УДК 581.192

UDC 581.192

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-266-277

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-266-277

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ
НАТУРАЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ**

**TECHNOLOGICAL ASPECTS
OF OBTAINING
AND USING NATURAL DYES**

Гугучкина Татьяна Ивановна
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории виноделия

Guguchkina Tatiana Ivanovna
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of Wine Laboratory

Лепешкина Светлана Васильевна
научный работник библиотеки,
менеджер информационных систем

Lepeshkina Svetlana Vasilievna
Research Associate of Library,
Information Systems Manager

*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*

Попов Виталий Павлович
канд. экон. наук
доцент кафедры аудита

Popov Vitaly Pavlovich
Cand. Econ. Sci.
Associate Professor of Audit Department

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия*

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

Проведен литературный обзор основных способов производства красителей из натурального сырья, обсуждены особенности технологии. Исследование химического состава выполнено с использованием известных химических методик, ионный состав изучали с помощью капиллярного электрофореза. Основное внимание уделено способам получения натуральных красителей из луковой шелухи и выжимки красных технических сортов винограда. Показаны результаты исследования химического состава, свойства экстрактов и результаты испытаний в производстве пищевых продуктов. Отмечено, что промышленная технология получения красителей из вторичных

A literature review of the main methods for the production of dyes from natural raw materials is carried out, the features of the technology are discussed. The study of the chemical composition was carried out using known chemical methods, the ionic composition was studied using capillary electrophoresis. The main attention is paid to the methods of obtaining natural dyes from onion husks and red pomace of technical grape varieties. The results of the study of the chemical composition, properties of extracts and test results in the production of food products are shown. It is noted

ресурсов окрашенного пищевого растительного сырья состоит из следующих основных операций: сушка выжимки, или побочных продуктов при консервировании сырья, экстракция красящих веществ водным раствором с добавкой различных модификаторов и последующее концентрирование экстракта. В работе показаны варианты извлечения биологически активных компонентов из луковой шелухи водой, из сухой и влажной выжимки красных сортов винограда подкисленными водными растворами, сахарным сиропом, в том числе модифицированными кислотами. Найдено наибольшее содержание биологически активных веществ и антоцианов в экстракте из сухой виноградной выжимки Каберне-Совиньон, затем в криосусле из сорта Мерло. Экстракты с использованием сахарного сиропа были менее насыщены и труднее поддавались концентрированию. Найдено, что добавка в 50 %-ный сахарный сироп модификаторов кислого характера приводила к уменьшению pH раствора и способствовало увеличению извлечения антоцианов – при дозировании лимонной кислоты – в 5 раз больше контроля (без модификаторов), более чем в 4 раза для борной кислоты и примерно в 3 раза выше для соляной и уксусной кислот. Содержание водорастворимых сухих веществ, без учета сахарозы, в полученных экстрактах составило $3,3 \pm 0,25$ %. Получаемые таким образом натуральные красители могут быть использованы в разных отраслях пищевой промышленности.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, КРАСИТЕЛЬ, ЛУК, ВЫЖИМКА, ВИНОГРАД, АНТОЦИАНЫ

that the industrial technology for obtaining dyes from secondary resources of colored food plant materials consists of the following main operations: drying the pomace or by-products during the canning of raw materials, extraction of dyes with an aqueous solution with the addition of various modifiers and subsequent concentration of the extract. The paper shows options for extracting biologically active components from onion husks with water, from dry and wet pomace of red grape varieties by acidified aqueous solutions, sugar syrup, including modified acids. The highest content of biologically active substances and anthocyanins was found in the extract from dry grape pomace of Cabernet-Sauvignon variety, then in cryo-must from the Merlot variety. Sugar syrup extracts were less saturated and more difficult to concentrate. It was found that the addition of acidic modifiers to 50% sugar syrup led to a decrease in the pH of the solution and contributed to an increase in the extraction of anthocyanins when dosing citric acid – 5 times more control (without modifiers), more than 4 times for boric acid and approximately 3 times higher for hydrochloric and acetic acids. The content of water-soluble dry matter, excluding sucrose, in the obtained extracts was 3.3 ± 0.25 %. Natural dyes obtained in this way can be used in various branches of the food industry.

Key words: TECHNOLOGY, DYE, ONION, POMACE, GRAPES, ANTHOCYANES

Введение. Интерес к натуральным пищевым красителям постоянно возрастает, так как в них содержатся биологически активные, вкусовые и ароматические вещества, которые придают готовым продуктам не только привлекательный вид, но и естественный аромат, вкус и дополнительную биологическую ценность [1-4]. Натуральные пищевые красители – это каротиноиды, антоцианы,

флавоноиды, хлорофиллы, причем отдельную группу составляют их различные комплексы. Наибольшее количество антоциановых красителей содержится в выжимках красного винограда, черной смородины, вишни, черники, черноплодной рябины, бузины, клюквы, малины, клубники, шиповника, что может представлять интерес для переработки.

Пищевой краситель получают из свежих, замороженных и консервированных сорбиновой кислотой или сернистым ангидридом выжимок черноплодной рябины и черной смородины с последующим экстрагированием их горячей водой, подкисленной лимонной кислотой, и концентрированием в вакуум-аппаратах [5].

Предложено получать красный краситель из выжимок красных сортов винограда с применением 1 %-ной соляной кислоты или суперсатурированной воды [6]. Разработан ряд красителей из желтой части древесины маклюры, тута, скумпии и корки плодов граната, которые по химической природе относятся к полифенольным соединениям. Они представляют собой желтый сыпучий порошок, хорошо растворимый в воде и спирте, могут быть использованы в производстве кондитерских изделий и безалкогольных напитков [7].

К числу красителей животного происхождения относятся каротиноиды, бэта-каротин и ликопин. Ликопин является важнейшим пищевым красителем, который придает различные цветовые оттенки продуктам питания от желтого до красного цвета. Основными элементами экстракта ликопина являются транс-ликопины [8]. Перспективным считают использование продуктов моря для производства красного красителя из криля и микробиологического гриба *Blakeslea trispora*.

В пищевых производствах находит применение краситель из красной свеклы, который ранее считался антоциановым, однако углубленные исследования показали, что это бетанидин – азотсодержащий пигмент [9]. Технология данного вида красителя заключается в следующем: проинспектированные корнеплоды свеклы измельчают на универсальной плодоовощ-

ной дробилке до частиц размером 2-4 мм, мезгу бланшируют в 2 %-ном растворе лимонной кислоты при 80-85 °С в течение 10 мин, а затем прессуют на гидравлических пак-прессах при постепенном увеличении давления до 0,8-1,2 МПа, выход сока составляет 60 % от массы мезги. Итоговый продукт должен содержать около 60 % сухих веществ, а кислотность его должна быть около 5 % (в пересчете на лимонную кислоту) [9].

Основа красящих веществ винограда – антоцианы группы флавоноидов, сосредоточенных преимущественно в кожице. В процессе водной (кислотной) экстракции красящих веществ из выжимки винограда красных сортов антоцианы переходят в жидкую фазу, превращаясь в энокраситель [10]. Предложено использование энокрасителя в технологии безалкогольных напитков [11], сообщается о его применении при изготовлении мармелада [12]. Виноградный краситель обладает значительной биологической активностью – антиоксидантной, антирадикальной, антимикробной, анти-вирусной и другими видами.

При изучении химического состава энокрасителя в нем были обнаружены антоцианы, хлорогеновая, кофейная кислоты. Красящие вещества – важные соединения в мире растений, количественные соотношения между основными антоцианами могут быть использованы для определения вида сырья, в частности разновидности аронии [13]. Антоцианы обладают антимикробной активностью, которая, как и антиоксидантная способность, наиболее полно раскрывается при кислых и слабокислых значениях pH [14].

Для кожицы винограда наиболее характерны желтые и красные пигменты. Другие пигменты (хлорофилл, ксантофилл, каротиноиды), которые содержатся в значительных количествах в зеленых ягодах, к наступлению зрелости почти полностью исчезают. Окраска начинает появляться в период созревания и достигает максимума в состоянии полной зрелости.

Антоцианы локализованы в кожице и занимают 3 или 4 слоя клеток под эпидермисом, иногда больше (в годы сильной окраски).

Механизм действия полифенольных антиоксидантов заключается в обрыве цепи. Они легко отдают протон, превращая радикал, с которым прореагировали, в неактивный молекулярный продукт [15, 16]. Сами же полифенолы превращаются в слабый феноксид-радикал, не способный продолжить дальнейшую цепную реакцию. Ни один из полифенолов винограда не обладает прооксидантной активностью.

Антоцианы обладают способностью «перехватывать» многие виды свободных радикалов: OH^* , супероксидрадикал, свободные радикалы азота; кроме того, они могут обрывать свободнорадикальную цепь, обусловленную ионами меди и аскорбиновой кислотой [17].

Известно, что эффективность димера катехин-катехина превышает действие аскорбиновой кислоты практически в 20 раз, а токоферолов – в 50. Поэтому виноградный экстракт проявляет высокую антиоксидантную эффективность, защищая полиненасыщенные жирные кислоты от УФ-индуцированного перекисного окисления липидов. Кроме того, он может взаимодействовать с витамином Е, переводя инактивированную форму витамина в активную форму и действуя, таким образом, как пролонгатор витамина Е.

Цель исследований заключалась в совершенствовании действующих и разработке новых технологий производства пищевых продуктов, позволяющих минимизировать или обеспечить отсутствие потенциально опасных компонентов на основе применения натуральных пищевых красителей взамен синтетических. Поисковые работы в этом направлении были проведены в НИИ виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова (г. Одесса), НПЦ Крайагропрома УАН ССР, и в НПЦ «Краснодарский научно-технологический центр» КубГТУ под руководством проф. Ю.Ф. Рослякова.

Объекты и методы исследований. Определение концентрации компонентов осуществляли по общепринятым стандартизованным и усовершен-

ствованным методикам, в том числе с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105», НПФ «Люмэкс» – г. С-Петербург, атомного спектрометра «КВАНТ Z», ООО «Кортэк» – г. Москва, газового хроматографа «Кристалл-2000М», ООО «Хроматэк-Аналитик» – г. Йошкар-Ола. Исследования проведены с использованием аппаратуры ЦКП «Приборно-аналитический». Объектами исследований были луковая шелуха, криосусло, экстракты сухой виноградной выжимки, экстракты с сахарным сиропом, смеси экстрактов.

Обсуждение результатов. На начальном этапе в лабораторных условиях были исследованы пигментированные водные экстракты из кожицы ягод, фруктов и овощей – красный виноград технических сортов, шелуха репчатого лука, ягоды тутового дерева, малины, кизила, черноплодной рябины, бузины черной и черной смородины. Опытные образцы красителей были подвергнуты в лабораторных условиях тепловой обработке. В результате испытаний самыми термостойкими оказались красный виноградный (энокраситель) и золотисто-коричневый луковый красители, что позволяет предположить их использование в качестве фиксирующих компонентов окраски или в качестве индивидуальных натуральных красителей в производстве пищевых продуктов.

Состав наружной оболочки лука (шелухи) уникален. Содержащиеся в ней основные биологически активные вещества – каротин и кверцетин являются сильными иммуностимуляторами [18]. Последний относят к сильнейшим антиоксидантам, который эффективно замедляет процессы старения организма. Продолговатые клетки шелухи содержат минимум клеточного сока, клеточная оболочка представляет собой прочную растительную целлюлозу. Более того, шелуха репчатого лука богата различными органическими и неорганическими соединениями, проявляющими высокую биологическую активность: витамины Е, Р, РР, группы В, аскорбиновая кислота, каротиноид-

ды, фитонциды, которые, собственно, и предотвращают порчу лукового отвара в течение длительного времени. Также обнаружены водорастворимые соединения кремниевой кислоты и минеральная составляющая [18].

Полученный в лабораторных условиях луковый экстракт был изучен на предмет безопасности и, согласно проведенным исследованиям, содержал (мг/дм³): кадмий – 0,005-0,006, свинец – 0,005-0,008, мышьяк и ртуть – ниже пределов обнаружения.

Для получения экстракта из виноградных выжимок красных сортов винограда использовали 1 %-ный водный раствор химически чистой соляной кислоты, что обеспечило необходимую полноту извлечения. Установленный pH около $1,0 \pm 0,2$ обеспечил консервирующие свойства, что в результате не потребовало для реализации процесса сложной специальной аппаратуры (табл.). Процесс концентрирования позволяет увеличить pH до $1,8 \pm 0,2$. Дополнительная стабильность экстракта обеспечивается повышением концентрации фенольных компонентов винограда.

Наибольшее содержание биологически активных веществ и антоцианов обнаружено в экстракте из сухой виноградной выжимки, далее следует криосуло из сорта винограда Мерло. Установлено, что проводить концентрирование экстракта, содержащего более 20 % сухих водорастворимых веществ нецелесообразно, так как образуется осадок и происходит частичная потеря биологической ценности. Биологическая стабильность кислотного экстракта (с содержанием сухих водорастворимых веществ 10-20 %) была достаточно высокой, обладала низким pH и при ограниченном доступе воздуха не требовала внесения консервантов. Срок хранения готового экстракта при температуре $+4...+6$ °C составил не менее 6 месяцев, при комнатной температуре наблюдали потерю биологической стабильности, вплоть до начала процесса брожения. Смесь виноградного и лукового экстрактов была менее насыщена, имела неяркою окраску, однако обеспечивала стойкий цвет.

**Химический состав полученных экстрактов
из луковой шелухи и выжимок винограда, Р=0,95, мг/кг**

Показатель состава	Экстракт луковой шелухи	Криосусло Мерло, 2018-2019 гг.	Смесь виноградного и лукового экстракта	Экстракт из сухой виноградной выжимки, сорт Каберне-Совиньон, 2017-2019 гг.
Хлорид-ион	78	29	110	120
Сульфат-ион	34	380	210	1000
Винная к-та	0	2800	40	7300
Яблочная к-та	9	3700	10	5100
Янтарная к-та	0	160	1	2200
Лимонная к-та	14	440	44	1000
Уксусная к-та	22	80	80	90
Молочная к-та	90	1400	10	340
Аммоний	2,1	350	13,8	0
Калий	24	2950	1033	16900
Натрий	560	90	183	980
Магний	6,2	240	66,5	1800
Кальций	15,3	280	34	3940
Аскорбиновая к-та	1,6	35	45	0
Рутин	1,4	0,9	54	0
Хлорогеновая к-та	1,0	3,3	73	27
Никотиновая к-та	3,8	5,9	35	16
Оротовая к-та	6,2	30,0	67	52
Кофейная к-та	0,4	10,2	8,4	10,5
Сухие водорастворимые вещества, % масс.	0,4	27,4	9,0	24,6
Суммарное содержание антоцианов	12,6	290	30,6	12820

В ряде экспериментов наряду с использованием водного раствора соляной кислоты для экстракции антоцианов из сухой виноградной выжимки из сортов Каберне-Совиньон и Саперави 2019-2020 гг. проверено применение сахарного сиропа (с внесенными модификаторами), который достаточно широко применяют для подобных целей [19]. Срок хранения сухой выжимки при комнатной температуре составляет не менее одного года, что позволяет сделать ресурсную базу для получения экстракта круглогодичной [20]. Внесение в сахарный сироп (50 % концентрация) модификаторов кислого характера уменьшало рН раствора и способствовало

существенному увеличению извлечения антоцианов – при внесении лимонной кислоты достигали увеличения в 5 раз по сравнению с контролем (без модификаторов), более чем в 4 раза для борной кислоты и примерно в 3 раза выше в случае применения соляной или уксусной кислот. Содержание водорастворимых сухих веществ (без учета сахарозы) в полученных экстрактах составило $3,3 \pm 0,25$ %. Модификация сахарного сиропа соляной кислотой позволяет получить концентрацию сухих веществ около $4,5 \pm 0,2$ %. Следует отметить подверженность ферментации (ввиду остатков дрожжей на выжимке) экстракта сахарным сиропом независимо от внесенного модификатора, что снижало качество продукта и приводило к появлению винного аромата. Газохроматографическое исследование показало наличие в сиропе этилового спирта, спиртов жирного ряда, изомеров бутандиола, сложных эфиров, уксусной кислоты и ряда других летучих компонентов. Для устранения данного недостатка, одновременно с проведением экстракции сиропом, вносили сорбат калия в количестве 0,02 % от общей массы.

Полученные данные и предварительные исследования показали, что экстракт, полученный в результате кислотного извлечения, может быть применен не только в производстве безалкогольных напитков, но и в кондитерской отрасли для производства суфле или мармелада. Может быть рассмотрена возможность получения сортовых экстрактов, учитывающих направленность конкретного пищевого производства.

Заключение. В результате наших исследований установлено, из растительных пигментов ягод и плодов возможно получение безопасных красителей, которые в дальнейшем могут быть использованы в пищевой промышленности. Собственно пигментированные растительные экстракты являются промежуточным продуктом для производства натуральных красителей – природных антиоксидантов, обладающих широким спектром положительных свойств. Применение натуральных красителей в качестве

фиксаторов окраски, консервантов и экологически чистых добавок обусловливает интерес как альтернативное направление в производстве биоорганических продуктов питания, которые в настоящее время производятся в РФ в ограниченном объеме.

Выполненные исследования подтвердили чистоту природных красителей – они содержат минимальное количество токсичных элементов, гораздо ниже ПДК. В результате выполнения экономического обоснования производства и применения пищевых красителей из луковой шелухи и выжимки из сортов красного винограда определена расчетная цена лукового красителя, составляющая 12,5-13,5 тыс. руб/кг и энокрасителя – 5-6 тыс. руб/кг, при содержании водорастворимых сухих веществ 20 %.

Литература

1. Гугучкина Т.И., Касьянов Г.И., Сабельникова Т.А. К вопросу производства биоорганических продуктов // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. 2017. № 6. С.114-125. <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/13.pdf>.
2. Fonatana A., Antoniolli A., Bottini R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics // Journal of agricultural and food chemistry. 2013. V. 61. № 38. P. 8987–9003.
3. Natolino A., Porto C. Kinetic models for conventional and ultrasound assistant extraction of polyphenols from defatted fresh and distilled grape marc and its main components skins and seeds // Chemical Engineering Research and Design. 2020. V.156. P. 1-12. DOI 10.1016/j.cherd.2020.01.009.
4. Kurt A., Torun H., Colak N., Seiler G., Hayirlioglu-Ayaz S., Ayaz F. A. Nutrient profiles of the hybrid grape cultivar 'Isabel' during berry maturation and ripening // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. V.97. № 8. P.2468-2479. DOI 10.1002/jsfa.8061.
5. Способ производства пищевого красителя из выжимок ягод: патент РФ № 1763 460 МПК C09B 61/00(2006.01) / Воробьев В.Ф., Макарова А.Ф., патентообладатель: Научно-исследовательский зональный институт садоводства нечерноземной полосы; заявл. 04.09.1990., № 861467, опубл. 23.09.1992., Бюл. № 35.
6. Способ получения красного пищевого красителя из выжимок винограда: патент № 979458 / Хоситашвили В.Л., Явич П.А., Цагарейшвили Г.В., Лашхи А.Д., заявитель: Грузинский научно-исследовательский институт садоводства, виноградарства и виноделия; заявл. 21.05.1980., опубликовано: 07.12.1982., бюл. № 45.
7. Алешкевич Ю.С. Технология получения натуральных пищевых красителей и их применение в производстве мясорастительных продуктов : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. 05.18.01 / Алешкевич Юлия Сергеевна. Краснодар. 2001. 24 с.
8. Ликопин томатов: полезные свойства, современные способы получения и перспективы использования в различных отраслях / А.М. Гаджиева [и др.] // Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности: сб. науч. тр. преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов технологического факультета ДГТУ. Махачкала: ДГТУ, 2017. С. 54-60.

9. Смолина В.С., Каменская Е.П. Изучение влияния технологических факторов на стабильность пигментов свеклы // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XX Международной научно-практ. конф. (Барнаул, 14-15 марта 2019 г.). Барнаул, 2019. С. 323-327.

10. Технологии получения натурального пищевого красителя из виноградной выжимки / В.А. Виноградов [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2012. № 3. С. 35-38.

11. Ферзаули А.И., Ушакова Я.В., Хохлова А.А., Якуба Ю.Ф., Щетинина А.С. Влияние экстрактов папоротника и виноградной выжимки на качество безалкогольных напитков // Пиво и напитки. 2020. №1. С. 20-24.

12. Смирнов А.С. Использование концентрированного экстракта виноградной выжимки в качестве натурального красителя [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67 (1). С. 385-394. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-385-394.

13. Определение антоцианов и хлорогеновых кислот в плодах растений рода Арония: опыт хемосистематики / В.И. Дейнека [и др.] // Химия растительного сырья. 2019. № 2. С. 161-167.

14. Gonzalez-Paramas A.M., Esteban-Ruano S., Santos-Buelga C., De Pascual-Reresa S., Rivas-Gonzalo J.C. Flavanol content and antioxidant activity in winery byproducts // Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2004. V. 52. P. 234–238.

15. Gouvinhas I., Santos R., Queiroz M., Leal C., Saavedra M. J., Dominguez-Perles R., Rodrigues M., Barros A.I.R.N.A. Monitoring the antioxidant and antimicrobial power of grape (*Vitis vinifera* L.) stems phenolics over long-term storage // Industrial crops and products. 2018. V.126. P. 83-91.

16. Teixeira A., N., Dominguez-Perles R., Barros A. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: a review // Int. Journal of Mol. Sci. 2014. V. 15. P. 15638-15678.

17. Dominguez-Perles R., Teixeira A., E. Rosa, A. Barros Assessment of (poly) phenols in grape (*Vitis vinifera* L.) stems by using food/pharma industry compatible solvents and response surface methodology // Food Chemistry. 2014. V.164. P. 339-346.

18. Шестакова Л.В., Зибарева Л.Н., Собчак Р.О. Содержание флавоноидов в некоторых видах рода GALIUM L // Ботанические сады. Проблемы интродукции. Томск, 2010. С. 432-434.

19. Алексеева А.А., Качаева Н.Ю., Якуба Ю.Ф., Бурлака С.Д. Исследование экстракции ароматизующих веществ из листьев базилика растворами сахарного сиропа // Известия вузов. Пищевая технология. 2021. № 2-3. С. 24-27.

20. Щетинина А.С., Якуба Ю.Ф., Сабельникова Т.А. Изменения состава экстракта из выжимки красных сортов винограда в процессе хранения // Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов. 2020. Т. XLIX. С. 267-270.

References

1. Guguchkina T.I., Kas'yanov G.I., Sabel'nikova T.A. K voprosu proizvodstva bioorganicheskikh produktov // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii [Elektronnyj resurs]. 2017. № 6. S.114-125. <http://journalkubansad.ru/pdf/17/06/13.pdf>.

2. Fonatana A., Antoniolli A., Bottini R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics // Journal of agricultural and food chemistry. 2013. V. 61. № 38. R. 8987–9003.

3. Natolino A., Porto C. Kinetic models for conventional and ultrasound assistant extraction of polyphenols from defatted fresh and distilled grape marc and its main components skins and seeds // Chemical Engineering Research and Design. 2020. V. 156. R. 1-12. DOI 10.1016/j.cherd.2020.01.009.

4. Kurt A., Torun H., Colak N., Seiler G., Hayirlioglu- Ayaz S., Ayaz F. A. Nutrient profiles of the hybrid grape cultivar 'Isabel' during berry maturation and ripening // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. V.97. № 8. P.2468-2479. DOI 10.1002/jsfa.8061.
5. Sposob proizvodstva pishchevogo krasitelya iz vyzhimok yagod: patent RF № 1763 460 MPK C09B 61/00(2006.01) / Vorob'ev V.F., Makarova A.F., patentoobladatel': Nauchno-issledovatel'skij zonal'nyj institut sadovodstva nechernozemnoj polosy; zayavl. 04.09.1990., № 861467, opubl. 23.09.1992., Byul. № 35.
6. Sposob polucheniya krasnogo pishchevogo krasitelya iz vyzhimok vinograda: patent № 979458 / Hositashvili V.L., Yavich P.A., Cagareishvili G.V., Lashkhi A.D., zayavitel': Gruzinskij nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva, vinogradarstva i vinodeliya; zayavl. 21.05.1980., opublikovano: 07.12.1982., byul. № 45.
7. Aleshkevich Yu.S. Tekhnologiya polucheniya natural'nyh pishchevyh krasitelej i ih primeneniye v proizvodstve myasorastitel'nyh produktov : avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk. 05.18.01 / Aleshkevich Yuliya Sergeevna. Krasnodar. 2001. 24 s.
8. Likopin tomatov: poleznye svoystva, sovremennyye sposoby polucheniya i perspektivy ispol'zovaniya v razlichnyh otraslyah / A.M. Gadzhieva [i dr.] // Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov v pishchevoj, himicheskoy i pererabatyvayushchej promyshlennosti: sb. nauch. tr. prepodavatelej, sotrudnikov, aspirantov i studentov tekhnologicheskogo fakul'teta DGTU. Mahachkala: DGTU, 2017. S. 54-60.
9. Smolina V.S., Kamenskaya E.P. Izuchenie vliyaniya tekhnologicheskikh faktorov na stabil'nost' pigmentov svekly // Sovremennyye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevyh proizvodstv: materialy XH Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. (Barnaul, 14-15 marta 2019 g.). Barnaul, 2019. S. 323-327.
10. Tekhnologii polucheniya natural'nogo pishchevogo krasitelya iz vinogradnoj vyzhimki / V.A. Vinogradov [i dr.] // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2012. № 3. S. 35-38.
11. Ferzauli A.I., Ushakova Ya.V., Hohlova A.A., Yakuba Yu.F., Shchetinina A.S. Vliyanie ekstraktov paprotnika i vinogradnoj vyzhimki na kachestvo bezalkogol'nyh napitkov // Pivo i napitki. 2020. №1. S.20-24.
12. Smirnov A.S. Ispol'zovanie koncentrirovannogo ekstrakta vinogradnoj vyzhimki v kachestve natural'nogo krasitelya [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2021. № 67 (1). S. 385-394. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-385-394.
13. Opredelenie antocianov i hlorogenovykh kislot v plodah rastenij roda Aroniya: opyt hemosistematiki / V.I. Dejneka [i dr.] // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2019. № 2. S. 161-167.
14. Gonzalez-Paramas A.M., Esteban-Ruano S., Santos-Buelga C., De Pascual-Reresa S., Rivas-Gonzalo J.C. Flavanol content and antioxidant activity in winery byproducts // Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2004. V. 52. P. 234-238.
15. Gouvinhas I., Santos R., Queiroz M., Leal C., Saavedra M. J., Dominguez-Perles R., Rodrigues M., Barros A.I.R.N.A. Monitoring the antioxidant and antimicrobial power of grape (*Vitis vinifera* L.) stems phenolics over long-term storage // Industrial crops and products. 2018. V.126. P. 83-91.
16. Teixeira A., N., Dominguez-Perles R., Barros A. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: a review // Int. Journal of Mol. Sci. 2014. V. 15. P. 15638-15678.
17. Dominguez-Perles R., Teixeira A., E. Rosa, A. Barros Assessment of (poly) phenols in grape (*Vitis vinifera* L.) stems by using food/pharma industry compatible solvents and response surface methodology // Food Chemistry. 2014. V.164. P. 339-346.
18. Shestakova L.V., Zibareva L.N., Sobchak R.O. Soderzhanie flavonoidov v nekotorykh vidah roda GALIUM L // Botanicheskie sady. Problemy introdukcii. Tomsk, 2010. S. 432-434.
19. Alekseeva A.A., Kachaeva N.Yu., Yakuba Yu.F., Burlaka S.D. Issledovanie ekstrakcii aromatobrazuyushchih veshchestv iz list'ev bazilika rastvorami saharnogo siropa // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2021. № 2-3. S. 24-27.
20. Shchetinina A.S., Yakuba Yu.F., Sabel'nikova T.A. Izmeneniya sostava ekstrakta iz vyzhimki krasnykh sortov vinograda v processe hraneniya // Vinogradarstvo i vinodelie. Sbornik nauchnykh trudov. 2020. T. XLIX. S. 267-270.