

БОТАНИКА

УДК 582.916.6:581.46

Т. Н. Кузьмина

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта, Республика Крым, Россия

ДИМОРФИЗМ ЦВЕТКОВ *JASMINUM FRUTICANS* L. (*OLEACEAE*)

Представлены результаты сравнительного анализа длинностолбчатых и короткостолбчатых цветков дистильного вида флоры Крыма *Jasminum fruticans* L. (*Oleaceae*). Выявлены различия размеров венчиков, пыльников, столбика, пыльцевых зерен и разница длин тычинок цветков разных морфологических форм. Показано, что у длинностолбчатых цветков тычинки и их пыльники, а также пыльцевые зерна значительно меньше, чем у цветков короткостолбчатой формы. Цитоморфологическая оценка пыльцевых зерен цветков двух флоральных форм *J. fruticans* не выявила значимых различий между ними по долям морфологически нормальных пыльцевых зерен, которая составила более 80%, что свидетельствует об отсутствии серьезных аномалий в ходе развития мужского гаметофита и равных возможностях мужской генеративной сферы независимо от морфологической формы цветка.

Ключевые слова: диморфизм; полиморфизм; гетеростилия; цветок; пыльцевые зерна; *Jasminum*; *Oleaceae*.

T. N. Kuzmina

The Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS, Yalta, the Crimea, Russian Federation

THE DIMORPHISM OF FLOWERS OF *JASMINUM FRUTICANS* L. (*OLEACEAE*)

A comparative analysis of long-styled and short-styled flowers of the distylous species of the Crimean flora *Jasminum fruticans* L. (*Oleaceae*) is given. The differences of the corolla length, anthers and stigma heights, stigma-anther separation and pollen grains were found for two plants morphological forms. The stamens, anthers and pollen grains are larger in short-styled flowers. The cytomorphological analysis of pollen grains of *J. fruticans* flower two morph did not reveal the significant differences between the proportions of morphologically normal pollen grains (about 80%). The state of male gametophyte *J. fruticans* shows absence of lethal anomalies of its development. A cytomorphological status of pollen does not depend on the morphs of the flower. The functionality of male generative sphere of long-styled and short-styled flowers is equal.

Key words: dimorphism; polymorphism; heterostyly; flower; pollen grains; *Jasminum*; *Oleaceae*.

Согласно современным данным, гетеростилия, или разностолбчатость, встречается у представителей более 175 родов из 36 семейств покрытосеменных растений [Ganders, 1979; Агаджанян, 2000]. В их число входит род *Jasminum* L. (сем. *Oleaceae*), для которого типична дистилия, являющаяся частным случаем гетеростилии. При дистилии у представителей одного вида существуют особи с цветками двух морфологических форм – с длинными и короткими столбиками. В цветках длинностолбчатой формы тычинки располагаются в глубине трубки венчика, а рыльце столбика выступает из

трубки венчика. В случае короткостолбчатой формы пыльники находятся в зеве цветка, а столбик пестика – в трубке венчика. Различия между флоральными формами также могут выражаться в размерах цветков, строении поверхности рылец пестика, в количестве цветков в соцветиях и ряде других признаков [Ganders, 1979; Жинкина, 2000; Демьянова, 2014].

Jasminum fruticans L. – кустарник, имеющий европейско-средиземноморско-переднеазиатский ареал. В Крыму этот вид произрастает в горном и югобережном районах [Голубев, 1992].

Описание цветков *J. fruticans* с учетом ряда морфометрических параметров двух флоральных форм представлено в работах J.D. Thompson, B. Dommée [1993; 2000] и J. Guitián с соавторами [1998]. Было показано, что пыльники короткостолбчатых цветков *J. fruticans* производят большее количество пыльцы, которая крупнее, чем у цветков длинностолбчатой формы [Guitián et al., 1998], также был выявлен изгиб столбика, свойственный длинностолбчатым цветкам [Thompson, Dommée, 2000].

Одним из наиболее распространенных объяснений морфологических различий у цветков гетеростильных растений является их функциональное приспособление к легитимному опылению между цветками различных морфологических форм [Фегри, Ван дер Пейл, 1982]. Подтверждением этому является характерная для ряда гетеростильных видов, в том числе и *J. fruticans*, как самонесовместимость, так и внутриморфная несовместимость [Dommée, Thompson, 1992; Guitián et al., 1998; Dommée, Thompson, 2000]. Однако у некоторых гетеростильных видов самонесовместимость четко не прослеживается [Фегри, Ван дер Пейл, 1982; Методические указания, 1986; Демьянова, 2014], что не позволяет ограничивать роль гетеростилии исключительно механизмом, гарантирующим ксеногамное опыление между разными флоральными формами.

Существует также мнение, что гетеростилию можно рассматривать как эволюционное направление, ведущее к формированию однополых рас-

тений [Baker, 1960; Фегри, Ван дер Пейн, 1982]. А поскольку известно, что формирование двудомности у покрытосеменных растений сопряжено с редукцией генеративных органов [Кордюм, Глущенко, 1976] то можно предположить, что полиморфизм генеративных элементов у гетеростильных растений сопряжен с редукцией структурных элементов мужской и женской генеративной сферы, в зависимости от морфологической формы цветка, что, в свою очередь, может оказывать влияние на состояние их гаметофитов.

Целью данной работы был сравнительный анализ морфометрических параметров с учетом оценки состояния мужского гаметофита длинностолбчатых и короткостолбчатых цветков *J. fruticans*, произрастающих на Южном берегу Крыма.

Объект и методы исследований

В ходе исследования было проанализировано по 100 цветков *J. fruticans* каждой морфологической формы, взятых с растений, произрастающих на территории Никитского ботанического сада (г. Ялта, Крым), в период массового цветения растений (II декада мая) в 2016 и 2017 гг. Измерения проводили по следующим параметрам: высота чашечки и трубки венчика; длина отгиба венчика, столбика с рыльцем, тычинок, пыльника; для каждого цветка вычисляли разницу длин столбика и тычинки и подсчитывали количество лепестков и тычинок (рис. 1).

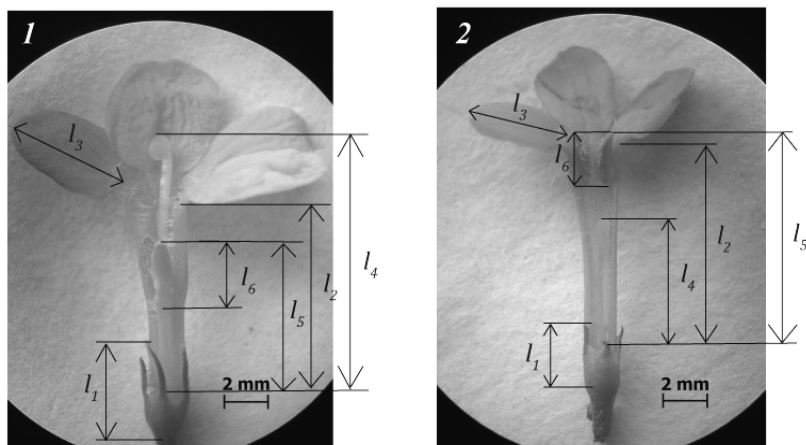


Рис. 1. Морфометрические характеристики длинностолбчатых (1) и короткостолбчатых (2) цветков *J. fruticans*:

l_1 – высота чашечки; l_2 – высота трубки венчика; l_3 – длина отгиба венчика; l_4 – длина столбика с рыльцем; l_5 – длина тычинки; l_6 – длина пыльника

Для определения экваториальных диаметров пыльцевых зерен использовали постоянные препараты средних образцов пыльцы, которые окрашивали метилгрюнпиронином [Шевченко и др, 1986]. Анализ постоянных препаратов проводили методом светлопольной микроскопии на микроскопе

AxioScopeA.1 (Zeiss, Германия). Микрофотографии получены с помощью системы анализа изображения AxioCamERc5s и цифровой фотокамеры Olympus SP-350. Для морфометрических измерений использовали программное приложение Axio-VisionRel. 4.8.2., а для проведения цитоморфоло-

гической оценки пыльцевых зерен – программу ImageJ 1.48v (<http://imagej.nih.gov/ij>).

Статистическую обработку данных, включающую дескриптивную статистику, корреляционный и однофакторный дисперсионный анализы (ANOVA) проводили с использованием программного приложения Statistica 6.0. Среднее значение показателей приводятся в виде $M \pm SE$, где M – среднее, SE – стандартная ошибка, SD – стандартное отклонение; CV – коэффициент вариации. Статистически значимыми приняты различия при $p < 0.05$. Оценку разности выборочных долей морфологически нормальных и стерильных пыльцевых зерен проводили методом преобразования долей в углы ϕ по критерию Фишера (F_ϕ) [Плохинский, 1970].

Результаты и их обсуждение

Цветок у *J. fruticans* зигоморфный, с ярко-желтым трубчатом венчиком, рассеченным на 4–8 долей отгиба. При этом в среднем для цветков обоих типов характерен венчик с 5 долями. Однако у проанализированных нами цветков длинностолбчатой формы чаще встречается от 6 до 8 долей. В цветке *J. fruticans*, как правило, две тычинки, хотя встречаются цветки и с 3 тычинками. Доля таких цветков длинностолбчатой формы составляет 12%, в то время как у короткостолбчатых цветков формирование трех тычинок наблюдалось в 6% всех исследованных нами цветков данной флоральной формы.

У цветков сравниваемых морф прослеживаются различия по форме рыльца: у длинностолбчатых цветков рыльце головчатой формы, а у цветков короткостолбчатого типа оно плоское, расчлененное на две лопасти (рис. 2).

Морфометрические параметры длинно- и короткостолбчатых цветков *J. fruticans* представлены в табл. 1. Установлены статистически значимые различия между высотой трубки венчика, длинами столбика, тычинок, пыльников, а также разницы

длин столбика и пыльников у цветков сравниваемых морфологических форм. Так, у длинностолбчатых цветков, как правило, высота трубки венчика больше, по сравнению с короткостолбчатыми цветками ($F=33,73 > F_{st}=3.9$ при $p < 0.05$). В соответствии с морфологическим типом цветки различаются по длине столбика ($F=1211,62 > F_{st}=3.9$ при $p < 0.05$) и тычинок ($F=289,41 > F_{st}=3.9$ при $p < 0.05$). По длине пыльников также выявлены различия: у цветков короткостолбчатого типа пыльники в среднем на 0.6 мм длиннее пыльников длинностолбчатых цветков ($F=43,46 > F_{st}=3.9$ при $p < 0.05$). Сравнение значений коэффициентов вариации (CV), характеризующих степень изменчивости признаков, показало, что у короткостолбчатых цветков *J. fruticans* длина столбика обладает большей изменчивостью, чем у длинностолбчатых цветков, что свидетельствует о большой стабильности данного признака у последнего и согласуется с литературными данными как для *J. fruticans*, так и для других гетеростильных видов [Thompson, Dommée, 2000]. В то же время, для длинностолбчатых цветков характерна большая вариабельность длин тычинок, чем у цветков короткостолбчатой формы. Таким образом, у длинностолбчатых цветков более стабильным признаком является длина столбика, а у короткостолбчатых – длина тычинок. При этом проведенный нами корреляционный анализ выявил, что у длинностолбчатых цветков *J. fruticans* длина столбика и тычинок находятся в тесной положительной взаимосвязи с высотой трубки венчика ($r=0.83$; $r=0.86$, соответственно), у короткостолбчатых цветков зависимость высоты трубки венчика и длин генеративных элементов оценивается как значительная ($r=0.54$; $r=0.60$). При этом у исследуемых нами цветков длинностолбчатых растений высота трубки венчика была больше, чем у короткостолбчатых, а по длине отгиба статистическое различие между флоральными формами не установлено.

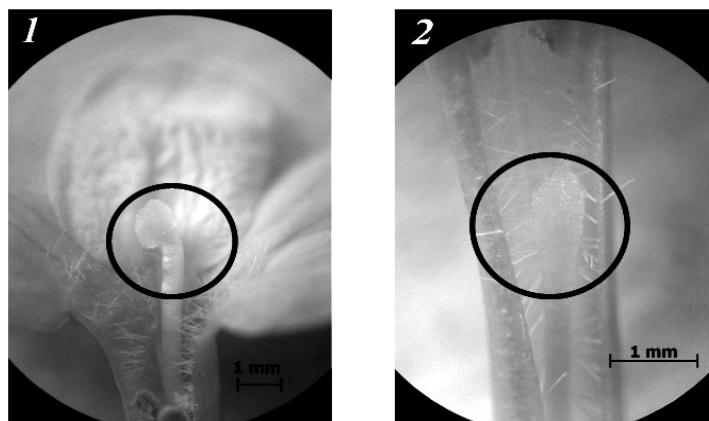


Рис. 2. Рыльце длинно- (1) и короткостолбчатого (2) цветков *J. fruticans*

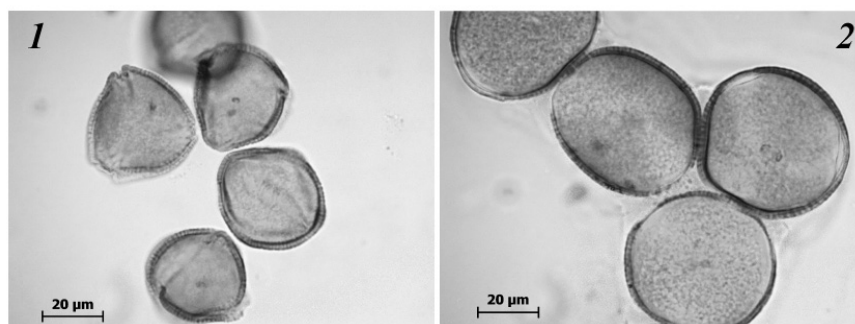
Таблица 1

Морфометрические параметры длинно- и короткостолбчатых цветков *Jasminum fruticans*

Признак	Длинностолбчатые цветки (n=100)				Короткостолбчатые цветки (n=100)			
	М	SD	SE	CV	М	SD	SE	CV
Высота чашечки с зубцами, мм (l_1)	4.11	0.62	0.06	15.09	4.03	0.75	0.08	18.73
Высота трубки венчика, мм (l_2)	9.82	1.57	0.16	16.02	8.79	0.82	0.08	9.32
Длина отгиба венчика, мм (l_3)	5.96	1.06	0.11	17.84	5.82	0.87	0.09	14.99
Длина столбика, мм (l_4)	11.74	1.59	0.16	13.57	5.15	1.02	0.10	19.87
Длина тычинки, мм (l_5)	7.56	1.23	0.12	16.28	10.22	0.97	0.10	9.53
Длина пыльника, мм (l_6)	2.56	0.57	0.06	22.40	3.12	0.63	0.06	20.11
Разница длины столбика и тычинки, мм	4.17	0.89	0.09	21.24	5.07	1.13	22.32	0.11

Выявленные нами различия расходятся с данными, представленными в ряде работ, анализирующих строение цветков различных видов гетеростильных растений [Pailler, Thompson, 1997; Faivre, McDave, 2001; Naiki, Nagamasu, 2003]. Согласно мнению J.D. Thompson и В. Dommée [2000], увеличение трубки венчика у короткостолбчатых цветков способствует улучшению взаимодействия генеративных органов при фиксированном положении тычиночной нити в трубке венчика и наблюдается у ряда гетеростильных видов различных семейств. Однако не у всех гетеростильных видов отмечают такую взаимосвязь, в частности, у *Anchusa officinalis* L. (Boraginaceae) значимых различий в размерах венчика у морфологических форм цветков не выявлено [Philipp, Schou, 1981]. Таким образом, утверждение о четкой зависимости размеров цветка от его морфологической формы не является однозначным, хотя и прослеживается взаимосвязь размеров венчика и морфологической формы цветка.

В целом же выявленные различия длинно- и короткостолбчатых цветков растений *J. fruticans*, произрастающих на Южном берегу Крыма, имеют типичные черты, свойственные представителям рода *Jasminum* и других гетеростильных родов и семейств покрытосеменных растений [Guanian et al., 1998], которые выражаются в различии длин столбиков, тычинок и их пыльников у цветков разных флоральных форм. Цитометрический анализ пыльцевых зерен цветков *J. fruticans* показал наличие статистически значимых различий по экваториальному диаметру пыльцы длинностолбчатых и короткостолбчатых цветков. При этом пыльцевые зерна короткостолбчатых цветков крупнее, чем у длинностолбчатых цветков и составляют $46.58 \pm 0.25 \mu\text{m}$ и $36.49 \pm 0.25 \mu\text{m}$, соответственно (рис. 3; рис. 4). Аналогичная закономерность установлена для ряда других гетеростильных видов как рода *Jasminum* [Olesen et al., 2003], так и других таксонов, в частности, *Gaertnera vaginata* Lam. (Rubiaceae) [Pailler, Thompson, 1997] и *Anchusa officinalis* L. (Boraginaceae) [Philipp, Schou, 1981].

Рис. 3. Пыльцевые зерна длинно- (1) и короткостолбчатых (2) цветков *Jasminum fruticans*

Цитоморфологический анализ пыльцевых зерен длинно- и короткостолбчатых цветков *J. fruticans* показал, что независимо от флоральной формы цветка в средних образцах пыльцы преобладают морфологически нормальные пыльцевые зерна,

доля которых превышает 80%, ($F_{\phi} = 2.61 < F_{st} = 3.8$ при $p < 0.05$) (табл. 2). Высокий процент морфологически нормальных, т.е. потенциально фертильных пыльцевых зерен как у длинностолбчатых, так и у короткостолбчатых цветков характерен для

ряда других дистильных видов (*Limonium caspium* (Willd.) Gams, *L. gmelinii* (Willd.) O. Kuntzw, *Goniolimon elatum* (Fisch. Ex Spreng.) Boiss.) [Демьянова, 2014], что может свидетельствовать об от-

сутствии серьезных аномалий в ходе генезиса мужского гаметофита у обеих флоральных форм и стабильности у них гаметофитогенеза.

Таблица 2

Цитоморфологическая характеристика пыльцевых зерен *J. fruticans*

Морфологическая форма цветка	Количество проанализированных пыльцевых зерен, шт.	Морфологически нормальные пыльцевые зерна, %	Стерильные пыльцевые зерна, %	F _φ
Длинностолбчатая	623	87.80	12.20	2.61
Короткостолбчатая	432	84.26	15.74	

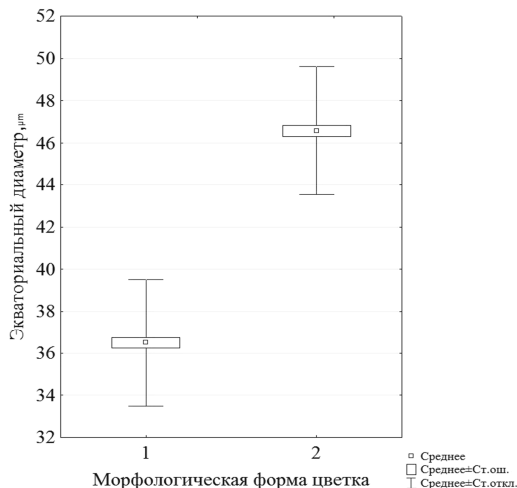


Рис. 4. Экваториальный диаметр пыльцевых зерен длинностолбчатых (1) и короткостолбчатых (2) цветков *J. fruticans*

Следовательно, выявленные при дистиллии *J. fruticans* различия длинно- и короткостолбчатых цветков, выражающиеся в пространственной разобщенности генеративных элементов, варьировании формы рыльца, уменьшении размеров пыльников и пыльцевых зерен у цветков длинностолбчатого типа, не отражаются на потенциальных возможностях эффективного функционирования мужской генеративной сферы у цветков данной флоральной формы. Подтверждением этому может служить установленное J. D. Thompson, B. Domtée [1993] отсутствие различий в показателях семенной продуктивности у длинно- и короткостолбчатых растений *J. fruticans*.

Выводы

Диморфизм *J. fruticans* связан с морфометрическими и морфологическими различиями элементов длинно- и короткостолбчатых цветков. У короткостолбчатых цветков пыльники и пыльцевые зерна крупнее, чем у цветков длинностолбчатой формы. При этом у флоральных форм отсутствуют статистически значимые различия по долям морфологически нормальных и стерильных пыльцевых зерен, что свидетельствует об их потенциаль-

но равнозначном участии в опылении и половом процессе.

Морфологические различия цветков *J. fruticans* обусловлены особенностями строения рыльца в зависимости от их флоральной формы: у длинностолбчатых цветков оно головчатой формы, а у цветков короткостолбчатой формы рыльце уплощенное и рассечено на две лопасти.

Библиографический список

- Агаджанян А.М. Распространённость и распределение гетеростилии в системе покрытосеменных растений // Успехи современной биологии. 2000. Т. 120, № 4. С. 348–360.
- Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: НБС-ННЦ, 1996. 126 с.
- Демьянова Е.И. О полиморфизме некоторых гетеростильных растений лесостепного Зауралья // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2014. Вып. 2. С. 10–17.
- Жинкина Н.А. Гетеростилия // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб., 2000. Т. 3. С. 82–83.
- Кордюм Е.Л., Глуценко Г.И. Цитозембриологические аспекты проблемы пола покрытосеменных. Киев: Наукова думка, 1976. 200 с.
- Методические рекомендации по изучению анэкологических особенностей цветковых растений. Морфологическое описание репродуктивной структуры. Ялта, 1986. 43 с.
- Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
- Фегри К., Ван дер Пейл Л. Основы экологии опыления. М.: Мир, 1982. 379 с.
- Шевченко С.В., Ругузов И.А., Ефремова Л.М. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зеленым и пиронином // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 1986. Вып. 60. С. 99–101.
- Baker H.G. Reproductive methods as factors in speciation in flowering plants // Cold Spring Harbor symp. Quant. Boil. 1960. Vol. 24. P. 177–191.
- Faivre A.E., McDade L.A. Population-level variation in the expression of heterostyly in three species of

- Rubiaceae: does reciprocal placement of anthers and stigmas characterize heterostyly? // *American Journal of Botany*. 2001. Vol. 88, № 5. P. 841–853.
- Ganders F.R. The biology of heterostyly // *New Zealand Journal of Botany*. 1979. Vol. 17. P. 607–635.
- Guitián J., Guitián P., Medrano M. Floral biology of the distylous Mediterranean shrub *Jasminum fruticans* (Oleaceae) // *Nordic Journal of Botany*. 1998. Vol. 18. P. 195–201.
- Naiki A., Nagamasu H. Distyly and pollen dimorphism in *Damnacanthus* (Rubiaceae) // *Journal of Plant Research*. 2003. Vol. 116. P. 105–113. doi 10.1007/s10265-002-0075-1.
- Olesen J.M. et al. Heterostyly in the Canarian endemic *Jasminum odoratissimum* (Oleaceae) // *Nordic Journal of Botany*. 2003. Vol. 23, № 5. P. 537–539.
- Pailler Th., Thompson J.D. Distyly and variation in heteromorphic incompatibility in *Gaertnera vaginata* (Rubiaceae) endemic to La Reunion Island // *American Journal of Botany*. 1997. Vol. 84, № 3. P. 315–327.
- Philipp M., Schou O. An unusual heteromorphic incompatibility system. Distyly, self-incompatibility, pollen load and fecundity in *Anchusa officinalis* (Boraginaceae) // *New Phytol.* 1981. Vol. 89. P. 693–703.
- Thompson J.D., Dommée B. Sequential variation in the components of reproductive success in the distylous *Jasminum fruticans* (Oleaceae) // *Oecologia*. 1993. Vol. 94, № 4. P. 480–487. doi: 10.1007/BF00566962
- Tompson J.D., Dommée B. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum fruticans* // *New Phytol.* 2000. Vol. 148. P. 303–314.
- Fegri K., Pèjl L. van der *Osnovy èkologii opyleniaja* [The principles of Pollination Ecology.] Moscow, Mir Publ., 1982. 377 p. (In Russ.).
- Ganders F.R. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*. V. 17 (1979): pp. 607–635.
- Golubev W.N. *Biologičeskaya flora Kryma* [Biological flora of the Crimea]. Yalta, 1996. 126 p. (In Russ.).
- Guitián J., Guitián P., Medrano M. Floral biology of the distylous Mediterranean shrub *Jasminum fruticans* (Oleaceae). *Nordic Journal of Botany*. V. 18 (1998): pp. 195–201.
- Kordyum E.L., Gluschenko G.I. *Citoèmbriologičeskie aspekty problemy pola pokrytosemennykh* [Cytological aspects of the problem of gender angiosperms]. Kiev: Naukova dumka Publ., 1976. 200 p. (In Russ.).
- Metodičeskie rekomendacii po izučeniju antèkologičeskikh osobennostej cvetkovykh rastenij. Morfoložičeskoe opisanie reprodukivnoj struktury* [Methodical Recommendations for Study Antecological Features of Flowering Plants. Morphological Description of the Reproductive Structures]. Yalta, 1986. 43 p. (In Russ.).
- Naiki A., Nagamasu H. Distyly and pollen dimorphism in *Damnacanthus* (Rubiaceae). *Journal of Plant Research*. V. 116 (2003): pp. 105–113.
- Olesen J.M., Dupont Y.L., Ehlers B.K., Valido A., Hansen D.M. Heterostyly in the Canarian endemic *Jasminum odoratissimum* (Oleaceae). *Nordic Journal of Botany* V. 23, N 5 (2003): pp. 537–539.
- Pailler Th., Thompson J.D. Distyly and variation in heteromorphic incompatibility in *Gaertnera vaginata* (Rubiaceae) endemic to La Reunion Island. *American Journal of Botany*. V. 84, N. 3 (1997): pp. 315–327.
- Philipp M., Schou O. An unusual heteromorphic incompatibility system. Distyly, self-incompatibility, pollen load and fecundity in *Anchusa officinalis* (Boraginaceae). *New Phytol.* V. 89 (1981): pp. 693–703.
- Plohinskij N.A. *Biometrija* [Biometry]. Moscow, MGU Publ., 1970. 367 p. (In Russ.).
- Shevchenko S.V., Ruguzov I.A., Efremova L.M. [Staining Methods if Permanent Preparation with Metyl Green Pyronin]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botaničeskogo sada*. Iss. 60 (1986): pp. 99–101. (In Riss.).
- Thompson J.D., Dommée B. Sequential variation in the components of reproductive success in the distylous *Jasminum fruticans* (Oleaceae). *Oecologia* V. 94, N 4 (1993): pp. 480–487.
- Tompson J.D., Dommée B. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum fruticans*. *New Phytol.* V. 148 (2000): pp. 303–314.

References

- Agadjanyan A.M. [The extent and distribution of heterostyly in system of Amgiosperms]. *Uspechi sovremennoj biologii*. V. 120, N 4 (2000): pp. 348–360. (In Russ.).
- Baker H.G. Reproductive methods as factors in speciation in flowering plants. *Cold Spring Harbor symp. Quant. Boil.* V. 24. (1960): pp. 177–191.
- Demyanova E.I. [To the polymorphism of some heterostyled plants of the forest-steppe of the Trans-Urals]. *Vestnik Permskogo Universiteta. Seria Biologia*. Iss. 2 (2014): pp. 10–17. (In Russ.).
- Faivre A.E., McDade L.A. Population-level variation in the expression of heterostyly in three species of Rubiaceae: does reciprocal placement of anthers and stigmas characterize heterostyly? *American Journal of Botany*. V. 88, N 5 (2001): pp. 841–853.

Zinkina N.A. [Heterostyly]. *Ėmbrylogija cvetkovych rastenij. Terminologija i koncepcii* [Batygina T.B. ed. Embryology of Angiosperms. Terminology and

concepts]. St. Petersburg, 2000, V. 3. pp. 82–83. (In Russ.).

Поступила в редакцию 10.07.2017

Об авторе

Кузьмина Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории репродуктивной биологии и физиологии растений ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
ORCID: 0000-0002-4218-6080
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, д. 52; tnkuzmina@rambler.ru; (3654) 335530

About the author

Kuzmina Tatyana Nikolaevna, candidate of biology Sciences, Senior Research Fellow, Laboratory of Plants Reproductive Biology and Physiology
FSFIS «Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center RAS».
ORCID: 0000-0002-4218-6080
52, Nikitsky spusk str., Yalta, the Crimea, Russian, 298648; tnkuzmina@rambler.ru; (3654) 335530

