

УДК 663.26: 537.8.029

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-303-315

**ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ  
ПРОИЗВОДСТВА АНТОЦИАНОВОГО  
КРАСИТЕЛЯ ИЗ ВТОРИЧНЫХ  
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ  
ВИНОДЕЛИЯ**

Малеева Альбина Закирьяновна  
аспирант 2-го курса  
факультета перерабатывающих  
технологий  
e-mail: maleeva-a@bk.ru

Щербакова Елена Владимировна  
д-р техн. наук, профессор  
кафедры технологии хранения  
и переработки растениеводческой  
продукции  
e-mail: sherbakova.1965@inbox.ru

Ольховатов Егор Анатольевич  
канд. техн. наук, доцент  
кафедры технологии хранения  
и переработки растениеводческой  
продукции  
e-mail: olhovatov\_e@inbox.ru

*Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный аграрный  
университет имени И. Т. Трубилина»  
Краснодар, Россия*

В последние годы наблюдается положительная тенденция в развитии виноделия в России, что свидетельствует о качественном преобразовании винодельческой отрасли. Однако в результате переработки винограда при производстве виноматериалов или соков образуется большое количество отходов, которые легко подвергаются неконтролируемому разложению, приводя к загрязнению почвы, воды и воздуха. В связи с этим их необходимо обработать, утилизировать или повторно использовать должным образом. Виноградные выжимки из темноокрашенных сортов винограда являются одним из недорогих и перспективных источников

UDC 663.26: 537.8.029

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-303-315

**THE INNOVATIVE METHOD  
FOR THE PRODUCTION  
OF ANTHOCYANIN DYE  
FROM SECONDARY RAW  
MATERIALS OF WINEMAKING**

Maleeva Albina Zakiryaynovna  
2nd year postgraduate student  
of the Faculty of Processing  
Technologies  
e-mail: maleeva-a@bk.ru

Shcherbakova Elena Vladimirovna  
Dr. Sci. Tech., Professor  
of Technology of Storage  
and Processing of Plant Products  
Departments  
e-mail: sherbakova.1965@inbox.ru

Olkhovatov Egor Anatolievich  
Cand.Tech.Sci., Associate Professor  
of Technology of Storage  
and Processing of Plant Products  
Departments  
e-mail: olhovatov\_e@inbox.ru

*Federal State Budgetary  
Educational Institution  
of Higher Professional Education  
«Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin»  
Krasnodar, Russia*

There has been a positive trend in the development of winemaking in Russia in recent years, which indicates a qualitative transformation of the wine industry. However, as a result of the grapes processing in the production of wine materials or juices, a large amount of waste is formed, which is easily exposed to uncontrolled decomposition, leading to contamination of the soil, water and air. Therefore, they must be treated, disposed, or reused properly. Grape pomace from dark-colored grape varieties is one of the inexpensive and promising sources with added value, which can

с добавленной стоимостью, которые потенциально могут быть повторно переработаны при производстве новых продуктов, представляющих коммерческий интерес для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности. Особого внимания заслуживает натуральный пищевой антоциановый краситель, получаемый из такого сырья (энокраситель). Для этих целей нами разработана и предложена инновационная технология, состоящая в применении последовательного воздействия электромагнитной, ферментативной и физико-химической обработок сырья, которая позволяет при минимизации числа технологических операций и без применения агрессивных сред получать природный краситель с максимальным, в сравнении с аналогичными технологиями, выходом красящих веществ, достигающим 95 %. Химический состав раствора энокрасителя, получаемого этим способом, богат антоцианами, общее количество которых в составе концентрированного экстракта – 3,5-3,7 %. Предложенная нами технология позволяет получать натуральный пищевой антоциановый краситель из виноградных выжимок на винодельческих предприятиях без технического перевооружения существующих технологических линий, что также может послужить существенным дополнительным источником доходов для винозаводов.

*Ключевые слова:* АНТОЦИАНИНЫ, ВИНОГРАДНЫЕ ВЫЖИМКИ, ПИЩЕВЫЕ КРАСИТЕЛИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА

potentially be re-processed in the production of new products of commercial interest for the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Special attention should be paid to the natural food anthocyanin dye obtained from such raw materials (enocianina). For these purposes, we have developed and proposed an innovative technology consisting in the application of a cascading effect of electromagnetic, enzymatic and physico-chemical treatments of raw materials, which allows due to minimization of the number of technological operations and without the use of aggressive media to obtain a natural dye with the maximum yield of coloring substances, reaching 95 %, in comparison with similar technologies. The chemical composition of the enocianina solution obtained by this method is rich in anthocyanins, the total amount of which in the composition of the concentrated extract is 3.5-3.7 %. The proposed technology allows us to obtain natural food anthocyanin dye from grape pomace at wineries without technical re-equipment of existing technological lines, which can also serve as a significant additional source of income for wineries.

*Key words:* ANTHOCYANINS, GRAPE POMACE, FOOD DYES, ELECTROMAGNETIC TREATMENT

**Введение.** Сегодня развитию виноградарства уделяется повышенное внимание со стороны государства. Принимаемые программы направлены на расширение площадей под виноградники, повышение урожайности существующих насаждений и рациональное снижение ресурсных издержек путем введения в производство новейших техник и технологий. Однако с ро-

стом темпов индустриализации производства произошло значительное увеличение объема отходов виноделия [1, 2].

Следствием запроса со стороны современных потребителей на использование пищевой промышленностью натуральных соединений взамен синтетических, является большой интерес к утилизации побочных продуктов переработки сырья винограда в качестве сырья для получения пищевых добавок, как ингредиентов функциональных и специализированных продуктов питания, биологически активных добавок и натуральных составляющих косметики [1-7].

Проблематика исследования и промышленной организации производства пищевых натуральных красителей на сегодняшний день остается весьма актуальной, поскольку различные предприятия как пищевой, так и фармацевтической промышленности испытывают острую потребность в данных добавках, богатых антоцианами, биофлаваноидами и другими биологически активными веществами, которые проявляют антиоксидантные, антидиабетические и радиопротекторные свойства по отношению к клеткам организма, что свидетельствует о потенциальной физиологической функциональности такой добавки [8].

Экстракция фракции антоцианов из растительного сырья имеет сложный механизм и может быть достигнута различными методами. Повышение выхода процесса экстракции, сокращение времени обработки и уменьшение ущерба окружающей среде, вызываемого токсичными растворителями, может быть достигнуто за счет замены традиционных технологий экологически чистыми [9-14]. К таким, в частности, можно отнести применение электрофизических способов обработки сырья в низко- и крайненизкочастотном диапазоне резонансных частот при слабой и сверхслабой интенсивностях воздействия [15, 16].

Теорией и практикой извлечения красящих веществ из вторичных возобновляемых ресурсов переработки ягод винограда занимались зарубежные

исследователи, объединяющими недостатками разработок которых являются неоправданная многоступенчатость и длительность технологического процесса, а в продуктах, получаемых по отдельным из них, помимо антоциановых в растворе содержится и значительное количество нежелательных сопутствующих веществ [17-24].

В связи с вышеизложенным, данная область требует тщательного изучения вопроса и дальнейшего совершенствования технологии изготовления антоцианового красителя с внедрением в производство последних научно-технических достижений.

Таким образом, целью нашего исследования является поиск инновационных решений технологии пищевых натуральных красителей из вторичных материальных ресурсов винодельческих предприятий и внедрение их в производство.

***Объекты и методы исследований.*** Исходным сырьем для получения антоцианового красителя выступают полученные промышленным способом сладкие (небродившие) выжимки темноокрашенных сортов винограда (Цимлянский черный, Каберне Совиньон, Саперави, Каберне Фран, Левокумский, Мерло), которые районированы для Краснодарского края и широко возделываются на виноградниках в хозяйствах Темрюкского района.

Реализуют данную технологию следующим образом [25].

Вначале объекты исследования подготавливают к ферментированию, предварительно обрабатывая их электромагнитным полем в режиме «волновые качели» при частотном диапазоне воздействия 10-100 Гц. Обработку проводили с применением установки, разработанной нами в соавторстве с коллегами из КубГТУ и СКФУ [26].

Сладкие (небродившие) выжимки темноокрашенных сортов винограда после прессования ягоды, либо предварительно высушенные до влажности 10-12 % [27], загружаются в ферментер, где обрабатываются электромагнитным полем в режиме «волновые качели» при частотном диапазоне

воздействия 10-100 Гц в течение 15 мин для понижения прочности связи химического состава структур клеточных стенок, что способствует максимальному извлечению антоцианов из растительной ткани. Режим «волновые качели» является стандартным и воспроизводим любой моделью генератора сигналов произвольной формы.

После этого к сырью приливали питьевую воду для доведения гидро-модуля к соотношению 1:2, затем в ферментер при перемешивании вносят рабочий раствор пектолитического ферментного препарата *Lallzyme EX-V* из расчета 0,002 % к массе сырья, а полученную смесь термостатируют 45-60 мин при температуре 22...25 °С и Ph = 3,5-4.

Затем проводили экстракцию, которую для максимального извлечения антоцианов вели при температуре 50...60 °С 96 %-м этанолом в три ступени продолжительностью по 60 мин каждая. Ферментный препарат при этом инактивируется полностью.

Далее осуществляли прессование виноградной выжимки для эффективного отделения от непроэкстрагировавшейся части полученного раствора энокрасителя, который затем фильтровали и концентрировали до содержания сухих веществ 35-40 %.

Определение выхода красящих веществ в пересчете на сухое вещество осуществляли по методике согласно ГОСТ Р 53773-2010 Продукция соковая. Методы определения антоцианинов.

**Обсуждение результатов.** Разработанный нами инновационный способ производства антоцианового красителя из вторичных сырьевых ресурсов виноделия состоит из двух основных этапов, первый из которых – предварительная обработка выжимок винограда, второй представляет собой непосредственное изготовление натурального пищевого энокрасителя.

Предложенный к применению ферментный препарат обладает пектолитической активностью и рекомендован для использования в технологии

красных виноматериалов с целью повышения степени экстракции соединений полифенольной природы путем разрушения клеточных мембран кожицы виноградной ягоды и последующей стабилизации получаемых коллоидных систем. Препарат обеспечивает быстрое высвобождение внутриклеточного содержимого обрабатываемой им растительной ткани благодаря синергизму входящих в его состав пектиназ.

Поскольку широко практикуемое для обработки исследуемого сырья однократное экстрагирование не позволяет извлечь антоцианы в полном объеме, нами была предложена и проводилась трехступенчатая экстракция красителя с экспозицией в каждом случае по 60 мин при постоянном перемешивании с последующим объединением всех фракций экстракта.

Отделение раствора энокрасителя от непроэкстрагировавшейся части, то есть твердой фазы разделяемой системы, возможно реализовать любым из подходящих для этого способов разделения с использованием соответствующего оборудования, в том числе и путем прессования. Полученный экстракт энокрасителя фильтруют и концентрируют до содержания сухих веществ 35-40 %.

Отличительной чертой предложенного нами усовершенствования технологии экстракции антоцианов виноградной кожицы является совокупность электрофизического и биотехнологического методов обработки виноградных выжимок, способствующих максимальному извлечению красящего компонента, выход которого составляет свыше 95 % в пересчете на сухое вещество. Данный способ исключает применение высоких температур и добавок, увеличивающих себестоимость и снижающих качество целевого продукта.

Эффективность использования электрофизического метода обработки вторичного сырья переработки виноградной ягоды электромагнитным полем в диапазоне низких частот режима «волновые качели» подтверждает диаграмма, изображенная на рисунке, где приведены результаты исследований проводимых обработок.

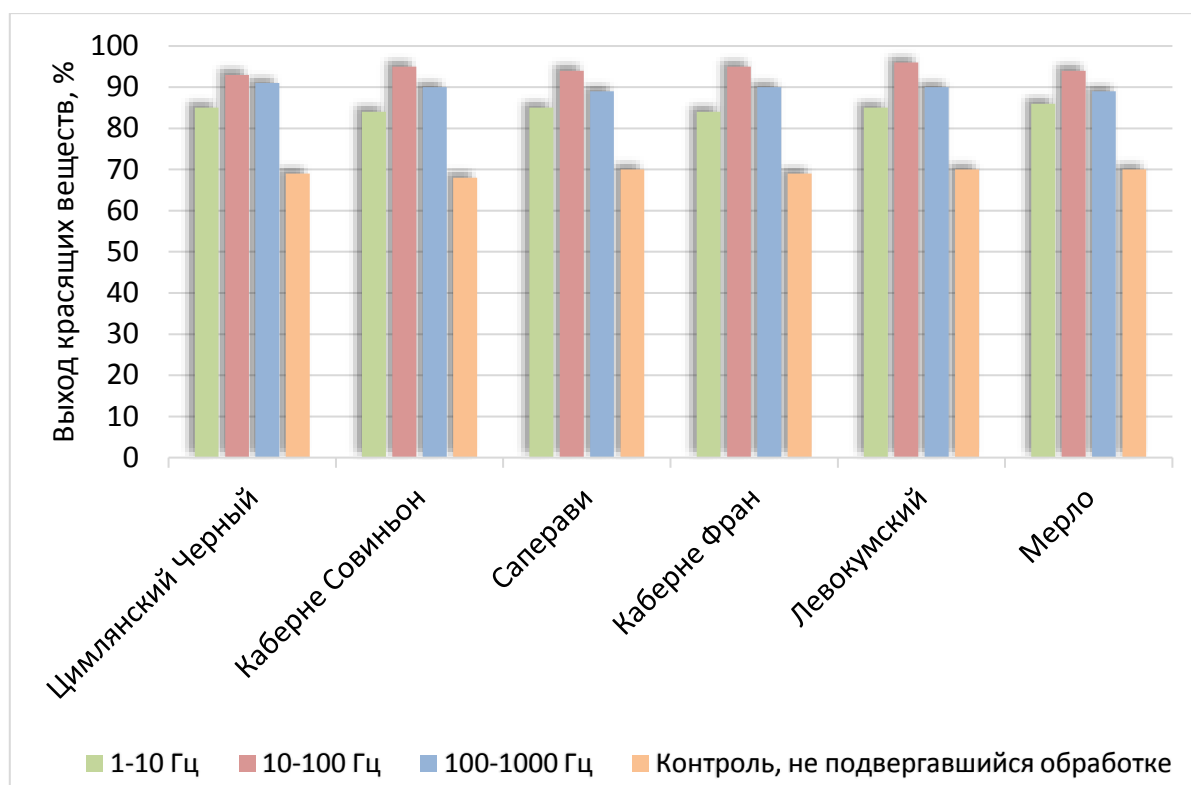


Рис. Результаты последовательных обработок сладкой виноградной выжимки электромагнитным полем в различных частотных диапазонах режима «волновые качели» и ферментным препаратом *Lallzyme EX-V*

На графике по оси абсцисс под позициями 1-4 приведены различные диапазоны режима «волновые качели», применяемые для предварительной обработки сладких (небродивших) выжимок черных сортов винограда электромагнитным полем. По оси ординат приведены значения показателя выхода красящих веществ из получаемого раствора в %, в пересчете на сухое вещество. Так, при обработке сырья в частотном диапазоне 1-10 Гц режима «волновые качели» средние значения показателя выхода антоцианов составили 85 %; для диапазона 10-100 Гц этот показатель достигал 95 %; для диапазона 100-1000 Гц – в среднем 90 %. Контрольный образец, не подвергавшийся обработке, показал средний выход антоцианов 70 %. Таким образом, обнаруживается положительная динамика изменения среднего значения показателя выхода целевого компонента в получаемый экстракт. Весомого же

результата возможно достичь при обработке сырья в частотном диапазоне 10-100 Гц режима «волновые качели».

Получаемые нами результаты, в сравнении с таковыми по способу, взятому за прототип, приведены в таблице.

Оценка результатов применения авторского способа извлечения пищевого антоцианового красителя [25] в сравнении с существующими аналогичными технологиями [28, 29]

Наименование показателя	Значения показателей по разработкам :		
	Патент РФ № 2228344 (аналог)	Патент РФ № 2698123 (прототип)	Патент РФ № 2741987 (авторский)
Параметры предварительной обработки:			
- тип	-	-	электро-физическая ЭМП НЧ
- вид	-	-	15
- экспозиция, мин	-	-	«волновые качели»
- режим	-	-	10-100
- показатели режима	-	-	
Параметры ферментирования:			
- препарат	-	<i>Lallzyme EX-V</i>	
- количество фермента к массе выжимки, %	-	0,002	
- температура, °С	-	37...40	22...25
- рН	-	3,5-4,0	
- экспозиция, мин	-	60	45-60
Параметры экстрагирования:			
- экстрагент	-	этанол	
- концентрация экстрагента, %	-	96	
- температура, °С	50...65	50...60	
- экспозиция, мин	60-90	60	
- количество этапов	2	1	3
Отстаивание экстракта, мин	360-480	-	-
Суммарная длительность основных этапов, мин	480-660	120	255
Выход экстрактивных веществ в пересчете на сухую массу, %	90	78	95
Общее количество антоцианов, г/дм <sup>3</sup>	2,4-2,9	2,8-3,0	3,5-3,7
Примечание: сырьевые объекты прототипа аналогичны авторскому способу; в аналоге краситель извлекали из выжимок ягод черной смородины и черноплодной рябины			



Как видно из сравнения данных, приведенных в таблице, длительность основных этапов одного из аналогичных способов достигает 660 мин, что в 2,6 раза дольше, чем в авторском решении при меньшем выходе и худшем качестве получаемых красящих антоциановых соединений, в нейтральной среде изменяющих свою окраску.

Для прототипа при меньшей длительности процесса характерен более низкий выход, что также делает его менее выгодным в сравнении с авторским способом.

**Выводы.** Новизной предложенного технического решения, составляющего сущность нашей разработки, является предварительно проводимая обработка сырья электромагнитным полем в низкочастотном диапазоне воздействия для разрушения клеточных структур с высвобождением целевого компонента и последующая трехступенчатая экстракция для получения антоцианового красителя из выжимок темноокрашенных сортов винограда с извлечением их из сырья в максимальном объеме. Таким образом, применяя рекомендуемый технологический алгоритм, становится возможным получение качественного пищевого красителя с повышенным содержанием антоцианов на оборудовании традиционных технологических линий винодельческих и соковых предприятий.

Благодаря описанному техническому результату, инновации в сфере получения антоциановых красителей из вторичных сырьевых ресурсов переработки виноградной ягоды безусловно найдут широкое применение в винодельческой и соковой отраслях пищевой промышленности при решении актуального вопроса рациональной утилизации отходов, что свидетельствует о высокой степени его промышленной применимости.

Получение описанных результатов возможно достичь только при сочетании приведенных режимов процесса и соблюдении указанного соотношения

компонентов, что позволяет стабильно добиваться повышения выхода целевого продукта и улучшения его качества путем сочетанного применения физико-химических и биотехнологических методов при их синергизме. Новизна разработанного способа получения пищевого антоцианового красителя из винограда подтверждена патентом РФ на изобретение [25].

### Литература

1. Садекова Н.Х. Анализ тенденций развития пищевой промышленности России в современных условиях // Проблемы современной экономики. 2016. № 1 (57). С. 193-195.
2. Касьянов Г.И., Тагирова П.Р. Высокотехнологичные процессы переработки вторичных растительных ресурсов // Научные труды КубГТУ. 2017. № 5. С. 55-62.
3. Wine industry by-product: Full polyphenolic characterization of grape stalks / N. Teixeira, N Mateus, V. de Freitas [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – V. 268. – p. 110-117. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.06.070.
4. From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? / L. C. Freitas, J. R. Barbosa, A. L. C. Costa [et al.] // Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – V. 169. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105466.
5. Novel application and industrial exploitation of winery by-products / E. Kalli, I. Lappa, P. Bouchagier [et al.] // Bioresources and Bioprocessing. – 2018. – V. 46. – DOI: 10.1186/s40643-018-0232-6.
6. A second life for wine grapes: Discovering potentially bioactive oligosaccharides and phenolics in chardonnay marc and its processing fractions / A. J.G. Sinroda, X. Li, M. Bhattacharya [et al.] // LWT. – 2021. – V. 144. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111192.
7. Recent trends on the valorization of winemaking industry wastes / O. M. P. Rivera, M. D. S. Leos, V. E. Soli // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. – 2021. – V. 27. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.100415.
8. Заднипрыйный И.В., Третьякова О.С., Сатаева Т.П. Полифенолы винограда как перспективные природные антигипоксанты // Человек-Природа-Общество: Теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. 2015. № 1 (8). С. 8-11.
9. Grape winery waste as a promising feedstock for the production of polyhydroxyalkanoates and other value-added products / A. Kovalcik, I. Pernicova, S. Obruca [et al.] // Food and Bioprocesses Processing. – 2020. – V. 124. – p. 1-10. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.08.003.
10. Economic aspects of waste recovery in the wine industry. A multidisciplinary approach / A. Soceanu, S. Dobrinias, A. Sirbu [et al.] // Science of The Total Environmen. – 2021. – V. 759. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143543.
11. Kumar K. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review / K. Kumar, S. Srivastav, V. S. Sharanagat // Ultrasonics Sonochemistry – 2021. – V. 70. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2020.105325.
12. Comunian T. A. The use of food by-products as a novel for functional foods: Their use as ingredients and for the encapsulation process / T. A. Comunian, M. P. Silva, C. J.F. Souza // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – V. 108. – p. 269-280. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.01.003.
13. Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product / C. Leal, I. Gouvinhas, R. A. Santos [et al.] // Industrial Crops & Products. – 2020. – V. 154. – p. 1-11. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112675.

14. Гугучкина Т. И., Касьянов Г. И., Сабельникова Т. А. К вопросу производства биоорганических продуктов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 48(6). С. 114-125. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/13.pdf>. (дата обращения: 27.04.2021).

15. Ольховатов Е.А., Г.И. Касьянов. Теория и практика применения электромагнитных излучений слабых и сверхслабых интенсивностей в производстве продукции растениеводства // Научные труды КубГТУ. 2017. № 5. С. 181-191.

16. Касьянов Г.И., Ольховатов Е.А. Безреагентные способы обработки пищевого сырья и готовой продукции электромагнитным полем низкой частоты // Научные труды КубГТУ. 2017. № 5. С. 55-62.

17. Colored grapes by-products as the source for Bio-active products / T.N. Gvinianidze, P.M. Chikovani, V.A. Mindeli [et al.] // *Juvenis scientia*. – 2017. – № 8. – p. 1-3.

18. Using Ohmic Heating effect on grape skins as a pretreatment for anthocyanins extraction / R.N. Pereira, M. I. Coelho, Z. Genisheva [et al.] // *Food and Bioproducts Processing*. – 2020. – V. 124. – p. 320–328. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.09.009.

19. Bao Y. Enhancement of phenolic compounds extraction from grape pomace by high voltage atmospheric cold plasma / Y. Bao, L. Reddivari, J-Y. Huang // *LWT – Food Science and Technology*. – 2020. – V. 133. – p. 1-9. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109970.

20. Optimizing the extraction process of natural antioxidants from chardonnay grape marc using microwave-assisted extraction / T. Garrido, M. Gizdavic-Nikolaidis, I. Leceta [et al.] // *Waste Management*. – 2019. – V. 88. – p. 110-117. DOI: [doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.031](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.031).

21. Valorisation of grape by-products as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size / E. Altınok, I. Palabiyik, R. Gunes [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2020. – V. 118. – p. 1-7. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108776.

22. Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from grape marc / D. T. V. Pereira, A. G. Tarone, C. B. B. Cazarin [et al.] // *Journal of Food Engineering*. – 2019. – V. 240. – p. 105-113. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.07.019.

23. Sparrow A. M. Grape skins as supplements for color development in Pinot noir wine / A.M. Sparrow, R.G. Dambergs, D. C. Close // *Food Research International*. – 2020. – V. 133. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108707.

24. Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from BRS Violet grape pomace followed by alginate-Ca<sup>2+</sup> encapsulation / E. B. Romanin, L. M. Rodrigues, A. Finger // *Food Chemistry*. – 2021. – V. 338. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128101.

25. Способ получения пищевого антоцианового красителя из винограда: патент РФ № RU 2741987 C1. / Щербакова Е.В., Малеева А.З., Ольховатов Е.А.; заявл. 07.04.2020; опубл. 01.02.2021, Бюл. № 4. 8 с.

26. Установка для обработки пищевых сред низкочастотным электромагнитным полем с модулируемыми характеристиками / В.И. Шипулин [и др.] // *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2017. № 5 (62). С. 52-59.

27. Derevenko V. Studying the properties of grape pomace as of an object of drying / V. Derevenko, G. Kasyanov, L. Pylypenko // *Food Science and Technology*. – 2018. – Vol. 12. –No. 2. – P. 39-45.

28. Способ получения антоцианового красителя из плодового сырья: патент РФ № RU 2228344 C1. / Один А.П., Хайрутдинова А.Д., Болотов В.М.; заявл. 19.11.2002; опубл. 10.05.2004. 4 с.

29. Способ получения пищевого энокрасителя: патент РФ № RU 2698123 C1. / Щербакова Е.В., Малеева А.З.; заявл. 02.08.2018; опубл. 22.08.2019, Бюл. № 24. 6 с.

### References

1. Sadekova N.H. Analiz tendencij razvitiya pishchevoj promyshlennosti Rossii v sovremennykh usloviyakh // Problemy sovremennoj ekonomiki. 2016. № 1 (57). S. 193-195.
2. Kas'yanov G.I., Tagirova P.R. Vysokotekhnologichnye processy pererabotki vtorichnykh rastitel'nykh resursov // Nauchnye trudy KubGTU. 2017. № 5. S. 55-62.
3. Wine industry by-product: Full polyphenolic characterization of grape stalks / N. Teixeira, N Mateus, V. de Freitas [et al.] // Food Chemistry. – 2018. – V. 268. – p. 110-117. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.06.070.
4. From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? / L. C. Freitas, J. R. Barbosa, A. L. C. Costa [et al.] // Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – V. 169. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105466.
5. Novel application and industrial exploitation of winery by-products / E. Kalli, I. Lappa, P. Bouchagier [et al.] // Bioresources and Bioprocessing. – 2018. – V. 46. – DOI: 10.1186/s40643-018-0232-6.
6. A second life for wine grapes: Discovering potentially bioactive oligosaccharides and phenolics in chardonnay marc and its processing fractions / A. J.G. Sinroda, X. Li, M. Bhattacharya [et al.] // LWT. – 2021. – V. 144. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111192.
7. Recent trends on the valorization of winemaking industry wastes / O. M. P. Rivera, M. D. S. Leos, V. E. Soli // Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. – 2021. – V. 27. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.100415.
8. Zadnipyryanj I.V., Tret'yakova O.S., Sataeva T.P. Polifenoly vinograda kak perspektivnye prirodnye antigipoksanty // Chelovek-Priroda-Obshchestvo: Teoriya i praktika bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti, ekologii i valeologii. 2015. № 1 (8). s. 8-11.
9. Grape winery waste as a promising feedstock for the production of polyhydroxyalkanoates and other value-added products / A. Kovalcik, I. Pernicova, S. Obruca [et al.] // Food and Bioprocess Processing. – 2020. – V. 124. – p. 1-10. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.08.003.
10. Economic aspects of waste recovery in the wine industry. A multidisciplinary approach / A. Soceanu, S. Dobrinas, A. Sirbu [et al.] // Science of The Total Environment. – 2021. – V. 759. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143543.
11. Kumar K. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review / K. Kumar, S. Srivastav, V. S. Sharana-gat // Ultrasonics Sonochemistry – 2021. – V. 70. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2020.105325.
12. Comunian T. A. The use of food by-products as a novel for functional foods: Their use as ingredients and for the encapsulation process / T. A. Comunian, M. P. Silva, C. J.F. Souza // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – V. 108. – p. 269-280. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.01.003.
13. Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product / C. Leal, I. Gouvinhas, R. A. Santos [et al.] // Industrial Crops & Products. – 2020. – V. 154. – p. 1-11. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112675.
14. Guguchkina T. I., Kas'yanov G. I., Sabel'nikova T. A. K voprosu proizvodstva bioorganicheskikh produktov [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2017. № 48(6). S. 114–125. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/06/13.pdf>. (data obrashcheniya: 27.04.2021).
15. Ol'hovatov E.A., G.I. Kas'yanov. Teoriya i praktika primeneniya elektromagnitnykh izluchenij slabykh i sverhslabykh intensivnostej v proizvodstve produkcii rastenievodstva // Nauchnye trudy KubGTU. 2017. № 5. S. 181-191.

16. Kas'yanov G.I., Ol'hovatov E.A. Bezreagentnye sposoby obrabotki pishchevogo syr'ya i gotovoj produkcii elektromagnitnym polem nizkoj chastoty // Nauchnye trudy KubGTU. 2017. № 5. S. 55-62.

17. Colored grapes by-products as the source for Bioactive products / T.N. Gvinianidze, P.M. Chikovani, V.A. Mindeli [et al.] // *Juvenis scientia*. – 2017. – № 8. – p. 1-3.

18. Using Ohmic Heating effect on grape skins as a pretreatment for anthocyanins extraction / R.N. Pereira, M. I. Coelho, Z. Genisheva [et al.] // *Food and Bioproducts Processing*. – 2020. – V. 124. – p. 320–328. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.09.009.

19. Bao Y. Enhancement of phenolic compounds extraction from grape pomace by high voltage atmospheric cold plasma / Y. Bao, L. Reddivari, J-Y. Huang // *LWT – Food Science and Technology*. – 2020. – V. 133. – p. 1-9. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109970.

20. Optimizing the extraction process of natural antioxidants from chardonnay grape marc using microwave-assisted extraction / T. Garrido, M. Gizdavic-Nikolaidis, I. Leceta [et al.] // *Waste Management*. – 2019. – V. 88. – p. 110-117. DOI: doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.031.

21. Valorisation of grape by-products as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size / E. Altnok, I. Palabiyik, R. Gunes [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2020. – V. 118. – p. 1-7. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.108776.

22. Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from grape marc / D. T. V. Pereira, A. G. Tarone, C. B. B. Cazarin [et al.] // *Journal of Food Engineering*. – 2019. – V. 240. – p. 105-113. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.07.019.

23. Sparrow A. M. Grape skins as supplements for color development in Pinot noir wine / A.M. Sparrow, R.G. Damberg, D. C. Close // *Food Research International*. – 2020. – V. 133. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108707.

24. Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from BRS Violet grape pomace followed by alginate-Ca<sup>2+</sup> encapsulation / E. B. Romanin, L. M. Rodrigues, A. Finger // *Food Chemistry*. – 2021. – V. 338. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128101.

25. Sposob polucheniya pishchevogo antocianovogo krasitelya iz vinograda: patent RF № RU 2741987 S1. / Shcherbakova E.V., Maleeva A.Z., Ol'hovatov E.A.; zayavl. 07.04.2020; opubl. 01.02.2021, Byul. № 4. 8 s.

26. Ustanovka dlya obrabotki pishchevyh sred nizkochastotnym elektromagnitnym polem s moduliruemyimi harakteristikami / V.I. Shipulin [i dr.] // *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta*. 2017. № 5 (62). S. 52-59.

27. Derevenko V. Studying the properties of grape pomace as of an object of drying / V. Derevenko, G. Kasyanov, L. Pylypenko // *Food Science and Technology*. – 2018. – Vol. 12. –No. 2. – P. 39-45.

28. Sposob polucheniya antocianovogo krasitelya iz plodovogo syr'ya: patent RF № RU 2228344 C1. / Odin A.P., Hajrutdinova A.D., Bolotov V.M.; zayavl. 19.11.2002; opubl. 10.05.2004. 4 s.

29. Sposob polucheniya pishchevogo enokrasitelya: patent RF № RU 2698123 S1. / Shcherbakova E.V., Maleeva A.Z.; zayavl. 02.08.2018; opubl. 22.08.2019, Byul. № 24. 6 s.