

Научная статья

УДК 641.5

DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-2-321-329>



Исследование антиоксидантных показателей ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области

Ольга Викторовна Чугунова*, Антон Владимирович Вяткин*, Владислав Михайлович Тиунов*, Елена Михайловна Чеботок**

*Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Свердловская селекционная станция садоводства – структурное подразделение
Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Вяткин Антон Владимирович, 3dognight2009@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования 9 сортов ягод красной смородины, районированных в Свердловской области. В результате исследований антиоксидантных показателей наибольшие значения (ммоль/дм³экв) продемонстрировал сорт Эпсилон – 13,772±0,275, сорт Ильинка – 12,826±0,257, а также сорт Лучезарная – 11,933±0,239. Наименьшее значение исследуемого показателя отмечается у сорта позднего срока созревания Дзета – 6,428±0,129 ммоль/дм³экв. При этом наибольшее содержание флавоноидов наблюдается в таких сортах ягод красной смородины (мг/100 г съедобной части, сорт), как Эпсилон – 50,3±0,9; Бета – 44,2±0,9; Огни Урала – 45,7±0,9 и Дзета – 17,3±0,3, а наименьшее значение у сорта Лучезарная – 16,1±0,3; наибольшее содержание антоцианов свойственно таким сортам ягод красной смородины, как (мг цианидин-3-гликозида/100 г съедобной части) Капиталина – 29,1±0,6; Ильинка – 38,1±0,7 и Лучезарная – 41,2±0,8, а наименьшее значение характерно для сорта среднего срока созревания Алая Зорька – 11,9±0,2. Наибольшее содержание фенольных веществ (мг галловой кислоты/100 г съедобной части) наблюдается у таких сортов, как Капиталина – 212,9±4,3, Ильинка – 235,1±4,7 и Лучезарная – 168,3±3,3, а наименьшее значение у сорта Бета – 114,1±2,3. Кроме того, были исследованы следующие потребительские характеристики ягод: содержание общих и редуцирующих сахаров, а также кислотность. Полученные данные позволят более корректно рассчитывать пищевую ценность рационов и обоснованно выбирать тот или иной сорт при диетической коррекции рациона с целью повышения общей антиоксидантной активности.

Ключевые слова: плодово-ягодное сырье, антиоксидантная активность, пищевые системы, переработка и хранение

Для цитирования: Чугунова О. В., Вяткин А. В., Тиунов В. М., Чеботок Е. М. Исследование антиоксидантных показателей ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2022. Т. 12. N 2. С. 321–329. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-2-321-329>.

Antioxidant indices of red currant cultivars grown in the Sverdlovsk Oblast

Olga V. Chugunova*, Anton V. Vyatkin*,
Vladislav M. Tiunov*, Elena M. Chebotok**

*Ural State Economic University, Ekaterinburg, Russian Federation

**Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, UrB of RAS, Ekaterinburg, Russian Federation

Corresponding author: Anton V. Vyatkin, 3dognight2009@mail.ru

Abstract. In this work, nine varieties of red currant cultivars, recognized for use in the Sverdlovsk Oblast, were studied. According to the conducted analysis, the Epsilon cultivar demonstrated the highest antioxidant indicators ($\text{mmol/dm}^3\text{eq}$) of 13.772 ± 0.275 . For comparison, the Ilyinka and Luhezarnaya cultivars showed the values of 12.826 ± 0.257 and 11.933 ± 0.239 , respectively. The late ripening cultivar Zeta showed the lowest antioxidant value of $6.428 \pm 0.129 \text{ mmol/dm}^3\text{eq}$. At the same time, the highest content of flavonoids was characteristic of such red currant cultivars ($\text{mg}/100 \text{ g}$ of edible part, variety) as Epsilon – 50.3 ± 0.9 , Beta – 44.2 ± 0.9 , Ogni Urala – 45.7 ± 0.9 and Zeta – 17.3 ± 0.3 , while the Lychezarnaya cultivar showed the lowest value of 16.1 ± 0.3 . In terms of anthocyanins, the highest values (mg of cyanidin-3-glycoside/ 100 g of edible part) were observed in the Kapitalina, Ilyinka and Lychezarnaya cultivars, equalling 29.1 ± 0.6 , 38.1 ± 0.7 and 41.2 ± 0.8 , respectively. The average ripening cultivar Alaya Zorka showed the lowest anthocyanin value of 11.9 ± 0.2 . The Kapitalina, Ilyinka and Luhezarnaya cultivars demonstrated the highest amounts of phenolic substances (mg of gallic acid/ 100 g of edible part) of 212.9 ± 4.3 , 235.1 ± 4.7 and 168.3 ± 3.3 , respectively. In terms of this indicator, the Beta cultivar showed the lowest value of 114.1 ± 2.3 . The consumer characteristics of the cultivars were studied, including their acidity, as well as the content of total and reducing sugars. The obtained results can be used when selecting dietary supplements based on red currant berries and determining the nutritional value of diets in order to increase their overall antioxidant activity.

Keywords: fruit and berry raw materials, antioxidant activity, food systems, processing and storage

For citation: Chugunova O. V., Vyatkin A. V., Tiunov V. M., Chebotok E. M. Antioxidant indices of red currant cultivars grown in the Sverdlovsk Oblast. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2022;12(2):321-329. (In Russian). <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2022-12-2-321-329>.

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдаемый сегодня отечественными и зарубежными специалистами [1–3] дефицит важнейших биологически активных веществ, усугубляемый тяжелыми условиями экологической обстановки в Свердловской области, обуславливает необходимость изменения культуры питания населения, а именно увеличение в рационе доли потребления плодов, ягод, а также продуктов их переработки, являющихся ценным источником многих биологически активных компонентов пищевых систем, таких как витамины, антиоксиданты, макро- и микроэлементы [4, 5]. Ввиду чего особую значимость приобретает снижение негативного воздействия агрессивных факторов окружающей среды, а также поддержание и сохранение здоровья населения, связанное с разработкой и внедрением в производство пищевых систем профилактического действия, обладающих широким спектром биологически активных веществ [6, 7].

Для обеспечения полноценного питания населения, связанного с производством и ис-

пользованием природных эссенциальных микронутриентов плодово-ягодного сырья, необходимо развитие садоводства – одной из наиболее значимых и перспективных отраслей агропромышленного комплекса Российской Федерации, а также рациональное использование и переработка плодов и ягод с целью максимального сохранения содержащихся в них различных полезных веществ. Кроме того, необходимо рациональное использование региональных природно-сырьевых ресурсов, способствующее расширению спектра источников природных биологически активных соединений, а также ассортимента продуктов питания с повышенной функциональной ценностью.

Важно отметить тот факт, что отечественными и зарубежными учеными постоянно проводятся исследования по выведению новых сортов красной смородины, изучению их пищевой ценности и пригодности к переработке, несмотря на то, что для промышленного сбора и переработки, а также реализации в торговой сети используются сортосмеси, а не отдельные помологиче-

ские сорта, что не позволяет полностью реализовать потенциал данной культуры для производства плодово-ягодной продукции, напитков и кондитерских изделий. Перспективностью использования красной смородины обуславливается такими факторами, как обильная ежегодная урожайность, нетребовательность в уходе, а также пищевая и физиологическая ценность, связанная с высоким содержанием биологически активных веществ различной природы, среди которых особо можно выделить макро- и микроэлементы (содержание мг/100 г: Na – 19,2±0,6; K – 316±43; Ca – 41,9±1,9; Mg – 25,4±0,8; Fe – 0,74±0,05; Cu – 0,07±0,01) [1], пищевые волокна (содержание, мг/100 г: нерастворимые – 2,02±0,08; растворимые – 1,47±0,08) [1] и витамины (витамин С, мг/100 г съедобной части – 34,89±3,71; витамин В₁, мг/100 г съедобной части – 0,030±0,003; витамин В₂, мг/100 г съедобной части – 0,030±0,003; витамин Е, мг ТЭ/100 г съедобной части – 1,9±0,2) [4, 8].

Целью работы является исследование общей антиоксидантной активности 9 районированных в Свердловской области сортов красной смородины, исследование содержания отдельных веществ антиоксидантов, а также изучение таких потребительских характеристик, как содержание сахаров и кислотность.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследуемые ягоды красной смородины (лат. *Ribes rubrum*) 9 сортов, районированных в Свердловской области, урожая 2021 года представлены структурным подразделением Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН (УрФАНИЦ УрО РАН) Свердловской селекционной станцией садоводства. Описание данных сортов красной смородины представлено в таблице, включая массу плодов, значения плодоношения, дегуста-

ционную оценку и сроки созревания.

В работе использовались стандартные и общепринятые методы исследования:

- отбор проб проводили по ГОСТ 31339-2006;
- определение массовой доли сухих веществ – по ГОСТ 28561-90;
- определение массовой доли редуцирующих сахаров – по ГОСТ 8756.13-87;
- определение кислотности – по ГОСТ 6687.4-86.

При всем многообразии доступных методик определения суммарного значения антиоксидантной активности большая часть из них не стандартизирована, а результаты измерений, полученные с помощью разных методик, не являются коррелирующимися между собой [9–12]. При этом использование полученных значений суммарной антиоксидантной активности с помощью какой-либо одной методики для сопоставления и ранжирования относительной ценности однотипных продуктов является оправданным, так как в данном случае значения антиоксидантной активности выступают в роли показателя качества продукции. Общая антиоксидантная активность исследуемых ягод красной смородины осуществлялась методом инверсионной потенциометрии, в основе которой лежит химическое взаимодействие антиоксидантов с медиаторной системой $K_3[Fe(CN_6)]/K_4[Fe(CN_6)]$, которое приводило к изменению ее окислительно-восстановительного потенциала. Метод инверсионной потенциометрии удобен в исполнении, не требует значительных временных и финансовых затрат на необходимое оборудование [3].

В качестве средств измерения использовался многофункциональный потенциометрический анализатор МПА-1 (НПВП «Ива», Россия). Рабочим электродом служил платиновый планарный электрод (НПВП «Ива», Россия), электрод сравнения – стандартный хлорсеребряный.

Описание исследуемых сортов красной смородины разных сроков созревания

Description of the studied red currant varieties of different ripening periods

Наименование сорта	Масса плода, г	Плодоношение, кг/куст		Дегустационная оценка, балл	Срок созревания
		min	max		
Бета	0,9–1,8	3,6	8,4	4,8	Ранний
Йота	0,8–1,7	4,2	7,0	5,0	Ранний
Капиталина	0,9–1,5	4,0	4,7	4,9	Ранний
Эпсилон	0,8–1,3	3,7	4,4	4,9	Среднеранний
Алая зорька	0,6–1,0	1,8	5,0	4,5	Средний
Ильинка	0,8–1,6	3,4	5,0	5,0	Средний
Огни Урала	0,5–1,0	3,7	6,4	4,5	Средний
Лучезарная	0,6–1,4	3,5	9,0	4,8	Среднепоздний
Дзета	0,7–1,1	3,3	4,5	4,8	Поздний

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам проведенных исследований (рис. 1) наибольшие значения антиоксидантной активности имеют следующие сорта, ммоль/дм³ экв: ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Эпсилон (13,772±0,275); средних сроков со-

зревания – сорт Ильинка (12,826±0,257); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Лучезарная (11,933±0,239); наименьшее значение исследуемого показателя наблюдается у сорта позднего срока созревания Дзета (6,428±0,129).

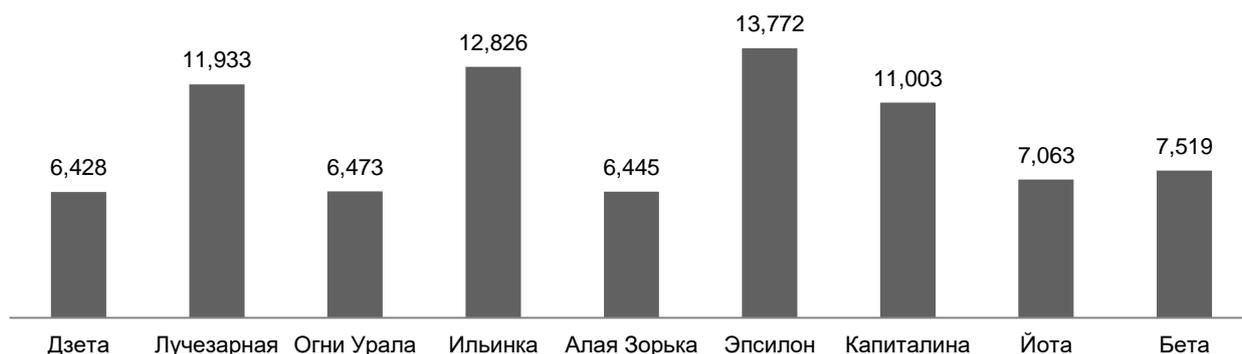


Рис. 1. Результаты исследования антиоксидантной активности у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, ммоль/дм³экв

Fig. 1. Antioxidant activity in red currant berries of varieties released in Sverdlovsk region, mmol/dm³eq

Полученные значения наглядно демонстрируют, что содержание антиоксидантов в исследуемых сортах красной смородины является значительным и составляет от 20,1 до 43,0% от рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (значения АОА аскорбиновой кислоты – $32,024 \pm 0,350$ ммоль-экв/дм³). Наиболее перспективными можно назвать такие сорта, как Эпсилон, Ильинка и Лучезарная. Значительное содержание антиоксидантов в ягодах красной смородины подтверждается проведенными исследованиями как отечественных [8], так и зарубежных [13, 14] авторов.

Согласно полученным данным (рис. 2), наибольшее содержание флавоноидов наблюдается в следующих сортах ягод красной смородины, мг/100 г съедобной части: ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Эпсилон ($50,3 \pm 0,9$) и Бета ($44,2 \pm 0,9$); средних сроков созревания – сорт Огни Урала ($45,7 \pm 0,9$); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт

Дзета ($17,3 \pm 0,3$); наименьшее значение характерно для сорта среднепозднего срока созревания Лучезарная ($16,1 \pm 0,3$). Полученные данные о содержании флавоноидов в ягодах красной смородины подтверждаются проведенными исследованиями отечественных [4] и зарубежных [15, 16] авторов.

На основании полученных данных (рис. 3) можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание фенольных веществ свойственно сортам ягод красной смородины (мг галловой кислоты/100 г съедобной части) ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Капиталина ($212,9 \pm 4,3$); средних сроков созревания – сорт Ильинка ($235,1 \pm 4,7$); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Лучезарная ($168,3 \pm 3,3$); наименьшее значение имеет сорт среднего срока созревания Бета ($114,1 \pm 2,3$). Полученные сведения о содержании фенольных веществ в ягодах красной смородины подкрепляются исследованиями отечественных [4] и зарубежных [17, 18] ученых.

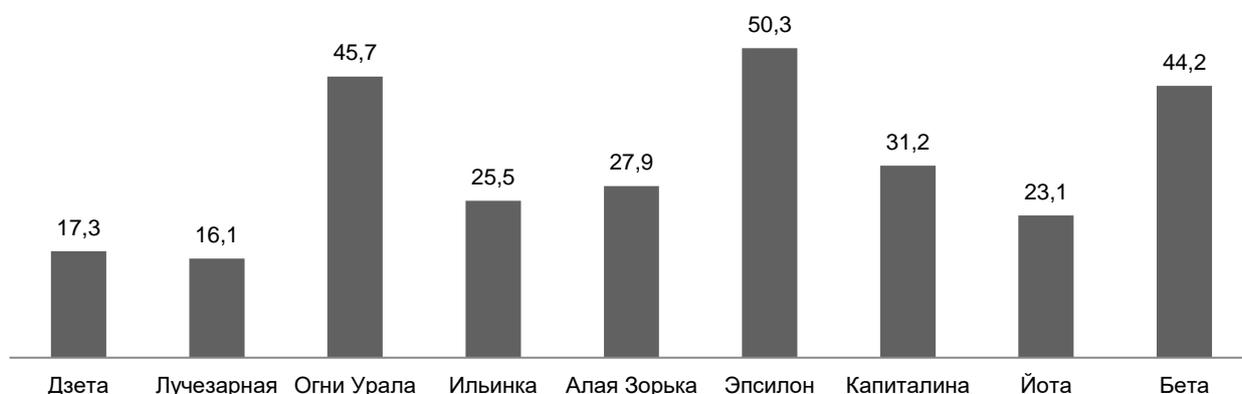


Рис. 2. Результаты исследования содержания флавоноидов у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, мг/100 г съедобной части

Fig. 2. Flavonoid content in red currant varieties released in Sverdlovsk region, mg/100 g of the edible part

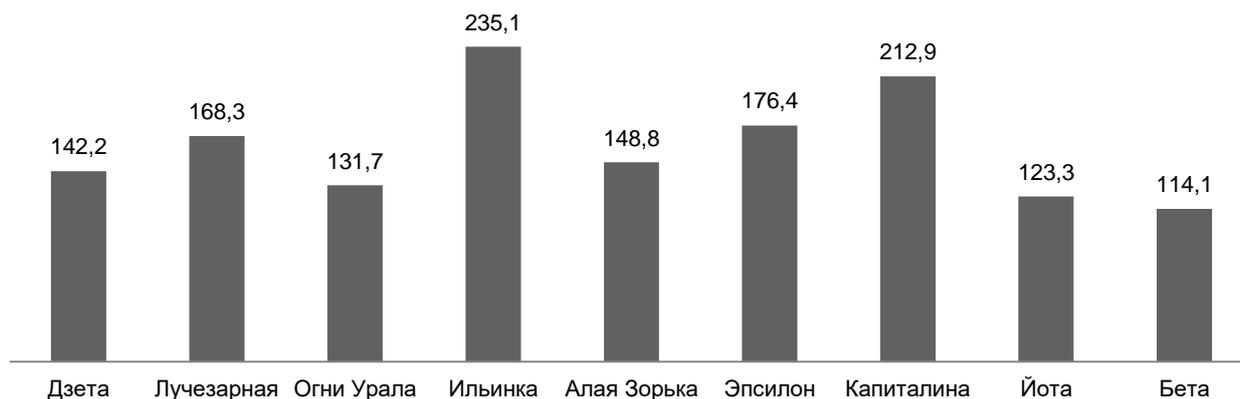


Рис. 3. Результаты исследования содержания фенолов у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, мг галловой кислоты/100 г съедобной части

Fig. 3. Phenols content in red currant varieties released in Sverdlovsk region, mg of gallic acid/100 g of edible part

По результатам исследований (рис. 4) наибольшее содержание антоцианов наблюдается в следующих сортах ягод красной смородины, мг цианидин-3-гликозида/100 г съедобной части: ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Капиталина ($29,1 \pm 0,6$); средних сроков созревания – сорт Ильинка ($38,1 \pm 0,7$); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Лучезарная ($41,2 \pm 0,8$); наименьшее значение характерно для сорта среднего срока созревания Алая Зорька ($11,9 \pm 0,2$). Полученные данные о содержании антоцианов в ягодах красной смородины находят подтверждение в работах отечественных [4, 8] и зарубежных [19] исследователей.

Исходя из результатов исследований содержания общих сахаров (рис. 5) в ягодах красной смородины, можно утверждать, что наибольшее количество присуще сортам ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Бета и Эпсилон (15,81%); средних сроков созревания – сорт Ильинка (14,59%); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Дзета (11,55%); наименьшее значение исследуемого показателя наблю-

дается у сорта Алая Зорька (9,73%). При этом наибольшее содержание редуцирующих сахаров продемонстрировали следующие сорта, %: ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Бета (11,84); средних сроков созревания – сорт Ильинка (12,48); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Лучезарная (6,08); наименьшее значение исследуемого показателя у сорта Дзета (5,76).

Полученные значения наглядно демонстрируют, что содержание редуцирующих и общих сахаров в исследуемых сортах ягод красной смородины различается в зависимости от сорта. Наибольшим содержанием общих и редуцирующих сахаров можно охарактеризовать такие сорта красной смородины, как Бета, Капиталина и Эпсилон, которые целесообразно использовать для приготовления кондитерских блюд и изделий. Наименьшим содержанием характеризуются сорта Дзета, Лучезарная, и особенно выделяется сорт Алая Зорька, что обуславливает возможность их потребления при диетологической коррекции рациона здоровых и больных людей.

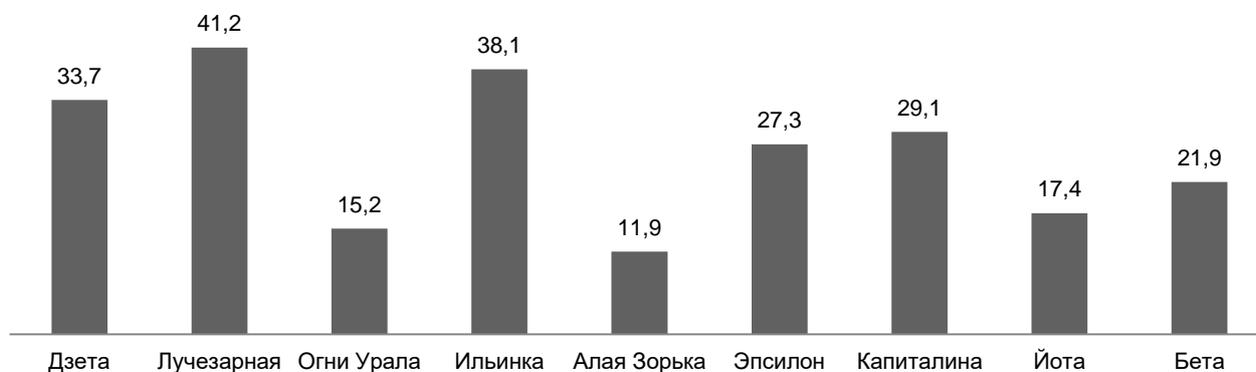


Рис. 4. Результаты исследования содержания антоцианов у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, мг цианидин-3-гликозида/100 г съедобной части

Fig. 4. Anthocyanins content in red currant varieties released in Sverdlovsk region, mg cyanidin-3-glycoside/100 g of edible part

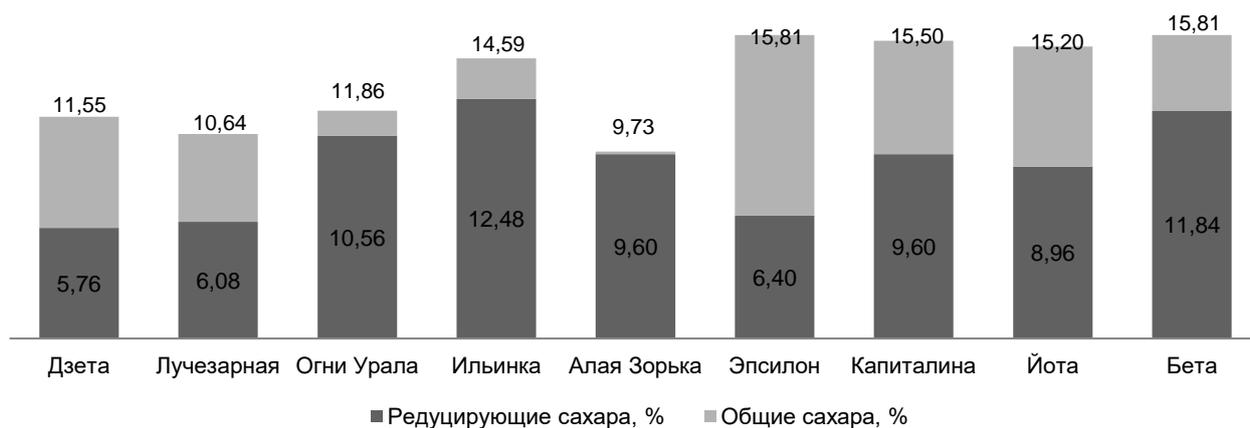


Рис. 5. Результаты исследования содержания сахаров у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, %

Fig. 5. Sugar content in red currant varieties released in Sverdlovsk region, %

Кроме того, были проведены исследования показателей кислотности. Так, согласно результатам исследования (рис. 6), наибольшая кислотность по срокам созревания характерна для ранних и среднеранних сроков созревания – сорт Бета (31,75 °Т);

средних сроков созревания – сорт Алая Зорька (29,25 °Т); среднепоздних и поздних сроков созревания – сорт Дзета (31,25 °Т); наименьшее значение исследуемого показателя наблюдается у сорта Ильинка (25,00 °Т).

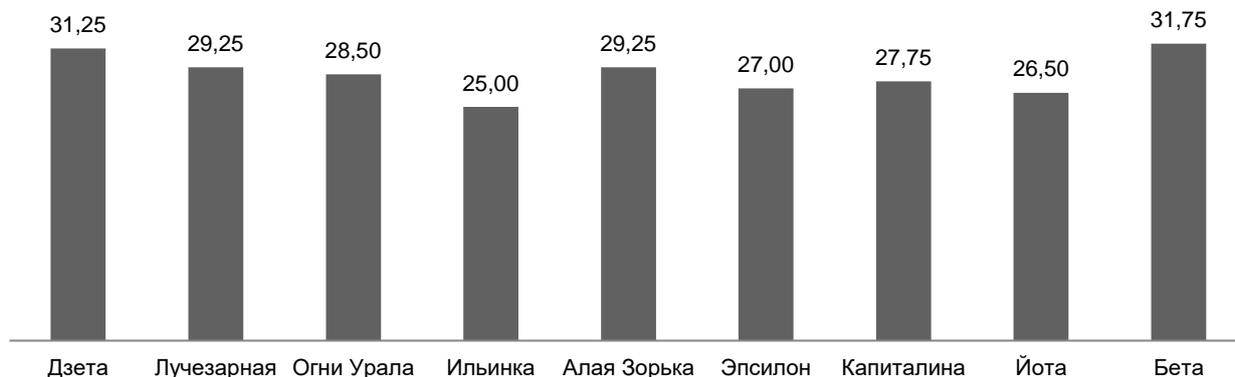


Рис. 6. Результаты исследования кислотности у ягод красной смородины сортов, районированных в Свердловской области, °Т

Fig. 6. Acidity in red currant berries of varieties released in Sverdlovsk region, °Т

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования предоставленного структурным подразделением УрФАНИЦ УрО РАН Свердловской селекционной станцией садоводства 9 сортов ягод красной смородины разных сроков созревания, районированных в Свердловской области, получены новые данные по общей антиоксидантной активности ягод, по содержанию флавоноидов, фенолов и антоцианов, а также значению кислотности и содержанию редуцирующих и общих сахаров. Полученные сведения позволяют более корректно рассчитывать пищевую ценность рационов и обоснованно выбирать тот или иной сорт при диетиче-

ской коррекции рациона с целью повышения общей антиоксидантной активности.

По совокупности определенных показателей среди лидирующих сортов красной смородины можно выделить сорта Эпсилон, Ильинка и Лучезарная, что составляет от 20,1 до 43,0% от рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (значения АОА аскорбиновой кислоты – $32,024 \pm 0,350$ ммоль-экв/дм³) и обеспечивает возможность использовать ягоды красной смородины в качестве компонента-антиоксиданта в составе пищевых систем, направленных на снижение негативного воздействия окислительного стресса на организм человека.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акимов М. Ю., Макаров В. Н., Жбанова Е. В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. N 2. С. 56–60. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10214>.
2. Горбунова Н. В., Евтеев А. В., Банникова А. В., Решетник Е. И. Перспективы использования продуктов комплексной переработки растениеводства в качестве источников получения антиоксидантов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. N 2. С. 120–126.
3. Puganen A., Kallio H. P., Schaich K. M., Suomela J.-P., Yang B. Red/green currant and sea buckthorn berry press residues as potential sources of antioxidants for food use // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2018. Vol. 66, no. 13. P. 3426–3434. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00177>.
4. Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М., Эллер К. И., Вржесинская О. А., Бекетова Н. А. [и др.]. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89. N 4. С. 220–232. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>.
5. Почичкая И. М., Комарова Н. В., Коваленко Е. И. Исследование антиоксидантной активности и минерального состава ягодного сырья // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2017. N 1. С. 68–75.
6. Чугунова О. В., Заворохина Н. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2019. N 11. С. 59–64. https://doi.org/10.32417/article_5всв861у8у0053.57240026.
7. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И., Немзер Б. В. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность. Влияние потребления ягод на здоровье человека // Аналитика. 2019. Т. 9. N 3. С. 222–231.
8. Макарова Н. В., Дмитриева А. Н., Мусифуллина Э. В., Стрюкова А. Д., Соболев Г. И., Антипенко М. И. [и др.]. Ягоды – исходное сырье с антиоксидантными свойствами // Пищевая промышленность. 2013. N 4. С. 25–27.
9. Вяткин А. В., Пастушкова Е. В., Феофилактова О. В. Обзор методов определения общей антиоксидантной активности // Современная наука и инновации. 2018. N 1. С. 58–66.
10. Галсанова И. Ц. Методы определения антиоксидантной активности // Актуальные вопросы фармацевтических и естественных наук: Всероссийская студенческая научно-практическая конференция с международным участием (г. Иркутск, 17–21 мая 2021 г.). Иркутск: ИГМУ, 2021. С. 133–136.
11. Тарасов А. В., Чугунова О. В., Стожко Н. Ю. Потенциометрическая сенсорная система на основе модифицированных толстопленочных электродов для определения антиоксидантной активности напитков // Индустрия питания. 2020. Т. 5. N 3. С. 85–96. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-3-10>.
12. Тринеева О. В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического происхождения в фармации (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. N 4. С. 180–197.
13. Jara-Palacios M. J., Santisteban A., Gordillo B., Hernanz D., Heredia F. J., Escudero-Gilete M. L. Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as source of antioxidants and pigments // European Food Research and Technology. 2019. Vol. 245. P. 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3135-z>.
14. Orsavová J., Hlaváčová I., Mlček J., Šnopek L., Mišurcová L. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits // Food Chemistry. 2019. Vol. 284. P. 323–333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.072>.
15. Ersoy N., Kupe M., Gundogdu M., İlhan G., Ercisli S. Phytochemical and antioxidant diversity in fruits of currant (*Ribes* spp.) // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2018. Vol. 46, no. 2. P. 381–387. <https://doi.org/10.15835/nbha46211103>.
16. Laczkó-Zöld E., Komlósi A., Ülkei T., Fogarasi E., Croitoru M., Fülöp I., et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity // Acta Biologica Hungarica. 2018. Vol. 69. N 2. P. 156–169. <https://doi.org/10.1556/018.69.2018.2.5>.
17. Cömert E. D., Mogol B. A., Gökmen V. Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables // Current Research in Food Science. 2020. Vol. 2. P. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2019.11.001>.
18. Pantelidis G. E., Vasilakakis M., Manganaris G. A., Diamantidis G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries // Food Chemistry. 2007. Vol. 102, no. 3. P. 777–783. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>.
19. Zorzi M., Gai F., Medana C., Aigotti R., Morrello S., Peiretti P. G. Bioactive compounds and antioxidant capacity of small berries // Foods. 2020. Vol. 9, no. 5. P. 623–625. <https://doi.org/10.3390/foods9050623>.

REFERENCES

1. Akimov M. Yu., Makarov V. N., Zhanova E. V. Role of fruits and berries in providing human with vital biologically active substances. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and*

- Technology in Agro-Industrial Complex*. 2019; 33(2):56-60. (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10214>.
- Gorbunova N. V., Evteev A. V., Bannikova A. V., Reshetnik E. I. Prospects of using complex processing products of crop production as sources of obtaining antioxidants. *Dal'nevostochnyi Agarnyi Vestnik*. 2017;(2):120-126. (In Russian).
 - Puganen A., Kallio H. P., Schaich K. M., Suomela J.-P., Yang B. Red/green currant and sea buckthorn berry press residues as potential sources of antioxidants for food use. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66(13):3426-3434. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00177>.
 - Akimov M. Yu., Bessonov V. V., Kodentsova V. M., Eller K. I., Vrzhesinskaya O. A., Beketova N. A., et al. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2020;89(4):220-232. (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>.
 - Pochitskaja I. M., Komarova N. V., Kovalenko E. I. Study of antioxidant activity and mineral composition of berry raw material. *Food Industry: Science and Technology*. 2017;(1):68-75. (In Russian).
 - Chugunova O. V., Zavorokhina N. V., Vyatkin A. V. The research of antioxidant activity and its changes during storage of fruit and berry raw materials of the Sverdlovsk region. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;11:59-64. https://doi.org/10.32417/article_5всв861у8у0053.57240026.
 - Yashin A. Ya., Vedenin A. N., Yashin Ya. I., Nemzer B. V. Berries: chemical composition, antioxidant activity. The impact of berry consumption on human health. *Analitika = Analytics*. 2019;9(3):222-231. (In Russian).
 - Makarova N. V., Dmitrieva A. N., Musifullina E. V., Stryukova A. D., Sobolev G. I., Antipenko M. I., et al. Berries – raw materials with antioxidant properties. *Pishhevaya promyshlennost' = Food Industry*. 2013;(4):25-27. (In Russian).
 - Vyatkin A. V., Pastushkova E. V., Feofilaktova O. V. The review of methods for antioxidant activity determination. *Sovremennaya nauka i innovatsii*. 2018;(1):58-66. (In Russian).
 - Galsanova I. Ts. Methods for determining antioxidant activity. In: *Aktual'nye voprosy farmatsevticheskikh i estestvennykh nauk: Vserossiiskaya studentcheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem = Topical issues of pharmaceutical and natural sciences: All-Russian student scientific and practical conference with international participation*. Irkutsk, May 17–21, 2021. Irkutsk: Irkutskii Gosudarstvennyi Meditsinskii Universitet; 2021, p. 133-136. (In Russian).
 - Tarasov A. V., Chugunova O. V., Stozhko N. Yu. Potentiometric sensor system based on modified thick-film electrodes for determining the antioxidant activity of beverages. *Industriya pitaniya = Food Industry*. 2020;5(3):85-96. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-3-10>. (In Russian).
 - Trineeva O. V. Methods of determination of antioxidant activity of plant and synthetic origins in pharmacy (review). *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv = Drug Development & Registration*. 2017;(4):180-197. (In Russian).
 - Jara-Palacios M. J., Santisteban A., Gordillo B., Hernanz D., Heredia F. J., Escudero-Gilete M. L. Comparative study of red berry pomaces (blueberry, red raspberry, red currant and blackberry) as source of antioxidants and pigments. *European Food Research and Technology*. 2019;245:1-9. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3135-z>.
 - Orsavová J., Hlaváčová I., Mlček J., Snopek L., Mišurcováb L. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes L.*) and gooseberry (*Ribes uva-crispa L.*) fruits. *Food Chemistry*. 2019;284:323-333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.072>.
 - Ersoy N., Kupe M., Gundogdu M., Ilhan G., Ercisli S. Phytochemical and antioxidant diversity in fruits of currant (*Ribes spp.*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2018;46(2):381-387. <https://doi.org/10.15835/nbha46211103>.
 - Laczko-Zöld E., Komlósi A., Ülkei T., Fogarasi E., Croitoru M., Fülöp I., et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity. *Acta Biologica Hungarica*. 2018;69(2):156-169. <https://doi.org/10.1556/018.69.2018.2.5>.
 - Cömert E. D., Mogol B. A., Gökmen V. Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*. 2020;2:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2019.11.001>.
 - Pantelidis G. E., Vasilakakis M., Manganaris G. A., Diamantidis Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*. 2007;102(3):777-783. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>.
 - Zorzi M., Gai F., Medana C., Aigotti R., Morello S., Peiretti P. G. Bioactive compounds and antioxidant capacity of small berries. *Foods*. 2020; 9(5):623-625. <https://doi.org/10.3390/foods9050623>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

О. В. Чугунова,
д.т.н., профессор, заведующая кафедрой
технологии питания,
Уральский государственный экономический
университет,

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Chugunova,
Dr. Sci. (Engineering), Professor,
Head of the Department of Nutrition Technology,
Ural State University of Economics,
62/45, 8 Marta/Narodnoi Voli St., 620144,

620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Российская Федерация,
chugun.ova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>

А. В. Вяткин,

к.т.н., ассистент,
Уральский государственный экономический университет,
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Российская Федерация,
3dognight2009@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0214-2398>

В. М. Тиунов,

к.т.н., старший преподаватель,
Уральский государственный экономический университет,
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, Российская Федерация,
vladislav.tiunoff@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7741-3503>

Е. М. Чеботок,

к.с-х.н., ученый секретарь, старший научный сотрудник,
Свердловская селекционная станция садоводства – структурное подразделение Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН, 620076, г. Екатеринбург, ул. Щербакова, 147, Российская Федерация,
sadovodstvo@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5942-6178>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Поступила в редакцию 14.04.2022.
Одобрена после рецензирования 01.06.2022.
Принята к публикации 15.06.2022.

Yekaterinburg, Russian Federation,
chugun.ova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>

Anton V. Vyatkin

Cand. Sci. (Engineering), Assistant,
Department of Tourism Business and Hospitality,
Ural State University of Economics,
62/45, 8 Marta/Narodnoi Voli St., 620144,
Yekaterinburg, Russian Federation,
3dognight2009@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0214-2398>

Vladislav M. Tiunov,

Cand. Sci. (Engineering), Senior Lecturer,
Department of Nutrition Technology,
Ural State University of Economics,
62/45, 8 Marta/Narodnoi Voli St., 620144,
Yekaterinburg, Russian Federation,
vladislav.tiunoff@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7741-3503>

Elena M. Chebotok,

Cand. Sci. (Agriculture), Scientific Secretary,
Senior Researcher,
Sverdlovsk Selection Station of Horticulture,
Ural Federal Agricultural Research Center,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
147, Shcherbakov St., 620076, Yekaterinburg,
Russian Federation,
sadovodstvo@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5942-6178>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 14.04.2022.
Approved after reviewing 01.06.2022.
Accepted for publication 15.06.2022.