

ПИЩЕВОЕ СЫРЬЕ И ИНГРЕДИЕНТЫ (FOOD RAW MATERIALS & INGREDIENTS)

УДК 581.192.2:635.132
DOI 10.26297/0579-3009.2021.5-6.1

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВКУСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ

Е.Н. ЗЕЛЕНКОВА^{1&2}, З.Е. ЕГОРОВА²

^{1,2} Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь, elena.taras@mail.ru²²

Аннотация. Исследовано изменение содержания фенольных соединений при хранении корнеплодов столовой моркови 14 сортов, перерабатываемых на предприятиях Беларуси. Отбор образцов моркови осуществляли из специализированных овощехранилищ 1 раз в месяц в течение 5 мес. Содержание фенольных соединений определяли по методике, адаптированной авторами для матрицы моркови, на основе реакции окисления фенольных соединений реактивом Фолина–Чокальтеу и последующей фотометрией при длине волны 765 нм. Общую сумму фенольных соединений определяли в пересчете на феруловую кислоту. Установлено, что наименьшее количество фенольных соединений содержали свежесобраные корнеплоды моркови (2,10–7,21 мг/100 г в зависимости от сорта). После 5 мес хранения концентрация водорастворимых фенольных соединений в корнеплодах в зависимости от сорта составила 16,07–40,78 мг/100 г, что превысило исходное содержание в 2,9–7,5 раза. Содержание фенольных соединений в корнеплодах моркови повышалось неравномерно в течение хранения. В 6 образцах рост характеризовался линейной зависимостью с коэффициентами корреляции $0,95 \leq R^2 \leq 0,99$, в 8 – экспоненциальной ($0,92 \leq R^2 \leq 0,99$). Ощутимая горечь во вкусе появилась во всех образцах корнеплодов моркови после 4 мес хранения. В 11 образцах наблюдалась корреляция 0,91 между показателем ощущения горечи и содержанием фенольных соединений. По совокупности оцененных показателей наиболее предпочтительными для переработки на сок прямого отжима являются сорта столовой моркови Витаминная-6, Белград, Лявониха, Монанта, Нантская 4.

Ключевые слова: морковь столовая, корнеплоды, фенольные соединения, горький вкус, сок прямого отжима

INFLUENCE OF THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS ON THE TASTE CHARACTERISTICS OF FOOD CARROTS

ELENA N. ZELENKOVA^{1&2}, ZINAIDA E. EGOROVA²

^{1,2} Belarusian State Technological University,
Minsk, Republic of Belarus, elena.taras@mail.ru²³

Abstract. The change in the content of phenolic compounds during the storage of table carrot root crops of 14 varieties processed at Belarusian enterprises has been investigated. Carrot samples were taken from specialized vegetable storages once a month for 5 months. The content of phenolic compounds was determined by the method adapted by us for the carrot matrix, based on the oxidation reaction of phenolic compounds with the Folin–Chocalteu reagent and subsequent photometry at a wavelength of 765 nm. The total amount of phenolic compounds is determined in terms of ferulic acid. It was found that freshly harvested carrot roots contained the least amount of phenolic compounds (2,10–7,21 mg/100 g, depending on the variety). After 5 months of storage, the concentration of water-soluble phenolic compounds in root crops, depending on the variety, was 16,07–40,78 mg/100 g, which exceeded the initial content by 2,9–7,5 times. The content of phenolic compounds in carrot roots increased unevenly during storage. In 6 samples, the growth was characterized by a linear dependence with correlation coefficients of $0,95 \leq R^2 \leq 0,99$, in 8 – exponential ($0,92 \leq R^2 \leq 0,99$). Palpable bitterness in taste appeared in all samples of carrot root crops after 4 months of storage. A correlation of 0,91 between the feeling of bitterness and the content of phenolic compounds was observed in 11 samples. According to the totality of the estimated indicators, the varieties of food carrots Vitamnaya-6, Belgrado, Lyavonikha, Monanta, Nanta 4 are most preferred for processing into juice of direct extraction.

Keywords: food carrots, root vegetables, phenolic compounds, bitter taste, juice of direct extraction

Столовая морковь (*Daucus carota* L.) – ценная овощная культура, включенная в Государственные реестры сортов Российской Федерации и Республики Беларусь. Корнеплод моркови обладает повышенной сахаристостью, содержит каротин, витамины Е, D, К, группы В, минеральные вещества – железо, кальций, фосфор, калий, магний, серу и др.

© Зеленкова Е.Н., Егорова З.Е. 2021

Морковь относится к овощам с низким содержанием фенольных соединений в корнеплодах, которое варьирует от 0,1 до 140 мг катехин-экв./100 г [1, 2]. На подготовительном этапе нами экспериментально установлено содержание фенольных веществ – 12,9 мг/100 г сырой моркови в катехиновом эквиваленте, что сопоставимо с их содержанием, например, в яблоках (6,2–38,5 мг/100 г),

ягодах черной смородины (14 мг/100 г), клубнях картофеля (10–19 мг/100 г) [3].

Фенольные вещества представлены преимущественно соединениями C₆–C₃-ряда, у которых бензольное кольцо связано с карбоксильной группой через этиленовую связь гидроксикоричными кислотами – кофейной, феруловой, синаповой и их производными – хлорогеновой кислотой, эфирами кофеилхиновой кислоты и др. [4–7]. При этом хлорогеновая кислота является преобладающей в оранжевых корнеплодах и в количественном отношении составляет половину от общего числа фенольных соединений: (8,5 ± 0,24) мг/100 г из (16,21 ± 0,21) мг/100 г [6]. Кофейной кислоты содержится до 2 · 10⁻³% [8], феруловой, по данным различных исследователей, 0,5 · 10⁻³% [8], 1,5 мг/100 г сухой массы [9]; 43,18 мг/100 г сухой массы [10].

Эти вещества обуславливают антиоксидантную активность моркови и в сочетании с сахарами определяют гармоничность вкуса, однако их высокое содержание отрицательно влияет на сенсорные свойства корнеплодов и готовой продукции из них, особенно морковного сока прямого отжима, состав которого максимально приближен к составу моркови. Это связано с тем, что гидроксикоричные кислоты способны синтезироваться в горькие вещества [11, 12]. Известно, например, что хлорогеновая и феруловая кислоты, а также некоторые другие фенольные соединения имеют горький вкус [13]. О наличии связи между горьким вкусом и концентрацией водорастворимых фенольных соединений свидетельствуют работы [14, 15].

Многие авторы отмечают, что горький вкус в большей степени характерен для моркови после длительного хранения. Это объясняется тем, что в процессе хранения содержание фенольных соединений увеличивается, что связано со снижением активности фермента полифенолоксидазы в результате протекания биохимических реакций [16, 17]. Так, в ходе исследований, направленных на оптимизацию условий хранения корне-

плодов моркови, было установлено [16], что в течение 8 мес хранения накопление гидроксикоричных кислот составило 12–19 мг/100 г, что привело к появлению горького вкуса. В более ранних исследованиях также было отмечено, что длительное хранение моркови способствует накоплению полифенолов и появлению горького вкуса [18, 19].

В работе [20] показано, что после 6 мес хранения концентрация фенольных соединений в четырех сортах оранжевой моркови увеличилась в среднем в 2,2 раза: в среднем с 3,0 до 6,34 мг/100 г свежей моркови. Наибольшее накопление фенольных соединений было отмечено в сорте Перфексја и составило 8,20 мг/100 г к концу срока хранения. При этом содержание фенольных соединений значительно различалось по сортам моркови: от 2,0 мг/100 г в оранжевой до 15,26 мг/100 г в фиолетовой.

Однако, согласно данным [21], уровень фенольных соединений в корнеплодах моркови азиатской зоны произрастания снижается приблизительно на треть после 6 мес хранения.

Значительные различия данных о содержании фенольных соединений в моркови могут быть обусловлены сортом моркови [22], методом анализа (спектрофотометрический, хроматографический, титриметрический, электрофизический) [23], физическим состоянием объекта исследования (высушенная либо сырая морковь естественной влажности), веществом, на которое производится пересчет.

Таким образом, неоднозначность результатов исследований влияния длительности хранения моркови на содержание фенольных веществ и изменение органолептических свойств корнеплодов делает актуальными исследования в области контроля содержания фенольных соединений с определением их пороговой концентрации, при которой происходят нежелательные изменения органолептических свойств моркови.

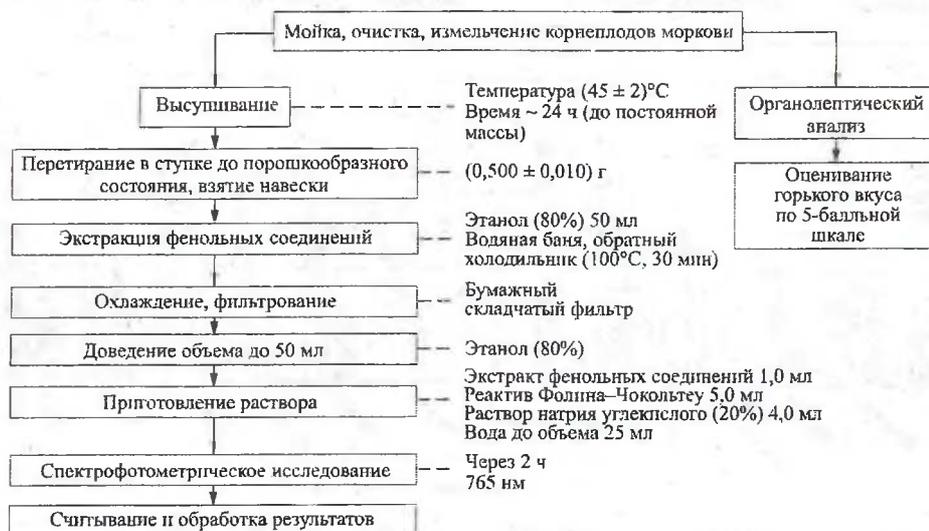


Рис. 1

Цель настоящего исследования – установить зависимость между содержанием фенольных соединений и органолептическими свойствами корнеплодов столовой моркови в процессе хранения.

Объектами исследования были образцы 14 сортов столовой моркови (*Daucus carota* L.), допущенных Государственным реестром сортов Республики Беларусь для производства и реализации на территории республики (таблица).

Таблица

Сорт моркови	Регистрационный номер по реестру	Срок созревания, мес
Балтимор F1	2008213	6
Бангор F1	2003181	3
Белград F1	2011226	6
Витаминная 6	6601227	5
Вулкан F1	2016238	5
Дордонь F1	2005424	3
Лявоняха	9851690	5
Монанта	2004276	4
Морелия F1	2014308	6
Нантская 4	3801063	5
Нерак F1	2007212	6
Нилэнд F1	2011227	6
Рига P3	2001149	5
Сиркана F1	2008299	6

Отбор образцов моркови осуществляли из специализированных овощехранилищ 1 раз в месяц в течение 5 мес. Корнеплоды мыли, очищали от кожуры и измельчали. Подготовленную таким образом морковную мезгу каждого образца делили на две части. Одну часть высушивали для проведения спектрометрического исследования, а вторую использовали для органолептического анализа. Высушивание моркови было обусловлено относительно невысоким содержанием в ней фенольных соединений и рациональным использованием экстрагирующего агента – этилового спирта (C₂H₅OH). Схема проведения опыта представлена на рис. 1.

Содержание фенольных соединений в моркови определяли по методике, адаптированной нами для матрицы моркови на основе результатов исследований [24, 25]. Метод основан на реакции окисления фенольных соединений реактивом Фолина–Чокальтеу и последующем фотометрическом определении при длине волны 765 нм. Интенсивность синей окраски позволяет судить о количестве фенольных соединений.

Общую сумму фенольных соединений X , мг/100 г, определяли в пересчете на феруловую кислоту по формуле

$$X = \frac{DV_1V_2W}{E_{1\text{см}}^{1\%} m}$$

где D – оптическая плотность раствора; V_1 – объем экстракта, равный 50 мл; V_2 – объем раствора, равный 25 мл; $E_{1\text{см}}^{1\%} m$ – удельный показатель поглощения феруловой кислоты при λ 765 нм, равный 910; m – масса моркови, г; W – массовая доля сухих веществ в навеске моркови, г/100 г.

Удельный показатель поглощения феруловой кислоты определяли в восьми растворах стандарта феруловой кислоты (S47395-328) как отношение измеренной оптической плотности к концентрации рабочих растворов; массовую долю сухих веществ – на анализаторе влажности Radwag.

Горький вкус в моркови оценивали по 5-балльной шкале, выбранной с учетом требований ГОСТ ISO 4121–2016 и ГОСТ ISO 13299–2015, балл: 1 – признак отсутствует или только распознается, 2 – слабый, 3 – умеренный, 4 – сильный, 5 – очень сильный.

Органолептический анализ проводила комиссия из 5 экспертов, отобранных в соответствии с ГОСТ ISO 8586–2015.

По результатам исследований установлено, что в образцах свежесобранной моркови исследованных сортов фенольные соединения содержались в количестве 2,10–7,21 мг/100 г сырой массы. Через месяц хранения содержание фенольных соединений в образцах корнеплодов моркови разных сортов составляло 3,81–10,33 мг/100 г.

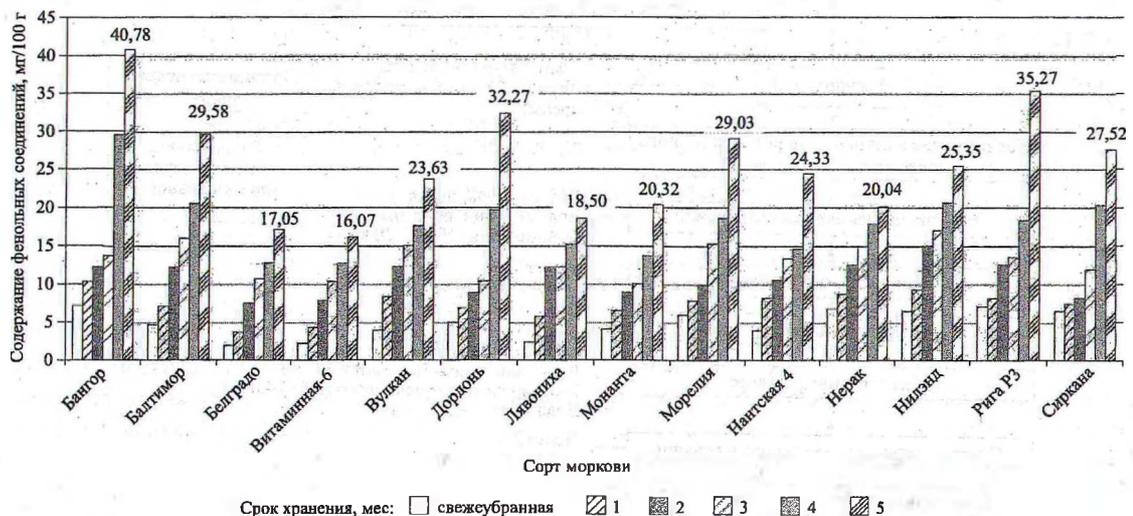
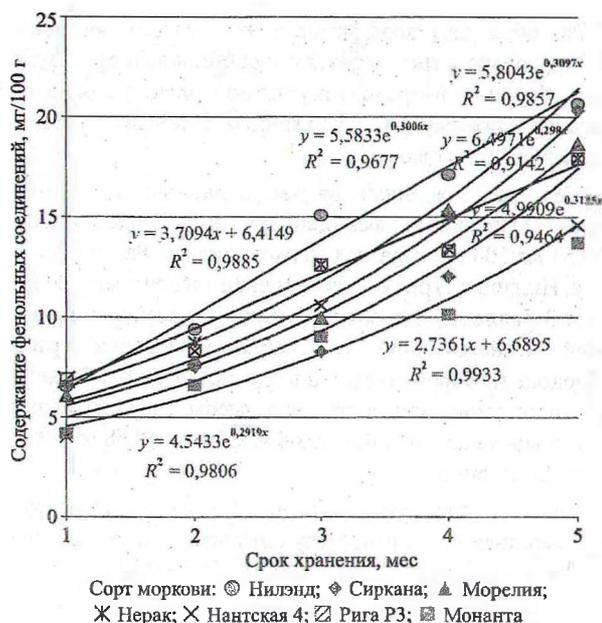
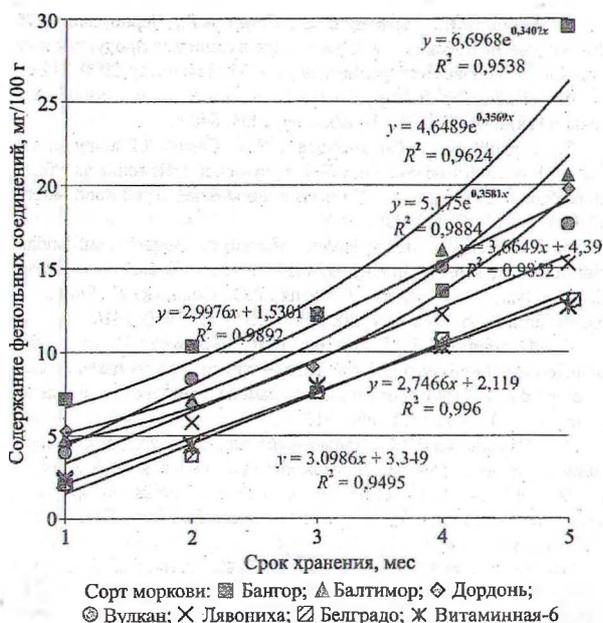


Рис. 2



Через 2 мес хранения максимальное содержание достигало 15,08 мг/100 г; по истечении 3 мес – 17,11 мг/100 г; 4 мес – 29,53 мг/100 г. После 5 мес хранения максимальная концентрация фенольных соединений составляла 40,78 мг/100 г (рис. 2).

Минимальное содержание фенольных соединений ($\leq 20,32$ мг/100 г) в течение всего срока хранения отмечено у сортов моркови Белградо, Витаминная-6, Лявониха, Монанта, Нерак, максимальное (29,03–40,78 мг/100 г) – у сортов Бангор, Балтимор, Дордонь, Морелия и Рига Р3.

По истечении 5 мес хранения исходное содержание фенольных соединений было превышено в 2,9–7,5 раза. Наименьшую среднюю скорость накопления фенольных соединений, рассчитанную как разность между конечной и исходной концентрациями, деленная на продолжительность хранения (5 мес), имели образцы моркови сорта Нерак – 2,64 мг/100 г в месяц, а наибольшую – образцы моркови сорта Бангор – 6,71 мг/100 г в месяц.

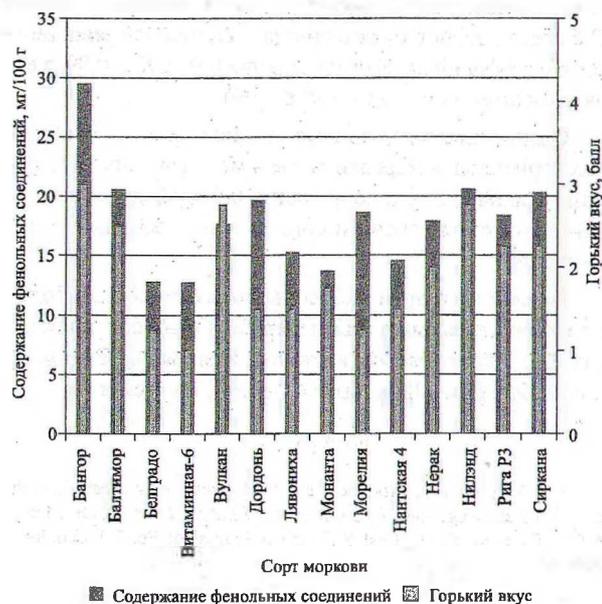
Характер увеличения содержания фенольных соединений в образцах моркови был неравномерным по месяцам и в зависимости от сорта был приближен либо к линейному (сорта Белградо, Витаминная-6, Вулкан, Лявониха, Нерак, Нилэнд), либо к экспоненциальному (сорта Бангор, Балтимор, Дордонь, Монанта, Морелия, Нантская 4, Рига Р3, Сиркана) закону с коэффициентами корреляции $R^2 \geq 0,92$ (рис. 3, 4).

Таким образом, результаты исследования скорости накопления фенольных соединений в образцах корнеплодов свидетельствуют, что ботанические особенности сортов моркови влияют не только на количество фенольных соединений, но и на скорость их накопления в процессе хранения корнеплодов. Эти результаты дополняют данные [2, 16] о прямо пропорциональной

зависимости концентрации фенольных соединений в корнеплодах моркови от продолжительности их хранения.

В результате органолептического анализа было установлено, что признаки горечи во всех образцах корнеплодов свежесобранной моркови отсутствовали и стали проявляться в ощутимом для экспертов количестве к 4-му месяцу хранения. Поэтому корреляцию между горьким вкусом моркови и суммой фенольных соединений в образцах оценивали после 4 мес хранения. Результаты этого исследования представлены на рис. 5.

Сопоставление содержания фенольных соединений с результатами органолептической оценки вкуса показало, что в 11 образцах моркови разных сортов



(77% образцов) коэффициент корреляции составил 0,91 и только в трех образцах корнеплодов (сорта Вулкан, Дордонь, Морелия) корреляция между показателем горького вкуса и содержанием фенольных соединений отсутствовала.

Из представленных на рис. 5 данных видно, что при содержании фенольных соединений 17,68–29,53 мг/100 г в образцах моркови сортов Бангор, Вулкан, Нилэнд их горький вкус оценен экспертами в среднем 3 баллами, что соответствует признаку «умеренный». Однако горький вкус образцов моркови сортов Дордонь и Морелия оценен в среднем в 1,5 и 1,3 балла соответственно при достаточно высокой концентрации фенольных соединений – 19,68 мг/100 г и 18,68 мг/100 г соответственно.

Наименьшая горечь во вкусе была отмечена у сорта Витаминная-6, характеризующегося также низким уровнем содержания фенолов – 12,75 мг/100 г.

Результаты исследований свидетельствуют, что суммарное содержание фенольных соединений не является единственным фактором, определяющим горький вкус столовой моркови. Среди факторов, влияющих на вкус моркови, можно выделить концентрацию растворимых фенольных и органических кислот, 6-метоксимеллеина в сочетании с высоким содержанием влаги [14].

Таким образом, на основании результатов исследований установлено, что наименьшее количество фенольных веществ содержали свежесобраные корнеплоды моркови (2,10–7,21 мг/100 г в зависимости от сорта). После 5 мес хранения концентрация водорастворимых фенольных соединений в корнеплодах в зависимости от сорта составила 16,07–40,78 мг/100 г, что превысило исходное содержание в 2,9–7,5 раза.

Содержание фенольных соединений в корнеплодах моркови повышалось неравномерно в течение хранения. В 6 образцах рост характеризовался линейной зависимостью с коэффициентами корреляции $0,95 \leq R^2 \leq 0,99$, в 8 – экспоненциальной ($0,92 \leq R^2 \leq 0,99$).

Ощутимая горечь во вкусе появилась во всех образцах корнеплодов моркови после 4 мес хранения. В 11 образцах наблюдалась корреляция 0,91 между показателем ощущения горечи и содержанием фенольных соединений.

По совокупности оцененных показателей наиболее предпочтительными для переработки на сок прямого отжима являются сорта столовой моркови Витаминная-6, Белградо, Лявониха, Монанта, Нантская 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables / E.D.A. Melo, V.L.A.G. Lima, M.I.S. Maciel, A.C.S. Caetano, F.L.L. Leal // *Brazilian Journal of Food Technology*. 2006. Vol. 9. P. 89–94.
2. Обломий Р.Н., Исагуляя Э.А. Динамика изменения оксикоричных кислот моркови при хранении // *Изв. вузов. Пищевая технология*. 2010. № 5–6. С. 13–14.
3. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М.: Транслит, 2009. 212 с.
4. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.
5. Arscott S.A., Tanumihardjo S.A. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010. Vol. 9 (2). P. 223–239.
6. Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties / C. Alasalvar, J.M. Grigor, D. Zhang, P.C. Quantick, F. Shahidi // *Agricultural Food Chemistry*. 2001. Vol. 49 (3). P. 1410–1416.
7. Grassmann J., Schnitzler W.H., Habegger R. Evaluation of different colored carrot cultivars on antioxidant capacity based on their carotenoid and phenolic contents // *International Journal of Food Science Nutrition*. 2007. Vol. 58. P. 603–611.
8. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 230 с.
9. Mattila P., Hellstrom J. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007. Vol. 20. P. 152–160.
10. Стасевич О.В., Лихтарович Е.С., Шемет С.Н. Анализ феруловой кислоты в растениях, содержащих фенилпропаноиды // *Труды БГТУ. Сер.: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2014. № 4. С. 200–203.
11. Rubatzky V.E., Quiros C.F., Simon P.W. Carrots and related vegetable umbelliferae. CABI Publishing, 1999. 294 p.
12. Talcott S.T., Howard L.R. Determination and distribution of 6-methoxymellein in fresh and processed carrot puree by a rapid spectrophotometric assay // *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 1999. Vol. 47 (8). P. 3237–3242.
13. Babic L., Amiot M.J., Nguyen-The C., Aubert S. Accumulation of chlorogenic acid in shredded carrots during storage in an oriented polypropylene film // *Journal of Food Science*. 2006. Vol. 58 (4). P. 840–841.
14. Talcott S.T., Howard L.R., Brenes C.H. Factors contributing to taste and quality of commercially processed strained carrots // *Food Research International*. 2001. Vol. 34. P. 31–38.
15. Talcott S.T., Howard L.R. Chemical and sensory quality of processed carrot puree as influenced by stress-induced phenolic compounds // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999. Vol. 47 (4). P. 1362–1366.
16. Обломий Р.Н. Совершенствование способов хранения моркови в условиях Краснодарского края: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2011. 22 с.
17. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 271 с.
18. Sondheimer E., Phillips W.F., Atkin J.D. Bitter flavor in carrots. I. A tentative spectrophotometric method for the estimation of bitterness // *Food Research*. 1955. Vol. 20. P. 659–665.
19. Occurrence of a bitter principle in carrots / A. Dodson, H.N. Fukui, C.D. Ball, R.L. Carolus, H.M. Sell // *Science*. 1956. Vol. 124. P. 984–985.
20. Gajewski M., Szymczak P., Danilcenko H. Changes of physical and chemical traits of roots of different carrot cultivars under cold store conditions // *Vegetable crops research bulletin*. 2010. Vol. 72. P. 115–127.
21. Koca N., Karadeniz F. Changes of bioactive compounds and antioxidant activity during cold storage of carrots // *Food Science Technology*. 2008. Vol. 43 (11). P. 2019–2025.
22. Вольнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск, 2013. 283 с.
23. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования. В кн.: Биохимические методы в физиологии растений: Сб. статей. М.: Наука, 1971. С. 185–197.
24. Коноплева М.М. Количественное определение суммы фенольных соединений в листьях земляники лесной // *Вестник фармации*. 2008. Т. 41. № 3. С. 34–37.
25. Методы выделения и анализа флавоноидов высших растений и исследования их активности в отношении ризобактерий / Сост. С.А. Коннова, М.В. Каневский, З.О. Алиева, Е.П. Шувалова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. 31 с.

REFERENCES

1. Melo E.D.A., Lima V.L.A.G., Maciel M.L.S., Caetano A.C.S., Leal F.L.L., Brazilian Journal of Food Technology, 2006, vol. 9, pp. 89–94.
2. Oblomiy R.N., Isagulyan E.A., *Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*, 2010, no. 5–6, pp. 13–14.
3. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I., *Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i ikh vliyaniye na zdorove i starenie cheloveka* (Natural antioxidants. The content in food products and their impact on human health and aging), Moscow, 2009, 212 p.
4. Shobinger U., *Fruktovye i ovoshchnye soki: nauchnye osnovy i tekhnologii* (Fruit and vegetable juices: scientific foundations and technologies), Saint Petersburg, 2004, 640 p.
5. Arscott S.A., Tanumihardjo S.A., *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2010, vol. 9 (2), pp. 223–239.
6. Alasalvar S., Grigor J.M., Zhang D., Quantick P.C., Shahidi F., *Agricultural Food Chemistry*, 2001, vol. 49 (3), pp. 1410–1416.
7. Grassmann J., Schnitzler W.H., Habegger R., *International Journal of Food Science Nutrition*, 2007, vol. 58, pp. 603–611.
8. Skorikova Yu.G., *Polifenoly plodov i yagod i formirovaniye tsveta produktov* (Polyphenols of fruits and berries and the formation of the color of products), Moscow, 1973, 230 p.
9. Mattila P., Hellstrom J., *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007, vol. 20, pp. 152–160.
10. Stasevich O.V., Likhtarovich E.S., Shemet S.N., *Trudy BGTU. Ser.: Khimicheskie tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya*, 2014, no. 4, pp. 200–203.
11. Rubatzky V.E., Quiros C.F., Simon P.W., *Carrots and related vegetable umbelliferac*, CABI Publishing, 1999, 294 p.
12. Talcott S.T., Howard L.R., *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 1999, vol. 47 (8), pp. 3237–3242.
13. Babic I., Amiot M.J., Nguyen-The C., Aubert S., *Journal of Food Science*, 2006, vol. 58 (4), pp. 840–841.
14. Talcott S.T., Howard L.R., Brenes C.H., *Food Research International*, 2001, vol. 34, pp. 31–38.
15. Talcott S.T., Howard L.R., *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, vol. 47 (4), pp. 1362–1366.
16. Oblomiy R.N., *Sovershenstvovanie sposobov khraneniya morkovi v usloviyakh Krasnodarskogo kraya* (Improvement of carrot storage methods in the conditions of the Krasnodar region), Krasnodar, 2011, 22 p.
17. Zaprometov M.N., *Fenolnye soedineniya: rasprostraneniye, metabolism i funktsii v rasteniyakh* (Phenolic compounds: distribution, metabolism and functions in plants), Moscow, 1993, 271 p.
18. Sondheimer E., Phillips W.F., Atkin J.D., *Food Research*, 1955, vol. 20, pp. 659–665.
19. Dodson A., Fukui H.N., Ball C.D., Carolus R.L., Sell H.M., *Science*, 1956, vol. 124, pp. 984–985.
20. Gajewski M., Szymczak P., Danilchenko H., *Vegetable crops research bulletin*, 2010, vol. 72, pp. 115–127.
21. Koca N., Karadeniz F., *Food Science Technology*, 2008, vol. 43 (11), pp. 2019–2025.
22. Volynets A.P., *Fenolnye soedineniya v zhiznedeyatelnosti rasteniy* (Phenolic compounds in plant life), Minsk, 2013, 283 p.
23. Zaprometov M.N., *Biokhimicheskie metody v fiziologii rasteniy* (Biochemical methods in plant physiology), Moscow, 1971, pp. 185–197.
24. Konopleva M.M., *Vestnik farmatsii*, 2008, vol. 41, no. 3, pp. 34–37.
25. Konnova S.A., Kanevskiy M.V., Alieva Z.O., Shuvalova E.P., *Metody vydeleniya i analiza flavonoidov vysshikh rasteniy i issledovaniya ikh aktivnosti v otnoshenii rizobakteriy* (Methods of isolation and analysis of flavonoids of higher plants and investigation of their activity against rhizobacteria), Saratov, 2015, 31 p.

Информация об авторах (Information about the authors)

¹ Елена Николаевна Зеленкова, <https://orcid.org/0000-0001-6232-4762>;

² Зинаида Евгеньевна Егорова, <https://orcid.org/0000-0001-8015-527X>.

Поступила 11.08.21 г.