

<https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i4.s189>

УДК 664.647.3

Продукты переработки ягод как перспективные источники антиоксидантов

О. Ю. Ращупкина, М. С. Воронина, А. Н. Гуляева,
В. Г. Каткасова, Т. С. Щанькина

Самарский государственный
технический университет,
Самара, Россия

Корреспонденция:

Ращупкина Ольга Юрьевна,
Самарский государственный
технический университет,
443100, Россия, г. Самара,
Молодогвардейская ул., 244
E-mail: olgarash2212@gmail.com

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.

Поступила: 09.11.2023

Поступила после

рецензирования: 14.12.2023

Принята: 27.12.2023

Copyright: © 2023 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Антиоксиданты, присутствующие в рационе, оказывают значительное влияние на профилактику и прогрессирование различных заболеваний, связанных с окислительным стрессом. Интенсивные окислительные процессы в организме человека приводят к образованию активных форм кислорода, которые могут повредить системные клетки и ткани. Согласно научным данным, эндогенная защитная система организма может поддерживаться природными антиоксидантными соединениями, поступающими с пищей. Фенольные антиоксиданты, содержащиеся в ягодах, являются естественным источником для здоровья человека. Однако содержание фенольных соединений в ягодах и плодах и продуктах их переработки недостаточно изучено и описано, и необходимы дальнейшие исследования для определения терапевтических доз различных продуктов из ягод и плодов для использования в будущих клинических исследованиях. Более того, необходимы дальнейшие эксперименты, чтобы понять положительные эффекты.

Цель. Цель данной статьи — изучить общее содержание полифенолов, флавоноидов, антоцианов, антиоксидантную активность, массовую долю сухих веществ, сахара и пектина, титруемую кислотность для свежих ягод и плодов (вишня, черная смородина, черника и черноплодная рябина) и их различных продуктов: концентрированный сок, жмых и пюре.

Материалы и методы. Объектами исследования стали плоды вишни сорта «Десертная Волжская», ягоды черной смородины сорта «Багира», черноплодной рябины сорта «Арония Мичурина» и черники сорта «Блукроп»; продукты переработки плодов и ягод в виде пюре, концентрированного сока, порошка из сушеных выжимок. Использованы следующие методы исследования: метод определения антиоксидантной активности при помощи колориметрии свободных радикалов, метод FRAP, метод определения содержания витамина С и клетчатки.

Результаты. Результаты исследования показывают, что предварительная обработка исследуемых объектов усиливает антиоксидантные свойства, содержание антоцианов уменьшается при продолжительном воздействии. Объекты распределились следующим образом, в зависимости от антиоксидантной активности: выжимки, концентрированный сок, пюре, свежие плоды (контроль). В системе линолевой кислоты объекты распределялись так: свежие плоды и ягоды, концентрированный сок, пюре, выжимки.

Выводы. Полученные данные можно применить в производстве лечебно-профилактического питания, создания функциональных продуктов питания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

фрукты, ягоды, плоды, пюре, сок, фенолы, флавоноиды, антоцианы, активность



Для цитирования: Ращупкина, О. Ю., Воронина, М. С., Гуляева, А. Н., Каткасова, В. Г., & Щанькина, Т. С. (2023). Продукты переработки ягод как перспективные источники антиоксидантов. *Health, Food & Biotechnology*, 5(4), 17–25. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i4.s189>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i4.s189>

Products of Berry Processing as Promising Sources of Antioxidants

Olga Yu. Rashchupkina, Marianna S. Voronina,
Alena N. Gulyaeva, Victoria G. Katkasova, Tatyana S. Schanykina

Samara State Technical University,
Samara, Russia

Correspondence:

Olga Yu. Rashchupkina,
Samara State Technical University,
244, Molodogvardeiskaya St.,
Samara, 443100, Russia
E-mail: olgarash2212@gmail.com

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 19.11.2023

Received in revised form: 18.12. 2023

Accepted: 27.12.2023

Copyright: © 2023 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The antioxidants present in the diet have a significant impact on the prevention and progression of various diseases associated with oxidative stress. Intensive oxidative processes occurring in the human body lead to the formation of active oxygen forms, which can damage system cells and tissues. It was scientifically established that the endogenous protective system of the body can be supported by natural antioxidant compounds from food. The phenolic antioxidants contained in the berries are a natural source for human health. However, the content of phenolic compounds in the berries and fruits and products of their processing is not sufficiently studied and described, and further studies are necessary to determine therapeutic doses of various products from berries and fruits for use in future clinical studies. Moreover, further experiments are needed to understand positive effects. Therefore, more attention should be paid to the development of well -controlled and high -quality clinical research in this area.

Purpose. The purpose of this article is to study the general content of polyphenols, flavonoids, anthocyanins, antioxidant activity, mass fraction of dry substances, sugar and pectin, titrated acidity for fresh berries and fruits (cherry, black currants, blueberries and black -fruited mountain ash) and their various products: concentrated juice, cake and mashed potatoes.

Materials and Methods. The objects of the study were the fruits of the Vishni Volzhskaya cherry, the berries of black currants of the Bagira variety, the black-brown rowan of the Aronia Michurin variety and blueberries of the Blurop variety, and the products of processing fruits and berries in the form of puree, concentrated juice, powder from dried squeezes. The following research methods were used: a method for determining antioxidant activity using the color of free radicals, the Frap method, the method for determining the content of vitamin C and fiber.

Results. The results of the study show that the preliminary processing of the objects studied enhances the antioxidant properties, the content of anthocyanins decreases with prolonged exposure. Objects were distributed as follows, depending on antioxidant activity: squeezes, concentrated juice, purees, fresh fruits (control). In the system of linoleic acid, objects were distributed as follows: fresh fruits and berries, concentrated juice, purees, squeezes.

Conclusion. The data obtained can be applied in the production of medical and preventive nutrition, the creation of functional food.

KEYWORDS

fruit, berries, fruits, puree, juice, phenols, flavonoids, anthocyanins, activity



To cite: Rashchupkina, O. Yu., Voronina, M. S., Gulyaeva, A. N., Katkasova, V. G., & Shchankina, T. S. (2023). Products of berry processing as promising sources of antioxidants. *Health, Food & Biotechnology*, 5(4), 17–25. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i4.s189>

ВВЕДЕНИЕ

Природные фенольные соединения содержатся во многих продуктах питания, включая овощи, фрукты, чай, кофе, шоколад, вино, мед и масло.

В последние годы наблюдается рост потребления ягод, плодов и фруктов в целом. Исследования показывают, что такое повышенное потребление фруктов и ягод может быть связано со снижением частоты заболеваний, вызванных активными формами кислорода, включая сердечно-сосудистые заболевания, рак и воспалительные процессы. Ягоды и продукты из них (например, ягодный сок и варенье) очень часто называют «суперфуд» (Sun, 2017). Они обладают высокими концентрациями фенольных соединений, которые, как было обнаружено в исследованиях *in vitro* и *in vivo*, обладают рядом биологических активностей, включая противораковую, а также антиоксидантными свойствами. Однако эти соединения могут не влиять на уровни биомаркеров окислительного стресса и даже могут оказывать прооксидантное действие. Кроме того, точная биологическая активность фенольных соединений ягод зависит от ряда факторов, включая класс фенольных соединений, их концентрацию, тип ягод и плодов и даже форму потребления, будь то свежие ягоды, сок, вино, варенье, настойки или лекарственные препараты (Anwar, 2018).

Растения производят огромное количество фенольных соединений, тысячи из которых известны во всем царстве растений. Их можно найти в различных частях растения, но особенно в плодах, листьях, семенах, где они обычно участвуют в защите от ультрафиолетового излучения и патогенов. Фенольные соединения смолы содержат одно или несколько ароматических колец, несущих одну или несколько гидроксильных групп. Они встречаются в свободных и конъюгированных формах с кислотами, сахарами или другими водорастворимыми или жирорастворимыми соединениями (Swallah, 2020).

Антипитательная активность фенольных соединений является результатом их взаимодействия с белками, которые снижают усвоение питательных веществ за счет ингибирования протеолитических, липолитических и гликолитических ферментов. Более того катионы металлов часто становятся недоступными из-за образования комплексов с фенольными соединениями у людей, потребляющих растительную диету (Meitha, 2020). Важно отметить, что токсичность фенольных соединений еще не полностью признана и игнорировалась в течение многих лет (Bisson et al., 2015).

Ягоды являются (богатым источником широкого спектра питательных веществ, включая сахара (глюкоза, фруктоза) макро- и микроэлементы (фосфор, кальций, железо, калий, магний, марганец, натрий и медь) (Malinowska

et al., 2016). Кроме того, железо и марганец являются важными компонентами антиоксидантных ферментов. Ягоды содержат большое количество витаминов А, С и Е, которые действуют как антиоксиданты и могут уменьшить воспалительный процесс (Skrovankova et al., 2015). Черная смородина и ягоды облепихи содержат особенно высокие концентрации витамина С: от 120 до 215 мг на 100 г плодов черной смородины и до 600 мг на 100 г плодов для ягод облепихи (Olas, 2016). Более того, ягоды содержат низкие концентрации липидов, но высокие концентрации пищевых волокон, которые снижают уровень липопротеинов низкой плотности в сыворотке крови. Также, следует отметить, что облепиховое масло (извлекаемое из семян и фруктов) и масло виноградных косточек являются богатыми источниками жирных кислот, в частности ненасыщенных жирных кислот, которые благотворно влияют на сердечно-сосудистые заболевания, нейродегенеративные заболевания и рак (Olas, 2016). Все эти соединения вместе оказывают синергетическое и многофункциональное действие на здоровье человека. Химический состав конкретной ягоды зависит от ряда факторов, таких как сорт, питание растений, время сбора урожая, место произрастания и условия окружающей среды (Skrovankova et al., 2015).

Антоцианы придают синий, фиолетовый и красный цвет многим фруктам, включая ягоды. Однако антоцианы ягод не только отвечают за цвет фруктов, но также могут использоваться в качестве натуральных пигментов для пищевой промышленности (Lee et al., 2015). Вместе с тем, антоцианы, как известно, являются одними из самых мощных природных антиоксидантов. Ягоды являются одним из самых богатых источников антоцианов среди всех фруктов (Olivas-Aquirre et al., 2016) и обнаруживаются они в самых высоких концентрациях в кожуре ягод. Антоцианы состоят из ароматического кольца, связанного с гетероциклическим кольцом, содержащим кислород, которое также связано углерод-углеродной связью с третьим ароматическим кольцом. Их можно разделить на шесть форм в зависимости от наличия гидроксильных и метоксильных замещений в В-кольце: цианидин, мальвидин, пеонидин, петунидин, пеларгонидин, дельфинидин (Wu, 2019).

Широкий спектр других вторичных соединений также присутствует в различных типах ягод и плодов. Клубника, черника и черноплодная рябина являются богатыми источниками флавоно-3-олов, а красная малина и морозника обеспечивают высокий уровень таких дубильных веществ, как эллаготаннины. Кроме того, ягоды являются хорошими источниками таких фенольных кислот, как эллаговая кислота, хлорогеновая кислота и галловая кислота: черника, например, содержит до 2 г/кг хлорогеновой кислоты. Скорость абсорбции варьируется в зависимости от типа кислоты, при этом хлорогеновая кислота абсорбируется плохо, а галловая

кислота абсорбируется быстро. Эллаговая кислота составляет около 50 % от общего количества фенольных соединений в клюкве и малине (Skrovankova et al., 2015). Важно отметить, что и виноград, и красная смородина богаты ресвератролом, который относится к группе стильбенов.

Цель нашей статьи — изучить общее содержание полифенольных веществ, антиоксидантную активность и динамику их изменения в ходе переработки плодово-ягодного сырья, а также изучить физико-химические показатели исследуемого сырья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить технологии производства продуктов переработки ягод (пюре, концентрированный сок, порошок из ягодных выжимок);
- изучить антиоксидантную активность с помощью методов исследования сырья на содержание общего содержания фенольных вещества, флавоноидов, антоцианов, общую силу антиоксидантов по методу FRAP;
- провести анализ полученных данных, сделать вывод.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

В качестве объектов исследований использовали продукты переработки плодово-ягодного сырья: плоды вишни сорта «Десертная Волжская», ягоды черной смородины сорта «Багира», ягоды черноплодной рябины сорта «Арония Мичурина» и ягоды черники сорта «Блукроп» собранные в Самарской области, год сбора — 2023; в виде пюре, концентрированного сока, порошка из сушеных выжимок. В качестве контроля выступали свежие плоды и ягоды.

Методы и инструменты

Пюре получали по стандартной технологии: промывка сырья → бланширование паром в течение 15 мин → протирание ягод и плодов → гомогенизация пюре → стерилизация пюре при 100 °C в течение 2 мин. Концентрированный сок готовят по следующей технологии: промывание ягод и плодов → отжим сока → концентрирование сока при повышенном давлении $6,6 \pm 1,3$ кПа. Жмых получается, как отходы производства концентрированных соков.

Согласно технологической схеме производства порошка из ягод и плодов: свежесобранные ягоды и плоды сортируются по качеству, удаляются гнившие, сморщенные, незрелые и перезрелые образцы, освобождаются от примесей, стеблей. Далее ягоды и плоды промывают проточной водой с температурой 12–15 °C, равномерно распределяют по сетчатым противням и загружают в сушильный шкаф, предварительно нагревают до температуры 55–60 °C, скорость осушающего воздуха 1,5 м/с. Сушат до остаточной влажности 5–8 %, обеспечивая микробиологическую стабильность продукта. После сушки ягоды перемалывают в лабораторной мельнице¹.

Щадящий режим обработки дает возможность сохранить не только естественный вкус, цвет, аромат ягод и плодов, но и ценные термолабильные компоненты (к примеру, витамин C).

Антиоксидантную активность и активность по удалению свободных радикалов определяли несколькими стандартными методами с использованием спектрофотометра. Общее содержание фенолов оценивали с использованием реактива Фолина-Чокалтеу, а содержание флавоноидов определяли методом колориметрического анализа с хлоридом алюминия соответственно.

Для анализа химического состава и определения антиоксидантной активности использовались следующие методы: анализ на общее содержание фенолов, общее содержание флавоноидов и антоцианов, уровень свободных радикалов по методу DPPH, общую силу антиоксидантов по методу FRAP и анализировали антиоксидантную активность в системе линолевой кислоты (Rabeta & Lin, 2015). Количество фенольных веществ в прозрачном растворе устанавливали спектрофотометрически с применением прибора КФК-3-01. Спектр поглощения определяли на длине волны 725 нм в кювете с толщиной слоя жидкости 10 мм. Общее количество фенольных соединений рассчитывается как мг галловой кислоты на 100 г сырья в соответствии с градуировочным графиком. Количество флавоноидов устанавливали спектрофотометрически с применением прибора КФК-3-01. Спектр поглощения регистрировали на длине волны 510 нм в кювете с толщиной слоя жидкости 10 мм. Общее количество флавоноидов определяли в единицах мг катехина на 100 г сырья в соответствии с градуировочным графиком. Общая массовая концентрация антоцианов устанавливается на основе изменения поглощения света с длиной волны 510 нм с изменением кислотности растворов с pH от 1 до 4,4. Метод основан на применении pH-дифференциальной спектрофотометрии. Количество антоцианов выражается в эквивалентных мг цианидин-3-гликозида / 100 мг

¹ Нечаев, А. П., Траубенберг, С. Е., & Кочеткова, А. А. (2003). Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 «Технология продуктов питания». СПб.: ГИОРД.

сырья. Градуировочные графики построены независимо. Аналогичные экспериментальные методы были использованы для построения кривых. Стандарты представляли собой чистые эталонные образцы галловой кислоты, катехин гидрат, железа сернокислого.

Для определения содержания витамина С в выжимках и в концентрированном соке использовали методы по ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С по ГОСТ 34151–2017.

Содержание клетчатки определяли по методу Кюршнера и Ганека. Метод основан на окислении, разрушении и растворении разнообразных соединений, которые входят в состав выжимок и концентрированного сока, смесью из уксусной и азотной кислот. В данном случае клетчатка почти не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Физико-химические показатели такие как массовая доля полиуронидов определялась по ГОСТ 29059–91, степень этерификации пектиновых веществ определяли по ГОСТ 29186–91, содержание сахаров по ГОСТ 8756.13–87, титруемая кислотность по ГОСТ ISO 750–2013.

Полученные данные анализировались с помощью статистических методов: статистическое наблюдение, сводка и группировка материалов статистического наблюдения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе химического состава обнаруживается, что продукты переработки ягод и плодов являются богатым источником витаминов, флавоноидов, органических кислот, белков, минералов и пищевых волокон. В Таблице 1 представлены результаты анализа содер-

Таблица 1

Результаты исследования содержания веществ фенольной природы, антиоксидантной активности свежих ягод и плодов и продуктов их переработки

		Показатели					
Объекты		Общее содержание фенольных веществ, мг галловой кислоты/100 г исходного сырья	Общее содержание флавоноидов, мг катехина/100 г сырья	Общее содержание антоцианов, мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья	Антирадикальная активность по методу DPPH мг/см ³	Восстанавливающая сила по FRAP, моль Fe ²⁺ /1 кг исходного сырья	Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота, % ингибирования окисления линолевой кислоты
Вишня	Ягоды	4,94	2,86	2,039	89,0	6,62	94,7
	Пюре	69,0	46,9	66,8	28,6	428,3	Не обнаружено
	Концентрированный сок	76,7	51,4	110,1	27,5	102,0	7,2
	Выжимки	119,4	36,7	156,3	3,8	237,9	5,8
Смородина	Ягоды	5,62	3,04	2,506	19,0	21,87	96,6
	Пюре	47,9	67,8	21,7	49,5	332,0	64,3
	Концентрированный сок	90,6	53,3	134,4	42,6	26,1	11,6
	Выжимки	297,2	43,8	472,2	6,8	27,0	3,3
Черника	Ягоды	5,90	2,31	3,430	8,0	10,71	61,5
	Пюре	48,0	87,0	23,1	92,5	141,2	97,7
	Концентрированный сок	53,7	49,0	60,2	35,0	136,1	138,4
	Выжимки	117,1	85,7	136,1	1,3	29,4	71,9
Черноплодная рябина	Ягоды	6,62	5,14	1,107	4,2	5,31	94,3
	Пюре	74,3	78,4	72,4	78,6	344,1	90,8
	Концентрированный сок	87,8	75,1	149,7	85,7	284,7	82,1
	Выжимки	133,1	67,0	440,1	9,5	243,3	79,6

жания фенольных веществ, флавоноидов, антоцианов, а также антирадикальная активность и восстанавливающая сила объектов исследования.

Исследовали содержание витамина С и клетчатки в выжатом и концентрированном соке.

В Таблице 2 показаны физико-химические показатели объектов исследования, такие как массовая доля полиуронидов, степень этерификации, содержание сахаров, титруемая кислотность.

В Таблице 3 приведены данные результатов исследования объектов на содержание витамина С и клетчатки.

Таблица 2

Физико-химические показатели свежих ягод и плодов и продуктов их переработки

Объекты		Показатели			
		Содержание сухих веществ, %	Содержание пектиновых веществ, %		Титруемая кислотность Н ⁺ /дм ³
			Массовая доля полиуронидов	Степень этерификации	
Вишня	Ягоды	14,9	1,70	72,70	143
	Пюре	16,3	6,92	88,93	475
	Концентрированный сок	74,6	—	—	750
	Выжимки	—	3,62	35,00	470
Черная смородина	Ягоды	12,0	3,10	72,60	210
	Пюре	12,1	24,15	91,19	225
	Концентрированный сок	83.1	—	—	840
	Выжимки	—	3,88	33.72	250
Черника	Ягоды	51,4	0,40	37,70	390
	Пюре	62,7	2,55	75,90	350
	Концентрированный сок	82,4	—	—	1800
	Выжимки	—	2,80	35,48	260
Черноплодная рябина	Ягоды	37,8	2,00	71,40	345
	Пюре	45,3	1,05	90,00	350
	Концентрированный сок	81,5	—	—	800
	Выжимки	—	3,72	39,04	240

Таблица 3

Результаты исследования выжимок и концентрированного сока на содержание витамина С и клетчатки

Объекты		Показатели	
		Содержание витамина С, %	Содержание клетчатки, %
Вишня	Выжимки	6,56	2,42
	Концентрированный сок	10,17	-
Черная смородина	Выжимки	16,20	5,94
	Концентрированный сок	22,57	-
Черноплодная рябина	Выжимки	6,41	2,50
	Концентрированный сок	8,70	-
Черника	Выжимки	18,25	1,19
	Концентрированный сок	25,30	-

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что проведение предварительной обработки плодов и ягод усиливает антиоксидантные свойства продуктов переработки по сравнению с контролем: степень ингибирования ДиЗППН-радикала увеличивается в абсолютном выражении в среднем в 30 раз, а общее количество фенольных веществ в среднем на 150 %.

На содержание антоцианов существенное влияние оказывает температурный режим и длительность обработки сырья. Выявлена закономерность, что при длительном воздействии низкотемпературной обработки при 55–60 °С снижение термолабильных веществ — антоцианов значительно меньше, чем при воздействии кратковременной и высокотемпературной обработки плодов и ягод, прошедших максимальное количество механических воздействий. При оценке антиоксидантной активности, определяемой при помощи определения уровня свободных радикалов по методу FRAP, анализируемые объекты распределились в следующем порядке убывания: выжимки, концентрированный сок, пюре, свежие ягоды.

При оценке антиоксидантной активности в системе линолевая кислота анализируемые объекты распределились в следующем порядке убывания: свежие плоды и ягоды, концентрированный сок, пюре, выжимки. По сравнению результатов анализа с предыдущими работами Ворониной М.С. и Макаровой Н.В. (2015) установлено, что порошок из сушеных выжимок плодов ягод обладает наибольшей антирадикальной силой,

следовательно, скорость реакции взаимодействия его антиоксидантов со свободными радикалами выше, по сравнению с остальными плодово-ягодными полуфабрикатами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня самым распространенным соком в пищевой промышленности является концентрированный сок, который производится при переработке ягод, в меньшей степени производят пюре из ягод и плодов, а вот жмых практически не используется. Результаты исследований, представленные в статье, показывают, что жмых является многообещающим источником антиоксидантов.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Ращупкина О. Ю.: отслеживание воспроизводимости результатов/экспериментов, подготовка и создание рукописи, её комментирование или пересмотр, включая этапы до или после публикации рукописи.

Воронина М. С.: научное руководство исследованием, подготовка и создание черновика рукописи.

Гуляева А. Н.: концептуализация, разработка методологии исследования, курирование данных.

Каткасова В. Г.: проведение исследовательского процесса, в частности, проведение экспериментов.

Щанькина Т. С.: проведение исследовательского процесса, в частности, проведение экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCE

Алексеевко, Е. В. (2013). *Инновационные технологии переработки ягодного сырья: научные и прикладные аспекты. Doctor Thesis.* Москва.

Alekseenko, E. V. (2013). *Innovative technologies for processing berry raw materials: scientific and applied aspects. Doctor Thesis.* Moscow. (In Russ.)

Воронина, М. С., & Макарова, Н. В. (2015). Продукты переработки ягод как перспективные источники антиоксидантов. В *Актуальные проблемы и пути их решения в производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции* (с. 24–27). Ставрополь.

Voronina, M. S., & Makarova, N. V. (2015). Berry processing products as promising sources of antioxidants. In *Current*

problems and ways to solve them in the production, storage and processing of agricultural products (p. 24–27). Stavropol. (In Russ.)

Гуляева, А. Н., Воронина, М. С., & Макарова, Н. В. (2020). Влияние продолжительности хранения на химический состав и антиоксидантную активность кондитерского крема с добавкой фруктово-ягодных соков. *Известия Вузов «Пищевые технологии»*, 377–378 (5–6), 25–28. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.5-6.5>

Gulyaeva, A. N., Voronina, M. S., & Makarova, N. V. (2020). The effect of storage duration on the chemical composition and antioxidant activity of the confectionery cream with the addition of fruit and berry juices. *News of Universities 'Food*

- Technologies'*, 377–378 (5–6), 25–28. <https://doi.org/10.26297/0579–3009.2020.5–6.5> (In Russ.)
- Донченко, Г. В., Кричковская, Л. В., Чернышов, С. И., Никитченко, Ю. В., & Жуков, В. И. (2011). *Природные антиоксиданты (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты). Модель Вселенной*. Donchenko, G. V., Krichkovskaya, L. V., Chernyshov, S. I., Nikitchenko, Yu. V., & Zhukov, V. I. (2011). *Natural antioxidants (biotechnological, biological and medical aspects). Model of the Universe*. (In Russ.)
- Жилова, Р. М. (2006). *Разработка технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий профилактического назначения с использованием продуктов переработки дикорастущих ежевики* [Кандидатская диссертация, Санкт-Петербургский торгово-экономический институт, Санкт-Петербург, Россия]. Zhilova, R. M. (2006). *Development of technology of bakery and flour confectionery products for preventive purposes using products of wild blackberry processing. Candidate Dissertation. Saint-Petersburg*. (In Russ.)
- Корячкина, С. Я., Березина, Н. А., & Гончарова, Ю. В. (2011). *Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий*. ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК». Koryachkina, S. Ya., Berezina, N. A., & Goncharova, Yu. V. (2011). *Innovative technologies of bakery, pasta and confectionery. State University – UNPK*. (In Russ.)
- Костюк, В. А., & Потапович, А. И. (2015). Структура, классификация и фармакологические свойства природных полифенольных антиоксидантов. В *Свободные радикалы в жизни химии* (с. 14–16). Минск. Kostyuk, V. A., & Potapovich, A. I. (2015). *Structure, classification and pharmacological properties of natural polyphenolic antioxidants. In Free radicals in the life of chemistry* (pp. 14–16). Minsk. (In Russ.)
- Литвинова, Е. В., Большакова, Л. С., & Орещенко, Ф. В. (2003). Эмульсионные продукты с антимутагенными свойствами. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (5), 81. Litvinova, E. V., Bolshakova, L. S., & Orechenko, F. V. (2003). *Emulsion products with antimutagenic properties. Storage and Processing of Farm Products*, (5), 81. (In Russ.)
- Макарова, Н. В. (2013). *Современные аспекты научных исследований антиоксидантных свойств цитрусовых фруктов, ягод и косточковых плодов*. Самарский государственный технический университет. Makarova, N. V. (2013). *Modern aspects of scientific research of antioxidant properties of citrus fruits, berries and bone fruits. Samara State Technical University*. (In Russ.)
- Перфилова, О. В., Баранов, Б. А., & Скрипников, Ю. Г. (2009). Фруктовые и овощные порошки из выжимок в кондитерском производстве. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (9), 52–54. Perfilova, O. V., Baranov, B. A., & Skripnikov, Yu. G. (2009). *Fruit and vegetable squeezes of squeezes in confectionery production. Storage and Processing of Farm Products*, (9), 52–54. (In Russ.)
- Поморцева, Т. И. (2003). *Технология хранения и переработки плодовоовощной продукции*. Академия. Pomortseva, T. I. (2003). *Technology for storage and processing of fruit and vegetable products. Academy*. (In Russ.)
- Скорикова, Ю. Г. (1973). *Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов*. Издательство «Пищевая промышленность». Skorikova, Yu. G. (1973). *Polyphenols of fruits and berries and the formation of the color of products. Publishing House 'Food Industry'* (In Russ.)
- Anwar, H., Ghulam, H., & Imtiaz M. (2018). Antioxidant from natural sources. In E. Shalaby and G. M. Azzam (Eds.) *Antioxidant in foods and its applications* (pp. 3–28). IntechOpen.
- Bisson, J., McAlpine, J. B., Friesen, J. B., Chen, S. N., Graham, J., & Pauli, G. F. (2015). Can invalid bioactive undermine natural product-based drug discover? *Journal of Medicinal Chemistry*, 59, 1671–1690. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.5b01009>
- Lee, S. G., Vance, T. M., Nam, T. G., Kim, D. O., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2015). Contribution of anthocyanin composition to total antioxidant capacity of berries. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70, 427–432. <https://doi.org/10.1007/s11130–015-0514–5>
- Malinowska, J., Oleszek, W., Stochmal, A., & Olas, B. (2013). The polyphenol-rich extracts from black chokeberry and grape seeds impair changes in the platelet adhesion and aggregation induced by a model of hyperhomocysteinemia. *European Journal of Nutrition*, 52, 1049–1057. <https://doi.org/10.1007/s00394–012-0411–8>
- Meitha, K., Pramesti, Y., & Suhandono, S. (2020). Reactive oxygen species and antioxidants in postharvest vegetables and fruits. *International Journal of Food Science*, 2020, 15.
- Olas, B. (2018). Berry phenolic antioxidants – implications for human health? *Frontiers in Pharmacology*, 9, 78. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00078>
- Olas, B., Kontek, B., Malinowska, P., Zuchowski, J., & Stochmal, A. (2016). Hippophae rhamnoides L. fruits reduce the oxidative stress in human blood platelets and plasma. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 4692486. <https://doi.org/10.1155/2016/4692486>
- Olivas-Aguirre, F. J., Rodrigo-García, J., Martínez-Ruiz, N. D., Cárdenas-Robles, A. I., Mendoza-Díaz, S. O., Álvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G. A., de la Rosa, L. A., Ramos-Jiménez, A., & Wall-Medrano, A. (2016). Cyanidin-3-O-glucoside: Physical-Chemistry, Foodomics and Health Effects. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 21(9), 1264. <https://doi.org/10.3390/molecules21091264>

- Rabeta, M. S., & Lin, S. P. (2015). Effects of different drying methods on the antioxidant activities of leaves and berries of *Cayratia trifolia*. *Sains Malaysiana*, 44(2), 275–280.
- Singh, J., & Basu, P. S. (2012). Non-nutritive bioactive compounds in pulses and their impact on human health: An overview. *Food Science & Nutrition*, 3, 1664–1672. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.312218>.
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 24673–24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Sun, T., Powers, J. R., & Tang, J. (2017). Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices. *Food Chemistry*, 105(1), 101–106.
- Swallah, M. S., Sun, H., Affoh, R., Fu, H., & Yu, H. (2020). Antioxidant Potential Overviews of Secondary Metabolites (Polyphenols) in Fruits. *International journal of food science*, 2020, 9081686. <https://doi.org/10.1155/2020/9081686>
- Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y. I., & Annie Ho, J. A. (2019). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(5), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>