



Научная статья  
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)  
УДК 663.813

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.008



## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ АПЕЛЬСИНОВОГО СОКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

Наталья Леонидовна Наумова<sup>1</sup>, Александр Анатольевич Лукин<sup>2</sup>,  
Евгений Александрович Велисевич<sup>3</sup>, Никита Андреевич Наумов<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> lukin3415@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4753-3210>

<sup>3</sup> boode0114@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9371-4517>

<sup>4</sup> n.a.naumov.2023@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0007-9642-835X>

**Аннотация.** Приведены результаты изучения пищевой ценности апельсинового сока промышленного производства торговых марок «Rich», «Santal», «Я» для уточнения и дополнения литературных сведений и выявления наиболее конкурентоспособной продукции. По уровням моно- и дисахаридов все пробы сока соответствовали справочным данным, но содержание лимонной кислоты превышало верхний уровень диапазона сравнения с максимальным отклонением в большую сторону (на 28,7 %) в соке «Я». Янтарная кислота присутствовала в продукции «Я» и «Rich» (больше в 1,6 раза). Уровень витамина С был характерен в напитках «Rich» и «Я». Общее содержание полифенолов и нарингина было выше в соке «Я»: в первом случае в 2,2 раза по отношению к напитку «Santal», на 15,9 % – по отношению к «Rich»; во втором – в 2,1 раза и на 7,1 % соответственно. Уровень гесперидина был выше в напитке «Rich» – на 10,7 % по отношению к соку «Я», на 31,7 % – по отношению к «Santal». Антиоксидантная активность у всех образцов сока была в пределах 23,5...25,7 %. Впервые получены результаты по содержанию Al, B, Ba, Na, Ni, Sb, Sn, Si, Sr, Te, Zn в апельсиновом соке промышленного производства. Элементы B, Ba, Cu, K, Mg, Mn, Ni, P, Zn в соке «Rich» и «Я» находились в одном количественном интервале. Напиток «Rich» выделялся относительно высоким содержанием Ca, Se, Si, Sr, «Я» – уровнями Al и Fe, «Santal» – количеством Na. Однако в соке «Santal» содержание Mn было на 40 % ниже нижней границы диапазона сравнения, а количество Se превысило верхнюю границу наряду с «Rich» на 23 % и 53 % соответственно. Таким образом, за соком «Rich» и «Я» установлено конкурентное преимущество.

**Ключевые слова:** апельсиновый сок, пищевая ценность, нутриентный состав, торговые марки, предприятия-производители.

---

**Для цитирования:** Пищевая ценность апельсинового сока промышленного производства различных торговых марок / Н. Л. Наумова [и др.] // Ползуновский вестник. 2024. № 1, С. 57–64. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.008. EDN: <https://elibrary.ru/TTHARR>.

---

Original article

## NUTRITIONAL VALUE OF ORANGE JUICE OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF VARIOUS TRADE BRANDS

Natalya L. Naumova <sup>1</sup>, Alexander A. Lukin <sup>2</sup>, Evgeny A. Velisevich <sup>3</sup>,  
Nikita A. Naumov <sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>1</sup> n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

<sup>2</sup> lukin3415@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4753-3210>

<sup>3</sup> boode0114@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9371-4517>

<sup>4</sup> n.a.naumov.2023@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0007-9642-835X>

**Abstract.** The results of the study of the nutritional value of commercially produced orange juice under the trademarks "Rich", "Santal", "Ya" are presented to clarify and supplement the literature data and identify the most competitive products. According to the levels of mono- and disaccharides, all juice samples corresponded to the reference data, but the content of citric acid exceeded the upper level of the comparison range with the maximum deviation upwards (by 28.7%) in the juice "Ya". Succinic acid was present in the products "I" and "Rich" (1.6 times more). The level of vitamin C was characteristic in the drinks "Rich" and "Ya". The total content of polyphenols and naringin was higher in the juice "Ya": in the first case, 2.2 times in relation to the drink "Santal", by 15.9% in relation to "Rich"; in the second - by 2.1 times and by 7.1%, respectively. The level of hesperidin was higher in the "Rich" drink - by 10.7% in relation to the "Ya" juice, by 31.7% - in relation to "Santal". Antioxidant activity of all juice samples was in the range of 23.5...25.7%. For the first time, results were obtained on the content of Al, B, Ba, Na, Ni, Sb, Sn, Si, Sr, Te, Zn in industrial orange juice. The elements B, Ba, Cu, K, Mg, Mn, Ni, P, Zn in the juice "Rich" and "Ya" were in the same quantitative interval. Drink "Rich" was distinguished by a relatively high content of Ca, Se, Si, Sr, "Ya" - the levels of Al and Fe, "Santal" - the amount of Na. However, in "Santal" juice, the content of Mn was 40% below the lower limit of the comparison range, and the amount of Se exceeded the upper limit along with "Rich" by 23% and 53%, respectively. Thus, behind the juice "Rich" and "Ya" established a competitive advantage.

**Keywords:** orange juice, nutritional value, nutrient composition, trademarks, manufacturing companies.

**For citation:** Naumova, N.L., Lukin, A.A., Velisevich, E.A. & Naumov, N.A. (2024). Consumer properties and nutritional value winter apples. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 57-64. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.01.008. EDN: <https://elibrary.ru/TTHARR>.

### ВВЕДЕНИЕ

Соки, как продукты переработки фруктов и овощей, благодаря современным технологиям сохраняют большую часть пищевых и биологически активных веществ исходных плодов. К популярным видам соковой продукции в России относится апельсиновый сок [1], основной нутриентный состав которого описан в значительном количестве научных работ, однако до сих пор недостаточно подробно изучены уровни отдельных минеральных элементов, встречаются противоречивые данные о содержании некоторых полифенольных соединений и т.д.

Апельсиновый сок выступает в качестве напитка для здорового питания и источника

антиоксидантов, представленных витамином С, флавоноидами, фенольными кислотами, каротиноидами и др. [2]. Флавоноиды апельсинового сока, а именно флаванонгликозиды – гесперидин, нарингин, дидимин, понцирин благодаря гипогликемическому, гиполлипидемическому, антиоксидантному воздействию профилактируют ряд сердечно-сосудистых заболеваний [3]. Гесперидин и лимонин 17-бета-D-глюкопиранозид апельсинового сока способны предотвратить развитие рака кишечника. Гесперидин также ингибирует фермент тирозиназу и процесс образования меланина в коже [4], обладает свойствами ингибировать трипсин [5], в паре с нарингином улучшает эластичность и пропускную способность сосудов, активизирует рабо-

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ АПЕЛЬСИНОВОГО СОКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

ту печени, оказывает противовоспалительное действие [6–12]. Каротиноиды сока обладают высокой биодоступностью, биологической активностью ( $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины,  $\beta$ -криптоксантин) и антиоксидантными свойствами (лютеин, зеаксантин) [13].

В составе кислот апельсинового сока обнаружены аконитовая, адипиновая, бензойная, лимонная (изолимонная), яблочная, малоновая, щавелевая, янтарная, винная, хинная, хлорогеновая [14, 15]. Из неорганических кислот встречается фосфорная [16]. Среди биологически активных веществ также можно отметить содержание витамина Р, пиридоксина, рибофлавина, тиамина, биотина, фолиевой кислоты и др.

Присутствие солей К делает сок полезным при заболеваниях сердца, подагре, болезнях печени [17]. Отмечается высокая концентрация в соке Са, Mg, P, S и Cl, тогда как Na и Fe содержатся в незначительных количествах [18]. Из азотсодержащих компонентов преобладают аминокислоты, белки, амины и амиды [19].

Научные исследования апельсинового сока выявили его антиоксидантные, антиканцерогенные, антиаллергенные, антивирусные и другие полезные свойства [20].

Сегодня существенная часть апельсинового сока потребляется населением РФ в виде продукции промышленного производства, представленной различными торговыми марками (ТМ) [2]. В связи с этим целью исследований явилось изучение пищевой ценности этого напитка для уточнения и дополнения литературных сведений и выявления наиболее конкурентоспособной продукции.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований выступил паке­тированный апельсиновый сок (восстанов­ленный, с мякотью) торговых марок:

- «Rich», изготовитель АО «Мултон» (192236, г. Санкт-Петербург, ул. Софийская, д. 14);

- «Santal» производства АО «Белгородский молочный комбинат» (308032, г. Белгород, ул. Привольная, д. 5);

- «Я», изготовитель «Сибирское молоко» филиал АО «ВБД» (630088, г. Новосибирск, ул. Петухова, д. 33).

Содержание сахаров определяли по М 04-69-11; органических кислот – по М 04-47-12; гесперидина и нарингина – по М 04-67-10; минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и

МУК 4.1.1483-03; витамина С – на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) при длине волны 265 нм по методике [21]; полифенолов – с реактивом Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Германия) на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) при длине волны 765 нм по [22], антиоксидантную активность (АОА) – со спиртовым раствором радикала DPPH (Sigma-Aldrich, Германия) на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) при длине волны 517 нм по [23].

Удовлетворение суточной потребности в минеральных элементах соотносили с нормами их потребления согласно МР 2.3.1.0253-21.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении величин фракционного состава сахаров исследуемых соков с литературными данными определили (таблица 1), что все они соответствовали известным количественным диапазонам, однако уровни сахарозы в апельсиновых соках «Rich» и «Я», а также глюкозы и фруктозы в напитке «Santal» были наиболее близки к верхней границе анализируемого интервала. При этом на фоне остальных напитков сок ТМ «Rich» содержал несколько меньше сахаров (на 5 %). Известно, что для большинства апельсиновых соков соотношение фруктозы, глюкозы и сахарозы должно составлять 1:1:1,5 [2]. В большей степени этому условию удовлетворяла продукция ТМ «Я».

Органические кислоты в соках имеют не только естественное происхождение, но и добавляются в процессе их изготовления для изменения вкуса и продления срока годности [24]. Установлено, что во всех напитках содержание лимонной кислоты превышало верхний уровень, определенный в исследованиях ученых [2, 25, 26] с максимальным отклонением в большую сторону (на 28,7 %) в соке «Я». Наличия яблочной кислоты во всех образцах зафиксировано не было, янтарная присутствовала в продукции ТМ «Я» и «Rich» с количественным превосходством в 1,6 раза в последней.

Уровень витамина С был характерен для количественного диапазона восстановленного апельсинового сока промышленного производства, выложенного на сайте Роскачества [29], только в напитках «Rich» и «Я». Продукция ТМ «Santal» с установленным содержанием витамина С не соответствовала общеизвестным данным [2, 25–27] по причине его низкой концентрации.

Таблица 1 – Нутриентный состав апельсинового сока

Table 1 – Nutrient composition of orange juice

Нутриенты	Литературные данные	Результаты исследований сока торговых марок		
		«Rich»	«Santal»	«Я»
Сахара, %, в т.ч.: сахароза	2,8–5,0 [2, 25–27]	4,3 ± 0,2	3,8 ± 0,2	4,4 ± 0,2
глюкоза	2,1–3,5 [2, 25–27]	2,6 ± 0,1	3,2 ± 0,2	2,9 ± 0,1
фруктоза	2,3–3,4 [2, 25–27]	3,0 ± 0,2	3,5 ± 0,2	3,1 ± 0,2
Органические кислоты, мг/дм <sup>3</sup> , в т.ч.: лимонная	6300–8800 [2, 25–27]	9706,1 ± 64,2	10620,2 ± 68,6	11330,0 ± 71,3
яблочная	900–2600 [2, 25–27]	< 1,0		
янтарная	нет данных	1099,3 ± 14,1	< 1,0	698,8 ± 9,5
Витамин С, мг/100 мл	78,2 – для «Rich» [28] 57,1 – для «Я» [28] 50,0–60,0 – для «Rich» [29] 9,85–32,0 – для «Я» [29] 25,6–30,6 [2, 25–27]	52,3 ± 1,1	13,3 ± 0,5	31,7 ± 1,2
Полифенолы, ммоль/л экв. галловой кислоты	–	27,0 ± 1,1	14,2 ± 0,6	31,3 ± 1,3
АОА, %		25,7 ± 1,0	23,5 ± 0,9	24,2 ± 1,1
Нарингин, мг/дм <sup>3</sup>	0,0–75,4 [2]	144,7 ± 6,9	75,3 ± 3,1	155,0 ± 6,6
Гесперидин, мг/дм <sup>3</sup>	24,6–392,0 [30] 148,0–1160,0 [2, 27]	36,1 ± 1,5	27,4 ± 1,7	32,6 ± 1,3

Общее содержание полифенолов и флаванонгликозида нарингина было выше в апельсиновом соке «Я»: в первом случае в 2,2 раза по отношению к напитку ТМ «Santal», на 15,9 % – по отношению к «Rich»; во втором – в 2,1 раза и на 7,1 % соответственно. Уровень гесперицина в соках при этом был более стабильным с некоторым преобладанием в продукции «Rich» – на 10,7 % по отношению к соку «Я», на 31,7 % – по отношению к «Santal». Несмотря на это, АОА исследуемого сока разных ТМ не имела резких различий и находилась в пределах 23,5...25,7 %.

Необходимо отметить, что в свободном доступе размещены научные труды, посвященные изучению содержания полифенолов [1, 2, 31] и АОА [6, 28, 30] апельсинового сока, однако применяемые в них методы исследований и единицы измерения показателей не позволяют сравнивать полученные нами результаты с их значениями.

Общеизвестно, что содержание общих и индивидуальных флаванонов в плодах цитрусовых и приготовленных из них соках зависит от условий выращивания, степени зрелости плодов, особенностей их обработки, технологии производства, длительности и условий хранения и др. [2]. Значение имеет и способ изготовления соков (отжим, пастеризация, концентрирование и т.д.), причем обра-

ботка и хранение могут по-разному влиять на концентрацию индивидуальных флаванонов [31]. Этим можно объяснить результаты наших исследований по определению нарингина и гесперицина, которые отличались от данных, приведенных в работах [2, 29].

Среди цитрусовых особенно активными поглотителями Pb являются именно апельсины, которые обильно аккумулируют его как через корневую систему, так и через листья. Кроме того, апельсины, по сравнению с лимонами и мандаринами, также интенсивнее поглощают и Cu [32]. В связи с этим особый интерес представляло изучение минерального состава апельсинового сока. Содержание потенциально опасных элементов (As, Cd, Pb, Hg) во всех пробах сока не выявлено (таблица 2). Впервые получены результаты по уровням следующих элементов, мг/кг – Al (0,40...0,89), B (0,80...0,94), Ba (0,09...0,16), Na (6,7...29,1), Ni (0,00...0,02), Sb (0,059...0,068), Sn (0,0...0,016), Si (2,1...2,5), Sr (0,26...0,48), Te (0,24...0,28) и Zn (0,24...0,33) в апельсиновом соке промышленного производства различных ТМ. Каждый второй элемент, а именно B, Ba, Cu, K, Mg, Mn, Ni, P, Zn, в апельсиновом соке ТМ «Rich» и «Я» находился на одном количественном уровне. Этим же минеральным компонентам, за исключением Ni, в напитке ТМ

**ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ АПЕЛЬСИНОВОГО СОКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК**

«Santal» содержалось несколько ниже, чем в образцах-конкурентах. Напиток «Rich» на фоне аналогов выделялся относительно высоким содержанием Ca (на 12–13 %), Se (на 24 и 56 %), Si (на 13–14 %) и Sr (на 41 и 85 %), «Я» – уровнями Al (в 1,4 и 2,2 раза) и Fe (на 11 и 43 %), «Santal» – количеством Na (в 2,2 и 4,3 раза). При сравнении полученных результатов с известными литературными данными

определили, что только по двум элементам исследуемый апельсиновый сок разных производителей не укладывался в представленные интервалы. Так, в продукции «Santal» содержание Mn было на 40 % ниже нижней границы диапазона сравнения, в «Rich» и «Santal» – количество Se превысило верхнюю границу на 53 % и 23 % соответственно.

Таблица 2 – Минеральный состав апельсинового сока

Table 2 – Mineral composition of orange juice

Элементы	Литературные данные [2, 25, 26], мг/кг	Результаты исследований сока торговых марок, мг/кг					
		«Rich»		«Santal»		«Я»	
		факт. содержание	% от РНП	факт. содержание	% от РНП	факт. содержание	% от РНП
Al	нет данных	0,40 ± 0,02	–	0,65 ± 0,03	–	0,89 ± 0,03	–
B		0,94 ± 0,03	–	0,80 ± 0,02	–	0,93 ± 0,03	–
Ba		0,15 ± 0,01	–	0,09 ± 0,01	–	0,16 ± 0,01	–
Ca	64,0–128,0	118,0 ± 3,4	1,2	105,0 ± 3,1	1,0	104,1 ± 2,7	1,0
Cu	0,17–0,37	0,27 ± 0,01	2,7	0,16 ± 0,01	1,6	0,27 ± 0,01	2,7
Fe	0,6–1,1	0,70 ± 0,02	0,7 – для мужчин; 0,4 – для женщин	0,90 ± 0,03	0,9 – для мужчин; 0,5 – для женщин	1,00 ± 0,04	1,0 – для мужчин; 0,6 – для женщин
K	1000–2500	1433,1 ± 44,2	4,1	1225,0 ± 38,5	3,5	1475,2 ± 41,8	4,2
Mg	66,0–147,0	96,3 ± 2,2	2,3	92,8 ± 2,5	2,2	99,2 ± 2,7	2,4
Mn	0,2–0,3	0,25 ± 0,01	1,3	0,12 ± 0,01	0,6	0,27 ± 0,02	1,4
Na	нет данных	13,2 ± 0,6	0,1	29,1 ± 1,1	2,2	6,7 ± 0,2	0,05
Ni		< 0,001	–	0,02 ± 0,01	–	< 0,001	–
P	113,0–227,0	207,1 ± 7,7	3,0	170,2 ± 6,9	2,4	212,1 ± 7,1	3,0
Sb	нет данных	0,068 ± 0,002	–	0,065 ± 0,002	–	0,059 ± 0,002	–
Se	0,00005–0,06	0,092 ± 0,003	13,1 – для мужчин; 16,7 – для женщин	0,074 ± 0,002	10,6 – для мужчин; 13,5 – для женщин	0,059 ± 0,002	8,4 – для мужчин; 10,7 – для женщин
Sn	нет данных	0,016 ± 0,001	–	< 0,001	–	< 0,001	–
Si		2,5 ± 0,1	0,8	2,2 ± 0,1	0,7	2,1 ± 0,1	0,7
Sr		0,48 ± 0,02	–	0,34 ± 0,02	–	0,26 ± 0,01	–
Te		0,28 ± 0,01	–	0,27 ± 0,01	–	0,24 ± 0,01	–
Zn		0,31 ± 0,02	2,6	0,24 ± 0,01	2,0	0,33 ± 0,02	2,7

Примечание: «РНП» – рекомендуемая норма потребления согласно МР 2.3.1.0253-21.

Изучение удовлетворения суточной потребности взрослого человека в эссенциальных элементах при употреблении 100 г апельсинового сока позволило выявить, что напитки ТМ «Rich» и «Я» являлись более конкурентоспособными с позиций современной нутрициологии, поскольку могли устранить дефицит большего количества макро- и микроэлементов в пищевом рационе.

### ВЫВОДЫ

Представлены дополнительные сведения о содержании в апельсиновом соке (восстановленном, с мякотью) промышленного производства органических кислот, полифенольных соединений, в том числе флаванон-

гликозидов – гесперидина и нарингина, и антиоксидантной способности.

Впервые получены результаты по количеству отдельных минеральных элементов, мг/кг – Al (0,40...0,89), B (0,80...0,94), Ba (0,09...0,16), Na (6,7...29,1), Ni (0,00...0,02), Sb (0,059...0,068), Sn (0,0...0,016), Si (2,1...2,5), Sr (0,26...0,48), Te (0,24...0,28) и Zn (0,24...0,33) в указанной продукции.

По результатам проведенных исследований конкурентное преимущество установлено за апельсиновым соком ТМ «Rich» и «Я».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнительный анализ общего содержания полифенолов в некоторых видах соковой про-

- дукции промышленного производства / Л.М. Хомич [и др.] // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 5. С. 124–132. doi 10.33029/0042-8833-2022-91-5-124-132.
2. Иванова Н.Н. Нутриентный профиль апельсинового сока / Н.Н. Иванова, Л.М. Хомич, И.Б. Перова // Вопросы питания. 2017. Т. 86, № 6. С. 103–113. doi 10.24411/0042-8833-2017-00012.
3. Mulvihill E.E. Citrus flavonoids and the prevention of atherosclerosis / E.E. Mulvihill, M.W. Huff // Cardiovasc Hematol Disord Drug Targets. 2012. 12(2). P. 84–91. doi: 10.2174/1871529x11202020084.
4. Huang Y.C. Melanogenesis of murine melanoma cells induced by hesperetin, a Citrus hydrolysate-derived flavonoid / Y.C. Huang, K.C. Liu, Y.L. Chiou // Food and Chemical Toxicology. 2012. 50(3–4). P. 653–9. doi: 10.1016/j.fct.2012.01.012.
5. Shahwar D. Identification of flavonoids with trypsin inhibitory activity extracted from orange peel and green tea leaves / D. Shahwar, M.A. Raza, Atta-Ur-Rahman // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2013. 93(6). P. 1420–6. doi 10.1002/jsfa.5910.
6. Jiang P. Phytochemical profile and antioxidant activity of physiological drop of citrus fruits / P. Jiang // Fourth Edition Oxford: University Press, 2009. 798 p.
7. Composition of Citrus sinensis (L.) Osbeck cv «Maltaise demi-sanguine» juice. A comparison between organic and conventional farming / H. Letaief [and al.] // Food Chemistry. 2016. 194. P. 290–295. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.025.
8. Analysis of antioxidants from orange juice obtained by countercurrent supercritical fluid extraction, using micellar electrokinetic chromatography and reverse-phase liquid chromatography / C. Simó [and al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. 50 (23). P. 6648–6652. doi: 10.1021/jf025590u.
9. Flavanones in grapefruit, lemons, and limes: A compilation and review of the data from the analytical literature / J.J. Peterson [and al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2006. 19. P. 74–80.
10. In vitro availability of flavonoids and other phenolics in orange juice / A. Gillzquierdo [and al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001. 49 (2). P. 1036–1041. doi: 10.1021/jf0000528.
11. Miyake Y. Protective effects of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats / Y. Miyake, T. Osawa // The Analyst. 2013. 145. P. 917–933. doi: 10.1007/s11745-998-0258-y.
12. Minato K. Lemon flavonoid, eriocitrin, suppresses exercise-induced oxidative damage in rat liver / K. Minato, Y. Miyake, T. Osawa // Free Radicals In Biology And Medicine. 2003. 3(19). P. 265–287. doi: 10.1016/s0024-3205(02)02443-8.
13. Каротиноиды: биодоступность, биотрансформация, антиоксидантные свойства / В.А. Дадали [и др.] // Вопросы питания. 2010. Т. 79. № 2. С. 4–18.
14. Abobatta W.F. Nutritional benefits of citrus fruits / W.F. Abobatta // American Journal of Biomedical Science & Research. 2019. 3(4). P. 303–306. doi: 10.34297/AJBSR.2019.03.000681.
15. Citrus medica: Nutritional, phytochemical composition and health benefits-a review / N. Chhikara [and al.] // Food Function. 2018. 9. P. 1978–1992. doi: 10.1039/C7FO02035J.
16. Analysis of Citrus essential oils: state of the art and future perspectives. A review / P.Q. Tranchida [and al.] // Flavour Fragrance Journal. 2012. 27(2). P. 98–123. doi: 10.1002/ffj.2089.
17. Effects of the flavanone combination hesperetin-naringenin, and orange and grapefruit juices, on airway inflammation and remodeling in a murine asthma model / E. Seyedrezazadeh [and al.] // Phytotherapy Research. 2015. 29(4). P. 591–598. doi: 10.1002/ptr.5292.
18. Simons D. Citrus fruits: Production, consumption and health benefits. New York: Nova Science Publishers, 2016. 202 p.
19. Straka I. Chemical composition of grapefruit fruitage (*Citrus paradise* Macf.) in terms of its nutritional value / I. Straka, O.G. Belous // Субтропическое и декоративное садоводство. 2015. Вып. 54. С. 153–160.
20. Кароматов И.Д. Цитрусовые как лечебные средства / И.Д. Кароматов, Д.И. Кайимова // Биология и интегративная медицина. 2019. № 12 (40). С. 50–108.
21. Pancham Y.P. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder / Y.P. Pancham, B. Girish, S.S. Sanjay // Journal of pharmaceutical innovation. 2020. 9. P. 05–08.
22. Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice and Extract Using Ultrafiltration / M. Dushkova [and al.] // Membranes. 2022. 12(11). P. 1032. doi: 10.3390/мембраны12111032.
23. Öztürk H. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of jurinea consanguinea dc / H. Öztürk, U. Kolak, C. Meric // Records of Natural Products. 2011. 5(1). P. 43–51.
24. Сурсякова В.В. Определение органических кислот во фруктовых и овощных соках методом капиллярного электрофореза / В.В. Сурсякова, Г.В. Бурмакина, А.И. Рубайло // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2016. Т. 9. № 1. С. 100–108. doi: 10.17516/1998-2836-2016-9-1-100-108.
25. Souci S.W. Food composition and nutrition tables / S.W. Souci, W. Fachmann, H. Kraut, revised by E. Kirchoff. Based on the 7th edition. Stuttgart : Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2008. P. 1198–1199.
26. Скурихин И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. М. : ДеЛипринт, 2007. 275 с.
27. Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits / S. Liu [and al.] // Frontiers in Nutrition. 2022. 9. P. 968604. doi: 10.3389/fnut.2022.968604.
28. Нилова Л.П. Нутриенты апельсиновых соков и нектаров, роль в формировании антиоксидантных свойств / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова, А.Г. Арсирий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2021. Т. 9. № 3. С. 72–80. doi: 10.14529/food210308.
29. Официальный сайт Российской системы

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ АПЕЛЬСИНОВОГО СОКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

качества. Москва. URL: <https://roskachestvo.gov.ru> (дата обращения: 15.05.2023).

30. Тарун Е.И. Антиоксидантная активность сока цитрусовых плодов / Е.И. Тарун, В.И. Дудук // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2017. № 1. С. 53–58.

31. Тутельян В.А. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флавононы: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков / В.А. Тутельян, Н.В. Лашнева // Вопросы питания. 2011. Т. 80, № 5. С. 4–26.

32. Асанидзе Н. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами и некоторые особенности цитрусовых растений в связи с загрязнением тяжелыми металлами / Н. Асанидзе, Н. Турманидзе, Н. Джоджуа // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 5. doi: 10.51419/202125520.

### Информация об авторах

Н. Л. Наумова – доктор технических наук, профессор кафедры экологии и химической технологии, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

А. А. Лукин – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Е. А. Велисевич – аспирант кафедры экологии и химической технологии Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Н. А. Наумов – студент кафедры экологии и химической технологии Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

### REFERENCES

1. Khomich, L.M., Berezhnaya, Yu.A., Shashin, D.L., Polyakov, S.A., Kutepova, I.S., Perova, I.B. & Eller, K.I. (2022). Comparative analysis of the total content of polyphenols in some types of industrial juice products. *Nutrition issues*, 91 (5), 124-132. (In Russ.). doi: 10.33029/0042-8833-2022-91-5-124-132.

2. Ivanova, N.N., Khomich, L.M. & Perov, I.B. (2017). Nutrient profile of orange juice. *Nutrition issues*, 86 (6), 103-113. (In Russ.). doi 10.24411/0042-8833-2017-00012.

3. Mulvihill, E.E. & Huff, M.W. (2012). Huff Citrus flavonoids and the prevention of atherosclerosis. *Cardiovasc Hematol Disord Drug Targets*, 12(2), 84-91. (In United Arab Emirates). doi: 10.2174/1871529x11202020084.

4. Huang, Y.C., Liu, K.C. & Chiou, Y.L. (2012). Melanogenesis of murine melanoma cells induced by hesperetin, a Citrus hydrolysate-derived flavonoid. *Food and Chemical Toxicology*, 50(3-4), 653-9. (In **POLZUNOVSKIY VESTNIK № 1 2024**

Netherlands). doi: 10.1016/j.fct.2012.01.012.

5. Shahwar, D., Raza, M.A. & Atta-Ur-Rahman. (2013). Identification of flavonoids with trypsin inhibitory activity extracted from orange peel and green tea leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(6), 1420-6. (In United States). doi: 10.1002/jsfa.5910.

6. Jiang, P. (2009). *Phytochemical profile and antioxidant activity of physiological drop of citrus fruits*: Fourth Edition Oxford: University Press. (In United Kingdom).

7. Letaief, H., Zemni, H., Mliki, A. & Chebil, S. (2016). Composition of Citrus sinensis (L.) Osbeck cv «Maltaise demi-sanguine» juice. A comparison between organic and conventional farming. *Food Chemistry*, 194, 290-295. (In Netherlands). doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.025.

8. Simó, C., Ibañez, E., Señoráns F.J., Barbas, C., Reglero, G. & Cifuentes, A. (2002). Analysis of antioxidants from orangejuice obtained by counter-current supercritical fluid extraction, using micellar electrokinetic chromatography and reverse-phase liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (23), 6648-6652. (In United States). doi: 10.1021/jf025590u.

9. Peterson, J.J., Beecher, G.R., Bhagwat, S.A., Dwyer, J.T., Gebhardt, S.E., Haytowitz, D.B. & Holden, J.M. (2006). Flavanones in grapefruit, lemons, and limes: A compilation and review of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19, 74-80. (In United States).

10. Gillzquierdo, A., Gil, M.I., Ferreres, F. & Tomás-Barberán, F.A. (2001). In vitro availability of flavonoids and other phenolics in orange juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2), 1036-1041. (In United States). doi: 10.1021/jf0000528.

11. Miyake, Y. & Osawa, T. (2013). Protective effects of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats. *The Analyst*, 145, 917-933. (In United Kingdom). doi: 10.1007/s11745-998-0258-y.

12. Minato, K., Miyake, Y. & Osawa, T. (2003). Lemon flavonoid, eriocitrin, suppresses exercise-induced oxidative damage in rat liver *Free Radicals In Biology And Medicine*, 3(19), 265-287. (In Netherlands). doi: 10.1016/s0024-3205(02)02443-8.

13. Dadali, V.A., Tutel'yan, V.A., Dadali, YU.V. & Kravchenko, L.V. (2010). Carotenoids: bioavailability, biotransformation, antioxidant properties. *Nutrition issues*, 79 (2), 4-18. (In Russ.).

14. Abobatta, W.F. (2019). Nutritional benefits of citrus fruits. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 3(4), 303-306. (In United States). doi: 10.34297/AJBSR.2019.03.000681.

15. Chhikara, N., Kour, R., Jaglan, S., Gupta, P., Gat, Y. & Panghal, A. (2018). Citrus medica: Nutritional, phytochemical composition and health benefits-a review. *Food Function*, 9, 1978-1992. (In United Kingdom). doi: 10.1039/C7FO02035J.

16. Tranchida, P.Q., Bonaccorsi, I., Dugo, P., Mondello, L. & Dugo, G. (2012). Analysis of Citrus essential oils: state of the art and future perspectives. A review. *Flavour Fragrance Journal*, 27(2), 98-123. (In United States). doi: 10.1002/ffj.2089.

17. Seyedrezazadeh, E., Kolahian, S., Shahba-

- zfar, A.-A., Ansarin, K., Moghaddam, M.P., Sakhinia, M., Sakhinia, E. & Vafa, M. (2015). Effects of the flavanone combination hesperetin-naringenin, and orange and grapefruit juices, on airway inflammation and remodeling in a murine asthma model. *Phytotherapy Research*, 29(4), 591-598. (In United States). doi: 10.1002/ptr.5292.
18. Simons, D. (2016). *Citrus fruits: Production, consumption and health benefits*. New York: Nova Science Publishers. (In United States).
19. Straka, I. & Belous, O.G. (2015). Chemical composition of grapefruit fruitage (*Citrus paradise* Macf.) in terms of its nutritional value. *Subtropical and ornamental gardening*, 54, 153-160. (In Russ.).
20. Karomatov, I.D. & Kajimova, D.I. (2019). Citrus fruits as a remedy. *Biology and Integrative Medicine*, 12 (40), 50-108. (In Russ.).
21. Pancham, Y.P., Girish, B. & Sanjay, S.S. (2020). UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder. *Journal of pharmaceutical innovation*, 9, 05-08. (In United States).
22. Dushkova, M., Mihalev, K., Dinchev, A., Vasilev, K., Georgiev, D. & Terziyska, M. (2022). Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice and Extract Using Ultrafiltration. *Membranes*, 12(11), 1032. (In Switzerland). doi: 10.3390/membranes12111032.
23. Öztürk, H., Kolak, U. & Meric, C. (2011). Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *jurinea consanguinea* dc. *Records of Natural Products*, 5(1), 43-51. (In United States).
24. Sursyakova, V.V., Burmakina, G.V. & Rubajlo, A.I. (2016). Determination of organic acids in fruit and vegetable juices by capillary electrophoresis. *Journal of the Siberian Federal University. Series: Chemistry*, 9(1), 100-108. (In Russ.). doi: 10.17516/1998-2836-2016-9-1-100-108.
25. Souci, S.W., Fachmann, W. & Kraut, H. (2008). *Food composition and nutrition tables*. Revised by E. Kirchoff. Based on the 7th edition. Stuttgart : Medpharm GmbH Scientific Publishers, 1198-1199. (In Germany).
26. Skurikhin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (2007). *Tables of the chemical composition and calorie content of Russian food products: a reference book*. Moscow: DeLiprint. (In Russ.).
27. Liu, S., Lou, L.Y., Li, Y., Zhang, J., Li, P., Yang, B. & Gu, Q. (2022). Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits. *Frontiers in Nutrition*, 9, 968604. (In Switzerland). doi: 10.3389/fnut.2022.968604.
28. Nilova, L.P., Malyutenkova, S.M. & Arsyriy, A.G. (2021). Nutrients in orange juices and nectars, role in the formation of antioxidant properties. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies*, 9(3), 72-80. (In Russ.). doi: 10.14529/food210308.
29. Official site of the Russian quality system. Moscow. URL: <https://roskachestvo.gov.ru> (date of access: 05/20/2023). (In Russ.).
30. Tarun, E.I. & Duduk, V.I. (2017). Duduk Antioxidant activity of citrus fruit juice. *Journal of the Belarussian State University. Ecology*, 1, 53-58. (In Belarus).
31. Tutel'yan, V.A. & Lashneva, N.V. (2011). Biologically active substances of plant origin. Flavanones: food sources, bioavailability, effects on enzymes of xenobiotic metabolism. *Nutrition issues*, 80(5), 4-26. (In Russ.).
32. Asanidze, N. Turmanidze, N. & Dzhodzhuva, N. (2022). Pollution of the environment with heavy metals and some features of citrus plants in connection with pollution with heavy metals. *AgroEcolInfo: Electronic scientific and production journal*, 5. (In Russ.). doi: 10.51419/202125520.

#### Information about the authors

N.L. Naumova - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Ecology and Chemical Technology, Leading Researcher, Laboratory for Advanced Studies of Molecular Mechanisms of Stress, South Ural State University (NRU).

A.A. Lukin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (NRU).

E.A. Velisevich - Post-graduate student of the Department of Ecology and Chemical Technology, South Ural State University (NRU).

N.A. Naumov - Student of the Department of Ecology and Chemical Technology, South Ural State University (NRU).

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 29 мая 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 05 марта 2024.*

*The article was received by the editorial board on 29 May 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 05 Mar 2024.*