

Харуца Дарья Ивановна

студентка

Нестерова Ольга Владимировна

д-р фармацевт. наук, профессор, заведующий кафедрой

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова»

Минздрава России

г. Москва

DOI 10.21661/r-541213

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В МЕДИЦИНЕ И ФАРМАЦИИ

Аннотация: в ходе мониторинга научных статей выявлено наличие существенного числа исследований, направленных на выявление особенностей биологической активности плодов и листьев черной смородины, обусловленных широким комплексом, содержащихся в них биологически активных веществ.

Ключевые слова: плоды черной смородины, листья черной смородины, антоцианы, полифенольные вещества, витамины, антиоксидантная активность.

Смородина черная (*Ribes Nigrum*) – широко распространенная культура на территории Российской Федерации. Семейство Крыжовниковые (*Crossulariaceae*), плоды содержат комплекс ценных биологически активных веществ (БАВ). Анализ литературных данных показывает, что плоды черной смородины содержат аскорбиновой кислоты больше, чем цитрусовые культуры в три раза, и в 15–20 раз больше, чем плоды яблони и груши [1; 2]. На сегодняшний день плоды черной смородины входят в Государственный реестр лекарственных средств. Потребление плодов черной смородины демонстрирует устойчивую динамику роста. По данным Food and Agriculture Organization of the United Nations общий объем экспорта черной смородины в свежем виде соста-

вил к 2018 году 13497 тонн. Основные экспортеры (топ-10) свежих плодов черной смородины представлены на рисунке 1.

Как видно из данной схемы, РФ не входит в число крупнейших поставщиков плодов черной смородины несмотря на значительные площади, занимаемые данной культурой. Значительный объем производимых в РФ плодов перерабатывается на предприятиях пищевой промышленности, использующих плоды черной смородины для получения джемов, варенья, мармелада и другой продукции. В случае получения сока черной смородины в значительном количестве накапливается жом плодов, о перспективах использования которого сообщалось в диссертационном исследовании Е.Э. Редико «Анализ и стандартизация полифенольного комплекса листьев и жома плодов черной смородины». К сожалению, использование жома плодов черной смородины с целью выделения комплекса БАВ до сих пор не налажено, что связано с отсутствием нормативной документации, характеризующей качество данной субстанции.

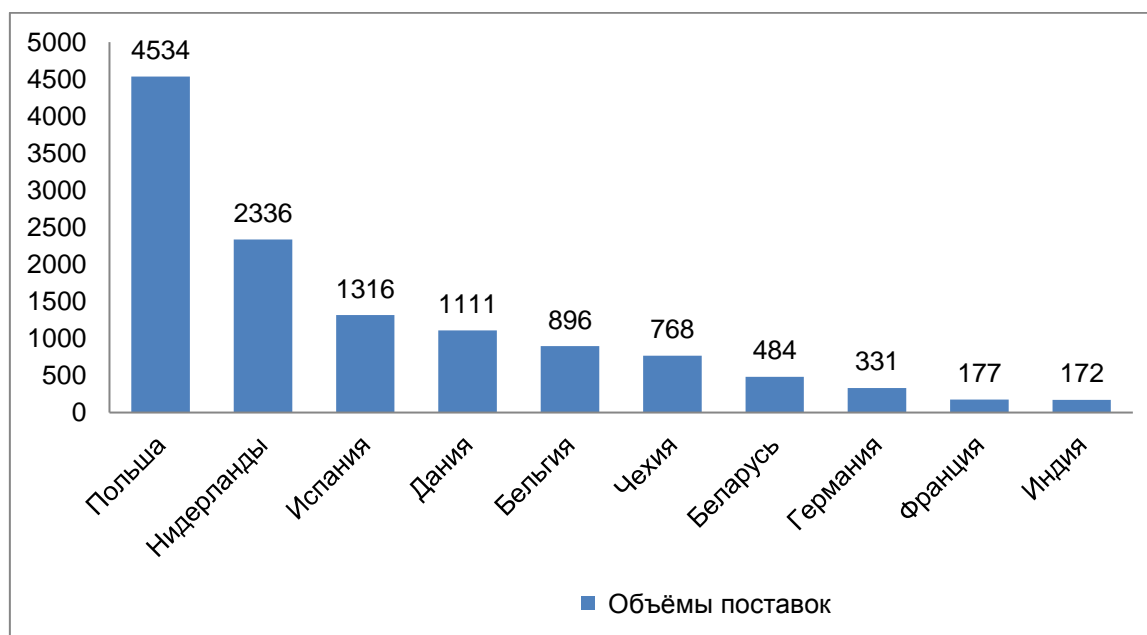


Рис. 1. Объемы поставок на экспорт плодов черной смородины в свежем виде(тонн) (данные на 27.11.2018)

Целью нашего исследования является всестороннее изучение научной литературы и нормативной документации, отражающей современное состояние проблемы, обусловленной необходимостью расширения сырьевой базы лекар-

ственного растительного сырья за счет использования ягодных культур, используемых, преимущественно, в пищевой промышленности.

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели нами использовался документальный, системный и структурно-логический метод, мониторинг научных статей в базах данных PubMed, Cyberieninka, eLibrary, Dissercat и др.

Результаты и обсуждение.

Несмотря на постоянно возрастающий интерес исследователей к сырью черной смородины, стандартизация плодов в РФ, по-прежнему осуществляется по требованиям ГОСТ 21450–75 «Плоды черной смородины.», что не позволяет оценить содержание в плодах ценных биологически активных веществ, обуславливающих пищевую и лекарственную ценность сырья. Благодаря богатому химическому составу ягоды и листья представляют интерес в качестве источника растительного сырья, обладающего антиоксидантной активностью.

Для извлечения БАВ из растительного сырья используют воду и ряд органических растворителей (этанол, метанол, гексан, ацетон и др.) как в чистом виде, так и в присутствии различных добавок (ЭДТА, лимонная кислота и др.), [3–5] позволяющих получать извлечения с заданным качественным составом. Цель данной работы – получение густых экстрактов листьев черной смородины при последовательной обработке растительного материала растворителями различной полярности, изучение их состава и свойств.

По данным Е.П. Франчук [6] содержание сухих растворимых веществ в некоторые годы у отдельных сортов достигала 18–20%, в то время как у других сортов может составлять – 12,2–12,5%. Сахара представлены в основном глюкозой, фруктозой и сахарозой и определяют пищевую ценность плодов.

В составе сахара больше фруктозы (4,2%), меньше глюкозы (1,5%) и сахарозы (1%) [7]. неусвояемые углеводы представлены клетчаткой (до 3%) и пектинами (до 1,5%) [8,9,10,11]. Высоким содержанием пектина характеризуются сорта Зеленая Дымка, Черный жемчуг, Гулливер, Орловская Серенада.

При созревании ягод содержание пектиновых веществ снижается, и увеличивается сахаристость под влиянием пектиназы, которая катализирует гидролиз

пектиновых веществ до сахаров и накапливается в плодах по мере созревания [12–15]. Важным свойством пектинов является их способность абсорбировать бактериальные токсины, ионы тяжелых металлов, связывать и выводить из организмов холестерина. предотвращается окисление аскорбиновой кислоты и катехинов в свежих плодах [11].

Плоды чёрной смородины богаты витаминами (табл. 1) [12, 16,9,7,10,17,15]. В ягодах *Ribes nigrum* аскорбиновая кислота накапливается в гораздо большем количестве в регионах с прохладным и влажным климатом, накопление антоцианов и проантоцианов, проявляющие свойства «ловушки» для солнечных лучей, превращающее световую энергию в тепловую и защищающее растение от холода.

Таблица 1

Компонент	Содержание	Источник литературы
Вода, г	82,0–85,0	[8,9,11]
Белки, г	1,0–1,4	[8,9,11]
Жиры, г	0,2–0,4	[9,11]
Углеводы, г	6,6–15,4	[9,11]
Моно- и дисахариды, г	6,7–13,7	[5,11]
Клетчатка, г	3,0	[8,9,11]
Крахмал, г	0,6–2,7	[8,11]
Пектин, г	0,38–1,5	[8,11]
Органические кислоты, г	2,2–3,9	[8,11]
Зола, г	0,9	[8,11]
Витамин β-каротин, мг	0,08–0,11	[5,12]
Витамин Е (токоферол), мг	0,72	[8,11]
Витамин В1 (тиамин)	0,03	[8,11]
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,04	[8,11]
Витамин В6, мг	0,13	[8]
Витамин В9 (фолиевая кислота), мг	5,0	[8,11]
Витамин РР (ниацин), мг	0,3	[8,11]

Листья чёрной смородины также содержат широкий комплекс БАВ. Максимальное количество витамина С накапливается в листьях к концу вегетативного периода. Есть данные, что содержание аскорбиновой кислоты в листьях по сравнению с ягодами больше в 1,2–2,3 раза, что обусловлено очень низким содержанием в листьях ферментов, разрушающих аскорбиновую кислоту [18].

Содержание аскорбиновой кислоты в 100 г растительного сырья значительно превышает физиологическую норму суточной потребности человека в ней (90 мг/сутки) [19; 20].

Ягоды чёрной смородины богаты полифенольными соединениями от 488 до 1116 мг %, которые значительно определяют их вкусовые, пищевые и лечебные достоинства. Содержание флавоноидов в ягодах – от 245 до 1047 мг % [30]. По накоплению катехинов выделяют сорта Чёрный жемчуг, Муравушка, Привлекательная (420–489 мг %) [31]. Суммарное количество флавоноидов находится в пределах от 233,7 до 997,2 мг % [11]. Более богаты листья по сравнению с плодами. Они содержат большее число компонентов флавонолов (до 9), но менее – фенолкарбоновых кислот (до 4) по сравнению с ягодами [32].

Особое внимание к чёрной смородине в последнее время связывают с обнаружением благоприятного влияния антоцианов плодов на зрение, в частности уменьшение чувства утомления от длительной работы у дисплеев современных компьютеров. Антоцианы – пигменты клеточного сока и определяют окраску ягод, зависящую от pH клеточного содержимого. Оно меняется при созревании плодов – закислении клеточного содержимого. Усиление образования антоцианов способствует снижению окружающей температуры, при торможении синтеза хлорофилла. Они поглощают весь свет в ультрафиолетовой и зеленой областях спектра, поглощенная энергия переходит в тепловую, повышая температуру листьев на 1–4°С [21]. Также антоцианы поглощают избыточные кванты света, защищая фотолabile соединения, хлорофилл и наследственный аппарат клетки [9; 22; 23].

Антоцианы обладают капилляроукрепляющей активностью, антиоксидантным, антибактериальным и антиканцерогенным свойствами и широко применяются в медицине для лечения и предупреждения ряда заболеваний [24; 26; 27]. Антиоксидантные свойства у антоцианов и их сродство к тканям глаза позволяет оказывать положительное воздействие на глаза при различных зрительных и окислительных стрессах, способствуя запасанию глутатиона (определяет

антиоксидантную защиту тканей) в глазах и предохраняет от повреждений свободными радикалами. Также усиливается острота зрения в сумерки.

Имеются сведения по качественному и количественному минеральному составу плодов и листьев (табл. 2).

Таблица 2

Качественный и количественный состав макро- и микроэлементов плодов и листьев черной смородины

Элемент	Содержание, мг %	
	в листьях	в ягодах
Кальций	327	36
Фосфор	7,5	33
Магний	370	31
Калий	158	350
Натрий	2	32
Железо	0,5	1300
Цинк	0,75	130
Медь	0,75	130
Марганец	1,5	180
Йод	0,0005	1
Молибден	0,005	24

Ягоды черной смородины выделяются среди прочих плодов и ягод высоким содержанием железа и калия. Также в листьях относительно много магния, меди и марганца, в ягодах – молибдена, меди и марганца.

Для сравнительного анализа использовались водные растворы сухих (водного и спиртового) экстрактов из листьев смородины черной («Листья смородины черной», изготовитель ООО «Компания Хорст» РФ, Алтайский край, г. Барнаул, ТУ 9185–104–14721358–09 с изм. №1).

Водный и спиртовой (96,6% этанол) экстракты из листьев смородины черной получали методом мацерации в соотношении 1:10. Полученные жидкие экстракты объединяли и высушивали при температуре не выше 60° С. В дальнейших исследованиях использовались водные растворы полученных сухих экстрактов. Оценку влияния сухих спиртового и водного экстрактов листьев

смородины черной на процессы свободнорадикального окисления (СРО) *in vitro* авторы проводили методом хемилюминесценции на модельных системах, генерирующих активные формы кислорода (АФК), которые вызывают реакции перекисного окисления липидов (ПОЛ) [33]. Измерение изменения хемилюминесцентного свечения проводили на двух Fe^{+2} -индуцированных модельных системах *in vitro* по влиянию на АФК и ПОЛ. Хемилюминесценцию активировали добавлением люминола (50–5 М) в фосфатном буфере (20 мМ KH_2PO_4 , 105 мМ KCl) при pH 7,45 (в модельные системы, генерирующие АФК, к 10 мл фосфатного буфера добавляли 50 мМ цитрата натрия). Реакции ПОЛ достигали путем гомогенизации куриного желтка с фосфатным буфером в соотношении 1:5 с последующим его разбавлением в 20 раз. Свечение регистрировали на хемилюминометре ХЛМ-003 в течение 5 минут при постоянном помешивании [33].

Полученные результаты показали, что сухой водный экстракт из листьев смородины черной и 0,1% раствор аскорбиновой кислоты проявляли выраженную антиоксидантную активность, подавляя перекисное окисление липидов в течение первой минуты, а спиртовой экстракт, наоборот, проявлял выраженную прооксидантную активность, стимулируя образование свободных радикалов (ПОЛ).

Изучение влияния сухих (водного и спиртового) экстрактов из листьев смородины черной на модельных системах, генерирующих АФК, показало, что и водный, и спиртовой экстракты на первых минутах индуцировали выработку активных форм кислорода, проявляя прооксидантные свойства, но к пятой минуте образование свободных радикалов полностью подавлялось, то есть проявлялись антиоксидантные свойства, что было наиболее выражено у сухого водного экстракта листьев смородины черной [34].

Список литературы

1. Жбанова Е.В. Изменчивость химического состава плодов черной смородины в разных регионах // Аграрная Россия. – 2012. – №1. – С. 10–13.
2. Vagiri M. Black currant (*Ribes Nigrum* L.) – An insight into the crop: A synopsis of a PhD study. Swedish University of Agricultural Sciences. – 2012. – 58 p.

3. Ballesteros L.F., Teixeira J.A., Mussatto S.I. Selection of the Solvent and Extraction Conditions for Maximum Recovery of Antioxidant Phenolic Compounds from Coffee Silverskin // Food Bioprocess Technol. – 2014. – №7. – P. 1322–1332.
4. Вайнштейн В.А. Двухфазная экстракция в получении лекарственных и косметических средств / В.А. Вайнштейн, И.А. Каухова. – СПб.: Проспект Науки, 2010. – 104 с.
5. Сухинина Т.В. Влияние экстрагентов на состав БАВ, спектральные характеристики и антимикробная активность извлечений из травы очанки коротковолосистой // Химико-фармацевтический журнал. – 2010. – №12. – С. 35–40.
6. Франчук Е.П. Биохимическая характеристика некоторых новых сортов черной смородины // Академия наук СССР. Биохимия плодов и овощей. – 1961. – Сб.6. – С. 153–164.
7. Позняковский В.М., Экспертиза свежих плодов и овощей. Качество и безопасность: учебно-справочное пособие / В.М. Позняковский, Т.В. Плотникова, Т.В. Ларина [и др.]. – Новосибирск, 2005. – 302 с.
8. Шапошник Е.И. Перспективные сорта черной смородины для использования в технологии изостатического прессования / Е.И. Шапошник, В.Н. Сорокопудов, В.В. Языкова [и др.] // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2010. – №15 (86). – Вып. 12. – С. 118–124.
9. Мясищева Н.В. Изучение биологически активных веществ ягод черной смородины в процессе хранения / Н.В. Мясищева, Е.Н. Артемова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №3.
10. Dale A. Potential for Ribes Cultivation in North America // HortTechnology. – 2000. – Vol. 10. – №3. – P. 548–554.
11. Стрельцина С.А. Питательные и биологически активные вещества ягод и листьев смородины черной (*Ribes Nigrum* L.) в условиях Северо-Запада России / С.А. Стрельцина, О.А. Тихонова // Аграрная Россия. – 2010. – №1. – С. 1–16.
12. Шапошник Е.И. Биологические и биохимические особенности плодов растений рода *Ribes* при интродукции в Белгородской области: автореф. дис. ... канд. биологических наук. – Белгород, 2009. – 200 с.

13. Балакирев Г.В. Полная энциклопедия. Лекарственные растения в народной медицине. – М., 2006. – 960 с.
14. Чуб В.В. Рост развитие растений. – М., 2003.
15. Казаков И.В., Оценка и создание Исходного материала смородины черной для приоритетных направлений селекции // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. научн. тр. – Мичуринск, 2007. – С. 81–90.
16. Макаркина М.А. Характеристика сотка смородины чёрной по содержанию сахаров и органических кислот / М.А. Макаркина, Т.В. Янчук // 165 лет ГНУ ВНИИСПК Россельхозакадемии. Современное садоводство. Генетика. Селекция. Сортоизучение. – 2010. – №2. – С. 9–12.
17. Чернобровина А.Г. Ферментативный гидролизат чёрной смородины, его биохимическая характеристика и применение при получении пищевых продуктов: дис. ... канд. хим. наук. – М. 2008. – 211с.
18. Стукалов Н.В. Урожайность и витаминная ценность ягод смородины чёрной при использовании некорневых подкормок / Н.В. Стукалов, Ю.В. Трунов // Вестник МичГАУ. – 2011. – №1. – Ч. 1. – С. 38–41.
19. МР 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (утв. Роспотребнадзором 18.12.2008).
20. Давыдова В.Р. Технология пищевых продуктов со специальными свойствами / В.Р. Давыдова, Т.А. Выхованец // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХІ століття: міжнародна науково-практична конференція. – Харків, 2010. – С. 225–226.
21. Novruzov E.N. Pigments of the reproductive organs of plants and their value. – Baku, 2010. – 308 p.
22. Харламова О.А. Натуральные пищевые красители. пищевая промышленность (Качество и ассортимент) / О.А. Харламова, Б.В. Кафка. – М., 1979. – 191 с.
23. Matsumoto H., Inaba H., Kishi M., Tominaga S., Hirayama M., Tsuda T. Orally administered delphinidin 3-rutinoside and cyanidin 3-rutinoside are directly

absorbed in rats and humans and appear in the blood as the intact forms // J. Agric. Food Chem. – 2001. – №49. – P. 1546–1551.

24. Nakaishi H., Matsumoto H., Tominaga S., Hirayama M. Effect of black currant anthocyaniside intake on dark adaptation and VDT work-induced transient refractive alteration in healthy humans // Altern. Med. Rev. – 2000. – Vol. 5. – P. 553–562.

25. Cody V., Middleton E., Harborne J.B. Plant flavonoides in biology and medicine. – New-York, 1998. – P. 87–103

26. Kowaleryk E., Krzensinski P., Fijalkowski P. et. al. The use of cardiovascular diseases // Pol. MerkuriuszLek. – 2009. – Vol. 19. – №109. – P. 108–110.

27. Дейнека Л.А. ВЭЖХ в контроле антоцианового состава плодов черной смородины / Л.А. Дейнека, Е.И. Шапошник, Д.А. Гостищев [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 529–536.

28. Patent Application 20130115174 (US). Transmucosal composition containing anthocyanins for alleviating a visual discomfort / Lepelletier Y., Hadj-slimane R., Hadl-slimane T. 2013.

29. Дейнека В.И. Исследования антоцианов черники в плодах и препаратах на её основе методом ВЭЖХ / В.И. Дейнека, В.М. Григорьев, Л.А. Дейнека [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – №3. – Т. 72.

30. Макаров В.Н. Биологически активные вещества в ягодных культурах и продуктах их переработки / В.Н. Макаров, В.Н. Влазнева, Е.В. Жбанова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – №2. – С. 44–52.

31. Травникова Е.В. Смородина. – М., 1996. – 208 с.

32. Екимов А.А. Определение аскорбиновой кислоты в листьях смородины черной / А.А. Екимов, Ломкова Е.А. // Сборник тезисов научной конференции, посвященной 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. – СПб. 2011. – С. 14–17.

33. Фархутдинов Р.Р. Методики исследования хемилюминесценции биологического материала на хемилюминометре ХЛ-003 / Р.Р. Фархутдинов, С.И. Тевдорадзе // Методы оценки антиоксидантной активности биологически

активных веществ лечебного и профилактического назначения: сборник докладов/ под ред. Е.Б. Бурлаковой. – М.: Изд-во РУДН, 2005. – С. 147–154.

34. Афанасьева Ю.Г. Антиоксидантная активность сухих экстрактов из листьев смородины черной / Ю.Г. Афанасьева [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – Т. 12. – №. 4 (70).