

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>
УДК 635.53:581.19

Харченко В.А.¹, Молдован А.И.¹,
Голубкина Н.А.¹, Кошеваров А.А.¹,
Карузо Д.²

¹ Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
"Федеральный научный центр овощеводства"
(ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район, п. ВНИИССОК,
ул. Селекционная, д. 14
E-mail: segolubkina45@gmail.com

² Неаполитанский университет им. Федерико II
Неаполь 80055, Италия
E-mail: gcaruso@unina.it

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Харченко В.А., Молдован
А.И., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А., Карузо Д.
Антиоксидантный статус сельдерея (*Apium graveolens* L.). Овощи России. 2020;(2):82-86.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>

Поступила в редакцию: 03.04.2020

Принята к печати: 10.04.2020

Опубликована: 25.04.2020

Viktor A. Kharchenko¹,
Anastasia I. Moldovan¹,
Nadezhda A. Golubkina¹,
Andrey A. Koshevarov¹, Gianluca Caruso²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo dis-
trict, Moscow region, Russia, 143072
E-mail: segolubkina45@gmail.com

² Department of Agricultural Sciences, University of
Naples Federico II
Portici (Naples), Italy, 80055
E-mail: gcaruso@unina.it

Conflict of interest: The authors declare no con-
flict of interest.

For citation: Kharchenko V.A., Moldovan A.I.,
Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Caruso G.
Antioxidant status of celery (*Apium graveolens* L.).
Vegetable crops of Russia. 2020;(2):82-86. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-82-86>

Received: 03.04.2020

Accepted for publication: 10.04.2020

Accepted: 25.04.2020

Антиоксидантный статус сельдерея (*Apium graveolens* L.)



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Лекарственные свойства сельдерея (*Apium graveolens* L.) в значительной степени связаны с высоким антиоксидантным статусом растений.

Методы и результаты. Сравнительная оценка накопления полифенолов, аскорбиновой кислоты, флавоноидов и фотосинтетических пигментов листовыми, черешковыми и корневыми разновидностями сельдерея, выращенными в одинаковых условиях на экспериментальных полях ФГБНУ ФНЦО, позволила выявить ряд закономерностей, характерных для каждой разновидности. Показано, что антиоксидантная активность семян, листьев, черешков составляет соотношение 2,7:1,74:1 – у листовой, 2,88:1,99:1 – у черешковой разновидности, а у корневого сельдерея антиоксидантная активность семян, листьев, корнеплодов, черешков определяется соотношением 3,66:2,78:1,42:1. При практически одинаковом содержании аскорбиновой кислоты в листьях независимо от разновидности сельдерея концентрация витамина С в листьях и черешках составляет в соотношении (5,31-5,57):1 – для листовой и черешковой разновидностей, в то время как для корневой уровни витамина С в листьях, корнеплодах, черешках характеризуются соотношением 8,1:1,1:1. Распределение полифенолов в системе семена: листья: корнеплоды: черешки у корневого сельдерея соответствует соотношению 1,77:1,77:1,33:1, в то время как для черешкового сельдерея соотношение уровней полифенолов листья:черешки достигает 1,86:1, а для листового – 1,64:1. У листового сельдерея уровень полифенолов в семенах в 1,4-1,5 раз ниже, чем в листьях, в отличие от черешковой и корневой форм сельдерея с одинаковыми уровнями полифенолов в семенах и листьях. Соотношение содержания флавоноидов листья/черешки максимально у сорта Эликсир (2,87) и у сорта Атлант (2,41). У корневой разновидности и листового сельдерея сорта Самурай этот показатель находится в пределах 1,54-1,71. Максимальный уровень хлорофиллов а и b наблюдается у корневого сельдерея. Антиоксидантная система сельдерея характеризовалась положительными взаимосвязями между уровнями накопления аскорбиновой кислоты, флавоноидов, полифенолов, цинка и общей антиоксидантной активностью, а также между соотношением антиоксидантной активности семян/черешков и листьев/черешков ($r=+0,99$; $P<0,001$) и отрицательной корреляцией между содержанием хлорофилла в листьях и уровнем накопления полифенолов и флавоноидов. Выявлена высокая пищевая ценность листьев корневого сельдерея.

Ключевые слова: сельдерей, антиоксидантная активность, аскорбиновая кислота, полифенолы, флавоноиды, хлорофилл.

Antioxidant status of celery (*Apium graveolens* L.)

ABSTRACT

Relevance. Medicinal properties of celery (*Apium graveolens* L.) are connected to the most extent to high antioxidant status of plants.

Material, methods and results. Comparative evaluation of polyphenols, ascorbic acid, flavonoids and photosynthetic pigments by leafy, stalk and root celery types, grown in similar conditions on experimental fields of Federal Scientific Center of Vegetable Production revealed several peculiarities, typical to each form. Antioxidant activity (AOA) of seeds, leaves and petioles composed a ratio: 2.7:1.74:1 for leafy form, 2.88:1.99:1 for stalk form, while root celery AOA of seeds, leaves, roots and petioles was characterized by a ratio 3.66:2.78:1.42:1. With practically no differences in leaves ascorbic acid content between different celery forms leaves:petioles ratio for ascorbic acid reached (5.31-5.57):1 for leafy and stalk forms whereas vitamin C distribution between leaves, roots and petioles of root celery was characterized by a ratio 8.1:1.1:1. Phenolics seeds:leaves:roots:petioles accumulation ratio for root celery was equal to 1.77:1.77:1.33:1, whereas leaves/petioles distribution of phenolics in stalk and leafy forms reached 1.86:1 and 1.64:1 accordingly. Polyphenols content in seeds of leafy celery was 1.4-1.5 times lower than in leaves, contrary to stalk and root celery with equal concentrations of phenolics in seeds and leaves. Leaves/petioles ratio of flavonoids was the highest for Elixir (2.87) and Atlant cultivars (2.41). Root and leafy celery Samuray cv demonstrated 1.54-1.71 appropriate values. The highest chlorophyll a and b content was typical for root celery. Celery antioxidant system was characterized by positive correlations between ascorbic acid, flavonoids, phenolics, zinc and total AOA and also between the AOA ratio seeds/petioles and leaves/petioles ($r=+0.99$; $P<0.001$) and a negative correlation between chlorophyll and phenolics and flavonoids accumulation levels. High nutritional significance of root celery leaves was estimated.

Keywords: celery; antioxidant activity; ascorbic acid; polyphenols; flavonoids; chlorophyll.

Введение

Сельдерей – одна из наиболее широко используемых овощных культур в мире благодаря широкому спектру диетических и лекарственных свойств. Это прекрасный источник антиоксидантов, минералов и эфирных масел, благотворно влияющих на здоровье человека (Salehi et al., 2019). Съедобными являются все части сельдерея: листья, черешки, корнеплоды и семена, как в свежем виде, так и в виде специй (Malhotra, 2006).

Важнейшими компонентами антиоксидантной системы сельдерея являются аскорбиновая кислота, полифенолы и эфирные масла. В листовой разновидности сельдерея выявлено 15 видов полифенолов, наибольшая доля которых представлена эллагиновой, протокатеховой, хлорогеновой кислотами, а также пирогаллолом и галловой кислотой (Sorour et al., 2015). В эфирном масле сельдерея преобладают моно- и дициклические терпеноиды (Sorour et al., 2015). Флавоноиды сельдерея представлены преимущественно кверцетином, апигенином, лутеолином и соответствующими гликозидами (Salehi et al., 2019).

Широкий спектр биологического действия сельдерея связан в первую очередь с высоким содержанием антиоксидантов. Установлено, что сельдерей предотвращает сердечно-сосудистые заболевания (Sowbhagya et al., 2010), используется при лечении заболеваний печени и селезенки (Nadkarni, 2010), ревматизма (Karnick, 1994). Этанольные экстракты нормализуют сперматогенез (Kooti et al., 2014a) и улучшают фертильность (Marzouni et al., 2016; Kooti et al., 2014b). Потребление сельдерея снижает уровень сахара в крови, улучшает липидный состав крови (Gelodar et al., 1997), стабилизирует артериальное давление (Lans, 2006). Это растение проявляет антиканцерогенное (Jakovljevic et al., 2002), противогрибковое (Momin and Nair, 2001), диуретическое (Tyagi, 2013) и противовоспалительное действие (Mencherini et al., 2007). Эфирное масло сельдерея обладает антибактериальным действием (Atta and Alkofahi, 1998). Семена используют для лечения бронхита, астенопии, астмы, псориаза и лихорадки (Khare, 2007).

Несмотря на столь обширную информацию о химическом составе и биологическом действии сельдерея, крайне мало известно о специфических особенностях распределения антиоксидантов в органах трех наиболее распространенных разновидностей сельдерея: корневого, листового и черешкового, что в значительной степени затрудняет осуществление направленной селекции на повышенное содержание антиоксидантов.

Известно, что уровень накопления антиоксидантов в растениях определяется множеством факторов, среди которых наибольшее значение имеют генетические особенности сельскохозяйственной культуры, интенсивность освещения, уровень углекислого газа, температура, использование удобрений, биотические и абиотические факторы, характер почвы (Иванова и др., 2017; Li et al., 2012; Ibrahim et al., 2011). В связи с этим адекватная оценка особенностей антиоксидантного статуса различных разновидностей и сортов сельдерея возможна только при использовании одинаковых условий выращивания.

Целью настоящего исследования явилась сравнительная оценка особенностей антиоксидантного статуса листовой, черешковой и корневой разновидностей сельдерея, выращенных в одинаковых условиях.

2. Материалы и методы

2.1. Объекты и методы выращивания

В работе использовали 2 сорта корневого сельдерея (*Apium graveolens* L.): Егор и Добрыня, 2 сорта сельдерея листового – Эликсир и Самурай и сорт сельдерея черешкового – Атлант. Исследования проводили на базе Федерального научного центра овощеводства (ФГБНУ ФНЦО) в Московской области (55°39.51'N,

37°12.23'E). Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая с pH 108±11. Содержание органического вещества – 2,1±0,1%, N – 108±11 мг/кг сухой массы, P₂O₅ – 450±40 мг/кг сухой массы, K₂O – 357±32 мг/кг сухой массы, сумма обменных оснований – 95,2±8,1.

Растения выращивали через рассаду по общепринятой технологии. Посев семян был проведен в первой декаде марта в зимних теплицах с дальнейшей пикировкой сеянцев в конце марта. В фазе 3-4 настоящих листьев рассаду во второй декаде мая высаживали в открытый грунт по схеме: 60 x 35 см. Во второй декаде мая и в середине июля в почву вносили аммиачную селитру и суперфосфат из расчета 1,5-2,0 и 0,75-1,0 ц/га, соответственно. Сбор урожая проводили в начале октября.

Климатические условия за вегетационный период 2018-2019 годов представлены следующими показателями: среднемесячная температура за вегетацию в 2018 году достигала 18,5°C, в 2019 году – 19,6°C; средняя относительная влажность за вегетацию в 2018 году составила 80,6%, в 2019 году – 76,5%.

2.2. Пробоподготовка

После сбора урожая листья, черешки и корнеплоды разделяли, корнеплоды промывали водой для удаления остатков почвы и подсушили на фильтровальной бумаге. Образцы гомогенизировали. Свежие гомогенаты использовали для определения содержания аскорбиновой кислоты.

2.3. Содержание сухого вещества устанавливали гравиметрически высушиванием образцов при 70°C до постоянной массы (Кидин и др., 2008).

2.4. Антиоксидантный статус

Содержание аскорбиновой кислоты определяли методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия (АОАС, 2012).

Содержание полифенолов устанавливали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокалтеу (Голубкина и др., 2018) на спиртовых экстрактах высушенных растений (70% этанол, 80°C, 1 час). В качестве стандарта применяли галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г с.м. (мг-экв ГК/г с.м.).

Содержание флавоноидов рассчитывали по величине поглощения при 415 нм комплекса флавоноидов с хлористым алюминием на спиртовых экстрактах растений (Голубкина и др., 2018). Результаты выражали в мг-экв кверцетина на г с.м. (мг-экв Кв/г с.м.).

Уровень антиоксидантной активности (АОА) определяли титрометрически с использованием 0.01 N раствора перманганата калия (Maximova et al., 2001).

Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрически на спиртовых экстрактах в соответствии с методом (Lichtenthaler, 1987).

2.5. Элементный состав сельдерея устанавливали атомно-абсорбционным методом после озоления образцов в режиме 20-420°C (Кидин и др., 2008).

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

3. Результаты и обсуждение

Данные сравнительного анализа антиоксидантного статуса сельдерея представлены в таблице 1.

Обращают внимание высокие уровни накопления аскорбиновой кислоты листьями всех разновидностей сельдерея, составляющие сравнительно узкий интервал концентраций от 216 до 290 мг/100 г сырой массы листьев. Существенно более низкие уровни накопления аскорбиновой кислоты были характерны для черешков и корнеплодов сельдерея. Показательно, что соотношения содержания витамина С в листьях/корнеплодах/черешках оказались специфическими для каждой разновидности сельдерея. Так, только для корневого

Таблица 1. Антиоксидантный статус корневого, черешкового и листового сельдерея
Table 1. Antioxidant status of celery

Параметр	Части растения	Корневой / root		Черешковый / stalk	Листовой / leafy	
		Егор	Добрыня	Атлант	Эликсир	Самурай
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Листья	260±20abA	216±15cA	254±20abA	290±25aA	229±20bcA
	Черешки	30,7±2,5bB	28,1±2,0bB	47,8±1,0aB	45,4±1,6aB	47,7±1,6aB
	Корнеплоды	30,9±2,7aB	33,3±2,8aB	-	-	-
АОА, МЭ ГК/г с.м.	Листья	29,7±2,2abA	33,6±2,3aA	28,7±2,1bA	19,8±1,3cA	28,4±2,1bA
	Черешки	10,9±0,4cC	11,9±0,5bcC	14,4±0,9aB	15,4±1,0aB	12,3±0,7bB
	Корнеплоды	16,1±1,1aB	16,3±1,1aB	-	-	-
	Семена	42,5±4,0dA	40,9±3,8dA	41,5±3,9dA	37,5±3,3dA	37,5±3,1 dA
Полифенолы, МЭ ГК/г с.м.	Листья	15±1,0abA	13,3±0,9bA	16,0±1,1aA	17,2±1,1aA	15,5±1,0aA
	Черешки	8,3±0,3bcC	7,9±0,3cC	8,6±0,3bcB	10,0±0,4aB	10,0±0,4aB
	Корнеплоды	10,8±0,4aB	10,8±0,4aB	-	-	-
	Семена	15,1±1,1aA	13,8±1,0aA	15,7±,2aA	12,2±1,1bB	10,4±0,8bB
Флавоноиды, МЭ кверцетина/г с.м.	Листья	2,9±0,1dA	3,7±0,2cA	4,1±0,1cA	4,6±0,2aA	4,8±0,1bA
	Черешки	1,7±0,1cB	2,4±0,1bB	1,7±0,1cB	2,3±0,1bB	3,0±0,2aB
	Корнеплоды	1,2±0,2aC	0,9±0,1aC	-	-	-
Фотосинтетические пигменты	Хлорофилл а	2,76±0,27b	2,45±0,23b	1,69±0,14a	1,49±0,1a	1,07±0,1a
	Хлорофилл b	1,75±0,16a	1,44±0,12a	0,95±0,08b	1,09±0,11a	0,64±0,05b
	Каротин	0,40±0,04a	0,32±0,03a	0,22±0,02a	0,19±0,02a	0,44±0,04a

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются при $P < 0.05$. Заглавные буквы соответствуют различиям между органами, малые - между формами и сортами сельдерея

сельдерея это соотношение составило 8:1:1, в то время как в листовых и черешковых разновидностях уровень аскорбиновой кислоты в листьях был в 5,31-5,57 раз выше, чем в черешках. Листья листовых и черешковых разновидностей используют в пищу свежими и высушенными в виде специй. Очевидно, что 50 г свежих листьев сельдерея могут обеспечить от 30,9 до 41,4% суточной потребности человека в витамине С. Более того, наличие столь высоких концентраций аскорбиновой кислоты в листьях корневого сельдерея определяет перспективность их использования в качестве приправы – путь, который в настоящее время практически не осуществляется.

Комплексная оценка антиоксидантной активности и содержания полифенолов в листьях, черешках, корнеплодах и семенах сельдерея выявили тесную взаимосвязь между этими показателями. Общей закономерностью распределения антиоксидантов явилось снижение АОА и уровней накопления полифенолов в ряду семена > листья > корнеплоды > черешки.

Показано, что соотношение АОА семена/листья/корнеплоды/черешки соответствует ряду 2,7:1,74:1 – для

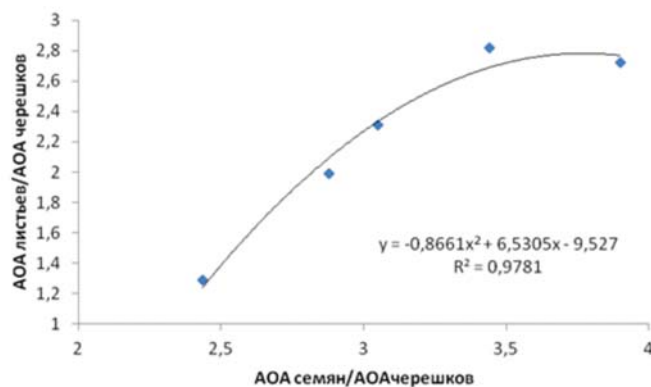


Рис. 1. Корреляционная связь АОА листьев/АОА черешков и АОА семян/АОА черешков
Fig. 1. Correlation of АОА of leaves / АОА of stalk and АОА of seeds / АОА of stalk

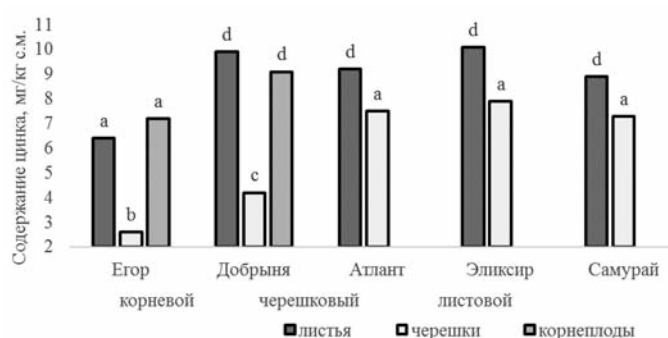


Рис. 2. Накопление цинка листьями, черешками и корнеплодами сельдерея.

Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $P < 0,05$

Fig. 2. The accumulation of zinc leaves, stalks and root vegetables of celery.

Values with the same indices are not statistically different according to the Duncan test at $P < 0.05$

листовой, 2,88:1,99:1 – для черешковой и 3,66:2,78:1,42:1 – для корневой разновидностей сельдерея. Обращает внимание высокая антиоксидантная активность и содержание полифенолов листьев корневого сельдерея, что является дополнительным фактором, подтверждающим их высокую пищевую ценность. В отличие от общей антиоксидантной активности уровни накопления полифенолов в семенах и листьях корневой и черешковой разновидностей не различаются, в то время как у листового сельдерея уровень полифенолов выше в листьях, чем в семенах. Интересно отметить, что доля полифенолов в общей антиоксидантной активности у семян достоверно ниже (30,1-37,8%), чем в листьях (44,7-67,8%), черешках (62,4-72,2%) и корнеплодах (66,7%), что может быть связано с более мощным влиянием эфирных масел и полиненасыщенных жирных кислот семян на уровень антиоксидантной активности.

Важными компонентами антиоксидантной активности сельдерея являются флавоноиды, содержание которых в листьях листового сельдерея представляется максимальным по сравнению с черешковой и корневой формами. Соотношение содержания флавоноидов листья/черешки максимально у сорта Эликсир (2,87) и у сорта Атлант (2,41). У корневого и листового сельдерея сорта Самурай этот показатель находится в пределах 1,54-1,71.

Проведенные исследования свидетельствуют о тесной взаимосвязи уровней накопления антиоксидантов семенами,

листьями и черешками сельдерея (рис.1). Коэффициент корреляции между показателями АОА листья/черешки и АОА семена/черешки составляет более 0,99 ($P < 0,001$). Участие в этой антиоксидантной системе антиоксидантов черешков несомненно, поскольку коэффициент корреляции между АОА семян и АОА листьев ниже и достигает всего 0,87 ($P < 0,001$).

Высокая антиоксидантная активность растений сельдерея в значительной степени определяет их устойчивость к оксидативному стрессу и, в частности, проявляется в устойчивости к низким температурам.

Оценка накопления фотосинтетических пигментов в листьях трех разновидностей сельдерея позволила установить более высокий фотосинтетический потенциал листьев корневого сельдерея по сравнению с листовым и черешковым. Из данных таблицы 1 следует, что листья корневого сельдерея отличаются самым высоким содержанием хлорофиллов *a* и *b*.

Выявлена отрицательная корреляция между содержанием хлорофилла и флавоноидов в листьях ($r = -0.874$), а также между уровнем хлорофилла и содержанием полифенолов ($r = -0.732$) (табл.2), что находится в хорошем соответствии с данными работы по оценке антиоксидантного статуса *Labisia pumila* Benth. (Ibrahim et al., 2011). Снижение интенсивности фотосинтеза на фоне возрастания содержания вторичных метаболитов авторы объясняют возрастанием содержания шикимовой кислоты, приводящим к увеличению содержания флавоноидов и участвующей в регулировании интенсивности фотосинтеза.

Известно, что в антиоксидантной системе растений важную роль выполняют микроэлементы, в частности, цинк. Хотя этот элемент не участвует в окислительно-восстановительных реакциях, его функция в качестве антиоксиданта заключается в каталитическом действии Cu/Zn супероксид дисмутаза, стабилизации структуры мембран, защите сульфгидрильных групп белков и регулировании экспрессии металлотионеинов, обладающих металлсвязывающей способностью и, кроме того, антиоксидантными функциями. Распределение цинка между черешками и листьями различных разновидностей сельдерея определяет преобладание микроэлемента в листьях, причем соотношение концентрации этого элемента листья/черешки составляет 1,22-1,28 – для листового и черешкового сельдерея и 2,46-2,36 – для корневой разновидности (рис.2).

Наблюдаемое явление в значительной степени объясняется участием цинка в образовании хлорофилла и углеводов, обеспечивающее устойчивость растений сельдерея к холодному стрессу. Более низкие уровни цинка в черешках корневого сельдерея по сравнению с листовым и черешковым может быть связано с важной ролью цинка в

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между компонентами антиоксидантной системы сельдерея

Table 2. Correlation coefficients between the components of the celery antioxidant system

	Аскорбиновая кислота / ascorbic acid	Полифенолы / polyphenols	Флавоноиды / flavonoids	Хлорофилл / chlorophyll
Аскорбиновая кислота / ascorbic acid	1			
Полифенолы / polyphenols	0,978*	1		
Флавоноиды / flavonoids	0,804*	0,861*	1	
Сумма хлорофиллов / chlorophyll	0,100	-0,732**	-0,874*	1
Цинк / Zinc	0,667**	0,717**	0,711**	-0,371

* $P < 0,001$; ** $P < 0,01$

образовании корнеплода, включая синтез ауксина, обеспечение целостности клеточных мембран и транспорта ионов (Tsonev&Lidon, 2012).

Данные проведенного исследования показывают, что антиоксидантная система сельдерея характеризуется достоверными взаимосвязями между аскорбиновой кислотой, флавоноидами, полифенолами, антиоксидантной активностью и цинком, а также между интенсивностью фотосинтеза и накоплением вторичных метаболитов (полифенолов и флавоноидов) (табл.2). Следует отметить, что участие цинка в антиоксидантной системе сельдерея представляется характерной особенностью этой сельскохозяйственной культуры. Напротив, для лука порея нами было установлено участие в антиоксидантной системе калия и селена, но не цинка (Golubkina et al., 2019). Такие различия могут быть связаны с тем, что порей, в отличие от сельдерея, относится к группе вторичных аккумулято-

ров селена, в то время сельдерея является типичным представителем растений не аккумуляторов. Известна высокая отзывчивость сельдерея на внесение цинка в почву. Косвенным подтверждением участия цинка в антиоксидантной системе сельдерея являются данные Ma et al (2019) о стимулировании биосинтеза аскорбиновой кислоты сельдереем при внекорневом обогащении растений цинком.

Заключение

В целом выявленные особенности антиоксидантной системы трех разновидностей сельдерея (корневой, черешковой и листовой) дают основание осуществления более направленной селекции сельдерея на повышенное содержание антиоксидантов и более широкого применения листьев корневого сельдерея, как важного источника антиоксидантов.

Об авторах:

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

Молдован Анастасия Ильинична – аспирант

Голубкина Надежда Александровна – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Косшеваров Андрей Александрович – младший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела

Карузо Джанлука – доктор с.-х. наук, проф., <http://orcid.org/0000-0002-7301-8151>

About the authors:

Viktor A. Kharchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Aromatic and Leafy Vegetable Crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>

Anastasia I. Moldovan – graduated student

Nadezhda A. Golubkina – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

Andrey A. Koshevarov – Junior Researcher of laboratory-analytical department

Caruso Gianluca – Doc. Sci. (Agriculture), prof., <http://orcid.org/0000-0002-7301-8151>

Литература / References

Голубкина, Н.А., Кекина, Е.Г., Молчанова, А.В., Антошкина, М.С., Надеждин, С.М., Солдатенко, А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО. 2018. 66 р. [Golubkina, N.A., Kekina, E.G., Molchanova, A.V., Antoshkina, M.S., Nadezhkin, S.M., Soldatenko, A.V. Plant antioxidants and methods for their determination. M., 2018. 66 p. (In Russ.)]

Голубкина, Н.А., Харченко, В.А., Молдован, А.И., Заячковский, В.А., Степанов, В.А., Солдатенко, А.В. Генетические особенности накопления макро- и микроэлементов корнеплодами сельдерея (*Apium graveolens* L.) и пастернака (*Pastinaca sativa* L.). Микроэлементы в медицине. 2020;21(1):28–38. [Golubkina, N.A., Kharchenko, V.A., Moldovan, A.I., Zayachkovsky, V.A., Stepanov, V.A., Soldatenko, A.V. Genetic features of the accumulation of macro- and microelements by root crops of celery (*Apium graveolens* L.) and parsnip (*Pastinaca sativa* L.). *Trace elements in medicine*. 2020;21(1):28–38. (In Russ.)]

Иванова, М.И., Бухаров, А.Ф., Кашлева, А.И., Балеев, Д.Н. Основные тенденции в селекции сельдерея корневого. *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2017: 67–76. [Ivanova, M.I., Bukharov, A.F., Kashleva, A.I., Baleev, D.N. The main trends in the selection of root celery. *Agricultural sciences and agribusiness at the turn of the century*. 2017: 67–76. (In Russ.)]

Кидин В.В. Практикум по агрохимии- М., Колос. 2008. [Kidin V.V. Workshop on Agricultural Chemistry. M., Kolos. 2008. (In Russ.)]

АОАС. The Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical. 2012.

Gelodar, G., Nazify, H.A.S. Effect of celery, apple tart and carrots on some biochemical parameters in diabetic rats. *J. Kerman Univ. Med. Sci.* 1997;3(40):114–119.

Golubkina, N.A., Seredin, T.M., Antoshkina, M.S., Kosheleva, O.V., Taliban, G.C., Caruso, G. Yield, Quality, Antioxidants and Elemental Composition of New Leek Cultivars under Organic or Conventional Systems in a Greenhouse. *Adv.Hort. Sci.* 2019;33(2):263–270. DOI: 10.13128/has-24219.

Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z.E., Rahmat, A., Rahman, Z.A. The Relationship between Phenolics and Flavonoids Production with Total Non Structural Carbohydrate and Photosynthetic Rate in *Labisia pumila* Benth. under High CO₂ and Nitrogen Fertilization. *Molecules*. 2011;(16):162–174. doi:10.3390/molecules16010162

Jakovljevic, V., Raskovic, A., Popovic, M., Sabo, J. The effect of celery and parsley juices on pharmacodynamic activity of drugs involving cytochrome P450 in their metabolism. *Eur J Drug Metab Pharmacokin.* 2002;27:153–156. <https://doi.org/10.1007/BF03190450>

Karnick, C.R. Pharmacopoeial standards of herbal plants. 1994. Vol. I *Sri Satguru Publications*.

Khare, C.P. Indian Medicinal Plants. *New Delhi, India. Springer*. 2007.

Kooti, W., Ali-Akbari, S., Asadi-Samani, M., Ghadery, H., Ashtary-Larky, D. A review on medicinal plant of *Apium graveolens*. *Adv. Herb. Med.* 2014(a);1(1):48–59.

Kooti, W., Mansouri, E., Ghasemiboroon, M., Harizi, M., Ashtary-Larky, D., Afrisham, R. The effects of hydroalcoholic extract of *Apium graveolens* leaf on the number of sexual cells and testicular structure in rat. *Jundishapur. J Nat Pharm Prod.* 2014(b);9(4):e17532.

Lans, C.A. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2006;(2):45.

Li, J., Zang, J., Xiao, L. Optimization of the Extraction Conditions of Celery Flavonoids by Response Surface Methodology. *J Anhui Agri. Sci.* 2012;40(5):2687–2689.

Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 1985;148:350–382.

Ma, J-Z., Zhang, M., Liu, Z-G., Wang, M., Sun, Y., Zheng, W-K., Lu, H. Copper-based-zinc-boron foliar fertilizer improved yield, quality, physiological characteristics, and microelement concentration of celery (*Apium graveolens* L.). *Environ. Poll. Bio.* 2019;31(1):261–271. DOI: 10.1080/26395940.2019.1668859

Malhotra, S. K. Celery. Chapter 18 in 'Handbook of herbs and spices'. 2006 ed. K.V.Peter, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, 317–333.

Marzouni, H. Z., Daraei, N., Sharafi-Ahvazi, N., Kalani, N., Kooti, W. The effects of aqueous extract of celery leaves (*Apium graveolens*) on fertility in female rats. *W. J. Pharm. Pharm. Sci.* 2016;5(5):1710–1734. DOI: 10.20959/wjpps20165-6823

Maximova, T.V., Nikulina, I.N., Pakhomov, V.P., Shkarina, H.I., Chumakova, Z.V., Ar-zamastsev, A.P. Method of antioxidant activity determination. RU Patent 2001;(2)170: 930.

Mencherini, T., Cau, A., Bianco, G., Della, L.R., Aquino, R.P., Autore, G. An extract of *Apium graveolens* var. dulce leaves: structure of the major constituent, apiin, and its anti-inflammatory properties. *J. Pharm. Pharmacol.* 2007;59(6):891–897.

Momin, R.A., Nair, M.G. Mosquitocidal, Nematicidal, and Antifungal Compounds from *Apium graveolens* L. Seeds. *J. Agric. Food Chem.* 2001;49(1):142–145. <https://doi.org/10.1021/jf001052a>

Nadkarni, K.M. Indian Materia Medica. 2nd ed. *Mumbai, India. Popular Prakashan*. 2010.

Salehi, B., Venditti, A., Frezza, C., Yucetepe, A. *Appl. Sci.* 2019;9:3547. DOI:10.3390/app9173547

Sorour, M., Hassanen, N.H.M., Ahmed, M.H.M. Natural antioxidants in fresh and dries celery (*Apium graveolens*). *Am. J. Energy Engineering.* 2015;3(2-1):12–16. DOI: 10.11648/j.ajee.s2015030201.13

Sowbhagya, H.B., Srinivas, P., Krishnamurthy, N. Effect of enzymes on extraction of volatiles from celery seeds. *Food Chem.* 2010;120:230–234.

Tsonev, T., Lidon, F.J.C. Zinc in plants - An overview. *Emir. J. Food Agric.* 2012;24(4):322–333. <http://ejfa.info/322>

Tyagi, S. Medical benefits of *Apium graveolens* (celery herb). *J. Drug Discov Ther.* 56:558–69.