

## ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕОБОТАНИКА

УДК 518.95

### СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ В НЕКОТОРЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ БРАНДУШКИ РАЗНОЦВЕТНОЙ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410010, Саратов, ул. Академика Навашина, 1  
E-mail: nasch-1@yandex.ru*

Поступила в редакцию: 15.12.15 г.

**Семенное возобновление в некоторых популяциях брандушки разноцветной в Саратовской области.** – Куликова Л. В., Петрова Н. А., Шилова И. В., Серова Л. А., Кашин А. С. – Приведены результаты изучения возрастной структуры и плотности естественных популяций *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. в Саратовской области. В популяциях *B. versicolor* имеются внутренние колебания плотности, причём различия плотности в разные годы могут быть 2–5-кратными. Выявлено, что большинство изученных популяций *B. versicolor* являются молодыми либо меняющими своё состояние в разные годы с молодых на зрелые и в обратном порядке. Лишь одна популяция – зрелая. Показано, что базовый спектр ценопопуляций левосторонний с максимумом на генеративных особях. Реальная семенная продуктивность достигает 25–44 шт. (65–87%) на один плод. Масса 1000 шт. семян колеблется в пределах 6,40–7,36 г.

**Ключевые слова:** *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng., возрастная структура популяций, семенная продуктивность, масса 1000 семян.

**Seed regeneration in some populations of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. in Saratov region.** – Kulikova L. V., Petrova N. A., Shilova I. V., Serova L. A., Kashin A. S. – The article presents the results of the study of age structure and density of natural populations of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. in the Saratov region. The populations of *B. versicolor* show internal density fluctuations, and differences in density may be 2–5-fold in some years. It was found that the majority of the studied populations of *B. versicolor* are

Л. В. Куликова, Н. А. Петрова, И. В. Шилова и др.

either juvenile or in the transition from the juvenile stage to maturity and vice versa. Only one population is mature. It is shown that the basic spectrum of cenopopulations is left-hand with maximum generative individuals. Real seed productivity reaches 25–44 seeds (65–87%) per fruit. The weight of 1000 seeds ranges from 6,40–7,36 g.

**Key words:** *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng., age structure, seed productivity, weight of 1000 seeds.

Брандушка разноцветная (*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) – травянистый клубнелуковичный эфемероид семейства Мелантиевые (Melanthiaceae). Включена в Красную книгу Российской Федерации как вид, сокращающийся в численности в результате нарушения местообитаний (Цвелев, 2008) и в Красную книгу Саратовской области как уязвимый вид (Худякова, 2006). Размножается преимущественно семенами. В первые годы жизни растение развивается медленно, зацветает на 6–7-й год жизни. Изучение процессов семенного размножения у таких видов является ключевой проблемой при оценке их потенциала самовоспроизводства. Семенное размножение обеспечивает сменяемость поколений, которая необходима для устойчивого существования популяций (Кашин, Демочко, 2003; Злобин и др., 2013).

### Материал и методы

Для оценки семенного возобновления на территории Саратовской и Волгоградской областей в 2014 г. было обследовано 7, в 2015 г. – 11 ценопопуляций (ЦП) (табл. 1). В каждой ЦП закладывали десять пробных площадок размером  $1 \text{ м}^2$ , в пределах которых проводили подсчет всех особей с учетом возрастного состояния по общепринятой методике (Смирнова и др., 1976; Кашин и др., 2007). Онтогенетическую структуру популяций изучали, основываясь на периодизации онтогенеза, приведенной в работе Г. Ю. Клинковой с соавт. (2006).

Для характеристики возрастной структуры ЦП рассчитывали индекс восстановления ( $I$ ), коэффициент возрастности ( $\Delta$ ) и среднюю энергетическую эффективность популяции ( $\omega$ ) (Заугольнова и др., 1988; Уранов, 1975; Животовский, 2001). Тип ЦП определяли по классификации «дельта-омега» (Животовский, 2001).

Для ряда ЦП определяли семенную продуктивность. Плоды в популяции собирались с 30 растений. Определялись потенциальная семенная продуктивность (общее количество неразвившихся семязачат-

## СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БРАНДУШКИ РАЗНОЦВЕТНОЙ

ков и семян в плоде) и реальная семенная продуктивность (количество выполненных семян в плоде) (Вайнагий, 1974). Массу 1000 шт. семян определяли согласно общепринятой методике (Шилова и др., 2007).

### Результаты и их обсуждение

Как следует из табл. 1, плотность растений *B. versicolor* на 1 м<sup>2</sup> в течение двух лет наблюдений сильно варьировала как между различными ЦП, так и на одной площадке (Табл. 1). В большинстве ЦП в 2015 г. по сравнению с 2014 г. общая плотность растений, в том числе генеративных, снизилась в 2–5 раз. Это может означать выпад молодых растений при неблагоприятных условиях или уход в покой большего или меньшего числа луковиц. Возможно, уменьшение численности в ценопопуляциях было связано с резким изменением гидрологического режима, связанного с обильным снегопадом, имевшим место в последних числах марта, и последующим обильным таянием снега. Так, в Ровенском р-не дно лимана, где произрастает ЦП 11, в 2014 г. во время цветения *B. versicolor* было залито тальми водами, как следствие обильного снегопада. При этом растения находились либо под водой, либо в переувлажнённой почве. В 2015 г. дно того же лимана тальми водами не заливалось, что и могло повлечь за собой снижение численности особей. Аналогичная картина наблюдалась в ЦП 8 из Энгельского р-на.

Несколько по-иному обстояло дело в двух правобережных ЦП (1, 6) При этом в ЦП 1, произрастающей в Татищевском р-не, в 2015 г., по сравнению с 2014 г., плотность генеративных растений была ниже, а общая плотность растений при этом осталась без изменений (табл. 1; рис. 1), то есть часть генеративных растений в 2015 г. по каким-то причинам не приступила к цветению. В ЦП 6 из Красноармейского р-на в 2015 г. общая плотность растений была также несколько выше, чем в 2014 г. Однако в данной ЦП в этот год несколько выше, по сравнению с предыдущим, была и плотность генеративных особей. Но в той и другой ЦП эти различия были несущественными (на пределе достоверности).

Следует добавить, что в ряде местообитаний изучаемых ЦП (в Саратовском, Татищевском, Энгельском р-нах), произрастающих не на периодически затопляемых, а на более возвышенных местах, в 2014 г.

Местоположения и характеристика популяций *Vibrosidum veriscolor*

Таблица 1

Условное обозначение популяции	Местоположение популяции	Год исследования	Среднее количество		Индекс восстановления популяции	Коэффициент возрастной (Δ)	Индекс эффективности (φ)	Тип популяции по критерию «стабильности-омета»
			генеративных особей на м <sup>2</sup>	особей на м <sup>2</sup>				
1	Татишевский р-н, окр. с. Широко	2014	15,00±4,98	45,50±7,50	2	0,13	0,40	Молодая
2	Татишевский р-н, окр. ст. Курдом	2014	8,40±1,23	51,80±6,57	5,1	0,12	0,31	Молодая
3	Саратовский р-н, окр. пос. Краеный Тек-стильщик	2015	10,4±3,85	25,4±9,24	1,4	0,15	0,48	Молодая
3	Саратовский р-н, окр. пос. Краеный Тек-стильщик	2014	3,80±0,32	5,70±1,72	0,5	0,20	0,60	Зрелая
3	Саратовский р-н, окр. пос. Краеный Тек-стильщик	2015	27,30±3,61	42,00±6,97	0,5	0,20	0,60	Зрелая
4	Балашовский р-н, окр. с. Троевники	2015	6,90±1,31	19,80±3,06	1,9	0,16	0,44	Молодая
4	Балашовский р-н, окр. с. Троевники	2015	8,30±2,39	20,60±8,65	1,2	0,16	0,49	Молодая
5	Красноармейский р-н, окр. ст. Панишка	2014	21,60±9,04	33,80±8,54	0,6	0,35	0,74	Зрелая
5	Красноармейский р-н, окр. ст. Панишка	2015	14,25±3,96	17,00±4,89	0,2	0,43	0,88	Зрелая
6	Красноармейский р-н, окр. ст. Панишка	2014	10,00±3,45	15,00±6,13	0,5	0,21	0,63	Зрелая
6	Красноармейский р-н, окр. ст. Панишка	2015	17,00±3,29	27,25±4,77	0,6	0,20	0,60	Молодая
7	Волгоградская обл., Жирновский р-н, окр. с. Бордовичи	2015	18,25±6,54	28,25±10,88	0,5	0,20	0,60	Молодая
8	Энгельсский р-н, окр. пос. Прилужный	2014	7,17±1,61	16,83±5,16	1,2	0,18	0,55	Молодая
8	Энгельсский р-н, окр. пос. Прилужный	2015	4,10±0,97	6,30±1,52	0,5	0,20	0,61	Зрелая
9	Энгельсский р-н, окр. пос. Новочарлык	2015	22,20±4,36	67,00±13,54	2,2	0,13	0,42	Молодая
10	Энгельсский р-н, окр. с. Красноармейское	2015	26,60±1,62	72,20±5,20	1,7	0,17	0,44	Молодая
11	Ровенский р-н, окр. пос. Лиманский	2014	39,20±7,38	66,20±13,13	0,7	0,19	0,56	Молодая
11	Ровенский р-н, окр. пос. Лиманский	2015	19,50±1,65	38,20±4,62	1,0	0,17	0,53	Молодая

СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БРАНДУШКИ РАЗНОЦВЕТНОЙ

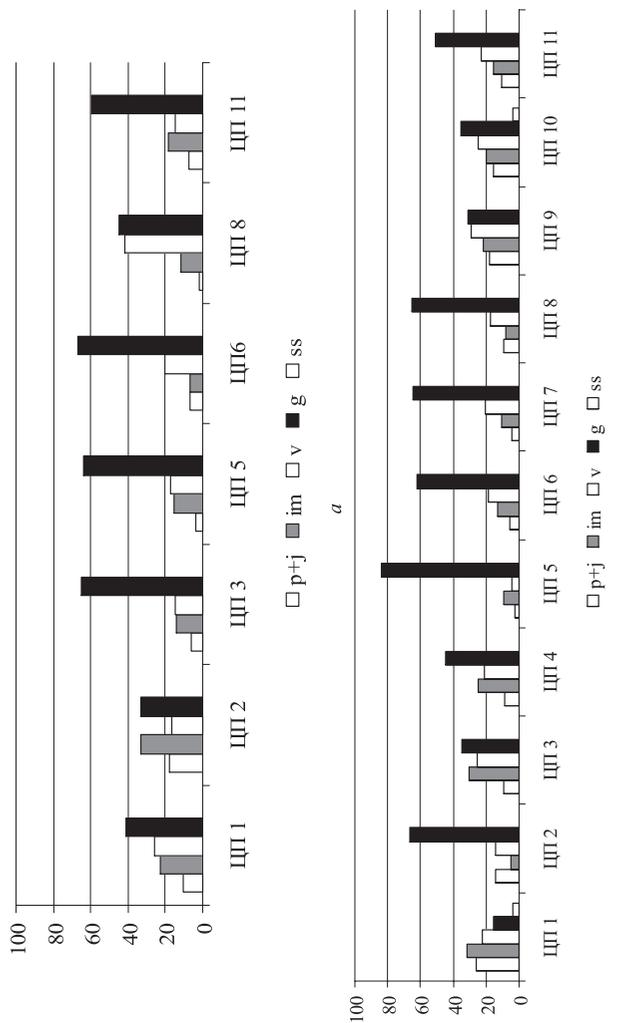


Рис. 1. Онтогенетические спектры панопопуляций *Vibosodium versicolor*: а – в 2014 г., б – в 2015 г. По оси абсцисс – онтогенетические состояния, по оси ординат – доля особей

рядом с пробными площадями не было обнаружено пятен с *B. versicolor* или имелись её единичные растения. В то же время в 2015 г. вокруг пробных площадей появились обширные участки с высокой численностью особей вида. Цветущие растения в массе наблюдались даже на пролегающих через популяции грунтовых дорогах. Можно предположить, что вегетационный сезон 2014 г., отличавшийся большим запасом влаги в почве, обеспечил развитие луковиц *B. versicolor*, которые вышли затем из состояния покоя весной 2015 г.

Таким образом, в популяциях исследуемого вида имеются внутренние колебания плотности, косвенно отражающие эффективность семенного размножения.

В 2015 г. индекс восстановления больше единицы имели следующие популяции: ЦП 1, ЦП 3, ЦП 4, ЦП 9, ЦП 10, ЦП 11. При этом в ряде ЦП наблюдалось возрастание значений индекса восстановления, по сравнению с предыдущим годом. Так, в ЦП 1 и ЦП 3 этот параметр увеличился в 2015 г. в три раза. Уменьшение значений индекса восстановления в 2015 г. наблюдалось в ЦП 5, ЦП 2 и ЦП 8.

Онтогенетические спектры большинства популяций одновершинные левосторонние с пиком на генеративных особях (Рис. 1).

Исключение составила ЦП 1, где в 2015 г. преобладали иматурные растения. В ЦП 2, напротив, произошло изменение спектра от преобладания иматурных и генеративных растений в 2014 г. к увеличению в два раза доли генеративных особей в 2015 г. Характер спектра значительно изменился и в ЦП 3, где в 2015 г. появилось много ювенильных, иматурных и виргинильных особей. В 2015 г. в ЦП 4, ЦП 9, ЦП 10 и ЦП 11 на особи прегенеративных онтогенетических групп приходилось от 50 до 70%.

Это свидетельствует о благоприятных условиях для семенного размножения в этих популяциях, сложившихся в 2014–2015 гг.

В разные годы наблюдаются всплески численности растений прегенеративного периода, связанные с благоприятными условиями для прорастания семян. Но не все из проростков, вероятно, достигают цветения. Наибольший отпад особей на молодых стадиях развития (проростки – виргинильные растения) отмечен и для других видов (Галикеева, Маслова, 2012).

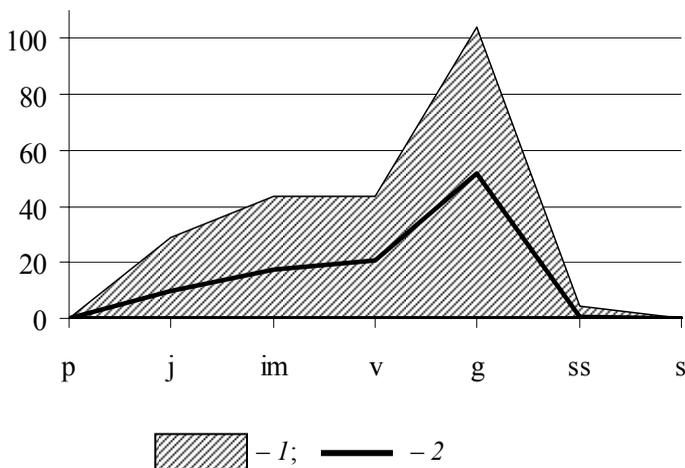
В популяциях *B. versicolor* чаще всего преобладают генеративные растения. Это, по-видимому, связано с наибольшей продолжительностью

## СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БРАНДУШКИ РАЗНОЦВЕТНОЙ

стью этого онтогенетического состояния и с высокой жизненностью в этой группе.

По критерию «дельта-омега» большинство изученных популяций *B. versicolor* являются молодыми либо меняющими своё состояние в разные годы с молодых на зреющие и в обратном порядке. Лишь одна популяция (ЦП 5 из Красноармейского р-на) в оба года наблюдений показала себя как зрелая.

Характер базового спектра, как известно, определяется биологическими свойствами вида, а вариации в пределах зоны спектра – пластичностью реакции вида при воздействии различной экологической и ценотической обстановки (Заугольнова и др., 1988). Базовый спектр рассмотренных ценопопуляций левосторонний с максимумом на генеративных особях (Рис. 2). Это, вероятно, связано с наибольшей продолжительностью этого онтогенетического состояния и с наименьшей элиминацией в данной группе.



**Рис. 2.** Базовый онтогенетический спектр *Bulbocodium versicolor*: 1 – зона базового спектра, 2 – базовый спектр. По оси абсцисс – онтогенетические состояния особей, по оси ординат – доля особей отдельных онтогенетических состояний, %

Плод *B. versicolor* – продолговатая трехстворчатая септицидная коробочка. Семена шаровидные с обильным эндоспермом (Николаева и др., 1985). У большинства особей исследованных популяций развивался один плод, у некоторых – два, а у единичных – три. Размеры плодов в исследованных ценопопуляциях варьировали от 1,53 до 1,90 мм в длину и от 0,48 до 0,72 мм в диаметре (табл. 2). Наиболее крупные плоды были отмечены в ЦП 2 и ЦП 10.

**Таблица 2**

Семенная продуктивность в изученных популяциях *Bulbocodium versicolor*

ЦП	Размеры плода, мм		Общее кол-во семязачатков, шт.	Кол-во выполненных семян		Масса 1000 семян, г
	Длина	Диаметр		шт.	%	
2	1,90+0,06	0,72+0,02	39,29+3,31	36,12+3,00	72,33+4,33	6,40+0,37
3	1,60+0,07	0,68+0,02	-	-	-	-
4	1,77+0,11	0,48+0,03	-	-	-	-
5	1,51+0,05	0,64+0,02	43,19+5,06	38,48+4,37	86,93+3,00	-
7	1,53+0,08	0,64+0,03	30,69+4,41	24,77+3,89	73,08+4,42	6,89+0,41
10	1,83+0,08	0,71+0,03	49,78+4,45	43,69+4,37	81,47+3,74	7,36+0,12
11	1,61+0,07	0,61+0,02	32,75+4,79	30,72+4,93	65,13+5,45	7,05+0,09

В плодах закладывалось в среднем от 31 до 50 семязачатков. Доля выполненных семян составила 65–87%. Самая высокая потенциальная и реальная семенная продуктивность выявлена у растений из ЦП 5 (зрелая популяция из Красноармейского р-на) и ЦП 10 (молодая популяция из Энгельесского р-на).

Масса 1000 шт. семян варьировала в пределах 6,40–7,36 г, при этом наиболее тяжелые семена вызрели в ЦП 10.

Из вышеизложенного следует, что способность к самовозобновлению в ряде районов обеспечивается высоким уровнем реальной семенной продуктивности. Однако, даже несмотря на это, экстремальные климатические условия сказываются на молодых растениях, провоцируя их выпад.

### Выводы

В популяциях *B. versicolor* имеются внутренние колебания плотности, причём различия плотности в разные годы могут быть 2–5-кратными.

## СЕМЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БРАНДУШКИ РАЗНОЦВЕТНОЙ

По критерию «дельта-омега» большинство изученных популяций *V. versicolor* являются молодыми либо меняющими своё состояние в разные годы с молодых на зреющие и в обратном порядке. Лишь одна популяция – зрелая.

Базовый спектр рассмотренных ценопопуляций левосторонний с максимумом на генеративных особях.

Реальная семенная продуктивность достигает 25–44 шт. (65–87%) на один плод. Масса 1000 шт. семян колеблется в пределах 6,40–7,36 г.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Вайнагий И. В.* О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.

*Галикеева Г. М., Маслова Н. В.* Семенное размножение редкого уральского вида *Oxytropis kungurensis* Knjasev (Fabaceae) // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию кафедры ботаники Тверского гос. ун-та. Тверь, 2012. С. 245–249.

*Животовский Л. А.* Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

*Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В.* Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 184 с.

*Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А.* Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Универ. кн., 2013. 439 с.

*Кашин А. С., Демочко Ю. А.* Семенная продуктивность в апомиктичных и половых популяциях некоторых видов *Asteraceae* // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 8. С. 42–56.

*Кашин А. С., Березуцкий М. А., Шилова И. В., Панин А. В., Машурчак Н. В., Бердников А. В.* Методы полевого изучения лекарственных растений: учеб.-метод. пособие для студ. биол. фак. Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 24 с.

*Клишкова Г. Ю., Луконина А. В., Супрун Н. А.* Научно-методическое обеспечение мониторинга популяций растений, занесенных в красную книгу Волгоградской области // Мониторинг редких видов – важнейший элемент государственной системы экологического мониторинга: материалы межрегион. науч.-практ. конф. Волгоград, 6–7 декабря 2006 г. Волгоград: Перемена, 2006. С. 65–68.

*Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н.* Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. 348 с.

*Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Ермакова И. М.* и др. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с.

Л. В. Куликова, Н. А. Петрова, И. В. Шилова и др.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. наука. 1975. № 2. С. 7–33.

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

Цвелев Н. Н. Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. ред.: Ю.П. Трутнев и др.; сост. Р.В. Камелин и др. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. С. 339–340.

Шилова И. В., Панин А. В., Кашин А. С., Машиурчак Н. В., Бердников А. В., Соловьева М. В. Методы интродукционного изучения лекарственных растений: учеб.-метод. пособие для студ. биол. фак. Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 45 с.