



ПРОЯВЛЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИЗНАКА «ОКРАСКА ЦВЕТКА» В РАЗНОКОЛЕРНОЙ СОРТОПОПУЛЯЦИИ «РАДУГА» ГВОЗДИКИ ТУРЕЦКОЙ (*Dianthus barbatus* L.)

MANIFESTATION OF VARIABILITY CHARACTERISTIC "FLOWER COLOUR" IN POPULATION "RAINBOW" CARNATION TURKISH (*Dianthus barbatus* L.)

Левко Г.Д.* – доктор с.-х. наук, вед. н.с. лаб. селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур
 Солдатенко А.В. – доктор с.-х. наук, проф. РАН, директор
 Сирота С.М. – доктор с.-х. наук, зам. директора
 Беспалько Л.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур
 Турушина В.М. – вед. агроном лаб. селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства»
 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
 *E-mail: gennadylevko@yandex.ru

Levko G.D.* – doctor of agricultural Sci., Leading Researcher
 Soldatenko A.V. – doctor of agricultural Sci., Professor of RAS, Director
 Sirota S.M. – doctor of agricultural Sci., Deputy Director
 Bespalko L.V. – PhD of agricultural Sci., Senior Researcher
 Turushina V.M. – a leading agronomist

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
 Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK, Odintsovo district, Moscow Region, 143080, Russia
 E-mail: gennadylevko@yandex.ru

Перспективным направлением в элитном семеноводстве цветочных культур является создание сортопопуляций с заданными соотношениями декоративных признаков, и, прежде всего, окраски цветков (соцветий), которая имеет широкий спектр изменчивости. Поддержание константности этих признаков в популяциях перекрестников можно осуществлять с помощью различных методов отбора (массового, индивидуального, инцухта). Целью исследований являлась разработка методов ведения элитного семеноводства разноколерных сортопопуляций гвоздики турецкой. Исходным материалом послужили семена суперкарликовой разноколерной сортопопуляции «Early Dwarf Mixed», полученные из ФГБНУ ВИЛАР. Исследования проводили на опытных участках ФГБНУ ФНЦО. После отработки сортопопуляции разработана методика поддержания константности этих признаков при последующих репродукциях. В результате селекционной работы создана новая разноколерная сортопопуляция под названием «Радуга». При анализе расщепления признака «окраска цветка» в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой в течение нескольких репродукций установлено: спектр изменчивости окраски цветка включает 5 основных групп – малиновую, розовую, красную, лососевую, белую; малиновая и красная окраски являются доминантными по отношению к розовой и лососевой соответственно; за окраску цветка в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой отвечают, по крайней мере, 5 генов: один контролирует общий предшественник синтеза Ант-пигментов, 2 гена отвечают в доминантном состоянии за малиновую и красную окраски, а их рецессивные аллели – за розовую и лососевую соответственно; 2 гена являются супрессорами синтеза Ант-пигментов цианидина и пеларгонидина.

Ключевые слова: гвоздика турецкая, *Dianthus barbatus* L., сортопопуляция, агротехника гвоздики турецкой, генетический контроль окраски цветка, антоциановые пигменты.

Для цитирования: Левко Г.Д., Солдатенко А.В., Сирота С.М., Беспалько Л.В., Турушина В.М. ПРОЯВЛЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИЗНАКА «ОКРАСКА ЦВЕТКА» В РАЗНОКОЛЕРНОЙ СОРТОПОПУЛЯЦИИ «РАДУГА» ГВОЗДИКИ ТУРЕЦКОЙ (*Dianthus barbatus* L.). Овощи России. 2019;(1):12-15. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-12-15

A promising direction in the elite seed growing flower seeds is to create a population with the given ratios decorative signs and, above all, painting flowers (racemes), which has a wide range of variability. Maintaining constant these crosspollination populations can be performed using different selection methods (mass, individual, inbreeding). The aim of this research was to develop methods of elite seed-growing population for Carnation Turkish. Source material served as seeds superdwarf population "Early Dwarf Mixed", derived from FSBSI "All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants". Research conducted on plots FSBSI «Federal Scientific Vegetable Center». After the population has been designed for maintaining constant these traits in subsequent reproductions. As a result of breeding work has created a new different colour population entitled "Rainbow". When analyzing the cleavage "tag coloring flower" in population "Rainbow" Carnation Turkish within a few reproductions, it was found that: the range of variability of coloring a flower includes 5 major groups - pink, rose, red, salmon, white; red colour is dominant towards pink and salmon, respectively; for coloring a flower meet at least 5 genes; one controls the general predecessor synthesis of Ant-pigments, 2 gene dominant responsibility for pink and red colour, and their recessive alleles for pink and salmon, respectively; 2 gene suppressors are the synthesis of Ant-pigments cyaniding and pelargonidin.

Keywords: Carnation Turkish, *Dianthus barbatus* L., populations, agricultural implements, camations, genetic control of Turkey flower coloring, anthocyanin pigments.

For citation: Levko G.D., Soldatenko A.V., Sirota S.M., Bespalko L.V., Turushina V.M. MANIFESTATION OF VARIABILITY CHARACTERISTIC "FLOWER COLOUR" IN POPULATION "RAINBOW" CARNATION TURKISH (*Dianthus barbatus* L.). Vegetable crops of Russia. 2019;(1):12-15. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-12-15

Введение

Перспективным направлением в элитном семеноводстве цветочных культур является создание сортопопуляций с заданными соотношениями декоративных признаков, и, прежде всего, окраски цветков (соцветий), которая имеет широкий спектр изменчиво-

сти. При этом другие признаки, такие как высота растения, диаметр и махровость соцветия должны быть достаточны выровненными. Поддержание константности этих признаков в популяциях перекрестников можно осуществлять с помощью различных методов отбора (массового, индивидуального,

инцухта). Прежде, чем вести элитное семеноводство разноколерных сортопопуляций, при котором важно учитывать направление доминирования той или иной окраски, необходимо изучить, какой из методов будет наиболее эффективным для решения поставленной задачи. Наиболее простым и

экономически выгодным является массовый отбор, который основан на отборе фенотипов, поэтому его результативность в значительной мере зависит от степени наследуемости желательных признаков и числа отобранных растений. Если степень наследуемости высокая, то достаточно применять одно-двукратный отбор. При низкой наследуемости массовый отбор должен быть многократным.

В настоящее время методики подобного рода разработаны на люпине многолистном [1] и васильке синем [2]. Исследования в данном направлении продолжаются и на других культурах, поскольку все они различаются не только биологическими особенностями роста, развития и способами опыления, но и составом групп окрасок цветков [3]. Например, у люпина многолистного, виолы Витрокка, левкоя однолетнего и аквилегии гибридной присутствуют все основные группы окрасок. У георгины однолетней, циннии изящной и львиного зева в спектре нет сине-голубой, у космоса дваждыперистого и гвоздики турецкой – сине-голубой и желтой, а у василька синего – желтой окрасок. Следовательно, различия в составе групп окрасок и, самое главное, их процентных соотношениях, требуют создания специфических для каждой культуры методов ведения элитного семеноводства разноколнерных сортопопуляций.

Цель, материал и методы исследований

Целью данных исследований являлась разработка методов ведения элитного семеноводства разноколнерных сортопопуляций гвоздики турецкой. Исходным материалом послужили семена суперкарликовой разноколнерной сортопопуляции «Early Dwarf Mixed», полученные из ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений".

Гвоздика турецкая (*Dianthus barbatus* L.), синоним – Г. бородачатая является типичным представителем из группы двулетних цветочных культур семейства Гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juss.). В первый год после посева развивается пышную прикорневую розетку из некрупных, удлинненно-эллиптической формы светло-зеленой окраски листьев. Во второй год вегетации из розеток вырастают от 5 до 10 прямостоячих прочных цветочных побегов высотой от 15 до 50 см (в зависимости от сорта), оканчивающихся щитковидным соцветиями с многочисленными некрупными цветками диаметром от 1,5 до 3,0 см с приятным гвоздичным ароматом. Существуют немахровые сорта, когда цветок содержит 5 лепестков, полумахровые и густомахровые (до 10 лепестков).

По высоте куста все сорта объединены в три группы. Среди них: низкорослые (15-30 см), ярким примером является густомахровая смесь окра-

сок «Пиноккио» (*Dianthus barbatus* "Pinocchio") и немахровые – (*Dianthus barbatus* "Wee Willie" и «Ньюпорт Пинк») с высотой растения 15-20 см; среднерослые: "Heart Attack" с красно-черными цветками с высотой куста 30-35 см и "Sooty" – с темно-шоколадными цветками, красноокрашенными стеблями, с листьями с бронзовым налетом и высотой цветочных побегов 35-45 см; а также группа высокорослых садовых форм – "Giant Imperial", «Hollandia F₁ Series» и серия "Amazon", достигающих высоты от 45 до 90 см [4], Types of Sweet William Flowers [5, 6]. Используют для оформления клумб, рабаток, особенно красиво кусты выглядят в групповых посадках, а также в срезке.

Диаметр цветка и соцветия – признаки слабовариабельные и зависят, в основном, от условий выращивания и погодных условий. Листья на побегах линейно-ланцетные, располагаются супротивно. Корневая система мочковатая.

Признак «окраска цветка» имеет широкий спектр изменчивости и подразделяется на две группы: однотонные (белая, лососевая, розовая, красная, темно-бордовая и почти черная) и пестролепестные – «мозаичные». Цветет в июне – июле. Плод – цилиндрическая коробочка. Семена плоские яйцевидной формы блестящие, коричневой или черной окраски, в 1 г содержится до 1000 штук семян, которые сохраняют всхожесть 4-5 лет.

Исследования проводили на опытных участках ФГБНУ ФНЦО.

Агротехника гвоздики турецкой.

Размножают гвоздику турецкую семенами, черенками и делением кустов. Посев семян в открытый грунт проводят в мае (5 г/см²). Всходы в зависимости от температуры появляются на 4-10-е сутки. Кроме этого, турецкую гвоздику можно выращивать через рассаду. Посев проводят в посевные ящики в конце июня, всходы появляются на 4-7 сутки. Затем сеянцы пикируют в кассеты размером 5x5 см, наполненные торфом с перлитом. На постоянное место рассаду высаживают в августе: расстояние при посадке 20-30 см. Сорта гвоздики турецкой нестабильны и дают при семенном размножении определенное расщепление в потомстве. В целях сортообновления наиболее интересные экземпляры ценных сортов рекомендуют размножать черенкованием или делением куста. Черенкуют гвоздику в июне по общепринятой технологии. Укоренение происходит через три недели. В августе укорененные черенки высаживают на постоянное место. На зиму растения укрывают торфом. Гвоздика турецкая нетребовательна к свету, может расти в полутени, отличается холодо- и морозостойкостью, хорошо зимует в открытом грунте. Лучше всего развивается и продолжительно цветет на освещенных участках с плодородной суглинистой почвой. В период вегетации уход



Рис. 1. Выращивание рассады гвоздики турецкой в кассетах.
Fig. 1. Growing seedlings of Turkish Carnation in plastic magazines.



Рис. 2. Разноколнерная сортопопуляция «Радуга» гвоздики турецкой.
Fig. 2. Different-colour population "Rainbow" Turkish carnation.



Рис. 3 Пестролепестная – «мозаичная» форма гвоздики турецкой.
Fig. 3. "Mosaic" Carnation form Turkish.

Таблица 1. Состав исходной разноколерной сортопопуляции «Early Dwarf Mixed» гвоздики турецкой (*Dianthus barbatus* L.) по группам окрасок
 Table 1. The composition of the original different-colour population carnations Turkish "Early Dwarf Mixed" (*Dianthus barbatus* L.) by groups of colours

Названия групп окрасок, X ср., % ± m%				
Малиновая	сиреневая	розовая	красная	белая
65,22±5,53	14,49±4,09	11,60±3,72	5,80±2,72	2,90±1,95

за растениями заключается в проведении глубокого рыхления междурядий (6-10 см) и периодических прополок от сорняков.

Весной (2-й год вегетации) по талому снегу следует проводить первую подкормку минеральными удобрениями, в период бутонизации – вторую, фосфорными и калийными удобрениями. Период созревания семян гвоздики конец июля – начало августа. Во время созревания семян побеги выборочно срезают, а затем срезают все вызревшие. После подсушивания сырца, его обмолачивают и доводят до кондиции. При обмолоте используют молотилку, а затем очищают на семяочистительной машине «Петкус».

Результаты исследований

Предварительные фенологические наблюдения за проявлением основных декоративных признаков в течение ряда репродукций показали, что популяция слабо выровнена по высоте растений, компактности куста и процентному составу групп окрасок.

После отработки в этой сортопопуляции были выделены растения с высокими декоративными признаками для закладки новой сортопопуляции.

В результате селекционной работы была создана новая разноколерная сортопопуляция под названием «Радуга» (рис.1, рис.2) и разработана методика поддержания константности этих признаков при последующих репродукциях. Основу схемы составляет индивидуальный отбор – метод половинок. В суперэлиту необходимо отбирать суперкарликовые, компактные растения с типичной окраской для данного сорта.

При сортопрочистке удаляли растения высокие, со слабыми цветоносами и раскидистым кустом. Отбор проводили во время цветения, когда наиболее четко выражены признаки: окраска соцветий и обилие цветения. Для поддержания сорта достаточно отбирать 20-30 растений. При сортовых прочистках до или после апробации составляли «Акт сортовой прочистки», в котором указывали: время проведения сортовых прочисток, состояние растений, характер и количество (%) удаленных примесей. В начале массового цветения проводили апробацию элитного посева согласно «Инструкции по апробации...» [7].

Распределение растений по группам окрасок и их процентное соотношение в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой. Было выделено 5 условных групп окрасок (табл.1). К первой группе отнесены растения с малиновой, вишневой и темно-бордовой окрасками цветков; ко второй – с сиреневой и сиреневой с белым краем, к третьей – с розовой и светло-розовой, розово-красной, светло-розовой с малиновым центром, к четвертой – с красной, красной с белыми краем, к пятой – с белой, белой с малиновым, красным, сиреневым и розовым центрами.

Как видно из таблицы, доминантной окраской в этой популяции является малиновая (65%), меньше всего было растений с белой окраской (3%). Анализ изменчивости окраски цветка и других признаков в заложенных семьях показал, что по высоте растений популяция была выровнена, среднее значение которой составляло 13,32±0,42. В результате наблюдений окраски цветка

в семьях была выделена еще одна группа – лососевая. Распределение групп окрасок в популяции семейственного отбора позволило отметить равномерное содержание фенотипов с малиновой, розовой и красными окрасками. Сиреневая, вероятно, является рецессивной по отношению к малиновой и розовой, а лососевая – рецессивная по отношению к красной. В этой же популяции были отобраны 28 растений с высокими декоративными признаками, семена которых были посеяны осенью этого же года. При описании окрасок возникли трудности различия розовой и сиреневой групп. Поэтому мы объединили их в одну группу под названием «розовая», тем более, что сиреневая окраска определяется теми же пигментами, что и розовая только в слабой концентрации (эффект дозы генов) [8,9].

Дальнейший анализ распределения растений во вновь полученной сортопопуляции, результаты которого представлены в таблице 2, показал, что 6 семей (225 растений) с исходной малиновой окраской расщепились на малиновую, красную, лососевую и белую, причем не было обнаружено ни одного растения с розовой окраской цветка, зато появилось почти 12% растений с малиновой и лососевой и около 77% – с красной. Следовательно, при направленном отборе нужно учитывать то обстоятельство, что малиновая окраска дает больший процент генотипов с красной, нежели с исходными окрасками.

В девяти семьях с исходной розовой окраской обнаружена иная картина: наблюдается появление значительного числа растений с малиновой (66%) и красной (22%) окрасками. Учитывая тот

Таблица 2. Распределение признака «окраска цветка» по группам в отобранных в семьях в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой (*Dianthus barbatus* L.)
 Table 2. Distribution of characteristic "flower colour" by groups in selected families in different-colour population "Rainbow" Carnation Turkish (*Dianthus barbatus* L.).

Исходная окраска семей	Число изученных семей	Группы окрасок, X ср., % ± m%					число раст.
		малиновая	розовая	красная	лососевая	белая	
Малиновая	6	8,89±1,90	-	76,89±2,81	12,44±2,20	1,78±0,88	225
Розовая	9	66,4±2,43	4,76±1,10	22,75±2,16	2,38±0,78	3,70±0,97	378
Красная	3	14,96±3,27	-	81,1±0 3,47	2,36±1,35	1,58±1,11	127
Лососевая	2	2,20±1,56	4,40±2,15	31,87±4,89	45,06±5,22	16,48±3,89	91
Белая	8	26,10±2,17	8,29±1,36	25,12±2,14	9,27±1,43	31,22±2,29	410
Итого:	28	32,41±1,31	4,55±0,59	40,13±1,39	9,67±0,84	13,24±0,97	1231

факт, что розовая является рецессивной окраской по отношению к малиновой, такое расщепление можно объяснить взаимодействием генов-супрессоров антоциановой окраски, в частности, генов синтеза пигмента цианидина [10]. Хорошим примером проявления доминантных аллелей антоциановых генов в популяции является расщепление в семьях с исходными «красными» и «лососевыми фенотипами». В красных семьях было обнаружено более 80% растений с красной окраской цветка, а в лососевых – 30% – с красной и 45% – с лососевыми окрасками.

Допустимым вариантом объяснения этого факта может быть то, что лососевая окраска рецессивна по отношению к красной и, взаимодействуя также с генами-супрессорами антоцианов, в данном случае, пеларгонидина, расщепляется на красные и лососевые [11]. Что касается проявления белой окраски, то здесь налицо проявление генов-супрессоров антоцианов: из 140 растений (8 семей), в которых распределение фенотипов

было следующим: по 25% приходилось на малиновую и красную, почти по 10% на розовую и лососевую и лишь 30% растений были с белой окраской цветка. Таким образом, на фоне рецессивных аллелей генов-супрессоров, в первую очередь, проявляется действие доминантных аллелей Ант-генов (малиновая и красная окраски), а затем – рецессивных (розовая и лососевая).

В целом, картина расщепления в популяциях семейственного отбора в ряду последующих поколений сохранялась: среди малиновых опять наблюдался высокий процент растений с красными соцветиями (80%, «розовые» семьи дали потомство с преимуществом в 50% растений малиновоокрашенных, и по 20% розово- и красноокрашенных. В свою очередь, среди отобранных «красных» семей 80% растений имели красную окраску, в лососевой группе – более 60% повторили исходную окраску, а в белой группе – 50% имели исходную белую и 25% – лососевую окраски (табл. 3).

Заключение

Сопоставление результатов анализа расщепления признака «окраска цветка» в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой позволило сделать следующие выводы:

1. Выделено 5 основных групп окрасок: малиновая, розовая, красная, лососевая, белая.

2. Малиновая и красная окраски являются доминантными по отношению к розовой и лососевой соответственно.

3. За окраску цветка в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой отвечают, по крайней мере, 5 генов: один контролирует общий предшественник синтеза Ант-пигментов, 2 гена отвечают в доминантном состоянии за малиновую и красную окраски, а их рецессивные аллели – за розовую и лососевую соответственно; 2 гена являются супрессорами синтеза Ант-пигментов цианидина и пеларгонидина.

Таблица 3. Распределение признака «окраска цветка» по группам в разноколерной сортопопуляции «Радуга» гвоздики турецкой (*Dianthus barbatus* L.), полученной методом семейственного отбора
Table 3. Distribution of characteristic "flower colour" by groups in different-colour population "Rainbow" Carnation Turkish (*Dianthus barbatus* L.), obtained by the method of family selection

Исходная окраска цветка отобранных семей	Число изученных семей	Группы окрасок, %					число раст., шт.
		малиновая	розовая	красная	лососевая	белая	
Малиновая	1	6,67±1,58	10,00±2,28	80,00±4,06	3,33±0,82	-	60
Розовая	4	50,35±6,34	20,98±4,21	23,78±4,60	2,10±0,52	2,80±0,69	143
Красная	3	3,33±0,82	11,11±2,51	80,00±4,06	3,33±0,82	2,22±0,55	90
Лососевая	1	6,90±1,63	-	20,69±4,16	62,07±5,98	10,35±2,36	29
Белая	3	11,11±2,51	5,56±1,33	6,94±1,64	25,00±4,76	51,39±6,34	72
Итого:	12	22,59±4,44	41,88±6,18	12,69±2,81	11,17±2,52	11,68±2,62	394

Литература

- Дрягина И.В., Кудрявец Д.Б., Левко Г.Д. Методические указания по элитному семеноводству сортопопуляции люпина Рассела. /И.В. Дрягина, Д.Б. Кудрявец, Г.Д. Левко – М., 1986. – 13 с.
- Левко Г.Д. Особенности элитного семеноводства разноколерных сортопопуляций цветочных культур. / Г.Д. Левко, С.А. Юскевич // Селекция и семеноводство. – 2006. – С.20-23.
- Левко Г.Д., Гордеев Д.К. Распределение признака «окраска соцветия» в опытных популяциях василька синего (*Centaurea cyanus* L.). / Г.Д.Левко, Д.К. Гордеев // Селекция и семеноводство. - Сб. научных трудов РАСХН, ВНИИС-СОК, СКООС. М., 2004. – С.102-106.
- <http://homeguides.sfgate.com/types-sweet-william-flowers-65838.html>
- Вакуленко В.В. и др. Справочник цветовода. / В.В. Вакуленко, Е.Н. Зайцева, Т.М. Клевенская, Д.Б. Кудрявец, Н.П.Николаенко, Г.В. Порубиновская, Е.И. Сурина. М.: «Колос», 1997. – 446 с.
- Д.Б. Кудрявец, Н.А. Петренко. Однолетние и многолетние декоративные растения для цветников: Иллюстрированный атлас. М.: «Фитон XXI». – 2014. – С.96-97.
- Методическое указание. Инструкция по апробации посевов цветочных культур. М., 1985. – 39 с.
- Forkmann G., Dangelmayr B. Genetic control of chalcone isomerase activity in flowers of *Dianthus caryophyllus* //Biochem. Genet. – 1980. – V.18. – N.5/6. – P.519-527.
- Паршиков В.К. Биохимический состав пигментов окраски у садовой гвоздики. / В.К. Паршиков // Физиология и биохимия культурных растений. 1984. – Т.16. – №5. – С.483-486.
- Paris C. D., Haney W.J., Wilson G.B. A survey of the interactions of genes of flower color. // Techn. bull. agric. exp. station Michigan State Univ. – 1960. – N.281. – P.1-132.
- Durbin M.L., Lundy K.E., Morrell P.L., Torres-Martinez C.L., Clegg M.T. Genes that determine flower color: the role of regulatory changes in the evolution of phenotypic adaptations. // Phylogenetics and Evolution. – 2003. – V.29. – N.3. – P.507-518.

References

- Drjagina I.V., Kudrjavec D.B., Levko G.D. Methodical instructions on elite populations Russell Lupin seed. /I.V. Drjagina, D.B. Kudrjavec, G.D. Levko. M., 1986. 13 p.
- /Levko G.D. Features high-end raznokolernyh varieties seed populations of floral cultures. /G.D. Levko, S.A. Juskevich. //Breeding and Seed Production. 2006. P.20-23.
- Levko G.D., Gordeev D.K. "Tag distribution colour inflorescences" experienced populations blue cornflower (*Centaurea cyanus* L.). /G.D. Levko, D.K. Gordeev. //Breeding and Seed production. -Sat. scientific works of SCIENCE, VNIISOK, SKOOS. M., 2004. P.102-106.
- <http://homeguides.sfgate.com/types-sweet-william-flowers-65838.html>
- Vakulenko V.V. and others. Grower's Handbook. /V.V. Vakulenko, E. N. Zaytseva, T.M. Klevenskaja, D.B. Kudrjavec, N.P. Nikolayenko, G.V. Porubinovskaja, E.I. Surina. M.: "Kolos". 1997. 446 p.
- Kudrjavec D. B., Petrenko N. A. Annual and perennial decorative plants for flower gardens: an illustrated atlas. / D. B. Kudrjavec, N. A. Petrenko. M.: "Fiton XXI". 2014. P.96-97.
- Methodological guidance. Instructions for approbation of crops flower crops. M., 1985. 39 p.
- Forkmann G., Dangelmayr B. Genetic control of chalcone isomerase activity in flowers of *Dianthus caryophyllus* //Biochem. Genet. 1980. V.18. N.5/6. P.519-527.
- Parshikov V.K. Biochemical composition of the pigments coloring at the garden Carnation. /V.K. Parshikov. //Physiology and biochemistry of cultivated plants. 1984. V.16. N.5. P.483-486.
- Paris C. D., Haney W.J., Wilson G.B. A survey of the interactions of genes of flower color. // Techn. bull. agric. exp. station Michigan State Univ. 1960. N.281. P.1-132.
- Durbin M.L., Lundy K.E., Morrell P.L., Torres-Martinez C.L., Clegg M.T. Genes that determine flower color: the role of regulatory changes in the evolution of phenotypic adaptations. // Phylogenetics and Evolution. 2003. V.29. N.3. P.507-518.