

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕМЯН  
ДИКОРАСТУЩИХ ФОРМ МОРКОВИ КАК СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИА.Ф. БУХАРОВ<sup>1</sup>, Н.А. ЕРЕМИНА<sup>1</sup>, В.И. ЛЕУНОВ<sup>2</sup>, Л.М. СОКОЛОВА<sup>1</sup><sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –  
филиал Федерального научного центра овощеводства;<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Важнейшим фактором, влияющим на морфометрические параметры семян, является агротехнический фактор, включающий в себя удобрение, орошение, опыление, борьбу с вредителями, болезнями и сорными растениями. Особенно важной является своевременная уборка, препятствующая осыпанию наиболее вызревших семян, тогда как преждевременная уборка приводит к повышению доли невызревших семян с недоразвитым зародышем. Механизированная технология уборки, обмолота и сортировки семян может приводить к травмированию семян, в том числе зародыша. Поэтому целью работы стал всесторонний анализ морфометрических параметров семян диких форм моркови. В задачи исследований входило изучение степени изменчивости линейных размеров семени, эндосперма и зародыша, их соотношений (индексов) и корреляционных связей. В результате исследований у группы образцов дикорастущих форм моркови выявлены существенные различия по степени проявления основных морфометрических параметров семян, в том числе длине семени, эндосперма и зародыша. Наибольший интерес по этим признакам представляют образцы № 22. *Daucus turicatus* (L.) L. (Марокко), № 20. *Daucus setifolius* Desf. (Марокко), № 24. *Daucus setifolius* Desf. (Марокко), которые стабильно превышали уровень контроля по сочетанию всех трех показателей. Изучены коэффициенты корреляции между этими параметрами, которые свидетельствуют о возможности рассматривать их в качестве селекционно-значимых признаков. Используя методику градации и сравнительного анализа индекса  $I_{3/3}$  (величины зародыша относительно эндосперма), выделили группы сортов по этому показателю. Максимальное значение индекса  $I_{3/3}$  отмечено у образца № 2. *Daucus carota* L. (0,431) и стандарта (0,414), которые по этому показателю отнесены к пятому классу. Образец № 22. *Daucus turicatus* (L.) L., имея самый крупный зародыш в физическом выражении ( $1,87 \pm 0,049$ ), явно уступал стандарту по относительному размеру ( $I_{3/3} = 0,351$ ) на 12,9%. Относительный размер эндосперма является более предпочтительным показателем для сравнения и отбора.

**Ключевые слова:** дикие формы моркови, семя, эндосперм, зародыш.

### Введение

Морковь относится к семейству Сельдерейные *Ariaceae*, роду *Daucus* L. Дикорастущую и культурную морковь К. Линней объединил в один вид *D. carota* L. Род *Daucus* L. насчитывает по разным данным от 20 до 25 видов в зависимости от понижения объема вида [32, 33, 39, 38, 19, 27]. Род *Daucus* L. обладает ярко выраженным полиморфизмом по числу хромосом (от 16 до 22), а кариотип культивируемых форм состоит из 9 пар очень мелких хромосом [10].

Морковь дикая широко распространена в средиземноморских странах Европы, Азии и Африки. Одним из центров разнообразия *D. carota* является Испания [40, 31]. Растение как сорняк занесено в Австралию, Новую Зеландию, в Северную и Южную Америку [37, 42]. Морковь дикая широко распространена как сорняк на юге России и Украины.

Н.И. Вавилов, наблюдая виды и подвиды моркови, которые часто встречаются в Афганистане и Туркестане, предположил, что центром происхождения азиатской культурной моркови является внутренняя Центральная Азия, а происхождение западной культурной моркови находится в Малой Азии (Турция). Малая Азия и внутренние азиатские районы были обозначены как вероятные центры происхождения культивируемой моркови [41]. В.П. Мацкевич (1929) и Heywood (1983) считали, что первичным центром разнообразия восточной моркови является регион Гиндукуша. Молекулярные исследования дали ответы на вопросы, касающиеся эволюции, и подтвердили, что одомашненная морковь была получена из диких среднеазиатских популяций [34]. Показано, что культивируемые формы можно разделить на две группы: восточную и западную [29, 30, 34].

Процесс введения моркови в культуру объясняют по-разному. Так, R.L. Vilmo-gin (1956) считал, что культурная морковь произошла непосредственно из дикорастущей путем отбора. P. Miller (1935) утверждал, что корни дикорастущей моркови не способны к утолщению и поэтому не могут считаться родоначальниками культурных сортов.

Основную роль в происхождении культурной моркови часто отводят гибри-дизации диких форм и отбору [33]. «Произрастание на общих территориях и сво-бодное скрещивание предполагают неизбежность гибридизации, а искусственный отбор при возделывании всегда направлен на выявление хозяйственно ценных при-знаков» [16]. В. Комаров (1938) считал, что морковь своим происхождением обязана исключительно процессам гибридизации, главным образом – скрещиванию дикора-стущих азиатских и средиземноморских видов. М.К. Рубашевская (1931) предполо-жила, что родоначальниками культурных сортов являются местные азиатские формы без участия средиземноморских.

«Межвидовая гибридизация культурной моркови с дикорастущими видами *Daucus* L. пока изучена недостаточно, хотя очевидно, что они обладают рядом цен-ных для селекции признаков и могут применяться с целью передачи генов, например, контролирующих устойчивость к *A. radicina*, *A. dauci*, *Fusarium* sp. культурным ви-дам» [11, 12, 18, 21, 22, 25, 26]. А.В. Корнев и др. (2015) в своей статье рассматривали устойчивость корнеплодов с белой и оранжевой окраской. В результате их исследо-ваний выявлено, что образцы моркови с белой окраской корнеплода можно считать устойчивыми. «При оценке на естественном и искусственных инфекционных фонах были выделены устойчивые к альтернариозу и фузариозу образцы: № 10. *Daucus carota* subsp. *maximus* (Desf.) Ball.; № 11. *Daucus broteri* Ten.; № 13. *Daucus halophilus* Brot.; № 16. *Daucus carota* L.; № 17. 70–13 *Daucus maximus* Desf.; № 18. *Daucus carota* Roth.; № 19. *Daucus carota* L.; № 20. *Daucus setifolius* Desf.; № 21. *Daucus carota* L.; № 22. *Daucus muricatus* (L.) L.; № 23. *Daucus setifolius* Desf.; № 26. *Daucus carota* L.; № 27. *Daucus carota* L.» [17, 24, 28, 35]. Применение последовательных отборов по-зволило существенно повысить устойчивость селекционных образцов моркови сто-ловой к *Fusarium* sp. и *Alternaria* sp. [23].

Морковь дикая – *D. carota* L. в зависимости от условий произрастания или культивирования – преимущественно многолетнее, двухлетнее или однолетнее тра-вянистое растение с тонким стержневым веретенообразным белым, иногда с желто-ватым оттенком, несъедобным корнем.

Стебель растения – от 25 см до 1 м высотой, преимущественно с бороздка-ми, простой, большей частью шерстисто-волосистый, реже – почти голый. Листья

рассеченные, в очертании треугольные, яйцевидные или удлинненно-яйцевидные, дважды и четырежды перистые, нижние листья на длинных черешках, верхние – сидячие.

Соцветие растения – сложный зонтик с опушенными лучами (до 50 лучей), имеющий в поперечнике от 4 до 10 см, который во время цветения имеет плоскую или выпуклую форму.

Плод моркови дикой представляет собой овальную продолговато-ребристую с шипами, серовато-коричневую или серовато-зеленую с белыми шипиками семянку, с двухраздельным капрофором. Мерикарпии слегка сжаты по спинке, каждый перикарпий имеет четыре длинных плоских шипа, размещенных продольными рядами, которые заканчиваются якорьком из длинных шипиков. Между рядами расположены нитевидные ребра, покрытые щетинками. Масса 1000 семян составляет от 1 до 1,25 г.

«Многие проблемы семян, которые имеют большинство представителей семейства Сельдерейные, том числе и морковь, связаны с недостаточно развитым зародышем» [6, 7]. «Морфологическое строение семени моркови определяет необходимость длительного развития зародыша до момента разрыва размера семенной кожуры и появления корешка. Семена, развивающиеся на 3–4 порядках ветвления, в неблагоприятных погодных условиях или при низкой агротехнике могут сформировать зародыш очень малого размера. Это может привести к резкому снижению посевных качеств семян» [9].

Недоразвитие зародыша вызывает у семян овощных зонтичных культур тенденцию впадать в состояние покоя (особенно при высокой температуре), что приводит к увеличению периода прорастания, снижает посевные качества и особенно полевую всхожесть семян [1, 4]. Недоразвитый зародыш в сочетании с аллелопатическим влиянием на него веществ плодовой оболочки может снижать долговечности семян [5].

Разная степень развития зародыша может быть причиной высокой разнокачественности семян, характерной для моркови и других культур семейства *Apiaceae*. Характеристика морфологических признаков, и прежде всего – зародыша, может быть использована для получения дополнительной информации о качестве семян моркови [8].

Морфометрические параметры семян подвержены модифицирующему влиянию многочисленных факторов – как внешних, так и внутренних. В многочисленных исследованиях подробно показана роль архитектоники семенника в формировании разнокачественности семян. Многократное ветвление семенных растений вызывает увеличение продолжительности периода цветения и плодоношения. Это в свою очередь приводит к тому, что семена на разных порядках развиваются при разных погодных условиях. Местоположение семени в пределах зонтика, а соцветия – в пределах растения, изменяет доступность питательных веществ, поступающих от корней и листьев, а также аттрагирующую способность самого генеративного органа. Роль матриального фактора может быть чрезвычайно велика, особенно для позднеспелых, сильно ветвящихся сортов [9].

Эколого-географические условия, в которых осуществляется семеноводство, является весьма важным фактором, в значительной степени определяющим не только урожайность, но и качество семян [44]. «На посевные качества семян резко негативным образом влияет излишняя влага (особенно в виде осадков) в период их развития и созревания. Многочисленные вредители (особенно сосущие) повреждают зародыш семян, что приводит к его дегенерации или полному отсутствию (беззародышевости). В случае повреждения (выедания) эндосперма возникает пустосемянность. Достаточное количество насекомых-опылителей в период цветения моркови, напротив, способствует образованию развитию полноценных семян» [2, 3, 6].

Важнейшим фактором, влияющим на морфометрические параметры семян, является агротехнический фактор, включающий в себя удобрение, орошение, опыление, борьбу с вредителями, болезнями и сорными растениями. Особенно важной является своевременная уборка, препятствующая осыпанию наиболее вызревших семян, тогда как преждевременная уборка приводит к повышению доли невызревших семян с недоразвитым зародышем. Механизованная технология уборки, обмолота и сортировки семян может приводить к травмированию семян, в том числе зародыша.

Признаки, характеризующие морфологию внутреннего строения семян, по аналогии с другими признаками растений являются наследственно обусловленными. Доля наследственно контролируемой изменчивости морфометрических параметров семени, эндосперма и зародыша у овощных культур семейства сельдерейных в ряде случаев превышает 50% [9]. Генетические факторы, использование которых обеспечивает селекционное совершенствование морфологических, физиологических, биохимических и других признаков семян, имеют наибольшее значение. Поскольку дикорастущие сородичи культурной моркови представляют реальный интерес для использования в селекции, изучение их семян как органов размножения является актуальным направлением исследований. Поэтому целью работы стал всесторонний анализ морфометрических параметров семян диких форм моркови. В задачи исследований входило изучение степени изменчивости линейных размеров семени, эндосперма и зародыша, их соотношений (индексов) и корреляционных связей.

### Методика исследований

Исследования проводились в лаборатории семеноведения и лаборатории селекции корнеплодных культур и луков ВНИИО.

В качестве исходного материала для исследований использовали образцы дикорастущих видов и разновидностей моркови рода *Daucus* L. В качестве исходного исследуемого материала послужили 26 образцов диких видов и разновидностей моркови рода *Daucus*. Семенной материал был предоставлен профессором Ботанического сада МГУ М.Г. Пименовым.

Семена для морфометрического анализа сначала замачивали в растворе гипохлорита натрия (14%) в течение 1 ч, а затем промывали в проточной воде. У каждого семени последовательно измеряли его длину, длину эндосперма (на продольном разрезе) и длину зародыша (после выделения). Длину семени и эндосперма измеряли с помощью штангенциркуля (ГОСТ 166–89). Длину зародыша определяли на микроскопе Levenhuk 670T и видеоокулярном DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при увеличении  $\times 40$  с использованием программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386).

Опыт был заложен в четырех повторностях по 30 семян в каждой. В процессе исследований измеряли длину семени, эндосперма и зародыша. Индексы  $I_{э/с}$ ,  $I_{з/с}$ ,  $I_{з/с}$ , показывающие отношения этих показателей, рассчитывали в соответствии с ранее разработанными методиками [7, 9]. Различия между значениями параметров изученных образцов считали статистически значимыми при  $P \leq 0,05$  [13].

### Результаты и их обсуждение

Образцы большой группы диких форм моркови показали существенные различия по длине семени, эндосперма, зародыша и их соотношений. Сорт Рогнеда, использованный в качестве стандарта, имел длину семени  $3,70 \pm 0,086$  мм, длину эндосперма  $3,36 \pm 0,089$  мм и длину зародыша  $1,39 \pm 0,036$  мм (табл. 1).

## Сортовая специфика основных линейных параметров семян

Table 1

## Varietal specifics of the main linear parameters of coriander seeds

№ , название образца	Происхождение образца	Длина семени, мм		Длина эндосперма, мм		Длина зародыша, мм	
		$X_{\text{СР}} \pm S_{\text{ХСР}}$	V, %	$X_{\text{СР}} \pm S_{\text{ХСР}}$	V, %	$X_{\text{СР}} \pm S_{\text{ХСР}}$	V, %
№ 1. <i>Daucus littoralis</i> Sm.	Турция	2,42±0,086	15,9	2,21±0,080	16,2	0,89±0,022	10,9
№ 2. <i>Daucus carota</i> L.	Турция	2,62±0,081	13,8	2,04±0,063	13,9	0,88±0,024	12,1
№ 3. <i>Daucus carota</i> L.	Турция	2,79±0,109	17,5	2,63±0,098	16,6	1,06±0,027	11,5
№ 4. <i>Daucus guttatus</i> Sibth.	Турция	2,74±0,100	16,3	2,56±0,091	15,8	1,03±0,026	11,3
№ 5. <i>Daucus bicolor</i> Sibth.	Турция	2,82±0,091	14,4	2,63±0,087	14,7	0,70±0,015	9,8
№ 7. <i>Daucus involueratus</i> Sibth.	Греция	1,95±0,079	18,2	1,81±0,073	17,9	0,62±0,013	9,5
№ 8. <i>Daucus carota</i> L.	Греция	2,16±0,062	12,8	1,99±0,063	14,1	0,55±0,012	9,8
№ 9. <i>Daucus carota</i> L.	Турция	3,01±0,090	13,3	2,81±0,089	14,2	0,48±0,013	11,7
№ 10. <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball.	Турция	2,12±0,089	18,7	1,95±0,078	17,9	0,78±0,020	11,3
№ 11. <i>Daucus broteri</i> Ten.	Турция	2,74±0,119	19,4	2,46±0,101	18,4	0,93±0,022	10,5
№ 12. <i>Daucus carota</i> L.	Португалия	2,78±0,074	11,9	2,58±0,073	12,6	0,87±0,022	11,4
№ 13. <i>Daucus halophilus</i> Brot.	Португалия	2,67±0,087	14,5	2,48±0,082	14,7	0,88±0,022	11,2
№ 14. <i>Daucus carota</i> L.	Турция	2,99±0,102	15,2	2,77±0,093	15,0	1,02±0,028	12,1
№ 15. <i>Daucus carota</i> L.	Турция	3,40±0,143	18,5	3,19±0,133	18,6	0,84±0,022	11,9
№ 16. <i>Daucus carota</i> L.	Португалия	2,34±0,088	16,8	2,31±0,090	17,3	0,94±0,026	12,5
№ 17. <i>Daucus maximus</i> Desf.	Турция	2,73±0,089	14,5	2,50±0,087	15,6	0,86±0,023	11,9
№ 18. <i>Daucus carota</i> Roth.	Афганистан	2,30±0,071	13,8	2,11±0,067	14,1	0,77±0,018	10,4
№ 19. <i>Daucus carota</i> L.	Таджикистан	2,67±0,087	14,5	2,46±0,082	14,8	0,87±0,013	9,8
№ 20. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	Марокко	4,92±0,172	15,6	4,69±0,191	18,2	1,00±0,026	11,6
№ 21. <i>Daucus carota</i> L.	Таджикистан	2,49±0,075	13,4	2,36±0,070	13,3	0,88±0,025	12,6
№ 22. <i>Daucus muricatus</i> (L.) L.	Марокко	6,72±0,229	15,2	5,33±0,187	15,7	1,87±0,049	11,7
№ 23. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	Марокко	1,73±0,048	12,4	1,54±0,049	14,2	0,61±0,014	10,3
№ 24. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	Марокко	4,28±0,122	12,7	4,07±0,125	13,7	0,97±0,023	10,8
№ 25. <i>Daucus carota</i> L.	Испания	2,29±0,066	12,9	2,10±0,060	12,8	0,78±0,020	11,3
№ 26. <i>Daucus carota</i> L.	Узбекистан	2,70±0,076	12,5	2,48±0,077	13,9	0,97±0,023	10,7
№ 27. <i>Daucus carota</i> L.	Узбекистан	2,83±0,090	14,2	2,53±0,084	14,8	0,74±0,016	9,8
№ 28. Рогнеда (St)	Россия	3,70±0,086	10,4	3,36±0,089	10,8	1,39±0,036	11,6

\*Различия со стандартом существенны при 5%-ном уровне значимости.

\*\*Различия со стандартом существенны при 1%-ном уровне значимости.



Большинство дикорастущих образцов (24 из 26) в той или иной степени уступало ему по длине семени на 18,6–53,2%. Минимальное значение этого показателя отмечено у образцов № 23. *Daucus setifolius* Desf. из Марокко ( $1,73 \pm 0,048$  мм) и № 7. *Daucus involueratus* Sibth. из Греции ( $1,95 \pm 0,079$  мм). Только три образца коллекции: № 20. *Daucus setifolius* Desf. ( $4,92 \pm 0,172$ ), № 24. *Daucus setifolius* Desf. ( $4,28 \pm 0,122$ ) и № 22. *Daucus muricatus* (L.) L. ( $6,72 \pm 0,229$ ) из Марокко – были существенно больше стандарта по этому показателю на 15,7–81,6% (табл. 1).

Аналогично изменялась длина эндосперма у изученных образцов. Наиболее крупным зародышем обладали семена 20. *Daucus setifolius* Desf., № 22. *Daucus muricatus* (L.) L. ( $5,33 \pm 0,187$  мм) и № 24. *Daucus setifolius* Desf. из Греции ( $4,07 \pm 0,125$ – $4,69 \pm 0,191$  мм), что на 21,1–58,6% превышало стандарт. Минимальное значение этого показателя отмечено у образцов № 23. *Daucus setifolius* Desf. из Марокко ( $1,54 \pm 0,049$  мм) и № 7. *Daucus involueratus* Sibth. из Греции ( $1,81 \pm 0,073$  мм), что на 54,2 и 46,1% ниже стандарта. Остальные образцы уступали стандарту по этому показателю, но в меньшей степени.

Длина зародыша имеет наибольшее значение для характеристики качества семян. Показатели, характеризующие посевные качества, в том числе скорость (динамику прорастания семян), напрямую связаны с относительным размером зародыша (степенью его недоразвития) [7]. Процесс водопоглощения, набухания и развития зародыша вплоть до наклеивания у зонтичных культур является весьма продолжительным и в значительной степени зависимости как от внешних условий (прежде всего температуры), так и размера зародыша [1].

Длина зародыша только у образца № 22. *Daucus muricatus* (L.) L. ( $1,87 \pm 0,049$  мм) была выше стандарта на 34,5%. У остальных образцов этот показатель изменялся от  $0,48 \pm 0,013$  мм у образца № 9. *Daucus carota* L. из Турции до  $1,06 \pm 0,027$  мм у № 3. *Daucus carota* L., что существенно (на 23,7–65,5) ниже стандарта.

У сорта Рогнеда отмечены минимальные значения коэффициента вариации ( $V$ ) линейных размеров семени (10,4%) и эндосперма (10,8%). У экспериментальных образцов средние значения коэффициента вариации ( $V$ ) линейных размеров семени изменялись от 11,9% (№ 12 *Daucus carota* L. Португалия) до 19,4% (№ 11. *Daucus broteri* Ten. Турция), что значительно больше, чем у стандарта. Коэффициент вариации ( $V$ ) для линейных размеров эндосперма изменялся от 12,6% (№ 12 *Daucus carota* L. Португалия) до 18,6% (№ 15. *Daucus carota* L. Турция). Средние значения коэффициента вариации ( $V$ ) длины зародыша изменялись от 9,5% (№ 7. *Daucus involueratus* Sibth. Греция) до 12,5% (№ 16. *Daucus carota* L. Португалия). Сорт Рогнеда по этому показателю занимал промежуточное положение (11,6%).

Корреляционный анализ показал, что тесная связь отмечена только между длиной семени и длиной эндосперма (табл. 2). Минимальные значения коэффициента корреляции ( $r$ ) между этими показателя отмечены у образцов № 21 (0,359), № 11 (0,541), № 22 (0,645), № 27 (0,726) и сорта Рогнеда (0,8885). У остальных образцов коэффициент корреляции ( $r$ ) между этими показателями был значительно выше 0,9 и приближался к единице.

Коэффициент корреляции между линейными размерами семени и зародыша изменялся в весьма широких пределах, принимая как положительное, так и отрицательное значение.

Коэффициент корреляции между длиной эндосперма и длиной зародыша, как правило, указывал на наличие слабой связи или отсутствие зависимости между этими показателями, и только у единичных образцов коэффициент корреляции имел среднее значение (0,458–0,604). У хорошо выполненных семян высокие значения коэффициентов корреляции между эндоспермом и семенем вполне закономерны. Низкие значения коэффициентов корреляции между этими параметрами и длиной зародыша свидетельствуют об относительной независимости его развития.

**Коэффициенты корреляции (r) основных параметров семян**

№ , название образца	Семя-эндосперм	Семя-зародыш	Эндосперм-зародыш
№ 1. <i>Daucus littoralis</i> Sm.	0,989	0,204	0,240
№ 2. <i>Daucus carota</i> L.	0,989	0,706	0,604
№ 3. <i>Daucus carota</i> L.	0,970	-0,025	0,089
№ 4. <i>Daucus guttatus</i> Sibth.	0,968	0,252	0,232
№ 5. <i>Daucus bicolor</i> Sibth.	0,993	0,316	0,317
№ 7. <i>Daucus involueratus</i> Sibth.	0,998	0,211	0,251
№ 8. <i>Daucus carota</i> L.	0,955	0,062	0,067
№ 9. <i>Daucus carota</i> L.	0,970	0,667	0,604
№ 10. <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball.	0,978	0,339	0,321
№ 11. <i>Daucus broteri</i> Ten.	0,541	0,121	-0,026
№ 12. <i>Daucus carota</i> L.	0,989	-0,104	-0,126
№ 13. <i>Daucus halophilus</i> Brot.	0,989	0,240	0,229
№ 14. <i>Daucus carota</i> L.	0,993	0,237	0,245
№ 15. <i>Daucus carota</i> L.	0,905	-0,408	-0,094
№ 16. <i>Daucus carota</i> L.	0,981	-0,005	-0,001
№ 17. <i>Daucus maximus</i> Desf.	0,992	-0,051	-0,034
№ 18. <i>Daucus carota</i> Roth.	0,930	0,105	0,097
№ 19. <i>Daucus carota</i> L.	0,983	0,504	0,529
№ 20. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,931	0,379	0,485
№ 21. <i>Daucus carota</i> L.	0,359	-0,078	-0,216
№ 22. <i>Daucus muricatus</i> (L.) L.	0,645	0,209	0,167
№ 23. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,959	0,094	0,083
№ 24. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,994	0,104	0,162
№ 25. <i>Daucus carota</i> L.	0,951	0,208	0,357
№ 26. <i>Daucus carota</i> L.	0,992	-0,781	-0,134
№ 27. <i>Daucus carota</i> L.	0,726	-0,106	0,057
№ 28. Рогнеда (St)	0,885	0,284	0,294

Значение индекса  $I_{3/3}$ , которое характеризует длину зародыша относительно эндосперма, изменялось от 0,171 (№ 9. *Daucus carota* L.) до 0,431 (№ 2. *Daucus carota* L.) (табл. 3). Значение индекса  $I_{3/С}$ , определяющего отношение длины

зародыша к длине семени, находилось в пределах от 0,160 (№ 9. *Daucus carota* L.) до 0,380 (№ 3. *Daucus carota* L.). Индекс  $I_{э/с}$ , характеризующий отношение длины эндосперма к длине семени (плоду), изменялся в пределах от 0,779 (№ 2. *Daucus carota* L.) до 0,953 (№ 20. *Daucus setifolius* Desf.).

Таблица 3

**Значение основных индексов ( $I_{з/э}$ ,  $I_{з/с}$  и  $I_{э/с}$ ) семян**

№ , название образца	$I_{э/с}$	$I_{з/с}$	$I_{з/э}$
№ 1. <i>Daucus littoralis</i> Sm.	0,913	0,368	0,403
№ 2. <i>Daucus carota</i> L.	0,779	0,336	0,431
№ 3. <i>Daucus carota</i> L.	0,943	0,380	0,403
№ 4. <i>Daucus guttatus</i> Sibth.	0,934	0,376	0,402
№ 5. <i>Daucus bicolor</i> Sibth.	0,933	0,248	0,266
№ 7. <i>Daucus involueratus</i> Sibth.	0,933	0,318	0,343
№ 8. <i>Daucus carota</i> L.	0,921	0,255	0,276
№ 9. <i>Daucus carota</i> L.	0,934	0,160	0,171
№ 10. <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball.	0,920	0,368	0,400
№ 11. <i>Daucus broteri</i> Ten.	0,901	0,341	0,378
№ 12. <i>Daucus carota</i> L.	0,928	0,313	0,337
№ 13. <i>Daucus halophilus</i> Brot.	0,929	0,330	0,355
№ 14. <i>Daucus carota</i> L.	0,926	0,341	0,368
№ 15. <i>Daucus carota</i> L.	0,938	0,247	0,263
№ 16. <i>Daucus carota</i> L.	0,909	0,370	0,407
№ 17. <i>Daucus maximus</i> Desf.	0,916	0,315	0,344
№ 18. <i>Daucus carota</i> Roth.	0,917	0,345	0,365
№ 19. <i>Daucus carota</i> L.	0,921	0,326	0,354
№ 20. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,953	0,203	0,213
№ 21. <i>Daucus carota</i> L.	0,948	0,353	0,373
№ 22. <i>Daucus muricatus</i> (L.) L.	0,793	0,278	0,351
№ 23. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,890	0,353	0,396
№ 24. <i>Daucus setifolius</i> Desf.	0,951	0,227	0,238
№ 25. <i>Daucus carota</i> L.	0,917	0,341	0,371
№ 26. <i>Daucus carota</i> L.	0,919	0,359	0,391
№ 27. <i>Daucus carota</i> L.	0,912	0,262	0,287
№ 28. Рогнеда (St)	0,908	0,362	0,414



Для описания зародыша по размеру (относительной длине) была предложена методика [8] с уточнениями по градации индекса  $I_{3/3}$  [9]. Это позволило разделить изученные сорта на три группы по значению индекса  $I_{3/3}$ . Ко второму классу (0,10 до 0,19) следует отнести образец № 9. *Daucus carota* L. К третьему классу (0,20–0,29) отнесены семена 6 образцов, в том числе № 5, № 8, № 15, № 20, № 24, № 27. Семена образцов № 17, № 10, имеющие индекс от 0,30 до 0,39, отнесены к четвертому классу. Семена стандарта отнесены к пятому классу (0,414). К пятому классу также отнесены семена образцов № 1, № 2, № 3, № 4, № 10 № 16. Самый крупный относительный размер зародыша имеет образец № 2. *Daucus carota* L. ( $I_{3/3} = 0,431$ ) – на 4,1% выше стандарта. Образец № 22. *Daucus turicatus* (L.) L., который в физическом выражении имел наиболее крупный зародыш ( $1,87 \pm 0,049$ ), по относительному размеру (0,351) явно уступал стандарту.

На большом экспериментальном материале при изучении диких видов были показаны значительные различия в размерах зародыша. Подтверждена гипотеза о том, что эволюция в семействе зонтичных была направлена на увеличение длины эмбриона и повышение скорости прорастания семян [45].

Полученные данные подтверждают ранее изученные филогенетические регрессии, показавшие наличие отрицательной корреляции между размерами эмбриона и семени [47].

Экологический фактор предположительно является важной эволюционной силой, влияющей на размер зародыша. Известно, что виды с маленькими эмбрионами распространены во влажных местах, а относительно большой размер зародыша полезен в условиях сухих мест обитания [48]. Отмечена закономерность того, что короткоживущие виды имеют мелкие (с небольшим зародышем) долгоживущие семена. Этот комплекс признаков у сельдерейных коррелирует с непредсказуемыми экологическими условиями произрастания (в том числе короткий период вегетации, влажная осень, раннее наступление зимы, низкая освещенность), требующими страхования рисков их воздействия [45]. Адаптивный характер эволюции относительной длины зародыша позволяет продолжить этот процесс и путем искусственной селекции, поскольку параметры семян, как и комплекс других морфологических признаков организма растений, имеет генетическую детерминацию.

## Выводы

Сравнение морфометрических параметров диких и культивируемых форм моркови показал, что представители вида претерпели существенные эволюционные изменения в процессе окультуривания. Вовлечение диких видов и разновидностей в селекционный процесс неизбежно приведет к учету этого признака, представляющего собой практический интерес. Ранее целенаправленный отбор в этом направлении проводился весьма редко, и только в отношении культур, у которых семена являются товарными органами. Тем не менее задача улучшения семян селекционными методами является весьма актуальной и может быть успешно решена.

## Библиографический список

1. Балеев Д.Н. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Овощи России. – 2012. – № 3 (16). – С. 38–46.
2. Балеев Д.Н. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров, Р.А. Багров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 19–25.

3. *Балеев Д.Н.* Полосатый щитник – причина дегенерации семян овощных зонтичных культур / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Защита и карантин растений. – 2015. – № 8. – С. 26–29.
4. *Бухаров А.Ф.* Температурный стресс и термопокой семян овощных зонтичных культур. Особенности индукции, проявления и преодоления (часть первая) / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев // Овощи России. – 2013. – № 2 (19). – С. 36–41.
5. *Бухаров А.Ф.* Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур / Д.Н. Балеев, А.Ф. Бухаров // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 1. – С. 86–90.
6. *Бухаров А.Ф.* Беззародышевость семян моркови столовой как результат избирательного опыления (пчелы, шмели, мухи) и повреждений вредителем (щитник полосатый) / А.Ф. Бухаров, В.И. Леунов, Д.Н. Балеев, А.Н. Ховрин, А.Г. Девятков, А.Р. Бухарова // Известия ТСХА. – 2016. – № 4. – С. 5–16.
7. *Бухаров А.Ф.* Кинетика прорастания семян. Методы исследования и параметры / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, А.Р. Бухарова // Известия ТСХА. – 2017. – № 2. – С. 5–19.
8. *Бухаров А.Ф.* Морфометрия зародышка как элемент системы тестирования качества семян укропа / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, М.И. Иванова, А.Р. Бухарова, О.А. Разин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 63–66.
9. *Бухаров А.Ф.* Морфометрия в системе тестирования качества семян / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, А.Р. Бухарова. – М.: Издательство ФГБНУ ФНЦО, 2020. – 80 с.
10. *Буренин В.И.* Генетические коллекции овощных растений / В.И. Буренин, Т.Б. Фурса, А.М. Артемьева, Н.И. Тимин, Т.Н. Кожанова, В.А. Василевская, О.В. Плющ, С.В. Буренин, И.Г. Михайлова; Под ред. В.А. Драгавцева. – СПб.: ВИР, 1997. – 96 с.
11. *Гагкаева Т.А.* Фузариоз зерновых культур / Т.А. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Защита и карантин растений: Приложение к журналу. – 2011. – № 5. – 112 с.
12. *Ганнибал Ф.Б.* Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России / Ф.Б. Ганнибал, А.С. Орина, М.М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30–32.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта: Учебное пособие. – М.: Колос, 1985. – 415 с.
14. *Комаров В.Л.* Происхождение культурных растений. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1938. – 240 с.
15. *Корнев А.В.* Иммуитет моркови зависит от окраски корнеплода / А.В. Корнев, Л.М. Соколова, Т.А. Терешонкова, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. – 2015. – № 2. – С. 37–39.
16. *Леунов В.И.* Столовые корнеплоды в России: / В.И. Леунов. – Товарищество научных изданий КМК. – Москва, 2011. – 272 с.
17. *Леунов В.И.* Генетическая коллекция диких видов и гибридов моркови по устойчивости к грибам *Alternaria* sp и *Fusarium* sp / В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, Л.М. Соколова, О.О. Белошапкина, В.И. Старцев // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 7. – С. 26–30.
18. *Налобова В.Л.* Анализ сортообразцов овощных культур на пораженность грибными, бактериальными и вирусными болезнями // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2015. – № 46. – С. 429–436.
19. *Пименов М.Г.* Создание и оценка коллекции диких видов и разновидностей моркови / М.Г. Пименов, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, Л.М. Соколова, Т.Э. Клыгина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 166. – С. 446–450.
20. *Рубашевская М.К.* Название статьи // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1931. – Т. XXVI. – 211 с.

21. Семенов А.Н. Сравнительный анализ полиморфизма микросателлитных маркеров у ряда видов рода *Fusarium* / А.Н. Семенов, М.Г. Дивашук М.С. Баженов Г.И. Карлов, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, А.А. Егорова, Л.М. Соколова, Т.А. Терешонкова, К.Л. Алексеева, В.М. Леунова // Известия ТСХА. – 2016. – № 1. – С. 40–50.
22. Соколова Л.М. Выделение штаммов pp *Alternaria* и *Fusarium* с семян дикорастущих видов и разновидностей рода *Daucus*. Морфологическая и патогенная характеристика // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7 (153). – С. 91–100.
23. Соколова Л.М. Применение последовательных отборов при селекции моркови столовой на устойчивость к *Fusarium* sp. и *Alternaria* sp / Л.М. Соколова, А.Ф. Бухаров, М.И. Иванова // Аграрная наука. – 2020. – № 6. – С. 78–83.
24. Соколова Л.М. Дикие виды *Daucus* L. в селекции и сохранении EX SITU в условиях Московской области / Л.М. Соколова, М.И. Иванова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (54). – С. 130–140.
25. Тимин Н.И. Создание генетических источников ценных признаков овощных растений с использованием диких видов / Н.И. Тимин, С.М. Кривошеев // Генетические ресурсы культурных растений: Тезисы докладов Международной практической конференции. – СПб.: ВИР, 2001.
26. Тимин Н.И. Межвидовая гибридизация моркови рода *Daucus* L.: Методические рекомендации / Н.И. Тимин, И.Т. Двоенко, С.В. Жевора, Л.Т. Тимина, Н.А. Шмыкова. – М.: ВНИИССОК, 2007. – 54 с.
27. Тимин Н.И. Селекционно-генетическая идентификация инбредных форм и линий моркови / Н.И. Тимин, Л.Т. Тимина // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2015. – № 46. – С. 555–560.
28. Франшишку Ж. Оценка устойчивости диких видов и разновидностей рода *Daucus* к патогену *Alternaria* / Ж. Франшишку, Е.В. Романова, Л.М. Соколова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2015. – № 2 (23). – С. 6–8.
29. Baranski R. Genetic diversity of carrot cultivars revealed by analysis of SSR loci. Genet. Resour. Crop Evol. / R. Baranski, A. Maksylewicz-Kaul T. Nothnagel, P.F. Cavagnaro, P.W. Simon, D. Grzebelus. – 2012. – № 59. – Pp. 163–170.
30. Grzebelus D. (2014). Diversity, genetic mapping, and signatures of domestication in the carrot (*Daucus carota* L.) genome, as revealed by Diversity Arrays Technology (DART) markers. Mol. Breed / D. Grzebelus, M. Iorizzo, D. Senalik, S. Ellison, P. Cavagnaro, A. Macko-Podgórní et al. – 2014. – № 33. – Pp. 625–637.
31. Heywood V.H. Chemosystematic studies in *Daucus* and allied genera // Boissiera, 1971. – № 19. – Pp. 289–295.
32. Heywood V.H. Multivariate taxonomic synthesis of the tribe Caucalideae // Contributions pluridisciplinaires à la systématique: Actes du 2ème Symposium international sur les Umbellifères. – 1978. – Pp. 727–736.
33. Heywood V.H. Relationship and evolution in the *Daucus carota* complex // Israel Journal of Botany. – 1983. – Vol. 32. – Pp. 51–65.
34. Iorizzo M. Genetic structure and domestication of carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*) (Apiaceae) / M. Iorizzo, D. Senalik, S. Ellison, D. Grzebelus, P.F. Cavagnaro, C. Allender et al. // Am.J. Bot. – 2013. – № 100. – Pp. 930–938.
35. Leunov V.I. Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp / V.I. Leunov, L.M. Sokolova, O.O. Beloshapkina, A.N. Khovrin // And factors influencing it. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – № 624 (1). – С. 234.
36. Miller Ph. The gardeners dictionary, ed. – 1935. – № 8. – Pp. 280–282.
37. Peterson C.E. Carrot Breeding / C.E. Peterson, P.W. Simon // Basset MJ (ed) Breeding vegetable crops. AVI Publishing Company, Westport. – 1986. – Pp. 321–356.

38. Rubatzky V.E. Carrots and Related Vegetable Umbelliferae / C.F. Quiros and P.W. Simon // CABI Publishing. – 1999. – 294 p.
39. Sáenz Lain C. Research on *Daucus* L. (Umbelliferae) // *Annales sel Instituto Botanico A.J. Cavanilles*. – 1981. – № 37. – Pp. 481–534.
40. Saenz de Rivas C. The anatomy of the fruit of *Daucus carota* L. // *Rev. gen. bot.* – 1973. – № 80. – Pp. 201–207.
41. Vavilov N.I. Origin and Geography of Cultivated Plants. – New York, NY: Cambridge University Press, 1992.
42. Vaughan J.G. (2009). The new Oxford book of food plants. Oxford University Press, Oxford. Phylogeny and relationships in *Daucus* based on restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) of the chloroplast and mitochondrial genomes / J.G. Vaughan, C.A. Geissler // *Euphytica*. – 2009. – № 105. – Pp. 183–189.
43. Vilmorin R.L. The improvement of strains of vegetables. *J. Roy. Hort. Soc.* – Vol. 81. – № 8. – 1956 p.
44. Benech Arnold R.L. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling / R.L. Benech Arnold M. Fenner, P.J. Edwards // *New Phytologist*. – 1991. – Vol. 118. – Iss. 2. – Pp. 339–347.
45. Vandeloos F. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in *Apiaceae* / F. Vandeloos, S.B. Janssens, R.J. Probert // *New Phytologist*. – 2012. – № 195. – Pp. 479–487.
46. Necajeva J. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (*Apiaceae*) / J. Necajeva, G. Ievinsh // *Estonian Journal of Ecology*. – 2013. – № 62. – Pp. 150–161.
47. Verdu M. Tempo, mode and phylogenetic associations of relative embryo size evolution in angiosperms // *Journal of Evolutionary Biology*. – 2006. – № 19. – Pp. 625–634.
48. Rees M. 1996. Evolutionary ecology of seed dormancy and seed size // *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. – 1996. – № 351. – Pp. 1299–1308.

## MORPHOMETRIC PARAMETERS OF WILD CARROT SEEDS AS BREEDING TRAITS

A.F. BUKHAROV<sup>1</sup>, N.A. EREMINA<sup>1</sup>, V.I. LEUNOV<sup>2</sup>, L.M. SOKOLOVA<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production –  
Branch of Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production,

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*The most important factor affecting the morphometric parameters of seeds is the agrotechnical one, including fertilization, irrigation, pollination, and pest, disease and weed control. Timely harvesting is particularly important to prevent the most mature seeds from shattering, whereas premature harvesting increases the proportion of immature seeds with an underdeveloped germ. Mechanized harvesting, threshing and sorting technology can lead to seed injury, including germ damage. Therefore, the aim of the present work was a comprehensive analysis of the morphometric parameters of wild carrot seeds. The aim of the study was to investigate the degree of variability in the linear size of seed, endosperm and germ, their ratios (indices) and correlations. As a result of studies, a group of samples of wild carrot forms revealed significant differences in the degree of manifestation of the main morphometric parameters of seeds, including seed length, endosperm and germ. Samples No. 22 are of the greatest interest by three parameters. *Daucus muricatus* (L.) L. (Morocco), No. 20. *Daucus setifolius* Desf. (Morocco), No. 24. *Daucus setifolius* Desf. (Morocco), which consistently exceeded the control level by a combination of all three parameters. The correlation*

coefficients between these parameters have been studied, which indicate the possibility of considering them as breeding significant traits. Using the methodology of gradation and comparative analysis of the  $I_{G/E}$  index (the size of the germ relative to the endosperm), groups of varieties were identified according to this parameter. The maximum value of the  $I_{G/E}$  index was noted in sample No. 2. *Daucus carota* L. (0.431) and the standard (0.414), which are classified as class 5 according to this parameter. Sample No. 22. *Daucus muricatus* (L.) L. having the largest germ in physical terms ( $1.87 \pm 0.049$ ), was clearly inferior in relative size ( $I/E = 0.351$ ) to the standard by 12.9%. The relative size of the endosperm is a more preferable parameter for comparison and selection.

**Key words:** wild carrot shapes, seed, endosperm, germ.

## References

1. *Baleev D.N., Bukharov A.F.* Spetsifika prorastaniya semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur pri razlichnykh temperaturnykh rezhimakh [Specificity of seed germination of vegetable umbrella crops under different temperature conditions]. *Ovoshchi Rossii*. 2012; 3 (16): 38–46. (In Rus.)
2. *Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A.* Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kul'tur shchitnikom polosatym (*Graphosoma lineatuml.*) kak faktor snizheniya produktivnosti i kachestva semyan [Damage to vegetable umbrella crops by the striped shield (*Graphosoma lineatuml.*) as a factor in reducing the productivity and quality of seeds]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014; 10 (120): 19–25. (In Rus.)
3. *Baleev D.N., Bukharov A.F.* Polosatyy shchitnik – prichina degeneratsii semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur [Striped stink bug is the cause of seed degeneration in vegetable umbrella crops]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2015; 8: 26–29. (In Rus.)
4. *Bukharov A.F., Baleev D.N.* Temperaturniy stress i termopokoy semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur. Osobennosti induktsii, proyavleniya i preodoleniya (chast' pervaya) [Temperature stress and thermal dormancy of seeds of vegetable umbrella crops. Features of induction, manifestation and overcoming (part one)]. *Ovoshchi Rossii*. 2013; 2 (19): 36–41. (In Rus.)
5. *Bukharov A.F., Baleev D.N.* Allelopaticeskaya aktivnost' u semyan ovoshchnykh sel'dereynykh kul'tur [Allelopathic activity in seeds of vegetable celery crops]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2014; 49; 1: 86–90. (In Rus.)
6. *Bukharov A.F., Leunov V.I., Baleev D.N., Khovrin A.N., Devyatov A.G., Bukharova A.R.* Bezzarodyshevost' semyan morkovi stolovoy kak rezul'tat izbiratel'nogo opyleniya (pchely, shmeli, mukhi) i povrezhdeniy vreditelem (shchitnik polosatyy) [Germlessness of table carrot seeds as a result of selective pollination (bees, bumblebees, flies) and pest damage (striped stink bug)]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016; 4: 5–16. (In Rus.)
7. *Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R.* Kinetika prorastaniya semyan. Metody issledovaniya i parametry [Kinetics of seed germination. Research methods and parameters]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2017; 2: 5–19. (In Rus.)
8. *Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Razin O.A.* Morfometriya zarodysha kak element sistemy testirovaniya kachestva semyan ukropa [Embryo morphometry as an element of the dill seed quality testing system]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 72: 63–66. (In Rus.)
9. *Bukharov A.F., Baleyev D.N., Bukharova A.R.* Morfometriya v sisteme testirovaniya kachestva semyan [Morphometry in the seed quality testing system]. M: Izdatel'stvo FGBNU FNTSO. 2020: 80. (In Rus.)
10. *Burenin V.I., Fursa T.B., Artem'eva A.M., Timin N.I., Kozhanova T.N., Vasilevskaya V.A., Plyushch O.V., Burenin S.V., Mikhaylova I.G.* Geneticheskie kollektzii ovoshchnykh rasteniy [Genetic collections of vegetable plants]. Ed. by V.A. Dragavtsev. SPb. VIR. 1997: 96. (In Rus.)



11. *Gagkaeva T.A., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V.* Fuzarioz zernovykh kul'tur [Fusarium of grain crops]. Prilozhenie k zhurnalu "Zashchita i karantin rasteniy". 2011; 5: 112. (In Rus.)
12. *Gannibal F.B., Orina A.S., Levitin M.M.* Al'ternariozy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na territorii Rossii [Alternariosis of agricultural crops on the territory of Russia]. Zashchita i karantin rasteniy. 2010; 5: 30–32. (In Rus.)
13. *Dospekhov B.A.* Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. M.: Kolos. 1985: 415. (In Rus.)
14. *Komarov V.L.* Proiskhozhdenie kul'turnykh rasteniy [Origin of cultivated plants]. M. – L. Sel'khozgiz. 1938: 240. (In Rus.)
15. *Kornev A.V., Sokolova L.M., Tereshonkova T.A., Leunov V.I., Khovrin A.N.* Immunitet morkovi zavisit ot okraski korneploda [Immunity of carrots depends on the color of the root crop]. Kartofel' i ovoshchi. 2015; 2: 37–39. (In Rus.)
16. *Leunov V.I.* Stolovye korneplody v Rossii [Table root crops in Russia]. Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK. Moskva. 2011: 272. (In Rus.)
17. *Leunov V.I., Khovrin A.N., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Startsev V.I.* Geneticheskaya kolleksiya dikikh vidov i gibridov morkovi po ustoychivosti k gribam *Alternaria* sp i *Fusarium* sp. [Genetic collection of wild carrot species and hybrids for resistance to fungi *Alternaria* sp and *Fusarium* sp.]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018; 32; 7: 26–30. (In Rus.)
18. *Nalobova V.L.* Analiz sortoobraztsov ovoshchnykh kul'tur na porazhennost' gribnymi, bakterial'nymi i virusnymi boleznyami [Analysis of variety samples of vegetable crops for the incidence of fungal, bacterial and viral diseases]. Seleksiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur. 2015; 46: 429–436. (In Rus.)
19. *Pimenov M.G., Leunov V.I., Khovrin A.N., Sokolova L.M., Klygina T.E.* Sozdanie i otsenka kolleksii dikikh vidov i raznovidnostey morkovi [Creation and evaluation of a collection of wild species and varieties of carrots]. Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. 2009; 166: 446–450. (In Rus.)
20. *Rubashevskaya M.K.* Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. 1931; XXVI: 211. (In Rus.)
21. *Semenov A.N., Divashuk M.G., Bazhenov M.S., Karlov G.I., Leunov V.I., Khovrin A.N., Egorova A.A., Sokolova L.M., Tereshonkova T.A., Alekseeva K.L., Leunova V.M.* Sravnitel'nyy analiz polimorfizma mikrosatelitnykh markerov u ryada vidov roda *Fusarium* [Comparative analysis of polymorphism of microsatellite markers in a number of species of the genus *Fusarium*]. Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2016; 1: 40–50. (In Rus.)
22. *Sokolova L.M.* Vydelenie shtammov rr *Alternaria* i *Fusarium* s semyan dikoras-tushchikh vidov i raznovidnostey roda *Daucus*. Morfologicheskaya i patogennaya kharakteristika [Isolation of strains of pp *Alternaria* and *Fusarium* from seeds of wild species and varieties of the genus *Daucus*. Morphological and pathogenic characteristics]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; 7(153): 91–100. (In Rus.)
23. *Sokolova L.M., Bukharov A.F., Ivanova M.I.* Primenenie posledovatel'nykh otborov pri seleksii morkovi stolovoy na ustoychivost' k *Fusarium* sp. i *Alternaria* sp. [Use of successive selections in the breeding of table carrots for resistance to *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp.]. Agrarnaya nauka. 2020; 6: 78–83. (In Rus.)
24. *Sokolova L.M., Ivanova M.I.* Dikie vidy *Daucus* L. v seleksii i sokhraneni EX SITU v usloviyakh Moskovskoy oblasti [Wild species of *Daucus* L. in selection and conservation EX SITU in the conditions of the Moscow region]. Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2021; 2(54): 130–140. (In Rus.)
25. *Timin N.I., Krivosheev S.M.* Sozdanie geneticheskikh istochnikov tsennykh priznakov ovoshchnykh rasteniy s ispol'zovaniyem dikikh vidov [Creation of genetic sources of valuable traits of vegetable plants using wild species]. Geneticheskiye resursy kul'turnykh rasteniy. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy prakticheskoy konferentsii. VIR. S. – Peterburg. 2001. (In Rus.)



26. Timin N.I., Dvoenko I.T., Zhevora S.V., Timina L.T., Shmykova N.A. Mezhhvidovaya gibrizatsiya morkovi roda *Daucus* L. (metodicheskie rekomendatsii) [Interspecific hybridization of carrots of the genus *Daucus* L. Methodological recommendations]. VNISSOK. M., 2007: 54. (In Rus.)
27. Timin N.I., Timina L.T. Seleksionno-geneticheskaya identifikatsiya inbrednykh form i liniy morkovi [Breeding and genetic identification of inbred forms and lines of carrots]. Seleksiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur. 2015; 46: 555–560. (In Rus.)
28. Fransishku Zh., Romanova E.V., Sokolova L.M. Otsenka ustoychivosti dikikh vidov i raznovidnostey roda *Daucus* k patogenu *Alternaria* [Assessment of the resistance of wild species and varieties of the genus *Daucus* to the pathogen *Alternaria*]. Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. 2015; 2(23): 6–8. (In Rus.)
29. Baranski R., Maksylewicz-Kaul A., Nothnagel T., Cavagnaro P.F., Simon P.W., Grzebelus D. Genetic diversity of carrot cultivars revealed by analysis of SSR loci. Genet. Resour. Crop Evol. 2012; 59: 163–170. 10.1007/s10722-011-9777-3.
30. Grzebelus D., Iorizzo M., Senalik D., Ellison S., Cavagnaro P., Macko-Podgórní A., et al. Diversity, genetic mapping, and signatures of domestication in the carrot (*Daucus carota* L.) genome, as revealed by Diversity Arrays Technology (DArT) markers. Mol. Breed. 2014; 33: 625–637. 10.1007/s11032-013-9979-9
31. Heywood V.H. Chemosystematic studies in *Daucus* and allied genera. Boissiera. 1971; 19: 289–295.
32. Heywood V.H. Multivariate taxonomic synthesis of the tribe Caucalideae. Actes du 2ème Symposium international sur les Ombellifères “Contributions pluridisciplinaires à la systématique. 1978: 727–736.
33. Heywood V.H. Relationship and evolution in the *Daucus carota* complex. Israel Journal of Botany. 1983; 32: 51–65.
34. Iorizzo M., Senalik D., Ellison S., Grzebelus D., Cavagnaro P.F., Allender C., et al. Genetic structure and domestication of carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*) (Apiaceae). Am.J. Bot. 2013; 100: 930–938. 10.3732/ajb.1300055.
35. Leunov V.I., Sokolova L.M., Beloshapkina O.O., Khovrin A.N. Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. And factors influencing it. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 624(1): 234.
36. Miller Ph. The gardener's dictionary. 19358: 280–282.
37. Peterson C.E., Simon P.W. Carrot Breeding. In: Basset MJ (ed) Breeding vegetable crops. AVI Publishing Company, Westport. 1986; 321–356.
38. Rubatzky V.E. Carrots and Related Vegetable Umbelliferae. Quiros C.F. and Simon P.W. CABI Publishing. 1999: 294.
39. Sáenz Lain C. Research on *Daucus* L. (Umbelliferae). Annales sel Instituto Botanico A.J. Cavanilles. 1981; 37: 481–534.
40. Saenz de Rivas C. The anatomy of the fruit of *Daucus carota* L. Rev. gen. bot. 1973; 80: 201–207.
41. Vavilov N.I. Origin and Geography of Cultivated Plants. New York, NY: Cambridge University Press. 1992.
42. Vaughan J.G., Geissler C.A. The new Oxford book of food plants. Oxford University Press, Oxford. Phylogeny and relationships in *Daucus* based on restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) of the chloroplast and mitochondrial genomes. Euphytica. 2009; 105: 183–189.
43. Vilmorin R.L. The improvement of strains of vegetables. J. Roy. Hort. Soc. 81; 8: 1956.
44. Benech Arnold R.L., Fenner M., Edwards P.J. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. New Phytologist. 1991; 118; 2: 339–347.

45. *Vandelook F., Janssens S.B., Probert R.J.* Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae. *New Phytologist*. 2012; 195: 479–487 DOI: 10.1111/j.1469–8137.2012.04172.x
46. *Necajeva J., Ievinsh G.* Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). *Estonian Journal of Ecology*. 2013; 62: 150–161 (doi.org/10.3176/eco.2013.2.06)
47. *Verdu M.* Tempo, mode and phylogenetic associations of relative embryo size evolution in angiosperms. *Journal of Evolutionary Biology*. 2006; 19: 625–634.
48. *Rees M.* Evolutionary ecology of seed dormancy and seed size. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 1996; 351: 1299–1308.

**Бухаров Александр Федорович**, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник группы семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» (ФГБНУ ВНИИО) (140153, Московская обл., Раменский р-он, д. Верея, стр. 500; e-mail: afb56@mail.ru).

**Еремина Надежда Александровна**, младший научный сотрудник группы семеноведения и первичного семеноводства овощных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» (ФГБНУ ВНИИО) (140153, Московская обл., Раменский р-он, д. Верея, стр. 500; e-mail: galanova.nadejda@yandex.ru).

**Леунов Владимир Иванович**, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры овощеводства института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vileunov@mail.ru).

**Соколова Любовь Михайловна**, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» (ФГБНУ ВНИИО) (140153, Московская обл., Раменский р-он, д. Верея, стр. 500; e-mail: lsokolova74@mail.ru).

**Aleksandr F. Bukharov**, DSc (Ag), Chief Research Associate, the Group of Seed Science and Primary Seed Production of Vegetable Crops, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch of Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production (building 500, Vereya, Ramenskiy district, Moscow region (140153, Russian Federation; E-mail: afb56@mail.ru).

**Nadezhda A. Eremina**, Junior Research Associate, the Group of Seed Science and Primary Seed Production of Vegetable Crops, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch of Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production (building 500, Vereya, Ramenskiy district, Moscow region (140153, Russian Federation; E-mail: galanova.nadejda@yandex.ru).

**Vladimir I. Leunov**, DSc (Ag), Professor, the Department of Vegetable Crop Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127550, Russian Federation; E-mail: vileunov@mail.ru).

**Lyubov M. Sokolova**, PhD (Ag), Key Research Associate, the Department of Breeding and Seed Production, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch of Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production (building 500, Vereya, Ramenskiy district, Moscow region (140153, Russian Federation; E-mail: lsokolova74@mail.ru).