

УДК 582.594.2:581.522 (477.75)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИТАЛИТЕТНОГО СПЕКТРА ПОПУЛЯЦИЙ *DACTYLORHIZA ROMANA* (ORCHIDACEAE)

Кучер Е. Н.

Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь,
evgenia.kucher@gmail.com

Приводятся результаты многолетних исследований виталитетного состава двух популяций *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soó, располагающихся в горном Крыму (северный склон Главной гряды и западная часть Южного берега Крыма).

Ключевые слова: виталитет, репродуктивное усилие, *Dactylorhiza romana*, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее часто встречающихся причин самобытности ценопопуляций является специфичность их виталитетной структуры. Виталитет – это комплекс количественных признаков, отражающих ход роста, уровень продуктивности и формообразования особей, который позволяет оценить жизненное состояние особей [4]. Анализ виталитетных спектров характеризует степень благоприятности экологического режима популяции. Исследование жизненного состояния особей в популяциях орхидных, находящихся в угрожаемом положении и относящихся к категории редких видов флоры Украины, имеет особую ценность. Однако, как подчеркивает И. А. Тимченко [12], виталитетная структура ценопопуляций орхидей практически не изучена.

Целью данной работы явилось изучение жизненного состояния особей двух ценопопуляций одного из видов орхидей природной флоры Крыма – *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soó в сравнительном аспекте.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Выявление виталитетного спектра популяций *D. romana* проводилось в ходе изучения генеративных особей в фазе цветения по методике, предложенной Ю. А. Злобиным [7]. Исследуемые популяции располагаются на территории горного Крыма. Популяция 1 находится в окрестностях села Сосновки на юго-западном склоне плато Демерджи (Главная гряда, 800–850 м над уровнем моря), популяция 2 – на северо-восточном склоне горы Кагель (Южный берег Крыма, 350–400 м над уровнем моря). Обе популяции входили в состав древесной формации дуба скального и ассоциации *Quercetum (petraea) roosum (nemoralis)*. Исследования проводились в 2000 и 2013 гг.

Особи изымались из популяций в фазе цветения методом полной откопки и отмывки [11]. Фракции особей высушивались до абсолютно сухого состояния. Массу фракций определялся взвешиванием на аналитических весах типа «W» Metnonex. Поверхность листьев и брактеей измерялась по верхней стороне. Подсчет

семязачатков производился по методике, специально разработанной для орхидей [10]. Репродуктивное усилие оценивалось согласно Ю. А. Злобину [4]. Объем исследованного материала в каждой из популяций составил 30 особей в 2000 г. и 12 – в 2013 г.

В качестве комплекса признаков, детерминирующего виталитет, использовались общая фитомасса особи (W , г), площадь фотосинтезирующей поверхности (A , см^2), фитомасса генеративных органов (W_g , г) и репродуктивное усилие (RE_I , г/г; RE_{II} , г/см²; RE_{III} , шт./г; RE_{IV} , шт./см²). Эти признаки достаточно полно характеризуют виталитетное состояние растений [6]. Определение границ классов виталитета особей производилось с учетом средних арифметических значений каждого признака. Группировка особей по классам виталитета производилась по принципу – высший класс виталитета (класса) составляют особи со значением признака более $x+t_{0,05} S_x$, средний (класс b) – в пределах $x\pm t_{0,05} S_x$, низший (класс c) – меньше $x-t_{0,05} S_x$. Ранжирование особей осуществлялось на основании одномерного и двумерного подходов. Виталитетный тип популяции определялся с помощью индекса $Q=1/2(a+b)$. Популяция относится к процветающим, если $Q>c$, если же $Q<c$, популяция депрессивная, равновесные популяции характеризуются равенством встречаемости особей всех виталитетных классов, то есть $Q=c$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате одномерного ранжирования особей по метрическим параметрам (табл. 1) большинство растений из популяции 1, проанализированных в 2000 г., попали в низший класс виталитета, в то время как в популяции 2 преобладали особи высшего класса.

Таблица 1

Виталитетные спектры популяций *Dactylorhiza romana*, полученные в результате одномерного ранжирования особей (2000 г.)

Признаки	Доля особей по классам виталитета, %			Q	Виталитетный тип
	a	b	c		
1	2	3	4	5	6
Популяция 1					
W , г	10,7	21,4	67,9	0,161	депрессивная
W_g , г	14,3	17,9	67,9	0,161	депрессивная
A , см^2	14,3	14,3	71,4	0,143	депрессивная
$RE_I=W_{fl}/W$, г/г	28,6	25,0	46,4	0,268	депрессивная
$RE_I=W_g/W$, г/г	28,6	32,1	39,3	0,304	депрессивная
$RE_{II}=W_{fl}/A$, г/см ²	39,3	28,6	32,1	0,339	процветающая
$RE_{II}=W_g/A$, г/см ²	53,5	7,1	39,3	0,306	депрессивная
$RE_{III}=N_{sm}/W$, шт/г	35,7	25,0	39,3	0,306	депрессивная
$RE_{IV}=N_{sm}/A$, шт/см ²	42,9	35,7	21,4	0,393	процветающая

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Популяция 2					
W, г	47,0	20,6	32,4	0,338	процветающая
W _г , г	52,9	23,5	23,5	0,382	процветающая
A, см ²	63,2	10,5	26,3	0,368	процветающая
RE _I =W _п /W, г/г	50,0	5,9	44,1	0,279	депрессивная
RE _I =W _г /W, г/г	50,0	17,6	32,4	0,338	процветающая
RE _{II} =W _п /A, г/см ²	36,8	15,8	47,4	0,263	депрессивная
RE _{II} =W _г /A, г/см ²	31,6	15,8	52,6	0,237	депрессивная
RE _{III} =N _{sm} /W, шт/г	32,4	14,7	52,9	0,235	депрессивная
RE _{IV} =N _{sm} /A, шт/см ²	21,1	26,3	52,6	0,237	депрессивная

При ранжировании по репродуктивному усилию часть особей класса b популяции 1 переместилась в другие классы. Особенно резко возросла доля высшего класса, а в популяции 2 в большинстве случаев увеличился объем низшего класса виталитета. Таким образом, полученные в результате одномерного ранжирования данные противоречиво характеризуют виталитетные типы популяции – от депрессивных до процветающих и наоборот.

Двумерная ранжировка особей (табл. 2) указывает на изменение доли каждого из классов виталитета в обеих популяциях при использовании различных параметров. Тем не менее, вне зависимости от того, какие параметры положены в основу ранжирования, в популяции 2 индекс Q во всех случаях превышает долю особей низшего класса. Популяция 1 в результате всех ранжировок, кроме ранжирования по W/RE_{IV} и A/RE_{IV}, характеризуется как депрессивная.

Таблица 2

Виталитетные спектры популяций *Dactylorhiza romana*, полученные в результате двумерного ранжирования особей (2000 г.)

Признаки	Доля особей по классам виталитета, %			Q	Виталитетный тип
	a	b	c		
1	2	3	4	5	6
Популяция 1					
W/A	14,3	7,1	78,6	0,107	депрессивная
W/RE _I =W _п /W	3,6	39,3	57,1	0,214	депрессивная
W/RE _I =W _г /W	21,4	21,4	57,1	0,214	депрессивная
A/RE _I =W _п /W	7,1	35,7	57,1	0,214	депрессивная
A/RE _I =W _г /W	17,9	21,4	60,7	0,196	депрессивная
W/RE _{II} =W _п /A	21,4	28,6	50,0	0,250	депрессивная
W/RE _{II} =W _г /A	28,6	25,0	46,4	0,268	депрессивная
A/RE _{II} =W _п /A	17,9	28,6	53,6	0,232	депрессивная
A/RE _{II} =W _г /A	21,4	32,1	46,4	0,268	депрессивная
W/RE _{III}	0	46,4	53,6	0,232	депрессивная
A/RE _{III}	3,6	46,4	50,0	0,250	депрессивная

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИТАЛИТЕТНОГО СПЕКТРА
ПОПУЛЯЦИЙ *DACTYLORHIZA ROMANA* (ORCHIDACEAE)

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
W/RE_{IV}	7,1	64,3	28,6	0,357	процветающая
A/RE_{IV}	10,7	57,6	32,1	0,339	процветающая
Популяция 2					
W/A	41,2	0	14,8	0,206	процветающая
$W/RE_I=W_{fl}/W$	32,4	52,9	14,7	0,426	процветающая
$W/RE_I=W_g/W$	38,2	47,1	14,7	0,426	процветающая
$A/RE_I=W_{fl}/W$	26,3	47,4	26,3	0,368	процветающая
$A/RE_I=W_g/W$	26,3	47,4	26,3	0,368	процветающая
$W/RE_{II}=W_{fl}/A$	31,6	57,9	10,5	0,447	процветающая
$W/RE_{II}=W_g/A$	36,8	42,1	21,1	0,395	процветающая
$A/RE_{II}=W_{fl}/A$	36,8	42,1	21,1	0,395	процветающая
$A/RE_{II}=W_g/A$	26,3	57,9	15,8	0,421	процветающая
W/RE_{III}	17,6	67,6	14,7	0,426	процветающая
A/RE_{III}	10,5	68,4	21,1	0,395	процветающая
W/RE_{IV}	21,1	63,2	15,7	0,421	процветающая
A/RE_{IV}	10,5	73,7	15,8	0,421	процветающая

Двумерный подход позволяет расположить особи в пространстве осей двух признаков, характеризующих состояние растения, поэтому предоставляет больше биологически ценной информации о виталитете особи, чем одномерный. Полученные в результате двумерного ранжирования фактические данные свидетельствуют о принадлежности исследованных популяций к различным виталитетным типам. Популяция в окрестностях села Сосновки является депрессивной, а популяция на горе Кагель, состоящая из более мощных особей, – процветающей [8].

В 2013 г. повторно был произведен анализ виталитетных спектров популяций. Применено двумерное ранжирования особей (табл. 3). Полученные результаты полностью подтверждают описанные выше характеристики виталитетных типов исследуемых популяций.

Таблица 3

Виталитетные спектры популяций *Dactylorhiza romana*, полученные в результате
двумерного ранжирования особей (2013 г.)

Признаки	Доля особей по классам виталитета, %			Q	Виталитетный тип
	a	b	c		
1	2	3	4	5	6
Популяция 1					
W/A	3,6	26,0	70,4	0,148	депрессивная
$W/RE_I=W_{fl}/W$	17,3	18,3	64,4	0,178	депрессивная
$W/RE_I=W_g/W$	21,0	21,9	57,1	0,215	депрессивная
$A/RE_I=W_{fl}/W$	7,9	27,3	64,8	0,176	депрессивная
$A/RE_I=W_g/W$	3,8	28,1	68,1	0,160	депрессивная

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
$W/RE_{II}=W_{fl}/A$	28,1	10,0	61,9	0,191	депрессивная
$W/RE_{II}=W_g/A$	16,8	15,3	67,9	0,161	депрессивная
$A/RE_{II}=W_{fl}/A$	12,5	15,3	72,2	0,139	депрессивная
$A/RE_{II}=W_g/A$	20,0	17,2	62,8	0,186	депрессивная
W/RE_{III}	18,2	21,3	60,5	0,198	депрессивная
A/RE_{III}	14,6	26,5	58,9	0,206	депрессивная
W/RE_{IV}	13,4	45,4	41,2	0,294	депрессивная
A/RE_{IV}	12,6	37,2	50,2	0,249	депрессивная
Популяция 2					
W/A	48,3	24,3	27,4	0,363	процветающая
$W/RE_I=W_{fl}/W$	48,7	19,6	31,7	0,342	процветающая
$W/RE_I=W_g/W$	39,2	30,2	30,6	0,347	процветающая
$A/RE_I=W_{fl}/W$	45,7	23,7	30,6	0,347	процветающая
$A/RE_I=W_g/W$	51,0	30,2	18,8	0,406	процветающая
$W/RE_{II}=W_{fl}/A$	53,2	27,4	19,4	0,403	процветающая
$W/RE_{II}=W_g/A$	28,9	42,2	28,9	0,356	процветающая
$A/RE_{II}=W_{fl}/A$	41,7	30,0	28,3	0,359	процветающая
$A/RE_{II}=W_g/A$	38,7	35,2	26,1	0,370	процветающая
W/RE_{III}	46,6	29,0	24,4	0,378	процветающая
A/RE_{III}	29,4	38,9	31,7	0,342	процветающая
W/RE_{IV}	56,0	28,4	15,6	0,422	процветающая
A/RE_{IV}	47,3	36,4	16,3	0,419	процветающая

Виталитетные типы отражают влияние на популяции эколого-ценотических стрессов. Анализ виталитетных спектров указывает на определенную ущербность экологического режима популяции 1. В связи с этим интересно отметить, что проведенный виталитетный анализ популяций *Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb. и *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., расположенных в непосредственной близости от популяции 1 *D. romana*, выявил преобладание в популяциях особей низшего класса виталитета (табл. 4) [9]. Анализ популяций *P. chlorantha* и *N. nidus-avis* производился с учетом средних арифметических трех и двух популяций

Таблица 4

Виталитетные спектры популяций *Platanthera chlorantha* и *Neottia nidus-avis*

Признаки	Доля особей по классам виталитета, %			Q	Виталитетный тип
	a	b	c		
1	2	3	4	5	6
<i>Platanthera chlorantha</i>					
W/A	20,0	10,0	70,0	0,150	депрессивная
$W/RE_I=W_{fl}/W$	27,1	30,2	42,7	0,287	депрессивная
$W/RE_I=W_g/W$	10,0	20,0	70,0	0,150	депрессивная

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИТАЛИТЕТНОГО СПЕКТРА
ПОПУЛЯЦИЙ *DACTYLORHIZA ROMANA* (ORCHIDACEAE)

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
$A/RE_I=W_{fl}/W$	18,9	29,0	52,1	0,240	депрессивная
$A/RE_I=W_g/W$	7,3	58,3	34,4	0,328	депрессивная
$W/RE_{II}=W_{fl}/A$	23,2	37,7	39,1	0,305	депрессивная
$W/RE_{II}=W_g/A$	15,3	50,2	34,5	0,328	депрессивная
$A/RE_{II}=W_{fl}/A$	15,5	47,2	37,3	0,314	депрессивная
$A/RE_{II}=W_g/A$	15,5	41,4	43,1	0,285	депрессивная
W/RE_{III}	20,0	35,1	44,9	0,276	депрессивная
A/RE_{III}	19,2	28,6	52,2	0,239	депрессивная
W/RE_{IV}	16,3	47,5	36,2	0,319	депрессивная
A/RE_{IV}	17,9	46,7	35,4	0,323	депрессивная
<i>Neottia nidus-avis</i>					
W/A	26,8	37,6	35,6	0,322	депрессивная
$W/RE_I=W_{fl}/W$	14,8	46,0	39,2	0,304	депрессивная
$W/RE_I=W_g/W$	0	40,0	60,0	0,200	депрессивная
$A/RE_I=W_{fl}/W$	11,8	41,0	47,2	0,264	депрессивная
$A/RE_I=W_g/W$	16,6	37,4	46,0	0,270	депрессивная
$W/RE_{II}=W_{fl}/A$	10,3	47,1	42,6	0,287	депрессивная
$W/RE_{II}=W_g/A$	9,5	37,6	52,9	0,236	депрессивная
$A/RE_{II}=W_{fl}/A$	20,5	36,3	43,2	0,284	депрессивная
$A/RE_{II}=W_g/A$	19,2	33,8	47,0	0,265	депрессивная
W/RE_{III}	20,6	24,7	54,7	0,227	депрессивная
A/RE_{III}	10,5	45,4	44,1	0,280	депрессивная
W/RE_{IV}	13,7	49,6	36,7	0,317	депрессивная
A/RE_{IV}	15,9	40,0	44,1	0,280	депрессивная

соответственно. Причем все популяции, использовавшиеся для вычисления средних арифметических значений, располагались на значительно меньшей высоте над уровнем моря, чем исследованные.

По-видимому, различия в жизненном состоянии особей в исследованных популяциях являются следствием различия эколого-ценотических режимов в них. В литературе имеются сведения о реагировании репродуктивного усилия и других морфометрических параметров растения на изменение высоты над уровнем моря, освещенности, богатства почв, активности опылителей, плотности популяций, воздействия антропогенного фактора [1–3; 5; 7; 13–16]. Но для ответа на вопрос, какой из факторов оказывает лимитирующее влияние на жизненное состояние особей в популяции 1, необходимы тщательные исследования популяций *D. romana* на эколого-ценотических градиентах. Кроме того, важно исключить влияние генетических отличий между особями, принадлежащими к различным популяциям. Подобные исследования будут весьма ценны в определении причин редкости и угрожающего положения орхидных Крыма, прогнозировании состояния популяций и разработке конкретных методов охраны.

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ исследованных популяций *Dactylorhiza romana* позволил обнаружить отличия в жизненном состоянии особей. Популяции относятся к противоположным виталитетным типам: популяция в окрестностях села Сосновки является депрессивной, а популяция на горе Капель – процветающей.

2. Различия в виталитетных спектрах исследованных популяций являются стабильными и, по нашему мнению, обусловлены влиянием комплекса экологических факторов, более благоприятных в одном из случаев.

Список литературы

1. Загульский М. Н. Влияние хозяйственной деятельности человека на ценопопуляции орхидных в западных областях Украинской ССР / М. Н. Загульский // Биогеоценологические исследования на Украине: Тр. III республ. совещания. – Львов, 1984. – С. 124–125.
2. Загульский М. Н. Некоторые особенности репродуктивной биологии орхидных в западных регионах Украины / М. Н. Загульский // Теория и прикладная карпология: Всесоюзн. конф.: тез. доп. – Кишинев, 1989. – С. 179–180.
3. Злобин Ю. А. Концепция континуума и градиентный анализ на уровне особей и популяций растений / Ю. А. Злобин, В. Г. Складар, Т. И. Мельник // Журн. общ. биол. – 1996. – Т. 57, № 6. – С. 684–695.
4. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценоценозов растений: Учебно-методическое пособие / Ю. А. Злобин. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.
5. Злобин Ю. А. Рост и репродукция у эфемероидов широколиственного леса при разных уровнях рекреационных нагрузок / Ю. А. Злобин, Е. А. Чумакова // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74, № 3. – С. 432–439.
6. Злобин Ю. А. Структура фитопопуляций / Ю. А. Злобин // Успехи соврем. биол. – 1996. – Т. 116, вып. 2. – С. 113–146.
7. Злобин Ю. А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений / Ю. А. Злобин // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74, № 6. – С. 769–780.
8. Кучер Е. Н. Анализ виталитетного состава популяций *Dactylorhiza romana* (Seb. et Mauri) Soó / Е. Н. Кучер // Актуальні питання ботаніки та екології: Конф. молодих вчених-ботаніків України, 13–16 вересня 2000 р.: тез. доп. – К., 2000. – С. 69.
9. Кучер Е. Н. Оценка состояния популяций нескольких видов орхидных Горного Крыма / Е. Н. Кучер // Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий: Республ. конф., 27 апреля 2001 г.: тез. докл. – Симферополь, 2001. – С. 78–79.
10. Назаров В. В. Методика подсчета мелких семян и семяпочек (на примере сем. Orchidaceae) / В. В. Назаров // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74, № 8. – С. 1194–1196.
11. Тарановская М. П. Методы изучения корневых систем / М. П. Тарановская. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 215 с.
12. Тимченко І. А. Стан вивченості популяцій видів родини Orchidaceae Juss. / І. А. Тимченко // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 3. – С. 64–71.
13. Тимченко І. А. Структура популяцій видів роду *Epipactis* Zinn (Orchidaceae) і тенденції їх змін під антропогенним впливом / І. А. Тимченко // Укр. ботан. журн. – 1996. – Т. 53, № 11. – С. 690–695.
14. Baalen J., van. Reproductive allocation in plant *Scrophularia nodosa* grown at various levels of irradiance and soil fertility / J. van Baalen, J. van Andel, D. W. Janssen // Acta Bot. Neerl. – 1990. – Vol. 39, N 2. – P. 183–196.
15. Harper J. L. The reproductive strategy of higher plants / J. L. Harper, J. Ogden // J. Ecol. – 1970. – Vol. 58, N 2. – P. 681–698.
16. Willson M. F. Plant reproductive ecology / M. F. Willson. – New York: John & Sons, 1983. – 279 p.

Кучер С. М. Порівняльний аналіз віталітетного спектра популяцій *Dactylorhiza romana* (Orchidaceae) // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2013. Вип. 9. С. 250–257.

Наводяться результати багаторічних досліджень віталітетного складу двох популяцій *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Соó, що розташовані на території гірського Криму (північний схил Головної гряди та західна частина Південного берегу Криму).

Ключові слова: віталітет, репродуктивне зусилля, *Dactylorhiza romana*, Крим.

Kucher E. N. Comparative analysis of vitalitet range in populations of *Dactylorhiza romana* (Orchidaceae) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2013. Iss. 9. P. 250–257.

The results of perennial studying of vitalitet range are given for two populations of *Dactylorhiza romana* (Sebast.) Soó located on the territory of the Crimean Mountains (northern slope of the Main Ridge and western part of the Crimean South coast).

Key words: vitalitet, reproductive effort, *Dactylorhiza romana*, Crimea.

Поступила в редакцію 01.11.2013 г.