УДК 581.46:582.572.232
DOI: 10.31360/2225-3068-2024-88-54-65
EDN IKLHBN

МОРФОЛОГИЯ ЦВЕТКОВ И ПОЛОВОЙ СТАТУС *DANAE RACEMOSA* (L.) MOENCH. (ASPARAGACEAE)

Кузьмина Т.Н.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия, e-mail: tnkuzmina@rambler.ru

С целью определения половой формы растения проведён морфометрический анализ цветков кустарника из семейства Asparagaceae Juss. – *Danae racemosa* (L.) Moench. На генеративных побегах *D. racemosa* есть как одиночные цветки, так соцветия кистевидного типа. Соцветия, как правило, содержат от 2 до 5 цветков. Были выявлены три типа цветков: тычиночные и обоеполые цветки с различной длиной столбика пестика (среднестолбчатые и длинностолбчатые). Несмотря на принадлежность цветков *D. racemosa* к различным морфологическим и половым типам, они не имеют существенных различий по размерам и форме околоцветника. У цветков всех типов формируются пыльники. У тычиночных цветков гинецей редуцирован. Цитоморфологический анализ средних образцов пыльцы показал, что доля морфологически нормальных пыльцевых зёрен длинностолбчатых цветков составляет 37,13 % (95 % ДИ: 34,00–40,38 %) и имеет статистически значимое различие по сравнению с пыльцевыми зернами обоеполых (среднестолбчатых) ($\chi^2 = 163,43$) и тычиночных ($\chi^2 = 109,03$) цветков, у которых этот показатель составляет 61–66 %. Значительная доля стерильных и аномальных пыльцевых зёрен у длинностолбчатых цветков свидетельствует о тенденции стерильности мужского гаметофита, что является признаком пестичных цветков. Сравнительный морфометрический анализ пыльцевых зёрен, содержащихся в пыльниках цветков различных типов показал, что наиболее крупные пыльцевые зёрна у длинностолбчатой формы цветков, а наиболее мелкие характерны для среднестолбчатых цветков. Их различия статистически значимо по параметрам экваториального диаметра и полярной оси. У *D. racemosa* не выявлено чёткой

зависимости количества цветков, формирующих соцветие, и их половым типом. Учитывая соотношение цветков различных типов на соцветиях и генеративных побегах *D. racemosa*, половыми формами вида являются андромоноэции, тримоноэции и моноэции.

***Ключевые слова*:** цветок, половой тип, пыльцевые зёрна, андроцей, гинецей, моноэция, Aspagaraceae.

Введение. Семейство Asparagaceae насчитывает 118 родов однодольных растений [22]. Для его представителей характерны различные варианты половой структуры. В семействе есть как гермафродитные растения, так и моноэцичные и диэцичные виды [18]. Наиболее изучены различные аспекты половой дифференциации диэцичного вида данного семейства – *Asparagus officinalis* L. [8, 10, 14]. Род *Danae*, входящий в семейство Asparagaceae, представлен одним видом – *Danae racemosa* (L.) Moench., или даная ветвистая. Естественный ареал этого кустарника расположен в Сирии, Северном Иране и Закавказье (Азербайджан). Вид интродуцирован на территорию Европы [16]. Акклиматизирован он и на Южном берегу Крыма. Сведения о половой форме *D. racemosa* неоднозначны. В одних работах он характеризуется как двудомный вид [4]. Есть сведения, что у *D. racemosa* «соцветия с женскими цветками отличаются от соцветий с функционально мужскими цветками более короткими кистями с меньшим числом цветков» [3]. Однако, по нашим наблюдениям, у *D. racemosa* на одном генеративном побеге есть как одиночные цветки и короткие соцветия (с двумя – пятью цветками), так и более длинные соцветия, в которых насчитывается 10–14 цветков, что ставит под вопрос утверждение о диэцичности вида.

Учитывая, что комплексное исследование видов и форм декоративных растений дендрологических коллекций, на основе которого проводится оценка их интродукционных возможностей, а также разработка рекомендаций по их эффективному использованию, то изучение репродуктивной биологии интродуцентов является его неотъемлемой составляющей [6]. В рамках изучения репродуктивной биологии *D. racemosa* и уточнении половой формы вида ***целью данного исследования*** было определение и описание половых типов его цветков и возможности участия их в репродукции.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования был вечнозелёный кустарник *D. racemosa*, произрастающий на территории Никитского ботанического сада (г. Ялта, Республика Крым, Россия, 44°30'34"с.ш. 34°13'58" в.д.) (рис. 1). В ходе исследования были проанализированы цветки 10 растений *D. racemosa*. С каждого растения брали соцветия с различным количеством цветков пяти генеративных побегов.

Измерения цветков проводили по следующим параметрам: высота и диаметр околоцветника, высота тычинок с пыльниками, длина пыльников, высота и ширина завязи, высота столбика с рыльцем. Измерения делали при помощи программного приложения AxioVision Rel. 4.8.2. (Carl Zeiss, Германия) на цифровых снимках, полученных с помощью цифровой фотокамеры IXUS 265 HS (Canon, Япония) и стереомикроскопа МБС-9 (Ломо, СССР). Также с учётом типа цветка проводили цитоморфологический анализ средних образцов пыльцевых зерен и измерения их параметров. Пыльцу окрашивали метилгрюнпиронином [7]. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного приложения Statistica 10.0 (StatSoft. Ins., USA). Для каждого параметра определяли среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и стандартная ошибка среднего (SE). Сравнение средних арифметических делали на основании t-критерия Стьюдента. Для определения статистической значимости выборочных долей морфологически нормальных пыльцевых зерен цветков различных половых типов использовали критерий χ^2 Пирсона [1]. Статически значимыми приняты различия при $p < 0{,}05$. Расчёт 95 % доверительных интервалов (95 % ДИ) для долей исследуемых параметров проводили по методу Уилсона с помощью онлайн-калькулятора [11].

Результаты и их обсуждение. Цветки *D. racemosa* мелкие. Их диаметр варьирует в пределах 3–4 мм. Околоцветник округлый, мясистый, светло-зелёный, с шестью зубчиками. Андроцей образован шестью сросшимися тычинками. Гинецей представлен трёхгнездной завязью.

На основании морфологического анализа были выявлены тычиночные цветки, у которых редуцирован гинецей и морфологически сформированные пыльники, и обоеполые цветки, которые имеют как пыльники, так и завязь. Последние могут быть длинностолбчатыми, в случае если столбик пестика превышает высоту пыльников, или среднестолбчатыми, когда рыльце столбика находится на одном уровне с пыльниками (рис. 2).

У длинностолбчатых цветков высота столбика в среднем на 0,39 мм выше пыльников, также для этих цветков характерны более мелкие пыльники, однако полной их редукции не отмечается (табл. 1). У среднестолбчатых цветков пыльники оказываются на 0,16 мм выше рыльца столбика, что способствует самоопылению цветка.

Анализ средних образцов пыльцы, взятых из пыльников цветков *D. racemosa*, показал, что по долям морфологически нормальных и стерильных пыльцевых зёрен они различаются в зависимости от типа цветка (табл. 1).

Таблица 1. **Морфометрические параметры цветков Danae racemosa**
Table 1. **Morphometric parameters of Danae racemosa flowers**

Признак	Тип цветка								
	Тычиночный n = 104			Длинностолбчатый/Пестичный n =101			Среднестолбчатый/Обоеполый n = 81		
	M	SD	SE	M	SD	SE	M	SD	SE
Высота околоцветника, *мм*	3,16	0,35	0,03	3,30	0,44	0,04	3,47	0,42	0,05
Диаметр цветка, *мм*	3,81	0,45	0,04	3,84	0,36	0,04	4,11	0,46	0,05
Высота тычинки, *мм*	2,70	0,38	0,04	2,59	0,37	0,04	2,98	0,38	0,04
Длина пыльника, *мм*	0,68	0,09	0,01	0,64	0,07	0,01	0,68	0,08	0,01
Высота пестика, *мм*	1,16	0,21	0,02	2,98	0,37	0,04	2,82	0,38	0,04
Высота столбика, *мм*	0,45	0,13	0,01	1,24	0,24	0,02	1,12	0,27	0,03
Высота завязи, *мм*	0,71	0,15	0,01	1,74	0,27	0,03	1,70	0,28	0,03
Ширина завязи, *мм*	0,80	0,17	0,02	1,79	0,29	0,03	1,80	0,30	0,03

Наиболее высокий процент морфологически нормальных пыльцевых зёрен отмечен в пыльниках обоеполых среднестолбчатых цветков (65,81 %). Доля морфологически нормальных пыльцевых зёрен в средних образцах длинностолбчатых цветков составила 37,13 % и имеет статистически значимое различие по сравнению с долями морфологически нормальных пыльцевых зёрен среднестолбчатых ($\chi^2 = 163,43$; df = 1; p = 0,001) и тычиночных ($\chi^2 = 109,03$; df = 1; p = 0,001) цветков (табл. 2).

Пыльцевые зёрна у *D. racemosa* трёхклеточные одноборозные (рис. 3). Размеры пыльцевых зёрен составляют около 23 мкм в экваториальном диаметре, а полярная ось их в среднем не превышает 19 мкм.

В тоже время можно отметить, что наиболее крупные пыльцевые зёрна у длинностолбчатой формы цветков, а наиболее мелкие характерны для среднестолбчатых цветков. Их различия статистически значимо по параметрам экваториального диаметра (t = 2,40; p = 0,017) и полярной оси (t = 2,75; p = 0,006). Сравнение размеров пыльцевых зёрен тычиночных и обоеполых среднестолбчатых цветков *D. racemosa* не выявил существенных различий по экваториальному диаметру (t = 1,50; p = 0,134) и полярной оси (t = 1,77; p = 0,077) между ними. Также не

выявлены различия в размерах пыльцевых зёрен тычиночных и длинностолбчатых цветков (экваториальный диаметр (t = 0,89; p = 0,37); полярная ось (t = 1,022; p = 0,31) (табл. 2).

Таблица 2. **Цитоморфологическая характеристика средних образцов пыльцы цветков различных половых и морфологических типов *D. racemosa***
Table 2. **Cytomorphological characteristics of average pollen samples of various sexual and morphological flower types of *D. racemosa***

Половой/ морфологический тип цветка	Количество проанализированных пыльцевых зёрен	Пыльцевые зёрна					
		Морфологически нормальные		Аномальные		Стерильные	
		%	95 % ДИ	%	95 % ДИ	%	95 % ДИ
Тычиночный	1 031	61,1	58,10–64,04	22,41	19,97–25,06	16,49	14,35–18,88
Длинностолбчатый/ Пестичный	878	37,13	34,00–40,38	32,35	29,34–35,52	30,52	27,56–33,65
Обоеполый/ Средне-столбчатый	1 132	65,81	63,00–68,52	19,17	16,98–21,57	15,02	13,06–17,22

Цветки на генеративных побегах *D. racemosa* могут быть как одиночными, так и собранными в кистевидные соцветия. На исследованных особях одиночные цветки составляют 18 % от числа соцветий. Соцветия, как правило, содержат от 2 до 5 цветков. Реже встречаются соцветия с большим количеством цветков, которые могут достигать 10–14 цветков. Среди одиночных цветков 50 % приходится на тычиночные; пестичные составили 35,7 %, а обоеполые (среднестолбчатые) – 14,3 %. В соцветиях, независимо от числа цветков его составляющих, представлены все половые типы. В соцветиях с общим числом цветков более 7, как правило, больше пестичных. Однако встречаются и крупные соцветия, у которых доминируют тычиночные цветки (рис. 4).

Рис. 1. Соцветия *D. racemosa* на стадии бутонов (1) и цветков (2)
Fig. 1. *D. racemosa* inflorescences at the stage of buds (1) and flowers (2)

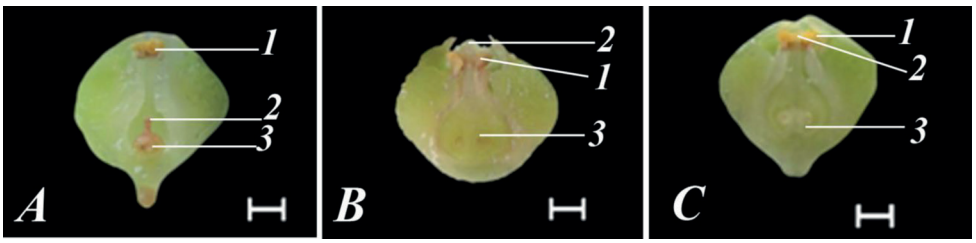

Рис. 2. Продольные срезы цветков *D. racemosa*: *A* – тычиночный цветок; *B* – длинностолбчатый (пестичный); *C* – обоеполый (среднестолбчатый) (1 – пыльники, 2 – рыльце пестика; 3 – завязь).
Масштабная линейка – 1 мм
Fig. 2. Longitudinal sections of *D. racemosa* flowers: A – staminate flower; B – long-columnar (pistillate); C – bisexual (medium-columnar) (1 – anthers, 2 – stigma of pistil; 3– ovary).
The scale is 1 mm

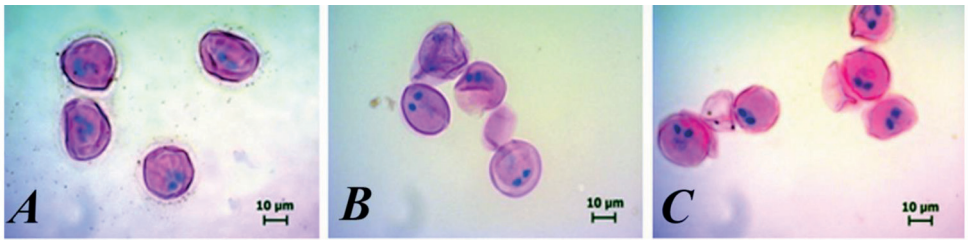

Рис. 3. Пыльцевые зерна *D. racemosa* цветков различных типов:
А – тычиночный цветок; В – длинностолбчатый (пестичный);
С – обоеполый (среднестолбчатый).
Масштабная линейка – 10 мкм.
Fig. 3. Pollen grains of *D. racemosa* flowers of various types:
A – staminate flower; B – long–columnar (pistillate);
C – bisexual (medium-columnar).
The scale range is 10 microns.

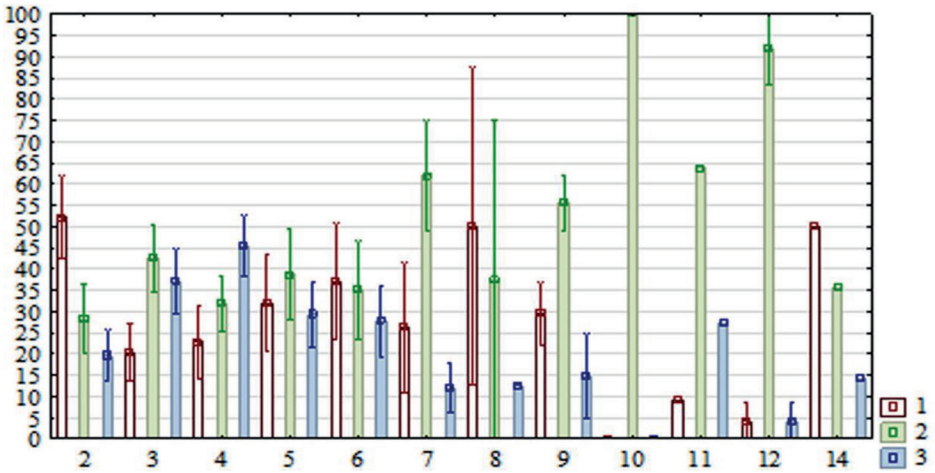

Рис. 4. Процент цветков различных половых типов в зависимости от их количества в соцветиях *D. racemosa:* 1 – тычиночный цветок; 2 – длинностолбчатый (пестичный); 3 – обоеполый (среднестолбчатый) цветок. Ось X – число цветков в соцветии; Ось Y – частота признака

Fig. 4. The percentage of flowers of various sexual types, depending on their number in *D. racemosa* inflorescences: 1 – staminate flower; 2 – long-columnar (pistillate); 3 – bisexual (medium-columnar) flower. The X – axis is the number of flowers in the inflorescence; the Y – axis is the frequency of the feature

Таблица 3. **Морфометрические данные пыльцевых зерен (n = 300) цветков *D. racemes* различных типов**

Table 3. **Morphometric data of pollen grains (n = 300) in *D. racemes* flowers of various types**

Параметр	Тип цветка								
	Тычиночный			Длинностолбчатый/Пестичный			Среднестолбчатый/Обоеполый		
	M	SD	SE	M	SD	SE	M	SD	SE
Экваториальный диаметр, *мкм*	23,12	2,12	0,12	23,28	2,16	0,12	22,88	1,98	0,11
Полярная ось, *мкм*	18,70	1,93	0,11	18,86	1,97	0,11	18,41	2,00	0,12

Как отмечалось выше, в литературных источниках *D. racemosa* описывается как диэцичный вид [3, 4]. Диэция предполагает, что цветки двух типов (тычиночных и пестичных) расположены на различных особях. Известно, что половой тип цветка определяют на основании функционирования андроцея и гинецея в цветке [2]. У *D. racemosa* пыльники с морфологически нормальными зёрнами образуются на всех проана-

лизированных растениях. Однако среди них чётко выделяются тычиночные цветки, у которых завязь редуцирована, и цветки, имеющие андроцей и гинецей. Обоеполые цветки можно разделить на две группы: длинностолбчатые с низкой фертильностью пыльцевых зёрен (37 %) и среднестолбчатые с более высокой фертильностью пыльцы (около 66 %). Известно, что мужская стерильность является решающим фактором в определении пестичных (женских) цветков. При этом отмечают различные варианты проявления мужского бесплодия. Это может быть как отсутствие тычинок и пыльников, так и нарушения мужского гаметофита, приводящие к его дегенерации или даже неспособность зрелой пыльцы прорасти на рыльце пестика [9]. Высокая доля аномальных и стерильных пыльцевых зерен в средних образцах длинностолбчатых цветков не исключает наличия среди них функционально однополых цветков, у которых вся пыльца окажется стерильной, а, следовательно, они будут пестичными. Наличие у *D. racemosa* пестичных цветков, у которых функциональной является только женская генеративная сфера, подтверждают цитоэмбриологические данные, которые свидетельствуют о редукции у них пыльников, что и стало основанием для утверждения двудомности данного вида [4].

Известно, что дифференциация пола у покрытосеменных растений, как правило, сопровождается полиморфизмом цветков. Так, при гинодиэции пестичные цветки мельче обоеполых, а при андродиэции обоеполые – меньше тычиночных [12], при диэции тычиночные цветки крупнее пестичных [15, 18, 19, 23]. Полиморфизм цветков гетеростильных видов сопровождается различиями в размерах гаметофитов, в частности у короткостолбчатых цветков пыльца более крупная, чем у длинностолбчатых [5, 20, 21]. У *D. racemosa* наблюдаются лишь незначительное увеличение размера околоцветника цветков в ряду тычиночный – пестичный – обоеполый цветок. Существует мнение, что размеры цветков у раздельнополых видов не имеют строгой приуроченности к полу, а определяются, главным образом, стратегий опыления вида, поскольку являются адаптацией, направленной на наиболее эффективное опыление, обусловленное морфологией цветка [24, 25]. Кроме того, есть сведения, что на размер венчика однополых цветков оказывает влияние период дегенерации репродуктивных структур противоположного пола. В частности, для гинодиэцичных видов показано, что при редукции андроцея на поздних стадиях развития не наблюдается изменения размера околоцветника [18]. Данное утверждение может служить объяснением слабых морфометрических различий цветков половых типов у *D. racemosa* и позволяет предположить, что дегенерация мужского гаметофита происходит у него на поздних этапах развития, что не нарушает синхронизацию развития элементов цветка и его морфологию.

Известно, что экологические факторы, а, главным образом температура, оказывают влияние на дифференциацию гаметофитов и степень их фертильности [13]. Возможно, у *D. racemosa* в некоторых случаях в пыльниках потенциально пестичных цветков не происходит апоптоз мужского гаметофита, что приводит к формированию в них небольшого количества морфологически нормальных пыльцевых зёрен. Однако это предположение требует подтверждения цитоэмбриологическими исследованиями.

Наличие у *D. racemosa* цветков трёх типов (тычиночных, пестичных, обоеполых) опровергает ранее указанную для вида диэцию. Характерно, что у данного вида в условиях Южного берега Крыма не прослеживается чёткой зависимости размера соцветия и типов цветков, формирующих его. Так, одиночный цветок, цветки коротких соцветий или соцветия с большим количеством цветков могут быть представлены цветками различных половых типов. Однако, как правило, в соцветиях содержатся цветки двух половых типов, но встречаются и соцветия с цветками всех трёх типов.

Учитывая типы цветков, формирующихся в пределах соцветия и генеративного побега, у различных особей *D. racemosa* в условиях Южного берега Крыма, можно выделить следующие варианты дифференциации пола и тенденции его проявления: андромоноэция, когда на одной особи развиваются тычиночные и обоеполые цветки; тримоноэция, при которой отмечают формирования на особи тычиночных, пестичных и обоеполых цветков; моноэция, т. е. собственно однодомные растения, у которых есть тычиночные и пестичные цветки.

Выводы. Для *D. racemosa* определены несколько типов цветков: тычиночные и обоеполые, которые могут быть длинно- и среднестолбчатыми. Морфометрические отличия их околоцветников слабо выражены. У тычиночных цветков гинецей находится в редуцированном состоянии. Пыльники формируются у цветков всех типов. При этом они различаются по долям морфологически нормальных пыльцевых зёрен. Для тычиночных и обоеполых их доля составляет более 60 %. В пыльниках длинностолбчатых цветов 37 % морфологически нормальных пыльцевых зёрен. Значительная доля стерильных и аномальных пыльцевых зёрен у длинностолбчатых цветков свидетельствует о тенденции этих пыльников к стерильности мужского гаметофита, что является признаком пестичных цветков.

Не выявлено чёткой зависимости количества цветков в соцветии и их половым типом. Для *D. racemosa* можно выделить несколько вариантов дифференциации пола: андромоноэция, тримоноэция, моноэция.

Работа выполнена в рамках темы ГЗ ФГБУН «НБС-ННЦ»
№ FNNS-2022-0003 «Экофизиологические,
физиолого-биохимические механизмы устойчивости
и репродуктивная биология ценных аборигенных
и интродуцированных видов растений»

Список литературы/References

1. Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. Математические методы в биологии. Анализ биологических данных в системе Statistica. М.: Издательство Юрайт, 2018. 208 с. [Gashev S.N., Betlyaeva F.H., Lupinos M.Y. Mathematical methods in biology. Analysis of biological data in the Statistica system. M.: Izdatel'stvo Jurajt, 2018. 208 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-534-02265-0.
2. Годин В.Н. Половая дифференциация у растений. Термины и понятия, Журнал общей биологии. 2007; 68(2) : 98-108. [Godin V.N. Sex differentiation in plant. Terms and notions, Journal of General Biology. 2007; 68(2) : 98-108. (In Rus)].
3. Коба В.П., Герасимчук В.Н., Папельбу В.В., Сахно Т.М. Аннотированный каталог дендрологической коллекции Никитского ботанического сада. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 304 с. [Koba V.P., Gerasimchuk V.N., Papel'bu V.V., Sakhno T.M. Annotated catalog of the dendrological collection of the Nikita Botanical Garden. Simferopol': IT «Arial», 2018. 304 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-907118-68-3.
4. Кордюм Е.Л., Глущенко Г.И. Цитоэмбриологические аспекты проблемы пола покрытосеменных. Киев: Наукова думка, 1976; 199 с. [Kordyum E.L., Gluschenko G.I. Cytoembryological aspects of the angiosperm sex problem. Kiev: Naukova dumka, 1976; 199 p. (In Rus)].
5. Кузьмина Т.Н. Диморфизм цветков *Jasminum fruticans* L., Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2017; 3 : 233-239. [Kuzmina T.N. The dimorphism of flowers of *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae), Bulletin of Perm University. Biology. 2017; 3 : 233-239. (In Rus)].
6. Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Герасимчук В.Н., Папельбу В.В. Дендрологическая коллекция арборетума Никитского ботанического сада – состояние и перспективы развития. Достижения науки и техники АПК. 2015; 29(12) : 50-54. [Plugatar Yu.V., Koba V.P., Gerasimchuk V.N., Papel'bu V.V. Dendrologic Collection of Arboretum of Nikitsky Botanical Gardens: Current State and Trends of Development, Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2015; 29(12) : 50-54. (In Rus)].
7. Шевченко С.В., Ругузов И.А., Ефремова Л.М. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зелёным и пиронином, Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 1986; 60 : 99-101. [Shevchenko S.V., Ruguzov I.A., Efremova L.M. Staining methods if permanent preparation with methyl green pyronin, Bull. Nikit. Botalical garden. 1986; 60 : 99-101. (In Rus)].
8. Bracale M, Galli M. G., Falavigna A., Soave C. Sexual differentiation in *Asparagus officinalis* L. II. Total and newly synthesized proteins in male and female flowers, Sexual Plant Reproduction. 1990; 3 : 23-30.
9. Budar F., Pelletier G. Male sterility in plants: occurrence, determinism, significance and use, Comptes Rendus del Académie des Sciences. Series III. Sciences de la Vie. 2001; 324(6) : 543-550. DOI: 10.1016/S0764-4469(01)01324-5.
10. Caporali E., Carboni A., Galli M. G., et al. Development of male and female flower in *Asparagus officinalis*. Search for point of transition from hermaphroditic to unisexual developmental pathway, Sexual Plant Reproduction. 1994; 7 : 239-249.
11. Confidence Interval of a Proportion. URL: http://vassarstats.net/prop1.html. Link active on 31.01.2024.
12. Duan Y., Li I. W., Zheng S., et al. Functional androdioecy in the ornamental shrub *Osmanthus delavayi* (Oleaceae), PLoS ONE. 2019; 14(9) : e0221898. DOI: 10.1371/journal.pone.0221898.
13. Endo M., Tsuchiya T., Hamada K., et al. High temperatures cause male sterility in rice plants with transcriptional alterations during pollen development, Plant & cell physiology.

2009; 50(11) : 1911-1922. DOI: 10.1093/pcp/pcp135.
14.Galli M.G., Bracale M., Falavigna A., et al. Different kinds of male flowers in the dioecious plant *Asparagus officinalis* L., Sexual Plant Reproduction.1993; 6 : 16-21.
15. Godin V., Arkhipova T., Meier N. Flower size dimorphism, perianth shape and sex ratio in a gynodioecious *Prunella vulgaris* (Lamiaceae), BIO Web of Conferences. Northern Asia Plant Diversity. 2021; 38 : 00036. DOI: 10.1051/bioconf/20213800036.
16. Bussmann R.W., Batsatsashvili K., Kikvidze Z., et al. *Danae racemosa* (L.) Moench. *Ruscus hyrcanus* Woron. *Ruscus hypophyllum* L. Asparagaceae. Ethnobotany of the Mountain Regions of Far Eastern Europe. Ethnobotany of Mountain Regions. Springer, Cham., 2020; 1-4. DOI: 10.1007/978-3-319-77088-8_120-2.
17. Kubitzki K., Rudal P.J. Asparagaceae // Flowering Plants. Monocotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998; 3 : 125-129. DOI: 10.1007/978-3-662-03533-7_15.
18. Moon H.K., Hong S.P. Morphological traits of gynodioecious *Persicaria amphibian* (Polygonaceae), Phytotaxa. 2015; 219 : 133-143. DOI: 10.11646/phytotaxa.219.2.3.
19. Oak M.K., Song J.H., Hong S.P. Sexual dimorphism in a gynodioecious species, *Aruncus aethusifolius* (Rosaceae), Plant Systematics and Evolution. 2018; 304 : 473-484. DOI: 10.1007/s00606-018-1493-4.
20. Olesen J.M., Dupont Y.L., Ehlers B.K., et al. Heterostyly in the Canarian endemic *Jasminum odoratissimum* (Oleaceae), Nordic Journal of Botany. 2003; 23(5) : 537-539.
21. 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; 84(3) : 315-327.
22. WFO (2024): Asparagaceae Juss. URL http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-7000000050. Link active on 31.01.2024 г.
23. Renner S.S. The relative and absolute frequencies of angiosperm sexual systems: dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database, American Journal of Botany. 2014; 101(10) : 1588-1596.
24. Soares S.M., Machado I.C., Aguiar A.V. Lopes A.V. Dioecy in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest: typical reproductive traits of a low frequent sexual system, Plant Systematics and Evolution. 2014; 300 : 1299-1311. DOI: 10.1007/s00606-013-0962-z.
25. Zhang B., Claßen-Bockhoff R. Sex-differential reproduction success and selection on floral traits in gynodioecious *Salvia pratensis*, BMC Plant Biology. 2019; 19 : 375. DOI: 10.1186/s12870-019-1972-y.

FLOWER MORPHOLOGY AND SEXUAL STATUS OF *DANAE RACEMOSA* (L.) MOENCH. (ASPARAGACEAE)

Kuzmina T.N.

Nikitsky Botanical Garden – National Research Centre of RAN
Yalta, The Republic of Crimea, Russia, e-mail: tnkuzmina@rambler.ru

A morphometric analysis of the shrub flowers from the family Asparagaceae Juss. – *Danae racemosa* (L.) Moench was carried out in order to determine the sexual form of the plant. The generative shoots of *D. racemosa* have both single flowers and racemose inflorescences. Inflorescences, as a rule, contain from 2 to 5 flowers. Three types of flowers were identified: staminate and bisexual flowers with different lengths of the pistil column (medium-columnar and long-columnar). Despite *D. racemosa* flowers' belonging to different morphological and sexual types,

they do not have significant differences in size and shape of the perianth. Flowers of all types form anthers. In staminate flowers, the gynaeceum is reduced. Cytomorphological analysis of average pollen samples showed that the proportion of morphologically normal pollen grains of long-columnar flowers is 37.13 % (95 % CI: 34.00–40.38 %) and has a statistically significant difference compared to pollen grains of bisexual (medium-columnar) (χ^2 = 163.43) and staminate (χ^2 = 109.03) flowers in which this indicator is 61–66 %. A significant proportion of sterile and abnormal pollen grains in long-columbed flowers indicates a tendency to sterility of the male gametophyte, which is a sign of pistillate flowers. A comparative morphometric analysis of pollen grains contained in the anthers of various flower types showed that the largest pollen grains are in the long-columnar form of flowers, and the smallest are characteristic of medium-columnar flowers. Their differences are statistically significant according to the parameters of the equatorial diameter and the polar axis. At *D. racemosa* there wasn't revealed a clear relationship between the number of flowers forming an inflorescence and their sexual type. Considering the ratio of various flower types on inflorescences and generative shoots of *D. racemosa*, the sexual forms of the species are andromonoecism, trimonoecism and monoecism.

Key words: flower, sex type of flower, pollen grains, androecium; gynoecium, monoecious, Asparagaceae.