Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 272–280.
Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2026, no. 3, pp. 272–280.
DOI: 10.14258/jcprm.20260317220

УДК 634.862/.863:663.252.6/.253.34:613.292

ПОЛИФЕНОЛЫ ПОБЕГОВ ВИНОГРАДА, КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАПАС

© ***И.В. Черноусова*, Г.П. Зайцев, В.Е. Мосолкова, Ю.В. Гришин, Т.А. Жилякова, Л.М. Соловьёва, М.Р. Бейбулатов***

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», пл. Академика Курчатова, 1, Москва, 123182, Россия, cherninna1@mail.ru

Обсуждаются результаты экспериментальной оценки потенциала стеблей и листьев побегов и одревесневших безлиственных побегов винограда (лоза) – отходов виноградарства – как источника получения полифенолов винограда, биологически активных функциональных ингредиентов питания. Определен качественный и количественный состав полифенолов лозы и побегов винограда белых и красных технических сортов Алиготе, Рислинг рейнский, Ркацители, Каберне Совиньон, Мускат гамбургский. Установлено, что в состав исследуемого сырья входят полифенолы как мономерного, так и полимерного ряда. Олигомерные и полимерные проантоцианидины составляют 55.9–61.1% в побегах и 77.4–82.9% в лозе от общего количества полифенолов. Мономерная фракция представлена флавоноидами: (+)-D-катехином, (-)-эпикатехином, кверцетином, кверцетин-3-О-глюкозидом, кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронидом. Отличием мономерной фракции полифенолов побегов винограда является присутствие гидроксикоричных кислот, а стильбеновые соединения обнаружены в составе мономерной фракции полифенолов лозы винограда. Показана технологическая доступность полифенолов стеблей и листьев побегов и лозы винограда при водно-этанольной экстракции в насыпном слое без перемешивания, оценены потенциальные количества извлекаемых при одностадийной экстракции полифенолов (технологический запас). Величины технологического запаса фенольных веществ от 4.9 до 7.1 г/кг сухой массы определены в лозе винограда и от 17.4 до 22.7 г/кг сухой массы в побегах винограда. Дана интегральная характеристика биологической активности комплекса полифенолов виноградных побегов и лозы по концентрации стандартного антиоксиданта тролокс (суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов), величина варьирует в пределах 2.9–12.2 г/кг.

Ключевые слова: побеги винограда, лоза винограда, экстракция, технологический запас, полифенолы, водорастворимые антиоксиданты.

Для цитирования: Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Жилякова Т.А., Соловьёва Л.М., Бейбулатов М.Р. Полифенолы побегов винограда, качественный и количественный состав, технологический запас // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 272–280. https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317220.

Введение

Ягода винограда технических сортов является сырьем для производства виноградных виноматериалов и вин. Также установлено, что процессы ферментации/мацерации виноградной ягоды приводят к извлечению полифенолов [1]. Полифенолы винограда в винах представлены различными классами фенольных соединений, которые условно можно разделить на две группы – флавоноиды и нефлавоноиды. Среди флавоноидов представлены антоцианы, создающие основу окраски красных столовых вин, а также катехины различной степени полимеризации. В меньших количествах представлены другие флавоноиды – кверцетин, кемпферол, мирицетин, апигенин. Среди полифенолов винограда нефлавоноидной группы идентифицированы производные гидроксикоричной кислоты – транс-кофейная кислота, транс-*п*-кумаровая кислота, а также производное гидроксибензойных кислот – галловая кислота [2–4]. Однако более чем 70% полифенолов винограда остается в выжимке, которая является их значительным источником [5]. К ним относятся катехины, антоцианы и другие полифенольные соединения, обладающие антиоксидантной и Р-витаминной активностью. Полифенолы винограда, обладая антиоксидантными свойствами, эффективно связывают свободные радикалы, активируют процессы взаимодействия белков пищи с пищеварительными ферментами, улучшают всасывание пептидов и аминокислот, активируют процессы этерификации жирных кислот и холестерина, препятствуют тем самым

* Автор, с которым следует вести переписку.

развитию атеросклероза и ишемической болезни сердца. Современные исследования биологической активности винограда освещены в фундаментальном обзоре 80–90 гг. XX столетия авторами E. Bombardelli и P. Morazzoni, опубликованном в журнале «Fitoterapia» [6]. Исследованиями подтверждено положительное влияние винограда и продуктов его переработки на многие органы и системы больного и, прежде всего, на сердечно-сосудистую систему. В работе [7] было показано, что полифенолы сусла, водно-этанольных экстрактов выжимки, гребней, семян исследованных белых и красных сортов винограда технологической зрелости представлены флавоноидными и нефлавоноидными мономерами, проантоцианидинами олигомерной и полимерной структуры, при этом большую часть комплекса фенольных веществ (64.9–96.9%) составляют проантоцианидины. Согласно ГОСТ Р 54059-2010, определен перечень пищевых и биологически активных компонентов, являющихся ингредиентами пищевыми функциональными. В этом перечне указаны функциональные ингредиенты, находящиеся в продуктах переработки винограда, а именно: флавоноиды, гидроксибензойные и гидроксикоричные кислоты, олигомерные и полимерные проантоцианидины, транс-ресвератрол. Полифенолы винограда как биологически активные вещества растительного происхождения представлены не только флавоноидами, но и стильбенами, интерес к которым отмечается в научных публикациях последнего времени [8–13]. В ходе проведенного исследования было отмечено, что стильбены являются основными компонентами фенольной природы, обнаруженные в побегах винограда, собранных в период обрезки в зимний и обломки в летний период [14, 15].

Современные тенденции развития отечественной виноградно-винодельческой отрасли в значительной мере нацелены на использование отходов виноградарства (побеги винограда) и виноделия (выжимка, семена, гребни) в технологии получения пищевой продукции функциональной направленности, насыщенной полифенолами – функциональными ингредиентами (гидроксибензойные кислоты, флановоиды, стильбеновые вещества). Установление локализации и технологического запаса полифенолов в структурных элементах виноградного растения является необходимым условием для разработки технологий получения пищевой продукции из винограда, обогащенной природными функциональными ингредиентами. Это позволит создать основу для более широкого использования виноградного сырья в технологии получения пищевой продукции функциональной направленности.

Цель настоящих исследований – оценка потенциала использования в качестве сырья одревесневших безлиственных побегов винограда (далее – лоза); стеблей и листьев зеленых побегов винограда (далее – побеги) при производстве пищевой продукции с функциональными ингредиентами на основе определения технологического запаса полифенолов, а также компонентного состава основных групп фенольных соединений в лозе и побегах винограда.

Результаты исследований ориентированы на решение вопроса о расширении сырьевой базы для получения пищевой продукции функциональной направленности с вовлечением в промышленную переработку неиспользуемого отхода виноградарства – лозы [14], образующейся в результате ежегодной обрезки виноградного куста в осенне-зимний период в количестве до 2 тонн с 1 га виноградника, а также побегов, остающихся на виноградниках после обломки виноградного растения во время второй фазы вегетации. Агротехнический прием по удалению части лозы и побегов производится с целью приданию кусту необходимой формы и для установления оптимальной нагрузки куста побегами (ГОСТ Р 52681-2006). Лоза и побеги, полученные в ходе обрезки и обломки виноградного куста, относятся к пятому безопасному классу (V классу) по степени негативного воздействия на окружающую среду, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов; код вида отхода – 731300001205 [16].

Экспериментальная часть

Материалы и методы. Объектами исследования служили побеги вида *Vitis vinifera* сортов Алиготе, Рислинг рейнский, Ркацители, Мускат гамбургский, Каберне Совиньон, собранные в междурядье виноградника при проведении летней обломки виноградного растения в июне 2023–2024 гг.; лоза винограда вида *Vitis vinifera* сортов Алиготе, Рислинг рейнский, Ркацители, Мускат гамбургский, Каберне Совиньон, собранная в период обрезки виноградного растения в январе 2022–2023 гг. на виноградниках института «Магарач», пгт. Отрадное, г. Ялта и с. Вилино, Бахчисарайский район, Республика Крым. В средней пробе собранных побегов и лозы определяли влажность по ГОСТ 16483.7.

Массовую концентрацию фенольных веществ в спиртовых экстрактах лозы и побегов винограда определяли методом Фолина-Чокальтеу [17].

Качественный и количественный состав фенольных веществ в спиртовых экстрактах лозы и побегов определяли методом ВЭЖХ, с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Для разделения веществ применили хроматографическую колонку Zorbax SB-C18 размером 2.1 × 150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3.5 мкм. Хроматографирование проводили в градиентном режиме. Состав элюента: раствор А – метанол, раствор В – 0.6%-ный водный раствор трифторуксусной кислоты. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Хроматограммы регистрировали при следующих длинах волн: 254 нм для эллаговой кислоты, 280 нм для галловой кислоты, (+)-D-катехина, (-)-эпикатехина и процианидинов, 313 нм для производных оксикоричных кислот, 306 нм для стильбенов и их производных, 350 нм для гликозидов кверцетина, гликозидов кемферола и гликозидов изорамнентина, 371 нм для кверцетина и кемпферола. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. В качестве стандартов использовали галловую кислоту, кофейную кислоту, (+)-D-катехин, кверцетин дигидрат, изокверцетин (Fluka Chemie AG, Швейцария), транс-ресвератрол, (-)-эпикатехин, эллаговую кислоту, *п*-кумаровую кислоту, кемпферол (Sigma-Aldrich, Швейцария). Рассчитывали содержание кафтаровой кислоты в пересчете на кофейную кислоту, коутаровой кислоты – в пересчете на п-кумаровую кислоту, гликозиды кверцетина, кемферола и изорамнентина на изокверцитин, полимерных и олигомерных процианидинов производили в пересчете на (+)-D-катехин.

Биологическую активность спиртовых экстрактов побегов и лозы винограда оценивали по показателю суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) в концентрации стандартного антиоксиданта тролокс амперометрическим методом на приборе «Цвет-Яуза-01 АА», согласно ГОСТ Р 54037. Все определения проводили в трех повторностях. Результаты измерений обрабатывали стандартными методами математической статистики [18]. Воспроизводимость измерений – не менее 10%. Сходимость – не менее 5% при доверительной вероятности P=0.95. Различия значений величин считались достоверными при разнице не менее 5%.

Технологический запас фенольных веществ (ТЗФВ) одностадийной экстракции побегов и лозы винограда рассчитывали для равновесной концентрации фенольных веществ в спиртовых экстрактах по формуле (1):

$$ТЗФВ=C\cdot V/G/(100–W)/100,\ г/кг, \quad (1)$$

где C – массовая концентрация фенольных веществ (по Фолину-Чокальтеу) в равновесных спиртовых экстрактах, г/дм^3; V – объем полученного спиртового экстракта, дм^3; G – масса экстрагируемых побегов, лозы винограда, кг; W – влажность сырья, %.

Для извлечения фенольных веществ из лозы и побегов применяли способ одностадийного экстрагирования сырья водным раствором этилового спирта методом настаивания. Подготовка сырья и условия проведения экстрагирования представлены в таблице 1.

После окончания процесса экстрагирования спиртовые экстракты отделяли стеканием. Измеряли объем спиртового экстракта. Для установления уровня преимущественной локализации фенольных веществ в побегах провели дополнительный эксперимент, где предварительно стебли были отделены от листьев, с последующей экстракцией и анализу аналогично работе с побегами и лозой.

Для определения показателей безопасности сырья (микробиологические показатели, токсичные элементы, пестициды) полученные спиртовые экстракты побегов и лозы винограда были отделены от этанола путем отгонки спирта под вакуумом на роторном испарителе Heidolph Laborata 4000 efficient при постепенном снижении давлении от 0.2 до 0.1 кгс/см^2 и температуре 50 °С. Перегонку останавливали при достижении остаточного объема концентрата в количестве от 5 до 8% от первоначального объема спиртового экстракта. Испытания образцов концентратов побегов и лозы винограда на соответствие требованиям Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» проведены в испытательном центре ООО «НПО Импульс» Протокол № 22319/22 от 12.12.2022 г. и в испытательной лаборатории ФБУ «Севастопольский ЦСМ» протокол № 2111 от 25.10.2024 г.

Таблица 1. Основные показатели при подготовке сырья и условий проведения экстрагирования

Наименование технологических операций	Наименование сырья	
	побеги винограда	лоза винограда
Хранение сырья перед проведением экстрагирования	не предусмотрено	
Деструкция сырья до размеров частиц, мм	10	2–11
Процесс экстрагирования сырья водным раствором этилового спирта:		
объемная доля этилового спирта, %	85	95
соотношение твердая фаза : жидкость	1 : 6	1 : 3
температура окружающей среды, °с	17±3	17±3
время проведения экстракции, сут.	25	45

Обсуждение результатов

Наши данные о качественном и количественном составе полифенолов в исследуемых виноградных сортах побегов и лозы, а также о показателях ССВА и потенциальных ТЗФВ в исследуемом сырье, путем анализа их равновесных спиртовых экстрактов представлены в таблицах 2–4.

Экспериментально определен извлекаемый запас фенольных веществ при анализе равновесных спиртовых экстрактов при одностадийной экстракции побегов исследуемых сортов и компонентный извлекаемый состав полифенолов, представлен в таблице 2.

Содержание полифенолов в побегах изменяется в пределах 18.8–23.5 г/кг (ВЭЖХ). Большую часть полифенолов составляют олигомерные и полимерные проантоцианидины (55.9–61.1%), присутствуют гидроксибензойные кислоты (галловая кислота), гидроксикоричные кислоты (кафтаровая кислота, коутаровая кислота), флавонолы (кверцетин, кемпферол, кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид, кверцетин-3-О-глюкозид, изорамнетин-3-О-глюкозид, кемферол-3,7-ди-О-глюкозид), флаван-3-олы ((+)-D-катехин, (-)-эпикатехин). Показатель ССВА для побегов составляет 9.1–12.2 г/кг по тролоксу, при ТЗФВ, рассчитанном по формуле (1), 17.4–22.7 г/кг сухой массы побегов. Данный показатель находится на уровне ТЗФВ выжимки винограда красных сортов (12.3–24.7 г/кг) [19].

Таблица 2. Состав фенольного комплекса и технологические характеристики побегов технических сортов винограда

Наименование компонента / (показателя), мг/кг сухой массы	Сорт винограда				
	Алиготе	Рислинг рейнский	Мускат гамбургский	Каберне Совиньон	Ркацители
Гидроксибензойные кислоты, (сумма)	**234.4**	**324.4**	**402.6**	**361.2**	**433.3**
Галловая кислота	34.5	55.3	48.4	41.1	77.9
Эллаговая кислота	200.0	269.1	354.2	320.1	355.4
Гидроксикоричные кислоты, (сумма)	**1286.8**	**1913.8**	**1706.7**	**1055.5**	**2080.6**
Кафтаровая кислота	1204.5	1786.2	1564.2	967.7	1968.1
Коутаровая кислота	82.4	127.6	142.5	87.9	112.5
Флаван-3-олы, (сумма)	**834.1**	**818.8**	**941.5**	**338.5**	**785.7**
(+)-D-Катехин	530.2	560.7	627.3	277.2	541.1
(-)-Эпикатехин	303.9	258.1	314.2	61.3	244.6
Флавонолы, (сумма)	**6015.2**	**6970.4**	**5900.0**	**5562.7**	**5442.1**
Кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид	4280.6	4856.2	4125.7	3963.4	3741.1
Кверцетин-3-О-глюкозид	1069.7	1237.5	1141.7	950.8	1097.5
Кемферол-3,7-ди-О-глюкозид	176.7	223.4	211.1	195.3	166.4
Кемферол-3-О-глюкозид	280.5	344.8	218.1	268.6	201.7
Изорамнетин-3-О-глюкозид	54.0	127.1	82.2	93.7	41.2
Кверцетин	131.8	155.9	95.5	70.6	174.9
Кемпферол	21.9	25.5	25.7	20.3	19.3
Олигомерные проантоцианидины	**3201.7**	**3365.4**	**2896.6**	**1747.3**	**2968.4**
Полимерные проантоцианидины	**9028.1**	**10127.4**	**8466.4**	**9759.7**	**8876.1**
Сумма фенольных веществ методом ВЭЖХ, г/кг сухой массы	**20.6**	**23.5**	**20.3**	**18.8**	**20.6**
ССВА, по тролоксу, г/кг сухой массы	**11.09**	**12.16**	**9.63**	**9.08**	**10.09**
Влажность, %	80.74	81.4	80.9	83.66	79.36
Массовая концентрация фенольных веществ веществ, г/дм^3 (по Фолину-Чокальтеу)	2.53	2.97	2.39	2.44	2.60
ТЗФВ, г/кг сухой массы	**20.50**	**22.73**	**18.61**	**17.40**	**19.12**

Таблица 3. Состав фенольного комплекса и технологические характеристики побегов винограда (средние данные за 2023–2024 гг.)

Наименование компонента, мг/кг сухой массы	Сорт винограда			
	Алиготе		Каберне Совиньон	
	Стебли	Листья	Стебли	Листья
Гидроксибензойные кислоты, (сумма)	**135.5**	**294.6**	**304.7**	**403.1**
Галловая кислота	21.4	42.4	33.3	46.9
Эллаговая кислота	114.1	252.1	271.4	356.2
Гидроксикоричные кислоты, (сумма)	**830.8**	**1564.0**	**859.9**	**1200.5**
Кафтаровая кислота	764.5	1471.9	794.5	1096.0
Коутаровая кислота	66.3	92.1	65.4	104.5
Флаван-3-олы, (сумма)	**601.2**	**975.7**	**263.3**	**394.2**
(+)-D-Катехин	346.4	641.8	214.6	323.6
(-)-Эпикатехин	254.8	333.8	48.7	70.6
Флавонолы, (сумма)	**5013.6**	**6623.9**	**4886.2**	**6063.9**
Кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид	3754.2	4600.5	3564.1	4259.2
Кверцетин-3-О-глюкозид	841.6	1208.3	814.5	1051.8
Кемферол-3,7-ди-О-глюкозид	108.6	218.2	147.6	230.6
Кемферол-3-О-глюкозид	152.1	358.5	214.9	308.4
Изорамнетин-3-О-глюкозид	36.7	64.6	84.2	100.8
Кверцетин	104.1	148.6	51.3	85.0
Кемпферол	16.3	25.3	9.6	28.1
Олигомерные проантоцианидины	**2659.1**	**3531.4**	**1564.3**	**1882.9**
Полимерные проантоцианидины	**7367.6**	**10037.2**	**8124.5**	**10971.3**
Сумма фенольных веществ методом ВЭЖХ, г/кг сухой массы	**16.6**	**23.0**	**16.0**	**20.9**
ССВА, по тролоксу, г/кг сухой массы	**8.5**	**12.8**	**7.7**	**10.7**
Влажность, %	81.1	80.5	83.5	83.8
Массовая концентрация фенольных веществ веществ, г/дм^3 (по Фолину-Чокальтеу)	2.04	2.83	2.08	2.70
ТЗФВ, г/кг сухой массы	**16.5**	**22.9**	**14.9**	**19.3**

Таблица 4. Состав фенольного комплекса и некоторые технологические характеристики лозы (средние данные за 2022–2023 гг.)

Наименование компонента, мг/кг сухой массы	Сорт винограда				
	Алиготе	Рислинг рейнский	Мускат гамбургский	Каберне Совиньон	Рацители
Гидроксибензойные кислоты, (сумма)	**87.5**	**131.4**	**77.2**	**106.1**	**57.9**
Галловая кислота	4.9	4.5	14.7	5.0	9.5
Эллаговая к-та	82.6	126.9	62.5	101.1	48.4
Флаван-3-олы, (сумма)	**625.5**	**624.7**	**949.6**	**1027.0**	**500.6**
(+)-D-Катехин	262.3	214.4	379.3	410.9	208.9
(-)-Эпикатехин	363.2	410.3	570.3	616.1	291.7
Флавонолы, (сумма)	**54.6**	**79.3**	**159.8**	**91.0**	**82.2**
Кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид	14.3	37.5	74.0	40.3	40.5
Кверцетин-3-О-глюкозид	15.3	13.9	21.5	15.0	9.2
Кверцетин	18.4	22.6	48.2	29.8	26.4
Кемпферол	6.6	5.3	16.1	5.9	6.1
Стильбеновые веществ, (сумма)	**1493.9**	**863.7**	**1027.6**	**613.3**	**592.4**
транс-Ресвератрол	44.1	36.0	37.8	39.1	45.2
ε-Виниферин	1331.0	724.4	916.5	499.4	454.7
Олигомерные проантоцианидины	**2289.9**	**1700.4**	**1966.6**	**1990.8**	**1293.2**
Полимерные проантоцианидины	**5044.1**	**4032.1**	**5533.1**	**4776.3**	**4249.1**
Сумма фенольных веществ, метод ВЭЖХ, г/кг сухой массы	**9.48**	**7.33**	**9.64**	**8.53**	**6.68**
ССВА, по тролоксу, г/кг сухой массы	**3.6**	**2.9**	**4.2**	**3.7**	**2.9**
Массовая концентрация фенольных веществ веществ, г/дм^3 (по Фолину-Чокальтеу)	**2.42**	**2.02**	**2.92**	**2.49**	**2.37**
Влажность, %	43.58	44.62	50.31	46.57	48.7
ТЗФВ, г/кг сухой массы	**6.4**	**4.9**	**7.1**	**6.0**	**5.4**

Величина ССВА определена в листьях в пределах 10.7–12.8 г/кг сухой массы по тролоксу при ТЗФВ 19.3–22.9 г/кг сухой массы (табл. 3).

Данные показатели в безлиственных стеблях ниже и составляют для ССВА 7.7–8.5 г/кг сухой массы при ТЗФВ 14.9–16.5 г/ сухой массы.

Необходимо отметить, что содержание полифенолов в листьях превышает содержание в стеблях в 1.3–1.4 раза, поэтому экстракцию побегов целесообразно производить вместе с листьями, не отделяя их.

Экспериментально определен извлекаемый запас фенольных веществ лозы сортов винограда Алиготе, Рислинг рейнский, Ркацители, Мускат гамбургский, Каберне Совиньон и идентифицирован компонентный состав полифенолов при анализе равновесных спиртовых экстрактов (табл. 4).

В результате исследований побегов и лозы винограда идентифицирован широкий спектр фенольных веществ – гидроксикоричные и гидроксибензойные кислоты, флавоноиды, в том числе флаван-3-олы, флавонолы, проантоцианидины, стильбеновые соединения. Распределение этих веществ в побегах и лозе различается: в побегах преобладают гидроксикоричные кислоты, преимущественно кафтаровая кислота (5.6–10.1%) и флавонолы (26.4–29.6%); в лозе преобладают флаван-3-олы (6.6–9.9%) и стильбеновые вещества (10.7–15.8%) в виде транс-ресвератрола и ε-виниферина, что согласуются с литературными данными [15]. Отличаются между собой побеги винограда и лоза также по концентрации проантоцианидинов. Так, в побегах их концентрация составляет 55.9–61.1%, а в лозе 77.4–82.9% от суммарного количества обнаруженных фенольных веществ. Величина показателя ССВА в лозе находится пределах 2.9–4.2 г/кг сухой массы сырья по тролоксу при ТЗФВ 4.9–7.1 г/кг сухой массы сырья. Показатель ССВА для побегов составляет 9.1–12.2 г/кг по тролоксу при ТЗФВ 17.4–22.7 г/кг сухой массы побегов.

Проведены испытания концентратов побегов винограда по микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, пестицидов. По показателям безопасности концентраты побегов и лозы, полученные из спиртовых экстрактов исследуемого сырья, соответствуют ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (Протокол № 22319/22 от 12.12.20222 г. ООО «НПО «Импульс»; Протокол № 2111 от 25.10.2024 г. ФБУ «Севастопольский ЦСМ»). Проведенные исследования подтверждают безопасность концентратов, полученных из побегов и лозы винограда.

Выводы

По результатам исследований установлено, что одревесневшие безлиственные побеги винограда (лоза); стебли и листья зеленых побегов винограда (побеги) образующиеся в результате зимней обрезки и летней обломки виноградного растения, содержат в своем составе гидроксикоричные и гидрооксибензойные кислоты, флаван-3-олы, флавонолы, транс-ресвератрол, ε-виниферин и могут быть использованы в качестве безопасного, ценного и недорогого источника полифенолов и стильбеновых веществ, обладающих уникальными свойствами [20–22], для создания пищевой продукции, обогащенной природными функциональными ингредиентами. Экстракцию побегов целесообразно производить вместе с листьями, не отделяя их, т.к. они вносят более значимый вклад в состав полифенолов, чем безлиственные стебли.

Финансирование
Работа выполняется в рамках государственного задания Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» 5Ф-МАГАРАЧ.10.

Конфликт интересов
Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ
Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Sun B., Spranger M.I. Review: Quantitative extraction and analysis of grape and wine proanthocyanidin and stilbenes // Ciência Téc. Vitiv. 2005. Vol. 20. Pp. 59–89.
2. Биологические активные вещества винограда и здоровье: монография / под общ. ред. проф. А.Л. Загайко. Харьков, 2012. 404 с.

3. Огай Ю.А., Валуйко Г.Г., Загоруйко В.А., Костогрыз А.М. Пищевой концентрат полифенолов винограда «Эноант», достижения и перспективы производства и применения в питании // Биологически активные природные соединения винограда: перспективы производства и применения в медицине и питании: материалы международной научно-практической конференции. Симферополь, 2001. С. 60–62.
4. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Загоруйко В.А., Огай Ю.А. Перспективы разработки новых биологически активных продуктов питания на основе винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2001. №1. С. 30–31.
5. Ratnasooriya C.C., Rupasinghe H.P.V. Extraction of phenolic compounds from grapes and their pomace using β-cyclodextrin // Food Chem. 2012. Vol. 134. Pp. 625–631.
6. Bombardelli E., Morazzoni P. *Cucurbita pepo* L. // Fitoterapia. 1997. Vol. 68. Pp. 291–302.
7. Черноусова И.В., Мосолкова В.Е., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Жилякова Т.А. Полифенолы виноградной грозди, качественный и количественный состав, технологический запас // Химия растительного сырья. 2022. №3. С. 291–300. https://doi.org/10.14258/jcprm.2022039811.
8. Zaitsev G.P., Grishin Y.V., Mosolkova, V.E. Ogay Y.A. Technology of biologically active compounds and its possible applications advanced bioactive compounds // Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. 2013. Pp. 241–246.
9. Rayne S., Karacabey E., Mazza G. Grape cane waste as a source of trans-resveratrol and trans-viniferin: High-value phytochemicals with medicinal and anti-phytopathogenic applications // Industrial Crops and Products. 2008. Vol. 27, no. 3. Pp. 335–340.
10. Hyun Kang J., Hee Park Y., Won Choi S., Kyoung Yang E., Jung Lee W. Resveratrol derivatives potently induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cells // Experimental and Molecular Medicine. 2003. Vol. 35(6). Pp. 467–474.
11. Barjot C., Tournaire M., Castagnino C., Vigor C., Vercauteren J., Rossi J.-F. Evaluation of antitumor effects of two vine stalk oligomers of resveratrol on a panel of lymphoid and myeloid cell lines: Comparison with resveratrol // Life Sciences. 2007. Vol. 81. Pp. 1565–1574.
12. Dudley J., Das S., Mukherjee S., Das Dipak K. Resveratrol, a unique phytoalexin present in red wine, delivers either survival signal or death signal to the ischemic myocardium depending on dose // Journal of Nutritional Biochemistry. 2009. Vol. 20. Pp. 443–452.
13. Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А. Фитоалексины винограда и вина // Виноградарство и виноделие: сборник научных трудов ГБУ ННИИВиВ «Магарач». Ялта, 2015. Т. XLV. С. 110–112.
14. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vine and method of their extraction // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 954. 012016. https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012016.
15. Соловьева Л.М., Чурсина О.А., Гришин Ю.В., Дадашев М.Н., Ходаков А.Л. Виноградная лоза как источник натуральных биологически активных веществ // Пищевая наука и технология. 2013. Т. 24, №3. С. 35–38.
16. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования №242 от 22.05.2017 года «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов». М., 2017. 312 с.
17. Руководство Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М., 2004. 240 с.
18. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. М., 1990. 352 с.
19. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М. Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2022. №2. С. 177−185
20. Барабой В.А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение // Біотехнологія. 2009. Т. 2. С. 67–75.
21. Pezet R., Perret C., Bernard Jean-Denis J., Tabacchi R., Gindro K., Viret O. δ-Viniferin, a Resveratrol Dehydrodimer: One of the Major Stilbenes Synthesized by Stressed Grapevine Leaves // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51. Pp. 5488−5492.
22. Lin, J-K. Chemoprevention of Cancer and Cardiovascular Disease by Resveratrol // Proc. Natl. Sci. Counc. 1999. Vol. 23(3). Pp. 99–106.

Поступила в редакцию 9 апреля 2025 г.

После переработки 10 февраля 2026 г.

Принята к публикации 27 мая 2026 г.

Chernousova I.V.[*], *Zaitsev G.P., Mosolkova V.E., Grishin Yu.V., Zhilyakova T.A., Solovyova L.M., Beibulatov M.R.*

GRAPE SHOOT POLYPHENOLS, QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION, TECHNOLOGICAL STOCK

National Research Center "Kurchatov Institute", pl. Academika Kurchatova, 1, Moscow, 123182, Russia, cherninna1@mail.ru

The results of an experimental assessment of the potential of green and lignified leafless shoots of grapes (vines) – waste from viticulture as a source of obtaining grape polyphenols, biologically active functional ingredients of nutrition, are discussed, debris and pruning of grape plants resulting from agricultural practices. Water-ethanol extracts of white and red technical grape varieties Aligote, Rhine Riesling, Rkatsiteli, Cabernet Sauvignon, and Hamburg Muscat were identified by their qualitative and quantitative composition. It was established that the composition of the studied extracts includes polyphenols of both monomeric series and oligomeric and polymeric proanthocyanidins, constituting about 90% of the total amount of polyphenols. The monomeric fraction is represented by flavonoids (+)-D-catechin, (-)-epicatechin, quercetin, quercetin-3-O-glucoside, quercetin-3-O-glucuronide). The monomeric fraction of grape shoot polyphenols is distinguished by the presence of hydroxycinnamic acids, and stilbene compounds were found in the monomeric fraction of aqueous-ethanol extracts of grape vines. The technological availability of polyphenols from grape shoots and vines is shown during water-ethanol extraction in a bulk layer without mixing, the equilibrium concentrations of polyphenols passing into the extract and the potential amounts of polyphenols extracted during single-stage extraction (technological stock) are estimated.

Keywords: grape, grape shoots, grape vine, extraction, technological reserve, polyphenols, water-soluble antioxidants.

For citing: Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Mosolkova V.E., Grishin Yu.V., Zhilyakova T.A., Solovyova L.M., Beibulatov M.R. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp. 272–280. (in Russ.). https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317220.

References

1. Sun B., Spranger M.I. *Ciência Téc. Vitiv*., 2005, vol. 20, pp. 59–89.
2. *Biologicheskiye aktivnyye veshchestva vinograda i zdorov'ye: monografiya* [Biologically active substances of grapes and health: monograph], ed. prof. A.L. Zagayko. Kharkov, 2012, 404 p. (in Russ.).
3. Ogay Yu.A., Valuyko G.G., Zagoruyko V.A., Kostogryz A.M. *Biologicheski aktivnyye pri-rodnyye soyedineniya vinograda: perspektivy proizvodstva i primeneniya v meditsine i pitanii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Biologically active natural compounds of grapes: prospects of production and application in medicine and nutrition: materials of the international scientific and practical conference]. Simferopol', 2001, pp. 60–62. (in Russ.).
4. Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Zagoruyko V.A., Ogay Yu.A. *«Magarach». Vinogradarstvo i vinodeliye*, 2001, no. 1, pp. 30–31. (in Russ.).
5. Ratnasooriya C.C., Rupasinghe H.P.V. *Food Chem*., 2012, vol. 134, pp. 625–631.
6. Bombardelli E., Morazzoni P. *Fitoterapia*, 1997, vol. 68, pp. 291–302.
7. Chernousova I.V., Mosolkova V.Ye., Zaytsev G.P., Grishin Yu.V., Zhilyakova T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 291–300. https://doi.org/10.14258/jcprm.2022039811. (in Russ.).
8. Zaitsev G.P., Grishin Y.V., Mosolkova, V.E. Ogay Y.A. *Countering the Effects of Radiological, Chemical and Biological Agents NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology*, 2013, pp. 241–246.
9. Rayne S., Karacabey E., Mazza G. *Industrial Crops and Products*, 2008, vol. 27, no. 3, pp. 335–340.
10. Hyun Kang J., Hee Park Y., Won Choi S., Kyoung Yang E., Jung Lee W. *Experimental and Molecular Medicine*, 2003, vol. 35(6), pp. 467–474.
11. Barjot C., Tournaire M., Castagnino C., Vigor C., Vercauteren J., Rossi J.-F. *Life Sciences*, 2007, vol. 81, pp. 1565–1574.
12. Dudley J., Das S., Mukherjee S., Das Dipak K. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2009, vol. 20, pp. 443–452.
13. Zaytsev G.P., Mosolkova V.Ye., Grishin Yu.V., Chernousova I.V., Ogay Yu.A. *Vinogradarstvo i vinodeliye: Sbornik nauchnykh trudov GBU NNIIViV «Magarach»*. [Viticulture and winemaking: Collection of scientific papers of the State Budgetary Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach"]. Yalta, 2015, vol. XLV, pp. 110–112. (in Russ.).
14. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 954, 012016. https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012016.
15. Solov'yeva L.M., Chursina O.A., Grishin Yu.V., Dadashev M.N., Khodakov A.L. *Pishchevaya nauka i tekhnologiya*, 2013, vol. 24, no. 3, pp. 35–38. (in Russ.).
16. *Prikaz Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere prirodopol'zovaniya №242 ot 22.05.2017 goda «Ob utver-zhdenii federal'nogo klassifikatsionnogo kataloga otkhodov»*. [Order of the Federal Service for Supervision of Natural Resources No. 242 of May 22, 2017 "On approval of the federal classification catalog of waste"]. Moscow, 2017, 312 p. (in Russ.).
17. *Rukovodstvo R 4.1.1672-03. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnykh dobavok k pishche*. [Guideline R 4.1.1672-03. Guidelines for methods of quality control and safety of biologically active food supplements]. Moscow, 2004, 240 p. (in Russ.).
18. Lakin G.F. *Biometriya: ucheb. posobiye dlya biol. spets. vuzov*. [Biometrics: a textbook for biological specialized universities]. Moscow, 1990, 352 p. (in Russ.).

[*] Corresponding author.

19. Chernousova I.V., Zaytsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.Ye., Solov'yeva L.M. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*, 2022, no. 2, pp. 177−185. (in Russ.).
20. Baraboy V.A. *Biotekhnologiya*, 2009, vol. 2, pp. 67–75. (in Russ.).
21. Pezet R., Perret C., Bernard Jean-Denis J., Tabacchi R., Gindro K., Viret O. *J. Agric. Food Chem*., 2003, vol. 51, pp. 5488−5492.
22. Lin, J-K. *Proc. Natl. Sci. Counc*., 1999, vol. 23(3), pp. 99–106.

Received April 9, 2025

Revised February 10, 2026

Accepted May 27, 2026

Сведения об авторах

Черноусова Инна Владимировна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, cherninna1@mail.ru

Зайцев Григорий Павлович – начальник лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий, научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, gorg-83@mail.ru

Мосолкова Виктория Евгеньевна – младший научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, mosolkova@ukr.net

Гришин Юрий Владимирович – научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, grishin.iuriy2010@mail.ru

Жилякова Татьяна Александровна – старший научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, golden.heart@mail.ru

Соловьёва Людмила Михайловна – ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, luda_magarach@mail.ru

Бейбулатов Магомедсайгит Расулович – главный научный сотрудник лаборатории агротехнологии винограда, Agromagarach@mail.ru

Information about authors

Chernousova Inna Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Functional Products of Grape Processing, cherninna1@mail.ru

Zaitsev Grigory Pavlovich – Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource-Saving Technologies, Researcher, Laboratory of Functional Grape Processing Products, gorg-83@mail.ru

Mosolkova Victoria Evgenievna – Junior Researcher, Laboratory of Functional Grape Processing Products, mosolkova@ukr.net

Grishin Yuriy Vladimirovich – Researcher, Laboratory of Functional Grape Processing Products, grishin.iuriy2010@mail.ru

Zhilyakova Tatiana Aleksandrovna – Senior Researcher, Laboratory of Functional Grape Processing Products, golden.heart@mail.ru

Solovieva Lyudmila Mikhailovna – Leading Researcher, Laboratory of Functional Grape Processing Products, luda_magarach@mail.ru

Beibulatov Magomedsaygit Rasulovich – Chief Researcher, Laboratory of Grape Agrotechnology, Agromagarach@mail.ru