

УДК 582.572.3(470.44/.47)

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ  
*BULBOCODIUM VERSICOLOR* (KER-GAWL.) SPRENG.  
(COLCHICACEAE, MAGNOLIOPHYTA) В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

**Л. В. Куликова, А. С. Кашин, Н. А. Петрова, И. В. Шилова**

*Ботанический сад Саратовского национального исследовательского  
государственного университета имени Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410010, Саратов, Навашина  
E-mail: kashinas2@yandex.ru*

Поступила в редакцию 24.11.2017 г., принята 29.01.2018 г.

*Куликова Л. В., Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В.* Некоторые особенности экологии *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (Colchicaceae, Magnoliophyta) в Нижнем Поволжье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 2. С. 207 – 221. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-2-207-221

Приводятся результаты четырехлетнего мониторинга популяций *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng в Саратовской и Волгоградской областях. Установлена низкая экологическая пластичность вида. Несмотря на приуроченность вида к различным по составу и структуре степным фитоценозам, морфология особей довольно консервативна, что объясняется однородностью условий произрастания вида на исследованной части ареала в период активной вегетации и цветения. Показано, что для *B. versicolor* в Нижнем Поволжье характерно слабое проявление стрессовой компоненты в стратегии жизни и низкий индекс размерной пластичности. Вид является пациентом. В условиях стресса на морфологическом уровне растения реагируют миниатюризацией признаков генеративной сферы, т.е. перераспределением усилий от развития генеративной сферы на поддержание вегетативной сферы. Экологическая и фитоценотическая пациентность *B. versicolor* проявляется в способности длительное время удерживать занятую территорию и в уходе от конкуренции через выбор местообитаний. Согласно интегрированному показателю природоохранной значимости, большинство популяций *B. versicolor* Нижнего Поволжья находятся в состоянии, близком к угрожающему, и требуют принятия срочных мер по их сохранению. Основными лимитирующими численность вида в регионе факторами являются, вероятно, аридизация климата и прямое антропогенное воздействие, выражающееся в переводе целинных участков земель в пахотные земли. Явного негативного воздействия интенсивного выпаса, сбора на букеты не отмечено. В первую очередь это связано с тем, что оставшиеся местообитания вида относительно далеко расположены от населённых пунктов и в период массового цветения вида фактически недоступны для воздействия этих факторов из-за распутицы.

*Ключевые слова:* *Bulbocodium versicolor*, ценопопуляции, виталитет, эколого-ценотическая стратегия.

DOI: 10.18500/1684-7318-2018-2-207-221

**ВВЕДЕНИЕ**

Брандушка разноцветная (*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) – реликт послеледникового времени средиземноморского происхождения из семейства Ме-

лантиевые (*Melanthiaceae*) (Кузнецов и др., 2011). Вид был неоднократно признан редким видом флоры Европы (Мельник и др., 2007). Включен в Красную книгу Российской Федерации со статусом 2 а – вид, сокращающийся в численности в результате нарушения местообитаний (Цвелев, 2008), в Красную книгу Саратовской области со статусом 2 (V) – уязвимый вид (Худякова, 2006) и фактически во все Красные книги регионов, в пределах которых произрастает. Недостаточная изученность экологических и фитоценологических особенностей вида может являться препятствием в деле его охраны (Мельник и др., 2007). При этом авторы констатируют, что часть местонахождений вида на территории Украины к настоящему времени утрачена в связи с антропогенной трансформацией его местообитаний.

*B. versicolor* – вид с дизъюнктивным ареалом, распространённый преимущественно в лесостепной и степной зонах на Восточноевропейской равнине от Подольской до Приволжской возвышенности. Отдельные небольшие локалитеты ареала выявлены в Молдове, Румынии, Сербии, Венгрии (Мельник и др., 2007). Распространение в Европейской части России и, подробно, в Саратовской области описано ранее (Петрова и др., 2015).

Географическое распространение, эколого-ценотические условия местообитаний и современное состояние популяций в Украине в сравнении с популяциями, произрастающими в некоторых других частях ареала вида, подробно изучены в 2001 – 2006 гг. В. И. Мельником с соавторами (2007). Однако регион Нижнего Поволжья исследованиями современного состояния популяций *B. versicolor* не охвачен, хотя он интересен тем, что по региону проходит восточная, юго-восточная (Салагаев, Шанцер, 2006), а также северо-восточная граница ареала вида.

Флористическое окружение брандушки разноцветной изучалось в Воронежской области (Агафонов и др., 2009). Авторами зарегистрировано более 100 видов сосудистых растений из 21 семейства, образующих ранневесеннюю синузидию в растительном покрове степных склонов бассейна Среднего Дона. Разнообразие растительных сообществ с *B. versicolor* в Саратовской и Волгоградской областях достаточно подробно оценено по результатам геоботанических описаний, выполненных в 2014 – 2017 гг. (Куликова и др., 2017 а). Показано, что растения вида входят в состав довольно разнообразных степных сообществ, отличающихся по богатству, разнообразию и видовому составу.

В данной работе приводятся результаты мониторинга ценопопуляций *B. versicolor* в Саратовской и Волгоградской областях и некоторые особенности экологии вида на исследованной территории.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2014 по 2017 г. осуществляли мониторинг 17 ценопопуляций (ЦП) *B. versicolor*, произрастающих на территории Саратовской и Волгоградской областей (рис. 1).

В пределах постоянной пробной площадки в фазу массового цветения у 30 случайных растений проводили измерение ряда морфологических параметров: высота растения, диаметр растения, т.е. максимальное расстояние между кончиками листьев в поперечном сечении растения, длина и ширина нижнего листа, тол-

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ *BULBOCODIUM VERSICOLOR*

щина листовой пластинки в средней части листа, диаметр влажлища нижнего листа, длина отгиба лепестка цветка, ширина отгиба лепестка цветка, длина ноготка лепестка цветка (от поверхности земли), диаметр трубки цветника на половине расстояния от уровня земли до отгиба лепестка цветка. В связи с охранным статусом *B. versicolor* измерения параметров проводили у живых растений без их уничтожения (Правила..., 1981; Кашин и др., 2015).

Жизненность ЦП оценивали с помощью индекса виталитета (*IVC*) по размерному спектру особей (Ишбирдин и др., 2005):

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i / \bar{X}_i}{N},$$

где  $X_i$  – среднее значение  $i$ -го признака в ценопопуляции,  $\bar{X}_i$  – среднее значение  $i$ -го признака для всех ЦП,  $N$  – число признаков. При расчете индекса использовали параметры вегетативных органов, так как они в большей степени отражают условия роста.

Об экологической амплитуде вида судили по индексу размерной пластичности, который рассчитывали по формуле (Ишбирдин и др., 2005):

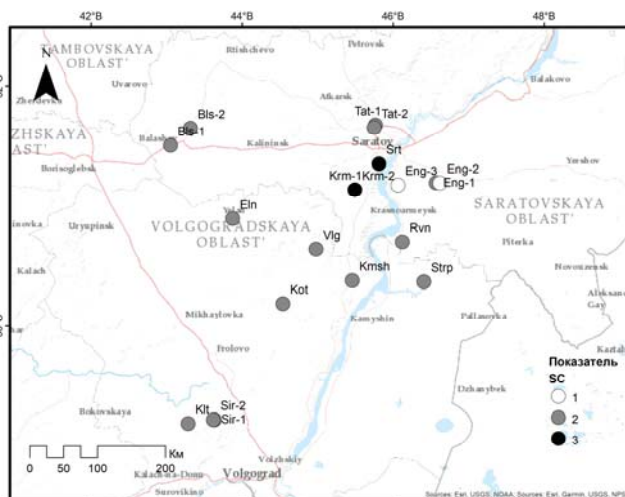
$$ISP = IVC_{max} / IVC_{min}.$$

Индекс морфологической интеграции вычисляли по формуле

$$I = [B / (n^2 - n) / 2] * 100,$$

где  $B$  – число статистически достоверных коэффициентов корреляции в матрице,  $n$  – число параметров (Злобин, 1989).

Для определения плотности растений *B. versicolor* на пробной площади размером 100 м<sup>2</sup> закладывались 10 площадок по 1 м<sup>2</sup> каждая, на которых подсчитыва-



**Рис. 1.** Расположение обследованных ценопопуляций *B. versicolor* по исследованной территории и распределение их в градации интегрированного показателя (SC): Tat-1, Tat-2 – Татищевский, Krm-1, Krm-2 – Красноармейский, Eng-1, Eng-2, Eng-3 – Энгельский, Srt – Саратовский, Bls-1, Bls-2 – Балашовский, Rvn – Ровенский районы Саратовской области; Eln – Еланский, Vlg – Жирновский, Kmsh – Камышинский, Strp – Старополтавский, Kot – Котовский, Klt – Клетский, Sir-1, Sir-2 – Иловлинский районы Волгоградской области

лись особи всех возрастных состояний. Степень антропогенного воздействия ( $A$ ), оказанного на ценопопуляции, оценивали глазомерно и присваивали условный балл: 1 – отсутствует, 2 – слабая, 3 – средняя и сильная.

Использовали значения показателя ( $SC$ ) в трех градациях (Стратегия..., 2000; Ишмуратова и др., 2010): 1 (средние баллы 1.00 – 1.67) – «вызывающие меньше всего беспокойства»; 2 (1.68 – 2.35) – «находящиеся в состоянии, близком к угрожающему»; 3 (2.36 – 3.00) – «зависящая от сохранения».

Интегрированный показатель включал такие параметры, как площадь популяции и плотность особей, индивидуальную жизнечность ( $IV$ ), выраженность защитной стратегии на морфологическом уровне (оцениваемый по индексу морфологической интеграции,  $I$ ), степень антропогенного воздействия. Все показатели выражались в трехбалльной системе: 1 балл соответствует наилучшим, а 3 балла – наихудшим показателям оцениваемого параметра.

Онтогенетическую стратегию вида определяли по характеру зависимости индекса морфологической интеграции ( $I$ ) от условий роста (индекса виталитета  $IVC$ , рассчитанного по вегетативным признакам) (Злобин, 1989; Ишбирдин, Ишмуратова, 2004).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Индекс размерной пластичности ( $ISP$ ) *B. versicolor* по всем исследованным ЦП Нижнего Поволжья составил 2.2, что соответствует пределам размерной пластичности, выявленным для ряда охраняемых многолетних растений, и близок, например, размерной пластичности, рассчитанной для *Cephalanthera rubra* L. (Ишбирдин и др., 2005) или *Tulipa gesneriana* (Kashin et al., 2017).

Анализ условий местообитаний брандушки в Саратовской и Волгоградской областях показал, что, как и в Украине (Мельник и др., 2007), её эколого-ценотический оптимум реализуется в степных экзарционных сообществах и в экотонах между лесной и степной растительностью. Популяции вида в пределах исследованной территории, как правило, характеризуются относительно невысокой численностью (кроме  $R_{vn}$ ) и мозаичным расположением особей. Особенно сильно выражено неравномерное их размещение в экотонных популяциях.

Исходя из анализа местообитаний и индекса размерной пластичности, очевидно, что *B. versicolor* обладает сравнительно узкой экологической амплитудой. Вероятно, это обусловлено тем, что для вида характерен очень короткий цикл весеннего развития (Артюшенко, 1970). Сроки активной вегетации и цветения в пределах всего ареала вида на Европейской части России выпадают на узкий временной диапазон периода активного снеготаяния и весенней распутицы – как только происходит переход среднесуточных температур через  $0^{\circ}\text{C}$  (Куликова и др., 2016 а). Погодные условия в этот период во всех регионах произрастания вида близки, хотя и выпадают на несколько различные календарные сроки. Это нивелирует различия, которые имеют место в другие сезоны в связи с широтным и долготным своеобразием районов произрастания, выражающимся в различной степени континентальности климата.

Таким образом, растения *B. versicolor* во всех популяциях, независимо от местоположения и географической приуроченности, вегетируют и цветут в сходных экологических условиях: при отсутствии дефицита влаги, при относительно низких температурах почвы и воздуха, в условиях низкой конкуренции с другими видами в силу почти полного отсутствия последних в ценозах в это время в активно вегетирующем состоянии. В случае изменения этих условий, особенно в случае устойчивого снижения степени увлажнения биотопа и увеличения общего проективного покрытия травянистой растительности в нём, растения *B. versicolor* быстро элиминируются. На это неоднократно указывалось в литературе (Шелегеда В., Шелегеда Е., 2001), а нами подобное отмечено было, в частности, в ценопопуляции Bls-2, расположенной на возвышенном участке речной поймы в окрестностях с. Тростянка Балашовского района Саратовской области.

Известно, что приуроченность большинства видов рода *Bulbocodium* к весеннему цветению и вегетации, к освоению относительно холодных, экологически сложных биотопов требует большей лабильности, что обеспечивается активным смещением генов, благодаря перекрестному опылению (Oganezova, 2014). Морфология цветка видов рода *Bulbocodium* указывает на приспособленность к перекрестному опылению и не несет признаков автогамии.

Справедливость заключения о сравнительно узкой экологической амплитуде вида, по крайней мере, на исследуемой территории, подтверждают и результаты исследования онтогенетической стратегии растений данного вида.

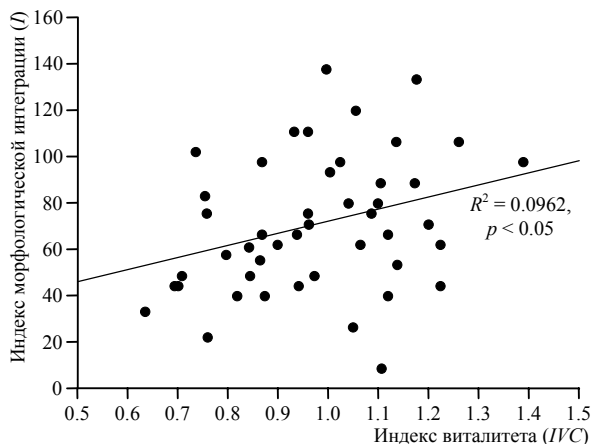
Как известно, выделяют несколько типов онтогенетических стратегий (реагирования онтогенеза растений на стресс) (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004):

- с усилением стресса происходит увеличение морфологической интеграции – проявляется защитная компонента в стратегии выживания (Злобин, 1989);
- с усилением стресса происходит ослабление морфологической интеграции – проявляется стрессовая компонента в стратегии выживания;
- при нарастании стресса происходит сначала усиление, а затем ослабление взаимообусловленности в развитии структур растения (чередование защитной и стрессовой компонент в онтогенетической стратегии);
- при нарастании стресса происходит сначала ослабление, а затем усиление взаимообусловленности в развитии структур растения (чередование стрессовой и защитной компонент в онтогенетической стратегии).

У *B. versicolor* при произрастании в условиях Нижнего Поволжья выявлена достоверная слабая линейная зависимость индекса морфологической интеграции от жизненности ЦП (*IVC*), рассчитанного по вегетативным признакам ( $\beta = 0.31$ ,  $p = 0.036$ ), т.е. с ухудшением условий роста морфологическая целостность растений незначительно, но повышается (рис. 2). Значение коэффициента детерминации данной модели ( $R^2 = 0.096$ ) говорит о том, что только около 10% изменений в морфологической целостности особей могут быть объяснены условиями роста.

Для исследованных ЦП *B. versicolor* по индексу виталитета составлен ряд, отражающий градиент ухудшения условий: ЦП Eln → Sir-1 → Eng-3 → Eng-2 → Kot → Kmsh → Tat-2 → Strp → Vlg → Klt-2 → Bls-1 → Tat-1 → Rvn → Krm-2 → Sir-2 → Eng-1 → Bls-2 → Krm-1 → Srt.

Показано, что значения индекса морфологической интеграции в исследованных ЦП изменяются в диапазоне от 8.9 до 137.8 и даже в одной и той же ЦП значительно варьируют по годам (таблица). Так, в разные годы в ЦП Eng-1 индекс изменялся от 44 до 120, в ЦП Krm-2 – от 8 до 75, в Tat-1 – от 40 до 102, в Tat-2 – от 48 до 133. При этом не наблюдается равномерного распределения данного индекса по годам наблюдения. Можно предположить, что на степени морфологической интеграции растений *B. versicolor*



**Рис. 2.** Зависимость морфологической интеграции особей *B. versicolor* от жизнестойкости ценопопуляций

сказывается ряд экологических факторов, наследственность и внешнее воздействие.

Значения индекса *IVC* были достоверно ниже в 2014 г. ( $F = 6.86 > F_{cr} = 3.42; p < 0.01$ ), а в последующие три года оставались примерно на одном уровне.

Таким образом, у *B. versicolor* при произрастании в условиях Нижнего Поволжья выявлена слабо выраженная стрессовая компонента в онтогенетической стратегии. Это соответствует установленной ранее закономерности, состоящей в том, что для большинства редких и уязвимых видов характерна стрессовая или стрессово-защитная онтогенетическая стратегия (Ишбирдин, Ишмуратова, 2009).

Выраженность защитной составляющей в онтогенетической стратегии данного вида и низкий индекс размерной пластичности указывает на проявление видом патиентности (*S*-стратегия) (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004). В условиях стресса на морфологическом уровне растения реагируют миниатюризацией признаков генеративной сферы (рис. 3), т.е. перераспределением усилий от развития генеративной сферы на поддержание вегетативной сферы.

Экологическая и фитоценотическая патиентность *B. versicolor* проявляется в способности длительное время удерживать занятую территорию и в уходе от конкуренции через выбор местообитаний.

Имеет место принципиальное отличие эколого-ценологической стратегии *B. versicolor*, например, от стратегии *Tulipa gesneriana* L., – вида, цветущего в несколько более поздний период уже в условиях сильной зависимости от проявления климатических особенностей района произрастания. При этом *T. gesneriana* проявляет относительно большую экологическую пластичность и ярко выраженную смешанную стресс-толерантно-рудеральную эколого-ценологическую стратегию при нелинейной зависимости индекса морфологической интеграции от *IVC* (Кашин и др., 2016; Kashin et al., 2017), хотя иногда произрастает в тех же местообитаниях, что и *B. versicolor* (например, ЦП Rvn).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ *BULBOCODIUM VERSICOLOR*

Природоохранная значимость популяций *B. versicolor* при произрастании в Нижнем Поволжье

ЦП	Год	<i>I</i>	<i>I/C</i>	Плотность, шт./м <sup>2</sup>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>SC</i>	<i>SC</i> в баллах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bls-1	2015	137.78	1.00	22.3	1	1	2	1	3	1.75	2
Bls-2	2017	40.00	0.87	—	1	3	3	2	—	2.33	2
Eln	2016	106.67	1.13	38.6	1	1	2	2	3	1.75	2
	2017	44.44	1.22	51.0	1	3	1	2	2	1.75	2
	2014	44.44	0.70	16.0	1	3	3	1	3	2.50	3
Eng-1	2015	120.00	1.05	6.3	1	1	2	1	3	1.75	2
	2016	111.11	0.93	28.22	1	1	2	1	3	1.75	2
Eng-2	2015	111.11	0.96	71.65	1	1	2	2	2	1.50	1
	2016	106.67	1.26	21.3	1	1	1	2	3	1.50	1
Eng-3	2015	97.78	0.87	74.9	1	1	3	3	1	1.50	1
	2016	97.78	1.39	81.4	1	2	1	3	1	1.25	1
Klt	2016	93.33	1.00	12.53	1	2	2	1	3	2.00	2
	2016	71.11	0.96	28.88	2	2	2	2	3	2.25	2
Kmsh	2017	66.67	1.12	14.9	1	2	2	2	3	2.00	2
	2016	80.00	1.10	33.24	1	2	2	1	3	2.00	2
Kot	2017	97.78	1.02	23.5	1	1	2	1	3	1.75	2
	2014	33.33	0.63	33.8	1	3	3	1	3	2.50	3
Krm-1	2015	40.00	0.82	17.0	1	3	3	1	3	2.50	3
	2016	66.67	0.94	18.1	1	2	2	1	3	2.00	2
	2017	26.67	1.05	21.4	1	3	2	1	3	2.25	2
Krm-2	2014	22.22	0.76	15.0	1	3	3	1	3	2.50	3
	2015	66.67	0.87	27.25	1	2	3	1	3	2.25	2
	2016	75.56	0.96	17.9	1	2	2	1	3	2.00	2
Rvn	2017	8.89	1.11	21.7	1	3	2	1	3	2.25	2
	2014	83.33	0.75	66.2	2	2	3	3	2	2.25	2
	2015	88.89	1.10	38.2	2	2	2	3	3	2.25	2
	2016	57.78	0.80	25.2	3	2	2	3	3	2.50	3
	2017	71.11	1.20	36.9	3	2	1	3	3	2.25	2

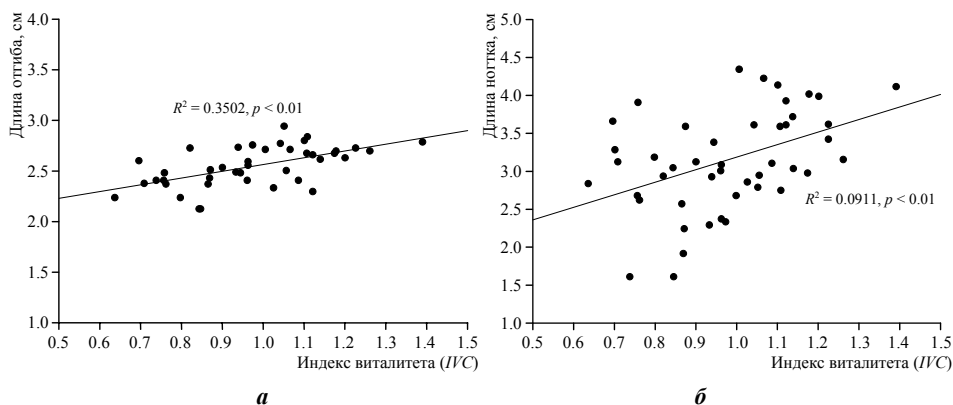
## Окончание таблицы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SH-1	2016	53,33	1,14	17,85	1	2	1	1	3	1,75	2	
	2017	62,22	0,90	31,25	1	2	2	2	3	2,00	2	
	2014	44,44	0,69	42,0	1	3	3	2	2	2,25	2	
Stt	2015	48,89	0,71	19,8	3	3	3	2	3	3,00	3	
	2016	62,22	1,06	12,5	2	2	2	2	3	2,25	2	
	2017	75,56	0,76	8,7	2	2	3	2	3	2,50	2	
Shp	2016	44,44	0,94	108,8	2	3	2	2	2	2,00	2	
	2017	75,56	1,08	55,4	2	2	2	2	2	2,00	2	
	2014	55,56	0,86	25,4	2	2	3	1	3	2,50	3	
Tat-1	2015	88,89	1,17	53,6	2	2	1	1	2	1,75	2	
	2016	102,22	0,74	99,8	2	1	3	1	1	1,75	2	
	2017	40,00	1,12	46,1	2	3	2	1	2	2,25	2	
Tat-2	2014	61,11	0,84	45,5	2	2	3	1	2	2,25	2	
	2015	62,22	1,22	5,7	2	2	1	1	3	2,00	2	
	2016	48,89	0,84	8,3	2	3	3	1	3	2,75	3	
Vlg	2017	133,33	1,18	11,1	2	1	1	1	3	1,75	2	
	2015	48,89	0,97	28,25	1	3	2	2	3	2,25	2	
	2016	80,00	1,04	18,3	1	2	2	2	3	2,00	2	
ISP	–	–	–	2,2	–	–	–	–	–	–	–	

*Примечание.* *A* – антропогенное воздействие, баллы; *B* – морфологическая целостность, баллы (*D*); *C* – жизнеспособность, баллы (*IC*); *D* – индекс оценки площади, баллы; *E* – плотность, баллы; *BC* – интегрированный показатель природоохранной значимости. Условные обозначения ценопопуляций см. Рис. 1.



Согласно интегрированному показателю природоохранной значимости, ЦП *B. versicolor* Нижнего Поволжья находятся в состоянии, близком к угрожающему, и требуют принятия срочных мер по их сохранению. В этом отношении только две ЦП из Энгельсского района не вызывают опасений (Eng-2 и Eng-3) (см. рис. 1, таблицу).



**Рис. 3.** Зависимость линейных размеров цветка *B. versicolor* от жизннености ценопопуляций: а – длина отгиба цветка, б – длина ноготка цветка

По мнению Б. И. Кузнецова с соавторами (2011), лимитирующими факторами, влияющими на численность *B. versicolor*, являются пирогенные и пасквальные воздействия. Неконтролируемые поджигания степей ведут к резкому снижению численности вида. Начало выпаса скота совпадает с выходом коробочек с незрелыми семенами на дневную поверхность. Прямое уплотнение почвы не оказывает особого влияния на численности вида. В местообитаниях исследованных нами популяций в годы наблюдений не отмечено существенного влияния всех этих факторов, если не считать пирогенного воздействия на популяцию, находящуюся в Татищевском районе в окрестностях с. Курдюм в 2015 г. Однако степной пожар, произошедший осенью предыдущего года, сказался, скорее, положительно на морфологических параметрах вегетирующих в указанный год растений и не сказался на их численности.

На примере исследованных популяций *B. versicolor* в естественных местообитаниях Воронежской области показано, что значение коэффициента семенификации в них достаточно велико и свидетельствует о высокой семенной продуктивности (от 79 до 87%) (Кузнецов и др., 2011). По результатам проведенных исследований в Саратовской области выявлено, что доля выполненных семян составила 65 – 87% (Куликова и др., 2016 б), что указывает на более широкий диапазон показателя реальной семенной продуктивности и может свидетельствовать о том, что в Саратовской области вид воспроизводится семенным путём с несколько меньшей эффективностью, чем в Воронежской области.

Однако это компенсируется, вероятно, тем, что для семян *B. versicolor* характерен продолжительный период покоя перед прорастанием (до 41 – 51 дней), что

обеспечивает более длительное сохранение в банке семян и позволяет естественным популяциям поддерживать свою численность (Куликова и др., 2016 б, 2017 б). В естественных условиях семена способны прорасти только при низких температурах и растянутость периода прорастания является хорошим приспособлением к специфике климата с возвратом низких температур воздуха и осадков в виде снега в период активного цветения вида. Эта особенность в той или иной мере характерна и для других представителей порядка Liliáles (Скрипчинский, 1963; Kashin et al., 2017), но особенно ярко выражена у *B. versicolor* – одного из самых ранцветущих видов флоры Нижнего Поволжья.

Сохранению и поддержанию численности вида способствует и то, что клубнелуковица *B. versicolor* представляет собой изолированную почку, защищенную чешуями и снабженную запасом питательных веществ. Она способна переживать не только неблагоприятный период года, но и может сохранять жизнеспособность при неблагоприятных условиях в течение ряда лет (Мельник и др., 2007).

Основными лимитирующими численность вида в регионе факторами являются, вероятно, аридизация климата и прямое антропогенное воздействие, выражающееся в переводе целинных участков земель в пахотные земли. Явного негативного воздействия интенсивного выпаса, сбора на букеты нами в регионе не отмечено. В первую очередь это связано с тем, что оставшиеся местообитания вида расположены относительно далеко от населённых пунктов и в период массового цветения вида фактически недоступны для воздействия этих факторов из-за распутицы. От повреждающего действия выпаса на более поздних стадиях развития, связанных с плодоношением, растения вида «защищают» структурные особенности органов плодоношения, а именно низко располагающаяся к поверхности земли коробочка.

Подтверждением относительного слабого влияния интенсивного выпаса на численность популяций *B. versicolor* является то, что одна из самых многочисленных (плотность – 3690 растений на 100 м<sup>2</sup>) и обширных (площадь – около 25 га) популяций вида в Нижнем Поволжье, расположенная в непосредственной близости от пос. Лиманный Ровенского района, с ранней весны находится под интенсивной пастбищной нагрузкой (крупный рогатый скот, лошади).

## ВЫВОДЫ

*B. versicolor* в Нижнем Поволжье характеризуется низкой экологической пластичностью. Несмотря на приуроченность вида к различным по составу и структуре степным фитоценозам, морфология особей довольно консервативна, что объясняется однородностью условий произрастания вида на исследованной части ареала в период активной вегетации и цветения.

Для *B. versicolor* в Нижнем Поволжье характерно слабое проявление стрессовой компоненты в стратегии жизни и низкий индекс размерной пластичности. Вид является пациентом. В условиях стресса на морфологическом уровне растения реагируют миниатюризацией признаков генеративной сферы, т.е. перераспределением усилий от развития генеративной сферы на поддержание вегетативной сферы.

Экотопическая и фитоценотическая пациентность *B. versicolor* проявляется в способности длительное время удерживать занятую территорию и в уходе от конкуренции через выбор местообитаний.

Согласно интегрированному показателю природоохранной значимости, большинство популяций *B. versicolor* Нижнего Поволжья находятся в состоянии, близком к угрожающему, и требуют принятия срочных мер по их сохранению.

Основными лимитирующими численность вида в регионе факторами являются, вероятно, аридизация климата и прямое антропогенное воздействие, выражающееся в переводе целинных участков земель в пахотные земли. Явного негативного воздействия на состояние популяций *B. versicolor* интенсивного выпаса, сбора на букеты нами в регионе не отмечено. В первую очередь это связано с тем, что оставшиеся местообитания вида относительно далеко расположены от населённых пунктов и в период массового цветения вида фактически недоступны для воздействия этих факторов из-за распутицы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агафонов В. А., Кузнецов Б. И., Негрбов В. В. К характеристике растительного покрова степных местообитаний брандушки разноцветной (*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) в Воронежской области // Поволж. экол. журн. 2009. № 3. С. 258 – 262.

Артюшенко З. Т. Амариллисовые (Amaryllidaceae Jaume St. – Hialaire) СССР. Морфология, систематика и использование. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1970. 180 с.

Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.

Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Методы популяционной биологии // Материалы докладов VII Всероссийского популяционного семинара / Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113 – 120.

Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Некоторые направления и итоги исследований редких видов флоры Республики Башкортостан // Вестн. Удмуртского ун-та. 2009. Вып. 1. С. 59 – 72.

Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Журнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Вест. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. 2005. Вып. 1 (9). С. 85 – 98.

Ишмуратова М. М., Набиуллин М. И., Суюндуков И. В., Ишибирдин А. Р. Орхидеи Башкирского заповедника и сопредельных территорий. Уфа : Гилем, 2010. 176 с.

Кашин А. С., Крицкая Т. А., Петрова Н. А., Шилова И. В. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений : учеб.-метод. пособ. для магистров биологического факультета. Саратов, 2015. 127 с. URL: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/1376.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1376.pdf) (дата обращения: 17.10.2017).

Кашин А. С., Крицкая Т. А., Петрова Н. А., Шилова И. В. Тюльпан Геснера в Саратовской области и на прилегающей территории: распространение, разнообразие, состояние популяций. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2016. 100 с.

Кузнецов Б. И., Моисеева Е. В., Глазнева О. С. Семенная продуктивность ранневесенних степных эфемероидов на примере *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. и *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) в природных условиях и в культуре // Вестн. Воронежского гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2011. № 2. С. 104 – 106.

Куликова Л. В., Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Характеристика жизненного состояния брандушки разноцветной в Нижнем Поволжье // Особо охраняемые природные территории : прошлое, настоящее, будущее : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Саратов ; Хвалынский : Амирит, 2016 а. С. 65 – 69.

Куликова Л. В., Петрова Н. А., Шилова И. В., Серова Л. А., Кашин А. С. Семенное возобновление в некоторых популяциях брандушки разноцветной в Саратовской области // Бюл. бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2016 б. Т. 14, вып. 1. С. 33 – 42.

Куликова Л. В., Кашин А. С., Петрова Н. А. Биологическое разнообразие растительных сообществ с участием *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Науч. тр. Национального парка «Хвалынский». Саратов ; Хвалынский: Амирит, 2017 а. Вып. 9. С. 13 – 17.

Куликова Л. В., Шилова И. В., Серова Л. А., Кашин А. С. Особенности прорастания семян Брандушки разноцветной (*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) в лабораторных условиях // Бюл. бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2017 б. Т. 15, вып. 2. С. 53 – 57. DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-2-53-57

Мельник В. И., Гриценко В. В., Шевченко Д. Ю., Диденко С. Я. *Bulbocodium versicolor* (Melantiaceae) – редкий вид флоры Восточной Европы (географическое распространение, условия местообитаний и структура популяций). Киев : Фитосоцицентр, 2007. 44 с.

Петрова Н. А., Шилова И. В., Кашин А. С., Березуцкий М. А., Серова Л. А., Решетникова Т. Б. О распространении брандушки разноцветной в Саратовской области // Бюл. бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2015. Вып. 13. С. 25 – 31.

Правила сбора редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений (для ботанических садов) / Комиссия по охране растений Совета ботанических садов СССР // Бюл. Гл. бот. сада АН СССР. 1981. Вып. 119. С. 94 – 96.

Сагалаев В. А., Шанцер И. А. Сем. 36. Colchicaceae DC. – Безвременниковые // Флора Нижнего Поволжья. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2006. Т. 1. С. 331 – 333.

Скрипчинский В. В. Прорастание семян некоторых дикорастущих декоративных растений в естественных условиях // Бюл. Гл. бот. сада АН СССР, 1963. Вып. 50. 78 с.

Стратегия сохранения редких видов России : Проект. М. : НИА, 2000. 56 с.

Худякова Л. П. Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Саратов. Торгово-промышленной палаты, 2006. С. 77 – 78.

Цвелев Н. Н. Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Красная книга Российской Федерации: растения и грибы. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. С. 339 – 340.

Шелегеда В., Шелегеда Е. Экспедиция «Первоцветы Запорожья» : Атлас – справочник для экологических некоммерческих организаций. Запорожье, 2001. 92 с.

Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Features environmental strategy *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) // Biology Bulletin. 2017. Vol. 44, № 10. С. 1237 – 1245. DOI: 10.1134/S1062359017100053

Oganezova G. H. On the treatment of merendera and *Bulbocodium* (Colchicaceae) as separate genera // Flora Mediterranea. 2014. Vol. 24. P. 79 – 92.

**SOME ECOLOGICAL PECULIARITIES  
OF *BULBOCODIUM VERSICOLOR* (KER-GAWL.) SPRENG.  
(COLCHICACEAE, MAGNOLIOPHYTA) IN THE LOWER VOLGA REGION**

**Liudmila V. Kulikova, Alexandr S. Kashin, Nadezhda A. Petrova, and Irina V. Shilova**

*Botanical Garden of Saratov State University  
Navashina Str., Saratov 410010, Russia  
E-mail: kashinas2@yandex.ru*

Received 24 November 2017, accepted 29 January 2018

Kulikova L. V., Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Some Ecological Peculiarities of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (Colchicaceae, Magnoliophyta) in the Lower Volga Region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2018, no. 2, pp. 207–221 (in Russian). DOI: 10.18500/1684-7318-2018-2-207-221

The paper presents the results of our four-year observation of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng populations in the Saratov and Volgograd regions. A low ecological plasticity of the species was established. Although the species grows in steppe phytocenoses that vary in composition and structure, the specimens' morphology was rather conservative, which can be explained by the homogeneity of the species' vegetation conditions over the territory under study during active vegetation and flowering. It is shown that in the Lower Volga region, *B. versicolor* is characterized by the reduced stress component of its life strategy and a low index of size plasticity. The species uses a 'patient' strategy. Morphologically, plants respond to stress by a diminishment of the reproductive organs and the reproductive-to-vegetative transition. The ecotopic and phytocenotic tolerance of *B. versicolor* manifests itself in the species' capacity to retain the occupied territory for a long time and to avoid competition via habitat selection. According to the conservation priority index, the majority of *B. versicolor* populations in the Lower Volga region are at high risk of becoming endangered and their preservation requires immediate action. The decline in the species' size in the region is most likely induced by the climate aridization and direct human impact, specifically the transformation of wild lands to croplands. There is no decisive proof that overgrazing and gathering for bouquets have had any significant negative impact on the species. It may be attributed to the secluded location of the remaining species' habitats that makes the species practically inaccessible in the period of massive flowering.

*Key words:* *Bulbocodium versicolor*, cenopopulations, vitality, ecological-cenotical strategy.

DOI: 10.18500/1684-7318-2018-2-207-221

#### REFERENCES

- Agafonov V. A., Kuznetsov B. I., Negrobov V. V. Steppe vegetation characteristics of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. inhabitation in the Voronezh region. *Povolzhskiy J. of Ecology*, 2009, no. 3, pp. 258–262 (in Russian).
- Artyushenko Z. T. *Amaryllidaceae (Amaryllidaceae) Jaume St. – Hialaire) of the USSR. Morphology, systematization and use.* Leningrad, Nauka Publ., 1970. 180 p. (in Russian).

Zlobin Yu. A. *Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy rasteniy* [Principles and methods of studying coenotic plant populations]. Kazan', Izdatel'stvo Kazanskogo Universiteta, 1989. 146 p. (in Russian).

Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M. Methods of population biology. In: *Materials of reports of the VII All-Russian Population Seminar*. Syktyvkar, 2004, part 2, pp. 113–120 (in Russian).

Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M. Some directions and results of research of rare species of flora of the Republic of Bashkortostan. *Bulletin of the Udmurt University*, 2009, vol. 1, pp. 59–72 (in Russian).

Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. Strategy of Life of a Tsenopopulation of *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. in the Territory of Bashkir National Park. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Biology*, 2005, iss. 1 (9), pp. 85–98 (in Russian).

Ishmuratova M. M., Nabiullin. M. I., Sujundukov I. V., Ishbirdin A. R. *Orchids the Bashkir Reserve and Adjacent to the Territory*. Ufa, Gilem Publ., 2010. 176 p. (in Russian).

Kashin A. S., Kritskaya T. A., Petrova N. A., Shilova I. V. *Methods of studying cenopopulations of flowering plants: educational-methodical manual for masters of the biological faculty*. Saratov, 2015. 127 p. Available at: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/1376.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1376.pdf) (accessed 17 October 2017) (in Russian).

Kashin A. S., Kritskaya T. A., Petrova N. A., Shilova I. V. *Gesner Tulip in the Saratov Region and in the Surrounding Area: Distribution, Diversity, Condition of Populations*. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo Universiteta, 2016. 100 p. (in Russian).

Kuznetsov B. I., Moiseyeva E. V., Glazneva O. C. Seed Efficiency of Early-Spring Steppe Efemeroid on the Example of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. and *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) in Nature and in Culture. *Proceedings of Voronezh State University. Ser. Geography. Geoecology*, 2011, no. 2, pp. 104–106 (in Russian).

Kulikova L. V., Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Characteristics of the life condition of the *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. in the Lower Volga Region. *Specially Protected Natural Territories: Past, Present, Future: Materials of the III All-Russian Scientific and Practical. Conf.* Saratov, Khvalynsk, Amirit Publ., 2016 a, pp. 65–69 (in Russian).

Kulikova L. V., Petrova N. A., Shilova I. V., Serova L. A., Kashin A. S. Seed renewal in some populations of a brandushka multi-colored in the Saratov region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2016 b, vol. 14, iss. 1, pp. 33–42 (in Russian).

Kulikova L. V., Kashin A. S., Petrova N. A. Biological diversity of plant communities with the participation of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. *Scientific Works of the Khvalynsky National Park*, 2017 a, vol. 9, pp. 13–17 (in Russian).

Kulikova L. V., Shilova I. V., Serova L. A., Kashin A. S. Features of germination of seeds by *Bulbocodium versicolor* in vitro. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2017 b, vol. 15, iss. 2, pp. 53–57 (in Russian). DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-2-53-57

Melnik V. I., Gritsenko V. V., Shevchenko D. Yu., Didenko S. Ya. *Bulbocodium versicolor* (Melantiaceae) – a rare species of the flora of Eastern Europe (geographical distribution, habitat conditions and population structure). Kiev, Phytosociocentre Publ., 2007. 44 p. (in Russian).

Petrova N. A., Shilova I. V., Kashin A. S., Berezutski M. A., Serova L. A., Reshetnikova T. B. The location of *Bulbocodium versicolor* in Saratov region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2015, vol. 13, pp. 25–31 (in Russian).

Rules for the Collection of Rare and Endangered Plant Species (for Botanical Gardens). Commission for Plant Protection of the Council of Botanical Gardens of the USSR. *Bulletin of the Main Botanical Garden of the Academy of Sciences of the USSR*, 1981, vol. 119, pp. 94–96 (in Russian).

Sagalayev V. A., Shantser I. A. *Family 36. Colchicaceae DC. Flora of the Lower Volga Region*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2006, vol. 1, pp. 331–333 (in Russian).

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ *BULBOCODIUM VERSICOLOR*

Skripchinsky V. V. Germination of Seeds of Some Wild-Growing Ornamental Plants Under Natural Conditions. *Bulletin of the Main Botanical Garden of the Academy of Sciences of the USSR*, 1963, vol. 50, pp. 78 (in Russian).

*Strategy of preservation of rare species of Russia: Project*. Moscow, NIA Publ., 2000. 56 p. (in Russian).

Khudyakova L. P. Brandushka raznocvetnaya – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. [*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.]. *Krasnaya kniga Saratovskoj oblasti. Griby. Lishajniki. Rasteniya. Zhivotnye* [*The Red Book of the Saratov Region. Mushrooms. Lichens. Plants. Animals*]. Saratov, Izdatelstvo Saratovskoj Torgovo-promyshlennoj palaty, 2006, pp. 77–78 (in Russian).

Tsvelev N.N. Brandushka raznocvetnaya – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. [*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.]. *Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii: rasteniya i griby* [*The Red Book of the Russian Federation: Plants and Mushrooms*]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2008, pp. 339–340 (in Russian).

Shelegeda V., Shelegeda E. *Expedition “Primroses of Zaporozhye”*: Atlas – a reference book for environmental non-profit organizations. Zaporozhye, 2001. 92 p. (in Russian).

Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Features environmental strategy *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida). *Biology Bulletin*, 2017, vol. 44, no. 10, pp. 1237–1245. DOI: 10.1134/S1062359017100053

Oganezova G. H. On the treatment of merendera and *Bulbocodium* (Colchicaceae) as separate genera. *Flora Mediterranea*, 2014, vol. 24, pp. 79–92.