

10. Gustafsson A., Dormling I. Dominance and overdominance in phytotron analysis of monohybrid // *Hereditas.* – 1972. – Vol. 70 (2). – P. 185. doi.org/10.1111/j.1601-5223.1972.tb01379.x.

11. Tsilke R.A., Prisyazhnaya L.P. Metodika di-allelnogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam. – Novosibirsk, 1979. – 13 s.



УДК 581.16:581.48

**А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, Н.А. Колпаков, М.И. Иванова, Ф.О. Фефелов, А.Р. Бухарова**  
**A.F. Bukharov, D.N. Baleev, N.A. Kolpakov, M.I. Ivanova, F.O. Fefelov, A.R. Bukharova**

## РОЛЬ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР СЕМЯН УКРОПА

### THE ROLE OF EXTERNAL AND INTERNAL FACTORS IN THE FORMATION OF MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF DILL SEEDS

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

Проведено исследование влияния местоположения зонтика укропа сорта Кентавр (*Anethum graveolens L.*) на линейные параметры семени. 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 архитектуры семенного растения и экологических условий. 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).

**Keywords:** dill (*Anethum graveolens L.*), seed plant architectonics, seed structure, seed, endosperm, germ.

The effect of flower head location of dill variety Kentavr (*Anethum graveolens L.*) on the linear indices of seeds was studied. It was found that the mean lengths of seed elements (3.85-3.43 mm), endosperm (3.37-2.99 mm) and germ (1.00-0.77 mm) of dill varied considerably and depended on the architectonics of a seed plant and environmental conditions. The length of the seed and endosperm was mainly influenced by the growing conditions (77% and 81%, respectively), and germ length – by the matrix factor (92%). Correlation analysis showed that the influence of the seed length on the endosperm length had a high positive dependence ( $r = 0.961-0.978$ ). Weak dependence between germ length and seed length, and germ length and endosperm length ( $r = 0.050-0.314$  and  $0.066-0.325$ , respectively) was found.

**Бухаров Александр Федорович**, д.с.-х.н., вед. н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: afb56@mail.ru.

**Балеев Дмитрий Николаевич**, к.с.-х.н., с.н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: dbaleev@gmail.com.

**Колпаков Николай Анатольевич**, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. плодовоовощеводства, технологии хранения и переработки продукции растениеводства, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: nkolpakov1963@mail.ru.

**Bukharov Aleksandr Fedorovich**, Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Seed Study Group, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: afb56@mail.ru.

**Baleev Dmitriy Nikolayevich**, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Seed Study Group, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: dbaleev@gmail.com.

**Kolpakov Nikolay Anatolyevich**, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Fruit and Vegetable Growing, Crop Storage and Processing Technology, Altai State Agricultural University. E-mail: nkolpakov1963@mail.ru.

**Иванова Мария Ивановна**, д.с.-х.н., проф. РАН, гл. н.с. группы зеленных культур, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: ivanova\_170@mail.ru.

**Фефелов Федор Олегович**, к.с.-х.н., с.н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: afb56@mail.ru.

**Бухарова Альмира Рахметовна**, д.с.-х.н., проф., зам. декана агрономического фак-та, Российский государственный аграрный заочный университет, Московская обл. E-mail: mail@rgazu.ru.

**Ivanova Mariya Ivanovna**, Dr. Agr. Sci., RAS Professor, Chief Staff Scientist, Leaf Vegetable Crop Group, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: ivanova\_170@mail.ru.

**Fefelov Fedor Olegovich**, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Seed Study Group, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: afb56@mail.ru.

**Bukharova Almira Rakhmetovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Dean, Agronomy Dept., Russian State Agricultural Correspondence University, Moscow Region. E-mail: mail@rgazu.ru.

## Введение

Положение семени или плода на материнском растении значительно влияет как на их метрические параметры, так и на качественные показатели многих культур [1-3]. Укроп (*Anethum graveolens* L.) относится к семейству Сельдереиные (*Apiaceae*). Растения этого семейства характеризуются растянутым цветением и созреванием семян в зонтиках, всхожесть их зависит от местоположения зонтика на побегах различного порядка ветвления [4-6]. Изучено влияние местоположения семян, происходящих из первичных, вторичных и третичных зонтиков, на их всхожесть [7-9]. При семеноводстве овощных культур требуют особого внимания физические, физиологические, фитосанитарные и генетические свойства семян, чтобы фермеры получали качественные семена соответствующих культур и сортов [10, 11].

Изучение морфологических параметров семян представляет интерес для расширения представлений о качестве произведенных семян овощных зонтичных культур. Показатели линейных размеров зародыша, эндосперма, семени и степень их изменчивости могут быть использованы для дополнительной характеристики партии семян. Знания о морфологической разнокачественности 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 семян, отвечающие за их прорастание. **Цель** работы – изучить изменчивость линейных параметров семян (в том числе эндосперма и зародыша) укропа в зависимости от архитектоники и погодных условий в процессе выращивания семенных растений.

## Методика исследования

Исследования проводили в 2015-2016 гг. в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства», Московская область. Объектом исследований служили семена укропа *Anethum graveolens* L. сорта Кентавр, селекции ФГБНУ ВНИИО, разных порядков ветвления. Схема опыта включала два варианта эндогенного фактора: семена с зонтиков первого порядка (контроль) и 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 45×10 см. Глубина заделки семян 1,5 см. Норма высева 1-2 г/м<sup>2</sup>. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, делянки размещены рандомизированным методом. Повторность опыта трехкратная.

Измерение длины семени и эндосперма проводилось 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 ×40 с помощью программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386). Для этого семена замачивали в 14%-ном 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 семени, эндосперма и зародыша каждого семени. Повторность опыта шестикратная, в каждой повторности по 100 семян.

**Результаты и их обсуждение**

Плод укропа состоит из семенной кожуры, эндосперма и зародыша. Семена укропа, полученные с соцветий первого порядка, имели наибольшую длину, которая варьировала от 3,66 до 4,04 мм в зависимости от года исследования, а среднее значение длины семени в соцветиях первого порядка составило 3,85 мм, что на 0,42 мм выше длины семени сформированного на втором порядке. Варьирование длины эндосперма имело аналогичную тенденцию, изменяясь в пределах от 3,16 до 3,58 в 2015 г. и от 2,77 до 3,21 мм в 2016 г. В среднем за годы исследований длина эндосперма в семенах первого порядка составила 3,37 мм, что на 0,38 мм выше второго порядка (табл. 1).

Для длины зародыша в соцветиях лимиты изменчивости составили 0,75-0,96 в 2015 г. и 0,68-1,04 мм в 2016 г. В семенах первого порядка средняя длина зародыша составляла  $1,00 \pm 0,006$  мм, на 30% превышая значение этого показателя в семенах второго порядка.

Длина эндосперма в среднем составила 88% от длины семени, длина зародыша – 24-28% от длины семени и эндосперма соответственно. В семенах первого порядка длина зародыша составила 26 и 30% от длины семени и эндосперма, а в семенах второго порядка – 21 и 24% соответственно.

Выявлена тесная положительная связь между длиной семени и эндосперма. Отмечена слабая зависимость длины зародыша от длины плода и эндосперма, особенно для семян, собранных со второго порядка ветвления (табл. 2).

Коэффициент корреляции длины семени, эндосперма и зародыша с порядком ветвления составлял  $r = -0,505$  ( $t = 28,6$ ;  $p < 0,001$ ),  $r = -0,484$  ( $t = 27,1$ ;  $p < 0,001$ ) и  $r = -0,592$  ( $t = 35,9$ ;  $p < 0,001$ ) соответственно.

Дисперсионный анализ влияния эндогенных и экзогенных факторов на изменение длины семени укропа представлен в таблице 3.

Таблица 1

**Морфометрические показатели (мм±se) семян укропа в зависимости от строения материнского растения (среднее за 2015-2016 гг.)**

Вариант	Морфологические элементы, мм		
	длина семени	длина эндосперма	длина зародыша
1-й порядок (конт.)	3,85±0,011	3,37±0,010	1,00±0,006
2-й порядок	3,43±0,010	2,99±0,009	0,71±0,006
p-value	<0,001	<0,001	<0,001

Таблица 2

**Корреляционный анализ взаимосвязей основных показателей линейных размеров морфологических элементов семени укропа**

Морфологические элементы	1-й порядок		2-й порядок	
	r	p-value	r	p-value
Семя/зародыш	0,314	<0,001	0,050	0,09
Эндосперм/зародыш	0,325	<0,001	0,066	0,02
Семя/эндосперм	0,954	<0,001	0,938	<0,001

Таблица 3

**Дисперсионный анализ влияния экзогенного (А) и эндогенного (В) факторов и их взаимодействий на изменение длины морфологических элементов семени укропа**

Факторы	Семя		Эндосперм		Зародыш	
	MS <sup>1</sup>	F-value	MS <sup>1</sup>	F-value	MS <sup>1</sup>	F-value
А	1,98	286,1***	1,98	267,1***	0,0009	1,7
В	0,56	80,2***	0,44	59,2***	0,24	445,7***
А×В	0,04	5,2*	0,02	2,3	0,018	32,6***

Примечание. Уровень значимости: 0 \*\*\*\*, 0,001 \*\*\*, 0,01 \*\*, 0,05 \*, 0,1 ' '; <sup>1</sup>оценка ведется по квадрату среднего.

Дисперсионный анализ показал, что экзогенный фактор имеет наибольшее влияние на длину семени и эндосперма, а эффект эндогенного фактора оказался значительно ниже. Вклад экзогенного фактора в развитие зародыша оказался минимальным. На длину зародыша основное влияние оказывали эндогенный фактор и взаимодействие изучаемых факторов.

### 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 архитектоники семенного растения и экологических условий. Длина эндосперма в среднем – 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).

### Библиографический список

1. Yamaguchi H., Ichihar, K., Takeno K., Hori Y., Saito T. Diversities in morphological characteristics and seed germination behavior in fruits of *Salsola komarovii* Iljin. // Bot. Mag., 1990.103: 177-190.
2. Imbert E., Escarre J., Lepart J. Seed heteromorphism in *Crepis sancta* (Asteraceae): performance of two morphs in different environments // Oikos, 1997. 79: 325-332.
3. Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds – Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, 1998. 666 p.
4. Cheplick G.P., Quinn J.A. *Amphicarpum purshii* and the “pessimistic strategy” in amphicarpic annuals with subterranean fruit // Oecologia, 1982. 52: 327-332.
5. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders // Sci. Agric., 2008. 65: 145-150.

6. Souza M.L., Fagundes M. Seed size as key factor in germination and seedling development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) // American Journal of Plant Sciences, 2014. 5: 2566-2573.

7. 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.

8. Mandak B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review. // Preslia, 1997. 69: 129-159.

9. Bralowski T.W., Szopinska D., Morozowska M. Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 2005. XXXIII: 20-24.

10. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Баргов 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.

11. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 7 (117). – С. 26-32.

### References

1. Yamaguchi H., Ichihar, K., Takeno K., Hori Y., Saito T. Diversities in morphological characteristics and seed germination behavior in fruits of *Salsola komarovii* Iljin. // Bot. Mag., 1990.103: 177-190.
2. Imbert E., Escarre J., Lepart J. Seed heteromorphism in *Crepis sancta* (Asteraceae): performance of two morphs in different environments // Oikos, 1997. 79: 325-332.
3. Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds – Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, 1998. 666 p.
4. Cheplick G.P., Quinn J.A. *Amphicarpum purshii* and the “pessimistic strategy” in amphicarpic annuals with subterranean fruit // Oecologia, 1982. 52: 327-332.
5. Pereira R.S., Nascimento W.M., Vieira J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders // Sci. Agric., 2008. 65: 145-150.
6. Souza M.L., Fagundes M. Seed size as key factor in germination and seedling development of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae) // American Journal of Plant Sciences, 2014. 5: 2566-2573.



7. 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.

8. Mandak B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review. // Preslia, 1997. 69: 129-159.

9. Bralewski T.W., Szopinska D., Morozowska M. Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 2005. XXXIII: 20-24.

10. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kultur shchit-

nikom polosatym (*Graphosoma lineatum* L.) kak faktor snizheniya produktivnosti i kachestva semyan // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – S. 19-25.

11. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morfometriya raznokachestvennosti semyan ovoshchnykh zontichnykh kultur v protsesse formirovaniya i prorastaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 7 (117). – S. 26-32.



УДК 633.11.631.461:631.559

В.С. Курсакова, Л.А. Ступина  
V.S. Kursakova, L.A. Stupina

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ КОРНЕВЫХ ДИАЗОТРОФОВ И МИКОРИЗЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### THE EXPERIENCE OF APPLICATION OF ROOT DIAZOTROPH AND MYCORHIZA PREPARATIONS IN GRAIN CROP CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** биопрепараты, diaзотрофы, ризосферные бактерии, инокуляция, микориза, пшеница, удобрения, микроорганизмы, урожайность.

В течение длительного периода времени более 10 лет изучали действие биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий для небобовых культур в посевах яровой пшеницы на черноземной почве в степной зоне Алтайского Приобья. Объектами служили сорта мягкой и твердой яровой пшеницы, рекомендованные для возделывания в этой зоне. В исследованиях использовали отечественные биопрепараты, разработанные в институте сельскохозяйственной микробиологии. Изучение действия биопрепаратов корневых diaзотрофов в посевах яровой пшеницы в разных погодных условиях показало достаточно высокую эффективность всех используемых биопрепаратов. Увеличение урожайности разных сортов пшеницы от инокуляции монопрепаратами в разные годы составило 8,0-53,5%. Реакция растений на инокуляцию очень сильно зависела от сорта и погодных условий. В условиях засухи на фоне снижения урожайности эффект действия препаратов был выше, чем в более увлажненный период. Эффективность препаратов повышалась на фоне минеральных удобрений с дозой азота 30 и 60 кг д.в/га до 45-129% от контроля. Аналогичное увеличение урожайности наблюдалось в бинарных смесях препаратов ассоциативных бактерий с грибным препаратом «Микориза». Такой продуктивный симбиоз обусловлен их разным механизмом действия, кото-

рый в сумме лучше обеспечивает растения элементами питания, стимуляторами роста и фунгицидными метаболитами. Увеличение урожайности происходило за счет более высокой всхожести и сохранности растений на инокулированных вариантах, а также улучшения показателей элементов структуры: продуктивной кустистости, количества колосков в колосе, зерен в колосе, массы зерна в колосе, массы 1000 зерен.

**Keywords:** biological preparations, diazotrophs, rhizosphere bacteria, inoculation, mycorrhiza, wheat, fertilizers, microorganisms, yielding capacity.

The effect of biological preparations of associative nitrogen-fixing bacteria for non-legume crops was studied for well over ten years in spring wheat crops on chernozem soil in the steppe zone of the Altai Region's area. The research targets were soft and hard spring wheat varieties released for this zone. The domestic biological preparations developed in the Institute of Agricultural Microbiology were used in the research. The study of the effect of root diazotroph biological preparations in spring wheat crops under different weather conditions revealed quite high effectiveness of all biological preparations used. Yield increase of different wheat varieties due to the inoculation with mono-preparations in different years ranged 8.0-53.5%. The plant response to inoculation was largely dependent on the variety and weather conditions. Under drought, against the background of lower yields, the effect of the preparations was higher than in moister periods.