

УДК 582.951.63:581.145.1

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИИ ЦВЕТЕНИЯ И ОПЫЛЕНИЯ СОРТОВ
И ЛИНИЙ КАРЛИКОВОГО ЛЬВИНОГО ЗЕВА {*ANTIRRHINUM MAJUS* L.)

О.Е. ХАНБАБАЕВА, В.Д. БОГДАНОВА, Е.Г. ЗАРЕНКОВА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Карликовый львиный зев характеризуется продолжительным и обильным цветением. Чем дольше цветет один цветок и все соцветие, тем выше декоративность у изучаемых сортов и линий. Скорость раскрытия цветков в соцветии у линий и сортов карликового львиного зева зависит от генотипа растения и условий года. Самое быстрое раскрытие цветков отмечено у гибридов F1 и связано с гетерозисным эффектом. На скорость раскрытия цветков за сутки существенное влияние оказывает генотип растения, а также условия года. Наибольшая скорость раскрытия (2 цветка в день) отмечена у гибридов и линий с темной окраской цветков. Средняя продолжительность цветения цветков без опыления составляет от 4 до 9 дней и зависит от генотипа растения и влияния условий года. Завязываемость семян при гейтеногамном опылении бутонов зависит от генотипа линии и условий года, внутри линий существенно не различается и составляет от 1 до 16 шт. на коробочку. Селекционный процесс с сортами и линиями карликового львиного зева следует проводить на основе гейтеногамного опыления окрашенных бутонов за день до раскрытия цветка.

Ключевые слова: биология цветения, львиный зев, гейтеногамное опыление, линии карликового львиного зева, гаметофитная самонесовместимость.

Львиный зев (*Antirrhinum majus* L.) — это одна из наиболее популярных и высокодекоративных однолетних красивоцветущих культур в современном цветоводстве. Современные сорта и гибриды львиного зева отличаются разнообразной высотой (от 15 до 150 см), продолжительным и обильным цветением (более 200 дней), устойчивостью к заморозкам (до -5 °С), обширной цветовой гаммой, оригинальной формой цветков (от простых до махровых), приятным ароматом.

В селекционной работе по выведению линий и F₁ гибридов на первом месте стоит изучение биологии цветения. На основе полученных данных подбирают схему селекционного процесса для изучаемой культуры.

Львиный зев относится к семейству Норичниковые (Scrophulariaceae) и имеет однолюксную гаметофитную самонесовместимость. Селекционный процесс с таким типом самонесовместимости можно проводить на основе гейтеногамного опыления бутонов или автогамного опыления старых изолированных цветков, так как в этих фазах цветения (бутон, старый цветок) самонесовместимость слабая и возможно проведение опыления.

Цель нашей работы — изучение биологии цветения сортов и линий львиного зева из группы карликовые — *nanum*. Объектами исследований выбраны сорта отечественной и зарубежной селекции, а также линии, полученные путем инбридинга

на территории РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2006-2008 гг. В качестве контроля — самые популярные гибриды американской селекции FI Floral Carpet Yellow и FI Floral Showers Purple.

На основе данных по особенностям цветения и опыления карликового львиного зева было выявлено, что сорта и линии различаются по продолжительности цветения одного цветка в зависимости от способа опыления, продолжительности цветения отдельного растения.

Проводили наблюдение за 5 цветками на 5 растениях каждой линии, сорта (генотипа). Продолжительность цветения оценивали по 10 учетным растениям на каждой делянке.

На начальном этапе работы под линией мы подразумевали потомство одного растения, отобранного по хозяйственно ценным признакам, не дающее расщеплений при самоопылении по основным признакам: окраске цветка, форме цветка, размерам цветка, высоте куста, окраске листьев. Далее проводили инбридинг до 4-5-го поколения и раздельно собирали семена с каждого растения каждой линии, при этом оценивали декоративные качества цветущих растений (высоту растений, диаметр куста, количество побегов, количество цветков, длину цветоноса) по методике ГСИ и классификатору рода Антирринум Н.А. Петренко (1993). Таким образом, получали 6 инбредных самонесовместимых линий 4-5-го поколения.

По каждой линии отбирали типичных представителей, отличающихся округлой формой куста, высотой не более 25 см, достаточным количеством цветоносов, крупными яркими цветками. Для обработки данных двухфакторных опытов использовали данные по одному представителю сорта, линии и 5-10 цветкам на нем. Для подсчетов количества раскрывшихся цветков за сутки произвольно выбирали 10 растений на учетной делянке, средние значения по двум годам исследования заносили в таблицу 1.

Растения высаживали на метровых делянках отдельно по линиям и сортам, по 20-25 растений на делянке. Агротехника стандартная. Посев проводили в первую декаду марта. Для посева применяли легкую почвосмесь из некислого торфа (1 часть) и 2 части легкой дерновой земли с добавлением перлита. Так как семена очень мелкие, их равномерно распределяют по поверхности субстрата, не присыпая. Посевы накрывают стеклом и опрыскивают почву по мере подсыхания. При температуре 20-24 °С и достаточной влажности всходы появляются через 12-14 дней. Всходы чувствительны к избытку влаги, страдают от грибных заболеваний (черная ножка и др.). При наличии гнилей посевы опрыскивают слабым раствором Фитоспорина.

На 5-7-й день после всходов проводят пикировку в кассеты. Через неделю проводили первую подкормку универсальным удобрением («Кемира-Универсал», 2 г на 1 л воды). Вторую подкормку — в фазе бутонизации, третью — в фазе начала созревания коробочек. Рассадку высаживали в грунт после 15 мая, так как кратковременных заморозков львиный зев не боится. Расстояние между растениями от 10-15 см, на делянку высажено примерно 20 шт. При посадке лунки проливали раствором Алерина-Б (биологический препарат) для защиты растений от корневых гнилей. Полив проводили по мере подсыхания почвы. Если почва тяжелая (глинистая) или слишком рыхлая (торфянистая), то львиный зев слабо цветет и полегает, так как у него развивается слабая корневая система. Поэтому после посадки на тяжелых почвах необходимо своевременное рыхление.

Цветение растений начинается во второй декаде мая и продолжается до поздних заморозков в ноябре.

**Особенности цветения различных генотипов карликового львиного зева
в зависимости от способа опыления (среднее количество цветков
по учетному растению), 2011-2012 г.**

Генотип (линия, сорт)	Высота, см, окраска цветков	Среднее количество раскрывшихся цветков на одном цветоносе за сутки, шт		Средняя продолжительность цветения, дни			
				без опыления (под изолятором)		перекрестное опыление	
		годы					
		2011	2012	2011	2012	2011	2012
Том Тамб	30,3 смесь окр.	2,5	2,2	6,0	4,0	1,2	1,0
F1 Floral Carpet Yellow	21,2 желт.	3,0	2,0	3,8	8,8	1,0	2,0
F1 Floral Showers Purple	16,7 красн.	3,2	2,8	7,9	10,0	1,5	2,0
P-23	22,0 розов.	1,4	1,0	7,8	6,1	1,6	1,4
M-24	23,4 малин.	2,0	1,0	4,8	5,0	1,7	1,5
Co-24	26,8 оранж.	1,3	1,3	6,2	7,5	1,0	1,0
Лз-Пл	24,6 белорозов.	2,1	1,4	7,6	8,0	1,1	1,6
Б-20	20,1 белый	1,2	1,1	5,5	9,0	1,0	1,1
HCP ₀₅		HCP ₀₅ (A) = 0,8 HCP ₀₅ (B) = 0,25		HCP ₀₅ (A) = 2,4 HCP ₀₅ (B) = 0,8 HCP ₀₅ (AXB) = 4,0		HCP ₀₅ (A) = 0,9 HCP ₀₅ (B) = 0,3 HCP ₀₅ (AXB) = 1,4	

Каждый бутон в фазе раскрытия маркировали пластиковой биркой с датой распускания и датой опадения венчика. Таким образом, маркировали представителей каждой изучаемой линии и сорта. В качестве изоляторов для учета цветения без опыления применяли мешки из тонкого лутрасила размером 60 x 20 см, а для изоляции отдельных цветков — тонкий акрил.

Характер цветения линий и сортов карликового львиного зева значительно различается по числу раскрывшихся цветков в сутки. Обычно на растении за сутки распускается 2-3 цветка, каждый из которых цветет от 1 до 5 дней в зависимости от наличия опылителей.

Львиный зев — перекрестноопыляемая культура, поэтому при перекрестном опылении венчик цветка опадает через день, а при отсутствии опылителей способен цвести до 7-10 дней. У махровых и стерильных форм цветение одного цветка без опыления более продолжительное — до 11-14 дней.

Данные по продолжительности цветения с опылением и без, а также всего соцветия приведены в таблице 1.

Отмечены существенные различия по количеству раскрывшихся цветков в соцветии за сутки для FI Floral Showers Purple по сравнению с остальными генотипами, и составило максимальное количество — 3 шт. ($HCPO5 = 0,8$). У гибрида FI Floral Showers Purple интенсивность раскрытия цветков можно связывать с гетерозисным эффектом. Гибриды F1 отличаются обильным и дружным цветением, крупными цветками, плотными соцветиями. Наименьшее количество цветков образуется у линии Б-20, которая характеризуется достаточно рыхлым соцветием и медленным раскрытием цветков. Кроме того, в литературных источниках встречаются данные о связи окраски цветков львиного зева с интенсивностью раскрытия. Чем более темная окраска у цветков, тем интенсивнее происходит их раскрытие. Темноокрашенные формы в меньшей степени отражают солнечную энергию, чем светлоокрашенные, поэтому и нагреваются быстрее, и как следствие интенсивность всех процессов при цветении ускоряется [11].

В 2011 г. достоверно раскрывалось за день большее число цветков, это связано с условиями года. 2011 г. был более жарким и засушливым, чем 2012, и растения процветали быстрее.

Достоверно установлено, что доля влияния фактора (А — генотип) составляет 49%, доля влияния фактора (В — год) составляет 13%. Влияния взаимодействия двух факторов отмечено не было. Поэтому на раскрытие цветков в соцветии за сутки существенное влияние оказывает генотип растения и условия года.

Такие показатели, как продолжительность цветения растений без опыления (под изолятором) и при перекрестном опылении, важны для получения инбредных линий и гетерозисных гибридов. Изоляция растений необходима для проведения самоопыления в различные фазы цветения и в увеличенные сроки. По средней продолжительности цветения под изолятором установлена доля влияния фактора (А — генотип) — 14% и доля влияния фактора (В — год) — 10%, причем совместное влияние этих факторов составляет 30%. Доля неконтролируемых факторов составляет 46%.

Генотип линии существенно влияет на скорость раскрытия цветков при различных способах опыления, о чем свидетельствуют данные дисперсионного анализа. При отсутствии опыления цветение одного цветка продолжается от 4 до 9 дней. Венчик опадает на 8—9-й день, после чего развивается коробочка, без семян. Все соцветие цветет в течение 35-50 дней. Такое продолжительное цветение одного цветка и соцветия в целом существенно облегчает селекционный процесс.

Достоверно установлено, что по продолжительности цветения гибрид FI Floral Showers Purple отличается от сорта Том Тамб, гибрида FI Floral Carpet Yellow и линии М-24 и характеризуется наиболее продолжительным цветением без опыления — 8 дней. Линии СО-24 и Лз-Пл, Б-20 по продолжительности цветения существенно уступают гибриду FI Floral Showers Purple. Самое недолгое цветение под изолятором у сорта Том Тамб — 4,6 дня.

В 2012 г. продолжительность цветения была достоверно дольше, чем в 2011 г., это связано с более благоприятными условиями 2012 г. (умеренная температура воздуха, достаточное количество осадков).

Достоверно установлено, что на продолжительность цветения при перекрестном опылении влияет фактор (А — генотип), доля влияния которого — 23%. По продолжительности цветения при перекрестном опылении выделяется гибрид FI Floral Showers Purple, который в среднем процвел 3,5 дня по двум годам исследования. Но различия при перекрестном опылении между ним и линиями Р-23 и М-24 несущественны.

Оплодотворение при перекрестном опылении происходит достаточно быстро, и венчики опыленных цветков всех изучаемых линий в среднем опадают через 1-3 дня, после чего завязывается полноценная коробочка (80-130 семян).

В открытом грунте львиный зев успешно опыляют крупные насекомые — шмели и пчелы, под их весом нижняя губа цветка провисает, открывая доступ к нектару. Поэтому в солнечную погоду, при наличии опылителей, цветок цветет один день. При этом отмечено, что темноокрашенные формы в дневные часы опыляются интенсивнее, соответственно и завязываемость семян выше. Аналогичные данные отмечены на представителях семейства Капустные [2].

Львиный зев характеризуется однолокусной гаметофитной самонесовместимостью. Это означает, что возможно ведение селекционного процесса на основе гейтеногамного опыления бутонов. Данный метод был разработан и применялся в селекции крестоцветных культур, растений со спорофитным типом самонесовместимости [2, 3].

Для львиного зева подобрана оптимальная фаза для проведения опыления — окрашенный бутон за день до раскрытия. В эту фазу самонесовместимость ослаблена и опыление происходит успешно. Также возможно опыление своей пылью (автогамное) изолированных цветков в возрасте 5-8 дней. На рисунках 1-6 приведена технология гейтеногамного опыления бутонов.

Данные по двум способам опыления приведены в таблице 2.

Достоверно установлено, что при перекрестном опылении на количество образовавшихся семян в коробочке повлиял фактор (А — генотип), доля влияния 57%. Фактор (В — год) повлиял незначительно — 5%. Доля взаимного влияния факторов (генотип X год) составила 10%. Исходя из этого, можно полагать, что на количество семян большее влияние оказывает генотип.



Рис. 1. Фаза раскрытия цветка (бутона) для проведения гейтеногамного опыления



Рис. 2. Вскрытие бутона по верхнему ребру



Рис. 3. Изоляция пестика для удаления пыльников



Рис. 4. Удаление пыльников



Рис. 5. Бутон перед опылением



Рис. 6. Опыление бутона пыльцой с этого же растения



Рис. 7. Маркировка опыленных бутонов



Рис. 8. Изоляция бутонов

Влияние генотипа линии и способа опыления на завязываемость семян (штук на коробочку) у линий карликового львиного зева, 2011-2012 гг.

Генотип (линия, сорт)	Перекрестное опыление		Гейтеногамное опыление бутонов	
	годы			
	2011	2012	2011	2012
Р-23	68	50	8	1
М-24	54	1	5	1
Со-24	80	88	7	11
Лз-Пл	42	50	16	1
Б-20	71	44	10	12
НС-Р ₀₅	НСР05 (А) = 11,0 НСР05 (В) = 5,0 НСР05 (АХВ) = 18,0		НСР05 (А) = 2,0 НСР05 (В) = 0,9 НСР05 (АХВ) = 3,0	

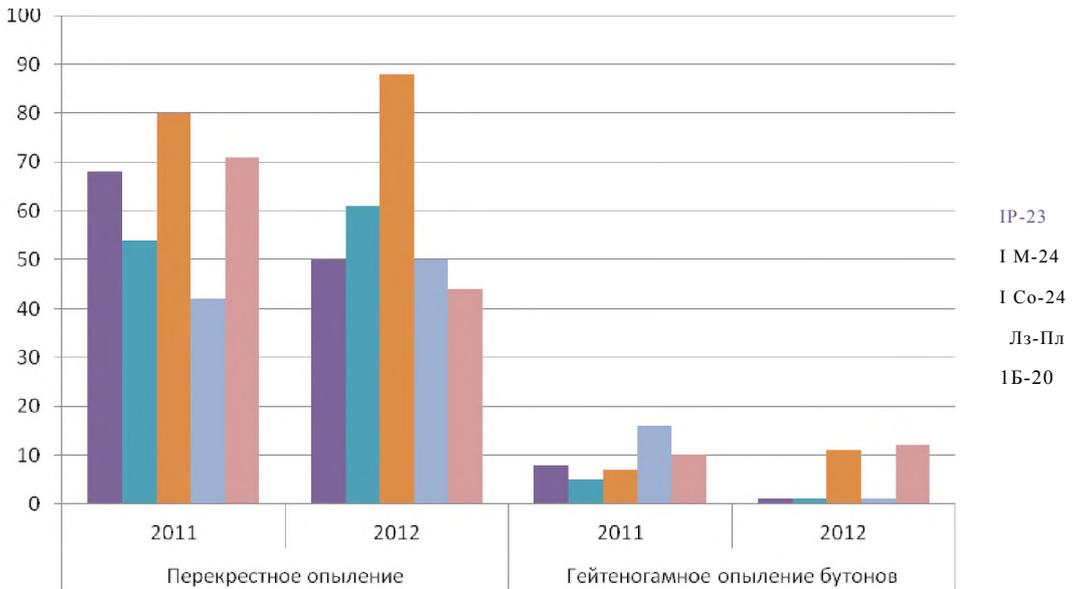


Рис. 9. Завязываемость семян у линий карликового львиного зева в зависимости от способа опыления (штук на коробочку), 2011-2012 гг.

Существенно не отличаются по количеству семян линии М-24 и Р-23, СО-24 и Б-20. Остальные сорта и гибриды существенно различаются. Максимальное количество семян образуют линии Б-20 (57,6 шт. на коробочку) и СО-24 (83 шт. на коробочку). Причем в 2012 г. завязываемость семян была выше, чем в 2011 г.

Для проведения инбридинга и поддержания самонесовместимых линий важно, чтобы количество семян при гейтеногамном опылении бутонов не было слишком низким (менее 5 шт.) или слишком высоким (более 15 шт. на коробочку). При малом количестве семян линии характеризуются высокой степенью самонесовместимости, но вместе с тем становится все сложнее проводить инбридинг. При большом количестве семян при гейтеногамном опылении линия характеризуется низкой степенью самонесовместимости, что не способствует качественному селекционному процессу. Оптимальное количество семян на одну коробочку у самонесовместимых линий львиного зева должно варьировать от 5 до 15 шт. семян.

Установлено, что при гейтеногамном опылении на количество образующихся семян влияет фактор (А — генотип) — 21%, фактор (В — год) — 15%, а взаимодействие этих факторов (генотип X год) составляет 53%.

Наибольшее количество семян при гейтеногамном опылении образуется у сорта Б-20 (11 шт. на коробочку), причем линия Б-20 по этому показателю существенно не отличается от линии СО-24. Наименьшее количество семян отмечено у линии Р-23 (5 шт. на коробочку), что является предельно допустимым значением для дальнейшего поддержания линии.

В 2012 г. при гейтеногамном опылении бутонов завязалось значительно больше семян, чем в 2011 г. Это связано с более благоприятными условиями 2012 г.

Потому при селекционном процессе по выведению инбредных линий следует учитывать и генотип исходных материнских растений, и влияние условий года. Чтобы исключить влияние условий года, гейтеногамное опыление бутонов рекомендуется проводить в защищенном грунте.

Выводы

1. На скорость раскрытия цветков за сутки в одном соцветии существенно влияет генотип растения, а также условия года. Большая скорость раскрытия (2 цветка в день) отмечена у гибридов и линий с темной окраской цветков.

2. Средняя продолжительность цветения цветков без опыления составляет от 4 до 9 дней и зависит от генотипа растения и влияния условий года.

3. Селекционный процесс с сортами и линиями карликового львиного зева следует проводить на основе гейтеногамного опыления окрашенных бутонов за день до раскрытия цветка.

4. Завязываемость семян при гейтеногамном опылении бутонов зависит от генотипа линии и условий года, внутри линий существенно не различается и составляет от 1 до 16 шт. на коробочку.

Библиографический список

1. *Пиштыцын Л.А.* Связь окраски цветков с количественными признаками у *Antirrhinum majus* L. // Ботанические исследования / Русское ботаническое общество. Барнаул, 2003. Т. 2. С. 91-92.

2. *Крючков А.В., Монахов Г.Ф.* Проявление комбинационной способности самонесовместимых инбредных линий среднеспелой белокочанной капусты в зависимости от метеорологических условий в год выращивания F₁ гибридов // Известия ТСХА. 1983. № 3. С. 130-135.

3. *Ханбабаева О.Е., Мамонов Е.В.* Особенности цветения и оплодотворения у львиного зева (*Antirrhinum majus* L.) // Доклады ТСХА. Вып. 278. М.: МСХА, 2006. С. 505-509.

STUDYING OF FLOWERING AND POLLINATION BIOLOGY
OF DWARF SNAPDRAGON (*ANTIRRHINUMMAJUS L*)
VARIETIES AND LINES

O.E. KHANBABAIEVA, V.D. BOGDANOVA, E.G. ZARENKOVA

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

Dwarf snapdragon has a long and abundant flowering. The longer is the blooming period of a single flowerlet and the whole inflorescence, the better is the ornamentality of the studied varieties and lines. The speed of flowerlet opening in different varieties and lines of dwarf snapdragon depends on plant's genotype and weather conditions of the year. The most rapid opening is noticed on F1 hybrids and is related to the heterotic effect. The daily speed of blossom opening is largely affected by plant genotype and season. It was maximal in hybrids and dark-flowered lines and reached 2 flowers a day. Average blooming period of the flower lets without pollination varies from 4 to 9 days, and depends on plant genotype and weather conditions of the year. Fruit setting at geitonogamy bud pollination depends on the line's genotype and meteorological conditions of each year. However, there is no significant difference within the lines; fruit setting varies from 1 to 16 seeds per capsule. The breeding process of the dwarf snapdragon's varieties and lines should be conducted on the basis of geitonogamic pollination of the coloured buds during the day before flower opening.

Key words: biology of flowering, snapdragon, geitonogamy pollination, lines of dwarf snapdragon, gametophyte self-incompatibility.

Ханбабаева Ольга Евгеньевна — к. с.-х. н., доцент кафедры декоративного садоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: (499) 977-10-65, e-mail: hanbabaeva@yandex.ru).

Богданова Варвара Дмитриевна — к. б. н., доцент кафедры декоративного садоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: (499) 977-10-65, тел.: 8 (499) 977-10-65; e-mail: meecado@gmail.com).

Заренкова Екатерина Геннадьевна — аспирантка кафедры декоративного садоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: (499) 977-10-65; e-mail: zarenkova89@jmail.ru).