

ИЗМЕНЧИВОСТЬ, КОРРЕЛЯЦИЯ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН УКРОПА



VARIABILITY, CORRELATION AND FACTORS OF FORMATION OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF DILL SEEDS

Бухаров А.Ф.¹ – доктор с.-х. наук, вед. н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства
Балеев Д.Н.¹ – канд. с.-х. наук, ст. н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства
Иванова М.И.¹ – доктор с.-х. наук, главный н.с. группы зеленных культур
Бухарова А.Р.² – доктор с.-х. наук, проф., зам. декана агрономического факультета

¹ Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
140153, Россия, Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, стр. 500
E-mail: afb56@mail.ru, dbaleev@gmail.com

² ФГОУ ВО РГАЗУ
143900, Россия, Московская обл., г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1
E-mail: mail@rgazu.ru

Bukharov A.F.¹, Doctor of Sciences, Head of Research Group of Seed Research in Centre of Breeding and seed Production
Baleev D.N.¹, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher, Group of Seed Research in Centre of Breeding and seed Production
Ivanova M.I.¹, Doctor of Sciences, Principal Researcher in Group of Leafy Vegetables
Buharova A.R.², Doctor of Sciences, Professor, Deputy Dean of Agronomical Faculty

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Branch of the Federal Budget Scientific Institution, Federal Scientific Vegetable Centre
Veray, 500, Ramenskiy region, Moscow obl, 140153, Russia
E-mail: afb56@mail.ru, dbaleev@gmail.com

² RGZU
Yu. Fuchik St., 1, Balashikha, Moscow region, 143900, Russia
E-mail: mail@rgazu.ru

Проведено исследование влияния местоположения зонтика у укропа сорта Кентавр (*Anethum graveolens* L.) на линейные параметры семени. Семена укропа высевали на опытном поле ФГБНУ ВНИИО в 2015-2016 годах с целью производства семян. Выбирали 30 растений в трехкратной повторности для каждого варианта случайным образом и срезали зонтики в соответствии со схемой опыта. Проведены измерения длины семени, зародыша и эндосперма из зонтиков, расположенных на побегах первого, второго порядков ветвления и контроля. Выявлено, что средние значения длины элементов семени (3,85-3,43 мм), эндосперма (3,37-2,99 мм) и зародыша (1,00-0,77 мм) укропа изменялись в значительных пределах и зависели от архитектоники семенного растения и экологических условий. Длина эндосперма в среднем составляла 88-89% от длины семени. Длина зародыша в соцветиях первого порядка составляла 26% от длины семени и 30% длины эндосперма, а в зонтиках второго порядка на 5 и 6% ниже. На длину семени и эндосперма основное влияние оказывали условия выращивания (77% и 81% соответственно), а на длину зародыша – матричный фактор (92%). Корреляционный анализ показал, что влияние длины семени на длину эндосперма имело высокую положительную зависимость ($r = 0,961-0,978$). Между длиной зародыша и длиной семени; а также длиной зародыша и длиной эндосперма отмечена слабая взаимосвязь ($r = 0,050-0,314$ и $0,066-0,325$ соответственно).

Ключевые слова: укроп, *Anethum graveolens* L., архитектура семенного растения, структура семян, семя, эндосперм, зародыш.

Для цитирования: 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. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-37-41

The study was performed to discover the effect of the location of umbel in 'Centaur' variety (*Anethum graveolens* L.) on the linear parameters of the seed. The seeds were sown on the experimental field of the FGBNU VNIIO in 2015-2016 and grown for seed production. 30 plants were selected in three-fold repetition for each variant at random, and umbels were cut in accordance with the experimental design. Then, the length of the seed, embryo and endosperm from umbels, located on the stalks of first, second orders of branching and controls were measured. It was found that the mean lengths of the elements of the seed (3.85 - 3.43 mm), endosperm (3.37 - 2.99 mm) and embryo (1.00 - 0.77 mm) of dill varied considerably and depended on architectonics of a seed plant and environment. The length of the endosperm averaged 88-89% of the length of the seed. The length of the embryo in the inflorescences of the first order was 26% of the length of the seed and 30% of the length of the endosperm, and in umbels of the second order was 5 and 6% lower. The length of the seed and endosperm was mainly influenced by growing conditions (77% and 81%, respectively), and the length of the embryo - the maternal factor (92%). Correlation analysis showed that the influence of the length of the seed on the length of the endosperm had a high positive dependence ($r = 0.961-0.978$). Between the length of the embryo and the length of the seed; Also the length of the embryo and the length of the endosperm, a weak linkage was observed ($r = 0.050-0.314$ and $0.066-0.325$ respectively).

Key words: dill, *Anethum graveolens* L., seed plant architectonics, seed structure, seed, endosperm, embryo.

For citation: Bukharov A.F., Baleev D.N., 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.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-37-41

Введение

У многих видов растений выявлено значительное варьирование размера семян [1, 2]. Разнокачественность семян распространена в таких семействах как *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Apiaceae* и *Brassicaceae* [1, 3, 4]. Для некоторых видов характерна дискретная и даже альтернативная изменчивость конкретных размеров, например, *Danthonia spicata* [5], *Heterosperma pinnatum* [6]. Другие демонстрируют непрерывное варьирование размера семян (*Rubus ulmifolius* [7], *Raphanus raphanistrum* [8], *Rubus chamaemorus* [9]). Многие авторы предполагают, что разнокачественность семян является следствием адаптации [6, 10, 11, 12], и развивалась как стратегия хеджирования в ответ на гетерогенность среды [13, 14].

Известно, что размер семян является одним из наименее изменчивых признаков у растений [15]. Тем не менее, семена часто демонстрируют значительную фенотипическую пластичность в ответ на условия окружающей среды, при которых они развиваются на материнском растении [16]. Разнокачественность семян может быть вызвана условиями внешней среды, матричными факторами и их сочетаниями. Материнские эффекты, являясь одной из форм фенотипической пластичности, могут проявляться в ряду поколений [17]. Эти изменения в развитии не являются наследственными, и их нельзя отнести к генетическим вариациям [18]. Теоретически эти модификационные изменения должны приносить пользу потомству, учитывая, что они получают экологические сигналы, аналогичные тем, которые испытывали материнские растения [17]. Напрямую материнские эффекты физические признаки меняют фенотипические признаки потомков во время их развития на материнском растении (цитоплазматические воздействия или размер семян). В то время как косвенно материнские эффекты изменяют фенотип потомков и позже в процессе их автономного развития регулируют темп роста, который коррелирует с размером семян [19].

Высокие температуры приводят к формированию мелких семян у сорго [20] и пшеницы [21]. Высокий уровень питания, как правило, приводит к формированию более крупных семян [22]. Засуха [23, 24], а также конкуренция [25] между соседними растениями уменьшают массу семени. Однако определенные места в пределах соцветия способны обеспечить более благоприятную микросреду или доступ к ресурсам [26, 27].

Укроп (*Anethum graveolens* L.) относится к семейству Сельдереиные (*Apiaceae*). Растения

этого семейства характеризуются растянутым цветением и созреванием семян в зонтиках, и всхожесть их зависит от местоположения зонтика на побегах различного порядка ветвления [28]. Изучено влияние местоположения семян, происходящих из первичных, вторичных и третичных зонтиков, на их всхожесть [29, 30]. При семеноводстве овощных культур требуют особого внимания физические [31], физиологические [32], фитосанитарные [33, 34] и генетические [35] свойства семян, чтобы фермеры получали качественные семена соответствующих культур и сортов.

Цель работы: изучить изменчивость линейных параметров семян (в том числе эндосперма и зародыша) укропа в зависимости от архитектуры и погодных условий в процессе выращивания семенных растений.

Методика исследования

Исследования проводили в 2015-2016 годах в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства», Московская область. По природно-климатическому районированию место проведения исследований относится к южной лесной зоне европейской провинции центральной части русской равнины. Среднегодовая температура воздуха 3,8°C. Среднегодовое количество осадков за год составляет 539 мм. Почвы – аллювиально-луговые среднесуглинистого гранулометрического состава. Характеризуются низким уровнем грунтовых вод. Пахотный слой имеет высокую степень насыщенности основаниями и с небольшой гидролитической кислотностью. Почва с мощным гумусовым слоем (60-80 см). Содержание гумуса в пахотном слое более 0,2-0,24%. Содержание обменного калия и подвижного фосфора – среднее.

Объектом исследований служили плоды семени укропа *Anethum graveolens* L. сорта Кентавр селекции ФГБНУ ВНИИО разных порядков ветвления. Схема опыта: 1 – семена со всего растения (контроль); 2 – семена с зонтиков первого порядка; 3 – семена с зонтиков второго порядка.

Семена получены с растений укропа, выращенных в открытом грунте в условиях Московской области. Растения выращивали на естественном почвенном фоне. Посев семян проводили во второй декаде мая рядами по схеме 45х10 см. Глубина заделки семян 1,5 см. Нормы высева 1-2 г/м². Площадь делянки 10 м², делянки размещены рандомизированным методом. Повторность опыта трехкратная.

Начало цветения первого порядка отмечено 25 июня 2015 года и 1 июля 2016 года; второго порядка – 1 июля 2015 года и 10 июля 2016 года. Уборку семян проводили на 50 суток

после цветения зонтиков первого порядка. Выбирали 30 растений в трехкратной повторности для каждого варианта и срезали зонтики в соответствии со схемой опыта. В течение 1-2 суток проводили подготовку семян к дальнейшему анализу.

Измерение длины семени и эндосперма проводили с использованием штангенциркуля (ГОСТ 166-89). Длину зародыша определяли с использованием микроскопа Levenhuk 670T (Levenhuk, США) и видеоокуляра DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при увеличении х40, с помощью программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386). Для этого семена замачивали в 14% водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 ч. После чего семена промывали в проточной воде и выкладывали на смоченную дистиллированной водой фильтровальную бумагу. Анализировали последовательно длину каждого семени, эндосперма (продольный разрез) и зародыша (выделяли путем разрезания семени). Повторность опыта шестикратная, в каждой повторности по 100 семян.

Результаты исследования

Анализ длины семян укропа показал, что семена, полученные соцветий первого порядка, имели наибольшую длину, которая варьировала от 3,66 до 4,04 мм в зависимости от года исследования. В среднем длина семени в первом порядке составила 3,85 мм, что на 0,28 мм выше контроля и на 0,42 мм выше длины семени сформированного на втором порядке. Длина эндосперма имела аналогичную тенденцию, как и в случае с семенем. При этом максимальная длина эндосперма была зафиксирована в семенах с первого порядка в 2016 году и составила 3,58 мм. В среднем за годы исследований длина эндосперма в семенах первого порядка составила 3,37 мм, что на 0,22 мм выше контроля и на 0,38 мм выше второго порядка (рис. 1).

Одним из ключевых эндогенных факторов, влияющих на качество семян зонтичных культур, является морфологическое недоразвитие зародыша [29]. Независимо от времени созревания семян на материнском растении недоразвитие зародыша сохраняется. Процесс доразвития зародыша протекает уже после отделения семени, если оно попадет в условия достаточной влажности и благоприятной температуры [36]. Это накладывает особые требования на работу исследователя с семенами данных культур (рис. 2).

Анализ длины зародыша в семенах разных порядков показал сходную тенденцию. Так, длина зародыша в семенах первого порядка составляла 0,96-1,04 мм, что на 0,10-0,17 и 0,21-0,36 мм выше контроля и второго порядка соответственно. Коэффициент вариации

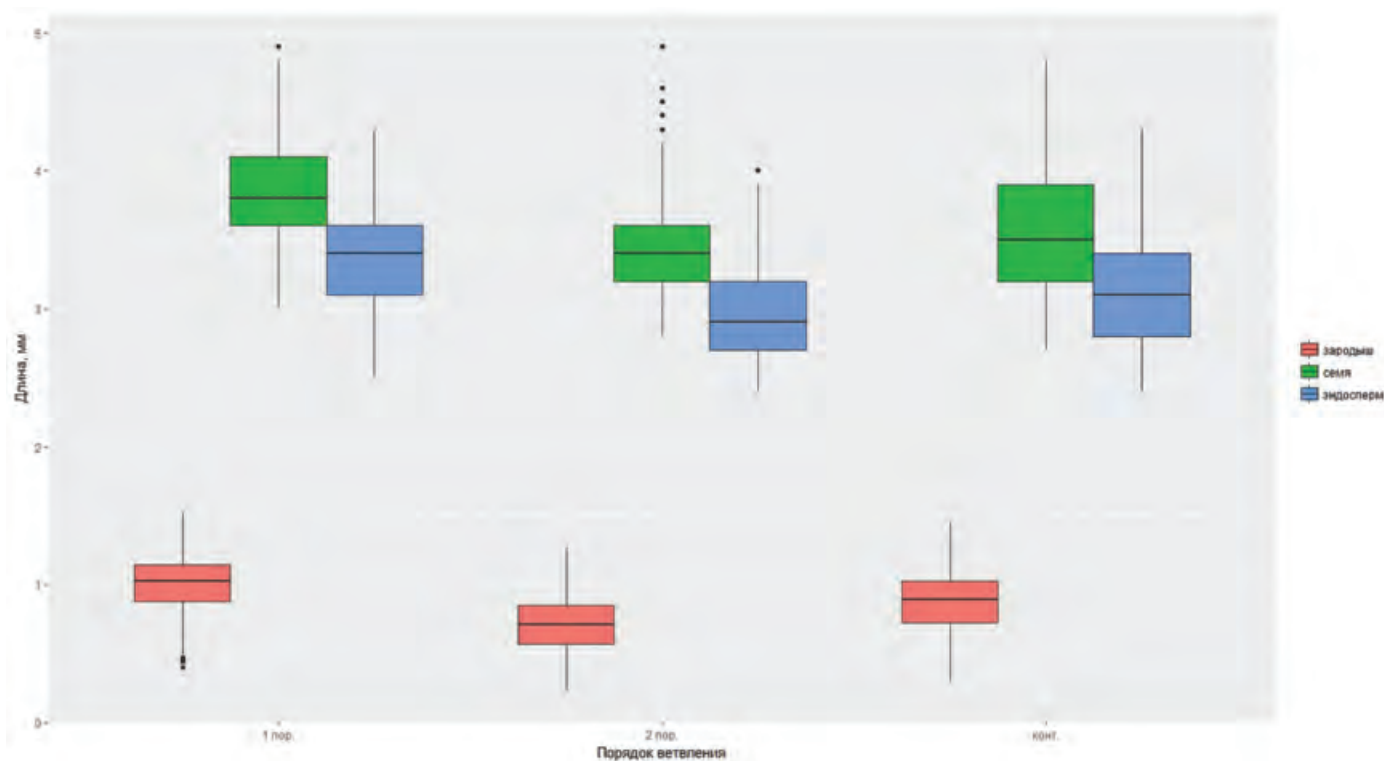


Рис. 1. Морфометрические показатели семени укропа сорта Кентавр в зависимости от архитектуры семенного растения.

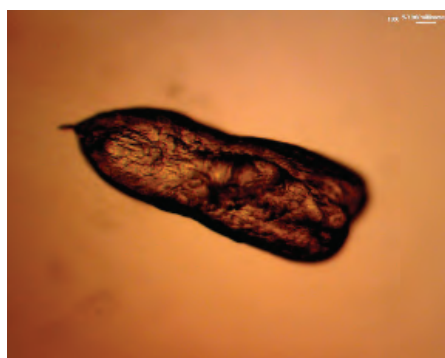
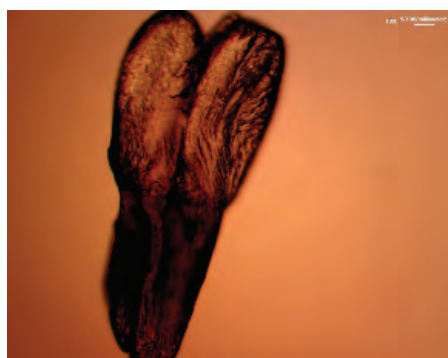


Рис. 2. Зародыш укропа, выделенный из семян первого порядка (~ 0,95 мм) и второго порядка (~ 0,75 мм) (увеличение $\times 100$).

длины семени изменялся в пределах 10-12% в зависимости от варианта исследования с максимумом в контроле. Длина эндосперма также варьировала в пределах 11-13% с максимумом в контроле. Коэффициент вариации длины зародыша в семенах первого и второго порядка составлял 19 и 27% соответственно, а в контрольном варианте – 26%.

Исследования показали, что длина эндосперма в среднем составила 88% от длины семени, а длина зародыша около 24 и 28% от длины семени и эндосперма соответственно. Однако анализ показал, что длина зародыша в семенах первого порядка составила 26 и 30% от длины семени и эндосперма, а зародыш в семенах второго порядка 21 и 24% соответственно.

Корреляционный анализ взаимосвязей основных элементов семени укропа показан на рисунке 3.

Отмечена тесная положительная связь между длиной семени и эндоспермом, при этом коэффициент корреляции Пирсона составлял для первого порядка $r = 0,961$ ($t = 120,1$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$), для второго порядка: $r = 0,971$ ($t = 141,1$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$) и для контроля: $r = 0,978$ ($t = 163,33$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$). Проведенный анализ зависимости длины зародыша от длины семени и эндосперма показал, что для первого, второго порядков и контроля коэффициент корреляции составлял $r = 0,314$ ($t = 11,45$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$), $r = 0,049$ ($t = 1,71$; $p\text{-value} = 0,0866$), $r = 0,248$ ($t = 8,84$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$) и $r = 0,325$ ($t = 11,90$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$), $r = 0,066$ ($t = 2,28$; $p\text{-value} = 0,022$), $r = 0,266$ ($t = 9,56$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$). Коэффициент корреляции взаимосвязи длины семени, эндосперма и зародыша в зависимости от порядка ветвления составлял $r = -0,505$ ($t = -28,64$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$), $r = -0,484$ ($t = -27,11$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$) и $r = -0,592$ ($t = -35,97$; $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$) соответственно.

Дисперсионный анализ влияния некоторых факторов на изменение длины семян укропа представлен в таблице.

Анализ показал, что экологический фактор имеет высокое влияние на длину семени и эндосперма, при этом средний квадрат составлял: 1,98 (77% ($F = 286,1$; $P = < 2 \times 10^{-16}$)) и 1,98 81% ($F = 267,1$; $P = < 2 \times 10^{-16}$), а эффект матрикального фактора снижен, при этом средний квадрат составлял: 0,56 до 23% ($F = 80,2$; $P = 9,2 \times 10^{-13}$) и 0,44 18% ($F = 59,2$; $P = 3,9 \times 10^{-11}$) соответственно.

На длину зародыша основное влияние оказывал матрикальный эффект, средний квадрат составляет 0,24 ($F = 445,7$; $P = < 2 \times 10^{-16}$), экологический 0,0009 ($F = 1,7$; $P = 0,21$), а взаимодействие этих факторов 0,018 ($F = 32,6$; $P = 3,0 \times 10^{-8}$).

Показатели линейных размеров зародыша, эндосперма, семени, и степень их изменчивости могут быть использованы для дополнительной характеристики партии семян. Знания о морфологической разноточности семян следует учитывать при их выращивании, сортировке, хранении и предпосевной доработке. Архитектоника семенного растения укропа, степень зрелости семян определяют линейные размеры зародыша, оказывая существенное влияние на явление покоя, скорость доразвития зародыша и основные параметры качества

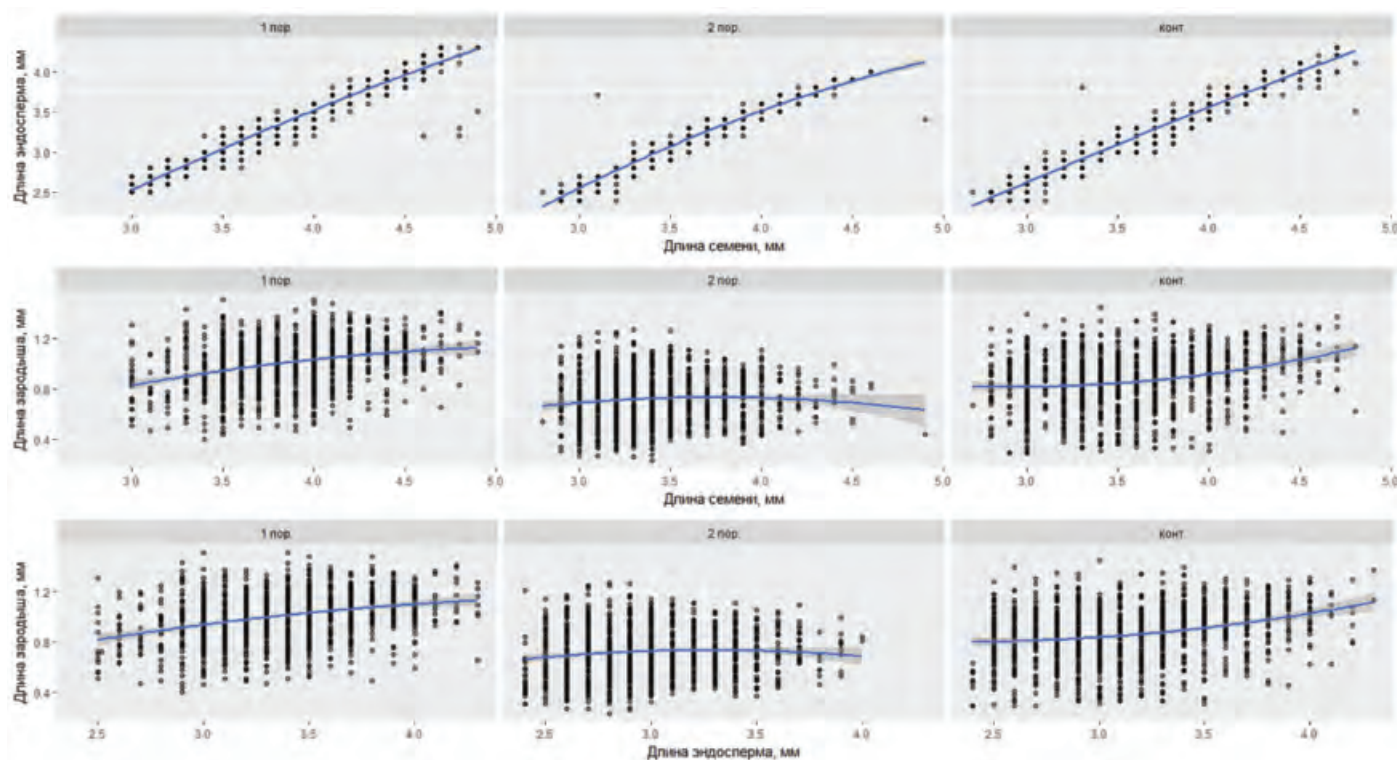


Рис. 3. Корреляционный анализ взаимосвязей основных элементов семени укропа.

семян, отвечающие за их прорастание. Современные технологии выращивания, которые применяются для получения качественного урожая в овощеводстве, требуют использования соответствующего посевного материала. Повышение качества семян и усовершенствование методов семенного контроля в современных условиях являются одной из важнейших задач.

Выводы

- Средние значения длины элементов семени (3,85-3,43 мм), эндосперма (3,37-2,99 мм) и зародыша (1,00-0,77 мм) укропа изменялись в значительных пределах и зависели от архитектуры семенного растения и экологических условий.
- Длина эндосперма в среднем составляла 88-89% от длины семени. Длина зародыша в соцветиях первого порядка составляла 26% от длины семени и 30% длины эндосперма, а в зонтиках второго порядка – на 5 и 6% ниже.

- На длину семени и эндосперма основное влияние оказывали условия выращивания (77% и 81% соответственно), а на длину зародыша – матричный фактор (92%).
- Корреляционный анализ показал, что влияние длины семени на длину эндосперма имело высокую положительную зависимость ($r = 0,961-0,978$). Между длиной зародыша и длиной семени; а также длиной зародыша и длиной эндосперма отмечена слабая взаимосвязь ($r = 0,050-0,314$ и $0,066-0,325$ соответственно).

Таблица. Дисперсионный анализ изменчивости длины эндосперма, зародыша и семени укропа под влиянием экологического (А) и матричного (В) факторов и их взаимодействия

Морфологический элемент	Дисперсия	Степени свободы	Средний квадрат	F - value	Pr(>F)
Семя	Общая	35	2,58	-	-
	А	1	1,98	286,1	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
	В	2	0,56	80,2	$9,2 \times 10^{-13}$ ***
	А : В	2	0,04	5,2	0,0114 *
	Остаток	30	0,007	-	-
Эндосперм	Общая	35	2,45	-	-
	А	1	1,98	267,1	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
	В	2	0,44	59,2	$3,9 \times 10^{-11}$ ***
	А : В	2	0,02	2,3	0,115
	Остаток	30	0,007	-	-
Зародыш	Общая	35	0,26	-	-
	А	1	0,0009	1,7	0,21
	В	2	0,24	445,7	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
	А : В	2	0,018	32,6	$3,0 \times 10^{-8}$ ***
	Остаток	30	0,0005	-	-

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

● Литература

1. Harper J. L. Population biology of plants. Academic Press, London. 1977. 892 p.
2. Michaels H. J., Benner B., Hartgerink A. P. et al. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates // *Evolutionary Ecology*, 1988. 2: 157-166.
3. Mandrak B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review // *Preslia*, 1997. 69: 129-159.
4. Imbert E. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism // *Perspect. Plant Ecol.*, 2002. 5: 13-36.
5. Clay K. The differential establishment of seedlings from chasmogamous and cleistogamous flowers in natural populations of the grass *Danthonia spicata* (L.) // *Beauv. Oecologia* (Berlin), 1983. 57: 183-188.
6. Venable D. L., Burquez A., Corral G., et al. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico // *Ecology*, 1987. 68: 65-76.
7. Jordano P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius* // *Oikos*, 1984. 43: 149-153.
8. Stanton M. L. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness // *Ecology*, 1984. 65: 1105-1112.
9. Agren K. Seed size and number in *Rubus chamaemorus*: between-habitat variation, and effects of defoliation and supplemental pollination // *Journal of Ecology*, 1989. 77: 1080-1092.
10. Galloway L.F., Etterson J.R. Transgenerational plasticity is adaptive in the wild // *Science*, 2007. 318: 1134-1136.
11. Galloway L.F., Etterson J.R., McGlothlin J.W. Contribution of direct and maternal genetic effects to life history evolution // *New Phytologist*, 2009. 183: 826-838.
12. Dyer A.R., Brown C.S., Espeland E.K., et al. The role of adaptive transgenerational plasticity in biological invasions of plants // *Evol. Appl.*, 2010. 3: 179-192.
13. Silvertown J. W. Phenotypic variety in seed germination behavior: the ontogeny and evolution of somatic polymorphisms in seeds // *American Naturalist*, 1984. 124: 1-16.
14. Rathcke B., Lacey E. P. Phenological patterns of terrestrial plants // *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1985. 16: 179-214.
15. Marshall D. L., Levin D. A., Fowler N. L. Plasticity of yield components in response to stress in *Sesbania macrocarpa* and *Sesbania vesicaria* (Leguminosae) // *American Naturalist*, 1986. 127: 508-521.
16. Fenner M. Environmental influences on seed size and composition // *Horticultural Reviews*, 1992. 13: 183-213.
17. Wolf J.B., Wade M.J. What are maternal effects (and what are they not)? // *Philos. Trans R Soc B-Biol. Sci.*, 2009. 364: 1107-1115.
18. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects // *Trends Ecol. Evol.*, 2008. 23: 432-438.
19. Roach D.A., Wulff R.D. Maternal effects in plants // *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 1987. 18: 209-235.
20. Kiniry J. R., Musser R. L. Response of kernel weight of sorghum to environment early and late in grain filling // *Agronomy Journal*, 1988. 80: 606-610.
21. Wardlaw I.F., Dawson I. A., Munibi P. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development // *Australian Journal of Agricultural Research*, 1989. 40: 15-24.
22. Parrish J. A. D., Bazzaz F. A. Nutrient content of *Abutilon theophrasti* seeds and the competitive ability of the resulting plants // *Oecologia*, 1985. 65: 247-251.
23. Eck H. V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn // *Agronomy Journal*, 1986. 78: 1035-1040.
24. Benesh Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA levels and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) induced by water stress during grain filling // *New Phytologist*, 1991. 118: 339-347.
25. Bhaskar A., Vyas K. G. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. // *Weed Research*, 1988. 28: 53-58.
26. Susko D. J., Lovett L. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae) // *American Journal of Botany*, 2000. 87: 56-66.
27. Espadaler X., Gomez C. Female performance in *Euphorbia characias*: effect of flower position on seed quantity and quality // *Seed Science Research*, 2001. 11: 163-172.
28. Bralowski T. W., Szopinska D., Morozowska M., Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 2005. XXXII: 20-24.
29. Anouar F., Mannino M.R., Casal M.L., et al. Carrot seeds grading using a vision system // *Seed Sci. Technol.*, 2001. 29 (1): 215-225.
30. Hendrix S. D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae) // *Am. J. Bot.*, 1984. v. 71: 795-802.
31. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания // *Вестник АГАУ*, 2013. – №11 (109). – С. 22-26.
32. Бухаров А.Ф., Балеев Д. Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материнском растении // *Овощи России*, 2012. – № 2 (15). – С. 44-48.
33. 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). – С.19-25.
34. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Полосатый щитник – причина дегенерации семян овощных зонтичных культур // *Защита и карантин растений*, 2015. – №8. – С. 26-30.
35. Ткаченко К.Г. Гетеродиаспория и сезонные колебания в ритмах прорастания // *Научные ведомости*, 2009. – №11 (66). – С. 44-50.
36. Кордюм Е. Л. Цитозембриология семейства зонтичных. Киев: Наукова Думка, 1967. – 175 с.

● References

11. Harper J. L. Population biology of plants. Academic Press, London. 1977. 892 p.
2. Michaels H. J., Benner B., Hartgerink A. P. et al. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates // *Evolutionary Ecology*, 1988. 2: 157-166.
3. Mandrak B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review // *Preslia*, 1997. 69: 129-159.
4. Imbert E. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism // *Perspect. Plant Ecol.*, 2002. 5: 13-36.
5. Clay K. The differential establishment of seedlings from chasmogamous and cleistogamous flowers in natural populations of the grass *Danthonia spicata* (L.) // *Beauv. Oecologia* (Berlin), 1983. 57: 183-188.
6. Venable D. L., Burquez A., Corral G., et al. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico // *Ecology*, 1987. 68: 65-76.
7. Jordano P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius* // *Oikos*, 1984. 43: 149-153.
8. Stanton M. L. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness // *Ecology*, 1984. 65: 1105-1112.
9. Agren K. Seed size and number in *Rubus chamaemorus*: between-habitat variation, and effects of defoliation and supplemental pollination // *Journal of Ecology*, 1989. 77: 1080-1092.
10. Galloway L.F., Etterson J.R. Transgenerational plasticity is adaptive in the wild // *Science*, 2007. 318: 1134-1136.
11. Galloway L.F., Etterson J.R., McGlothlin J.W. Contribution of direct and maternal genetic effects to life history evolution // *New Phytologist*, 2009. 183: 826-838.
12. Dyer A.R., Brown C.S., Espeland E.K., et al. The role of adaptive transgenerational plasticity in biological invasions of plants // *Evol. Appl.*, 2010. 3: 179-192.
13. Silvertown J. W. Phenotypic variety in seed germination behavior: the ontogeny and evolution of somatic polymorphisms in seeds // *American Naturalist*, 1984. 124: 1-16.
14. Rathcke B., Lacey E. P. Phenological patterns of terrestrial plants // *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1985. 16: 179-214.
15. Marshall D. L., Levin D. A., Fowler N. L. Plasticity of yield components in response to stress in *Sesbania macrocarpa* and *Sesbania vesicaria* (Leguminosae) // *American Naturalist*, 1986. 127: 508-521.
16. Fenner M. Environmental influences on seed size and composition // *Horticultural Reviews*, 1992. 13: 183-213.
17. Wolf J.B., Wade M.J. What are maternal effects (and what are they not)? // *Philos. Trans R Soc B-Biol. Sci.*, 2009. 364: 1107-1115.
18. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects // *Trends Ecol. Evol.*, 2008. 23: 432-438.
19. Roach D.A., Wulff R.D. Maternal effects in plants // *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 1987. 18: 209-235.
20. Kiniry J. R., Musser R. L. Response of kernel weight of sorghum to environment early and late in grain filling // *Agronomy Journal*, 1988. 80: 606-610.
21. Wardlaw I.F., Dawson I. A., Munibi P. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development // *Australian Journal of Agricultural Research*, 1989. 40: 15-24.
22. Parrish J. A. D., Bazzaz F. A. Nutrient content of *Abutilon theophrasti* seeds and the competitive ability of the resulting plants // *Oecologia*, 1985. 65: 247-251.
23. Eck H. V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn // *Agronomy Journal*, 1986. 78: 1035-1040.
24. Benesh Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA levels and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) induced by water stress during grain filling // *New Phytologist*, 1991. 118: 339-347.
25. Bhaskar A., Vyas K. G. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. // *Weed Research*, 1988. 28: 53-58.
26. Susko D. J., Lovett L. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae) // *American Journal of Botany*, 2000. 87: 56-66.
27. Espadaler X., Gomez C. Female performance in *Euphorbia characias*: effect of flower position on seed quantity and quality // *Seed Science Research*, 2001. 11: 163-172.
28. Bralowski T. W., Szopinska D., Morozowska M., Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 2005. XXXII: 20-24.
29. Anouar F., Mannino M.R., Casal M.L., et al. Carrot seeds grading using a vision system // *Seed Sci. Technol.*, 2001. 29 (1): 215-225.
30. Hendrix S. D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae) // *Am. J. Bot.*, 1984. v. 71: 795-802.
31. Baleev D.N., Buharov A.F. Dolgovechnost' semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur i fiziologiya ih prorastaniya // *Vestnik AGAU*, 2013. – №11 (109). – S. 22-26.
32. Buharov A.F., Baleev D. N. Morfologiya raznokachestvennosti semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur, obuslovlennaya mestom formirovaniya na materinskom rastenii // *Ovoshchi Rossii*, 2012. – № 2 (15). – S. 44-48.
33. Baleev D.N., Buharov A.F., Bagrov R.A. Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kul'tur shchitnikom polosatym (*Graphosoma lineatum* L.) kak faktor snizheniya produktivnosti i kachestva semyan // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014. – № 10 (120). – S.19-25.
34. Baleev D.N., Buharov A.F. Polosatyy shchitnik – prichina degeneratsii semyan ovoshchnykh zontichnykh kul'tur // *Zashchita i karantin rasteniy*, 2015. – №8. – S. 26-30.
35. Tkachenko K.G. Geterodiasporiya i sezonnye kolebaniya v ritmah prorastaniya // *Nauchnye vedomosti*, 2009. – №11 (66). – S. 44-50.
36. Kordyum E. L. Citoembriologiya semeystva zontichnykh. Kiev: Naukova Dumka, 1967. – 175 s.