сокового и других производств пищевые волокна находят широкое применение в пищевой промышленности. Они оказывают положительное влияние на физико-химические показатели

продуктов. Например, применение пищевых волокон в производстве кондитерских и хлебобулочных изделий, способствует увеличению выхода продукта за счет повышения вязкости и водоудерживающих свойств [2-4].

Особенностью виноградных пищевых волокон является их высокая пищевая ценность благодаря содержанию природных антиоксидантов – фенольных соединений, которыми богата кожица винограда [5-8].

Помимо обеспечения пользы для здоровья человека [9, 10], виноградные пищевые волокна используют в пищевой промышленности, например, для увеличения срока хранения йогурта и заправки для салатов [11], улучшения реологических свойств теста и защиты хлеба от порчи [12] и т.д.

Известно, что виноградные пищевые волокна обладают сорбционной способностью к токсичным элементам (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец), а также железу, меди и цинку в вине [13], что подтверждается исследованиями ученых из Испании и Индии по удалению тяжелых металлов из технической воды [15]. Виноградные пищевые волокна обладают поверхностной активностью и могут участвовать в процессах взаимодействия с другими поверхностями, имеющими положительно заряженные участки [14], и предположительно могут взаимодействовать с натамицином в вине. Натамицин является антибиотиком микробиальной природы, его применяют в качестве консерванта в таких странах как Аргентина, ЮАР, Чили, Португалия и др. В соответствии с требованиями Евразийского экономического союза, членом которого является Российская Федерация, наличие натамицина в винодельческой продукции не допускается. Однако он неоднократно идентифицирован в импортном сырье [16, 17]. Удаление натамицина в виноматериалах предотвратит технологические проблемы при изготовлении готовой продукции.

Цель работы – изучение влияния виноградных пищевых волокон на деконтаминацию натамицина из вина.

Объекты и методы исследований. Для выявления возможности удаления натамицина использовали модельную смесь белого сухого вина из

винограда сорта Шардоне и раствора натамицина до его концентрации в вине 10 г/дм³.

Виноградные пищевые волокна произвели из сладких выжимок винограда сорта Шардоне и сброженных – Красностоп Анапский, Каберне Совиньон и Мерло по технологии [18]. Содержание клетчатки и электрокинетический потенциал в полученных волокнах представлен в таблице.

Массовая доля клетчатки и электрокинетический потенциал виноградных пищевых волокон, используемых для деконтаминации натамицина в вине

Показатель	Виноградные пищевые волокна в исследуемых сортах винограда			
	Шардоне	Красностоп Анапский	Каберне-Совиньон	Мерло
Массовая доля клетчатки, %	65,3±3,3	59,1±3,0	57,2±2,9	60,1±3,0
ζ-потенциал, мВ	(-) 26±3	(-) 49±5	(-) 44±4	(-) 37±4

В экспериментах использовали пищевые волокна, измельченные до менее 1 мм. Обработку вина проводили путем внесения виноградных пищевых волокон с последующей выдержкой в контакте с волокнами, с последующим отделением их центрифугированием.

Определение натамицина проводили с использованием высокоэффективного капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105» по методике разработанной в НЦ «Виноделие» [19].

Величину электрокинетического потенциала (ЭКП, мВ) определяли методом электрофореза в полиакриламидном геле [20]. Для определения массовой доли клетчатки использовали метод, основанный на гидролизе легкорастворимых углеводов смесью концентрированных кислот, состоящей из 10 объемов 80 %-ной уксусной кислоты и 1 объема 80 %-ной азотной кислоты, из расчета 1:17 к сухому продукту [21].

Исследования выполнялись на базе научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Обсуждение результатов. Использование виноградных пищевых волокон в целях деконтаминации натамицина ранее не применялось. Поэтому на первом этапе необходимо понять, влияют ли волокна на концентрацию натамицина. Для этого в модельную смесь внесли по 1 г/дм³ волокон и выдержали в течение 1 часа. Результаты представлены на рисунке 1.

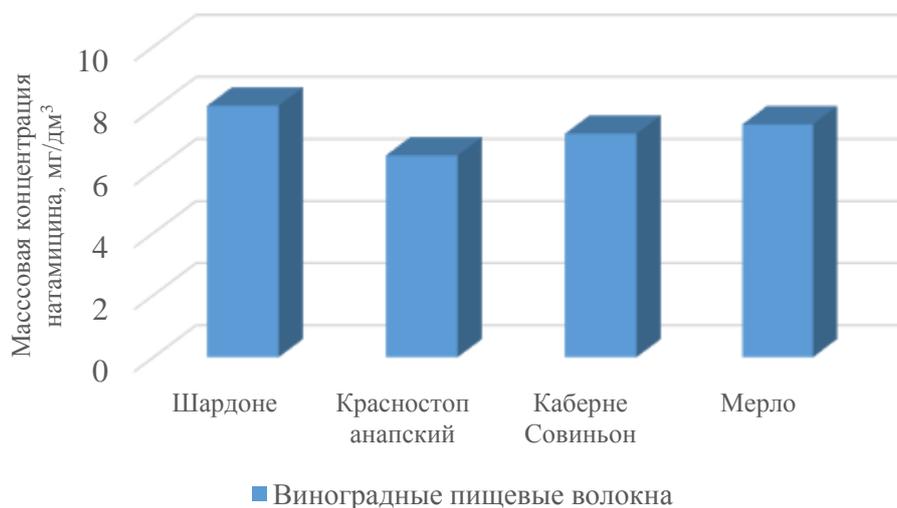


Рис. 1. Концентрация натамицина в вине после внесения виноградных пищевых волокон концентрацией 1 г/дм³

Из рисунка 1 видно, что внесение 1 г/дм³ волокон способствует удалению натамицина из вина на 19 (волокна из винограда сорта Шардоне) - 35 % (волокна из винограда сорта Красностоп Анапский).

Исследования второго этапа посвящены установлению оптимального времени контакта, обеспечивающего наибольшую сорбцию натамицина пищевыми волокнами. Для проведения исследования внесли также 1 г/дм³ волокон и определяли концентрацию натамицина в вине через каждые 30 мин, начиная 1,5 ч до 5 ч (рис. 2). Исследования показали, что максимальная сорбция натамицина происходит при контакте с виноградными пищевыми волокнами в течение 2-х часов, поэтому по окончании указанного времени осадок следует отделить от обработанного вина в целях недопущения процесса десорбции натамицина с поверхности частиц сорбента.

На третьем этапе проведены исследования влияния концентрации виноградных пищевых волокон на сорбцию натамицина (рис. 3). Для этого их вносили в обрабатываемое вино в дозировках от 1,0 до 3,0 г/дм³.

Проведенные исследования показали, что и при дозировке волокон в количестве 3,0 г/дм³ не выявлено полного удаления натамицина: снижение концентрации натамицина составляло 42-68 %. Причем, как и на первом этапе волокна, полученные из выжимок белого сорта винограда Шардоне, обладали меньшей сорбционной способностью к натамицину, что коррелирует с меньшим отрицательным электрокинетическим потенциалом на поверхности волокон.

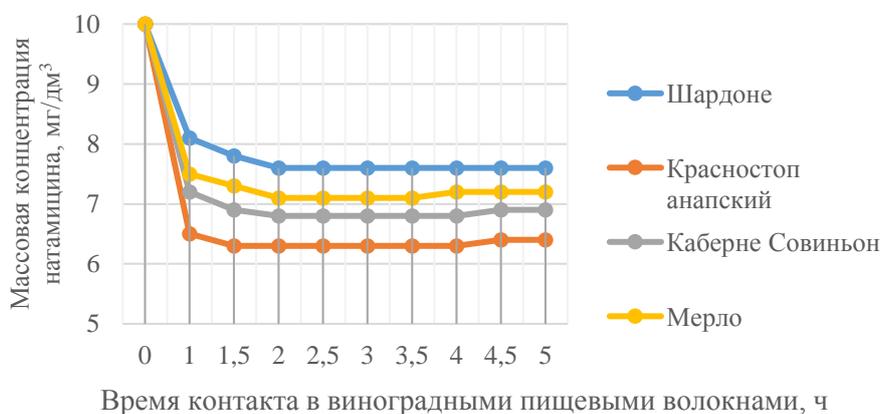


Рис. 2. Изменение концентрации натамицина в вине в зависимости от времени контакта с виноградными пищевыми волокнами

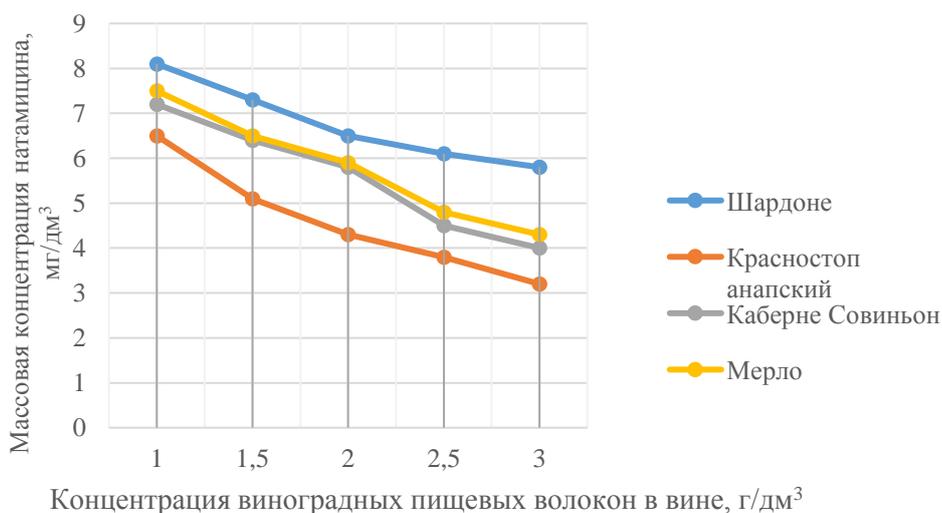


Рис. 3. Изменение концентрации натамицина в вине в зависимости от количества внесенных виноградных пищевых волокон

Необходимо отметить, что максимальная сорбция натамицина была в образце волокон, полученных из винограда сорта Красностоп Анапский, у которого был выявлен наибольший отрицательный электрокинетический потенциал.

Выводы. Установлено влияние виноградных пищевых волокон на снижение концентрации натамицина в вине. Показана корреляция между сорбционной способностью пищевых волокон и величиной электрокинетического потенциала на их поверхности. Выявлено, что применение волокон, полученных из винограда сорта Красностоп Анапский, способствуют большему удалению натамицина. Предполагаем, что для полной деконтаминации натамицина необходимо использовать комбинированные обработки с другими сорбентами, обладающими отрицательным зарядом на поверхности.

Литература

1. Zhu F., Du B., Zheng L., and Li J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. Food Chemistry. 2015. – V. 186(1). – P. 207-212.
2. Blanco Canalis M.S., Leon A.E., and Ribotta P.D. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. Food Chemistry. 2019. – V.271. – P. 309-317.
3. Arslan M., Rakha A., Xiaobo Z., and Mahmood A.M. Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: Opportunities and constraints. Trends in Food Science & Technology. 2019. – V. 83. – P. 194-202
4. Djurle S., Andersson A.A.M., and Andersson R. Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on β -glucan and resistant starch, in barley breads. J. of Cereal Science. 2018. – V.79. – P. 449-455.).
5. Deng Q., Penner M.H., and Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. Food Research International. 2011. – V. 44 (9). – P. 2712-2720.
6. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., and Globa E.V. Study of Phenolic Compounds of Grape Pomace Annals of the Romanian Society for Cell Biology. 2021. – V. 25 (1). – P. 4646-4652.
7. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., and Globa E.V. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. E3S WEB OF CONFERENCES. International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research. 2021. – P. 05018.
8. Bender A.B.B, Speroni C.S, Mor K.I.B, Morisso F.D.P., Santos D.R., Silva L.P., and Penna N.G. Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate. LWT. 2020. – V.117, 108652.

9. Tang H-Y., Fang Z., Ng K. Dietary fiber-based colon-targeted delivery systems for polyphenols. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. – V. 100. – P. 333-348.

10. Guan R., Le Q.V., Yang H., Zhang D., Gu H., Yang Y., Sonne C., S. Lam S., Zhong J., Jianguang Z., Liu R., and Peng W. A review of dietary phytochemicals and their relation to oxidative stress and human diseases. *Chemosphere*. 2021. – V.271. – 129499.

11. Tseng A., and Zhao Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*. 2013. – V.138 (1). – P. 356-365.

12. Rai A., Shukla R., Sawant S., Shetye R., Bopte D., and Gavandi, H. Extraction of chlorogenic acid from green coffee beans for preservation against bread spoilage. Conference: National Conference on Innovations in Food, Environment and Health. At: Navi Mumbai. Volume: 2018.

13. Тихонова А.Н., Агеева Н.М., Бирюков А.П. О возможности использования виноградных пищевых волокон в виноделии. *Русский виноград*. 2018. Т. 7. С. 216-221.

14. Тихонова А.Н. Совершенствование технологических приемов производства столовых виноградных вин с использованием вторичного сырья винодельческой промышленности : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Тихонова Анастасия Николаевна. Краснодар.: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. 155 с.

15. Nayak A., Bhushan B., Gupta V., and Rodriguez-Turienzoa L. Development of a green and sustainable clean up system from grape pomace for heavy metal remediation. *Engineering*. 2016. – V. 4(4A). – P. 4342-4353.

16. Абакумова А.А., Антоненко М.В., Гугучкина Т.И. Метод определения антибиотиков в вине. *Наука Кубани*. 2018. № 2. С. 10-15.

17. Абакумова А.А., Гугучкина Т.И., Ширшова А.А., Антоненко М.В. Виноградные и медовые вина: контроль содержания антибиотиков в их составе // *Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ»*. 2016. № 14. С. 932-939.

18. Tikhonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P., Markovsky M.G. Technology of production grape food fibers from grape surface // 8th International Conference «Social Science and Humanity». 2018. P. 19-25.

19. Способ определения натамицина методом капиллярного электрофореза : патент на изобретение RU 2669946 C1 / Абакумова А.А., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Антоненко М.В.; заявка № 2018102766 от 15.03.2018, опубл. 17.10.2018.

20. Sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). *Journal of Chromatography Library*. 2001. – V. 63. – P. 217-274.

21. Бордак Л.В. Сравнительная характеристика методов анализа клетчатки. *Здоровье и окружающая среда*. 2009. № 13. С. 531-534.

References

1. Zhu F., Du B., Zheng L., and Li J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry*. 2015. – V. 186(1). – P. 207-212.

2. Blanco Canalis M.S., Leon A.E., and Ribotta P.D. Incorporation of dietary fiber on the cookie dough. Effects on thermal properties and water availability. *Food Chemis-try*. 2019. – V.271. – P. 309-317.

3. Arslan M., Rakha A., Xiaobo Z., and Mahmood A.M. Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: Opportunities and constraints. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. – V. 83. – P. 194-202

4. Djurle S., Andersson A.A.M., and Andersson R. Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on β -glucan and resistant starch, in barley breads. *J. of Cereal Science*. 2018. – V.79. – P. 449-455.).

5. Deng Q., Penner M.H., and Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*. 2011. – V. 44 (9). – P. 2712-2720.

6. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., and Globa E.V. Study of Phenolic Compounds of Grape Pomace *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. – V. 25 (1). – P. 4646-4652.

7. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., and Globa E.V. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. *E3S WEB OF CONFERENCES. International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research*. 2021. – P. 05018.

8. Bender A.B.B, Speroni C.S, Mor K.I.B, Morisso F.D.P., Santos D.R., Silva L.P., and Penna N.G. Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate. *LWT*. 2020. – V.117, 108652.

9. Tang H-Y., Fang Z., Ng K. Dietary fiber-based colon-targeted delivery systems for polyphenols. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. – V. 100. – P. 333-348.

10. Guan R., Le Q.V., Yang H., Zhang D., Gu H., Yang Y., Sonne C., S. Lam S., Zhong J., Jianguang Z., Liu R., and Peng W. A review of dietary phytochemicals and their relation to oxidative stress and human diseases. *Chemosphere*. 2021. – V.271. – 129499.

11. Tseng A., and Zhao Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*. 2013. – V.138 (1). – P. 356-365.

12. Rai A., Shukla R., Sawant S., Shetye R., Bopte D., and Gavandi, H. Extraction of chlorogenic acid from green coffee beans for preservation against bread spoilage. *Conference: National Conference on Innovations in Food, Environment and Health*. At: Navi Mumbai. Volume: 2018.

13. Tihonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P. O vozmozhnosti ispol'zovaniya vinogradnyh pishchevyh volokon v vinodelii. *Russkij vinograd*. 2018. T. 7. C. 216-221.

14. Tihonova A.N. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh priemov proizvodstva stolovykh vinogradnykh vin s ispol'zovaniem vtorichnogo syr'ya vinodel'cheskoj promyshlennosti : diss. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.01 / Tihonova Anastasiya Nikolaevna. Krasnodar.: FGBNU SKFNCSSVV, 2017. 155 s.

15. Nayak A., Bhushan B., Gupta V., and Rodriguez-Turienzo L. Development of a green and sustainable clean up system from grape pomace for heavy metal remediation. *Engineering*. 2016. – V. 4(4A). – P. 4342-4353.

16. Abakumova A.A., Antonenko M.V., Guguchkina T.I. Metod opredeleniya antibiotikov v vine. *Nauka Kubani*. 2018. № 2. S. 10-15.

17. Abakumova A.A., Guguchkina T.I., Shirshova A.A., Antonenko M.V. Vinogradnye i medovye vina: kontrol' soderzhaniya antibiotikov v ih sostave // *Elektronnyj setevoy politematicheskij zhurnal «Nauchnye trudy KubGTU»*. 2016. № 14. S. 932-939.

18. Tikhonova A.N., Ageeva N.M., Biryukov A.P., Markovsky M.G. Technology of production grape food fibers from grape surface // *8th International Conference «Social Science and Humanity»*. 2018. P. 19-25.

19. Sposob opredeleniya natamicina metodom kapillyarnogo elektroforeza : patent na izobrenenie RU 2669946 C1 / Abakumova A.A., Guguchkina T.I., Markovskij M.G., Antonenko M.V.; zayavka № 2018102766 ot 15.03.2018, opubl. 17.10.2018.

20. Sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). *Journal of Chromatography Library*. 2001. – V. 63. – P. 217-274.

21. Bordak L.V. Sravnitel'naya harakteristika metodov analiza kletchatki. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda*. 2009. № 13. S. 531-534.