

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-26-30>

УДК 635.782:631.526.323:57.087.1

А.Ф. Бухаров<sup>1</sup>,  
В.А. Харченко<sup>2</sup>, Н.А. Еремина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)  
140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)  
143072, РФ, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

\*Автор для переписки:  
kharchenkoviktor777@gmail.com

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

**Для цитирования:** Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А. Особенности проявления морфометрических параметров семян в популяциях кервеля овощного (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.). *Овощи России*. 2022;(2):26-30. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-26-30>

**Поступила в редакцию:** 01.04.2022

**Принята к печати:** 14.04.2022

**Опубликована:** 25.04.2022

Alexander F. Bukharov<sup>1</sup>, Viktor A. Kharchenko<sup>2</sup>,  
Nadezhda A. Eremina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center"  
p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)  
14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russian Federation

\*Correspondence Author: afb56@mail.ru

**Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Author contributions:** All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

**For citations:** Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A. Features of the manifestation of morphometric parameters of seeds in populations of vegetable chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(2):26-30. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-26-30>

**Received:** 01.04.2022

**Accepted for publication:** 14.04.2022

**Published:** 25.04.2022

# Особенности проявления морфометрических параметров семян в популяциях кервеля овощного (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm)



## Резюме

Изучены морфометрические параметры семян у образцов кервеля обыкновенного (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) селекции ФГБНУ ФНЦО. Показана изменчивость линейных размеров семени, эндосперма и зародыша, значения индексов  $I_{зэ}$ ,  $I_{зс}$  и  $I_{эс}$ . Дан анализ корреляционных связей между ними. Исследования выполнены во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО. Семена сорта Ароматный (стандарт) имели длину  $7,12 \pm 0,146$  мм. Существенно меньший размер семени у сорта Огородник ( $6,56 \pm 0,158$  мм) и образца №21 ФНЦО – на 8,0 и 27,0% меньше стандарта. Семена существенно большего размера – у образцов №24 ФНЦО и №22 ФНЦО, на 3,0-18,0% выше контроля. Длина эндосперма у стандарта составляла  $5,20 \pm 0,121$  мм. Самый маленький его размер отмечен у образца №21 ФНЦО – на 7,1% меньше контроля. Существенно превышали стандарт по длине эндосперма три образца, в том числе №20 ФНЦО – при 5% уровне значимости, №22 ФНЦО и Огородник – при 1% уровне значимости. Длина зародыша у сорта Ароматный –  $1,54 \pm 0,119$  мм. Образцы Огородник и №21 ФНЦО имели зародыш существенно меньше стандарта на 14,3 и 10,4%, больше стандарта – образцы №24 ФНЦО и №22 ФНЦО – на 17,5-44,2%. Коэффициент вариации (V, %) для параметра длина семени изменялся от 9,17% до 12,3%, для длины эндосперма – от 8,35% до 14,6, а для зародыша – от 20,1 до 34,8%. Индекс  $I_{зс}$  изменялся от 0,195 до 0,266. Индекс  $I_{эс}$  изменялся от 0,707 до 0,930. Тесная связь (0,675-0,863), отмечена между длиной семени и длиной эндосперма с отклонениями в сторону уменьшения до значения 0,265 у образца №21 ФНЦО и сорта Диетический. Представленная информация свидетельствует о значительной изменчивости морфометрических параметров, ее можно использовать для углубленной характеристики качества семян, обоснования технологии праймирования.

**Ключевые слова:** кервель, сорта, семя, эндосперм, зародыш, морфометрия

# Features of the manifestation of morphometric parameters of seeds in populations of vegetable chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm)

## Abstract

The morphometric parameters of the internal structure of seeds in seven representatives of the common chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) were studied. The variability of the linear dimensions of the seed, endosperm and embryo, the values of the indices  $I_{zE}$ ,  $I_{zS}$  and  $I_{ES}$  are shown. The analysis of correlation connections between them is given. The studies were carried out at VNIIO, a branch of the FGBNU FSVC. Seeds of the variety Aromatny (standard) had a length of  $7.12 \pm 0.146$  mm. Significantly smaller seeds had two accessions, variety Ogorodnik ( $6.56 \pm 0.158$  mm) and No. 21, which is 8.0 and 27.0% less than standard. Seeds of a significantly larger size, including No. 24 and No. 22, respectively, by 3.0-18.0% higher than control. The endosperm length of the standard was  $5.20 \pm 0.121$  mm. The smallest size of the endosperm was noted in sample No. 21, which is 7.1% less than the control. Three samples significantly exceeded the standard (by 7.5-16.5%) in terms of the length of the endosperm, including samples No. 20 and variety Ogorodnik. The length of the embryo in the Aromatny variety is  $1.54 \pm 0.119$  mm. Samples of variety Ogorodnik and No. 21 had an embryo significantly less than the standard by 14.3 and 10.4%. Significantly larger embryos were found in samples No. 24 and No. 22, which is 17.5-44.2% higher than control. The coefficient of variation (V, %) for the parameter seed length varied from 9.17% to 12.3%, for the endosperm length from 8.35% to 14.6%, and for the embryo from 20.1 to 34.8%. The  $I_{zS}$  index varied from 0.195 to 0.266. The  $I_{ES}$  index varied from 0.707 to 0.930. A close relationship (0.675-0.863) was noted between the length of the seed and the length of the endosperm, with downward deviations to a value of 0.265 in sample No. 21 and Dietichesky variety. The presented information on the example of chervil seeds indicates a significant variability of morphometric parameters. The data obtained can be used for an in-depth characterization of seed quality, substantiation of priming technology.

**Keywords:** chervil, varieties, seed, endosperm, germ, morphometric parameters

### Введение

**К**ервель обыкновенный (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) – травянистое растение семейства Сельдерейные (Ariaceae). Невысокие (50-60 см.) растения имеют округлый или слаборебристый стебель и перистые многократно рассеченные листья на длинных черешках. Цветки мелкие белые или бледно-розовые собраны в зонтики (рис.). Плод – двусемянка. Масса 1000 семян 0,4-0,6 г.

В диком виде кервель широко распространен на юге России. В культуре кервель выращивают в качестве пряно-ароматического растения. Кервель обыкновенный имеет очень короткий вегетационный период. Цветение, как правило, начинается в конце мая – начале июня. К уборке зелени можно приступать через месяц после появления всходов. Созревание плодов наступает в августе. Растение теневыносливое, холодостойкое, предпочитает легкие, хорошо дренированные почвы [1].

В пищу употребляют листья (как правило, в свежем виде), содержащие эфирное масло, основной компонент которого анетол. Аромат очень нежный и быстро улетучивается, поэтому добавлять его в качестве пряности необходимо в самый последний момент. Зелень кладут в салаты, соусы, супы. Кервель удачно сочетается с кисломолочными продуктами – творогом, сыром. Это высоковитаминное растение содержит каротин, витамин С, апиин. В диетическом питании его рекомендуют при заболеваниях печени, почек, желчного пузыря [2].

Морфометрические параметры внешнего строения семян и их варибельность привлекали внимание исследователей [3, 4]. Широко известны попытки связать пропорции (длины, ширины и толщины) семени и их изменчивости с посевными качествами [5]. Достижения цифровых технологий изучения морфометрии разнокачественности семян способствует автоматизации процесса [6].

Для большинства представителей семейства Зонтичные свойственны семена с недоразвитым зародышем [7]. Известно проявление разнокачественности семян по степени развития внутренних морфологических элементов семени – длине зародыша и эндосперма [8, 9]. С этим явлением связаны многие негативные качества, такие как замедленное прорастание, покой, недолговечность и другие [10].

### Цель и задачи

Изучить специфику изменчивости основных линейных параметров семян (длину семени, эндосперма и зародыша), значения индексов  $I_{3/э}$ ,  $I_{3/с}$  и  $I_{э/с}$  и корреляционные связи между ними у семи образцов кервеля овощного.

### Материал и методы

Объектом исследований служили семена селекционных образцов кервеля овощного ФНЦО и районированных сортов.

Семена для морфометрического анализа сначала замачивали в растворе гипохлорита натрия (14 %) в течение 1 часа, 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 видеоокуляр DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при

увеличении Ч40 с использованием программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386) [11].

Повторность опыта четырехкратная. В каждой повторности измеряли не менее 30 семян.

В процессе анализа экспериментальных данных рассчитывали индексы  $I_{э/с}$ ,  $I_{3/э}$ ,  $I_{3/с}$  характеризующие соответствующие отношения длины семени, эндосперма и зародыша [12, 13]. Для градации параметра  $I_{3/э}$  система классов с десятичным интервалом [14, 13, 11]. Различия между значениями параметров изученных образцов считали статистически значимыми при  $P \leq 0,05$  и  $P \leq 0,01$  [15].

### Результаты исследований и обсуждение

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 2021 год, включено 7 сортов кервеля [16]. В частном секторе распространено большое количество местных форм, принципиально отличающихся друг от друга гладкой или кудрявой формой листовой пластинки. Исследования свидетельствуют о перспективности обогащения кервеля селеном с целью получения функционального продукта с повышенным содержанием микроэлемента [17].

Использованный в качестве стандарта сорт Ароматный – среднеспелый, срезку зелени проводят через 30-50 суток, а уборку семян через 110-130 суток после посева. Растение с цельными, волнистыми листьями. Урожайность зеленой массы 1,2-2,2 кг/м<sup>2</sup>.

В Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) в 2021 году создан новый сорт кервеля Огородник. Сорт получен методом индивидуально-селекционного отбора с последующим закреплением основных морфологических и хозяйственно ценных признаков. Исходное дикорастущее растение выделено в Краснодарском крае, станица Калининская в 2010 году. Сорт среднеспелый. Период от полных всходов до хозяй-



**Рис. Кервель обыкновенный, сорт Огородник, фаза хозяйственной годности**  
**Fig. *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., cv. Ogorodnik**

ственной годности – 45-50 суток; до начала цветения – 70-75 суток. Розетка листьев промежуточная, высотой 45-50 см. Лист среднего размера, зелёной окраски, гладкий. Цветки белые. Урожайность зелёной массы 2,4 кг/м<sup>2</sup>. Сорт характеризуется высоким антиоксидантным статусом. Холодостойкий. Рекомендуется для использования свежих листьев (до цветения) в качестве пряной приправы в домашней кулинарии, при консервировании и засолке (рис.)

Изученные образцы кервеля, как правило, существенно отличались между собой и от стандарта по всем изученным параметрам, в том числе по длине семени – от 5,20±0,112 мм до 8,44±0,181 мм, длине эндосперма – от 4,83±0,158 мм до 6,06±0,113 мм и длине зародыша – от 1,32±0,071 мм до 2,22±0,099 мм (табл. 1).

Семена сорта Ароматный (стандарт) имели длину 7,12±0,146 мм. У сорта Диетический этот показатель (7,15±0,197 мм) незначительно отличался от стандарта. Семена существенно меньшего размера имели два образца: сорт Огородник (6,56±0,158 мм; P≤0,05) и №21 ФНЦО (5,20±0,112 мм; P≤0,01), что на 8,0 и 27,0% меньше стандарта. Два образца имели семена существенно большего размера, в том числе №24 ФНЦО (7,34±0,157 мм; P≤0,05) и №22 ФНЦО (8,44±0,181 мм; P≤0,01), что соответственно на 3,0-18,0% выше контроля.

Длина эндосперма у стандарта составляла 5,20±0,121 мм, незначительно от него отличался сорт Диетический (5,22±0,147 мм) и образец №24 ФНЦО (5,19±0,129). Самый маленький размер эндосперма отмечен у образца №21 ФНЦО (4,83±0,158 мм; P≤0,05), что на 7,1% меньше контроля. Существенно превышали стандарт (на 7,5-16,5%) по длине эндосперма три образца, в том числе №20 ФНЦО (5,59±0,125) при 5% уровне значимости, а образец №22 ФНЦО (6,03±0,124) и сорт Огородник (6,06±0,113) – при 1% уровне значимости.

По длине зародыша сорта Ароматный (стандарт) занимал промежуточное положение 1,54±0,119 мм, несущественно от него отличались сорт Диетический (1,57±0,104 мм) и образец №20 ФНЦО (1,49±0,070 мм). Зародыш существенно меньшего размера имели сорт Огородник (1,32±0,071 мм; P≤0,05) и образец №21 ФНЦО (1,38±0,089 мм; P≤0,05), что на 14,3 и 10,4% меньше стандарта. Два образца имели зародыш существенно большего размера,

в том числе №24 ФНЦО (1,81±0,149 мм; P≤0,01) и №22 ФНЦО (2,22±0,099 мм; P≤0,01), что соответственно на 17,5-44,2% выше контроля.

Длина зародыша (степень его развития) оказывает определяющее влияние на процесс прорастания семян овощных зонтичных культур [18]. Чем меньше зародыш, тем больше период его развития, предшествующий наклевыванию, особенно в экстремальных условиях [15, 19, 20, 21].

Недоразвитый зародыш склонность семян впасть в состояние покоя под влиянием высокой температуры, испытывает угнетающее воздействие аллелопатически активных веществ, содержащихся в плодовой оболочке и других факторов [22-26].

Усиленное ветвление и особенности архитектуры семенных растений, негативные экологические, агротехнические, наследственные факторы, и особенно их сочетание может приводить к недоразвитию зародыша и как следствие к снижению посевных качеств семян [12, 15]. Одной из важных причин дегенерации зародыш и семени овощных зонтичных культур является повреждение их щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) и другими сосущими вредителями, а также нарушение процесса опыления и недостаток опылителей [27-29]. Для повышения всхожести таких семян наиболее эффективно яровизирующее воздействие пониженной температуры [19, 20].

Коэффициент вариации (V, %) для параметра длина семени изменялся от 9,17% у стандарта до 12,3% у сорта Диетический. Для длины эндосперма коэффициент вариации изменялся от 8,35% сорта Огородник до 14,6% у образца №21 ФНЦО. Вариабельность этих показателей можно оценивать, как низкая или средняя. Значительно большей изменчивостью отличался зародыш, коэффициент вариации которого находился в пределах от 20,1% у образца №22 ФНЦО до 34,8% у сорта Ароматный (стандарт).

Значение имеет не только абсолютная, но и относительная длина зародыша, последняя, иногда может играть решающую роль. Индекс I<sub>з/э</sub> (который рассчитывают, как отношение длины зародыша к длине эндосперма) изменялся от 0,218 у сорта Огородник до 0,369 у образца №22 ФНЦО. Сорт Ароматный (стандарт) по этому параметру (0,296) занимал промежуточное значение (табл. 2).

**Таблица 1. Сортоспецифика основных линейных параметров семян**  
**Table 1. Varietal specifics of the main linear parameters of seeds**

Название и происхождение образца	Длина семени, мм		Длина эндосперма, мм		Длина зародыша, мм	
	X <sub>ср</sub> ±S <sub>ср</sub>	V, %	X <sub>ср</sub> ±S <sub>ср</sub>	V, %	X <sub>ср</sub> ±S <sub>ср</sub>	V, %
Ароматный (St.)	7,12±0,146	9,17	5,20±0,121	10,4	1,54±0,119	34,8
Огородник	6,56±0,158*	10,8	6,06±0,113**	8,35	1,32±0,071*	24,0
Диетический	7,15±0,197	12,3	5,22±0,147	12,6	1,57±0,104	29,5
№ 20 ФНЦО	7,64±0,201*	11,9	5,59±0,125*	9,97	1,49±0,070	21,0
№ 21 ФНЦО	5,20±0,112**	9,68	4,83±0,158*	14,6	1,38±0,089*	28,9
№ 22 ФНЦО	8,44±0,181**	9,60	6,03±0,124**	9,22	2,22±0,099**	20,1
№ 24 ФНЦО	7,34±0,157*	9,56	5,19±0,129	11,0	1,81±0,149**	29,5

\* различия со стандартом существенны при 5% уровне значимости

\*\* различия со стандартом существенны при 1% уровне значимости

Таблица 2. Значение индексов  $I_{3/3}$ ,  $I_{3/С}$  и  $I_{Э/С}$  семян различных образцов  
 Table 2. The value of the indices  $I_{3/3}$ ,  $I_{3/С}$  и  $I_{Э/С}$  of seeds of various

Название образца	$I_{Э/С}$	$I_{3/С}$	$I_{3/3}$
Ароматный (St.)	0,730	0,216	0,296
Огородник	0,924	0,202	0,218
Диетический	0,730	0,220	0,301
№ 20 ФНЦО	0,732	0,195	0,266
№ 21 ФНЦО	0,930	0,266	0,286
№ 22 ФНЦО	0,714	0,264	0,369
№ 24 ФНЦО	0,707	0,246	0,348

Согласно оригинальной методике [14] и последующего ее совершенствования была разработана система градации параметра  $I_{3/3}$  на десять классов с десятичным интервалом. В соответствии с методикой [13, 11] семена образцов №22 ФНЦО, №24 ФНЦО и близкого к ним сорта Диетический можно отнести к четвертому классу. Все остальные образцы, включая и стандарт, соответствуют только третьему классу. Следует отметить, что у изученных образцов кверлея наиболее крупные зародыши в физическом и относительном выражении совпадали, что бывает далеко не всегда [19-21, 30].

Индекс  $I_{3/С}$  (отношение длины зародыша к длине семени) изменялся от 0,195 у образца №20 ФНЦО до 0,266 у образца №21 ФНЦО. Индекс  $I_{Э/С}$  (который показывает отношение длины эндосперма к длине семени и в значительной степени характеризует выполненность семян) изменялся от 0,707 у образца № 24 ФНЦО до 0,930 у образца №21 ФНЦО и близкого к нему сорта Огородник (0,924). Последние два образца представляют наибольший интерес по этому показателю.

Корреляционный анализ свидетельствует, что тесная связь (0,675-0,863), как правило, наблюдается между длиной семени и длиной эндосперма (табл. 3). Однако в этой паре отмечены резкие отклонения в сторону уменьшения коэффициента корреляции ( $r$ ) до значения 0,265 у образца №21 ФНЦО и сорта Диетический.

По значению коэффициент корреляции между длиной семени и длиной зародыша образцы разделились на две группы. У образцов первой группы (сорт Огородник, № 24 ФНЦО, сорт Ароматный) отмечен низкий коэффициент корреляции (0,258-0,380). Во второй группе, в которую входили образцы №21 ФНЦО, №20 ФНЦО, №21 ФНЦО, №22 ФНЦО и

сорт Диетический, связь между длиной семени и длиной зародыша практически отсутствовала, поскольку коэффициент корреляции приближался к нулю.

Значения коэффициента корреляции между длиной эндосперма и длиной зародыша также были низкими, и изменялись от 0,127 у стандарта – сорта Ароматный до 0,422 у образца №24 ФНЦО.

Относительно низкая корреляционная связь длины зародыша с двумя другими параметрами была неоднократно зафиксирована у других овощных культур семейства зонтичные. И было высказано предположение, что причиной этого, по-видимому, является автономность, в том числе наследственного характера [13, 31].

### Заключение

Таким образом, представленная в работе информация на примере семян кверлея свидетельствует о значительной изменчивости морфометрических параметров, в том числе линейных размеров и индексов (физических и относительных значений). Эти знания могут быть использованы для дополнительно углубленной характеристики качества семян, обоснования технологии процесса праймирования и других методов предпосевной обработки семян. Рассмотренные в статье параметры следует воспринимать не только как сугубо морфологические, но и как наследственно обусловленные признаки, селекционное совершенствование которых может разрешить многие задачи, связанные с проблемой качества семян не только кверлея, но и других овощных сельдерейных культур.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции ( $r$ ) основных параметров семян  
 Table 3. Correlation coefficients ( $r$ ) of the main parameters of seeds

Название образца	Семя-эндосперм	Семя-зародыш	Эндосперм-зародыш
Ароматный (St.)	0,675	0,258	0,127
Огородник	0,675	0,258	0,127
Диетический	0,265	0,045	0,394
№ 20 ФНЦО	0,822	0,042	0,148
№ 21 ФНЦО	0,265	0,045	0,394
№ 22 ФНЦО	0,822	0,042	0,148
№ 24 ФНЦО	0,863	0,380	0,422

## Об авторах:

**Александр Федорович Бухаров** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник группы семеноведения центра селекции и семеноводства, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, Scopus ID 57193127775, Researcher ID J-6605-2018, [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Виктор Александрович Харченко** – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, автор для переписки, [kharchenkoviktor777@gmail.com](mailto:kharchenkoviktor777@gmail.com)

**Надежда Александровна Еремина** – младший научный сотрудник

## About the authors:

**Alexander F. Bukharov** – Doc. Sci. (Agriculture), Head of the laboratory of seed production and seed research, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, Scopus ID 57193127775, Researcher ID J-6605-2018, [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Viktor A. Kharchenko** – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Selection and Seed Production of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140> Correspondence Author, [kharchenkoviktor777@gmail.com](mailto:kharchenkoviktor777@gmail.com)

**Nadezhda A. Eremina** – Junior Researcher

## • Литература

1. Лудилов В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 196 с.
2. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряноароматические растения. М.: Агропромиздат. 1991. 287 с.
3. Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и продуктивность растений. М.: Колос, 1966. 160 с.
4. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
5. Макрушин Н.М., Макрушина Е.М., Шабанов Р.Ю., Есоян Е.А., Черемха Б.М. Семеноводство (методология, теория, практика). Симферополь: ИТ «Ариал», 2012. 556 с.
6. Мусаев Ф.Б., Прияткин Н.С., Архипов М.В., Щукина П.А., Бухаров А.Ф., Иванова М.И. Цифровая морфометрия разнокачественности семян овощных культур. *Картофель и овощи*. 2018;(6):35-37.
7. Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью. Новосибирск: Издательство Наука. 1975. 469 с.
8. Ткаченко, Ткаченко, Семена овощных и бахчевых культур. М.: Колос, 1977. 192 с.
9. Грушвицкий И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений. М.-Л.: Издательство АН СССР. 1961. 47 с.
10. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р. Изменчивость, корреляция и факторы формирования морфологических параметров семян укропа. *Овощи России*. 2017;(5):37-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-37-41>
11. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Морфометрия в системе тестирования качества семян. М.: Издательство ФГБНУ ФНЦО. 2020. 80 с.
12. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания. *Вестник Алтай ГАУ*. 2014;7(117):26-32.
13. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р., Разин О.А. Морфометрия зародыша как элемент системы тестирования качества семян укропа. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(72):63-66.
14. Necaeva J., Levinsh 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/eeco.2013.2.06](https://doi.org/10.3176/eeco.2013.2.06))
15. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Кинетика прорастания семян. Методы исследования и параметры. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2017;(2):5-19.
16. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.
17. Харченко В.А., Голубкина Н.А., Молдован А.И., Карузо Д. Обогащение кервеля селеном. *Овощи России*. 2021;(1):79-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>
18. Vandeloof 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.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x))
19. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах. *Овощи России*. 2012;(3):38-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-38-46>
20. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Температурный стресс и термопокой семян овощных зонтичных культур. особенности индукции, проявления и преодоления (часть I). *Овощи России*. 2013;(2):36-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-36-41>
21. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфометрия семян петрушки и сельдерея. *Картофель и овощи*. 2014;(5):34-36.
22. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;49(1):86-90.
23. Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorphic seeds of *Atriplex aucherii* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*. 2014;(27):103-107. ([doi:10.5958/j.2229-4473.27.1.017](https://doi.org/10.5958/j.2229-4473.27.1.017))
24. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150.
25. Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China South African. *Journal of Botany*. 2009;(75):537-545. ([doi:10.1016/j.sajb.2009.05.001](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.05.001))
26. Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. ([doi.org/10.1017/s096025851300010x](https://doi.org/10.1017/s096025851300010x))
27. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;10(120):19-25.
28. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Полосатый щитник – причина дегенерации семян овощных зонтичных культур. *Защита и карантин растений*. 2015;(8):26-29.
29. Бухаров А.Ф., Леунов В.И., Балеев Д.Н., Ховрин А.Н., Девятков А.Г., Бухарова А.Р. Беззародышевость семян моркови столовой как результат избирательного опыления (пчелы, шмели, мухи) и повреждений вредителем (щитник полосатый). *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2016;(4):5-16.
30. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Кашнова Е.В., Касаева Г.В., Иванова М.И., Разин О.А. Экологическая и сортовая изменчивость морфометрических параметров семян моркови. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37-40.
31. Бухаров А.Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор). *Овощи России*. 2020;(2):23-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-23-31>

## • References

1. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and rare vegetable crops (biology, cultivation, seed production). M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2009. 196 p. (In Russ.)
2. Mashanov V.I., Pokrovsky A.A. Spicy aromatic plants. Moscow: Agropromizdat. 1991. 287 p. 3. Ovcharov K. E., Kizilova E. G. Different quality of seeds and plant productivity. M.: Kolos, 1966. 160 p. (In Russ.)
4. Strona I.G. General seed science of field crops. M.: Kolos, 1966. 464 p. (In Russ.)
5. Makrushin N.M., Makrushina E.M., Shabanov R.Yu., Yesoyan E.A., Cheremkha B.M. Seed production (methodology, theory, practice). Simferopol: IT "Ariall", 2012. 556 p. (In Russ.)
6. Musaev F.B.O., Priyatkin N.S., Arkhipov M.V., Shchukina P.A., Bukharov A.F., Ivanova M.I. Digital morphometry of different quality of seeds of vegetable crops. *Potatoes and vegetables*. 2018;(6):35-37. (In Russ.)
7. Eremenko L.L. Morphological features of vegetable plants in connection with seed productivity. Novosibirsk: Nauka Publishing House. 1975. 469 p. (In Russ.)
8. Tkachenko, Tkachenko, Seeds of vegetable and melon crops. M.: Kolos, 1977. 192 p. (In Russ.)
9. Grushvitsky I.V. The role of underdevelopment of the embryo in the evolution of flowering plants. M.-L.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. 1961. 47 p. (In Russ.)
10. Bukharov A.F., Baleev D.A., Ivanova M.I., Buharova A.R. Variability, correlation and factors of formation of morphological parameters of dill seeds. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):37-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-37-41>
11. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Morphometry in the seed quality testing system. M.: Publishing house of the FGBNU FSVC. 2020. 80 p. (In Russ.)
12. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morphometry of different quality of seeds of vegetable umbrellae crops in the process of formation and germination. *Vestnik Altai GAU*. 2014;7(117):26-32. (In Russ.)
13. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Razin O.A. Embryo morphometry as an element of the dill seed quality testing system. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018;(72):63-66. (In Russ.)
14. Necaeva J., Levinsh 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/eeco.2013.2.06](https://doi.org/10.3176/eeco.2013.2.06))
15. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Kinetics of seed germination. Research methods and parameters. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2017;(2):5-19. (In Russ.)
16. State register of selection achievements approved for use. T.1. "Varieties of Plants" (official publication). M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2021. 719 p. (In Russ.)
17. Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Moldovan A.I., Caruso G. Biofortification of chervil with selenium. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):79-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-79-86>
18. Vandeloof 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.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x))
19. Baleev D.N., Buharov A.F. Specific vegetable seeds germination of umbelliferae cultures at different temperatures. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(3):38-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-38-46>
20. Buharov A.F., Baleev D.N. Temperature stress and thermo dormancy of vegetable seeds of Umbelliferae crops. Features of induction; manifestation and overcome. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(2):36-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-36-41>
21. Bukharov A.F., Baleev D.N. Morphometry of parsley and celery seeds. *Potatoes and vegetables*. 2014;(5):34-36. (In Russ.)
22. Bukharov A.F., Baleev D.N. Allelopathic activity in seeds of vegetable celery crops. *Agricultural biology*. 2014;49(1):86-90. (In Russ.)
23. Tongshun W., Hongling W., Lei W., Baoping S. Germination of heteromorphic seeds of *Atriplex aucherii* and its hormonal explanation. *Vegetos - An International Journal of Plant Research*. 2014;(27):103-107. ([doi:10.5958/j.2229-4473.27.1.017](https://doi.org/10.5958/j.2229-4473.27.1.017))
24. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 2008;65(2):145-150.
25. Sun H.Z., Lu J.J., Tan D.Y., Baskin J.M., Baskin C.C. Dormancy and germination characteristics of the trimorphic achenes of *Garhadiolus papposus* (Asteraceae), an annual ephemeral from the Junggar Desert, China South African. *Journal of Botany*. 2009;(75):537-545. ([doi:10.1016/j.sajb.2009.05.001](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.05.001))
26. Baskin J.M., Lu J.J., Baskin C.C., Tan D.Y. The necessity for testing germination of fresh seeds in studies on diaspore heteromorphism as a life-history strategy. *Seed Science Research*. 2013;(23):83-88. ([doi.org/10.1017/s096025851300010x](https://doi.org/10.1017/s096025851300010x))
27. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Damage to vegetable umbrellae crops by the striped shield (*Graphosoma lineatum* L.) as a factor in reducing the productivity and quality of seeds. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014;10(120):19-25. (In Russ.)
28. Baleev D.N., Bukharov A.F. The striped stink bug is the cause of seed degeneration in vegetable umbrellae crops. *Protection and quarantine of plants*. 2015;(8):26-29.
29. Bukharov A.F., Leunov V.I., Baleev D.N., Khovrin A.N., Devyatov A.G., Bukharova A.R. Germlessness of table carrot seeds as a result of selective pollination (bees, bumblebees, flies) and pest damage (striped stink bug). *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2016;(4):5-16. (In Russ.)
30. Bukharov A.F., Baleev D.N., Kashnova E.V., Kasaeva G.V., Ivanova M.I., Razin O.A. Ecological and varietal variability of morphometric parameters of carrot seeds. *Potatoes and vegetables*. 2019;(3):37-40. (In Russ.)
31. Bukharov A.F. Variability and heterogeneity of seeds: theory and practice (review). *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):23-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-23-31>