

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-81-87>
УДК (635.782+633.2):581.19

Харченко В.А., Молдован А.И.,
Голубкина Н.А., Гинс М.С.,
Шафигуллин Д.Р.

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: nastiamoldovan@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Харченко В.А., Молдован А.И., Голубкина Н.А., Гинс М.С., Шафигуллин Д.Р. Сравнительная оценка содержания некоторых биологически активных соединений в лесном купыре *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и садовом кервеле *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. Овощи России. 2020;(5):81-87.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-81-87>

Поступила в редакцию: 06.09.2020

Принята к печати: 23.09.2020

Опубликована: 25.09.2020

Viktor A. Kharchenko,
Anastasia I. Moldovan,
Nadezhda A. Golubkina,
Murat S. Gins, Damir R. Shafigullin

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072
E-mail: nastiamoldovan@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citations: Kharchenko V.A., Moldovan A.I., Golubkina N.A., Gins M.S., Shafigullin D.R. Comparative evaluation of several biologically active compounds content in *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. and *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(5):81-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-81-87>

Received: 06.09.2020

Accepted for publication: 23.09.2020

Accepted: 25.09.2020

Сравнительная оценка содержания некоторых биологически активных соединений в лесном купыре *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. и садовом кервеле *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.



Аннотация

Актуальность. Мало распространенный в России представитель семейства *Apiaceae* садовый кервель широко используется за рубежом в питании и высоко ценится в народной и традиционной медицине.

Материал и методика. Проведена оценка пищевой ценности садового и дикого кервеля (лесного купыря) Средней полосы России по показателям накопления аскорбиновой кислоты, полифенолов, флавоноидов, нитратов, содержания водорастворимых соединений и уровня антиоксидантной активности спиртовых экстрактов растений.

Результаты. Показано, что наземная часть садового кервеля содержит более низкие концентрации витамина С, полифенолов, флавоноидов, сухого вещества и общей антиоксидантной активности по сравнению с лесным купырем (в 1.6-1.8, 2.2-2.5, 1.8-2.2 и 1-1.54 раза соответственно), однако значительно богаче, чем купырь лесной, по содержанию водорастворимых соединений. Лесной купырь характеризовался в 2.4-4.9 раза более высоким содержанием сухого вещества в листьях и стеблях, что обуславливает непригодность стеблей дикого кервеля для использования в питании несмотря на большую массу надземной части растения по сравнению с садовым кервелем. Отличительной особенностью садового кервеля было значительное накопление каротина и существенно более низкое содержание хлорофилла b в листьях. Уровни полифенолов и общей антиоксидантной активности семян садового кервеля также были ниже, чем в семенах лесного купыря. Высокие урожайность и показатели пищевой ценности садового кервеля свидетельствуют о перспективности выращивания растения в промышленном масштабе и целесообразности использования купыря лесного в селекционном процессе.

Ключевые слова: *Anthriscus sylvestris*, *Anthriscus cerefolium*, антиоксиданты, нитраты, водорастворимые соединения.

Comparative evaluation of several biologically active compounds content in *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. and *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.

Abstract

Relevance. A rare representative of the *Apiaceae* family the garden chervil is widely used abroad in nutrition and in folk and traditional medicine.

Methods. Evaluation of nutritional potential of *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm and *Anthriscus sylvestris* Hoffm grown in Moscow region is achieved using the parameters of ascorbic acid, polyphenols, flavonoids, total antioxidant activity of ethanolic extracts.

Results. Garden chervil (*Anthriscus cerefolium*) was characterized by lower concentrations of ascorbic acid (1.6-1.8 times), phenolics (2.2-2.5 times), flavonoids (1.8-2.2 times), total antioxidant activity (1-1.54 times) and dry matter content (2.4-4.9 times) than wild chervil (*Anthriscus sylvestris*) but demonstrated significantly higher levels of total dissolved solids. Significantly higher content of dry matter in leaves and especially stems of wild chervil correlates with low nutritional value of stems despite large total mass of plants compared to garden chervil. Contrary to wild chervil, *Anthriscus cerefolium* recorded unusually high concentrations of carotene in leaves and significantly lower levels of chlorophyll b. Seeds of garden chervil were also characterized by low antioxidant status contrary to wild chervil and seeds of curly parsley. High yield and significant nutritional value of garden chervil indicate important prospects of its wide-scale cultivation in Russia while *Anthriscus sylvestris* plants seem to be important in breeding processes.

Keywords: *Anthriscus sylvestris*, *Anthriscus cerefolium*, antioxidants, nitrates, water soluble compounds.

Введение

Кервель садовый (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) или купырь бутенелистный – пряное травянистое растение, принадлежащее к семейству Apiaceae. Благодаря изысканному вкусу и высокой биологической активности кервель широко используется за рубежом не только в салатах (Novaretti & Lemordant, 1990; Milovanović et al., 2009; Hiller and Melzig, 1999) и в составе специй (Facciola, 1990; Fejes et al, 2003), но это растение также высоко ценится в народной и традиционной медицине (Gidwani et al., 2010). Так кервель нормализует артериальное давление, лечит подагру, плеврит, способствует выведению камней из почек, успешно используется при менструальных проблемах и водянке, болезнях желудка (Simonetti and Simonetti, 1991). Кервель эффективен при лечении головной боли, золотухи и хронической экземы (Fejes et al., 2000). Экстракты кервеля нормализуют кровообращение (Bremness, 1989) и обладают мощным тонизирующим эффектом, а также улучшают память (Stuart, 1979; Mitsugi et al., 1982). Антиоксидантные свойства листьев и черешков кервеля, а также содержание лигнанов в корнях объясняют защитный эффект этого растения от окислительного разрушения мембран клеток (Fejes et al., 2000a) и подавления роста опухолевой ткани (Olaru et al., 2015; Fejes et al., 2000a,b; Dall'Acqua et al., 2006; Kozawa et al., 1978). Чай на основе кервеля улучшает циркуляцию крови и уменьшает целлюлит. Кервель применяют при лечении геморроя и варикозного расширения вен, а также анемии благодаря высокому содержанию железа и цинка (Grieve and Grieve, 1971). Аналогичная высокая биологическая активность характерна и для ближайшего родственника садового кервеля- купыря лесного *Anthriscus sylvestris* (Olaru et al., 2015). Лебедев и др. (2018) отмечают перспективность введения в культуру *Anthriscus sylvestris*, как источника важнейших природных соединений.

Важнейшими биологически активными соединениями кервеля являются флавоноиды (апиин, лютеолин) (Tozaburo and Masao, 1979; Vyas et al., 2012), эссенциальное масло (эстрагал и l-аллил-2,4-диметоксибензол) (Zwaving et al., 1970; Simandi et al., 1996; Vyas et al.; 2012) и лигнаны (Kozawa et al., 1978).

Широкое культивирование кервеля осуществляется в настоящее время в Средиземноморских странах, таких как Италия, Франция, Греция, Испания, а также США и Великобритания. Для России кервель представляется незаслуженно забытой культурой, несмотря на то, что в древности это растение было популярно в стране.

Цель настоящего исследования – сравнительная оценка пищевой ценности образцов лесного купыря *Anthriscus sylvestris* и садового кервеля *Anthriscus cerefolium* (L.), выращенных в условиях средней полосы России.

Материалы и методы

Объектами исследования явились 3 сортаобразца садового кервеля *A. cerefolium*: 24-20, 22-20 и 21-20 коллекции ФНЦО, а также лесной кервель (лесной купырь) *A. sylvestris*, собранный в лесной зоне, прилегающей к Вишняковскому пруду, г. Балашихи 55о47.8372'0'' с.ш., 37о56.065'0'' в.д.

Растения *A. cerefolium* выращивали в вегетационных сосудах объемом 10 л (диаметр 20 см) на смеси торфа и перлита в теплице ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». Характеристика торфа: степень разложения – до 20%, влажность – не более 65%, рН – 5.5-6.2. Перлит вносили с целью повышения рыхлости и пористости, воздухопроницаемости торфа, предотвращения

уплотнения и образования поверхностной корки. Плотность посева составила 30 растений/сосуд. Посев семян проводили в два срока: 5 июня и 1 августа. В процессе вегетации осуществляли регулярный полив. Уборку сортаобразцов кервеля осуществляли через 30 дней после начала вегетации.

Пробоподготовка

После уборки листья и черешки садового кервеля и листья, стебли лесного купыря разделяли и гомогенизировали. Для определения содержания аскорбиновой кислоты и фотосинтетических пигментов использовали свежие гомогенаты. Остальную часть материала высушили при 50°C до постоянной массы для дальнейшего определения содержания нитратов, водорастворимых соединений, антиоксидантной активности, полифенолов и флавоноидов.

Содержание сухого вещества

Содержание сухого вещества определяли гравиметрически после высушивания образцов при 50°C до постоянной массы.

Аскорбиновая кислота

Содержание аскорбиновой кислоты устанавливали методом визуального титрования 2,6-дихлорфенол индофенолятом натрия (реактивом Тиллманса) (Голубкина и др., 2020).

Полифенолы

Содержание полифенолов определяли спектрофотометрически с помощью реактива Фолина-Чиокалтеу (Голубкина и др., 2020). 1 г сухого порошка образцов растительного материала экстрагировали в течение часа при 80°C 20 мл 70% этанола. Раствор охлаждали до комнатной температуры, переносили количественно в 25 мл мерную колбу и доводили до метки 70% спиртом. Полученный экстракт перемешивали и фильтровали через складчатый фильтр. В мерную колбу на 25 мл добавляли 1 мл экстракта, 2,5 мл насыщенного раствора карбоната натрия Na₂CO₃ и 0,25 мл разбавленного вдвое дистиллированной водой реактива Фолина-Чиокалтеу. Полученную смесь после интенсивного перемешивания доводили до метки дистиллированной водой. Через час после окончания реакции измеряли величину поглощения раствора при 730 нм на спектрофотометре Unicо 2804 UV (США). Содержание полифенолов рассчитывали по стандартной кривой, полученной с использованием 6 растворов галловой кислоты (Sigma) в интервале концентрации 0-90 мкг/мл. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

Антиоксидантная активность (АОА)

Для определения антиоксидантной активности использовали колориметрический метод (Голубкина и др., 2020), основанный на титровании раствора 0.01 N KMnO₄ в кислой среде этанольным экстрактом кервеля до обесцвечивания раствора, свидетельствующего о полном восстановлении Mn⁺⁶ до Mn⁺². В качестве внешнего стандарта использовали галловую кислоту. Результаты определения выражали в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы (мг ГКЭ/г с.м.).

Флавоноиды

Содержание флавоноидов устанавливали спектрофотометрически по величине поглощения комплекса флавоноидов с хлористым алюминием при 415 нм (Голубкина и др., 2020). В качестве внешнего стандарта применяли кверцетин (Sigma).

Фотосинтетические пигменты

Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрически на спиртовых экстрактах листьев с использованием уравнений, предложенных Lichtenthaler (1987):

$$\text{Ch-a} = 13.36A_{664} - 5.19A_{649};$$

$$\text{Ch-b} = 27.43A_{649} - 8.12A_{664};$$

$$C_c = (1000A_{470} - 2.13\text{Ch-a} - 97.63C-b)/209$$

где A = абсорбция, Ch-a = хлорофилл a, Ch-b = хлорофилл b, C c = каротин

Результаты выражали в мг/г сырой массы.

Водорастворимые соединения

Уровень накопления водорастворимых соединений определяли в водных экстрактах образцов с использованием портативного кондуктометра TDS-3 (Корея).

Нитраты

Уровень нитратов регистрировали в водных экстрактах с применением ион селективного электрода на иономере Эксперт 001 (Эконикс, Россия).

Статистический анализ

Исследования проводили в трех повторностях при двух сроках посева. Результаты соответствовали нормальному распределению. Достоверность различий между показателями оценивалась с использованием теста Дункана и компьютерной статистической программы Excel.

Результаты и обсуждение

Урожай, морфо-биометрические показатели и содержание сухого вещества

Сравнение биометрических и биохимических показателей трех исследованных перспективных сортообразцов садового кервеля и купыря лесного (рис.1, 2). позволило выявить ряд особенностей (табл.1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о достоверно меньшей массе и высоте растений сортообразца 22-20, а также более низком содержании сухого вещества в листьях и черешках, чем у лесного кервеля. Действительно, уровень сухого вещества в листьях лесного купыря был в 2,1-2,9 раза выше, чем в листьях садового кервеля, в то время как аналогичные показатели для черешков садового/стеблей дикого кервеля достигали значений 4-7,4 раз. Эти показате



Рис. 1. Внешний вид трех сортообразцов садового кервеля *A. cerefolium* (сортообразцы 24-20; 22-20; 21-20) и лесного купыря *A. sylvestris*
Fig. 1 Appearance of three *A. cerefolium* varieties (24-20; 22-20; 21-20) and *A. sylvestris*

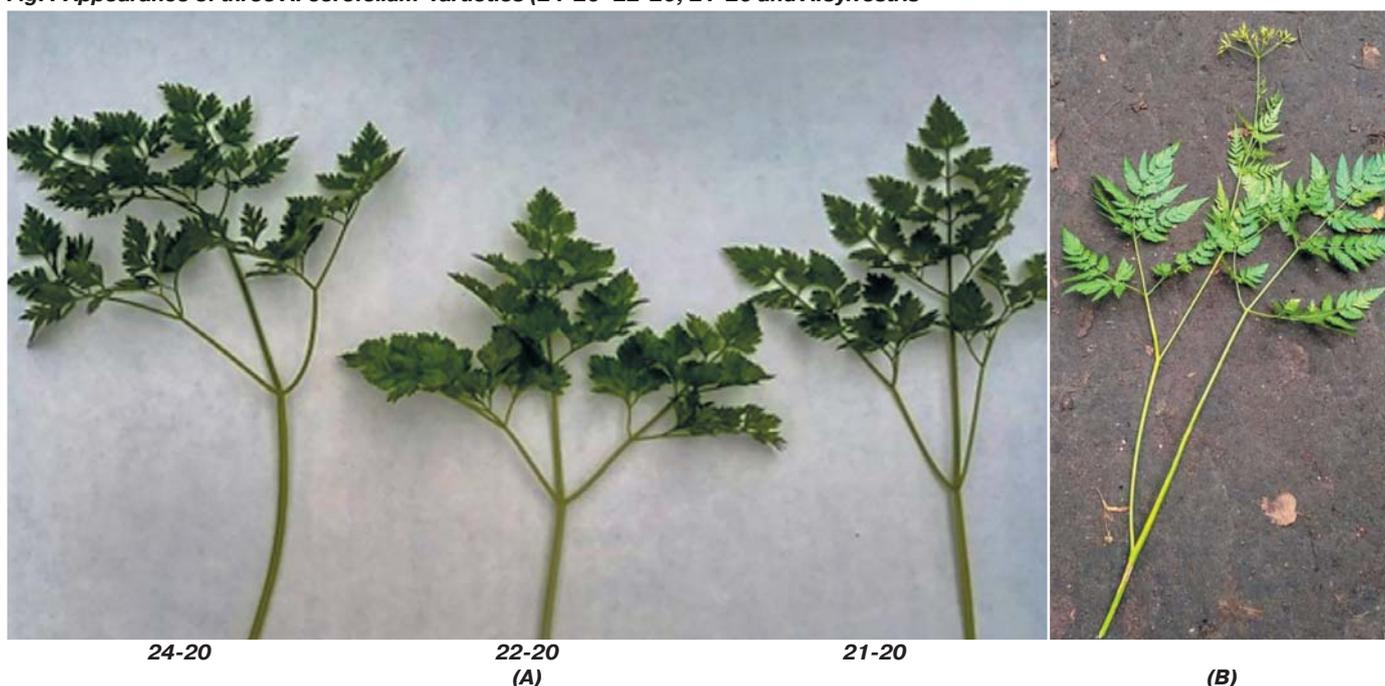


Рис. 2. Внешний вид листьев *A. cerefolium* (A) и *A. sylvestris* (B)
Fig. 2. Appearance of *A. cerefolium* (A) and *A. sylvestris* (B) leaves

Таблица 1. Масса и морфо-биологические показатели лесного купыря и садового кервеля
Table 1. Mass and morphobiological parameters of *A. cerefolium* and *A. sylvestris*

Показатель Parameter	Сортообразцы <i>A. cerefolium</i> Varieties			<i>A. sylvestris</i>
	24-20	22-20	21-20	
Высота, см Height, cm	40±0.4a	38±0.4b	45±0.5c	94.8±5.8d
Масса одного растения, г Plant mass, g	5.1±0.5a	3.9±0.3b	6.0±0.6a	162.8±12.2c
Доля черешков, % от массы надземной части Stem mass, % of the total plant mass	49.8	48.1	49.5	46.6
Сухое вещество, % Dry matter leaves	11.7±1.0a	8.4±0.8b	10.9±1.0a	24.4±0.9c
Сухое вещество, % Dry matter stems	8.0±0.8a	4.3±0.4b	7.1±0.7a	31.7±0.8c

В таблице приведены данные среднего и стандартного отклонения от среднего $M \pm SD$.

* Значения в строках с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0.05$
Values in lines with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at $p < 0.05$

тели свидетельствуют о большей пищевой ценности садового кервеля по сравнению с лесным купырем.

Интересно отметить, что, если для сортообразцов 24-20 и 21-20 соотношение содержания сухого вещества в листьях/черешках составило 1,46-1,54, то для сортообразца 22-20 уровень сухого вещества в листьях был в 2 раза выше, чем в черешках, в то время как аналогичное соотношение в лесном купыре достигало всего 0,77 (табл.1; рис.3). Очевидно, что, выигрывая в размерах, дикий кервель проигрывает садовому в нежности листьев и имеет стебли, практически не пригодные для использования в пищу. Более того, отличительной особенностью садового кервеля является возможность высушивания при температуре всего 50°C, что существенно ниже температуры, рекомендуемой ГОСТ для растений 70°C (ГОСТ, 2012). Кроме того, время высушивания кервеля в этих условиях составляет всего 1 сутки, что в 3 раза меньше, чем используемая в лабораториях продолжительность процесса высушивания для других растений. Очевидно, что более мягкие условия высушивания благоприятствуют сохранению биологически активных соединений и, в частности, фотосинтетических пигментов и антиоксидантов.

Антиоксиданты

Фотосинтетические пигменты

Известно, что дикие формы растений, родственные культурным видам, отличаются более высоким антиоксидантным статусом, необходимым для выживания организма в суровых условиях окружающей среды (Berni et al,

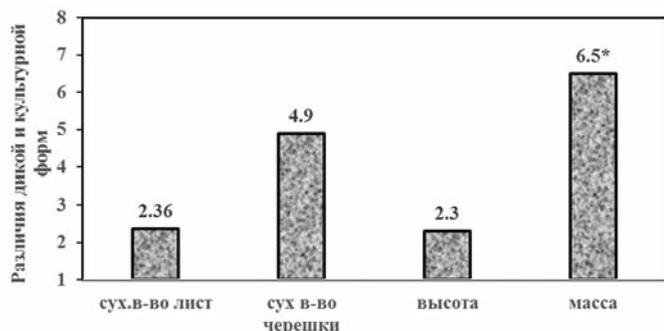


Рис.3. Различия между лесным купырем и садовым кервелем по показателям высоты, массы растений, а также содержания сухого вещества (*-значение уменьшено в 5 раз)
Fig. 3. Differences if height, mass and dry matter content in wild and garden chervil (*-value is decreased 5 times)

2018). Полученные нами данные находятся в хорошем соответствии с этим фактом. Так лесной купырь отличается в два раза более высоким накоплением общего хлорофилла по сравнению с садовым кервелем (табл.2). С другой стороны, данные табл.2 свидетельствуют о существенных особенностях фотосинтеза в лесном и садовом кервеле. Так, отличительной особенностью садового кервеля является светлый цвет листьев, в то время как у дикого родственника окраска листьев ярко зеленая. Эти различия обусловлены не только более низким накоплением хлорофилла в садовом кервеле, но и значительно более высоким аккумулярованием каротиноидов (табл.2; рис.3).

Интересно отметить, что садовый кервель характеризуется более низким содержанием особенно хлорофилла b, что отражается в различном соотношении хлорофиллов a и b в указанных формах растений. Так, если для садового кервеля соотношение хлорофилл a/хлорофилл b составляет интервал от 2,25 до 3,28, для купыря лесного это соотношение достигает всего 1,66. Наблюдаемые особенности накопления фотосинтетических пигментов, по-видимому, определяются генетическими различиями растений и условиями выращивания. Так, лесной купырь, произрастающий на опушках и полянах, отличается от садового кервеля не только более низким соотношением хлорофиллов a/b, но также в три раза большим соотношением общего хлорофилла к содержанию каротина (табл.2, рис.4).

Необычно высокое содержание каротина в листьях садового кервеля является не только отличительной особенностью исследованных сортообразцов, но также служит важным показателем активности фотосинтеза, фотоморфогенеза, развития и защиты от солнечной радиации (Cazzonelli and Pogson, 2010b, Ruiz-Sola and Rodriguez-Concepcion, 2012, Navaux, 2014). Известно, что каротиноиды являются предшественниками фитогормонов и служат сигнальными молекулами в процессах взаимодействия растений с окружающей средой (Walter and Strack, 2011; Cazzonelli, 2011). Кроме того, обращает внимание, что в питании человека потребление каротиноидов является важным в поддержании иммунитета и защите от онкологических заболеваний (Milani et al., 2017).

Полифенолы, аскорбиновая кислота и общая антиоксидантная активность

Данные настоящего исследования показывают, что по содержанию аскорбиновой кислоты в листьях и уровню

Таблица 2. Содержание фотосинтетических пигментов в садовом и диком кервеле (мг/г сырой массы листьев)
Table 2. Photosynthetic pigments content in *A. cerefolium* and *A. sylvestris* (mg/g fresh leaves)

Сортообразец Variety	Хлорофилл a Chlorophyll a	Хлорофилл b Chlorophyll b	Сумма хлорофиллов Total chlorophyll	Соотношение хлф а/хлф b Chl a/chl b ration	Каротин Carotene	Хлорофилл/ каротин Chlorophyll/ carotene
Садовый кервиль <i>A. cerefolium</i>						
24-20	1.58±0.15a	0.66±0.06a	2.24a	2.39	0.59±0.06a	3.8
22-20	1.24±0.12b	0.55±0.05a	1.79b	2.25	0.48±0.05a	3.7
21-20	1.77±0.17a	0.54±0.05a	2.31a	3.28	0.79±0.08a	2.9
M±SD	1.53±0.19	0.62±0.05	2.11	2.64	0.62±0.055	3.4
Лесной купырь <i>A. sylvestris</i>						
A. sylvestris	2.73±0.19c	1.64±0.14b	4.37	1.66	0.45±0.04a	9.7

M – среднее, SD – стандартное отклонение

*Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0.05$

M – mean, SD – standard deviation

Values in columns with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at $p < 0.05$

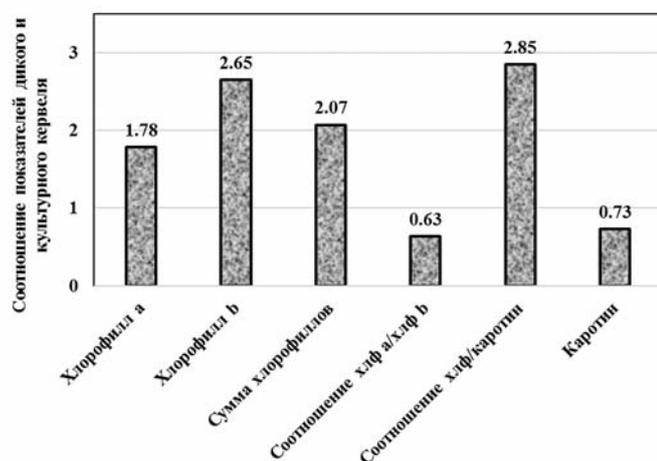


Рис. 4. Различия в накоплении фотосинтетических пигментов листьями дикого и садового кервеля

Fig. 4. Differences in photosynthetic pigments accumulation by leaves of wild and garden chervil

антиоксидантной активности садовый кервель сходен с кудрявой петрушкой (Молчанова и др., 2019), однако, характеризуется более низким содержанием полифенолов. В растениях лесного купыря биосинтез аскорбиновой кислоты осуществлялся более интенсивно, чем в садовом кервеле, и наблюдаемые значения (около 100 мг/100 г сырой массы) ближе к данным, характерным для листовой формы петрушки (Молчанова и др., 2019). Различия в уровнях накопления аскорбиновой кислоты стеблями лесного купыря и черешками садового кервеля по сравнению с соответствующими данными для листьев и составили в среднем 1,6 раз (табл.3, рис.5). Соответствующие различия в содержании полифенолов, флавоноидов и в уровне общей антиоксидантной активности составили в среднем 2 раза. Интересно в связи с этим отметить, что соответствующие показатели листьев купыря лесного оказались даже выше, чем данные, характерные для листовой, корневой и кудрявой петрушки (Молчанова и др., 2019). Известно, что дикие родственники культурных растений являются уникальными источниками биологически актив-

Таблица 3. Содержание антиоксидантов в листьях и черешках купыря лесного и садового кервеля
Table 3. Antioxidants content in leaves and stems of wild and garden chervil

Сорто-образец Variety	Орган Organ	АОА*	Полифенолы* Phenolics	Флавоноиды** Flavonoids	АК*** Ascorbic acid
Садовый кервель <i>A. cerefolium</i>					
24-20	Лист leaves	35.68±3.6a	10.81±1.1a	6.6±0.7a	76.4±7.6a
	Черешок Stems	27.69±2.7a	7.62±0.7b	5.3±0.5b	16.4±1.6d
22-20	Лист Leaves	33.72±3.3a	8.72±0.9b	12.4±1.0d	35.2±3.5b
	Черешок Stems	13.23±1.3b	4.04±0.4c	6.7±0.6a	9.9±1.0e
21-20	Лист Leaves	32.99±3.3a	11.88±1.2ad	5.0±0.5b	54.4±5.4c
	Черешок Stems	21.53±2.1c	4.29±0.4c	2.3±0.2c	15.5±1.5d
M±SD	Лист Leaves	34.14±1.03	10.47±1.17	8.0±2.9	55.3±14.0
	Черешок Stems	20.81±5.06	5.32±1.54	4.8±1.6	13.9±2.7
Купырь лесной <i>A. sylvestris</i>					
A. sylvestris	Лист Leaves	52.5±5.0d	23.2±1.8e	17.6±1.1e	100.0±6.1f
	Черешок Stems	20.1±1.7c	13.3±1.0d	8.8±0.6f	22.4±1.2g

АОА - антиоксидантная активность; АА - аскорбиновая кислота; *мг-экв ГК/г с.м.;

мг-экв кверцетина/г с.м.; * мг/100 г сырой массы

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0.05$

АОА - antioxidant activity; АА - ascorbic acid; *mg GAE/g d.w.; ** mg QE/g d.w.; *** mg/100 g f.w.

Values in columns with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at $p < 0.05$

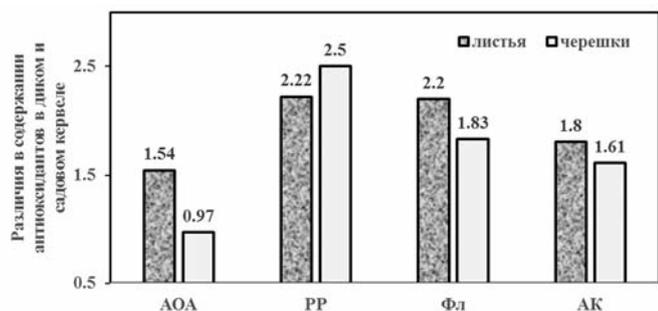


Рис.5. Различия в показателях антиоксидантной активности (АОА), содержании полифенолов (PP), флавоноидов (Фл) и аскорбиновой кислоты (АК) между купырем лесным и садовым кервелем.

Fig.5. Differences in total antioxidant activity (AOA), phenolics (PP), flavonoids and ascorbic acid (AA) content in wild and garden chervil

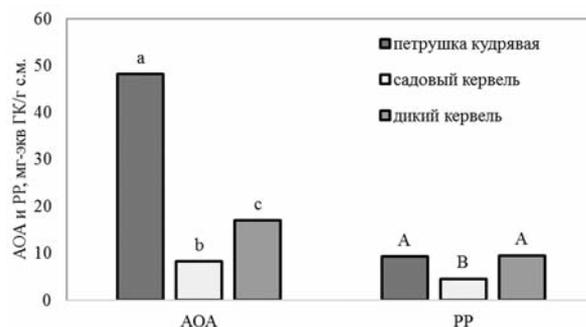


Рис.6. Показатели антиоксидантной активности (АОА) и содержания полифенолов (PP) семян садового, дикого купыря и петрушки кудрявой(мг-экв ГК/г с.м.)

Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p<0.05

Fig. 6. Antioxidant activity (AOA) and poluphenols content (PP) in seeds of wild and garden chervil and curly parsley. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at p<0.05

Таблица 4. Содержание нитратов и водорастворимых соединений в диком и культурном кервеле
Table 4. Content of nitrates and total dissolved solids in wild and garden chervil

Сорто-образец Variety	Орган Organ	Нитраты* Nitrates	Водорастворимые соединения** Total Dissolved Solids
Садовый кервиль A.cerefolium			
24-20	Листья Leaves	3.9±0.3a	109.0±9.8a-
	Черешки Stems	5.6±0.5b	112.0±11.2a
22-20	Листья Leaves	8.1±0.8c	166.5±16.6b
	Черешки Stems	3.3±0.3ad	172±16.8 b
21-20	Листья Leaves	4.8±0.4b	102.0±10.2a
	Черешки Stems	5.7±0.6b	107.0±10.7a
M±SD	Листья Leaves	5.6±1,7	122.4±29.4
	Черешки Stems	4.9±1.0	130.0±27.2
Купырь лесной A.sylvestris			
A.sylvestris	Листья Leaves	3.0±0.2d	71.2±6.2c
	Черешки Stems	1.1±0.1e	27.1±1.2d

* г/кг сухой м.; ** мг/кг сухой м.

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p<0.05

*g/kg d.w.; **mg/kg d.w.

Values in columns with similar indexes do not differ statistically according Duncan test at p<0.05

ных соединений. В большинстве случаев они более устойчивы к биотическим и абиотическим факторам среды и содержат более высокие уровни биологически активных соединений, включая антиоксиданты (Berni et al., 2018). Полученные нами данные подтверждают вышесказанное и указывают на перспективность использования купыря лесного *A.sylvestris* в селекционном процессе.

Сравнение антиоксидантной активности и содержания полифенолов семян дикого и садового кервеля также различалась в 2 раза (рис.6). Уровень полифенолов в семенах лесного купыря был близок к соответствующему показателю для семян петрушки, однако, антиоксидантная активность семян петрушки многократно превосходила антиоксидантную активность семян, как дикого, так и садового кервеля.

Содержание нитратов и водорастворимых соединений

Растения рода *Арисеае* относятся к группе овощных культур, накапливающих высокие концентрации нитратов (Santamaria, 2006). В расчете на сухое вещество сортообразец садового кервеля 22-20 вдвое больше накапливает

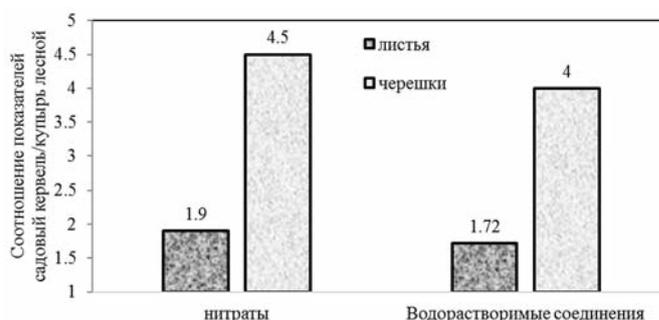


Рис.7. Различия в показателях накопления нитратов и водорастворимых соединений между садовым кервелем и купырем лесным

Fig. 7. Differences in nitrates and total dissolved solids accumulation by wild and garden chervil

нитратов, чем сортообразцы 24-20 и 21-20. При этом содержание нитратов в черешках в расчете на сухую массу было в 1,2-1,4 раза выше, чем в листьях (табл.2). Следует однако отметить, что в расчете на сырую массу уровень нитратов в черешках и листьях различается незначитель-

но, а средние показатели находятся в интервале концентраций 406-680 мг/кг сырой массы, что не представляет угрозы для здоровья человека. Напротив, при сравнительно высоком содержании антиоксидантов в квертеле наблюдаемые уровни нитратов составляют не недостаток, а скорее положительный фактор для здоровья человека, поскольку в этих условиях практически исключается образование канцерогенных нитрозаминов (Santamaria, 2006). С другой стороны, обращает внимание, что как листья, так и черешки садового квертеля содержат значительно более высокие концентрации водорастворимых соединений по сравнению с лесным купырем (табл. 4, рис.7).

Заклучение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что садовый квертель и купырь лесной являются перспективными источниками витамина С, полифенолов и флавоноидов, а также обладают высокой антиоксидантной активностью. Впервые показано, что лесной купырь значительно беднее садового квертеля по содержанию водорастворимых соединений. В целом лесной купырь представляется новым источником гермоплазмы квертеля и является перспективным в дальнейших исследованиях для внесения генетического биоразнообразия.

Об авторах:

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

Молдован Анастасия Ильинична – аспирант, мл.н.сотр лаборатории зеленных культур e-mail: nastiamoldovan@mail.ru

Голубкина Надежда Александровна – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, e-mail: segolubkina45@gmail.com

Гинс Мурат Сабирович – доктор биол. наук, зав.лаб.физиологии и биохимии, интродукции и функциональных продуктов растений, <https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>, e-mail: anirr@bk.ru

Шафигуллин Дамир Рамисович – научный сотрудник лаборатории Физиологии и биохимии, интродукции растений и функциональных продуктов, e-mail: shafigullin89@yandex.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>

Anastasia I Moldovan. – Graduate Student, junior researcher, laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, e-mail: nastiamoldovan@mail.ru

Nadezhda A. Golubkina – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, e-mail: segolubkina45@gmail.com

Murat S. Gins – Doc. Sci. (Agriculture), corresponding member of Russian Academy, head of Laboratory of plants physiology, biochemistry and introduction and functional food products, <https://orcid.org/0000-0001-5995-2696>, e-mail: anirr@bk.ru

Damir R Shafigullin – Researcher, laboratory of plants physiology, biochemistry and introduction and functional food products, e-mail: shafigullin89@yandex.ru

● Литература /References

1. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. *М., Инфра-М*. 2020. [Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina N.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plants antioxidants and methods of their determination. Moscow. Infra-M. 2020. (In Russ.)]
2. ГОСТ 31640-2012 Определение содержания сухого вещества в растительном материале. [GOST 31640-2012. Determination of dry matter content in plants. (In Russ.)]
3. Лебедев Я.П., Баширова Р.М., Фархутдинов Р.Г. Липофильные соединения корней купыря лесного *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. *Изв. Уфимского Научного Центра*. 2018;(3-4):75-70. [Lebedev Y.P., Bashirova R.M., Farkhutdinov R.G. Lypofilic compounds of *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. Roots. *Izvestia Ufa Scientific Center*. 2018;(3-4):75-70. (In Russ.)]
4. Молчанова А.В., Голубкина Н.А., Кошеваров А.А., Харченко В.А., Шевченко Ю.П. Биохимическая характеристика сортов петрушки различных разновидностей (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.). Овощи России. 2019;(3):74-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-74-79> [Molchanova A.V., Golubkina N.A., Koshevarov A.A., Kharchenko V.A., Shevchenko J.P. Biochemical characteristics of parsley varieties (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.). *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):74-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-74-79>]
5. Berni R., Cantini C., Romi M., Hausman J.-F., Guerriero G., Cai G. Agrobiotechnology Goes Wild: Ancient Local Varieties as Sources of Bioactives. *Int. J. Mol. Sci.* 20184(19):2248. doi:10.3390/ijms19082248.
6. Bremness L. The Complete Book of Herbs A Practical Guide to Growing using Herbs Reader's Digest. *The Reader's Digest Association (Canada) Ltd, Montreal*. 1989. P.47.
7. Dall'Acqua S., Giorgetti M., Cervellati R., Innocenti G. Deoxypodophyllotoxin content and antioxidant activity of aerial parts of *Anthriscus sylvestris* Hoffm. *Z Naturforsch C*. 2006;61(9-10):658-662.
8. Facciola S. Cornucopia. A source book of edible plants, *Kampong Publications, Vista*, 1990. CA: 13.
9. Fejes S., Blazovics A., Lemberkovics E., Petri G., Sz"oke E., Kery A. Free radical scavenging and membrane protective effects of methanol extracts from *Anthriscus serrefolium* L (Hoff.) and *Petroselinum crispum* (Mill) nym.ex aw Hill. *Phytother.Res*. 2000a;14(5):362-365.
10. Fejes S., Lemberkovics E., Balazs A., Apati P., Kristo T.S., Blazovics A., Sz"oke E, Kery A. Antioxidant Activity of Different Compounds from *Anthriscus cerefolium* L. (Hoffm.). *Proc. Int. Conf. on MAP Eds. J. Bernath et al.; Acta Hort*. 2003;(597):191-198.
11. Fejes S., Blázovics A., Lugasi A., Lemberkovics É., Petri G., Kéry Á. In vitro antioxidant activity of *Anthriscus cerefolium* L.(Hoffm.) extracts. *J. Ethnopharmacol.* 2000;69(3):259-265.
12. Grieve M., Grieve M. A Modern Herbal: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folk-Lore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs and Trees with all their Modern Scientific uses. 1971. Vol. 1, *Dover Publications, New York*, ISBN-13: 9780486227993, Pp. 888.
13. Gidwani B., Alaspore R.N., Duragkar N.J., Singh V., Rao S.P., Shukla S.S. Evaluation of a novel herbal formulation in the treatment of eczema with *Psoralea corylifolia*. *Iran. J. Dermatology* 2010;(13):122-127.
14. Hiller K., Melzig M.F. Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Germany. 1999;(1 A-K):57.
15. Kozawa M., Morita N., Hata K. Chemical components of the roots of *Anthriscus sylvestris* Hoffm.I. Structures of an acyloxycarboxylic acid and a new phenylpropanoidester, anthricin. *Yakugaku Zasshi*. 1978;(98):1486-1490.
16. Milani A., Basirnejad M., Shahbazi S., Bolhassani A. Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *Br. J. Pharmacol.* 2017;174(11): 1290–1324; doi: 10.1111/bph.13625.
17. Milovanović M., Banjac N., Vucelić Radović B. Functional food: Rare herbs. Seeds and vegetable oils as sources of flavors and phytoesters. *J. Agr. Sci.* 2009;(54):80-93.
18. Mitsugi K., Kimiye B., Youko M., Tadashi K., Michihiko S., Tsunematsu T. Components of the root of *Anthriscus sylvestris* Hoffm. Insecticidal activity. *Yakugaku Zasshi*. 1982;(30):2885-2888.
19. Novaretti A., Lemordant D. Plants in the traditional medicine of the Ubaye Valley. *J. Ethnopharmacol.* 1990;(30):1-34. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(90\)90014-K](https://doi.org/10.1016/0378-8741(90)90014-K).
20. Olaru O.T., Nițulescu G.M., Orțan A., Dinu-Pîrvu C.E.. Ethnomedicinal, Phytochemical and Pharmacological Profile of *Anthriscus sylvestris* as an Alternative Source for Anticancer Lignans. *Molecules*. 2015;(20):15003-15022; doi:10.3390/molecules200815003.
21. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 2006;(86):10–17. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2351>.
22. Simandi B., Oszagyan M., Lemberkovics P.G., Kéry L., Fejes S. Comparison of the volatile composition of chervil oil obtained by hydrodistillation and supercritical fluid extraction. *J. Essent. Oil Res.* 1996;(8):305-306.
23. Simonetti W., Simonetti G. Simon and Schuster's Guide to Herbs and Spices. Simon and Schuster Inc., USA. 1991. 13: 9780671734893. P.256.
24. Stuart M. The Encyclopedia of Herbs and Herbalism. Crescent Books, New York, USA., 1979. ISBN: 13-9780517353264. P.304.
25. Tozaburo K., Masao, K. Studies on the constituents of *Anthriscus sylvestris* Hoffm. On the components of the flowers and leaves. *Yakugaku Zasshi*. 1979;(99):602-606.
26. Vyas A., Shukla S.S., Pandey R., Jain V., Joshi V., Gidwani B. Chervil: A Multifunctional Miraculous Nutritional Herb. *Asian J. Plant Sci.* 2012;11(4):163-171. DOI: 10.3923/ajps.2012.163.171.
27. Zwaving J.H., Smith D., Bos R. The essential oil of chervil, *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. *Pharm. Weekbl.* 1971;(106):182-189.