

УДК 582.594.2:[581.46+581.5] (477.75)

DOI 10.29039/2413-1725-2023-9-2-158-172

ОСОБЕННОСТИ АНТЭКОЛОГИИ *ORCHIS PALLENS* L. (ORCHIDACEAE) В КРЫМУ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФЕНОЛОГИЯ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ И МОРФОМЕТРИЯ ЦВЕТУЩИХ РАСТЕНИЙ

Сволынский А. Д., Иванов С. П., Курамова В. В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия
E-mail: svolinskiy@gmail.com

Проанализировано распространение орхидеи ятрышника бледного (*Orchis pallens* L.) на Крымском полуострове. В Крыму *O. pallens* встречается в горном поясе преимущественно выше 700 м. над ур. м. Крайние фенодаты периода цветения: начало – последние числа марта, окончание – последние числа мая. Общая продолжительность периода цветения в отдельные сезоны колебалась от 25 до 49 дней, продолжительность цветения одного цветка – от 7 до 20 дней. Общая продолжительность цветения ценопопуляции связана сильной положительной связью с продолжительностью цветения одного цветка ($f=0,91$). Сумма активных температур начала цветения составила в среднем за два сезона 197 °С. Распределение генеративных особей в пространстве в целом укладывается в параметры нормального распределения. Представлены данные по средним значениям параметров цветущих растений, а именно, общая высота – 30,6 см; длина цветоноса – 22,5, высота соцветий – 8,1; диаметр соцветия – 2,9; количество цветков в соцветии – 14.

Ключевые слова: *Orchis pallens*, Orchidaceae, распространение в Крыму, пространственное распределение особей в ценопопуляции, фенология цветения, морфометрические показатели соцветий, полуостров Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство орхидные (Orchidaceae Juss.) – одно из наиболее крупных семейств цветковых растений, вероятно насчитывающее около 28 тысяч видов [1, 2]. Для видов этого семейства характерна сложность биоценотических связей, особенно ярко выраженная в разнообразии взаимоотношений с опылителями [3–5]. Большинство видов этого семейства относятся к редким и очень редким видам, требующих охраны. Все 45 видов орхидей, произрастающих в Крыму, занесены в Красную книгу Республики Крым [6], 10 видов оценены как сокращающиеся в численности, а 5 видов – как исчезающие.

Изучение экологии орхидей Крыма проводится по ряду направлений, в частности, изучается биология, фенология, возрастная и пространственная структура ценопопуляций, филотаксис соцветий, взаимоотношения с опылителями и др. [7–19].

Экология орхидеи ятрышник бледный (*Orchis pallens* L.) в Крыму изучена фрагментарно [10, 20]. В целом, вопросы фенологии, численности, пространственного размещения в ценопопуляциях и морфометрии цветущих

растений и антэкологии, имеющих прямое отношение к разработке мер охраны орхидей в Крыму разработаны недостаточно.

Цель наших исследований – провести анализ распространения ятрышника бледного в Крыму, изучить фенологию цветения, пространственное распределение цветущих особей в ценопопуляциях, провести морфометрию генеративных особей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Антэкологические и биологические особенности *O. pallens* изучали в двух ценопопуляциях. Одна из ценопопуляций располагалась на западном склоне Долгоруковской яйлы под пологом леса из грабинника в балке Волдарь вблизи села Чайковское (N 44°50'23"; E 34°21'51"; 825 м над ур. м.) (рис. 1). Исследования этой ценопопуляции проводились в 2014 и 2015 годах.

Вторая ценопопуляция располагалась на западных склонах Северного Демерджи (урочище Корабель-Даг) на поляне букового леса (N 44°78'78.54"; E 34°36'71.89"; 795 м н.у.м.) (рис. 2). Оба локалитета располагались в горно-лесном поясе полуострова: ландшафтная зона – горные леса. Исследования этой ценопопуляции проводились в 1993, 1995–1997, 2001, 2013 и 2017 годах.

Пространственное распределение цветущих особей в ценопопуляциях выявляли с использованием метрического классификатора, известного как метод «ближайшего соседа» [21]. В период цветения ценопопуляции наблюдатель последовательно измерял расстояние между цветущими особями, начиная с крайней особи, при этом все измерения проводились до ближайшей особи, исключая уже отмеченные [18].

Фенологию цветения изучали по данным периодического (с интервалом в 7–9 дней) просмотра соцветий и подсчета на каждом из них числа бутонов, распустившихся и отцветших цветков на 25–50 соцветиях.

Для выявления влияния погодных условий на сроки цветения орхидей проводили расчеты сумм активных температур, накопленных к той или иной фенодате. Сумма активных температур отдельных фенодат рассчитывалась как сумма среднесуточных температур за те дни, когда температура превышала +5 °С, начиная с 1 января, до наступления той или иной фенодаты.

В исследовании учитывались климатические данные с интернет-ресурса <http://www.pogodaiklimat.ru> по четырем метеостанциям Крыма: Ангарский перевал, с. Перевальное.

Морфометрию – промеры соцветий и оценку других параметров цветущих особей осуществляли в полевых условиях, без изъятия растений из природы. Длину и диаметр окружности соцветий измеряли у особей с полностью распустившимися цветками. Диаметр окружности соцветий (диаметр горизонтальной проекции соцветия) измерялся для последующего расчета периметра окружности соцветия и плотности цветков в соцветии. Общая высота растений измерялась от поверхности почвы до верхушки соцветия.

Сбор материала по фенологии проводилось в 1995–1997, 2014 и 2015 годах. Изучение распространения и пространственному размещению цветущих особей и других вопросов антэкологии ятрышника бледного в Крыму проводилось в

основном в 2014–2015 с использованием некоторых дополнительных данных, полученных в некоторые последующие сезоны.

Все количественные данные обрабатывались в программе Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обращает внимание большой разброс по всем показателям, включая суммы активных температур. Можно предположить, что помимо температуры на сроки начала цветения оказывают влияние и другие факторы, возможно, температура почвы, уровень инсоляции и другие.

Разброс по другим показателям можно объяснить характерными для Крыма часто существенными отличиями погодных условий между годами в зимние и первые весенние месяцы.

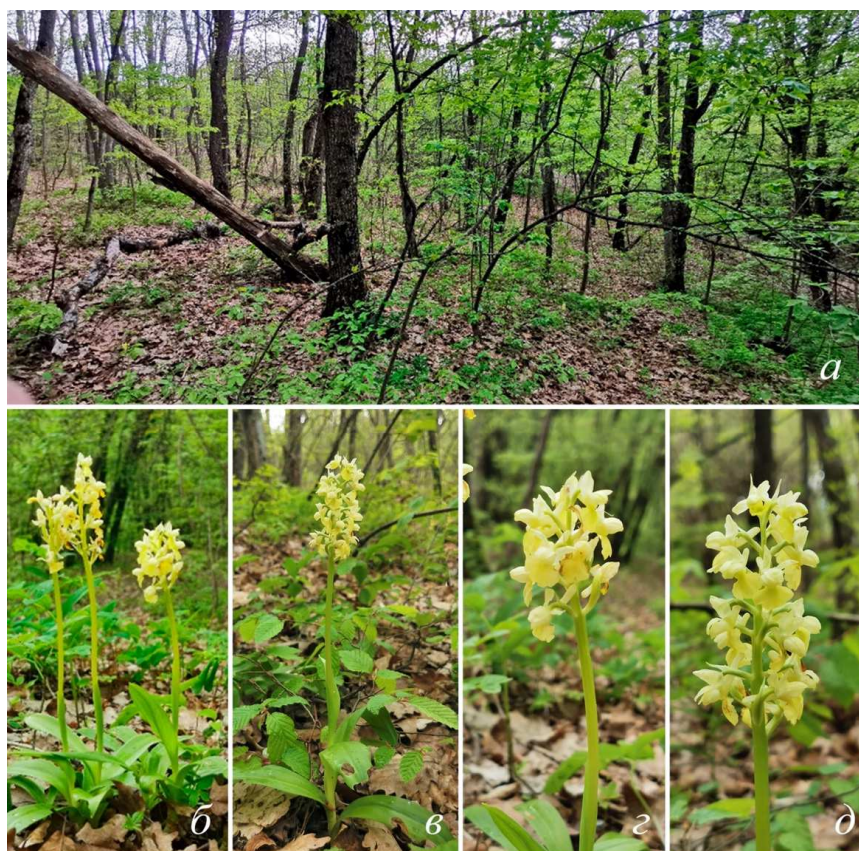


Рис. 1. Ценопопуляция *Orchis pallens* на западном склоне Долгоруковской яйлы под пологом леса из грабинника в балке Волдарь
Общий вид месторасположения ценопопуляции (а); группа цветущих растений (б); одиночное растение (в); соцветие с небольшим числом цветков (г) и соцветие с большим числом цветков (д).

Интересно отметить, что даты начала цветения в 1995, 2014 и 2015 год практически совпадали. В то же время даты окончания цветения существенно отличались – 13 мая в 2014 и 30 мая в 1995 году. При этом при большей продолжительности цветения сумма активных температур к его окончанию в 2015 году превысила сумму активных температур окончания цветения в 2014 году на 183 °С (табл. 1), а общая сумма активных температур, накопленная за период цветения в 2015 году превысила аналогичный показатель 2014 года на 183 °С. Таким образом, очевидно, что фенодата окончания цветения не определяется или в меньшей степени определяется температурой воздуха.



Рис. 2. Поляна в буковом лесу на склоне Северного Демерджи (урочище Корабель-Даг) – одно из мест расположения ценопопуляции *Orchis pallens* в горном Крыму
Общий вид поляны в 2013 году (а, б) и весной 2017 года после распашки (в),
одиночно цветущее растение на краю поляны (г).

Таблица 1

Параметры сезона цветения *Orchis pallens* за пять сезонов в Крыму

Год	Даты начала и конца цветения	Общая продолжительность цветения, дней	Продолжительность цветения одного цветка, дней	Максимальная доля одновременно цветущих цветков в соцветии	Сумма активных температур начала цветения, С°	Сумма активных температур окончания цветения, С°
1995	26.04–23.05	49	18	55	-	-
1996	29.03–18.04	34	14	89	-	-
1997	03.05–27.05	25	7	60	-	-
2014	09.04–13.05	34	11	57	233	630
2015	09.04–22.05	43	20	91	160	740
Крайние значения / средняя / разница	29.03–27.05	25–49 / 37	7–20 / 14	55–91 / 70	197 / 73	685 / 110

Рисунок 3, помимо наглядного представления об отличиях общих сроков цветения *O. pallens* по годам, показывает существенные отличия по ряду других параметров периода цветения. В частности, по такому параметру как максимальная доля цветущих цветков в соцветии в период пика цветения, которая отражена в высоте подъема синей кривой – доля цветущих цветков. В разные годы исследований на изменялась от 55 до 91 %. При этом данный показатель коррелирует с продолжительностью цветения одного цветка ($f=0,46$), и не связан с общей продолжительностью периода цветения ($f=0,07$). В то же время продолжительность цветения одного цветка связана сильной положительной связью с ($f=0,91$) с общей продолжительностью цветения ценопопуляции.

Полученные данные пока не находят своего объяснения. Возможно, отмеченные закономерности и взаимосвязи параметров периода цветения найдут свое объяснение при анализе характера взаимоотношений ятрышника бледного с опылителями в готовящейся публикации.

Численность и пространственное распределение. В урочище Корабель-Даг численность особей в разные годы была разной. Максимум был зарегистрирован в 1993 году, когда число цветущих особей в изучаемом местообитании составило 101. В последующие годы до 2016 года включительно численность цветущих особей на поляне последовательно снижалась до 27 особей. В 2017 году поляна была распахана с целью посадки злаковых культур для подкормки диких копытных (рис. 2 в). После этого, несмотря на то что посадку культур не провели, цветущие орхидеи отмечались только единично по самому краю поляны, не затронутой вспашкой (рис. 2 г).

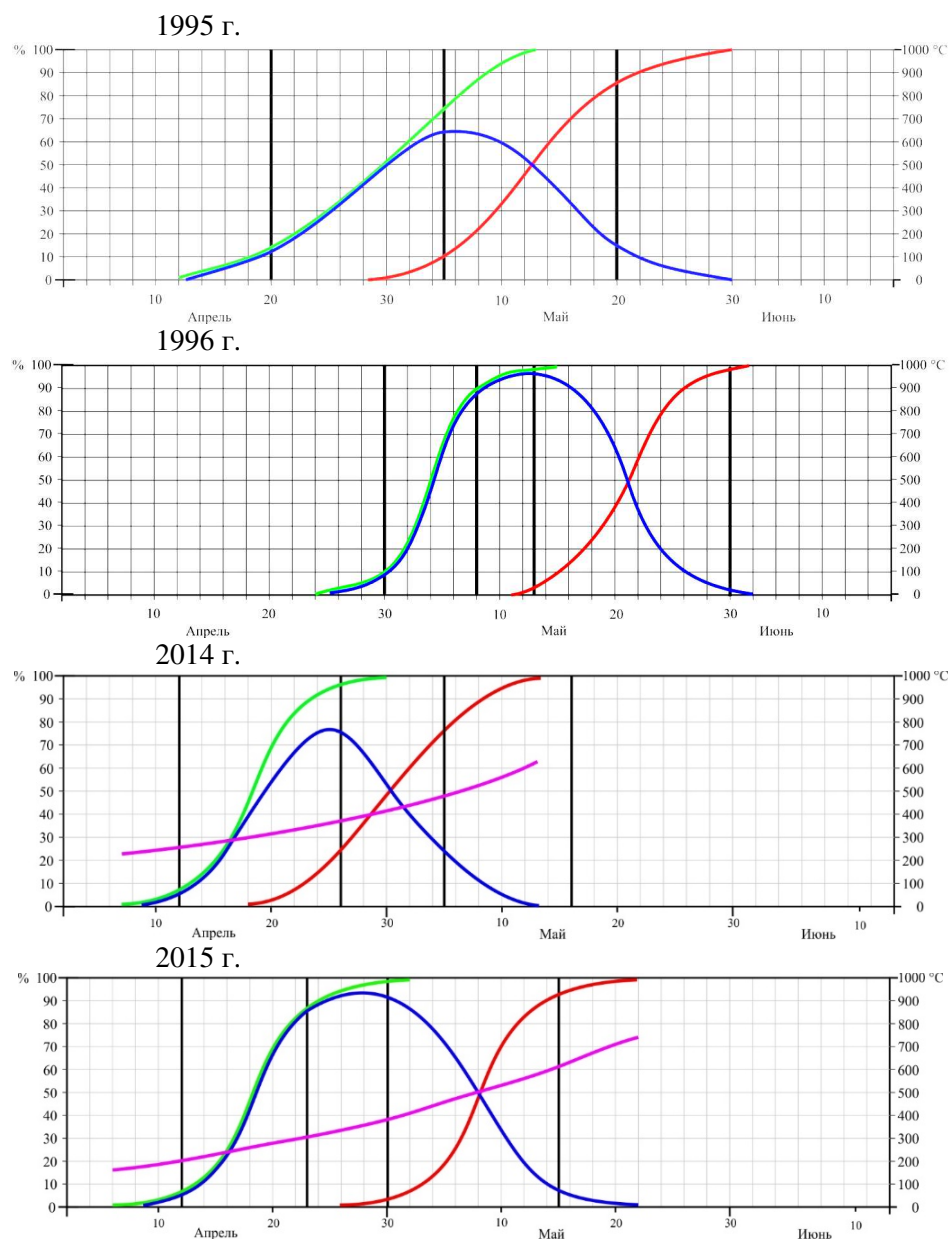


Рис. 3. Динамика цветения *Orchis pallens* в разные годы
 — доля цветущих цветков от их общего количества; — кумулята накопления распустившихся цветков; — кумулята накопления отцветших цветков, — кумулята накопления положительных температур. Даты учета соотношения бутонов, цветущих и отцветших цветков отмечены вертикальными линиями.

В балке Волдарь *O. pallens* (рис. 1) в 2014 и 2015 годах было обнаружено и исследовано 30 и 31 цветущих растений соответственно. Исходя из общей площади участка, на котором располагались генеративные особи *O. pallens* (0,3 га), плотность цветущих растений в среднем составила 105 м² на одно растение.

Характер пространственного распределения генеративных особей в одном из исследованных пунктов представляет рисунок 4. Цветущие растения располагались в основном на расстоянии 2–3 м друг от друга, за исключением одной группы (5 экземпляров), которые располагались на расстоянии 11–56 см. Два экземпляра росли на удалении от остальных на 6 и 7 метров.

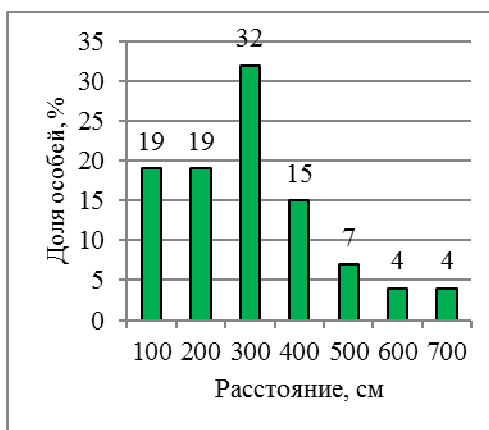


Рис. 4. Гистограмма распределения генеративных растений *Orchis pallens* по расстоянию до ближайшего соседа в балке Волдарь.

Распределение особей с небольшим отклонением в сторону более плотного размещения особей может свидетельствовать о благополучном состоянии ценопопуляции в балке Волдарь. Наличие небольших скоплений генеративных особей увеличивает дискретность распределения особей ценопопуляции, что по мнению М. Б. Фардеевой [26] свидетельствует о ее относительном благополучии.

Морфометрические показатели генеративных особей и филлотаксис соцветий. Основные морфометрические показатели генеративных особей *O. pallens* представлены в таблице 2. Исходя из данных таблицы, параметры цветущих растений обладают разной степенью вариабельности: общая высота и высота цветоноса характеризуются слабым варьированием, высота и периметр окружности соцветия – средним, значительной степенью вариации характеризуется показатель количество цветков в соцветии, с которым связан и показатель высота соцветия, который так же имеет высокую вариабельность.

На рисунке 5 изображены гистограммы распределения генеративных особей *Orchis pallens* по общей высоте растения и высоте соцветия. Гистограмма на рисунке 5 а соответствует нормальному распределению, но имеет место правосторонняя асимметрия ($A_s=+0,37$, $S_{A_s}=0,61$), что свидетельствует о некотором

смещении симметрии от центра распределения в сторону меньших значений. Модальный класс представляют растения высотой 29,2–30,5 см.

Таблица 2
Морфометрические показатели цветущих растений *Orchis pallens* в балке Волдарь

Параметр	Показатели выборки				
	N	min–max, см	$\bar{x} \pm \sigma$	σ^2	C_v , %
Общая высота растения	30	26,3–36,1	30,6±2,4	5,7	8
Высота цветоноса	30	19,6–26,7	22,5±1,76	3,1	8
Высота соцветия	30	5,0–12,7	8,1±1,75	3,1	22
Периметр окружности соцветия	30	6,3–13,2	10,3±1,55	2,4	15
Диаметр окружности соцветия*	30	2,0–4,2	3,3		
Количество цветков в соцветии	30	4–24	14,2±3,9	15,36	28
Количество цветков в соцветии в урочище Корабель-Даг	23	7–20	12,5±4,3	18,5	34

Примечание к таблице. * – рассчитана по периметру окружности соцветия.

Рисунок 5 *b* так же свидетельствует, что данная выборка имеет характер нормального распределения, но с тем же отклонением – правосторонняя асимметрия, выраженная в еще большей степени – ($A_s=+0,63$, $S_{A_s}=0,61$).

Связь между некоторыми параметрами генеративных растений *Orchis pallens* представлена в таблице 3.

Общая высота растения связана положительной связью с высотой цветоноса и высотой соцветия, при этом высота соцветия не связана с высотой цветоноса. Таким образом, очевидно, что факторы, которые определяют высоту генеративного органа – цветоноса (по сути, это выражается в числе цветков в соцветии) имеют другую природу, чем факторы, определяющие вегетативный орган – цветонос.

На рисунке 6 представлены гистограммы распределения растений по количеству цветков в соцветии в двух пунктах исследования. В балке Волдарь распределение особей по числу цветков можно считать нормальным. Модальный класс включает растения с 11–13 цветками в соцветии, среднее значение 14,2. В то же время наблюдается хорошо заметный сдвиг значений в сторону меньшего числа цветков, то есть имеет место правосторонняя асимметрия ($A_s=+0,41$).

Расчеты показали, что распределение растений по количеству цветков в соцветии в урочище Корабель-Даг (рис. 6 *б*) также асимметрично, но с коэффициентом асимметрии имеет намного меньшую величину – $A_s=+0,16$, при этом коэффициент вариабельности значительно выше при меньшем разбросе данных. Это объясняется тем, что данное распределение имеет сдвиг как в одну, так и в другую сторону. Оно состоит как бы из двух распределений особей с большим и малым числом цветков в соцветии.

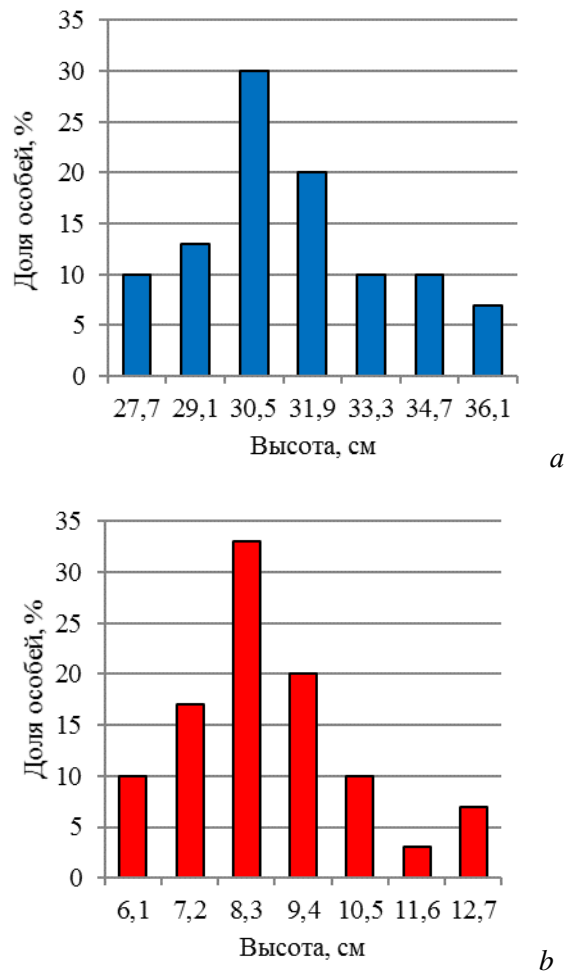


Рис. 5. Гистограммы распределения генеративных растений *Orchis pallens* по общей высоте (а) и высоте соцветия (б).

Таблица 3
Связь между некоторыми параметрами генеративных растений *Orchis pallens*, выраженная в величине коэффициента корреляции

Параметры	Общая высота растения	Высота соцветия	Высота цветоноса
Общая высота	1		
Высота соцветия	0,68	1	
Высота цветоноса	0,69	-0,07	1

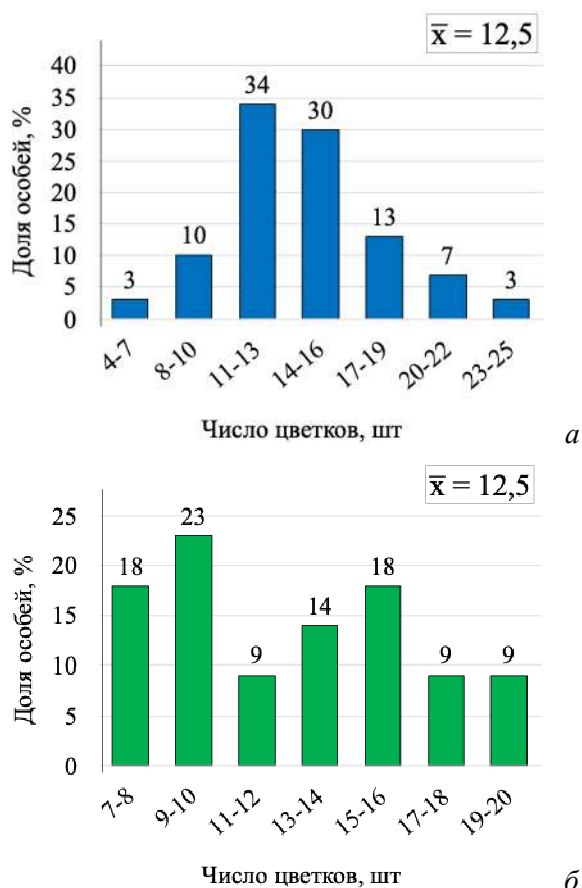


Рис. 6. Гистограмма распределения генеративных растений *Orchis pallens* по количеству цветков в соцветии в балке Волдарь (а) и урочище Корабель-Даг (б)

Представление о филлотаксисе соцветия *O. pallens* дают два рисунка – 7 а и б. Обе модели построены по средним значениям отдельных параметров соцветия из ценопопуляции Волдарь (табл. 3).

На рисунке 7 а представлены цилиндрический филлотаксис соцветия *O. pallens*. Для этого вида характерно относительно равномерное распределение цветков в соцветии при средней плотности 1 цветок на $5,9 \text{ см}^2$.

Рисунок, представляющий плоскостной филлотаксис соцветия *O. pallens* представляет собой проекцию соцветия на горизонтальную плоскость. Цветки соцветия размещены на спиральной линии, в начале которой в центре рисунка находится самый нижний цветок соцветия, а конце – самый верхний. Для построения данной модели соцветия использовалось специальное устройство [27], которое позволило вычислить угол, на который сдвинут каждый следующий цветок по поверхности осевого стебля соцветия относительно предыдущего. Этот угол

оказался равен 137° , что обеспечивает наиболее равномерное распределение цветков на боковой поверхности соцветия.

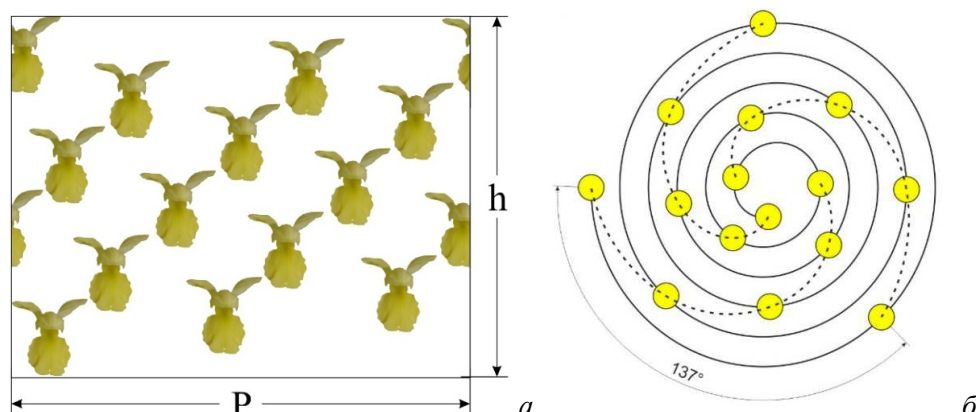


Рис. 7. Цилиндрический (а) и плоскостной (б) филлотаксис соцветия *Orchis pallens* P – периметр окружности соцветия; h – высота соцветия.

Совокупность полученных нами данных о распространении *O. pallens* в Крыму, характере размещения и численность особей в ценопопуляциях, параметрах периода цветения, о морфометрических показателях цветущих растений получены впервые и могут послужить основой для проведения дальнейших исследований по мониторингу состояния ценопопуляций этого вида орхидей в Крыму.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Распространение ятрышника бледного (*Orchis pallens* L.) в Крыму ограничено центральной и восточной частям природной зоны горные леса Крыма, где он встречается в виде отдельных ценопопуляций преимущественно выше 700 м. над ур. м. Отдельные ценопопуляции вида зарегистрированы в западных частях северного и южного макросклона Крымских гор и ЮБК.
2. По наблюдениям в течении 5 сезонов, фенодаты начала и окончания цветения ценопопуляций варьировали в зависимости от погодных условий. Крайние даты начала и конца периода цветения – 29 марта и 27 мая соответственно, при общей продолжительности цветения от 25 до 49 дней. Сумма активных температур начала цветения варьировала от 160 до 233 °С. Продолжительность цветения одного цветка так же варьировала от 7 до 20 дней (в среднем 14). Причины большой вариабельности отмеченных показателей требует дополнительного изучения.
3. Численность одной изученных ценопопуляций *O. pallens* под пологом грабникового леса относительно стабильна и поддерживается на уровне 30 генеративных особей. Численность второй, расположенной на поляне букового леса, была подорвана распахкой поляны под посев комовых культур для охотничьих видов животных.
4. Пространственное распределение цветущих растений *D. romana* в пределах

ценопопуляции в целом соответствует нормальному распределению. Небольшое отклонение в сторону более плотного размещения особей можно трактовать как свидетельство относительно благополучного состоянии ценопопуляции в балке Волдарь.

5. Полученные морфометрические данные *O. pallens* по таким показателям как общая высота растения, высота цветоноса и соцветий, количество и плотности цветков в соцветии, как и данные о фенологии, численности и характере размещения особей в изученных ценопопуляциях могут послужить основой для проведения дальнейших исследований по мониторингу состояния ценопопуляций этого вида орхидей в Крыму.

Список литературы

1. Christenhusz M. J. M. The number of known plants species in the world and its annual increase / M. J. M. Christenhusz, J. W. Byng // Phytotaxa. – 2016. – Vol. 261, No 3. – P. 201–217.
2. Fay M. F. Orchid conservation: How can we meet the challenges in the twenty-first century? / Fay M. F. // Botanical Studies. – 2018. – Vol. 59, No 1. – P. 16.
3. Фегри К. Основы экологии опыления. / Фегри К., Пэйл Л. – М.: Мир, 1982. – 381 с.
4. Claessens J. The Flower of the European Orchid. Form and Function. / Claessens J., Kleynen J. – Voerendaal, 2011. – 439 p.
5. Ackerman J. D. Beyond the various contrivances by which orchids are pollinated: global patterns in orchid pollination biology / Ackerman J. D., Phillips R. D., Tremblay R. L., Karremans A., Reiter N., Peter C., Bogarín D., Pérez-Escobar O. A., Liu H. // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2023. – Vol. XX. – P. 1–30.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 480 с.
7. Холодов В. В. Видовой состав пчел (Hymenoptera, Apoidea) опылителей некоторых видов орхидей в Крыму / Холодов В. В., Назаров В. В., Иванов С. П. // Экосистемы Крыма их оптимизация и охрана (Тематич. сб. научн. тр.). – Симферополь: СГУ, 1998. – Вып. 10. – С. 81–86.
8. Иванов С. П. Экология опыления орхидеи *Orchis picta* Loisel. (Orchidaceae) в Крыму / Иванов С. П., Холодов В. В. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 1999. – № 2. – С. 7–9.
9. Попкова Л. Л. Сезонный ритм развития и проблема охраны *Himantoglossum caprinum* (Vieb.) S. Koch (Orchidaceae) / Попкова Л. Л. // Ученые записки Таврического национального университета. Серия: Биология. – Симферополь, 2001. – Т. 14 (53), №1. – С. 171–174.
10. Иванов С. П. Орхидеи Крыма: состав опылителей, разнообразие систем и способов опыления и их эффективность / Иванов С. П., Холодов В. В., Фатерыга А. В. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – Симферополь: ТНУ, 2009. – Т. 22 (61), № 1. – С. 24–34.
11. Иванов С. П. Биологические и антэкологические особенности орхидеи ятрышника прованского (*Orchis provincialis* Dfld.) произрастающего в Крыму: опылители, система их привлечения, уровень опыления / Иванов С. П., Свольнский А. Д., Фатерыга А. В. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 11. – С. 144–157.
12. Кобечинская В. Г. Динамика развития и цветения орхидеи кокушника комарникового (*Gymnadenia conopsea*) в Крыму / Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Сверкунова Н. В. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 151–161.
13. Фатерыга А. В. Экология опыления видов рода *Epipactis* (Orchidaceae) в Крыму / Фатерыга А. В., Иванов С. П. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 136–150.
14. Свольнский А. Д. Особенности антэкологии ятрышника прованского (*Orchis provincialis*, Orchidaceae) в Крыму: фенология, пространственное распределение, морфометрия цветков и соцветий / Свольнский А. Д., Иванов С. П., Фатерыга А. В. // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 10. – С. 68–76.

15. Иванов С. П. Особенности фенологии цветения ранневесенних меллитофильных орхидей (Orchidaceae) в Крыму / Иванов С. П., Сволынский А. Д. // Экосистемы. – 2015. – Вып. 1. – С. 85–96.
16. Кипкаева А. В. Особенности антекологии ятрышника обезьяньего (*Orchis simia* Lam.) в Предгорной зоне Крыма. Сообщение I. Пространственное распределение, филлотаксис соцветия, фенология цветения / Кипкаева А. В., Иванов С. П., Сволынский А. Д. // Экосистемы. – 2018. – Вып. 14. – С. 51–65.
17. Крайнюк Е. С. Возрастная структура *Ophrys oestrifera* (Orchidaceae) на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартьян» / Крайнюк Е. С. // Наука юга России. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 53–61.
18. Курамова В. В. Некоторые антекологические особенности орхидеи *Neotinea tridentata* в Крыму: пространственное размещение, параметры и цветовая гамма соцветий / Курамова В. В., Иванов С. П., Сволынский А. Д. // Экосистемы. – 2022. – Вып. 31. – Р. 143–154.
19. Сволынский А. Д. Особенности антекологии *Dactylorhiza romana* (Orchidaceae) в Крыму: распространение, фенология, пространственное размещение и морфометрия цветущих растений / Сволынский А. Д., Иванов С. П., Курамова В. В. // Экосистемы. – 2023. – Вып. 33. – С. 119–122
20. Иванов С. П. Насекомые-опылители орхидеи *Orchis pallens* L. в Крыму / Иванов С. П., Холодов В. В., Руденко М. И. // Республ. энтомол. конфер. (Тез. докл.). – Нежин: ТОВ Наука-сервис, 2000. – С. 49.
21. Харитонов С. П. Метод «ближайшего соседа» для математической оценки распределения биологических объектов на плоскости и на линии / Харитонов С. П. // Вестник Нижегородского университета. Серия биология. – 2005. – № 1. – С. 213–221.
22. Вульф Е. В. Флора Крыма. Том 1, вып. 3. Однодольные. / Вульф Е. В. – Л.: Изд. Никитского Ботанического Сада, 1930. – 126 с.
23. Красная книга города Севастополь. – Калининград; Севастополь: РОСТ-ДОАФК, 2018. – 432 с.
24. Kreutz C. A. J. Orchids of the Crimea. / Kreutz C. A. J., Fateryga A. V., Ivanov S. P. – Sint Geertruid: Kreutz Publishers, 2018. – 576 p.
25. Фатерыга А. В. Орхидеи Крымского полуострова. / Фатерыга А. В., Ефимов П. Г., Свирин С. А. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – 224 с.
26. Фардеева М. Б. Пространственная неоднородность популяций клубнеобразующих орхидей и методы ее изучения на примере *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter / Фардеева М. Б. // Экосистемы. – 2018. – 16 (46). – С. 75–85.
27. Патент на полезную модель 154167 Российской Федерации МПК A01G 7/00. Устройство для выявления пространственной структуры соцветий цветковых растений / Иванов С. П., Сволынский А. Д.; патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – № 015113582; заявл. 13.04.15; опубл. 20.08.15, Булл. № 23.

FEATURES OF ANTECOLOGY OF *ORCHIS PALLENS* L. (ORCHIDACEAE) IN THE CRIMEA: DISTRIBUTION, PHENOLOGY, SPATIAL DISTRIBUTION AND MORPHOMETRY OF FLOWERING PLANTS

Svolynskiy A. D., Ivanov S. P., Kuramova V. V.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: svolinskiy@gmail.com*

The distribution of the *Orchis pallens* L. on the Crimean Peninsula has been analyzed. The orchid *O. pallens* occurs in the western and central parts of the Crimean Mountain forest landscape zone mainly above 700 m above sea level. Individual

O. pallens cenopopulations have been recorded in the eastern parts of the northern and southern macroslopes of the Crimean Mountains and the southern coast of Crimea.

From data of observations during five seasons are estimated parameters of the flowering period in two cenopopulations: in the Voldar gully on the western slope of Dolgorukovskaya yaila under the canopy of a forest of hornbeam and in the Korabel-Dag tract on the western slopes of Northern Demerdzhi – a glade among the beech forest. Phenodates of the flowering period fluctuated greatly depending on weather conditions of the season. Deadlines: start of flowering – last days of March, end of flowering – last days of May. Total duration of the period of flowering of cenopopulations in some seasons varied from 25 to 49 days, duration of flowering of one flower – from 7 to 20 days.

The maximum proportion of simultaneously flowering flowers in an inflorescence ranged from 55 to 91 %. The total duration of flowering of the cenopopulation is associated with a strong positive relationship with the duration of flowering per flower ($f=0.91$). The sum of active temperatures of the fenodata at which flowering begins was 197 °C (mean value), ending flowering was 685 (mean value). One of the studied *O. pallens* cenopopulations, under the canopy of the hornbeam forest, is relatively stable and maintained at 30 generative individuals. The size of the second cenopopulation ranged from 100 generative individuals to 25 and was undermined by the ploughing of the glade to plant forage crops for hunting species.

The spatial distribution of generative individuals (estimated by distance to nearest neighbour) was generally within the parameters of the normal distribution. A slight deviation towards a denser location of individuals can be interpreted as evidence of a relatively benign state of the cenopopulations. Data on the following parameters of blossoming plants are presented: total height – 30.6 cm; length of pedicel – 22.5 cm, height of inflorescences – 8.1 cm; diameter of inflorescence – 2.9 cm; number of flowers in inflorescence – 14 (here average values).

Morphometric parameters of *O. pallens*, such as total plant height, height of the pedicel and inflorescences, number and density of flowers in inflorescences, as well as data on the number and distribution of individuals in the studied populations, may serve as a basis for further research on monitoring of the state of orchid populations in Crimea.

Keywords: *Orchis pallens*, Orchidaceae, distribution in Crimea, spatial distribution of individuals in the cenopopulation, flowering phenology, morphometric parameters of inflorescences, Crimean Peninsula.

References

1. Christenhusz M. J. M., Byng J. W. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, **261** (3), 201 (2016).
2. Fay M. F. Orchid conservation: How can we meet the challenges in the twenty-first century? *Botanical studies*, **59** (1), 16 (2018).
3. Fergi K., Peil L. *The basics of pollination ecology*, 381 p. (Moscow: Mir, 1982). (In Russian)
4. Claessens J., Kleynen J. *The Flower of the European Orchid. Form and Function*, 439 p. (Voerendaal, 2011).
5. Ackerman J. D., Phillips R. D., Tremblay R. L., Karremans A., Reiter N., Peter C., Bogarín D., Pérez-Escobar O. A., Liu H. Beyond the various contrivances by which orchids are pollinated: global patterns in orchid pollination biology. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **XX**, 1 (2023).
6. *Red Data Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi* [A. V. Yena, A. V. Fateryga (ed.)], 480 p. (Simferopol: ARIAL, 2016). (In Russian)

7. Kholodov V. V., Nazarov V. V., Ivanov S. P. Species composition of bees (Hymenoptera, Apoidea) pollinators of some orchid species in Crimea. *Ecosystemy Krima ih optimizacia i ohrana*, **10**, 81 (1998). (In Russian)
8. Ivanov S. P., Kholodov V. V., Fateryga A. V. Orchids of Crimea: composition of pollinators, diversity of pollination systems and methods and their efficiency. *Scientific Notes of Crimean Federal V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry*, **22 (1)**, 24 (2009). (In Russian)
9. Popkova L. L. Seasonal rate of development and the problem of protection of *Himantoglossum caprinum* (Bieb.) C. Koch (Orchidaceae). *Scientific Notes of Crimean Federal V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry*, **14 (1)**, 171 (2001). (In Russian)
10. Ivanov S. P., Kholodov V. V. Pollination ecology of *Orchis picta* Loisel. (Orchidaceae) in Crimea. *Scientific Notes of Crimean Federal V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry*, **2**, 7 (1999). (In Russian)
11. Ivanov S. P., Svolynsky A. D., Fateryga A. V. Biological and antecological characteristics of the orchid Provence orchid (*Orchis provincialis* Dfld.) growing in Crimea: pollinators, system of their attraction, pollination level. *Ecosystems, their optimization and protection*, **11**, 144 (2014).
12. Kobechinskaia V. G., Oturina I. P., Sverkunova N. V. Dynamics of development and flowering of the mosquito orchid (*Gymnadenia conopsea*) in Crimea. *Ecosystems, their optimization and protection*, **6**, 151 (2012). (In Russian)
13. Fateryga A. V., Ivanov S. P. Pollination ecology of *Epipactis* (Orchidaceae) species in Crimea. *Ecosystems, their optimization and protection*, **6**, 136 (2012). (In Russian)
14. Svolynsky A. D., Ivanov S. P., Fateryga A. V. Peculiarities of antecology of Provençal orchis (*Orchis provincialis*, Orchidaceae) in Crimea: phenology, spatial distribution, morphometry of flowers and inflorescences. *Ecosystems, their optimization and protection*, **10**, 68 (2014). (In Russian)
15. Ivanov S. P., Svolynsky A. D. Peculiarities of early spring flowering phenology of mellitophilous orchids (Orchidaceae) in Crimea. *Ecosystems*, **1**, 85 (2015). (In Russian)
16. Kipkaeva A. V., Ivanov S. P., Svolynsky A. D. Peculiarities of anthecology of monkey's orchid (*Orchis simia* Lam.) (Orchidaceae) in Crimean foothill zone. Report I. Spatial distribution, phyllotaxis of inflorescences, flowering phenology. *Ecosystems*, **14**, 51 (2018). (In Russian)
17. Krainyuk E. S. Age structure of *Ophrys oestrifera* (Orchidaceae) on specially protected natural territory "Cape Martyan", *Science of the South of Russia*, **16 (3)**, 53 (2020). (In Russian)
18. Kuramova V. V., Ivanov S. P., Svolynsky A. D. Some antecological features of *Neotinea tridentata* orchid in Crimea: spatial distribution, parameters and colour range of inflorescences. *Ecosystems*, **31**, 143 (2022). (In Russian)
19. Svolynsky A. D., Ivanov S. P., Kuramova V. V. Features of *Dactylorhiza romana* (Orchidaceae) anthecology in Crimea: distribution, phenology, spatial distribution and morphometry of flowering plants. *Ecosystems*, **33**, 119 (2023).
20. Ivanov S. P., Kholodov V. V., Rudenko M. I. Insect pollinators of *Orchis pallens* L. in Crimea. Republican entomological conference (abstracts), 49 (Nizhyn: Nauka-Service TOV, 2000). (In Russian)
21. Kharitonov S. P. The nearest-neighbor method for mathematical estimation of biological objects distribution on the plane and on the line. *Bulletin of N. I. Lobachevsky Nizhny Novgorod University. Series: Biology*, **1**, 213 (2005).
22. Woolf E. V. Flora of the Crimea. Monocotyledons. L. Volume 1. N 3. Nikitsky Botanical Garden: Publishing house of the Nikitsky Botanical Garden, 126 (1930). (In Russian)
23. *Red Data Book of Sevastopol*, 432 p. (Natural Resources and Environment of Sevastopol. – Kaliningrad: Limited Liability Company "Publishing House ROST-DOAFK", 2018). (In Russian)
24. Kreutz C. A. J., Fateryga A. V., Ivanov S. P. *Orchids of the Crimea*, 576 p. (Sint Geertruid: Kreutz Publishers, 2018).
25. Fateryga A. V., Efimov P. G., Svirin S. A. *Orchids of the Crimean Peninsula*, 224 p. (Simferopol: Limited Liability Company "Publishing house Typography "Arial", 2019). (In Russian)
26. Fardeeva M. B. Spatial heterogeneity of populations of tuberous orchids and methods of its study on the example of *Neottianthe cucullata*, *Ecosystemy*. **16 (46)**, 75, (2018). (In Russian)
27. Useful model patent 154167 of the Russian Federation MPK A01G 7/00. Ivanov S. P., Svolynsky A. D. Device for revealing the spatial structure of inflorescences of flowering plants : № 015113582 : 13.04.15 : 20.08.15. (In Russian)