

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>
УДК (635.14+635.128)-021.66:631.563.2

В.А. Харченко, Н.А. Голубкина*,
А.И. Молдован, В.И. Терешонок,
В.А. Заячковский, М.С. Антошкина,
В.А. Степанов, Л.В. Павлов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д. 14

*Корреспонденция: segolubkina45@gmail.com

Вклад авторов: В.А. Харченко, концептуализация, редактирование рукописи. Н.А. Голубкина, проведение биохимических исследований, написание и редактирование рукописи. А.И. Молдован и М.С. Антошкина – проведение биохимических исследований. В.И. Терешонок, оценка разных методов упаковки и высушивания. В.А. Заячковский, приготвление чипсов и дегустационная оценка. В.А. Степанов, валидация данных. Л.В. Павлов, курирование данных.

Конфликт интересов. Голубкина Н.А. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2008 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Терешонок В.И., Заячковский В.А., Антошкина М.С., Степанов В.А., Павлов Л.В. Влияние условий приготовления и хранения на показатели антиоксидантной активности чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки. *Овощи России*. 2024;(1):20-25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>

Поступила в редакцию: 24.11.2023

Принята к печати: 16.01.2024

Опубликована: 19.02.2024

Viktor A. Kharchenko, Nadezhda A. Golubkina*,
Anastasia I. Moldovan, Vladimir I. Tereshonok,
Vladimir A. Zayachkovsky, Marina S. Antoshkina,
Viktor A. Stepanov, Leonid V. Pavlov

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, Russia,

Correspondence: segolubkina45@gmail.com

Authors' Contribution: Kharchenko V.A. – conceptualization and manuscript revision; Golubkina N.A. – conceived the experimental protocol, writing the draft and final version of the manuscript; Moldovan A.I. and Antoshkina M.S. – participation in biochemical analysis; Tereshonok V.I. – evaluation of different drying processes and packaging; Zayachkovsky V.A. – chips production and degustation evaluation; Stepanov V.A. – data validation; Pavlov L.V. – data curation.

Conflict of interest. Golubkina N.A. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2008, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Zayachkovsky V.A., Antoshkina M.S., Stepanov V.A., Pavlov L.V. Effect of drying and storage on antioxidant activity parameters of celery, parsnip and root parsley chips. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(1):20-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-20-25>

Received: 24.11.2023

Accepted for publication: 16.01.2024

Published: 19.02.2024

Влияние условий приготовления и хранения на показатели антиоксидантной активности чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Овощные чипсы очень популярны благодаря высокому содержанию антиоксидантов, биологической ценности и долгому периоду хранения. В ходе исследований были выбраны оптимальные способы сушки и хранения чипсов из корнеплодов сельдерея (сорта Егор и Добрыня), пастернака (сорта Круглый) и корневой петрушки (сорт Золушка) без потери их вкуса, запаха и цвета и минимальными потерями антиоксидантов. Наиболее высокими органолептическими показателями обладали чипсы из сельдерея сорт Добрыня, пастернака сорт Круглый и корневой петрушки при использовании лиофильной сушки. Наибольшие различия в органолептических показателях чипсов, выполненные методом попарного сравнения, полученных конвекционной и лиофильной сушкой, составили 1,5 раза и были выявлены у пастернака сорт Белый аист. Напротив, наименьшие различия в этих показателях были характерны для чипсов из корневой петрушки. Снижение антиоксидантной активности в процессе лиофильной сушки было наименьшим у корневой петрушки и сельдерея сорт Добрыня и наибольшим у пастернака сорт Круглый. Чипсы, высушенные конвекционным способом, практически не теряли своей общей антиоксидантной активности в процессе сушки и обладали наибольшей сохранностью антиоксидантов через 8 месяцев хранения. Напротив, потери витамина С при конвекционной сушке были максимальными, однако, в процессе хранения уровень витамина С в таких чипсах снижался в меньшей степени, чем у лиофилизированных продуктов. Фольгированная упаковка обеспечивала сохранность антиоксидантов в чипсах из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака в 1,2-1,8 раза больше, чем бумажные и полиэтиленовые упаковки. Выявлена значительные межвидовые и межсортовые различия в устойчивости антиоксидантов при разных способах высушивания и хранения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

чипсы, функциональный продукт питания, антиоксиданты

Effect of drying and storage on antioxidant activity parameters of celery, parsnip and root parsley chips

ABSTRACT

Vegetable chips are extremely popular due to high content of antioxidants, valuable biological activity and long-term storage. During the investigation optimal methods of drying and chips storage from celery (Egor and Dobrynya cvs), parsnip (Krugly, Bely aist and Zhemchug) and parsley (Zolushka cv) roots were developed using the criteria parameters of taste, aroma, color and antioxidant content. The highest organoleptic properties were recorded for celery chips of Dobrynya cv, parsnip chips of Krugly cv and root parsley. The highest differences in chips organoleptic parameters between convectional and freeze-drying methods reached 1.5 times for parsnip Bely aist cv. while the lowest differences were recorded for root parsley (1.05 times). Decrease in antioxidant activity during freeze-drying was the lowest in root parsley and celery Dobrynya cv. Convectional drying did not affect chips total antioxidant activity and demonstrated the highest preservation effect after 8 months storage. On the contrary, vitamin C losses were the highest during convectional drying though during storage vitamin C content in such chips decreased much less than in freeze-dried products. Aluminum foil provided 1.2-1.8 times higher content of antioxidants than paper and polyethylene package. Significant inter species and varietal differences in antioxidant stability during various methods of drying and storage were revealed.

KEYWORDS:

chips, functional food, antioxidants

Введение

Интенсивный ритм жизни, в то же время потребность людей в более здоровой и питательной пище требует создание альтернативных продуктов питания с высоким содержанием антиоксидантов, длительным сроком хранения и сохранностью вкусовых и питательных качеств. Такой альтернативой могут стать чипсы из корнеплодов сельдерея (*Apium graveolens* L.), петрушки (*Petroselinum crispum* L.) и пастернака (*Pastinaca sativa* L.), относящихся к семейству Apiaceae. Эти растения ценятся во всем мире за свои вкусовые, лечебные и ароматические свойства. В свежем виде корнеплоды добавляют в супы, тушеные блюда и соленья, высушенные и измельченные до порошкообразного состояния – в различные приправы и маринады. Сельдерей обладает противовоспалительной активностью [1], снижает уровень липидов [2], его экстракты нормализуют сперматогенез [3,4]. Экстракты петрушки и пастернака эффективны против бронхита, астмы, ревматизма, мочекаменной болезни [5,6].

Сегодня чипсы из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака не имеют производственного масштаба. Китайская компания SunMax производит чипсы из черешков сельдерея, приправленные солью. Также в литературе встречается обзор

Конорска and Plochanski [7] об органолептических показателях и сорбционных свойствах чипсов из черешков сельдерея. Достоверно известно, что уровень антиоксидантов и полифенолов в корнеплодах сельдерея в 1,3 раза выше по сравнению с черешками [8], что обуславливает перспективность и ценность использования в качестве снеков именно корнеплодов.

Цель исследования заключалась в оценке антиоксидантного статуса чипсов из корнеплодов сельдерея, петрушки и пастернака, выборе оптимальных способов сушки и упаковки с максимальным сохранением антиоксидантов, а также вкусовых и ароматических качеств полученной продукции.

Материалы и методы

Объектами исследования стали корнеплоды сельдерея (сорта Егор и Добрыня), пастернака (сорта Круглый, Белый Аист, Жемчуг), петрушки (сорт Золушка). После сбора урожая корнеплоды промывали, нарезами на слайсы на промышленной овощерезке. Чипсы были получены путем обычной конвекционной и лиофильной сушки (Martin Christ Alpha 2-4 LSCPlus).

Органолептическая оценка внешнего вида, вкуса, цвета, текстуры и аромата чипсов была получена суммарно от группы дегустаторов с использованием 5-балльной шкалы [9].

Таблица 1. Органолептическая оценка чипсов из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки по 5-балльной шкале
Table 1. Organoleptic characteristics of celery, parsnip and parsley chips using 5-point scale

Культура	Способ сушки	Внешний вид	Цвет	Вкус	Текстура	Аромат	Общая сумма баллов
Сельдерей (сорт Егор)	Конвекционная	4.2	4.0	4.6	4.2	4.6	21.6
	Ллиофильная	5.0	4.8	4.9	4.5	4.9	24.1
Сельдерей (сорт Добрыня)	Конвекционная	4.4	4.3	4.6	4.6	4.6	22.5
	Ллиофильная	5.0	5.0	4.9	5.0	5.0	24.9
Пастернак (сорт Круглый)	Конвекционная	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	19.7
	Ллиофильная	4.8	4.7	4.6	4.8	4.7	23.6
Пастернак (сорт Белый Аист)	Конвекционная	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6	14.6
	Ллиофильная	4.1	4.3	4.5	4.8	4.8	22.5
Пастернак (сорт Жемчуг)	Конвекционная	3.6	3.6	4.1	4.0	3.7	19.0
	Ллиофильная	4.0	4.0	4.4	4.7	3.9	21.0
Петрушка (сорт Золушка)	Конвекционная	4.4	4.4	4.6	4.6	4.9	22.9
	Ллиофильная	4.9	4.9	4.7	4.9	4.6	24.0



Сельдерей корневой, сорт Добрыня

Петрушка корневая, сорт Золушка



Чипсы из сельдерея сорта Добрыня и петрушки сорта Золушка

Сохранность антиоксидантов и полифенолов после сушки

Для изучения сохранности антиоксидантов чипсы хранили 8 месяцев в бумажной, полиэтиленовой вакуумной упаковке и фольгированном пакете.

Уровень аскорбиновой кислоты определяли методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия [10].

Содержание полифенолов устанавливали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чиокалтеу. В качестве стандарта применяли галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г с.м. (мг-экв ГК/г с.м.) [11].

Уровень антиоксидантной активности (АОА) определяли титриметрически с использованием 0,01 N раствора перманганата калия [11].

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием статистической программы Excel. Для определения достоверности различий значений применяли критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждения

Органолептические характеристики

Дегустаторы дали высокий балл показателям качества: внешний вид, вкус, текстуру и аромат полученной продукции. Чипсы из сельдерея и петрушки обладают характерным ароматом, присущим культурам семейства Apiaceae; у чипсов из пастернака аромат менее выражен.

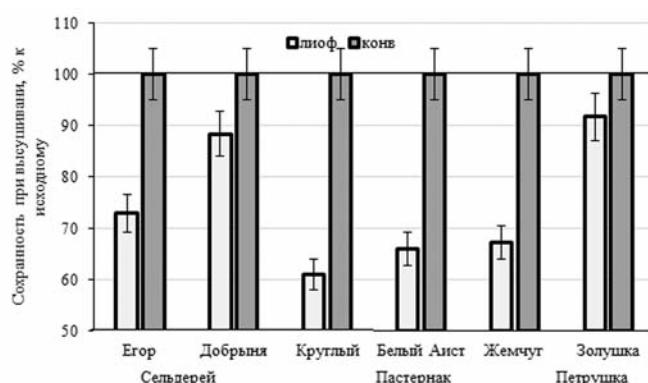


Рис. 1. Сохранность общей антиоксидантной активности чипсов в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)

Fig. 1. Stability of chips total antioxidant activity in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

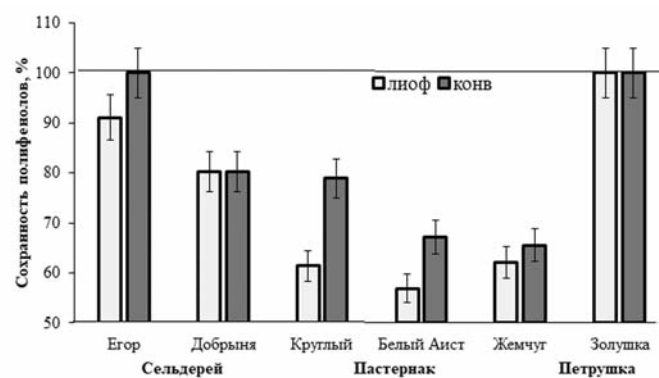


Рис. 2. Сохранность полифенолов в чипсах в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)

Fig. 2. Stability of chips polyphenol content in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

По оценке дегустационной комиссии лучшим методом сушки был выбран лиофильный метод, так как лиофилизированные чипсы отличались более хрупкой текстурой и нежным вкусом. Наивысшие оценки получили чипсы из корнеплодов сельдерея Добрыня и корнеплодов петрушки Золушка (табл. 1).

Обращает также внимание, что среди трех сортов пастернака сорт Белый аист наименее пригоден для конвекционной сушки в связи с существенным снижением практически всех показателей по сравнению с данными для лиофильной сушки, причем наиболее сильно ухудшаются результаты по показателям текстуры и аромата. Ранее при изготовлении чипсов из свеклы нами также были установлены значительные межсортные различия в качестве продукции [12].

Сохранность антиоксидантов и полифенолов после сушки

Сравнительная оценка сохранности антиоксидантов и полифенолов при использовании двух способов сушки выявила, что конвекционная сушка позволяет сохранить до 100% антиоксидантов, в то время, как при лиофильной сушке сохранность антиоксидантов варьировала от 61% (пастернак Крутлый) до 92% (петрушка Золушка) (рис. 1). Сохранность полифенолов при конвекционной сушке составила 80,2-100% для чипсов из корнеплодов сельдерея и петрушки и 65,5-78,9% из корнеплодов пастернака (табл. 2). При лиофильной сушке этот показатель несколько ниже для чипсов из корнеплодов сельдерея (80,2-91,1%) и пастернака (56,9-62,1) (рис. 2). Более низкие показатели сохранности полифенолов при использовании лиофильной сушки связаны с текстурой продукта (высокой пористостью) и многократным увеличением площади поверхности частиц, что способствует более интенсивному окислению [13].

Сохранность аскорбиновой кислоты после сушки

Аскорбиновая кислота защищает клетки человека от повреждений свободными радикалами, что в значительной степени способствует предотвращению возникновения сердечно - сосудистых заболеваний и рака [14]. Разрушение аскорбиновой кислоты в овощных чипсах минимально при лиофильной сушке. Разрушение витамина С до 45% наблюдается у чипсов из корнеплодов петрушки (рис. 3).

Данные рисунка 3 свидетельствуют о существовании значительных межвидовых и межсортных различиях в устойчивости аскорбиновой кислоты при высушивании чипсов. Так, в условиях конвек-

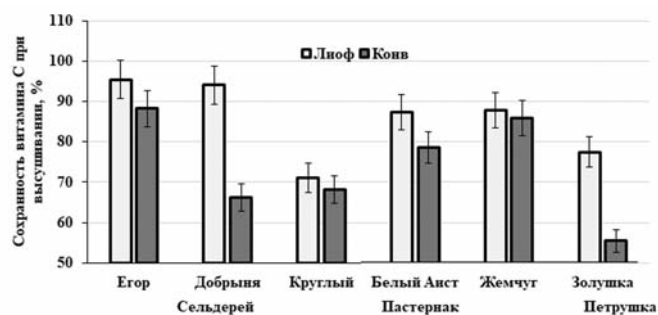


Рис. 3. Сохранность аскорбиновой кислоты в чипсах в условиях конвекционной и лиофильной сушки (% к исходному)
Fig. 3. Stability of chips ascorbic acid content in conditions of convectional drying and freeze-drying (% to the initial value)

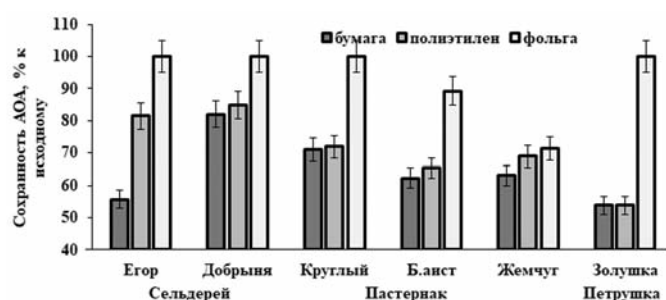


Рис. 4. Сохранность антиоксидантной активности лиофилизированных чипсов через 8 месяцев хранения.
Fig. 4. Stability of freeze-dried chips total antioxidant activity after 8 months storage (% to the initial value)

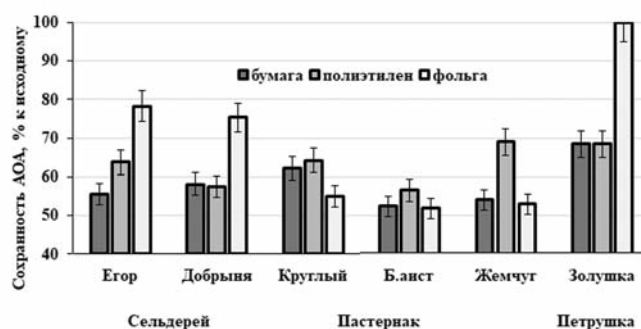


Рис. 5. Сохранность антиоксидантов чипсов, высушенных конвекционно, через 8 месяцев хранения.
Fig. 5. Stability of convectional dried chips total antioxidant activity after 8 months storage (% to the initial value)

ционной сушки сохранность витамина С для сортов сельдерея различается в полтора раза, в то время как при лиофильной сушке межсортные различия отсутствуют. Напротив, у пастернака межсортные различия в сохранности аскорбиновой кислоты в одинаковой степени выражены как при конвекционной, так и при лиофильной сушке. Наибольшие различия в сохранности аскорбиновой кислоты между лиофильной и конвекционной сушкой выявлены для петрушки и сельдерея сорта Добрыня.

Таблица 2. Динамика изменения содержания витамина С при хранении чипсов (% к исходному)
Table 2. Dynamics of the vitamin C stability after 8 month storage

Вид	Сорт	Метод сушки	Сразу после сушки	8 месяцев		
				Бумажный пакет	п\э	фольга
Сельдерей	Егор	лиоф	95.4 а	14.5 d	18.8 с	29.3 а
		конв	88.2 b	13.1 d	22.1 b	34.0 а
	Добрыня	лиоф	94.1 а	13.2 d	19.2 с	26.0 b
		конв	66.2 b	17.0 с	26.7 b	32.8 а
Пастернак	Круглый	лиоф	71.1 а	7.8 d	8.6 d	9.7 с
		конв	68.2 b	9.4 с	13.1 b	18.7 а
	Белый Аист	лиоф	87.4 а	10.3 e	15.7 bc	16.1 b
		конв	78.6 b	12.6 d	14.6 cd	18.4 а
	Жемчуг	лиоф	87.8 а	8.6 d	11.1 с	13.7 b
		конв	85.9 а	11.8 с	13.6 b	20.0 а
Петрушка	Золушка	лиоф	77.5 а	16.4 с	20.8 b	22.7 ab
		конв	55.5 b	13.6 d	13.5 d	23.1 а

Для каждого сорта значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0.05$

Сохранность антиоксидантов и аскорбиновой кислоты через 8 месяцев хранения

Чипсы из корнеплодов сельдерея, пастернака и петрушки хранили 8 месяцев в бумажной, полиэтиленовой таре и фольгированном пакете с целью выявления оптимальных свойств упаковки, при которой потребитель получит продукт с максимально возможным содержанием антиоксидантов и полифенолов. Интересно, что изначально чипсы, полученные конвекционным методом, сохраняют максимальный % антиоксидантов и полифенолов к исходному их содержанию в корнеплодах данных культур. Однако повторное определение антиоксидантов и полифенолов в чипсах, полученных конвекционным методом, через 8 месяцев показало, что их содержание резко снижается, кроме чипсов из петрушки (рис. 4, 5). Это говорит о том, что в дальнейшей перспективе целесообразнее получать чипсы из корнеплодов сельдерея и пастернака лиофильным способом, а из корнеплодов петрушки – конвекционным. Нами выявлено, что фольгированный пакет обеспечил сохранность антиоксидантов в лиофилизированных чипсах из корнеплодов сельдерея в 1,5 раза выше, чем в бумажной упаковке, и в 1,2 раза выше по сравнению с полиэтиленовой упаковкой. Сохранность антиоксидантов в лиофилизированных чипсах их корнеплодов петрушки и пастернака в фоль-

гированной упаковке выше в 1,8 и 1,3 раз соответственно, чем в бумажной и полиэтиленовой упаковке.

Как и в случае с антиоксидантами, максимальную сохранность витамина С обеспечило хранение чипсов в фольгированной упаковке. В лиофилизированных чипсах сохранилось от 9,7 до 29,3% витамина С, а в чипсах после конвекционной сушки в пределах 18,4-34,0% (табл. 2).

Выводы

В данном исследовании изучалось влияние конвекционной и лиофильной сушки на органолептические показатели, сохранность антиоксидантов, полифенолов и аскорбиновой кислоты. Леофильная сушка обеспечила сохранность цвета, аромата. Общее содержание антиоксидантов сразу после сушки было выше у образцов, высушенных конвекционным методом. Однако после 8 месяцев хранения лиофилизированные чипсы сохранили больше антиоксидантов, чем конвекционные. Наблюдалось разрушение витамина С до 45% в чипсах из корнеплодов петрушки сразу после конвекционной сушки. Фольгированный пакет – наиболее лучший способ сохранения антиоксидантов и витамина С в чипсах. Сохранность антиоксидантов в исследованных корнеплодах определялась как выбранным способом высушивания, так и межвидовыми и межсортными особенностями культур.

• Литература

1. Ovodova R.G., Golovchenko V.V., Popov S.V., Popova G.Y., Paderin N.M., Shashkov A.S., Ovodov Y.S. Chemical composition and anti-inflammatory activity of pectic polysaccharide isolated from celery stalks. *Food Chem.* 2009;(114):610-615.
2. Manal M.S.M., Sahar S.A. The effects of purslane and celery on hypercholesterolemic mice. *World Journal of Dairy and Food Sciences.* 2012;(7):212-221.
3. Lans C.A. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2006;(2):45. doi: 10.1186/1746-4269-2-45.
4. Hardani A., Afzalzadeh M.R., Amirzargar A., Mansouri E., Meamar Z. Effects of aqueous extract of celery (*Apium graveolens* L.) leaves on spermatogenesis in healthy male rats. *Avicenna J. Phytomed.* 2015;5(2):113-119.
5. Fazal S.S., Singla R.K., Review on the pharmacognostical and pharmacological characterization of *Apium graveolens* Linn. *Indo Global J. Pharmaceut. Sci.* 2012;2(1):36-42. DOI:10.35652/IGJPS.2012.03
6. Tang E.L., Rajarajeswaran J., Fung S., Kanthimathi M.S. *Petroselinum crispum* has antioxidant properties, protects against DNA damage and inhibits proliferation and migration of cancer cells. *J. Sci. Food Agr.* 2015;95(13):2763-2771. doi:10.1002/jsfa.7078
7. Konopacka D., Plochanski W. Dietetic fruit and vegetable chips - an attractive form of ready-to-eat dried snacks. *Acta Agroph.* 2003;2(97-3):567-577.
8. Golubkina N.A., Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Koshevarov A.A., Zamana S., Nadezhkin S., Soldatenko A., Sekara A., Tallarita A., Caruso G. Yield, Growth, Quality, Biochemical Characteristics and Elemental Composition of Plant Parts of Celery Leafy, Stalk and Root Types Grown in the Northern Hemisphere. *Plants.* 2020;9(4):484. <https://doi.org/10.3390/plants9040484>.

9. ГОСТ ISO 8587-2015 Органолептический анализ. Методология. Ранжирование
10. AOAC Association Official Analytical Chemists. The Official Methods of Analysis of AOAC International; 22 Vitamin C.; AOAC: Rockville, MD, USA, 2012.
11. Голубкина Н.А. Антиоксиданты растений и методы их определения. М., Инфра-М. 2020.
12. Заячковский В.А., Молдаван А.И., Терешонок В.И., Харченко В.А., Антошкина М.С., Павлов Л.В., Голубкина Н.А., Степанов В.А. Факторы, влияющие на уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов в чипсах из корнеплодов свеклы в процессе приготовления и хранения. *Овощи России.* 2022;(2):36-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>. EDN IRONJN.
13. Jakubczyk E., Jaskulska A. The Effect of Freeze-Drying on the Properties of Polish Vegetable Soups. *Appl. Sci.* 2021;11(2):654. <https://doi.org/10.3390/app11020654>
14. Shareck M., Rousseau M.-C., Koushik A., Siemiatycki J., Parent M.-E. Inverse association between dietary intake of selected carotenoids and vitamin C and risk of lung cancer. *Front. Oncol.* 2017;7(1):3. doi: 10.3389/fonc.2017.00023.

• References (In Russ.)

9. ISO 8587-2015. Sensing analysis. Methodology. Ranging.
11. Golubkina N.A., Kekina H.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plant antioxidants and methods of their determination. Moscow, Infra-M. 2020.
12. Zayachkovsky V.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S., Pavlov L.V., Golubkina N.A., Stepanov V.A. Factors affecting total antioxidant activity and polyphenol content in beet root chips during production and storage. *Vegetable crops of Russia.* 2022;(2):36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>. EDN IRONJN.

Об авторах:

Виктор Александрович Харченко – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, SPIN-код: 7149-9572, kharchenkoviktor777@gmail.com

Надежда Александровна Голубкина – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, автор для переписки, segolubkina45@gmail.com, SPIN-код: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Анастасия Ильинична Молдован – аспирант, nastiamoldovan@mail.ru, SPIN-код: 8402-4049

Владимир Ильич Терешонок – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru

Владимир Александрович Заячковский – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатория селекции и семеноводства корнеплодных культур, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-код: 9397-8691, vladimir898542178114@mail.ru

Марина Сергеевна Антошкина – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, SPIN-код: 4341-1704, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, limont_m@mail.ru

Виктор Алексеевич Степанов – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства столовых корнеплодов, SPIN-код: 6733-0100, vstepanov8848@mail.ru

Леонид Васильевич Павлов – доктор с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, pavlov.l.v@vniissok.ru

About the Authors:

Viktor A. Kharchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Selection and Seed Production of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, SPIN-code: 7149-9572, kharchenkoviktor777@gmail.com

Nadezhda A. Golubkina – Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Laboratory-Analytical Department, Correspondence Author, segolubkina45@gmail.com, SPIN-code: 9284-3454, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Anastasia I. Moldovan – Graduate Student, Junior Researcher, Laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, nastiamoldovan@mail.ru, SPIN-code: 8402-4049

Vladimir I. Tereshonok – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory-Analytical Department, SPIN-code: 4541-4139, tereshonok-74@inbox.ru

Vladimir A. Zayachkovsky – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of Breeding and Seed Production of Root Crops, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-code: 9397-8691, vladimir898542178114@mail.ru

Marina S. Antoshkina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, SPIN-code: 4341-1704, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, limont_m@mail.ru

Viktor A. Stepanov – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Breeding and Seed Production of Table Root Crops, SPIN-code: 6733-0100, vstepanov8848@mail.ru

Leonid V. Pavlov – Dc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, pavlov.l.v@vniissok.ru