

УДК 633.8

Невкрытая Н. В., Кривда С. И., Бабанина С. С., Аметова Э. Д., Новиков И. А.,
Кривчик Н. С., Паштецкий В. С.

АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИИ КОРИАНДРА ПОСЕВНОГО ПО СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Кориандр посевной является ценной эфиромасличной высокорентабельной культурой, поэтому основным направлением селекции является выведение новых высокопродуктивных сортов. Цель исследований – изучение коллекции *Coriandrum sativum* L. ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» по комплексу признаков для выявления перспективных для селекции образцов. В условиях предгорной зоны Крыма (с. Крымская Роза Белогорского района) в 2017–2019 гг. проанализированы 164 образца из 30 регионов мира. Территория относится к верхнему предгорному, теплomu, недостаточно влажному агроклиматическому подрайону. Для сопоставления параметров в изучение включены пять сортов НИИСХ Крыма, входящих в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» РФ: Янтарь, Ранний, Нектар, Медун и Силач. В работе руководствовались методическими рекомендациями по селекции эфиромасличных культур. Образцы размещали на делянках площадью 0,6 м². Повторность двукратная. Проведенный анализ выявил высокую вариабельность коллекционных образцов по основным показателям продуктивности: сбору плодов ($C_v = 37,2\%$), содержанию в них эфирного масла ($C_v = 51,3\%$), сбору эфирного масла с единицы площади ($C_v = 60,0\%$). Оптимальными условиями для накопления эфирного масла с высоким содержанием линалоола (основной компонент) являются относительно низкая влажность воздуха и повышенный температурный режим во время цветения растений и созревания плодов. В качестве источников ценных признаков выделены образцы: вр. 341, вр. 757, вр. 756, вр. 387, ВИР 415 с массовой долей эфирного масла в плодах 2,81–3,62%; ВИР 258, вр. 233, ВИР 144, ВИР 165, ВИР 246, вр. 705 с урожайностью плодов 52,0–73,9 г/дел. Пять образцов – ВИР 348, ВИР 421, ВИР 180, ВИР 431, вр. 521 обеспечивают высокий сбор эфирного масла (0,90–1,23 г/дел.) благодаря сочетанию повышенных показателей урожайности и массовой доли эфирного масла.

Ключевые слова: кориандр (*Coriandrum sativum* L.), продуктивность, массовая доля эфирного масла, сбор эфирного масла.

Для цитирования: Невкрытая Н. В., Кривда С. И., Бабанина С. С., Аметова Э. Д., Новиков И. А., Кривчик Н. С., Паштецкий В. С. Анализ коллекции кориандра посевного по селекционно ценным показателям // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 167–177. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-167-177.

For citation: Nevkrytaya N. V., Krivda S. I., Babanina S. S., Ametova E. D., Novikov I. A., Krivchik N. S., Pashetetskiy V. S. Analysis of the collection samples of *Coriandrum sativum* L. by valuable breeding indicators // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2 (26). P. 167–177. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-167-177.

Введение

Одной из наиболее широко возделываемых в мире эфиромасличных культур является кориандр посевной *Coriandrum sativum* L. (семейство Apiaceae).

Плоды кориандра содержат до 3 % эфирного масла, в состав которого входит более 20 компонентов, основным из которых является линалоол (60–80 %) [1–3]. Эфирное масло кориандра обладает широким спектром ценных свойств – противовоспалительным, антимикробным, антибиотическим, благодаря чему широко применяется в фармацевтике и медицине [4–6]. Его используют в ветеринарии для профилактики желудочно-кишечных патологий у телят и в птицеводстве, как седативное средство для цыплят [7, 8]. Установлено гербицидное действие эфирного масла кориандра [9].

Жмых после переработки кориандра, содержащий жирное масло, используют в качестве добавки в корма сельскохозяйственных животных и птицы [10].

Плоды кориандра широко используются в кулинарии в составе специй.

Кориандр является высокопродуктивной культурой для сельскохозяйственного производства, поэтому основным направлением селекции является выведение новых высокопродуктивных сортов, содержащих качественное эфирное масло. В ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (НИИСХ Крыма) традиционно ведется селекционная работа с кориандром. Источником перспективных генотипов и доноров ценных признаков для селекции является коллекция, включающая образцы разного происхождения [11]. В дальнейшей работе с ними используют как традиционные, так и современные биотехнологические методы [12].

Пополнение коллекции требует периодической ее ревизии для уточнения характеристики образцов, в том числе в связи с изменчивостью метеоусловий региона.

Цель исследований – изучение коллекции кориандра посевного *Coriandrum sativum* L. ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» по комплексу признаков для выявления перспективных для селекции образцов.

Материалы и методы исследования

Сравнительный анализ образцов коллекции кориандра посевного *C. sativum* по комплексу признаков проведен в 2017–2019 гг. Всего проанализировано 164 образца из 30 регионов мира (рисунок 1).

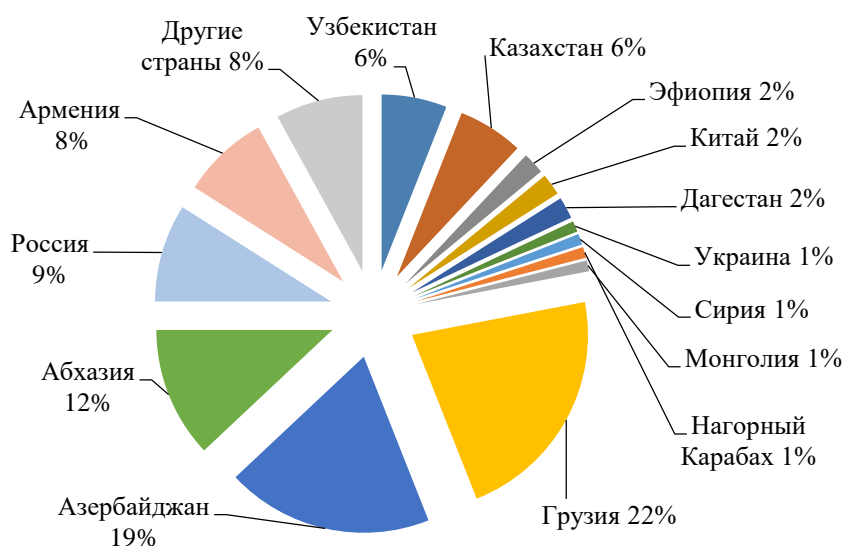


Рисунок 1 – Регионы происхождения коллекционных образцов кориандра

Для сопоставления параметров в изучение были включены пять сортов НИИСХ Крыма, входящие в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» РФ: Янтарь, Ранний, Нектар, Медун и Силач [13].

Анализ коллекции проводили на экспериментальном участке НИИСХ Крыма, расположенном в Предгорье Крыма (с. Крымская Роза Белогорского района). Территория относится к одному из пяти агроклиматических районов – верхнему предгорному, теплому, недостаточно влажному; к северному подрайону с умеренно мягкой зимой [14]. Среднегодовая температура воздуха составляет 10 °С. Продолжительность периода с положительной температурой воздуха – 292 дня. Средняя температура июля (самого тёплого месяца) 21 °С, самого холодного (января) –0,8 °С. Возможно максимальное повышение температуры летом до 40 °С и понижение минимальной зимой до –30...–35 °С. Среднеголетняя сумма осадков составляет 498 мм, в период вегетации – 280 мм. Среднегодовая влажность воздуха – 70 %, гидротермический коэффициент – 0,9, что свидетельствует о засушливом характере погодных условий. Почва в месте проведения исследований – южный карбонатный, тяжелый суглинистый чернозем (рН = 7,0–7,2).

Образцы коллекционного питомника размещали на делянках по схеме 1,0 × 0,6 м, площадь делянки – 0,6 м². Повторность опыта двукратная. Посев проводили в третьей декаде марта.

Изучение образцов коллекции проводили по следующим показателям: фенологические (продолжительность вегетационного периода), морфобиологические (высота растения, количество плодов в зонтике первого порядка, масса 1000 плодов), показатели продуктивности (урожай с делянки), биохимические (содержание эфирного масла в плодах, компонентный состав эфирного масла) [15–17]. Анализ компонентного состава выполняли на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2» (газ-носитель – гелий марки А; тип детектора – пламенно-ионизационный; колонка капиллярная CR-WAXms размером 30 м × 0,32 мм; толщина слоя неподвижной фазы – 0,5 мкм; температура детектора – 250 °С; температура испарителя – 230 °С; расход газа-носителя – 1,9 мл/мин). Начальная температура колонки 75 °С с выдержкой в 1 мин; скорость нагрева 4 °С/мин; конечная температура колонки 220 °С без выдержки; длительность анализа – 37,3 мин; деление потока 1:20. Идентификация компонентов проведена путем сравнения хроматографических профилей эфирного масла (метод «fingerprints») после предварительного проведения анализа образцов на хромато-масс-спектрометре «Agilent Technologies 6890N» с масс-селективным детектором «Agilent 5973N» и на хроматографе «Кристалл 5000.2» при одинаковых условиях хроматографирования. Выполнена статистическая обработка полученных данных с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2010 при доверительном интервале 5 % уровня значимости [19].

Результаты и их обсуждение

Условия 2017 г. были в целом благоприятными для развития кориандра. Однако прошедшие в апреле–июне обильные осадки спровоцировали развитие рамуляриоза, приведшее к некоторому снижению показателей продуктивности (рисунки 2, 3).

В условиях жаркого и экстремально засушливого 2018 г. часть всходов кориандра погибла. Растения на делянках были изреженными и невыровненными по развитию, что может указывать на высокую генотипическую неоднородность в пределах образца и, соответственно, о различной реакции генотипов на экстремальные условия. Следствием этого явилось снижение и большой диапазон изменчивости ряда показателей. В то же время негативный для формирования полноценного урожая высокий температурный режим благоприятен для маслообразовательного процесса, что способствовало повышению содержания эфирного масла в плодах. Промежуточным по погодным условиям был 2019 г., однако жаркий июнь и относительно прохладный июль с повышенным количеством осадков в период цветения кориандра не способствовал

формированию потенциально возможного урожая плодов и был не вполне благоприятным для накопления в плодах эфирного масла.

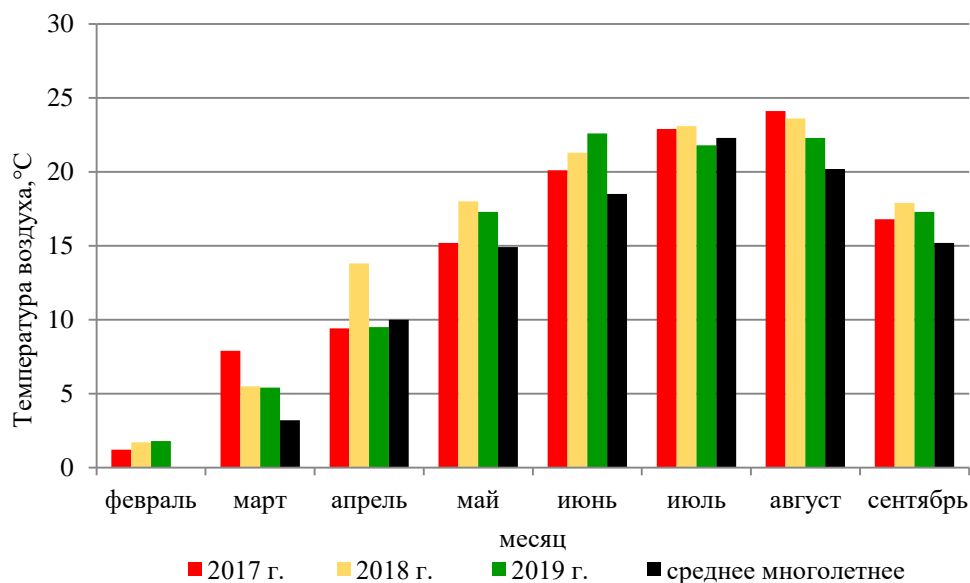


Рисунок 2 – Среднемесячные температуры воздуха в период вегетации растений

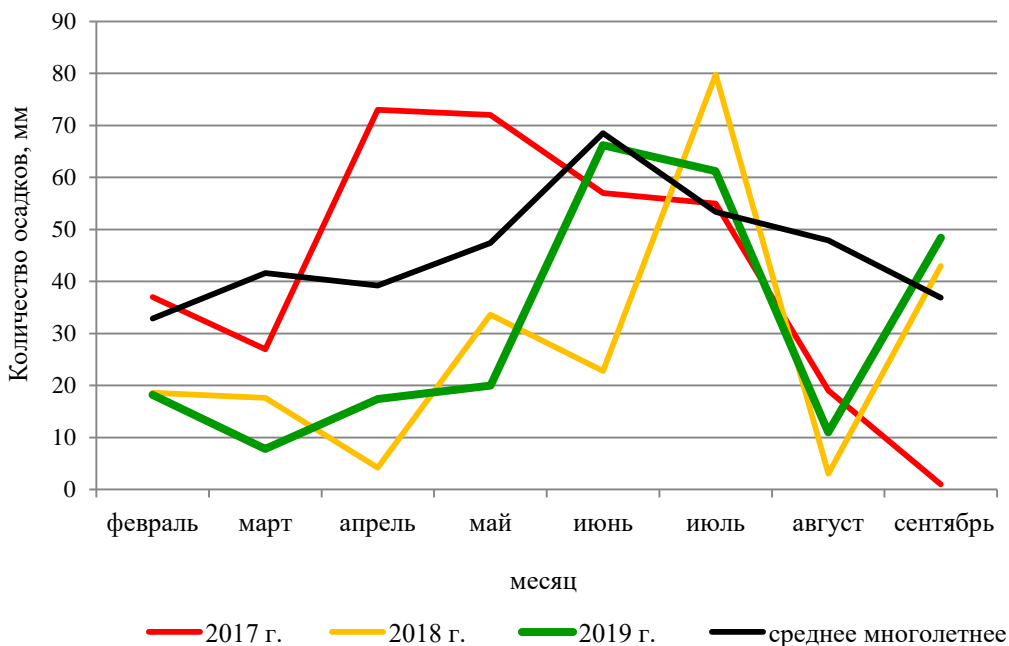


Рисунок 3 – Среднемесячное количество осадков в период вегетации растений

Результаты фенологических наблюдений позволили выделить в коллекции три группы образцов по скороспелости: раннеспелые – 46 шт. (28,0 %), с продолжительностью периода от всходов до созревания плодов до 75 дней, среднеспелые – 84 шт. (51,2 %) – 76–80 дней и позднеспелые – 34 шт. (20,7 %) – 81–87 дней. Наличие в коллекции образцов с разной продолжительностью вегетации свидетельствует о возможности создания конвейера сортов, позволяющего увеличивать период уборки, уменьшая их потери в результате вынужденного переставивания растений и осыпания плодов.

Высота отчасти характеризует уровень развития растений. Отчасти, поскольку не всегда высокорослые растения являются более развитыми и более урожайными. Анализ показывает полное отсутствие корреляции между урожайностью плодов и высотой растений ($r = 0,0009$). Тем не менее, высокорослое, хорошо развитое растение, как правило, формирует большее количество потенциально продуктивных соцветий. В то же время чрезмерно высокие растения подвержены полеганию в случае неблагоприятных условий – сильный ветер, обильные осадки. И все же в совокупности с другими признаками на этот показатель следует обращать внимание при подборе образцов. Высота растений, очевидно, в большей степени зависит от погодных условий, чем от генотипа. Об этом свидетельствует незначительная вариабельность данного параметра в коллекции $Cv = 10,4 \%$, в то время как диапазон его существенно различался в разных гидротермических условиях. В наиболее благоприятном для развития растений 2017 г. высота была максимальной – 56–96 см в среднем по образцам, в экстремально жарком и засушливом 2018 г. показатель был минимальным – 18–51 см, а в промежуточном по условиям 2019 г. показатели высоты образцов занимали промежуточное положение по сравнению с показателями предыдущих лет – 29–64 см.

По высоте прикрепления нижнего соцветия можно судить о приспособленности растений к механизированной уборке. Очень низкое расположение соцветия затрудняет уборку. Это следует учитывать при создании сорта. Данный показатель у коллекционных образцов варьировал от 11,4 до 37,3 см.

Важной структурной составляющей урожайности является количество плодов в зонтиках, прежде всего, в зонтиках на побегах первого порядка. Хотя коэффициент корреляции между данными показателями крайне невелик ($r = 0,13$), эту характеристику образца стоит учитывать. Коэффициент вариации признака в коллекции составил 18,1 % при диапазоне изменчивости от 14 до 42 шт. в среднем за три года. В целом этот показатель для каждого образца оказался менее зависимым от условий года. Однако обильные и продолжительные осадки в период массового цветения растений неблагоприятны для плодообразования. Более 35 плодов в зонтиках первого порядка в среднем за три года формировали 42 (25,6 %) образца, включая сорта Нектар, Янтарь и Ранний. Наибольший интерес представляют 10 образцов (6,0 %) с количеством плодов в зонтике 40 шт. и более.

По массе 1000 плодов выделены три группы образцов: мелкоплодные (менее 4 г) – 39,6 %, среднеплодные (4–6 г) – 55,5 % и крупноплодные (более 6 г) – 4,9 %. Корреляция между размером плода и содержанием в нем эфирного масла невысокая – $r = 0,26$.

Урожай плодов с делянки (0,6 м²) варьировал в коллекции в широких пределах – от 8,1 до 73,9 г, в среднем за три года. Наиболее высокая урожайность у подавляющего большинства образцов отмечена в 2017 г., что обусловлено благоприятными условиями в период цветения и плодообразования. Урожайность плодов в последующие годы была значительно ниже. Особенно неблагоприятным для формирования плодов был экстремально засушливый, жаркий сезон 2018 г. Слаборазвитые, угнетенные растения и недоразвитие генеративной сферы явилось причиной низкой урожайности. В период цветения и формирования плодов в 2019 г. отмечали обильные осадки, препятствующие нормальному опылению цветков и развитию завязей. Большее количество плодов сформировали образцы, которые по срокам цветения или его продолжительности не совпали с периодом выпадения осадков.

Значительная вариабельность показателя урожая плодов ($Cv = 37,2 \%$) свидетельствует о перспективности поиска и отбора в коллекции образцов, которые могут служить исходным материалом для создания сортов с потенциально высокой продуктивностью. Проведенный анализ коллекции позволил выделить группу из 28 (17,1 %) образцов с урожайностью более 45 г/дел. (при среднем показателе в

коллекции $33,5 \pm 1,0$ г/дел.). Десять образцов из этой группы стабильно сохраняли повышенную урожайность во все годы, в том числе в экстремальных условиях 2018 г. Именно на них следует обратить особое внимание при отборе перспективного для селекции исходного материала.

Важным для эфиромасличных растений является показатель накопления в сырье эфирного масла. Содержание эфирного масла в плодах кориандра может существенно различаться в зависимости от почвенно-климатических условий региона выращивания культуры, высоты местности над уровнем моря, количества осадков в данной местности, температурного режима [19]. Интенсивность накопления эфирного масла в плодах зависима от гидротермических условий, особенно в период цветения и формирования плодов. Проведенный анализ показал высокую вариабельность содержания эфирного масла в коллекции ($C_v = 51,3$ %). Данный показатель варьировал в среднем за три года в пределах от 0,53 до 3,62 % от абсолютно сухой массы.

Оптимальными условиями для накопления эфирного масла являются высокая температура воздуха и относительно невысокая влажность в период цветения и формирования плодов. Наиболее высокое содержание эфирного масла в плодах у основной части образцов отмечено в засушливом и жарком 2018 г. Однако у большинства образцов коллекции величина данного показателя изменялась по годам в небольших пределах, независимо от метеоусловий, что может свидетельствовать о его высокой генетической обусловленности. Выделена группа из 16 образцов (9,8 %), куда вошли и сорта НИИСХ Крыма, с массовой долей эфирного масла более 2,5 %. Интересными в качестве исходного материала для дальнейшей селекционной работы являются 10 образцов. Эти образцы следует считать более перспективными по сравнению с сортами, которые уже являются результатом отбора.

Основным показателем эффективности эфиромасличного сорта является сбор эфирного масла с единицы площади. Поскольку составляющие, которые определяют величину сбора эфирного масла (урожайность и массовая доля эфирного масла), существенно зависят от метеоусловий и варьируют в широких пределах, то и результирующий показатель – сбор эфирного масла, значительно различается у образцов коллекции ($C_v = 60,0$ %). В среднем за три года величина этого показателя варьировала в коллекции в широких пределах – от 0,07 до 1,23 г с деланки ($0,6 \text{ м}^2$).

Качество эфирного масла кориандра зависит от его компонентного состава и наличия основного компонента линалоола. Согласно стандарту (ГОСТ ISO 3516–2018) содержание линалоола должно находиться в пределах от 65 до 78 % [20].

В 2018–2019 гг. проведен выборочный хроматографический анализ компонентного состава эфирного масла коллекционных образцов кориандра посевного с массовой долей эфирного масла в плодах не менее 1,5 %. Содержание линалоола соответствует нормативу (65–78 %). Наивысшим оно было в 2018 г. и составило в среднем $72,1 \pm 0,5$ %. В 2017 и 2019 гг., отличавшихся более низкими температурами и повышенной влажностью в период плодообразования – созревания плодов (период активного маслообразовательного процесса), содержание линалоола было достоверно ниже, в среднем, $67,9 \pm 0,7$ и $68,2 \pm 0,7$ %, соответственно. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что для накопления в эфирном масле линалоола наиболее благоприятны условия повышенного температурного режима и относительно низкой влажности.

В результате проведенного анализа коллекции по комплексу или отдельным признакам выделено 23 образца, перспективных для использования в селекционном процессе (таблица 1). Для сравнения образцов по анализируемым показателям в таблицу включены сорта ФГБУН «НИИСХ Крыма».

Наибольший интерес из них в качестве источников ценных признаков представляют:

- пять образцов – вр. 341, вр.757, вр. 756, вр. 387, ВИР 415 с массовой долей эфирного масла в плодах 2,81–3,62 %;
- шесть образцов – ВИР 258, вр. 233, ВИР 144, ВИР 165, ВИР 246, вр. 705, характеризующиеся высоким урожаем плодов 52,0–73,9 г/дел.
- пять образцов – ВИР 348, ВИР 421, ВИР 180, ВИР 431, вр. 521, способные обеспечить высокий сбор эфирного масла (0,90–1,23 г/дел.) за счет сочетания повышенных показателей урожайности и массовой доли эфирного масла.

Таблица 1 – Характеристика коллекционных образцов кориандра посевного, перспективных для включения в селекционный процесс (среднее за 2017–2019 гг.)

№	Образец	Высота растения, см	Количество плодов в зонтике 1-го порядка, шт.	Масса 1000 плодов, г	Урожай, г с делянки (0,6 м ²)	МДЭМ*, % от абсолютно сухой массы	Сбор эфирного масла, г с делянки	Содержание линалоола в эфирном масле, %
Абхазия								
2	ВИР 422	61,0 ± 13,6	39,9 ± 5,2	4,3 ± 0,2	41,2 ± 15,1	2,21 ± 0,21	0,78 ± 0,32	71,2 ± 1,4
4	ВИР 348	57,7 ± 8,9	37,1 ± 4,4	4,5 ± 0,7	44,6 ± 20,4	2,86 ± 0,09	1,08 ± 0,51	67,4 ± 0,8
6	ВИР 421	53,9 ± 9,9	39,1 ± 3,8	4,3 ± 0,5	44,6 ± 23,1	2,42 ± 0,16	0,90 ± 0,45	70,6 ± 1,4
10	ВИР 114	51,7 ± 9,9	33,9 ± 1,2	4,4 ± 0,3	41,7 ± 18,3	2,34 ± 0,30	0,83 ± 0,36	67,9 ± 1,6
16	ВИР 388	58,5 ± 11,2	36,9 ± 7,2	4,6 ± 0,9	26,8 ± 5,4	2,67 ± 0,10	0,60 ± 0,10	66,9 ± 0,3
Аджария								
20	вр. 341	62,8 ± 11,0	34,4 ± 3,4	2,7 ± 0,3	35,1 ± 20,8	3,49 ± 0,08	1,01 ± 0,59	69,3 ± 0,7
Азербайджан								
25	ВИР 258	54,7 ± 8,9	34,4 ± 3,5	4,8 ± 0,3	56,5 ± 21,6	0,90 ± 0,10	0,61 ± 0,23	69,1 ± 0,0
42	вр.757	61,4 ± 14,7	33,1 ± 2,1	3,6 ± 0,2	22,0 ± 6,4	2,81 ± 0,26	0,50 ± 0,11	68,1 ± 0,9
46	вр.756	57,7 ± 14,1	34,6 ± 3,5	4,0 ± 0,8	23,7 ± 15,7	3,11 ± 0,34	0,99 ± 0,60	66,6 ± 0,4
50	ВИР 180	60,4 ± 13,5	39,2 ± 5,8	5,1 ± 0,5	66,0 ± 32,2	2,16 ± 0,40	1,23 ± 0,60	68,3 ± 1,4
Грузия								
70	ВИР 431	57,4 ± 14,0	31,0 ± 1,7	4,0 ± 0,4	42,8 ± 27,7	2,77 ± 0,06	0,98 ± 0,63	67,7 ± 1,5
73	ВИР 311	55,0 ± 11,5	33,9 ± 8,3	4,4 ± 0,6	27,5 ± 14,8	2,57 ± 0,07	0,62 ± 0,35	68,3 ± 2,4
74	вр.387	57,8 ± 14,4	42,1 ± 6,7	3,3 ± 0,1	31,4 ± 10,3	3,20 ± 0,13	0,86 ± 0,29	67,1 ± 2,0
75	ВИР 361	58,0 ± 11,7	40,7 ± 6,0	4,6 ± 0,2	44,9 ± 14,8	2,09 ± 0,39	0,71 ± 0,18	65,3 ± 1,4
84	вр.233	53,2 ± 14,6	40,2 ± 1,6	3,8 ± 0,3	54,1 ± 17,1	1,91 ± 0,15	0,83 ± 0,21	75,2 ± 1,7
93	ВИР 415	53,1 ± 14,0	30,4 ± 3,6	3,9 ± 0,4	20,1 ± 10,0	3,62 ± 0,02	0,88 ± 0,27	65,7 ± 0,5
96	ВИР 144	52,1 ± 8,2	34,2 ± 4,4	3,9 ± 0,4	53,9 ± 8,9	1,49 ± 0,20	0,70 ± 0,11	67,3 ± 0,0
100	ВИР 165	54,8 ± 13,4	40,7 ± 5,0	4,5 ± 0,1	52,0 ± 20,9	1,92 ± 0,10	0,86 ± 0,34	68,2 ± 1,2
Россия								
133	ВИР 246	57,4 ± 10,8	29,2 ± 5,4	5,5 ± 0,4	65,4 ± 25,5	1,72 ± 0,10	0,95 ± 0,37	68,9 ± 3,2
137	вр.521	55,2 ± 10,0	37,6 ± 3,5	4,1 ± 0,2	46,1 ± 18,2	2,41 ± 0,12	0,91 ± 0,35	75,4 ± 2,6
Сирия								
146	вр.705	57,7 ± 13,6	29,5 ± 1,4	4,4 ± 0,6	73,9 ± 32,4	1,29 ± 0,10	0,75 ± 0,31	-
Узбекистан								
149	ВИР 416	56,2 ± 12,8	30,3 ± 0,4	3,7 ± 0,2	12,0 ± 3,8	2,59 ± 0,13	0,26 ± 0,07	69,8 ± 1,6
Эфиопия								
162	ВИР 33	50,7 ± 10,7	31,8 ± 3,9	3,8 ± 0,3	31,9 ± 12,2	2,71 ± 0,30	0,73 ± 0,28	69,2 ± 0,5
Сорта ФГБУН «НИИСХ Крыма»								
121	Нектар	59,7 ± 13,3	35,0 ± 5,2	4,2 ± 0,1	32,1 ± 16,1	3,26 ± 0,20	0,90 ± 0,45	67,5 ± 0,9
122	Силач	56,7 ± 11,2	31,6 ± 6,6	4,1 ± 0,6	28,8 ± 10,4	3,05 ± 0,14	0,72 ± 0,24	69,2 ± 2,6
124	Янтарь	58,8 ± 11,2	35,1 ± 7,3	4,1 ± 0,3	33,0 ± 16,2	3,14 ± 0,30	0,89 ± 0,44	68,4 ± 0,7
125	Ранний	48,6 ± 1,3	38,1 ± 12,8	4,1 ± 0,3	32,0 ± 27,0	2,99 ± 0,49	0,70 ± 0,55	70,4 ± 1,7

Примечание. * МДЭМ – массовая доля эфирного масла.

Исследование проведено на базе коллекции генофонда пряно-ароматических, эфиромасличных и лекарственных растений ФГБУН «НИИСХ Крыма», зарегистрированной в РФ как уникальная научная установка УНУ №5 07515 (<http://www.ckr-rf.ru>).

Выводы

В течение трех лет (2017–2019), существенно различающихся по погодным условиям, проведено изучение коллекции кориандра посевного, включающей 164 образца, по комплексу признаков.

Показана значительная вариабельность коллекции по основным показателям продуктивности – урожаю плодов ($C_v = 37,2 \%$), содержанию в них эфирного масла ($C_v = 51,3 \%$) и, соответственно, по результирующему показателю – сбору эфирного масла с единицы площади ($C_v = 60,0 \%$).

Оптимальными условиями для накопления эфирного масла с высоким содержанием линалоола (основной компонент) являются относительно низкая влажность воздуха и повышенный температурный режим во время цветения растений и созревания плодов.

По комплексу или отдельным признакам выделено 23 образца, которые могут быть рекомендованы как перспективные для использования в селекционном процессе.

Литература

1. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999. 284 с.
2. Работягов В. Д., Палий А. Е., Курдюкова О. Н. Эфирные масла ароматических растений: монография. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. С. 29–30.
3. Satyal P., Setzer W. N. Chemical compositions of commercial essential oils from *Coriandrum sativum* fruits and aerial parts // Natural Product Communications. 2020. Vol. 15. No. 7. P. 1–12. DOI: 10.1177/1934 578X20933067.
4. Singh K., Rani R., Bansal P., Medhe S., Srivastava M. M. Antioxidant activity of essential oil of *Coriandrum sativum* and standardization of HPTLC method for the estimation of major phytochemicals // Journal of Analytical Chemistry. 2015. Vol. 70. No. 2. P. 220–224. DOI: 10.1134/S1061934815020094.
5. Kačániová M., Galovičová L., Ivanišová E., Vukovic N. L., Štefániková J., Valková V., Borotová P., Žiarovská J., Terentjeva M., Felšöciová S., Tvrda E. Antioxidant, antimicrobial and antibiofilm activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil for its application in foods // Foods. 2020. No. 9. P. 282–301. DOI: 10.3390/foods9030282.
6. Crespo Y. A., Sánchez L. R., Quintana Y. G., Cabrera A. S., del Sol A. B., Mayancho D. M. Evaluation of the synergistic effects of antioxidant activity on mixtures of the essential oil from *Apium graveolens* L., *Thymus vulgaris* L. and *Coriandrum sativum* L. using simplex-lattice design // Heliyon. 2019. Vol. 5. No. 6. Art. No. e01942. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e01942.
7. Suslova N., Antonenko P., Makeyeva N., Strah O. The effectiveness of the comprehensive preventive measures for gastroenteral pathology in calves // Науковий вісник ветеринарної медицини. 2015. № 2 (122). С. 78–83.
8. Gastón M. S., Cid M. P., Vázquez A. M., Decarlina M. F., Demmel G. I., Rossi L. I., Aimar M. L., Salvatierra N. A. Sedative effect of central administration of *Coriandrum sativum* essential oil and its major component linalool in neonatal chicks // Pharmaceutical Biology. 2016. Vol. 54. No. 10. P. 1–8. DOI: 10.3109/13880209.2015.1137602.
9. Sumalan R. M., Alexa E., Popescu I., Negrea M., Radulov I., Obistioiu D., Cocan I. Exploring ecological alternatives for crop protection using *Coriandrum sativum* essential oil // Molecules. 2019. No. 24. P. 2040–2054. DOI: 10.3390/molecules24112040.
10. Dankevych N. I., Kovbasenko V. M., Tarasenko L. O., Kushch M. M. Effect of feed additives from marine hydrobionts on the protein metabolism condition in broiler chickens // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10. No. 1. P. 339–343. DOI: 10.15421/2020_53.
11. Krivda S. I., Nevkrytaya N.V., Pashetsky V. S., Babanina S. S., Skipor O. B., Krivchik N. S., Skiba A. V. Analysis of the collection of *Coriandrum sativum* L. as a source of high-potential samples for selection research // International journal of biology and biomedical engineering. 2020. Vol. 14. P. 63–69. DOI: 10.46300/91011.2020.14.10.
12. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Использование эмбриокультуры для отбора *in vitro* форм кориандра, устойчивых к низкотемпературному стрессу // Экобиотех. 2019. Т. 2. № 3. С. 369–377. DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-369-377.
13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений (по состоянию на 12 марта 2020 г.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2020/03/FIN_reestr_dop_12_03_2020.pdf (дата обращения 19.06.2020).
14. Савчук Л. П. Климат предгорья Крыма и эфирносы. Симферополь, 2006. 76 с.

15. Селекция эфиромасличных культур: методические указания // Под ред. Аринштейн А. И. Симферополь: Научно-производственное объединение по эфиромасличным культурам и маслам, Всесоюзный научно-исследовательский институт эфиромасличных культур, 1977. 151 с.
16. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел: сборник научных трудов // Сост. А. Н. Карпачева, К. Г. Персидская, Л. Н. Лиштванова. Симферополь: Министерство сельского хозяйства СССР, Научно-производственное объединение по эфиромасличным культурам и маслам, Всесоюзный научно-исследовательский институт эфиромасличных культур, 1972. 107 с.
17. Леонтьев В. Н., Шутова А. Г., Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Спиридович Е. В. Газохроматографическая идентификация эфирных масел // Труды Белорусского государственного университета. 2006. Т. 1. Ч. 1. С. 261–267.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
19. Shams M., Esfahan S. Z., Esfahan E. Z., Dashtaki H. N., Dursun A., Yildirim E. Effects of climatic factors on the quantity of essential oil and dry matter yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. No. 6. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i6/61301.
20. Масло эфирное из плодов кориандра (*Coriandrum sativum* L.) Технические условия [ISO 3516:1997, Oil of coriander fruits (*Coriandrum sativum* L.), IDT]. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293735/4293735072.pdf (дата обращения 19.11.2020).

References

1. Voytkovich S. A. Essential oils for perfumery and aromatherapy. Moscow: Pischevaya promyshlennost (Food industry), 1999. 284 p.
2. Rabotyagov V. D., Paliy A. E., Kurdyukova O. N. Essential oils of aromatic plants: monograph. Simferopol: Publisher "ARIAL", 2017. P. 29–30.
3. Satyal P., Setzer W. N. Chemical compositions of commercial essential oils from *Coriandrum sativum* fruits and aerial parts // Natural Product Communications. 2020. Vol. 15. No. 7. P. 1–12. DOI: 10.1177/1934578X20933067.
4. Singh K., Rani R., Bansal P., Medhe S., Srivastava M. M. Antioxidant activity of essential oil of *Coriandrum sativum* and standardization of HPTLC method for the estimation of major phytomarkers // Journal of Analytical Chemistry. 2015. Vol. 70. No. 2. P. 220–224. DOI: 10.1134/S1061934815020094.
5. Kačániová M., Galovičová L., Ivanišová E., Vukovic N.L., Štefániková J., Valková V., Borotová P., Žiarovská J., Terentjeva M., Felšöciová S., Tvrďá E. Antioxidant, antimicrobial and antibiofilm activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil for its application in foods // Foods. 2020. No. 9. P. 282–301. DOI: 10.3390/foods9030282.
6. Crespo Y. A., Sánchez L. R., Quintana Y. G., Cabrera A. S., del Sol A. B., Mayancha D. M. Evaluation of the synergistic effects of antioxidant activity on mixtures of the essential oil from *Apium graveolens* L., *Thymus vulgaris* L. and *Coriandrum sativum* L. using simplex-lattice design // Heliyon. 2019. Vol. 5. No. 6. Art. No. e01942. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e01942.
7. Suslova N., Antonenko P., Makeyeva N., Strah O. The effectiveness of the comprehensive preventive measures for gastroenteral pathology in calves // Scientific journal of veterinary medicine. 2015. No. 2 (122). P. 78–83.
8. Gastón M. S., Cid M. P., Vázquez A. M., Decarli M. F., Demmel G. I., Rossi L. I., Aimar M. L., Salvatierra N. A. Sedative effect of central administration of *Coriandrum sativum* essential oil and its major component linalool in neonatal chicks // Pharmaceutical Biology. 2016. Vol. 54. No. 10. P. 1–8. DOI: 10.3109/13880209.2015.1137602.
9. Sumalan R. M., Alexa E., Popescu I., Negrea M., Radulov I., Obistioiu D., Cocan I. Exploring ecological alternatives for crop protection using *Coriandrum sativum* essential oil // Molecules. 2019. No. 24. P. 2040–2054. DOI: 10.3390/molecules24112040.
10. Dankevych N. I., Kovbasenko V. M., Tarasenko L. O., Kushch M. M. Effect of feed additives from marine hydrobionts on the protein metabolism condition in broiler chickens // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10. No. 1. P. 339–343. DOI: 10.15421/2020_53.
11. Krivda S. I., Nevkrytaya N. V., Pashtetsky V. S., Babanina S. S., Skipor O. B., Krivchik N. S., Skiba A. V. Analysis of the collection of *Coriandrum sativum* L. as a source of high-potential samples for selection research // International journal of biology and biomedical engineering. 2020. Vol. 14. P. 63–69. DOI: 10.46300/91011.2020.14.10.
12. Egorova N. A., Stavtseva I. V. Use of embryoculture for selection *in vitro* of coriander forms, resistant to low-temperature stress // Ecobiotech. 2019. Vol. 2. No. 3. P. 369–377. DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-369-377.
13. State register of breeding achievements permitted for use. Vol. 1. Plant varieties (as of March 12, 2020). [Electronic resource]. Access point: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2020/03/FIN_reestr_dop_12_03_2020.pdf (reference's date 19.06.2020).

14. Savchuk L. P. Climate of the foothill areas of the Crimea and essential oil crops. Simferopol, 2006. 76 p.
15. Essential oil crops breeding (guidelines) // Ed. by Arinshteyn A. I. Scientific Production Association for essential oil crops and oils of the All-Union Research Institute of Aromatic Crops (VNIEMK). Simferopol, 1977. 151 p.
16. Biochemical methods of analysis of essential oil crops and essential oils: collection of scientific works // Compiled by Karpacheva A. N., Persidskaya K. G., Lishtvanova L. N. Ministry of Agriculture of the USSR. Scientific Production Association for essential oil crops and oils of the All-Union Research Institute of Aromatic Crops (VNIEMK). Simferopol, 1972. 107 p.
17. Leontiev V. N., Shutova A. G., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Spiridovich E. V. Gas chromatographic identification of essential oils // Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. 2006. Vol. 1. Part 1. P. 261–267.
18. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 p.
19. Shams M., Esfahan S. Z., Esfahan E. Z., Dashtaki H. N., Dursun A., Yildirim E. Effects of climatic factors on the quantity of essential oil and dry matter yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. No. 6. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i6/61301.
20. Essential oil of coriander fruits (*Coriandrum sativum* L.) Specifications [ISO 3516: 1997, Oil of coriander fruits (*Coriandrum sativum* L.), IDT]. 2018. [Electronic resource]. Access point: files.stroyinf.ru/Data2/1/ 4293735 / 4293735072.pdf (reference's date 19.11.2020).

UDC 633.8

Nevkrytaya N. V., Krivda S. I., Babanina S. S., Ametova E. D., Novikov I. A., Krivchik N. S.
**ANALYSIS OF THE COLLECTION SAMPLES OF *CORIANDRUM SATIVUM* L.
BY VALUABLE BREEDING INDICATORS**

Summary. *Coriander is a valuable, highly profitable essential oil crop. Therefore, the development of new highly productive varieties is the main direction of breeding. The aim of the research was to study the collection of *Coriandrum sativum* L. (owner – Research Institute of Agriculture of Crimea) by a complex of valuable traits to identify promising samples for breeding purposes. In 2017–2019, under the conditions of the Crimean Foothills (village of Krymskaya Roza, Belogorsky district), we analyzed 164 samples from 30 regions of the world. The territory of the experimental plots belongs to the upper foothill, warm, insufficiently humid agro-climatic region. To compare the parameters, we included five coriander varieties in our study. They were created in the Research Institute of Agriculture of Crimea ('Yantar', 'Ranniy', 'Nektar', 'Medun' and 'Silach') and registered in the "State Register of Breeding Achievements Permitted for Use" of the Russian Federation. The work was guided by the methodological recommendations on essential oil crops breeding. Plot area – 0.6 m², double replication. The analysis revealed high variability of the collection samples in terms of the main indicators of productivity: fruit yield (Cv = 37.2 %), content of essential oil (Cv = 51.3 %), yield of essential oil per unit area (Cv = 60.0 %). Optimal weather conditions for the accumulation of essential oil with a high content of linalool (the main component) are relatively low air humidity and increased temperature regime during flowering and fruit ripening. The following samples were identified as sources of valuable traits: vr. 341, vr. 757, vr. 756, vr. 387, VIR 415 with a mass fraction of essential oil in fruits at the level of 2.81–3.62 %; VIR 258, vr. 233, VIR 144, VIR 165, VIR 246, vr. 705 with a fruit yield that reached 52.0–73.9 g per plot. Five samples – VIR 348, VIR 421, VIR 180, VIR 431 and vr. 521 – provided a high amount of essential oil (0.90–1.23 g per plot) because of the combination of the increased yield and essential oil mass fraction.*

Keywords: *coriander (*Coriandrum sativum* L.), productivity, essential oil mass fraction, yield of essential oil.*

Невкрытая Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая отделом селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Кривда Светлана Ивановна, младший научный сотрудник отдела селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: krivda_svetlana65@mail.ru.

Бабанина Светлана Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: svetlana.babanina@bk.ru.

Аметова Эльмира Джипаровна, заведующая сектором биохимических анализов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: e-ametova@mail.ua.

Новиков Илья Александрович, научный сотрудник отдела селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: i.nowikow2012@yandex.ua.

Кривчик Нина Сергеевна, младший научный сотрудник отдела селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: n_krivchik25@mail.ru.

Паштецкий Владимир Степанович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: priemnaya@niishk.ru.

Nevkrytaya Natalya Vladimirovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Krivda Svetlana Ivanovna, junior researcher of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: krivda_svetlana65@mail.ru.

Babanina Svetlana Sergeevna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of biotechnology, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: svetlana.babanina@bk.ru.

Ametova Elmira Dzhyparovna, head of the Sector of biochemical analyzes, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: e-ametova@mail.ua.

Novikov Ilya Aleksandrovich, researcher of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: i.nowikow2012@yandex.ua.

Krivchik Nina Sergeevna, junior researcher of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: n_krivchik25@mail.ru.

Pashtetskiy Vladimir Stepanovich, Dr. Sc. (Agr.), senior researcher, director of FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: priemnaya@niishk.ru.

Дата поступления в редакцию – 08.02.2021.

Дата принятия к печати – 15.03.2021.