

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-58-63>
УДК 635.4:631.531

Иванова М.И.^{1, 2}, Кашлева А.И.¹,
Балеев Д.Н.^{1, 2}, Бухаров А.Ф.¹

¹ 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.
E-mail: ivanova_170@mail.ru, dbaleev@gmail.com, afb56@mail.ru
² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР) Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7, стр. 1
E-mail: vilarnii@mail.ru

Ключевые слова: семена, факторы разнокачественности, продуктивность, индау посевной, двурядник тонколистной, горчица сарептская.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванова М.И., Кашлева А.И., Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Особенности проявления разнокачественности семян зеленных культур семейства *Brassicaceae*. Овощи России. 2019;(4):58-63.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-58-63>

Поступила в редакцию: 04.04.2019
Опубликована: 25.08.2019

Maria I. Ivanova^{1, 2},
Anna I. Kashleva¹,
Dmitriy N. Baleev^{1, 2},
Alexander F. Bukharov¹

¹All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 140153, Russia, Moscow region, Ramensky district, Vereya, p. 500
E-mail: vniioh@yandex.ru
²Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants" Russia, Moscow, st. Green, d. 7, p. 1
E-mail: vilarnii@mail.ru

Keywords: seeds, factors of different quality, productivity, seed plant, *Eruca sativa*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Brassica juncea*.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Ivanova M.I., Kashleva A.I., Baleev D.N., Bukharov A.F. Factors of different quality seeds of green cultures of the *Brassicaceae* family. Vegetable crops of Russia. 2019;(4):58-63 (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-58-63>

Received: 04.04.2019
Accepted: 25.08.2019

Особенности проявления разнокачественности семян зеленных культур семейства *Brassicaceae*



АННОТАЦИЯ

Актуальность

Явление гетероспермии широко распространено в семействе Капустные (*Brassicaceae*). Гетерогенность по окраске, как правило, сочетается с размером и массой семян.

Методика

В задачи исследований входило: определить распределение семян различной окраски в партиях разных лет репродукции; выявить лучшие фракции по морфологическим, физиологическим и продуктивным качествам; изучить особенности влияния на проявление гетероспермии экологического, агротехнического и наследственного факторов.

Результаты

Семена с более высоким значением массы 1000 преимущественно имели темную окраску. Содержание общего азота у светлых семян было на 0,2-0,3%, а сырого протеина на 1,3-1,9% больше, чем темноокрашенных. Показано распределение семян различной окраски в партиях разных лет репродукции. Выявлены лучшие фракции семян по морфологическим, физиологическим и продуктивным качествам. Показано, что продуктивность и элементы ее составляющие выше у растений, выращенных из семян темной окраски. Отмечена корреляция параметров разнокачественности семян с показателями метеоусловий вегетационного периода. Для всех трех культур отмечено стабильное увеличение доли светлых семян при повышении среднесуточной температуры воздуха ($r = 0,59-0,94$). Изучены особенности влияния экологического, агротехнического и наследственного факторов на проявления гетероспермии. Однако степень влияния экологических, в том числе агротехнических факторов в ряде случаев оказывается значительно сильнее. Максимальную долю темных (наиболее продуктивных) семян обеспечивает сочетание оптимальных погодных условий, агротехнических приемов (ранний посев, дозаривание), сбор семян с побегов 1-3 порядка ветвления и использования для посева темной фракции семян.

Factors of different quality seeds of green cultures of the *Brassicaceae* family

ANNOTATION

Relevance

The phenomenon of the different quality of seeds of the sowing seed *Eruca sativa*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Brassica juncea* by coloring was studied. Color heterogeneity is usually combined with the size and weight of seeds.

Methods

Research tasks: determine the number of seeds available for coloring in depending on different years of reproduction; identify the best fractions of morphological, physiological and productive qualities; to study the peculiarities of influence on the manifestation of ecological, agrotechnical and hereditary factors heterospermia.

Results

Seeds with a higher mass of 1000 were predominantly dark in color. The content of total nitrogen in light seeds was 0.2-0.3%, and crude protein was 1.3-1.9% more than dark-colored ones. The distribution of seeds of different colors in batches of different years of reproduction is shown. The best fractions of seeds by morphological, physiological and productive qualities are revealed. It has been shown that productivity and its components are higher in plants grown from seeds of dark color. The correlation of the parameters of seeds of different quality with the weather conditions of the vegetation period is noted. For all three crops, there was a steady increase in the proportion of light seeds with an increase in average daily air temperature ($r = 0.59-0.94$). The features of the influence of environmental, agrotechnical and hereditary factors on the manifestations of heterospermia are studied. However, the degree of influence of environmental, including agrotechnical factors in some cases turns out to be much stronger. The maximum proportion of dark (most productive) seeds is provided by a combination of optimal weather conditions, agrotechnical methods (early sowing, ripening), seed collection from shoots 1-3 orders of branching and use for sowing the dark fraction of seeds.

Введение

Явление гетероспермии широко распространено в семействе Капустные (*Brassicaceae*). В стручках, как правило, формируется два типа семян, различающихся по окраске [1, 4, 5, 7, 9]. Так, у индау посевного (*Eruca sativa* Lam.) на одном растении семена могут различаться по цвету и варьировать от зеленовато-серой (темной) до светло-коричневой окраски (светлой). У двурядника тонколистного (*Diplotaxis tenuifolia* L.) окраска семян изменяется от светло-коричневой до темно-коричневой с малахитовым оттенком. У горчицы сарептской (*Brassica juncea* (L.) Czern.) отмечена разнокачественность по окраске семян, однако проявляется она в меньшей степени, изменяясь от светло-коричневой до темно-коричневой.

Целью настоящей работы было изучение явления разнокачественности семян индау посевного, двурядника тонколистного и горчицы сарептской по окраске. В задачи исследований входило определение распределения семян различной окраски в партиях разных лет репродукции; выявление лучших фракций по морфологическим, физиологическим и продуктивным качествам; изучение особенностей

влияния на проявление гетероспермии экологического, агротехнического и наследственного факторов.

Условия и методика проведения исследований

Работа выполнена в 2003-2017 годах. Эксперименты проводили на коллекционном участке лаборатории селекции и семеноводства зеленных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» (Московская область, Раменский район).

Опыты закладывали по общепринятой методике. Площадь делянки – 10 м². Исследования проводили на 10 модельных растениях. Анализу подвергали все стручки на растении. Для статистической обработки данных применяли дисперсионный метод, корреляционный и регрессионный анализ и критерий χ^2 для оценки соответствия рядов распределения.

Результаты исследований и обсуждение

Соотношение фракций семян, имеющих разную окраску, в партиях различных лет репродукции изменялась в значительных пределах (табл. 1).

Гетерогенность семян по окраске, как правило, сочетается с размером и массой семян. Семена с более высоким значением массы 1000 штук преимущественно имели темную окраску. У светлоокрашенных семян в большинстве случаев значение массы 1000 штук было существенно ниже.

У индау посевного в партии семян в зависимости от года их репродукции зеленовато-серые семена составили в среднем 32,9%, светло-коричневые – 67,1%. Соотношение фракций по годам изменялось в достаточно узком диапазоне. При этом масса 1000 у темных (зеленовато-серых) семян в среднем оказалась существенно выше на 0,28 г (21,7%) по сравнению со светло-коричневыми семенами.

У горчицы сарептской напротив, в партии семян в среднем преимущественно содержались темно-коричневые семена, доля которых в среднем составляла 71,6%, изменяясь от 17,5% до 94,0% (табл. 1). Темно-коричневые семена были значительно крупнее светлых. По массе 1000 семян фракции в среднем отличались на 0,45 г (20,9%). В отдельные годы уровень разницы была еще выше, достигая 33,5%. В

Таблица 1. Распределение семян различной окраски в образцах различных зеленных культур семейства Капустные (2003-2017 годы)
Table 1. The distribution of seeds of different colors in samples of various green crops of the Brassicaceae family (2003-2017)

Культура	Окраска семян	Доля семян, %			Масса 1000 семян, г		
		X_{\max}	X_{\min}	$X_{\text{ср}}$	X_{\max}	X_{\min}	$X_{\text{ср}}$
Индау посевной	зеленовато-серая	42,8	10,3	32,9	1,75	1,31	1,57
	светло-коричневая	57,2	89,7	67,1	1,42	1,23	1,29
Двурядник тонколистный	темно-коричневая	42,9	6,7	25,2	0,32	0,15	0,24
	светло-коричневая	57,1	93,3	74,8	0,29	0,16	0,21
Горчица сарептская	темно-коричневая	94,0	17,5	71,6	2,51	2,11	2,37
	светло-коричневая	6,0	82,5	28,4	2,18	1,70	1,96

Таблица 2. Содержание общего азота и сырого протеина в семенах различной окраски зеленных культур
Table 2. The content of total nitrogen and protein in seeds of different colors of green crops

Культура	Окраска семян	Общий азот, %	Сырой протеин, %
Индау посевной	зеленовато-серая	6,8	42,5
	светло-коричневая	7,0	43,8
Двурядник тонколистный	темно-коричневая	5,1	31,9
	светло-коричневая	5,4	33,8
Горчица сарептская	темно-коричневая	6,1	38,1
	светло-коричневая	6,3	39,4

Таблица 3. Структура урожая зелени в зависимости от окраски семян, использованных для посева, и срока их посева (2014-2016 годы)
Table 3. The structure of the yield of greenery, depending on the color of the seeds and the date of their sowing (2014-2016)

Дата посева	Окраска фракции семян	Высота розетки листьев, см	Число листьев в розетке,	Длина листовой пластинки, см	Ширина листовой пластинки, см	Масса одного растения, г	Урожайность зелени, кг/м ²
Индау посевной							
5.05.10	Темная	27,1	12,8	28,4	9,1	37,2	1,26
	Светлая	24,2	11,2	25,4	7,8	35,4	1,20
2.06.10	Темная	32,8	9,7	25,0	7,1	34,5	1,17
	Светлая	31,0	8,0	22,8	6,2	33,2	1,13
12.07.10	Темная	34,8	14,0	29,2	8,0	49,5	1,68
	Светлая	31,6	12,4	26,8	7,5	46,4	1,57
							НСР05 0,03
Двурядник тонколистный							
5.05.10	Темная	8,3	17,6	13,3	4,5	18,7	0,62
	Светлая	7,2	15,5	10,3	3,3	16,6	0,55
2.06.10	Темная	15,1	10,0	15,0	4,1	11,0	0,37
	Светлая	10,8	8,5	13,3	3,3	9,6	0,32
12.07.10	Темная	14,8	16,9	18,3	5,8	15,7	0,52
	Светлая	12,9	15,2	16,6	4,9	14,0	0,47
							НСР05 0,04
Горчица сарептская							
5.05.10	Темная	13,1	4,9	16,7	8,8	47,2	1,57
	Светлая	10,9	4,5	12,8	6,9	44,1	1,47
							НСР05 0,07

Таблица 4. Корреляционная зависимость параметров разнокачественности семян от метеорологических условий вегетационного периода (2014-2016 годы)
Table 4. Correlation of parameters of seeds of different quality from weather conditions of the vegetation period (2014-2016)

Среднесуточные показатели метеорологических условий за период июль-август	Доля темных семян, %	Масса 1000 темных семян, г	Доля светлых семян, %	Масса 1000 светлых семян, г
Индау посевной				
Влажность воздуха, %	-0,08	-0,03	0,08	-0,15
Температура воздуха, С°	-0,59	0,11	0,59	0,42
Осадки, мм	-0,21	0,46	0,21	0,27
Двурядник тонколистный				
Влажность воздуха, %	0,68	0,98	-0,68	0,80
Температура воздуха, С°	-0,94	-0,96	0,94	-0,44
Осадки, мм	0,55	0,93	-0,55	0,89
Горчица сарептская				
Влажность воздуха, %	0,71	0,62	-0,71	0,17
Температура воздуха, С°	-0,88	-0,82	0,88	-0,51
Осадки, мм	0,53	0,44	-0,53	-0,05

Таблица 5. Влияние окраски семян, использованных для посева, и архитектоники семенного растения на проявление разнокачественности семян индау посевного в потомстве
Table 5. Influence of seed color used for sowing and architectonics of a seed plant on the manifestation of the different quality of seeds of *Eruca sativa*

Порядок ветвления побега	Посев темными семенами			Посев темными семенами		
	масса 1000 семян, г	доля семян, %		масса 1000 семян, г	доля семян, %	
		темная	светлая		темная	светлая
Первый*	1,60	24,3	75,7	1,30	8,5	91,5
Второй*	1,58	19,9	80,1	1,28	2,8	97,2
Третий*	1,57	5,8	94,2	1,28	2,5	97,5
Четвертый	1,55	12,4	87,6	1,26	10,8	89,2
Пятый	1,55	4,7	95,3	1,25	6,6	93,4
Шестой*	1,54	11,0	89,0	1,23	5,0	95,0
Среднее*	1,57	13,6	86,4	1,27	6,2	93,8

* Наблюдается существенная зависимость расщепления от окраски семян, использованных для посева ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{01}$)

целом для горчицы сарептской отмечен максимально высокий размах варьирования массы семян по сравнению с индау посевным и двурядником тонколиственным.

У двурядника тонколистного в партии семян в среднем содержание темно-коричневых семян составило 25,2%, светло-коричневых – 74,8%. Однако доля темно окрашенных семян в отдельные годы снижался до предельно низкого (0,3%) уровня, как это отмечено в 2017 году. При этом масса 1000 семян у темно-коричневых семян в среднем была выше только на 0,03 г (14,3%) по сравнению со светло-коричневыми семенами.

Семена изученных зеленых культур различной окраски существенно отличались по содержанию общего азота и сырого протеина (табл. 2). Максимальное содержание белковых веществ отмечено в семенах индау посевного (6,8-7,0), а минимальное у двурядника тонколистного (5,1-5,4). При этом содержание общего азота у светлых семян было на 0,2-0,3 %, а сырого протеина на 1,3-1,9% больше, чем темноокрашенных.

Растения, полученные из семян различной окраски, оценивали по хозяйственно ценным признакам.

Установлено, что для всех трех культур независимо от срока посева, продуктивность и элементы, ее составляющие, выше у растений, выращенных из семян темной окраски (табл. 3). Следует отметить, что выявленная закономерность является следствием изменения основных элементов, определяющих продуктивность, в том числе высоты розетки листьев, числа листьев в розетке, длины и ширины листовой пластинки. Все эти признаки имели максимальное значение у растений, выращенных из семян более темной окраски.

Урожайность зелени у всех изученных культур при посеве темно-коричневыми семенами оказалась выше на 0,04-0,14 кг/м² по сравнению с посевом светлыми семенами. Максимальные различия отмечены у индау посевного и двурядника тонколистного, особенно при посеве 12 июля.

Очень часто разнокачественность семян обусловлена погодными и климатическими условиями репродукции [10, 12, 13]. Выявлена достаточно тесная корреляционная связь окраски и массы 1000 семян с некоторыми метеорологическими условиями вегетационного периода. Отмечено, что в

ворохе двурядника тонколистного с увеличением осадков, уменьшалась доля темно-коричневых семян.

Корреляционный анализ зависимости окраски и массы 1000 семян индау посевного в зависимости от метеоусловий вегетационного периода показал, что эти параметры практически не зависят от среднесуточной относительной влажности воздуха (табл. 4).

Средняя корреляционная зависимость отмечена между среднесуточной температурой воздуха и количеством светло-коричневых семян ($r = 0,59$) и зеленовато-серых ($r = -0,59$). Между количеством выпавших осадков и числом и массой 1000 семян отмечена слабая связь.

Для двурядника тонколистного установлено, чем выше среднесуточная относительная влажность воздуха и количество выпавших осадков за июль-август, тем выше масса 1000 семян темно-коричневой (коэффициент корреляции 0,98 и 0,93 соответственно) и светло-коричневой окраски (коэффициент корреляции 0,80 и 0,89 соответственно). При этом выявлена средняя связь между среднесуточной влажностью воздуха и количеством темно-коричневых семян ($r =$

Таблица 6. Влияние окраски семян, использованных для посева, и срока их посева на степень гетерогенности потомства индау посевного

Table 6. The effect of the color of the seeds used for sowing, and the time of their sowing on the degree of heterogeneity of *Eruca sativa*

Дата посева	Окраска семян, использованных для посева	Доля семян в потомстве, %		Масса 1000 семян в потомстве, г	
		темная	светлая	темная	светлая
5.05.10	* темная	12,1	87,9	1,63	1,30
	* светлая	5,5	94,5	1,59	1,28
2.06.10	* темная	9,5	90,5	1,45	1,17
	* светлая	3,5	96,5	1,37	1,06

Наблюдается существенная зависимость расщепления от окраски семян, использованных для посева ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{01}$)

Таблица 7. Влияние окраски семян, использованных для посева, и послеуборочного дозаривания на степень гетерогенности потомства индау посевного и горчицы сарептской
 Table 7. The effect of seed color used for sowing and post-harvest ripening on the degree of heterogeneity of the *Eruca sativa* and the mustard of sarepta

Дата посева	Окраска семян, использованных для посева	Доля семян в потомстве, %		Масса 1000 семян в потомстве, г	
		темная	светлая	темная	светлая
Индау посевной <i>Eruca sativa</i>					
Без дозаривания	* темная	12,1	87,9	1,63	1,30
	* светлая	5,5	94,5	1,59	1,28
После дозаривания	* темная	18,3	81,7	1,65	1,32
	* светлая	10,4	89,6	1,60	1,29
Горчица сарептская <i>mustard of sarepta</i>					
Без дозаривания	* темная	93,3	6,7	2,40	2,18
	* светлая	83,1	16,9	2,18	1,96
После дозаривания	* темная	96,0	4,0	2,50	2,31
	* светлая	85,3	14,7	2,33	2,08

* Наблюдается существенная зависимость расщепления от окраски семян, использованных для посева ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{01}$)

0,68) и количеством выпавших осадков ($r = 0,55$) (табл.3). Выявлена сильная отрицательная корреляционная связь между среднесуточной температурой воздуха и количеством и массой 1000 темно-коричневых семян (коэффициент корреляции -0,94 и -0,96 соответственно).

У горчицы сарептской доля темно-коричневых семян (которые, как правило, преобладают в большинстве партий) и масса 1000 штук увеличиваются в годы с минимальным количеством осадков и высокой среднесуточной температурой воздуха. Корреляционный анализ показал, что чем выше среднесуточная температура воздуха, тем меньше количество ($r = -0,88$) и масса 1000 ($r = -0,82$) семян темно-коричневой окраски.

Выявлена отрицательная средняя связь между среднесуточной температурой воздуха и массой 1000 семян светло-коричневой окраски ($r = -0,51$). Между количеством выпавших осадков и количеством семян темно-коричневой окраски выявлена средняя связь ($r = 0,53$). Коэффициенты корреляции между среднесуточной относительной влажностью воздуха и количеством и массой 1000 семян темной окраски имели значения $r = 0,71$ и $r = 0,62$ соответственно.

Отмечено, что при отборе для посева семян той или иной окраски обеспечивает увеличение в потомстве семян именно этого цвета (табл. 5).

В среднем при посеве семян светло-коричневой окраски индау посевного в потомстве получено 6,2 % зеленовато-серых семян, а при посеве семян зеленовато-серой окраски доля таких семян увеличивалась до 13,6 %.

При отборе темных семян количество зеленовато-серых семян в

потомстве на побегах первого порядка увеличивалось в 2,7 раза, во втором – в 7,4, в третьем – 2,3 и в шестом – в 2,1 раз по сравнению со светло-коричневыми семенами. На побегах четвертого и пятого порядков эти изменения оказались не существенны.

Аналогичным образом проявляется ярусная изменчивость по массе 1000 семян. Наиболее крупные и хорошо выполненные семена получены на побегах первого порядка. С увеличением порядка ветвления масса 1000 семян последовательно уменьшалась с 1,30 г до 1,23 г у светлой фракции и с 1,60 г до 1,54 г – у темной фракции.

У индау посевного на степень гетерогенности потомства по окраске семян оказывают влияние сроки посева в сочетании с окраской семян, использованных для посева (табл. 6). При раннем посеве семян зеленовато-серой окраски в первой декаде мая в потомстве процент зеленовато-серых семян составил 12,1%, а при посеве в первой декаде июня – только 9,5%. Из семян светло-коричневой окраски получено в потомстве только 5,5% и 3,5% соответственно. Разница для обоих факторов была существенной (значение $\chi^2_{\text{факт}}$ изменялось от 14,77 до 28,08).

Аналогичные результаты получены для двурадника тонколистного: чем раньше был произведен посев семян, тем выше была урожайность семян. Так при посеве 15 апреля получено 24,29 кг/га, 5 мая – 16,67 кг/га, а 12 июля – 5,34 кг/га. При раннем посеве увеличивается доля семян светло-коричневой окраски с 0,3% до 4,1%, а средняя масса 1000 темных и светлых семян становится больше на 0,04 г и 0,03 г соответственно.

Известно, что гетерогенность популяций семян по окраске очень часто изменяется под влиянием

такого агроприема, как дозаривание [2, 3, 6, 8].

При посеве семян индау зеленовато-серой окраски в потомстве без дозаривания семенных растений получено 12,1% темных семян, а при дозаривании – на 6,2% больше (табл. 7). В то же время из семян светло-коричневой окраски в потомстве под влиянием дозаривания доля светло-коричневых семян увеличилась с 5,5% до 10,4%. В среднем дозаривание семенных растений увеличивает массу 1000 семян в зависимости от окраски на 0,1-0,3 г.

При дозаривании семенных растений горчицы сарептской увеличивается доля темно-коричневых семян. При посеве темно-коричневых семян в потомстве без дозаривания образуется 93,3% темно-коричневых семян, дозаривание увеличивает этот показатель до 96,0%. Значение $\chi^2_{\text{факт}} = 7,20$ указывает на существенную зависимость расщепления от дозаривания при 1% уровне значимости.

При посеве светло-коричневых семян темно-коричневых семян горчицы под влиянием дозаривания увеличивается с 83,1% до 85,3%. Значение $\chi^2_{\text{факт}} = 1,82$ указывает, что нулевая гипотеза о соответствии теоретического и эмпирического распределения не отвергается, и, следовательно, дозаривание не оказывает существенного влияния на расщепление.

Использование для посева светлых семян горчицы при отсутствии дозаривания позволило получить потомство с минимальной массой 1000 семян, которая составила 2,18 и 1,96 г для темной и светлой фракций соответственно. Дозаривание увеличило этот показатель на 6,8 и 6,1%. При посеве темно-коричневых семян в отсутствие дозаривания масса 1000 семян 2,40 и 2,18 г для темной и светлой фракций соответ-

ственно. Дозаривание увеличило масса 1000 семян на 4,2 и 6,0%. Посев семенами темно-коричневой фракции и последующее дозаривание семенников обеспечило получение наиболее крупных, полновесных семян, масса 1000 штук которых составила 2,50 и 2,31 г для темной и светлой фракций соответственно.

Закключение

Для двурядника тонколистного, индау посевного и горчицы сарептской отмечено явление гетероспермии, проявляющееся в интенсивности окраски семян. В популяциях семян каждого из видов выделяли две группы, которые условно назвали темная и светлая. У двурядника тонколистного и горчицы сарептской это были соответственно темно- и светло-коричневые семена. У индау посевного к темным относили семена, имеющие зелено-ватый-серый цвет. У двурядника тонколистного, индау посевного отмечено преимущественно светлые семена, а у горчицы сарептской – темные. Численное соотношение

семян выделенных фракций в разные годы существенно изменялось.

Отмечена корреляция параметров разнокачественности семян с показателями метеоусловий вегетационного периода. Для всех трех культур отмечено стабильное увеличение доли светлых семян при повышении среднесуточной температуры воздуха ($r = 0,59-0,94$).

Урожайность зелени у всех изученных культур при посеве темно-коричневыми семенами оказалась выше на 0,04-0,14 кг/м² по сравнению с посевом светлыми семенами. Максимальные различия отмечены у индау посевного и двурядника тонколистного.

В потомстве, выращенном из семян того или иного цвета, отмечена тенденция иметь аналогичную окраску семян (с той или иной вероятностью). Склонность семян формировать соответствующую окраску, по-видимому, может иметь наследственную природу. Однако степень влияния экологических, в том числе агротехнических факторов в ряде случаев оказывается значительно сильнее.

Поскольку вегетационный период изученных культур очень короткий, сроки посева могут быть сильно растянуты, а их роль обусловлена метеоусловиями, складывающимися в период развития растений и особенно уборки. В условиях Московской области предпочтительнее ранний посев, который гарантирует уборку семян растений в благоприятных условиях. Дозаривание семенников положительно влияет на качество семян индау посевного и горчицы сарептской, увеличивая удельную массу 1000 семян и долю темноокрашенных семян.

Таким образом, в основе разнокачественности семян лежат как экологические, физиологические, так и генетические факторы. Максимальную долю темных (наиболее продуктивных) семян обеспечивает сочетание оптимальных погодных условий, агротехнических приемов (ранний посев, дозаривание), сбора семян с побегов 1-3 порядка ветвления и использования для посева темной фракции семян.

Об авторах:

Иванова Мария Ивановна – доктор с.-х. наук, профессор РАН, заведующая лабораторией селекции и семеноводства зеленых культур <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

Кашлева Анна Ивановна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зеленых культур

Балеев Дмитрий Николаевич – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения <https://orcid.org/0000-0002-1228-0594>

Бухаров Александр Федорович – доктор с.-х. наук, заведующий лабораторией семеноводства и семеноведения

About the authors:

Maria I. Ivanova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the laboratory of breeding and seed production of green crops <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>

Anna I. Kashleva – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the laboratory of breeding and seed production of green crops

Dmitry N. Baleev – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory of seed production and seed research <https://orcid.org/0000-0002-1228-0594>

Alexander F. Bukharov – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the laboratory of seed production and seed research

● Литература

1. Батыгина Т.Б. Генетическая гетерогенность семян: эмбриологические аспекты // Физиология растений. – 1999. – Т.46. – №3. – С.438-454.
2. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания // Вестник Алтайского ГАУ. – №7 (117). – 2014. – С.26-32.
3. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материнском растении // Овощи России. – 2012. – №2 (15). – С.44-47.
4. Войтенко В.Ф. Гетерокарпия (гетеродиаспория) у покрытосеменных растений: анализ понятия, классификация, терминология // Бот. журн. – 1989. – Т.74. – №3. – С.281-297.
5. Дороев В.И. Плоды крестоцветных: разнообразие, строение, классификация, происхождение // Turczaninowia. – 2004. – №7 (3). – С.76-87.
6. Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью. – Новосибирск: Наука, 1975. – 469 с.
7. Иванова М.И., Сармосова А.Н. Сравнительный анализ разнокачественности семян капустных культур // Вестник Алтайского ГАУ. – №4 (114). – 2014. – С.5-9.
8. Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и ее агрономическое значение. – М.: Колос. – 1974. – 176 с.
9. Китаева И.Е. Разнокачественность семян репы, капусты, брюквы и редиса и ее причины: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – М., 1952. – 24 с.
10. Куперман Ф.М. Асинхронность прохождения этапов органогенеза как один из основных причин разнокачественности плодов и семян // Биология и технология семян. – Харьков, 1974. – С.202-203.
11. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб.: НИИ химии, 1999. – 232 с.
12. Строна И.Г. Разнокачественность семян полевых культур и ее значение в семеноводческой практике. В кн.: Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений. – М.: Наука, 1964. – С.21-25.
13. Ткаченко К.Г. Гетеродиаспория и сезонные колебания в ритмах прорастания // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2009. – №11 (66). – Вып. 9 (1). – С.44-50.

● References

1. Batygina T.B. Genetic heterogeneity of seeds: embryological aspects // Plant Physiology. – 1999. – T.46. – Number 3. – P.438-454. (In Russ.)
2. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I. Morphometry of different quality seeds of vegetable umbrella crops in the process of formation and germination // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – №7 (117). – 2014. – P.26-32. (In Russ.)
3. Bukharov A.F., Baleev D.N. The morphology of different quality seeds of vegetable umbrella crops, due to the place of formation on the mother plant // Vegetable crops of Russia. – 2012. – №2 (15). – P.44-47. (In Russ.)
4. Voytenko V.F. Heterocarpium (heterodisporia) in angiosperms: concept analysis, classification, terminology // Bot. journals. – 1989. – T.74. – Number 3. – P.281-297. (In Russ.)
5. Dorofeev V.I. Cruciferous fruits: variety, structure, classification, origin // Turczaninowia. – 2004. – №7 (3). – P.76-87. (In Russ.)
6. Eremenko L.L. Morphological features of vegetable plants in connection with seed productivity. – Novosibirsk: Science, 1975. – 469 p. (In Russ.)
7. Ivanova M.I., Sarmosova A.N. Comparative analysis of different quality seeds of cabbage cultures // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – №4 (114). – 2014. – P.5-9. (In Russ.)
8. Kizilova E.G. Quality varieties of seeds and its agronomic value. – M.: Kolos. – 1974. – 176 p. (In Russ.)
9. Kitaeva I.E. Quality varieties of turnip seeds, cabbage, rutabaga and radish and its causes: author. dis... cand. of sciences. – M., 1952. – 24 p. (In Russ.)
10. Kuperman F.M. Asynchronous passage of the stages of organogenesis as one of the main reasons for the different quality of fruits and seeds // Biology and technology of seeds. – Kharkov, 1974. – P.202-203. (In Russ.)
11. Nikolaeva M.G., Lyanguzova I.V., Pozdova L.M. Seed biology. – SPb.: Institute of Chemistry, 1999. – 232 p. (In Russ.)
12. Strona I.G. Quality varieties of seeds of field crops and its importance in seed practice. In book: Biological bases of improvement of quality of seeds of plants. – M.: Science, 1964. – P.21-25. (In Russ.)
13. Tkachenko K.G. Heterodiasporia and seasonal fluctuations in the rhythms of germination // Scientific Gazette of Belgorod State University. A series of Natural Sciences. – 2009. – №11 (66). – Vol. 9 (1). – P.44-50. (In Russ.)