
Научная статья/Research Article

УДК 663.813

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-268-276

Наталья Леонидовна Наумова^{1✉}, Александр Анатольевич Лукин²,
Евгений Александрович Велисевич³, Никита Андреевич Наумов⁴

^{1,2,3,4}Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

¹n.naumova@inbox.ru

²lukin3415@gmail.com

³boode0114@gmail.com

⁴n.a.naumov.2023@inbox.ru

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ГРЕЙПФРУТА

Цель исследования – изучение пищевой ценности соковой продукции из грейпфрута (восстановленного сока торговых марок (ТМ) Rich, «Я» и сокосодержащего напитка «Santal») для уточнения и дополнения литературных сведений и выявления наиболее конкурентоспособной продукции. Задачи: изучить биохимические показатели, антиоксидантную активность (АОА) и минеральную ценность соковой продукции из грейпфрута. Получена дополнительная информация о содержании в напитках полифенольных соединений, флаванонгликозидов, антиоксидантной способности. Впервые определены уровни отдельных минеральных элементов в указанной продукции, мг/кг: Al – 0,31–0,62; B – 0,28–0,48; Ba – 0,04–0,08; Na – 4,7–12,4; Sb – 0,07; Si – 1,0–1,6; Sr – 0,11–0,33; Te – 0,20–0,28 и Zn – 0,15–0,21. Состав моно- и дисахаридов исследуемых напитков соответствовал общеизвестным литературным данным, а их соотношение было наиболее близким к оптимальному только в соке. Содержание лимонной кислоты (11710,3–11920,2 мг/дм³) и антиоксидантная активность (23,1–29,8 %) не имели резких колебаний. Присутствия яблочной кислоты и потенциально опасных элементов (As, Cd, Pb, Hg) во всех напитках не выявлено. Витамина С, суммарных полифенолов, нарингина и гесперидина, микроэлементов Zn и Cr содержалось больше в грейпфрутовом соке ТМ Rich, элементов Sr и Te – в соке «Я», Al – в напитке Santal. По результатам изучения пищевой ценности конкурентное преимущество установлено за грейпфрутовым соком ТМ Rich. Сокосодержащий напиток Santal по количеству биологически активных веществ уступал соку из грейпфрута обеих торговых марок.

Ключевые слова: грейпфрут, грейпфрутовый сок, пищевая ценность, макро- и микронутриенты, антиоксидантная активность

Для цитирования: Пищевая ценность соковой продукции из грейпфрута / Н.Л. Наумова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 268–276. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-268-276.

Natalya Leonidovna Naumova^{1✉}, Alexander Anatolyevich Lukin²,
Evgeniy Aleksandrovich Velisevich³, Nikita Andreevich Naumov⁴

^{1,2,3,4}South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

¹n.naumova@inbox.ru

²lukin3415@gmail.com

³boode0114@gmail.com

⁴n.a.naumov.2023@inbox.ru

NUTRITIONAL VALUE OF GRAPEFRUIT JUICE PRODUCTS

The purpose of research is to study the nutritional value of grapefruit juice products (reconstituted juice of the trademarks Rich, Ya and juice drink Santal) to clarify and supplement the literature information and identify the most competitive products. Objectives: to study the biochemical parameters, antioxidant activity (AOA) and mineral value of grapefruit juice products. Additional information was obtained on the content of polyphenolic compounds, flavanone glycosides, and antioxidant capacity in drinks. For the first time, the levels of individual mineral elements in these products were determined, mg/kg: Al – 0.31–0.62; B – 0.28–0.48; Ba – 0.04–0.08; Na – 4.7–12.4; Sb – 0.07; Si – 1.0–1.6; Sr – 0.11–0.33; Te – 0.20–0.28 and Zn – 0.15–0.21. The composition of mono- and disaccharides of the studied drinks corresponded to well-known literature data, and their ratio was closest to optimal only in juice. The content of citric acid (11710.3–11920.2 mg/dm³) and antioxidant activity (23.1–29.8 %) did not have sharp fluctuations. The presence of malic acid and potentially hazardous elements (As, Cd, Pb, Hg) in all drinks was not detected. Vitamin C, total polyphenols, naringin and hesperidin, microelements Zn and Cr were contained more in grapefruit juice TM Rich, elements Sr and Te – in juice Ya, Al – in the drink Santal. Based on the results of a study of nutritional value, a competitive advantage was established for grapefruit juice TM Rich. The Santal juice drink was inferior in terms of the amount of biologically active substances to grapefruit juice of both brands.

Keywords: grapefruit, grapefruit juice, nutritional value, macro- and micronutrients, antioxidant activity

For citation: Nutritional value of grapefruit juice products / N.L. Naumova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 268–276. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-268-276.

Введение. Известно, что свежие плоды грейпфрута содержат: витамин С – до 45 мг/100 г [1], глюкозу – 1,8 %, фруктозу – 1,4 %, сахарозу – 3,1 %, соли К, Na, Mg [2], органические кислоты, витамин Р, пиридоксин, рибофлавин, тиамин, биотин, фолиевую кислоту, аминокислоты, белки [3], фуракумарины [4], флаваноиды – нарингин, нарингенин, нарирутин, кверцетин, кемпферол, гесперидин, неогесперидин, дидумин, понцирин [5, 6].

Грейпфрут рекомендуется при диетическом питании больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, атеросклерозом [7, 8]. Нарингин грейпфрута нормализует систолическое давление, улучшает сосудистую дисфункцию и вентрикулярную диастолическую дисфункцию при гипергликемических состояниях [9]. Сок грейпфрута обладает гепатопротективными свойствами [10], эффективен при лечении воспалительных заболеваний кишечника [11], предупреждает возникновение почечных камней [12]. Нарингенин оказывает противоопухолевое воздействие при раке колоректальной области [13]. Гесперидин ингибирует фермент тирозиназу и процесс образования меланина в коже [14], в паре с нарингином улучшает эластичность и пропускную способность сосудов, активизирует работу печени, оказывает противовоспалительное действие [15, 16]. Благодаря наличию по-

лифенолов и витамина С плоды грейпфрута обладают выраженными антиоксидантными свойствами [17, 18], что предохраняет организм от генотоксичных и тератогенных воздействий солей кадмия [19].

Сегодня производство соковой продукции в России направлено на выпуск восстановленных соков, сокосодержащих напитков из импортируемых концентрированных соков грейпфрута, которые характеризуются относительно низким содержанием биологически активных веществ [20]. Основной нутриентный состав такой продукции описан в значительном количестве научных работ, однако недостаточно подробно изучены уровни отдельных минеральных элементов, встречаются противоречивые данные о содержании некоторых полифенольных соединений и т. д.

Цель исследования – изучение пищевой ценности соковой продукции из грейпфрута промышленного производства различных торговых марок для уточнения и дополнения литературных сведений и выявления наиболее конкурентоспособной продукции.

Задачи: изучить биохимические показатели, антиоксидантную активность (АОА) и минеральную ценность соковой продукции из грейпфрута.

Объекты и методы. Объектом исследований выступили:

– образцы пакетированного грейпфрутового сока (восстановленного) торговых марок: Rich, изготовитель АО «Мултон» (192236, г. Санкт-Петербург, ул. Софийская, д. 14); «Я», изготовитель «Сибирское молоко» – филиал АО «ВБД» (630088, г. Новосибирск, ул. Петухова, д. 33);

– сокодержатель осветленный напиток Santal (объемная доля сока не менее 24 %) из красного грейпфрута следующего состава: грейпфрутовый сок, сахар, лимонная кислота, загуститель – пектины, ароматизатор натуральный, краситель Е120, вода; изготовитель АО «Белгородский молочный комбинат» (308032, г. Белгород, ул. Привольная, д. 5).

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. Уровни витамина С, полифенолов и АОА напитков изучали на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония) при длинах волн 265 нм по методике [21], 765 нм – по [22], 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 моно- и дисахаридов исследуемых напитков с литературными данными определили, что все они соответствовали известным количественным диапазонам, однако уровни анализируемых сахаров в сокодержателе напитке Santal были наиболее близки к верхней границе интервала сравнения (табл. 1). Грейпфрутовые соки ТМ Rich и «Я» не имели различий в уровнях сахаров. Соотношение глюкозы, фруктозы и сахарозы в грейпфрутовом соке, зависящее от сортовых особенностей плода, должно быть близко к 1,5 : 1,5 : 1 (глюкоза : фруктоза : сахароза) [5]. В большей степени этому условию удовлетворяла продукция ТМ Rich и «Я».

После анализа информации об энергетической ценности исследуемых напитков, указанную в маркировке и обусловленную, в первую очередь, содержанием углеводов, стало очевидно, что ее количественные характеристики требуют пересмотра (перерасчета) указанных величин, которые не гармонируют с выявленными уровнями сахаров.

Таблица 1

Биохимические показатели напитков

Показатель	Литературные данные	Результаты исследований напитков торговых марок		
		Rich	«Я»	Santal
Сахара, %:	0,5–4,0 [5, 24]			
сахароза		2,1±0,1	2,0±0,1	4,1±0,2
глюкоза		3,4±0,1	3,4±0,1	4,2±0,2
фруктоза	2,0–5,0 [5, 24]	3,7±0,1	3,6±0,1	4,3±0,2
Энергетическая ценность, кДж/ккал	Маркировочные данные	136/32	180/40	176/42
Органические кислоты, мг/дм ³ :				
лимонная	7400–16300 [5, 24]	11920,2±215,2	11710,3±219,9	11830,1±226,4
яблочная	230–1100 [5, 24]	< 1,0		
Витамин С, мг/100 мл	2,0–45,8 [5] 31–43 [8, 24]	20,3±0,9	12,7±0,5	5,0±0,2
Полифенолы, ммоль/л экв. галловой кислоты	–	40,2±1,8	26,8±1,1	10,6±0,4
АОА, %	–	29,8±1,2	27,7±1,6	23,1±1,5
Нарингин, мг/дм ³	123–632 [5]	270,4±7,8	235,9±6,2	24,1±1,1
Гесперидин, мг/дм ³	8,0–16,5 [5] 2–164 [25]	206,4±5,9	162,7±4,7	< 20,0

Органические кислоты в соках имеют не только естественное происхождение, но и добавляются в процессе их изготовления для изменения вкуса и продления срока годности [26]. Установлено, что во всех напитках содержание лимонной кислоты не имело резких различий и соответствовало общеизвестным уровням. Присутствия яблочной кислоты во всех образцах зафиксировано не было.

Уровни витамина С были характерны для количественного диапазона восстановленного грейпфрутового сока промышленного производства во всех напитках, но с наибольшим его содержанием в соке TM Rich (на 60 % и в 4 раза соответственно по отношению к напиткам «Я» и Santal) и наименьшим – в продукции Santal (в 2,5 раза по отношению к соку «Я»). Витамин С обладает антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, усиливает выработку белков интерферонов.

Общее содержание полифенолов, а также флаванонгликозидов нарингина и гесперидина было выше в соке TM Rich. Так, полифенольных соединений было в 3,8 раза больше по отношению к напитку TM Santal, в 1,5 раза по отношению к соку «Я»; нарингина в – в 11,2 раза и на 14,6 % соответственно. Уровень гесперидина в соке Rich отличался в большую сторону от величины аналогичного показателя сока «Я» на 26,9 %. В сокосодержащем напитке «Santal» гесперидин обнаружен не был. При этом содержание нарингина в грейпфрутовом соке разных TM соответствовало литературным данным, гесперидина – только в соке «Я». Несмотря на это, АОА исследуемых напитков не имела резких различий и находилась в пределах 23,1–29,8 %.

Необходимо отметить, что в свободном доступе размещены научные труды, посвященные изучению содержания полифенолов [27–29] и АОА [30–32] восстановленного грейпфрутового сока, однако применяемые в них методы исследований и единицы измерения показателей не позволяют сравнить полученные нами результаты с их значениями.

Содержание 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. [5]. Важен и способ изготовления соков (отжим, пастеризация, концентрирование и т. д.), причем

обработка и хранение могут по-разному влиять на концентрацию индивидуальных флаванонов [33]. Этим можно объяснить результаты наших исследований по определению гесперидина в соке TM Rich, которые отличались от данных, приведенных в работах [5, 25].

Особый интерес представляло изучение минерального состава соковой продукции. Установлено присутствие 18 макро- и микроэлементов в каждом образце напитков (табл. 2). Содержание потенциально опасных элементов (As, Cd, Pb, Hg) во всех пробах продукции не выявлено. Впервые получены результаты по уровням следующих элементов, мг/кг – Al (0,31–0,62), B (0,28–0,48), Ba (0,04–0,08), Na (4,7–12,4), Sb (0,07), Si (1,0–1,6), Sr (0,11–0,33), Te (0,20–0,28) и Zn (0,15–0,21) в соке и сокосодержащем напитке промышленного производства из грейпфрута. Каждый третий элемент, а именно B, Ba, Cu, P, Sb и Se в соке TM Rich и «Я» находился на одном количественном уровне. Грейпфрутовый сок Rich на фоне других выделялся относительно высоким содержанием такого жизненно необходимого микроэлемента, как Zn (на 23 и 40 %) и условно эссенциального микроэлемента – Cr. Дефицит Zn в организме ассоциируется с нарушением функции иммунной системы, возникновением анемии, дефектами развития костной и хрящевой ткани, с нарушением синтеза ДНК, снижением экспрессии генов и многого другого. Cr регулирует метаболизм холестерина, работу сердечной мышцы и сосудов, активацию фосфоглюкомутазы, трипсина и других ферментов.

Остальные напитки не выделялись повышенными уровнями незаменимых минеральных веществ, хотя содержали: сок «Я» – относительно высокие концентрации Sr (на 50 %, или в 3 раза) и Te (на 21,7 %, или в 1,4 раза), напиток Santal – Al (в 1,8, или 2 раза).

При сравнении полученных результатов с известными литературными данными определили, что во всех напитках только количество Fe и Se было несколько выше (от 5 до 32 %, или от 10 до 14 раз соответственно) величины верхней границы представленных интервалов, в соках – дополнительно уровень P (от 8 до 12 %). Более 50 % из установленных элементов (B, Ba, Ca, Cr, Cu, K, Mg, P, Sb и Sr) в сокосодержащем напитке Santal содержалось в значительно меньших количествах по сравнению с их уровнями в грейпфрутовом соке.

Минеральный состав напитков, мг/кг

Элемент	Литературные данные [5, 24]	Rich		«Я»		Santal	
		Факт. содержание	% от РНП	Факт. содержание	% от РНП	Факт. содержание	% от РНП
Al (алюминий)	Нет данных	0,37±0,01	–	0,31±0,01	–	0,62±0,02	–
B (бор)		0,48±0,02	–	0,44±0,02	–	0,28±0,01	–
Ba (барий)		0,08±0,01	–	0,07±0,01	–	0,04±0,01	–
Ca (кальций)	48–130	108,2±5,3	1,1	136,1±6,4	1,3	38,3±1,2	0,4
Cr (хром)	0,006	0,002±0,001	50,0	< 0,001	–	< 0,001	–
Cu (медь)	0,11–0,13	0,13±0,01	1,3	0,11±0,01	1,1	0,07±0,01	0,7
Fe (железо)	0,39–0,40	0,51±0,02	0,5*; 0,3**	0,42±0,02	0,4*; 0,2**	0,53±0,02	0,5*; 0,3**
K (калий)	1218–1992	1033,4±27,5	3,0	1408,3±31,7	4,0	256,1±5,8	0,7
Mg (магний)	67–140	86,3±3,1	2,1	111,2±4,8	2,6	26,2±1,1	0,6
Mn (марганец)	0,1–2,0	0,12±0,01	0,6	0,09±0,01	0,5	0,09±0,01	0,5
Na (натрий)	Нет данных	12,4±0,9	0,1	4,7±0,2	0,04	12,4±0,7	0,1
P (фосфор)	90–136	147,1±6,3	2,1	152,0±6,5	2,2	50,3±2,2	0,7
Sb (сурьма)	Нет данных	0,07±0,01	–	0,07±0,01	–	< 0,005	–
Se (селен)	0,005	0,05±0,01	7,1*; 9,1**	0,06±0,01	8,6*; 10,9**	0,07±0,01	10,0*; 12,7**
Si (кремний)	Нет данных	1,6±0,7	0,5	1,0±0,4	0,3	1,2±0,3	0,4
Sr (стронций)		0,22±0,01	–	0,33±0,01	–	0,11±0,01	–
Te (теллур)		0,23±0,01	–	0,28±0,01	–	0,20±0,01	–
Zn (цинк)		0,21±0,01	0,2	0,15±0,01	0,1	0,17±0,01	0,1

Примечание: РНП – рекомендуемая норма потребления согласно МР 2.3.1.0253-21; «*» – для мужчин; «**» – для женщин.

Изучение удовлетворения суточной потребности взрослого человека в эссенциальных элементах при употреблении 100 г того или иного напитка позволило выявить, что грейпфрутовый сок ТМ Rich и «Я» являлся более конкурентоспособным с позиций современной нутрициологии, поскольку мог устранить дефицит большего количества макро- и микроэлементов в пищевом рационе. При этом обнаруженный уровень Cr в соке Rich позволяет покрыть достаточно высокий процент потребности в нем взрослого человека.

Заключение. Получены дополнительные сведения о содержании в соковой продукции из грейпфрута промышленного производства полифенольных соединений, в т. ч. флаванонгликозидов гесперидина и нарингина, и антиоксидантной способности напитков.

Впервые определены уровни отдельных минеральных элементов в указанной продукции, мг/кг: Al – 0,31–0,62; B – 0,28–0,48; Ba – 0,04–0,08; Na – 4,7–12,4; Sb – 0,07; Si – 1,0–1,6; Sr – 0,11–0,33; Te – 0,20–0,28 и Zn – 0,15–0,21.

По результатам изучения пищевой ценности, а именно выявленным уровням моно- и дисахаридов, витамина С, полифенольных соедине-

ний, флаванонгликозидов и минеральных элементов (B, Cr, Cu, Mg, Si и Zn) конкурентное преимущество установлено за грейпфрутовым соком ТМ Rich.

Список источников

1. Determination of sugars, organic acids, aroma components, and carotenoids in grapefruit pulps / H. Zheng [et al.] // Food Chemistry. 2016. Vol. 205. P. 112–121. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.007.
2. Кароматов И.Д., Кайимова Д.И. Цитрусовые как лечебные средства // Биология и интегративная медицина. 2019. № 12 (40). С. 50–108.
3. Straka I., Belous O.G. Chemical composition of grape-fruit fruitage (*Citrus paradise* Macf.) in terms of its nutritional value // Субтропическое и декоративное садоводство. 2015. Вып. 54. С. 153–160.
4. Contents of furanocoumarins in grapefruit juice and health foods / N. Sakamaki [et al.] // Shokuhin Eiseigaku Zasshi. 2008. Vol. 49 (4). P. 326–331. DOI: 10.3358/shokueishi.49.326.

5. Нутриентный профиль грейпфрутового сока / *Н.Н. Иванова* [и др.] // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 5. С. 85–94. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10057.
6. Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits / *S. Liu* [et al.] // *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 968604. DOI: 10.3389/fnut.2022.968604.
7. Positive effects of naringenin on nearsurface membrane fluidity in human erythrocytes / *V. Ajdžanović* [et al.] // *Acta Physiologica Hungarica*. 2015. Vol. 102(2). P. 131–136. DOI: 10.1556/036.102.2015.2.3.
8. Flavanones protect from arterial stiffness in postmenopausal women consuming grapefruit juice for 6 mo: a randomized, controlled, crossover trial / *V. Habauzit* [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2015. Vol. 102 (1). P. 66–74. DOI: 10.3945/ajcn.114.104646.
9. Naringin, the major grapefruit flavonoid, specifically affects atherosclerosis development in diet-induced hypercholesterolemia in mice / *A. Chanet* [et al.] // *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2012. Vol. 23 (5). P. 469–477. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2011.02.001.
10. *Alam M.A., Kauter K., Brown L.* Naringin improves diet-induced cardiovascular dysfunction and obesity in high carbohydrate, high fat diet fed rats // *Nutrients*. 2013. Vol. 5 (3). P. 637–650. DOI: 10.3390/nu5030637.
11. Review of natural products with hepatoprotective effects / *E. Madrigal-Santillán* [et al.] // *World Journal of Gastroenterology*. 2014. Vol. 20 (40). P. 14787–14804. DOI: 10.3748/wjg.v20.i40.14787.
12. *Barghouthy Y., Somani B.K.* Role of Citrus Fruit Juices in Prevention of Kidney Stone Disease (KSD): A Narrative Review // *Nutrients*. 2021. Vol. 13 (11). P. 4117. DOI: 10.3390/nu13114117.
13. *Patel K., Singh G.K., Patel D.K.* A Review on Pharmacological and Analytical Aspects of Naringenin // *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 2018. Vol. 24(7). P. 551–560. DOI: 10.1007/s11655-014-1960-x.
14. *Huang Y.C., Liu K.C., Chiou Y.L.* Melanogenesis of murine melanoma cells induced by hesperetin, a Citrus hydrolysate-derived flavonoid // *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50 (3-4). P. 653–659. DOI: 10.1016/j.fct.2012.01.012.
15. *Jiang P.* Phytochemical profile and antioxidant activity of physiological drop of citrus fruits: Fourth Edition Oxford: University Press. 2009. 798 p.
16. Composition of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv «Maltaise demi-sanguine» juice. A comparison between organic and conventional farming / *H. Letaief* [et al.] // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 194. P. 290–295. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.08.025.
17. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / *Ю.С. Тараховский* [и др.]. Пущино: Synchronbook, 2013. 310 с.
18. Phenolic compositions and antioxidant activities of grapefruit (*Citrus paradise* Macfadyen) varieties cultivated in China / *W. Xi* [et al.] // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2015. Vol. 66 (8). P. 858–866. DOI: 10.3109/09637486.2015.1095864.
19. Protective effect of grapefruit juice on the teratogenic and genotoxic damage induced by cadmium in mice / *N. Argüelles* [et al.] // *Journal of Medicinal Food*. 2012. Vol. 15 (10). P. 887–893. DOI: 10.1089/jmf.2012.0023.
20. *Власова М.В.* Анализ конкурентоспособности сока на потребительском рынке // *Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования*. 2018. № 7. С. 231–235.
21. *Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S.* UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder // *Journal of pharmaceutical innovation*. 2020. Vol. 9. P. 05–08.
22. Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice and Extract Using Ultrafiltration / *M. Dushkova* [et al.] // *Membranes*. 2022. Vol. 12 (11). P. 1032. DOI: 10.3390/membranes12111032.
23. *Öztürk H., Kolak U., Meric C.* Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *Jurinea consanguinea* DC // *Records of Natural Products*. 2011. Vol. 5 (1). P. 43–51.
24. *Souci S.W., Fachmann W., Kraut H.* Food composition and nutrition tables. Revised by *E. Kirchoff*. Based on the 7th edition.

- Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2008. P. 1198–1199.
25. *Gattuso G., Barreca D., Gargiulli C.* Flavonoid composition of citrus juices // *Molecules*. 2007. Vol. 12. P. 164–167.
 26. *Сурсякова В.В., Бурмакина Г.В., Рубайло А.И.* Определение органических кислот во фруктовых и овощных соках методом капиллярного электрофореза // *Журнал Сибирского федерального университета. Сер. «Химия»*. 2016. Т. 9, № 1. С. 100–108. DOI: 10.17516/1998-2836-2016-9-1-100-108.
 27. *Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П.* Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу // *Аналитика и контроль*. 2015. Т. 19, № 4. С. 373–380. DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.012.
 28. *Бурак Л.Ч., Завалей А.П.* Исследование соков с высокой антиоксидантной активностью, консервированных омической пастеризацией // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2021. № 4. С. 38–47. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-4-38-47.
 29. Сравнительный анализ общего содержания полифенолов в некоторых видах соковой продукции промышленного производства / *Хомич Л.М.* [и др.] // *Вопросы питания*. 2022. Т. 91, № 5. С. 124–132. DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-5-124-132.
 30. *Вяткин А.В., Чугунова О.В.* Напитки антиоксидантной направленности как метод борьбы с окислительным стрессом // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2016. Т. 6, № 4 (19). С. 119–126.
 31. *Тарун Е.И., Дудук В.И.* Антиоксидантная активность сока цитрусовых плодов // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2017. № 1. С. 53–58.
 32. *Макарова Н.В., Мусифуллина Э.В.* Антиоксидантная активность пищевых продуктов на основе цитрусовых фруктов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2013. № 1 (331). С. 30–32.
 33. *Тутельян В.А., Лашнева Н.В.* Биологически активные вещества растительного происхождения. Флаваноны: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // *Вопросы питания*. 2011. Т. 80, № 5. С. 4–26.

References

1. Determination of sugars, organic acids, aroma components, and carotenoids in grapefruit pulps / *H. Zheng* [et al.] // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 205. P. 112–121. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.007.
2. *Karomatov I.D., Kajimova D.I.* Citrusovye kak lechebnye sredstva // *Biologiya i integrativnaya medicina*. 2019. № 12 (40). S. 50–108.
3. *Straka I., Belous O.G.* Chemical composition of grape-fruit fruitage (*Citrus paradise* Macf.) in terms of its nutritional value // *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*. 2015. Vyp. 54. S. 153–160.
4. Contents of furanocoumarins in grapefruit juice and health foods / *N. Sakamaki* [et al.] // *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*. 2008. Vol. 49 (4). P. 326–331. DOI: 10.3358/shokueishi.49.326.
5. Nutrientnyj profil' grejpfutovogo soka / *N.N. Ivanova* [i dr.] // *Voprosy pitaniya*. 2018. Т. 87, № 5. S. 85–94. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10057.
6. Review of phytochemical and nutritional characteristics and food applications of *Citrus* L. fruits / *S. Liu* [et al.] // *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 968604. DOI: 10.3389/fnut.2022.968604.
7. Positive effects of naringenin on nearsurface membrane fluidity in human erythrocytes / *V. Ajdžanović* [et al.] // *Acta Physiologica Hungarica*. 2015. Vol. 102(2). P. 131–136. DOI: 10.1556/036.102.2015.2.3.
8. Flavanones protect from arterial stiffness in postmenopausal women consuming grapefruit juice for 6 mo: a randomized, controlled, crossover trial / *V. Habauzit* [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2015. Vol. 102 (1). P. 66–4. DOI: 10.3945/ajcn.114.104646.
9. Naringin, the major grapefruit flavonoid, specifically affects atherosclerosis development in diet-induced hypercholesterolemia in mice / *A. Chanet* [et al.] // *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2012. Vol. 23 (5). P. 469–477. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2011.02.001.

10. Alam M.A., Kauter K., Brown L. Naringin improves diet-induced cardiovascular dysfunction and obesity in high carbohydrate, high fat dietfed rats // *Nutrients*. 2013. Vol. 5 (3). P. 637–650. DOI: 10.3390/nu5030637.
11. Review of natural products with hepatoprotective effects / E. Madrigal-Santillán [et al.] // *World Journal of Gastroenterology*. 2014. Vol. 20 (40). P. 14787–14804. DOI: 10.3748/wjg.v20.i40.14787.
12. Barghouthy Y., Somani B.K. Role of Citrus Fruit Juices in Prevention of Kidney Stone Disease (KSD): A Narrative Review // *Nutrients*. 2021. Vol. 13 (11). P. 4117. DOI: 10.3390/nu13114117.
13. Patel K., Singh G.K., Patel D.K. A Review on Pharmacological and Analytical Aspects of Naringenin // *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 2018. Vol. 24(7). P. 551-560. DOI: 10.1007/s11655-014-1960-x.
14. Huang Y.C., Liu K.C., Chiou Y.L. Melanogenesis of murine melanoma cells induced by hesperetin, a Citrus hydrolysate-derived flavonoid // *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50 (3-4). P. 653–659. DOI: 10.1016/j.fct.2012.01.012.
15. Jiang P. Phytochemical profile and antioxidant activity of physiological drop of citrus fruits: Fourth Edition Oxford: University Press. 2009. 798 p.
16. Composition of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv «Maltaise demi-sanguine» juice. A comparison between organic and conventional farming / H. Letaief [et al.] // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 194. P. 290-295. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.08.025.
17. Flavonoidy: biohimiya, biofizika, medicina / Yu.S. Tarahovskij [i dr.]. Puschino: Sunchrobook, 2013. 310 c.
18. Phenolic compositions and antioxidant activities of grapefruit (*Citrus paradise* Macfadyen) varieties cultivated in China / W. Xi [et al.] // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2015. Vol. 66 (8). P. 858–866. DOI: 10.3109/09637486.2015.1095864.
19. Protective effect of grapefruit juice on the teratogenic and genotoxic damage induced by cadmium in mice / N. Argüelles [et al.] // *Journal of Medicinal Food*. 2012. Vol. 15 (10). P. 887–893. DOI: 10.1089/jmf.2012.0023.
20. Vlasova M.V. Analiz konkurentosposobnosti soka na potrebitel'skom rynke // *Obrazovanie i nauka bez granic: fundamental'nye i priklad'nye issledovaniya*. 2018. № 7. S. 231–235.
21. Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder // *Journal of pharmaceutical innovation*. 2020. Vol. 9. P. 05–08.
22. Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice and Extract Using Ultrafiltration / M. Dushkova [et al.] // *Membranes*. 2022. Vol. 12 (11). P. 1032. DOI: 10.3390/membranes12111032.
23. Öztürk H., Kolak U., Meric C. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *Jurinea consanguinea* DC // *Records of Natural Products*. 2011. Vol. 5 (1). P. 43–51.
24. Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. Food composition and nutrition tables. Revised by E. Kirchhoff. Based on the 7th edition. Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2008. P. 1198–1199.
25. Gattuso G., Barreca D., Gargiulli C. Flavonoid composition of citrus juices // *Molecules*. 2007. Vol. 12. P. 164–167.
26. Sursyakova V.V., Burmakina G.V., Rubajlo A.I. Opredelenie organicheskikh kislot vo fruktovyh i ovoschnyh sokah metodom kapillyarnogo `elektroforeza // *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta*. Ser. «Himiya». 2016. T. 9, № 1. S. 100–108. DOI: 10.17516/1998-2836-2016-9-1-100-108.
27. Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Cyganok L.P. Spektrofotometricheskoe opredelenie summy fenol'nyh soedinenij v rastitel'nyh ob'ektah s ispol'zovaniem hlorida alyuminiya, 18-molibdodifosfata i reaktiva Folina-Chokal'teu // *Analitika i kontrol'*. 2015. T. 19, № 4. S. 373–380. DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.012.
28. Burak L.Ch., Zavalej A.P. Issledovanie sokov s vysokoj antioksidantnoj aktivnost'yu, konservirovannyh omicheskoj pasterizaciej // *Tehnologii pischevoj i pererabatyvayuschej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2021. № 4. S. 38–47. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-4-38-47.
29. Sravnitel'nyj analiz obshchego sodержaniya polifenolov v nekotoryh vidah sokovoj produkcii promyshlennogo proizvodstva / Homich L.M. [i dr.] // *Voprosy pitaniya*. 2022. T. 91, № 5.

- S. 124–132. DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-5-124-132.
30. *Vyatkin A.V., Chugunova O.V.* Napitki antioksidantnoj napravlenosti kak metod bor'by s okislitel'nym stressom // *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya*. 2016. T. 6, № 4 (19). S. 119–126.
31. *Tarun E.I., Duduk V.I.* Antioksidantnaya aktivnost' soka citrusovykh plodov // *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. `Ekologiya*. 2017. № 1. S. 53–58.
32. *Makarova N.V., Musifullina `E.V.* Antioksidantnaya aktivnost' pischevykh produktov na osnove citrusovykh fruktov // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pischevaya tekhnologiya*. 2013. № 1 (331). S. 30–32.
33. *Tutel'yan V.A., Lashneva N.V.* Biologicheski aktivnye veshchestva rastitel'nogo proishozhdeniya. Flavanony: pischevye istochniki, biodostupnost', vliyanie na fermenty metabolizma ksenobiotikov // *Voprosy pitaniya*. 2011. T. 80, № 5. S. 4–26.

Статья принята к публикации 25.09.2023 / The article accepted for publication 25.09.2023.

Информация об авторах:

Наталья Леонидовна Наумова¹, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса, профессор кафедры экологии и химической технологии, доктор технических наук, доцент

Александр Анатольевич Лукин², доцент кафедры пищевых и биотехнологий

Евгений Александрович Велисевич³, аспирант кафедры экологии и химической технологии

Никита Андреевич Наумов⁴, студент 1-го курса

Information about the authors:

Natalya Leonidovna Naumova¹, Leading Researcher at the Laboratory of Advanced Research on Molecular Mechanisms of Stress, Professor at the Department of Ecology and Chemical Technology, Doctor of Technical Sciences, Docent

Alexander Anatolyevich Lukin², Associate Professor, Department of Food and Biotechnology

Evgeniy Aleksandrovich Velisevich³, Postgraduate Student at the Department of Ecology and Chemical Technology

Nikita Andreevich Naumov⁴, 1st year Student

