

Изучение состава супернатанта из томатов

Андрей В. Гребенщиков	¹	serafim10@ya.ru	 0000-0002-0443-9809
Алла Е. Чусова	¹	hycovai@mail.ru	 0000-0003-1237-4870
Людмила Э. Глаголева	¹	milaprofi@mail.ru	 0000-0002-3222-301X
Владимир И. Корчагин	¹	kvi-vgt@rambler.ru	 0000-0001-7212-1627
Виктория А. Иванова	¹	viktoriaivanova@bk.ru	 0009-0000-1405-9327
Алена А. Пронькина	¹	pronkinaalena12@gmail.com	 0000-0002-8183-6082

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Одним из путей улучшения состояния здоровья людей с помощью пищевых продуктов является промышленное производство изделий, так называемой группы «здоровье», к которой в настоящее время относят безалкогольные напитки, в том числе специального назначения. Напитки являются самой технологичной основой для создания новых видов функциональных продуктов. Безалкогольные напитки широко применяют в лечебном и профилактическом питании. Они полезны не только для нормализации водно-электролитного обмена, но также для оптимизации химической структуры рациона. Одним из перспективных функциональных компонентов напитков получаемым в процессе производства ликопина из томатов является супернатант. Информация о его компонентном составе в доступной литературе отсутствует. Проведено качественное и количественное исследование супернатантов томатов разных сортов. Определены некоторые углеводы, водорастворимые витамины, микро- и макроэлементы, органические кислоты, флавоноиды. Выявленные нутриенты входящие в состав супернатантов томатов позволяют использовать их в безалкогольных напитках, в том числе специального назначения. Исследование содержания микро- и макроэлементов не выявило существенных различий в супернатанте, полученном из разных сортов томатов, но стоит отметить достаточно высокое содержание железа и меди. Установлено, что наибольшее количество витамина С обнаружено в супернатанте, полученном из томатов сорта Волгоградский. Несмотря на то, что супернатант является побочным продуктом производства каротиноидов, он обладает спектром безусловно ценных для человека нутриентов и может быть использован в технологии пищевых продуктов, в частности безалкогольных напитков, в том числе специального назначения. Следующим этапом работы будет разработка технологии приготовления напитка специального назначения с применением супернатантов, полученных из разных сортов томатов.

Ключевые слова: томаты, супернатант, нутриентный состав, микроэлементы, органические кислоты.

Studying the composition of a tomato supernatant

Andrey V. Grebenshchikov	¹	serafim10@ya.ru	 0000-0002-0443-9809
Alla E. Chusova	¹	hycovai@mail.ru	 0000-0003-1237-4870
Lyudmila E. Glagoleva	¹	milaprofi@mail.ru	 0000-0002-3222-301X
Vladimir I. Korchagin	¹	kvi-vgt@rambler.ru	 0000-0001-7212-1627
Victoria A. Ivanova	¹	viktoriaivanova@bk.ru	 0009-0000-1405-9327
Alyona A. Pronkina	¹	pronkinaalena12@gmail.com	 0000-0002-8183-6082

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. One of the ways to improve people's health through food is the industrial production of products, the so-called "health" group, which currently includes soft drinks, including special-purpose ones. Drinks are the most technologically advanced basis for creating new types of functional products. Soft drinks are widely used in therapeutic and preventive nutrition. They are useful not only for the normalization of water-electrolyte metabolism, but also for optimizing the chemical structure of the diet. One of the promising functional components of beverages obtained during the production of lycopene from tomatoes is a supernatant. There is no information about its component composition in the available literature. A qualitative and quantitative study of the supernatants of tomatoes of different varieties is given. Some carbohydrates, water-soluble vitamins, micro- and macronutrients, organic acids, and flavonoids have been identified. The identified nutrients that are part of the tomato supernatants allow them to be used in soft drinks, including for special purposes. The study of the content of micro- and macronutrients did not reveal significant differences in the supernatant obtained from different varieties of tomatoes, but it is worth noting a fairly high content of iron and copper. It was found that the largest amount of vitamin C was found in a supernatant obtained from tomatoes of the Volgogradsky variety. Despite the fact that the supernatant is a by-product of carotenoid production, it has a range of nutrients that are certainly valuable to humans and can be used in food technology, in particular soft drinks, including special-purpose ones. The next stage of the work will be the development of a technology for preparing a special-purpose drink using supernatants obtained from different varieties of tomatoes. The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation № 23-26-00217, <https://rscf.ru/project/23-26-00217/>

Keywords: tomatoes, supernatant, nutrient composition, trace elements, organic acids.

Для цитирования

Гребенщиков А.В., Чусова А.Е., Глаголева Л.Э., Корчагин В.И., Иванова В.А., Пронькина А.А. Изучение состава супернатанта из томатов // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 4. С. 57–62. doi:10.20914/2310-1202-2023-4-57-62

For citation

Grebenshchikov A.V., Chusova A.E., Glagoleva L.E., Korchagin V.I., Ivanova V.A., Pronkina A.A. Studying the composition of a tomato supernatant. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 4. pp. 57–62. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-4-57-62

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Во многих странах мира, в том числе и в России, производство и потребление напитков имеет устойчивую тенденцию к росту. Исследование алиментарных привычек населения России свидетельствует об увеличении спроса и соответственно потребления продуктов из группы «здоровье» и, в частности, напитков специального назначения. Значение напитков в питании человека трудно переоценить. В первую очередь это связано с пищевой и биологической ценностью этих продуктов. Напитки наряду с другими продуктами питания являются источником как основных жизненно важных нутриентов так и других ценных компонентов [1–4].

Томаты являются важным компонентом в кухнях многих народов мира и широко используются в пищевой промышленности, занимая одно из первых мест по объемам переработки растительного сырья [9]. Мировое производство томатов растет с каждым годом, и, по данным FAOSTAT, в 2019 году производство составило около 180,8 млн тонн [10].

Современные люди широко используют томаты и продукты на их основе, так как они являются важным источником каротиноидов, включая такой элемент, как ликопин [9, 13–15], который является пигментом, в значительной степени ответственным за характерный темно-красный цвет плодов спелых томатов. Интерес к ликопину обусловлен его биологическими свойствами, в частности антиоксидантными [15–17].

Каротиноиды содержащиеся в томатах могут улучшать питательные свойства, вкус и функциональные качества продуктов, в которых они содержатся [18–20].

Известно, что употребление томатов положительно влияет на здоровье человека. В частности, оказывает противовоспалительное, антиоксидантное, антимуtagenное, антипролиферативное, химиопрофилактическое [12, 18], иммунопротекторное [9] и снижающее уровень холестерина в крови [13, 18].

Одним из способов улучшения здоровья людей с помощью продуктов питания является промышленное производство продуктов из так называемой группы "здоровья", к которой сегодня относятся безалкогольные напитки специального назначения. Напитки представляют собой идеальную основу для разработки новых функциональных продуктов. Безалкогольные напитки часто используются для обогащения рациона питания с целью лечения и профилактики различных заболеваний. Они не только помогают поддерживать оптимальный баланс воды и электролитов в организме,

но и улучшают химический состав рациона. (Москва 2018). Одним из функциональных ингредиентов, который в последнее время привлекает внимание как производителей, так и исследователей, является ликопин. Существуют различные технологии его получения, но наиболее перспективным применением ликопина в пищевых технологиях является обезвоживание томатных глыб без использования органических растворителей с последующим выделением целевого компонента.

Актуальность работы заключается в отсутствии в доступной научно-технической литературе сведений о химическом составе супернатанта, полученном из разных сортов томатов.

Цель работы – исследовать качественный и количественный состав углеводов, водорастворимых витаминов, эссенциальных микро- и макроэлементов, органических кислот, флавоноидов, содержащихся в супернатанте, предназначенном для использования в безалкогольных напитках, в том числе специального назначения.

Материалы и методы

Супернатанты, получены из томатов сортов Волгоградский, Оранж и Чёрный принц, выращенных в 2022 году в Хохольском районе Воронежской области.

Исследования проводились в специализированных лабораториях ФГБНУ ВНИИПФиТ. Нутриентный состав определяли общепринятыми методами, в том числе: углеводы глюкозу, фруктозу и сахарозу определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 31669–2012; лимонную и L-яблочную кислоты при ферментативном преобразовании под действием НАД в присутствии L-МДГ спектрофотометрически по ГОСТ Р 51239–98 и ГОСТ Р 51129–98; калий, магний и кальций методом атомно-абсорбционной спектроскопии по ГОСТ 33462–2015, фосфор спектрофотометрическим методом по ГОСТ Р 51430–99; железо, цинк и медь атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178–96; марганец методом атомной спектроскопии по ГОСТ Р 51309–99; аскорбиновую кислоту методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 31643–2012; фолаты методом микробиологических испытаний по ГОСТ EN 14131–2015.

Данные, полученные в ходе исследования, были подвергнуты статистической обработке с использованием программы Statistica v10.0 (StatSoft, Inc. США). Были рассчитаны средняя арифметическая, а также стандартная ошибка средней. Достоверность различия между выборками оценивалась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Статистическая гипотеза считалась достоверной при $P < 0,05$.

Результаты

Наибольшую ценность для приготовления безалкогольных напитков представляют экстрактивные вещества, сначала содержащиеся в сырье, а затем – в безалкогольных напитках. Поэтому весьма актуальным становится вопрос о полезности сырья (супернатанта) для приготовления напитка. В состав любого безалкогольного напитка входят сахара, качественный и количественный состав которых необходимо знать людям, страдающим сахарным диабетом.

На начальном этапе работы исследовали содержание углеводов. В состав супернатанта (таблица 1), используемого для приготовления

безалкогольного напитка, в основном входят углеводы – глюкоза и фруктоза, сахароза как правило присутствовала в исследуемых образцах в незначительном количестве, поэтому, чем меньше ее будет переходить в раствор, тем полезнее станет напиток.

Анализ данных, представленных в таблице 1 показал, что больше всего глюкозы и фруктозы присутствует в супернатанте, полученном из томатов сорта Черный принц.

Установлено, что глюкозы и фруктозы в этом супернатанте 28,8 и 15,3% соответственно больше, чем в супернатанте, полученном из томатов сорта Волгоградский.

Таблица 1.

Содержание органических кислот

Table 1.

The content of organic acids

Супернатант, полученный из томатов сорта A supernatant obtained from tomatoes of the variety	Углеводы, г/100 см ³ Carbohydrates, g/100 cm ³		
	Глюкоза Glucose	Фруктоза Fructose	Сахароза Sucrose
Волгоградский Volgograd	1,25 ± 0,16	1,31 ± 0,19	0,10 ± 0,01
Оранж Orange	1,34 ± 0,18	1,33 ± 0,17	0,06 ± 0,01
Черный принц The Black Prince	1,61 ± 0,30	1,51 ± 0,14	0,09 ± 0,01

Углеводов в супернатанте, полученного из томатов сорта Оранж меньше соответственно на 7,2 и 1,5%, чем у супернатанта из томатов Черный принц.

В рецептуру большинства безалкогольных напитков входит лимонная кислота, в связи с этим необходимо знать содержание органических кислот в супернатантах чтобы

корректировать количество лимонной кислоты при разработке новых рецептур напитков.

Исследование органических кислот в образцах супернатантов показало, что в большинстве образцов супернатанта преобладает лимонная кислота, также в незначительных количествах присутствует изомерная форма лимонной кислоты (таблица 2).

Таблица 2.

Содержание макро- и микроэлементов в супернатанте

Table 2.

The content of macro- and microelements in the supernatant

Элементы, мг/100 см ³ Elements, mg/100 cm ³	Супернатант, полученный из томатов сорта A supernatant obtained from tomatoes of the variety		
	Волгоградский Volgograd	Оранж Orange	Черный принц Black Prince
Na	10,35 ± 2,29	10,84 ± 2,66	10,86 ± 2,2
K	147,1 ± 34,9	212,5 ± 29,5	228,9 ± 33,4
Ca	8,1 ± 2,11	9,3 ± 1,89	8,7 ± 1,29
Mg	6,1 ± 1,21	7,3 ± 1,29	7,7 ± 1,23
P	10,2 ± 0,11	22,2 ± 0,11	11,5 ± 0,11
Fe	0,20 ± 0,11	0,33 ± 0,11	0,37 ± 0,12
Zn	0,069 ± 0,005	0,071 ± 0,006	0,096 ± 0,005
Cu	0,043 ± 0,011	0,062 ± 0,021	0,054 ± 0,017
Mn	0,001 ± 0,0001	0,050 ± 0,0441	0,027 ± 0,081

Образцы супернатантов показали различное содержание этих кислот, однако содержание лимонной кислоты в образцах супернатантов, полученных из томатов сортов Чёрный принц и Оранж была существенно ниже на 59,6 и 36,5% соответственно, чем у супернатанта, полученного из томатов сорта Волгоградский. Содержание L-яблочной кислоты была также ниже на 70 и 25% в образцах супернатанта, полученных из соответственно томатов сортов

Чёрный принц и Оранж, чем у образцов супернатанта, полученного из сорта Волгоградский.

Регулярное поступление с томатным соком биологически активных веществ способствует защите ДНК лимфоцитов человека от повреждающего действия радиации [18–20]. Поэтому зная содержание микро- и макроэлементов в напитке, можно отнести этот напиток так называемой группе «здоровье».

В результате массового распространения полигиповитаминозов, сопровождавшихся недостатком макро- и микроэлементов (кальций, железо), возникла необходимость разработки напитков функционального назначения, обогащенных комплексом витаминов и минеральных веществ. Поэтому необходимо было определить содержание микро- и макроэлементов, витаминов в супернатантах. Исследование содержания микро- и макроэлементов не выявило достоверных различий в супернатанте, полученном из разных сортов томатов. В качестве исключения стоит отметить достаточно высокую концентрацию железа и меди. Так, содержание натрия в супернатанте, полученном из томатов разных сортов не превышало 11,1 мг/100 см³. Содержание калия не превышало 228,9 мг/100 см³, а также концентрация кальция, магния и фосфора соответственно не выше 9,3, 7,7 и 22,2 мг/100 см³ соответственно. Концентрация

цинка не превышала 0,096 мг/100 см³, марганца 0,05 мг/100 см³.

Концентрация железа и меди в образцах супернатантов из соков сортов Оранж и Чёрный принц по сравнению с образцами из сорта Волгоградский (таблица 3) была несколько выше. Установлено, что концентрация железа в супернатанте, полученном из томатов сорта Чёрный принц и Оранж была выше, чем в образце, полученном из томатов сорта Волгоградский на 85% и 65% соответственно. Исследование концентрации меди выявило иную картину: данного микронутриента было больше в образцах супернатантов из томатов сорта Оранж и Чёрный принц по сравнению образцом супернатанта, полученном из томатов сорта Волгоградский на 44,2 и 25,6% соответственно.

Исследования отдельных витаминов выявили достоверную разницу в их содержании (таблица 4).

Таблица 3.

Содержание витаминов в супернатантах

Table 3.

Vitamin content in the supernatants

Супернатант, полученный из томатов сорта A supernatant obtained from tomatoes of the variety		Витамин С Vitamin C	Фолаты Folate	Витамин В ₆ Vitamin B ₆
Волгоградский	Volgograd	5,0 ± 0,4	0,007 ± 0,003	0,20 ± 0,03
Оранж	Orange	1,8 ± 0,4	0,008 ± 0,003	0,19 ± 0,03
Чёрный принц	Black Prince	2,6 ± 0,4	0,011 ± 0,003	0,22 ± 0,03

Установлено, что аскорбиновой кислоты в супернатантах, полученных из томатов сорта Чёрный принц и Оранж было меньше, чем в образце супернатанта, полученном из томатов сорта Волгоградский на 48 и 64%. Фолатов наоборот больше на 57,1 и 14,3% соответственно в образцах супернатантов из томатов сорта Оранж и Чёрный принц, чем в образце, полученном из томатов сорта Волгоградский.

Заключение

Проведенные исследования показали, что в состав супернатанта входят углеводы, представленные глюкозой и фруктозой, органические кислоты, наиболее значимые для обеспечения человека микро- и макроэлементы, а также биологически активными вещества. Особое внимание необходимо уделить высокому содержанию витамина С в образце супернатанта, полученного

из томатов сорта Волгоградский и повышенное по сравнению с ним содержание фолатов в супернатантах, полученных из томатов Оранж и Чёрный принц. Таким образом несмотря на то, что супернатант является побочным продуктом производства каротиноидов, он обладает спектром безусловно ценных для человека нутриентов и может быть использован в технологии пищевых продуктов, в частности безалкогольных напитков, в том числе специального назначения. Следующим этапом работы будет разработка технологии приготовления напитка специального назначения с применением супернатантов, полученных из разных сортов томатов.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23–26–00217, <https://rscf.ru/project/23-26-00217>.

Литература

- 1 Zharkova I.M., Chusova A.E., Pronkina A., Pochitskaya I. et al. Tomato fruit processing products as sources of functional ingredients // Functional Foods and Bioactive Compounds: Modern and Medieval Approaches: 31st International Conference of FFC. 2023. P. 293–294.
- 2 Чусова А.Е., Жаркова И.М., Гребенщиков А.В., Коркина А.В. и др. Оценка биологической активности осветленного томатного сока // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборник научных статей и докладов X Международной научно-технической конференции. Воронеж, 2022. С. 80–84.
- 3 Чусова А.Е., Жаркова И.М., Коркина А.В., Пронькина А.А. и др. Алкогольные напитки с томатными продуктами // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 3. С. 602–612.

- 4 Ivanova N.N., Khomich L.M., Beketova N.A. Tomato juice nutritional profile // *Voprosy Pitaniia*. 2018. V. 87. № 2. P. 53-64. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10019
- 5 Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Комплексная технология переработки томатного сырья // Вестник ВГУИП. 2015. № 1. С. 12–17. doi: 10.20914/2310-1202-2015-1-12-17
- 6 Strategic analysis and intervention plan for fresh and industrial tomato. URL: <https://www.fao.org/3/ca5669en/CA5669EN.pdf>
- 7 Beecher G.R. Nutrient content of tomatoes and tomato products // *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1998. V. 218. № 2. P. 98-100. doi: 10.3181/00379727-218-44282a
- 8 Chaudhary P., Sharma A., Singh B., Nagpal A.K. Bioactivities of phytochemicals present in tomato // *Journal of food science and technology*. 2018. V. 55. P. 2833-2849. doi: 10.1007/s13197-018-3221-z
- 9 Аль Анати Рани. Томаты и здоровье. Обзор иностранной литературы // Гавриш. 2007. № 3. С. 40–41.
- 10 Story E.N., Kopec R.E., Schwartz S.J., Harris G.K. et al. An update on the health effects of tomato lycopene // *Annual review of food science and technology*. 2010. V. 1. P. 189-210. doi: 10.1146/annurev.food.102308.124120
- 11 Shi J., Maguer M.L. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2000. V. 40. № 1. P. 1-42. doi: 10.1080/07388550091144212
- 12 Cassileth B. Lycopene // *Oncology*. 2010. V. 24. № 3. P. 296-296.
- 13 Kong K.W., Khoo H.E., Prasad K.N., Ismail A. et al. Revealing the power of the natural red pigment lycopene // *Molecules*. 2010. V. 15. № 2. P. 959-987.
- 14 Trombino S., Cassano R., Procopio D., Di Gioia M.L. et al. Valorization of tomato waste as a source of carotenoids // *Molecules*. 2021. V. 26. № 16. P. 5062.
- 15 Ших Е.В., Елизарова Е.В., Махова А.А., Брагина Т.В. и др. Роль томатов и продуктов из них в здоровом питании человека // *Вопросы питания*. 2021. Т. 90. № 4. С. 129–137.
- 16 Nakamura A., Itaki C., Saito A., Yonezawa T. et al. Possible benefits of tomato juice consumption: a pilot study on irradiated human lymphocytes from healthy donors // *Nutrition journal*. 2017. V. 16. № 1. P. 1-11.
- 17 Weiwei Z., Ling Y. Effects of Lycopene on Oxidative Damage and Mitochondrial Function in the Skeletal Muscle of Mice After Strenuous Exercise // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. V. 512. № 1. P. 012057. doi: 10.1088/1755-1315/512/1/012057
- 18 Cámara M., Fernández-Ruiz V., Sánchez-Mata M.C., Cámara R.M. et al. Scientific evidence of the beneficial effects of tomato products on cardiovascular disease and platelet aggregation // *Frontiers in Nutrition*. 2022. V. 9. P. 849841. doi: 10.3389/fnut.2022.849841
- 19 Laranjeira T., Costa A., Faria-Silva C., Ribeiro D. et al. Sustainable valorization of tomato by-products to obtain bioactive compounds: Their potential in inflammation and cancer management // *Molecules*. 2022. V. 27. № 5. P. 1701. doi: 10.3390/molecules27051701
- 20 Amadou N.M., Waingeh N.C., Che N.S., Yunenyui M.P. et al. Physicochemical and sensory properties of tree tomato (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtner) drink // *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2020. V. 6. № 2. P. 009-016. doi: 10.30574/wjarr.2020.6.2.0068

References

- 1 Zharkova I.M., Chusova A.E., Pronkina A., Pochitskaya I. et al. Tomato fruit processing products as sources of functional ingredients. *Functional Foods and Bioactive Compounds: Modern and Medieval Approaches: 31st International Conference of FFC*. 2023. pp. 293–294.
- 2 Chusova A.E., Zharkova I.M., Grebenshchikov A.V., Korkina A.V. and others. Assessment of the biological activity of clarified tomato juice. New in the technology and technology of functional food products based on medical and biological views: a collection of scientific articles and reports of the X International Scientific and Technical Conference. Voronezh, 2022. pp. 80–84. (in Russian).
- 3 Chusova A.E., Zharkova I.M., Korkina A.V., Pronkina A.A. and others. Alcoholic drinks with tomato products. *Equipment and technology of food production*. 2022. vol. 52. no. 3. pp. 602–612. (in Russian).
- 4 Ivanova N.N., Khomich L.M., Beketova N.A. Tomato juice nutritional profile. *Voprosy Pitaniia*. 2018. vol. 87. no. 2. pp. 53-64. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10019
- 5 Gadzhieva A.M., Kasyanov G.I. Integrated technology for processing tomato raw materials. *Proceedings of VSUET*. 2015. no. 1. pp. 12–17. doi: 10.20914/2310-1202-2015-1-12-17 (in Russian).
- 6 Strategic analysis and intervention plan for fresh and industrial tomato. Available at: <https://www.fao.org/3/ca5669en/CA5669EN.pdf>
- 7 Beecher G.R. Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1998. vol. 218. no. 2. pp. 98-100. doi: 10.3181/00379727-218-44282a
- 8 Chaudhary P., Sharma A., Singh B., Nagpal A.K. Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of food science and technology*. 2018. vol. 55. pp. 2833-2849. doi: 10.1007/s13197-018-3221-z
- 9 Al Anati Rani. Tomatoes and health. Review of foreign literature. *Gavriish*. 2007. no. 3. pp. 40–41. (in Russian).
- 10 Story E.N., Kopec R.E., Schwartz S.J., Harris G.K. et al. An update on the health effects of tomato lycopene. *Annual review of food science and technology*. 2010. vol. 1. pp. 189-210. doi: 10.1146/annurev.food.102308.124120
- 11 Shi J., Maguer M.L. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2000. vol. 40. no. 1. pp. 1-42. doi: 10.1080/07388550091144212
- 12 Cassileth B. Lycopene. *Oncology*. 2010. vol. 24. no. 3. pp. 296-296.
- 13 Kong K.W., Khoo H.E., Prasad K.N., Ismail A. et al. Revealing the power of the natural red pigment lycopene. *Molecules*. 2010. vol. 15. no. 2. pp. 959-987.
- 14 Trombino S., Cassano R., Procopio D., Di Gioia M.L. et al. Valorization of tomato waste as a source of carotenoids. *Molecules*. 2021. vol. 26. no. 16. pp. 5062.

15 Shikh E.V., Elizarova E.V., Makhova A.A., Bragina T.V. and others. The role of tomatoes and products made from them in healthy human nutrition. *Nutrition Issues*. 2021. vol. 90. no. 4. pp. 129–137. (in Russian).

16 Nakamura A., Itaki C., Saito A., Yonezawa T. et al. Possible benefits of tomato juice consumption: a pilot study on irradiated human lymphocytes from healthy donors. *Nutrition journal*. 2017. vol. 16. no. 1. pp. 1-11.

17 Weiwei Z., Ling Y. Effects of Lycopene on Oxidative Damage and Mitochondrial Function in the Skeletal Muscle of Mice After Strenuous Exercise. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. vol. 512. no. 1. pp. 012057. doi: 10.1088/1755-1315/512/1/012057

18 Cámara M., Fernández-Ruiz V., Sánchez-Mata M.C., Cámara R.M. et al. Scientific evidence of the beneficial effects of tomato products on cardiovascular disease and platelet aggregation. *Frontiers in Nutrition*. 2022. vol. 9. pp. 849841. doi: 10.3389/fnut.2022.849841

19 Laranjeira T., Costa A., Faria-Silva C., Ribeiro D. et al. Sustainable valorization of tomato by-products to obtain bioactive compounds: Their potential in inflammation and cancer management. *Molecules*. 2022. vol. 27. no. 5. pp. 1701. doi: 10.3390/molecules27051701

20 Amadou N.M., Waingeh N.C., Che N.S., Yunenyui M.P. et al. Physicochemical and sensory properties of tree tomato (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtner) drink. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2020. vol. 6. no. 2. pp. 009-016. doi: 10.30574/wjarr.2020.6.2.0068

Сведения об авторах

Андрей В. Гребенщиков к.в.н., доцент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, serafim10@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0443-9809>

Алла Е. Чусова к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1237-4870>

Людмила Э. Глаголева д.т.н., профессор, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, milaprofi@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3222-301X>

Владимир И. Корчагин д.т.н., профессор, кафедра промышленной экологии и техноосферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kvi-vgta@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7212-1627>

Виктория А. Иванова студент, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, viktoriiavanova@bk.ru

 <https://orcid.org/0009-0000-1405-9327>

Алена А. Пронькина студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pronkinaalena12@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8183-6082>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Andrey V. Grebenshchikov Cand. Sci. (Vet.), associate professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, serafim10@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0443-9809>

Alla E. Chusova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1237-4870>

Lyudmila E. Glagoleva Dr. Sci. (Engin.), professor, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, milaprofi@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3222-301X>

Vladimir I. Korchagin Dr. Sci. (Engin.), professor, industrial ecology and technospheric safety department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kvi-vgta@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7212-1627>

Victoria A. Ivanova student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, viktoriiavanova@bk.ru

 <https://orcid.org/0009-0000-1405-9327>

Alyona A. Pronkina student, technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, pronkinaalena12@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8183-6082>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/09/2023	После редакции 17/10/2023	Принята в печать 10/11/2023
Received 29/09/2023	Accepted in revised 17/10/2023	Accepted 10/11/2023