

ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *CRASSULACEAE* DC. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Представлены исследования виталитетной структуры ценопопуляций (ЦП) четырех видов семейства *Crassulaceae* DC. на Южном Урале. По результатам оценки индекса качества как процветающие определены 3 ЦП *Hylotelephium triphyllum* (L.) Н. Ohba, 1 ЦП *Hylotelephium stepposum* (Boriss.) Tzvel., 2 ЦП *Aizopsis hybrida* (L.) Grulich, 1 ЦП *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Меу. К равновесным отнесены 2 ЦП *Hylotelephium stepposum*, 1 ЦП *Orostachys spinosa*. Более половины исследованных ЦП попали в разряд депрессивных. Среди экологических факторов, определяющих виталитетную структуру, отмечены уровень увлажнения, межвидовая конкуренция в фитоценозе, наличие антропогенных нарушений.

Ключевые слова: ценопопуляции растений; виталитетная структура популяций; морфометрические параметры; *Crassulaceae*.

Введение

Оценка современного состояния популяций на основе популяционно-онтогенетического подхода имеет важное значение при решении задач рационального использования, сохранения, восстановления и поддержания популяций [1]. Изучение структуры популяций растений дает обширный материал, позволяющий исследовать адаптивные свойства видов, получить наиболее полное представление о механизмах реализации жизненных стратегий растений различных эколого-ценотических групп. В широком спектре методов популяционных исследований значительную роль играет изучение виталитетной структуры ценопопуляций растений. Концепция виталитета, разработанная Ю.А. Злобиным [2], получившая развитие в работах Г.Г. Жилиева [3], основана на том, что в связи с пространственной неоднородностью популяционных полей, под влиянием стрессовых факторов и в силу других причин особи имеют разные темпы роста и развития, а следовательно, и разную жизнеспособность. Это дает возможность по соотношению в популяции доли растений разного виталитета оценить общий виталитетный статус популяции и, соответственно, дать оценку ее устойчивости и прогноз динамики развития [4]. Высокая информативность анализа виталитетного состава популяции обусловлена тем, что он опирается на морфометрические параметры, непосредственно отражающие рост и продукцию растений [5].

В комплексных исследованиях видов семейства *Crassulaceae* DC. широко освещаются вопросы систематики, эволюции, онтогенеза [6–8], тогда как изучение популяционных характеристик ограничивается небольшим перечнем региональных работ [9–12], описание же виталитетной структуры популяций проводилось только для некоторых видов [13, 14]. Вместе с тем рассмотрение механизмов устойчивости видов семейства, относящихся к группе листовых суккулентов и произрастающих в различных, зачастую экстремальных экологических условиях, представляется нам перспективной задачей [15, 16].

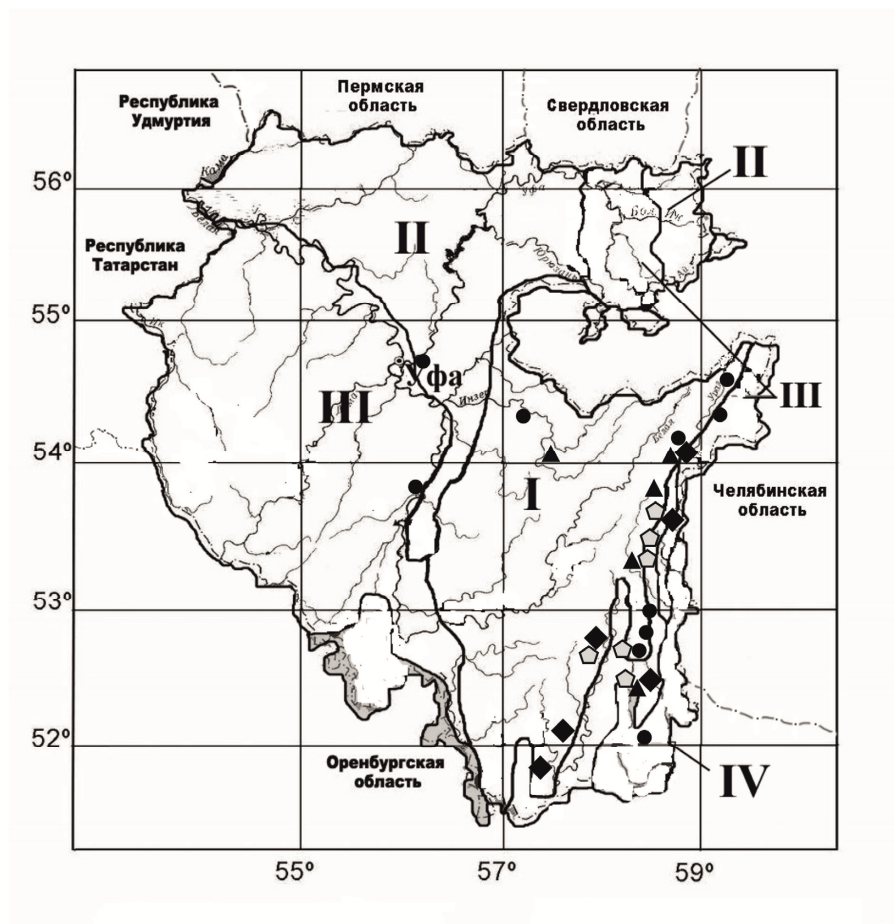
Целью данной работы была оценка виталитетной структуры ЦП 4 видов семейства *Crassulaceae* на Южном Урале, в пределах Республики Башкортостан.

Материалы и методика исследований

Анализ виталитетной структуры основан на материалах полевых исследований 27 ЦП 4 видов толстянковых: *Hylotelephium triphyllum* (L.) Н. Ohba, *H. stepposum* (Boriss.) Tzvel., *Aizopsis hybrida* (L.) Grulich и *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Меу на Южном Урале в пределах Республики Башкортостан. На рис. 1 представлены локализация исследованных ЦП и распределение их в пределах природных зон; некоторые общие характеристики местообитаний приведены в табл. 1. Названия ЦП соответствуют названию близлежащего населенного пункта или географического объекта.

Исследование виталитетной структуры ЦП проводилось по методике Ю.А. Злобина [5]. На первом этапе в каждой ЦП проводилась оценка морфометрических параметров 25 особей среднегенеративного онтогенетического состояния. Для характеристики виталитета по каждому виду из ряда параметров с применением корреляционного и факторного анализа был выделен детерминирующий комплекс признаков, отражающий ключевые параметры вегетативной и генеративной сферы. В дальнейшем проводилась оценка виталитетного статуса особей *Hylotelephium triphyllum*, *H. stepposum*, *Aizopsis hybrida* по следующим признакам: высота растения (генеративного побега), длина листа, ширина соцветия. В ЦП *Orostachys spinosa* оценка проводилась по диаметру вегетативных розеток, длине соцветия.

Особи выборки были разделены по трем классам виталитета следующим образом: для выборки значений детерминирующих признаков был определен доверительный интервал $X \pm tSx$, где X – средняя арифметическая, Sx – стандартное отклонение, t – значение критерия Стьюдента. Особи растений, которые попали в интервал более $X + tSx$, составили высший класс виталитета (a), в интервал $X \pm tSx$ – промежуточный класс (b), в интервал менее $X - tSx$ – низший класс (c). Значение критерия Стьюдента в соответствии с объемом выборки и 5%-ным уровнем значимости составило 1,96. На основании величины индекса качества $Q = 1/2(a+b)$ ЦП отнесены к одному из основных виталитетных типов: процветающие, равновесные, депрессивные.



- *Hylotelephium triphyllum*
- *Hylotelephium stepposum*
- ▲ *Aizopsis hybrida*
- ◆ *Orostachys spinosa*

Рис. 1. Локализация исследованных ЦП на территории Республики Башкортостан

Результаты исследований и обсуждение

В 10 исследованных ЦП особи *Hylotelephium triphyllum* распределились по классам виталитета следующим образом (табл. 2). В трех популяциях (ЦП Дудкино, Куганак и Зуяково) отмечено преобладание особей высшего и промежуточного классов, и они отнесены к категории процветающих. Эти ЦП приурочены к различным типам пойменных и опушечных сообществ лесостепной зоны Предуралья и горно-лесной зоны. Местообитания характеризуются относительно высоким уровнем увлажнения, наличием незначительных антропогенных нарушений. Несмотря на высокую конкуренцию со стороны других видов сообщества, в

популяциях сохраняется высокий уровень жизнестойкости отдельных особей *Hylotelephium triphyllum*.

Большинство исследованных ЦП Зауралья отнесено к депрессивным. В частности, в ЦП Ирендык-1, расположенной на скалистых выступах близ вершины горы, отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом (рис. 2). Максимальная доля особей с низким виталитетом – в самой южной ЦП Сукракские зимовья, которая характеризуется наиболее засушливыми условиями местообитания из всех обследованных. По-видимому, на фоне общего ценоотического стресса, обусловленного недостаточным увлажнением, процессы роста особей *Hylotelephium triphyllum* значительно подавляются.

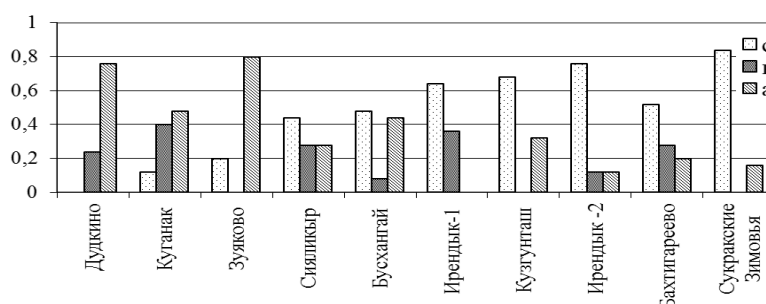


Рис. 2. Виталитетная структура ценопопуляций *Hylotelephium triphyllum*; а, в, с – классы виталитета

Характеристика местообитаний ЦП видов семейства *Crassulaceae* в Республике Башкортостан

Ценопопуляция	Природная зона	Климатические показатели		Высота над уровнем моря, м	Характеристика местообитания, тип сообщества, нарушенность	Общие показатели травостоя	Высота травостоя
		Средне-годовая температура, °С	Среднегодовое количество осадков, мм				
Hylotelephium triphyllum							
Зуюково	Горно-лесная	0,7	500	–	Лес, пойма, обочина дороги, слабая нарушенность	95	80
Сияликир	Зауральская лесостепная	0,9	430	574	Остепненный луг, выпас	90	60
Ирендык-1	Зауральская лесостепная	0,9	430	795	Скалы, редколесье, не нарушено	50	60
Бухангай	Зауральская лесостепная	0,9	430	407	Степь, слабое нарушение	95	70
Кузгунташ	Зауральская лесостепная	1,4	420	966	Скалы, редколесье, не нарушено	95	90
Ирендык-2	Зауральская лесостепная	1,6	345	767	Лес, склон горы, слабый выпас	80	50
Бахтигареево	Зауральская степная	1,6	345	524	Опушка, степь, выпас	70	70
Сукракские зимовья	Зауральская степная	1,8	290	500	Опушка, степь, выпас	60	50
Куганак	Предуральская степная	2,4	500	–	Опушка, средняя часть поймы, обочина дороги, слабо нарушено	95	60
Дудкино	Предуральская лесостепная	2,6	580	200	Заливной луг, не используется	95	80
Hylotelephium stepposum							
Караташ	Зауральская лесостепная	1,4	420	–	Скалы, кустарник, не нарушено	50	40
Аян	Зауральская степная	1,6	350	450	Каменная степь, сенокос	50	40
Суртанлы	Зауральская степная	1,6	350	432	Каменная степь, сильный выпас	70	40
Ирендык-2	Зауральская степная	1,6	320	767	Скалы, кустарник, средний выпас	60	35
1	2	3	4	5	6	7	8
Бахтигареево	Зауральская степная	1,6	345	524	Каменная степь, сильный выпас	80	45
Первомайское	Зауральская степная	1,8	290	505	Каменная степь, после пожара	50	20
Aizopsis hybrida							
Сияликир	Зауральская лесостепная	0,9	430	574	Каменная степь, слабый выпас	70	40
Реветь	Горно-лесная	0,7	500	–	Скалы, лес, не нарушено	80	20
Куркак	Зауральская лесостепная	1,4	420	–	Скалы, лес, не нарушено	80	20
Караташ	Зауральская лесостепная	1,4	420	–	Скалы, лес, не нарушено	60	10
Первомайское	Зауральская степная	1,8	290	505	Каменная степь, не нарушено	50	10
Orostachys spinosa							
Сияликир	Зауральская лесостепная	0,9	430	574	Каменная степь, слабый выпас	45	20
Аян	Зауральская степная	1,6	350	450	Каменная степь, сенокос	50	40
Тюлькюли-тау	Зауральская степная	1,6	320	588	Каменная степь, не используется	45	20
Первомайское	Зауральская степная	1,8	290	505	Каменная степь, не нарушено	30	15
Ново-Александровка	Горно-лесная	–	–	–	Каменная степь, не используется	30	15
Бакей	Горно-лесная	–	–	–	Каменная степь, не используется	35	15

Таблица 2

Распределение особей *Hylotelephium triphyllum* по классам виталитета в природных ценопопуляциях

Ценопопуляция	Доля особей в классах виталитета			Q	Тип ЦП
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		
Дудкино	0,76	0,24	0	0,5	Процветающая
Куганак	0,48	0,4	0,12	0,44	Процветающая
Зуяково	0,8	0	0,2	0,4	Процветающая
Сиялыкыр	0,28	0,28	0,44	0,28	Депрессивная
Бузхангай	0,44	0,08	0,48	0,26	Депрессивная
Ирендык-1	0	0,36	0,64	0,18	Депрессивная
Кузгунташ	0,32	0	0,68	0,16	Депрессивная
Ирендык-2	0,12	0,12	0,76	0,12	Депрессивная
Бахтигареево	0,2	0,28	0,52	0,24	Депрессивная
Сукракские зимовья	0,16	0	0,84	0,08	Депрессивная

Распределение особей *Hylotelephium stepposum* по классам виталитета показало, что наибольшим значением индекса Q характеризуется ЦП Аян, которая отнесена к процветающим (табл. 3) и в которой отсутствуют особи с низким виталитетом (рис. 3). Она расположена в умеренно нарушенном сообществе, с низким уровнем конкуренции со стороны других видов и низкой каменистостью субстрата.

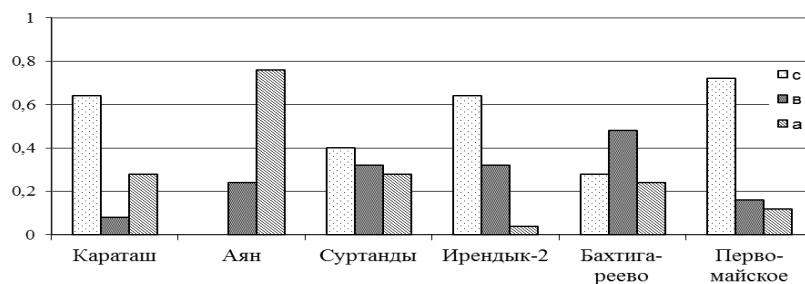
Несмотря на формальные значения индекса качества, очень близки к равновесным ЦП Суртанды, Бахтигареево, для местообитаний которых характерны умеренно

каменистый субстрат и умеренные антропогенные нарушения. Сообщества приурочены к кустарниковым степям, однако доля кустарников в фитоценозе невысока. К депрессивным отнесены три ценопопуляции (ЦП Караташ, Ирендык-2, Первомайское), расположенные на горных склонах. В последней, самой южной ЦП доля особей с низким виталитетом составила 72%. Местообитания данных ценопопуляций отличаются высокой каменистостью субстрата, степень увлажнения варьирует в широком диапазоне. Все ЦП также приурочены к сообществам степных кустарников.

Таблица 3

Распределение особей *Hylotelephium stepposum* по классам виталитета в природных ценопопуляциях

Ценопопуляция	Доля особей в классах виталитета			Q	Тип ЦП
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		
Караташ	0,28	0,08	0,64	0,18	Депрессивная
Аян	0,76	0,24	0	0,5	Процветающая
Суртанды	0,28	0,32	0,4	0,3	Депрессивная
Ирендык-2	0,04	0,32	0,64	0,18	Депрессивная
Бахтигареево	0,24	0,48	0,28	0,36	Процветающая
Первомайское	0,12	0,16	0,72	0,14	Депрессивная

Рис. 3. Виталитетная структура ценопопуляций *Hylotelephium stepposum*; *a*, *b*, *c* – классы виталитета

Среди исследованных ЦП *Aizopsis hybrida* как процветающие определены ЦП Реветь и Куркак (табл. 4), приуроченные к разреженным лесным сообществам на выходах горных пород в горно-лесной зоне Южного Урала. Антропогенные нарушения в

этих местообитаниях практически отсутствуют. Доля растений высшего класса виталитета составляет в них 76 и 60% соответственно. В этих ценопопуляциях данный вид формирует практически сплошной покров (проективное покрытие вида достигает 90%).

Таблица 4

Распределение особей *Aizopsis hybrida* по классам виталитета в природных ценопопуляциях

Ценопопуляция	Доля особей в классах виталитета			Q	Тип ЦП
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		
Сиялыкыр	0,20	0,24	0,56	0,22	Депрессивная
Реветь	0,76	0,16	0,08	0,46	Процветающая
Куркак	0,60	0,32	0,08	0,46	Процветающая
Караташ	0,24	0,24	0,52	0,24	Депрессивная
Первомайское	0	0,16	0,84	0,08	Депрессивная

ЦП Сиялыкыр, Караташ, Первомайское отнесены к депрессивным. Все они приурочены к остепненным каменистым склонам лесостепного и степного Зауралья. Наиболее велика доля растений с низким виталитетом (84%) в самой южной ЦП Первомайское, характеризующейся наиболее засушливыми условиями местообитания, особи с высоким виталитетом в ней полностью отсутствуют (рис. 4).

В этом случае растения не образуют обычного для этого вида сплошного покрова, а расположены отдельными куртинами.

Местообитания процветающей ЦП Ново-Александровка и равновесной ЦП Тюлькюли-тау (табл. 5) отличаются высокой степенью каменистости субстрата,

выраженной эродированностью почвы, верхний слой которой состоит из мелкой фракции выветренной породы.

Эти малоприемлемые для большинства видов растений условия, по-видимому, снижают уровень межвидовой конкуренции в фитоценозе, что благоприятно влияет на жизненное состояние особей *Orosatchys spinosa* и статус ценопопуляций в целом. Большинство ЦП отнесены к депрессивным: ЦП Сиялыкыр, Аян, Первомайское, Бакей (рис. 5). Для их местообитаний характерна умеренная каменистость субстрата, что приводит к развитию степных сообществ с более богатым видовым составом. Это влечет за собой рост конкуренции со стороны других видов для данного вида с патиентной стратегией.

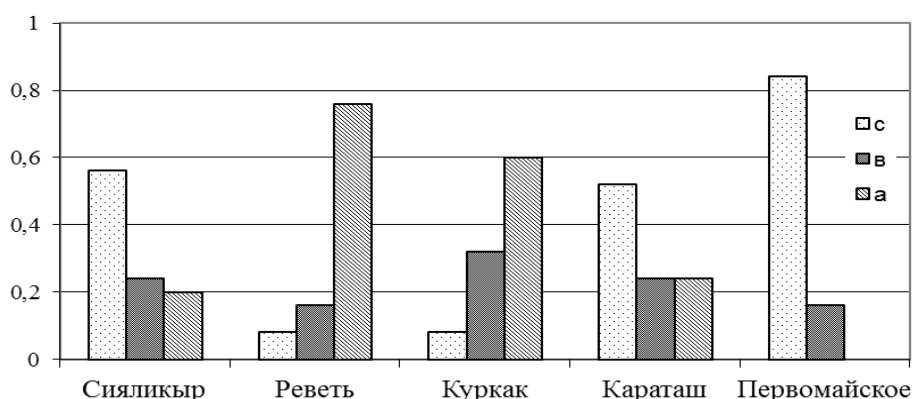


Рис. 4. Виталитетная структура ценопопуляций *Aizopsis hybrid*; а, в, с – классы виталитета

Т а б л и ц а 5

Распределение особей *Orosatchys spinosa* по классам виталитета

Ценопопуляция	Доля особей в классах виталитета				Тип ЦП
	а	в	с	Q	
Сиялыкыр	0,28	0,16	0,56	0,22	Депрессивная
Аян	0,24	0,2	0,56	0,22	Депрессивная
Тюлькюли-тау	0,36	0,32	0,32	0,34	Равновесная
Первомайское	0,44	0,16	0,4	0,30	Депрессивная
Н. Александровка	0,64	0,12	0,24	0,38	Процветающая
Бакей	0,48	0,08	0,44	0,28	Депрессивная

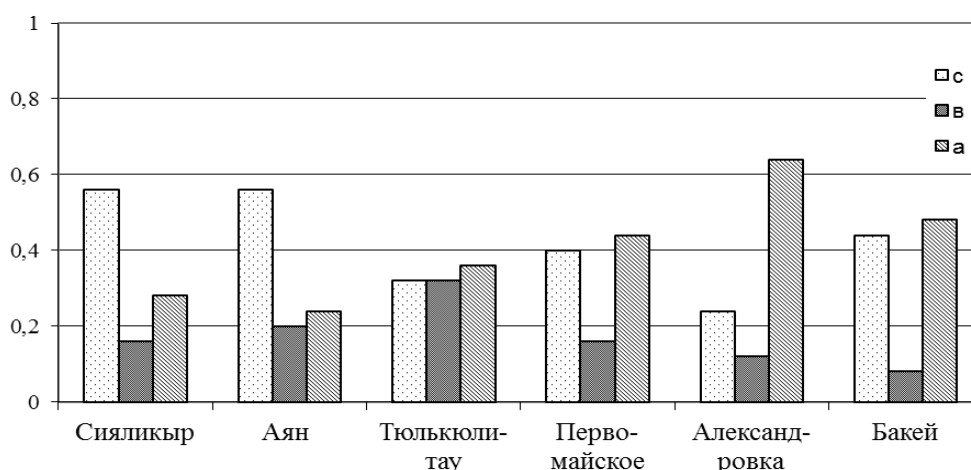


Рис. 5. Виталитетная структура популяций *Orosatchys spinosa*; а, в, с – классы виталитета

Заключение

Проведенные исследования виталитетной структуры 27 ЦП 4 видов семейства *Crassulaceae* на Южном

Урале позволили сделать предположения о характере экотопов, оптимальных для произрастания видов семейства. Для *Hylotelephium triphyllum* – это слабо нарушенное местообитание с умеренным увлажнени-

ем и наличием разреженного древесно-кустарникового яруса в фитоценозе, для *Hylotelephium stepposum*, наряду с вышеназванными параметрами, играет роль умеренная каменистость почвы. По всей видимости, фактор увлажнения сохраняет свою ведущую роль и в формировании местообита-

ний, предпочтительных для *Aizopsis hybrida*. Для *Orostachys spinosa* на первый план выходит отсутствие в фитоценозе сильных конкурентов, лимитирующих его рост и развитие, а также высокая петрофитность почвы, создающая благоприятные условия для данного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. М.: Наука, 1988. 182 с.
2. Злобин Ю.А. Ценопопуляционный анализ в фитоценологии. Владивосток: Изд-во АН СССР, 1984. 60 с.
3. Жилев Г.Г. Жизнеспособность популяций растений. Львов, 2005. 304 с.
4. Злобин Ю.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методики изучения. Сумы: Универ. книга, 2013. 439 с.
5. Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Ботанический журнал. 1989. Т. 74, № 6. С. 769–781.
6. Бялт В.В. Монография рода горноколосник (*Orostachys* Fisch., *Crassulaceae*): автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 29 с.
7. Бабак Т.В. Биология и экология видов рода *Sedum* L. s.l. таежной зоны Европейского Северо-Востока России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 21 с.
8. Гончарова С.Б. Очитковые (*Sedoideae*, *Crassulaceae*) флоры российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 223 с.
9. Кирик А.И. Структура и динамика ценопопуляций видов семейства *Crassulaceae* DC. бассейна Среднего Дона: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 1999. 23 с.
10. Лебедева М.В. Эколого-фитоценологическая характеристика, биологические особенности и интродукция видов семейства *Crassulaceae* DC на Южном Урале: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2009. 29 с.
11. Каюкова С.Н. Эколого-биологические особенности видов рода *Orostachys* Fisch. в Восточном Забайкалье: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2009. 29 с.
12. Прокопьев А.С., Бытотова С.В. Структура ценопопуляций видов рода *Sedum* (*Crassulaceae*) в различных эколого-ценотических условиях на юге Сибири // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50, № 3. С. 415–430.
13. Хмелев К.Ф., Никулин А.В., Кирик А.И. Особенности онтогенеза и структуры ценопопуляций *Sempervivum ruthenicum* и *Jovibarba sobolifera* (*Crassulaceae*) бассейна Среднего Дона в связи с типом стратегии жизни // Ботанический журнал. 2003. Т. 88, № 4. С. 17.
14. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. К оценке виталитета ценопопуляций *Rhodiola iremelica* Boriss. по размерному спектру // Ученые записки НТГСПА: материалы VI Всерос. популяционного семинара. Нижний Тагил, 2004. С. 80–85.
15. Лебедева М.В., Абрамова Л.М. К экологии перспективных для городского фитодизайна видов рода *Hylotelephium* Ohba на Южном Урале // Сибирский экологический журнал. 2010. № 6. С. 963–968.
16. Лебедева М.В., Ямадов С.М., Широких П.С., Абрамова Л.М. Сравнительная характеристика экологии видов семейства *Crassulaceae* DC. на Южном Урале // Известия Самарского НЦ РАН, 2013. Т. 15, № 3(4). С. 1344–1348.

Статья представлена научной редакцией «Биология и химия» 11 ноября 2015 г.

COENOPOPULATION VITALITY STRUCTURE OF CRASSULACEAE DC. SPECIES IN THE SOUTH URALS

Tomsk State University Journal, 2015, 400, 315–321. DOI: 10.17223/15617793/400/51

Lebedeva Mariya V. Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation).

E-mail: lebedevamv@mail.ru

Abramova Larisa M. Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences (Ufa, Russian Federation). E-mail: abramova.lm@mail.ru

Keywords: plants coenopopulations; population vitality structure; morphometric parameters; *Crassulaceae*.

The paper deals with results of vitality structure investigation in natural coenopopulations of *Crassulaceae* family 4 species: *Hylotelephium triphyllum* (L.) H. Ohba, *Hylotelephium stepposum* (Boriss.) Tzvel., *Aizopsis hybrida* (L.) Grulich and *Orostachys spinosa* (L.) C.A. Mey in the South Urals in the Republic of Bashkortostan. These species belong to the leafy succulent group and grow in different ecological conditions: from river floodplains to dry rocky steppes. Vitality structure studying is important for understanding the stability mechanisms of *Crassulaceae* species in a broad ecological gradient. This analysis is highly informative because of its close interrelation with morphometric parameters of plants. Investigations were carried out in 27 coenopopulations. Measuring of 25 middle-generative plants was conducted in every one. To characterize vitality by Yu. A. Zlobin method, a determined complex of key vegetative and generative sphere attributes was determined for every species using correlation and factor analysis. Depending on these attributes' meanings, all individuals were divided into vitality classes. Quality index of coenopopulation (Q-index) was determined based on proportion of plants individuals from different vitality classes. All coenopopulations were classified as thriving, equilibrium or depressive by Q-index meaning. According to the estimation of coenopopulation quality index 3 coenopopulations *Hylotelephium triphyllum*, 1 coenopopulation *Hylotelephium stepposum*, 2 coenopopulations *Aizopsis hybrida*, 1 coenopopulation *Orostachys spinosa* were determined as thriving, 2 coenopopulations *Hylotelephium stepposum*, 1 coenopopulation *Orostachys spinosa* were determined as equilibrium, more than half of all coenopopulations were determined as depressive (7 coenopopulations *Hylotelephium triphyllum*, 3 coenopopulations *Hylotelephium stepposum*, 3 coenopopulations *Aizopsis hybrida* and 4 coenopopulations *Orostachys spinosa*). In consequence of vitality status estimation the most advantageous habitat characteristics could be suggested for species growing. For *Hylotelephium triphyllum*, it is the slightly disturbed habitats with moderate humidity and presence of trees and a shrub layer in phytocoenosis. For *Hylotelephium stepposum*, moderate rocky soil is required in addition. Humidity plays a leading role in *Aizopsis hybrida* preferred habitats formation too, whereas for *Orostachys spinosa* the presence of strong competitors in phytocoenosis limiting its growth and development comes to the first place, as well as soil stoniness.

REFERENCES

1. Zaugol'nova, L.B. et al. (1988) *Tsenopopulyatsii rasteniy (ocherki populyatsionnoy biologii)* [Coenopopulations of plants: essays on population biology]. Moscow: Nauka.

2. Zlobin, Yu.A. (1984) *Tsenopopulyatsionnyy analiz v fitotsenologii* [Coenopopulation analysis in phytocoenology]. Vladivostok: Izd-vo AN SSSR.
3. Zhilyaev, G.G. (2005) *Zhiznesposobnost' populyatsiy rasteniy* [The viability of plant populations]. Lvov: Izdatel'stvo NAN Ukrainy, In-t Ekologii Karpat.
4. Zlobin, Yu.A. (2013) *Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodiki izucheniya* [The populations of rare species of plants: the theoretical foundations and methodology of the study]. Sumy: Univer. kniga.
5. Zlobin, Yu.A. (1989) *Teoriya i praktika otsenki vitalitetnogo sostava tsenopopulyatsiy rasteniy* [Theory and practice of evaluation of vitality structure of plants coenopopulations]. *Botan. zhurn.* 74:6. pp. 769–781.
6. Byalt, V.V. (1999) *Monografiya roda gornokolosnik (Orostachys Fisch., Crassulaceae)* [Monograph of the *Orostachys* Fisch., *Crassulaceae* coenopopulations]. Abstract of Biology Cand. Diss. St. Petersburg.
7. Babak, T.V. (2005) *Biologiya i ekologiya vidov roda Sedum L. s.L. taezhnoy zony Evropeyskogo Severo-Vostoka Rossii* [Biology and ecology of the genus *Sedum* L. s.L. of the taiga zone of the European Northeast of Russia]. Abstract of Biology Cand. Diss. Syktyvkar.
8. Goncharova, S.B. (2006) *Ochitkovye (SeDolideae, Crassulaceae) flory rossiyskogo Dal'nego Vostoka* [SeDolideae, *Crassulaceae* flora of the Russian Far East]. Vladivostok: Dal'nauka.
9. Kirik, A.I. (1999) *Struktura i dinamika tsenopopulyatsiy vidov semeystva Crassulaceae DC. basseyna Srednego Dona* [Structure and dynamics of coenopopulations of species of the family *Crassulaceae* DC. of the Middle Don basin]. Abstract of Biology Cand. Diss. Voronezh.
10. Lebedeva, M.V. (2009) *Ekologo-fitotsenoticheskaya kharakteristika, biologicheskie osobennosti i introduktsiya vidov semeystva Crassulaceae DC na Yuzhnom Urale* [Ecological and phytocoenosis characteristic of biological features of species *Crassulaceae* DC in the Southern Urals]. Abstract of Biology Cand. Diss. Ufa.
11. Kayukova, S.N. (2009) *Ekologo-biologicheskie osobennosti vidov roda Orostachys Fisch. v Vostochnom Zabaykal'e* [Ecological and biological characteristics of species *Orostachys* Fisch. in East Transbaikalia]. Abstract of Biology Cand. Diss. Ulan-Ude.
12. Prokop'ev, A.S. & Bytotova, S.V. (2014) Structure of coenopopulations of *Sedum* species (*Crassulaceae*) in different eco-coenotical conditions in the south of Siberia. *Rastitel'nye resursy*. 50:3. pp. 415–430. (In Russian).
13. Khmelev, K.F., Nikulin, A.V. & Kirik, A.I. (2003) Peculiarities of ontogenesis and structure of coenopopulations of *Sempervivum ruthenicum* and *Jovibarba sobolifera* (*Crassulaceae*) in the Middle Don basin in context of their life strategy type. *Botanicheskiy zhurnal*. 88:4.
14. Ishbirdin, A.R. & Ishmuratova, M.M. (2004) [On the estimation of *Rhodiola iremelica* Boriss. Coenopopulation vitality by size]. *Uchen. zap. NTGSPA*. VI All-Russian population seminar. Nizhniy Tagil. pp. 80–85. (In Russian).
15. Lebedeva, M.V. & Abramova, L.M. (2010) K ekologii perspektivnykh dlya gorodskogo fitodizayna vidov roda *Hylotelephium* Ohba na Yuzhnom Urale [On the ecology of the species of the genus *Hylotelephium* H. Ohba promising for city phytodesign in the South Urals]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*. 6. pp. 963–968.
16. Lebedeva, M.V. et al. (2013) Comparative ecological characteristics of *Crassulaceae* DC. in the South Ural. *Izvestiya Samarskogo NTs RAN – Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 15:3(4). pp. 1344–1348. (In Russian).

Received: 11 November 2015