

УДК 58.009; 581.55; 574.3

О.А. Каримова, О.Ю. Жигунов, Я.М. Голованов, Л.М. Абрамова

Ботанический сад-институт УНЦ РАН (г. Уфа)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ГОРНО-СКАЛЬНЫХ ВИДОВ В ЗАУРАЛЬЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Представлены результаты изучения эколого-биологических особенностей 4 редких горно-скальных видов (*Patrinia sibirica* (L.) Juss., *Sophianthe sibirica* (L.) Tzvel., *Anemonastrum biarmense* (Juz.) Holub, *Vupleurum multinerve* DC.) в северной части Зауралья Республики Башкортостан и анализ современного состояния 6 природных ценопопуляций этих видов. Исследуемые 3 вида азиатского происхождения в Зауралье Республики Башкортостан находятся на западной границе распространения, а для эндемика Урала *Anemonastrum biarmense* здесь проходит южный предел ареала. Проведена оценка фитоценотической приуроченности ценопопуляций, преобладающим типом растительности являются петрофитные и горные степи с высокой долей каменистости почвы. Изученные ценопопуляции относятся к нормальным неполночленным. Проведено сравнение индексов восстановления и старения, отражающих динамические процессы ценопопуляций. 2 изученные популяции молодые, 2 – зреющие и 2 – зрелые. Для большинства морфометрических параметров характерно нормальное варьирование. Исследованные популяции редких видов находятся в удовлетворительном и хорошем состоянии.

**Ключевые слова:** редкий вид; ценопопуляция; возрастные состояния; возобновление; морфометрические параметры; фитоценотическая приуроченность.

### Введение

На территории Республики Башкортостан, находящейся на рубеже Европы и Азии, проходят границы ареалов многих сибирских и азиатских видов растений, они нередко представлены изолированными и фрагментированными локалитетами, а также являются реликтами. В этих дизъюнктивных фрагментах ареалов популяции редких видов находятся в пограничных, зачастую стрессовых условиях и обладают своеобразием внутренней организации, структуры, морфологии и других биологических особенностей. Любые антропогенные воздействия (от загрязнения среды до выпаса, рекреации и сведения лесов) оказывают на такие пограничные популяции крайне негативное воздействие, поскольку приводят к дальнейшему сокращению ареалов вплоть до их полного исчезновения. Поэтому исследования по выявлению и изучению биологического разнообразия редких видов в пограничных условиях – актуальная и первоочередная природоохранная задача.

Зная биологию вида и структуру ценопопуляций (ЦП), можно прогнозировать ход их развития и реакцию на неблагоприятные воздействия среды [1–5].

В Башкортостане слабо изучены пограничные популяции горно-скальных и горно-степных редких видов растений, эти виды, как правило, произрастают в труднодоступных горных местностях, что затрудняет исследования. Насущные задачи в этом отношении – это проведение инвентаризации местонахождений, оценка состояния ценопопуляций в конкретных местообитаниях и изучение биологии редких видов, позволяющее понять причины их редкости.

Наши исследования посвящены изучению четырёх редких видов Зауралья Республики Башкортостан: *Patrinia sibirica* (L.) Juss., *Sophianthe sibirica* (L.) Tzvel., *Anemonastrum biarmense* (Juz.) Holub, *Bupleurum multinerve* DC., два из которых являются реликтами, а один – эндемиком Урала. В последнее издание Красной книги Республики Башкортостан [6] включены два из объектов исследования, остальные два – в список объектов растительного мира, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге.

Цель исследования – изучение эколого-биологических особенностей, структуры и состояния ценопопуляций редких видов, находящихся на границе ареала в северной части Зауралья.

### Материалы и методики исследования

В 2012 г. было проведено обследование северной части Зауралья Республики Башкортостан (Абзелиловский и Учалинский р-ны). Исследуемая территория находится на границе двух частей света: Европы и Азии, которая проходит по р. Урал. Согласно природному районированию П.Л. Горчаковского [7], изучаемая территория находится в Учалинском лесостепном районе. Климат территории умеренно континентальный. Период с температурой ниже 0°C устанавливается в последней декаде октября и длится до второй декады апреля. Среднегодовая температура составляет 1,4–1,8°C. Январь и февраль являются наиболее холодными, июнь и июль – самыми жаркими месяцами. Абсолютный максимум температуры в июле может достигать 42°C и более. Амплитуда среднемесячных температур января и июля превышает 36°C, а между абсолютным минимумом и максимумом составляет 86°C. Сумма активных температур составляет 1 900–2 000°C. Среднегодовое количество осадков – 350–422 мм.

Район исследований относится к восточному склону Южного Урала и Восточному Зауралю. Зауральский мелкосопочник протягивается узкой полосой восточнее хр. Уралтау и имеет очень сложный рельеф, представляющий серию расчлененных долинами рек остепненных хребтов или разрозненных возвышений. В строении его участвуют вулканогенные и осадочные

породы. Наиболее высокую часть мелкосопочника составляют хребты Куркак, Крыкты, Ирендык, сложенные вулканогенными породами. Вершины хребтов плоские, а склоны крутые, особенно западные.

В связи со сложностью условий почвообразования почвенный фон Башкирского Зауралья характеризуется большим разнообразием типов и разновидностей [8]. В полосе расчлененных предгорий преобладают маломощные грубоскелетные почвы и черноземы, преимущественно выщелоченные [9]. Элювиально-делювиальные отложения распространены повсеместно. Нередко это чисто щебнистые образования с мощностью до 5–10 м, а в межхребтовых понижениях местами до 30–50 м.

Приведем краткую характеристику включенных в исследования видов [10, 6]. Жизненная форма видов дана по Е.Л. Нухимовскому [11, 12].

*A. biarmiense* (ветреница пермская) – семейство лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.). Полурозеточное компакнокорневищное многолетнее растение до 60–65 см высотой. Высокогорный эндемик Урала. Общее распространение: от Полярного до Южного Урала, изолированные местонахождения в Тюменской области и Ханты-Мансийском автономном округе. В Республике Башкортостан произрастает в горно-тундровом и подгольцовом поясах на скалах, на подгольцовых лугах и в разреженных мелколесьях гор Ирмель, Ямантау, Зигальга, Шатак, Ирендык, Уралтау и др. Встречается и в горно-лесном поясе в светлых лиственничных, сосновых, березовых лесах. Внесен в список видов, нуждающихся в особом внимании и мониторинге. Обладает декоративными качествами.

*B. multinerve* (володушка многожилковая) – семейство зонтичные (*Apiaceae* Lindl.). Каудексовый короткостержневой многолетник высотой 20–80 см. Произрастает по каменистым горным склонам, в горных сосняках. Плейстоценовый перигляциальный реликт горно-степного азиатского происхождения. Общее распространение: Южная Сибирь и прилегающие районы Монголии. Обособленные фрагменты ареала на Урале и Среднерусской возвышенности. В Республике Башкортостан вид встречается на северо-востоке Предуралья, на Южном Урале и его восточных предгорьях. Внесен в список видов, нуждающихся в особом внимании и мониторинге.

*P. sibirica* (патриния сибирская) – семейство валериановые (*Valerianaceae* Vatsch). Стержнекорневое компакнокорневищное многолетнее травянистое растение высотой до 20–30 см. Плейстоценовый горно-степной реликт южно-сибирского происхождения. Произрастает в каменистых степях, сухих каменистых горных тундрах, на остепненных скалах и выходах горных пород. Северо- и центральноазиатский горно-лесостепной вид, встречающийся на Урале, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Средней Азии, Джунгарии, Монголии. На Южном и Среднем Урале находится изолированный реликтовый фрагмент. В Республике Башкортостан известен преимущественно в лесостепных предгорьях восточного макросклона, а также на гольцовых вершинах, выше границы леса (гора Ирмель, хр. Большой

Шатак, Машак, Зигальга, Нурали, Крыкты, Ирендык и др.). Вид включен в Красную книгу Республики Башкортостан [6] с категорией III – редкий вид. Растение обладает декоративными и лекарственными свойствами. Применяется в традиционной тибетской, корейской и медицине народов Сибири.

*S. sibirica* (зорька сибирская) – семейство гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juss.). Многолетнее травянистое стержнекорневое каудексообразующее растение. Произрастает в каменистых степях, на щебнистых склонах, скалах, в хвойных лесах, преимущественно на серпентинитах, реже известняках. Сибирский вид, распространен на Урале, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Монголии. В Республике Башкортостан встречается всего в двух пунктах на восточном склоне Южного Урала в Учалинском районе. Вид включен в Красную книгу Республики Башкортостан [6] с категорией II – вид, сокращающийся в численности. Может использоваться как декоративное растение для каменистых гор и рокариев.

Исследуемые виды азиатского происхождения в Зауралье Республики Башкортостан находятся на западной границе распространения, а для эндемика Урала *A. biarmense* здесь проходит южный предел ареала.

Для оценки фитоценотической приуроченности ценопопуляций с использованием традиционных геоботанических методов [13] выполнялись геоботанические описания сообществ на площадках 25–64 м<sup>2</sup>.

При выделении возрастных состояний использовали методические принципы и подходы, изложенные в работах Т.А. Работнова [1], А.А. Уранова [2], Л.А. Жуковой, Э.В. Шестаковой [14]. При определении возрастной структуры ЦП, согласно стандартным критериям, учитывались следующие возрастные состояния: проростки (р), ювенильные (j), иматурные (im), виргинильные (v), молодые генеративные (g<sub>1</sub>), средние генеративные (g<sub>2</sub>), старые генеративные (g<sub>3</sub>). Индекс возрастности определялся по методике А.А. Уранова [2].

Онтогенетическую структуру ЦП вида в разных эколого-фитоценологических условиях обитания изучали методом трансект [16]. Построение онтогенетических спектров проводили по общепринятой методике [2, 3, 15].

Для детальной характеристики онтогенетической структуры ЦП применяли некоторые демографические показатели: I<sub>в</sub> – индекс восстановления [5], I<sub>ст</sub> – индекс старения [16].

Оценку состояния ЦП проводили по классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [17], основанную на совместном использовании индексов возрастности (Δ) [2] и эффективности (ω) [17].

Изучение морфометрических параметров в природных условиях проводилось согласно методу В.Н. Голубева [18] на 25 генеративных растениях каждой из ЦП.

При анализе количественных показателей использовали стандартные процедуры: средние арифметические M, ошибки средней арифметической m, коэффициент вариации CV (%) [19, 20].

### Результаты исследования и обсуждение

По данным геоботанических описаний растительности определена фитоценотическая приуроченность ценопопуляций изучаемых видов в северной части Башкирского Зауралья, которая приведена ниже.

**ЦП 1** – *A. biarmiense* (гора Куркак хр. Куркак). Ценопопуляция расположена на вершине горы Куркак (1 008 м) одноименного хребта и занимает склон северо-западной экспозиции с уклоном до 5°, а также часть выровненной вершины. Преобладающим типом растительности являются горные степи на краю сосново-лиственничного редколесья. Общее проективное покрытие (ОПП) травяного яруса варьирует от 50 до 75%. Средняя высота травостоя составляет 25–30 см. Имеется развитый мохово-лишайниковый ярус, развивающийся на камнях и поверхности почвы. Каменистость почвы составляет 30–40%. В составе травостоя доминируют *Carex pediformis* С.А. Меу. и *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski. Высока доля петрофитных видов растений *Aster alpinus* L., *Centaurea marschalliana* Spreng., *Echinops ritro* L., *Thalictrum foetidum* L., наряду с которыми встречаются и более влаголюбивые виды лесных полей и опушек: *Aconogonon alpinum* All., *Campanula glomerata* L., *Galium boreale* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Seseli libanotis* (L.) Koch. Нередко встречаются лесные виды, такие как: *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb., *Atrage speciosa* Weinm., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce.

**ЦП 2** – *A. biarmiense* (северная оконечность хр. Куркак). Изучаемая ценопопуляция расположена в верхней трети склона северо-восточной экспозиции северной оконечности хр. Куркак с относительным уклоном 2–5° на месте разнотравно-злакового разреженного березняка. ОПП древесного яруса незначительно – 20–25%, средняя высота древостоя 18–20 м. Древесный ярус составляет в основном *Betula pendula* Roth с незначительной примесью *Larix sibirica* Ledeb. Кустарниковый ярус представлен *Rubus saxatilis* L. и *Caragana frutex* (L.) С. Koch, ОПП 30–35%. ОПП травяного яруса варьирует от 85 до 90%, средняя высота травостоя от 35 до 40 см. В составе травостоя доминирует злак *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Также широко представлено и разнотравье в составе следующих видов: *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC., *Bistorta major* S.F. Gray, *Galium boreale*, *Sanguisorba officinalis*, *Seseli libanotis*, *Trifolium medium* L., *Vicia cracca* L. и др.

**ЦП 3** – *B. multinerve* (окрестности оз. Ворожеич, южный склон горы). Ценопопуляция расположена на вершине небольшой горы, а также на ее южном склоне с относительным уклоном 20°. Преобладающим типом растительности являются гвоздико иглолистно-горноколосниковые петрофитные степи с высокой долей каменистости почвы – 60–65%. Имеется развитый мохово-лишайниковый ярус. ОПП травяного яруса 50–55%. Средняя высота травостоя варьирует от 15 до 20 см. Травостой сложен в основном типичными петрофитными видами: *Allium rubens* Schrad. ex Willd., *Aster alpinus*, *Cen-*

*taurea marschalliana*, *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb., *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Мей., *Thalictrum foetidum*.

**ЦП 4** – *P. sibirica* (гора Шахтная). Ценопопуляция занимает западный, юго-западный склоны горы Шахтной с относительным уклоном 5–10°. ОПП травянистого яруса составляет 55–75% при средней высоте травостоя 10–25 см. Преобладающим типом растительности являются гвоздико иглолистно-горноколосниковые петрофитные степи с высокой долей каменистости почвы – 35–50%. Имеется развитый мохово-лишайниковый ярус. В травяном покрове доминируют в основном петрофитные виды растений: *Allium rubens*, *Carex pediformis*, *Centaurea marschalliana*, *Dianthus acicularis*, *Minuartia krascheninnikovii* Schischk., *Orostachys spinosa*, *Thalictrum foetidum* и др. В состав сообществ входят и типично степные виды: *Artemisia austriaca* Jacq., *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Helictotrichon desertorum* и др.

**ЦП 5** – *S. sibirica* (восточный берег оз. Аушкуль). Изучаемая ценопопуляция расположена на степном склоне юго-западной экспозиции с относительным уклоном около 5–10°. Преобладающим типом растительности при этом являются гвоздико иглолистно-горноколосниковые петрофитные степи с высокой долей каменистости почвы – 45–50%. ОПП травянистого яруса 60–75%. Средняя высота травостоя составляет 10–15 см. Характерной особенностью данных фитоценозов является наличие хорошо развитого мохово-лишайникового яруса. Травостой сложен в основном типичными петрофитными видами: *Allium rubens*, *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd., *Aster alpinus*, *Centaurea marschalliana*, *Dianthus acicularis*, *Orostachys spinosa*.

**ЦП 6** – *S. sibirica* (гора Шахтная). Изучаемая ценопопуляция занимает нижнюю, относительно нарушенную часть склона западной экспозиции горы Шахтной. ОПП травянистого яруса составляет 65–90% при средней высоте травостоя 20–30 см. Преобладающим типом растительности являются нарушенные выпасом овсяницево-тонконоговые степи. В травянистом ярусе доминируют *Festuca pseudovina* и *Koeleria cristata* (L.) Pers. Наряду с типичными степными видами встречаются и виды остепненных лугов: *Astragalus danicus* Retz., *Galium verum* L., *Phleum phleoides* (L.) Karst. и др.

В ходе исследований была изучена демографическая структура ЦП, которая представляет собой один из существенных ее признаков, так как обеспечивает способность популяционной системы к самоподдержанию и определяет ее устойчивость. Возрастная структура характеризует способность популяционной системы к самоподдержанию [3].

Распределение особей по онтогенетическим группам и демографические показатели представлены в табл. 1. По классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой [3] все изученные нами ЦП относятся к нормальным неполночленным.

Онтогенетические спектры изученных видов растений представлены на рис. 1–4.

Таблица 1

**Распределение особей по онтогенетическим группам и демографические показатели в ценопопуляциях**

Номер ЦП	Онтогенетическое состояние, %							Демографические показатели				
	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g<sub>1</sub></i>	<i>g<sub>2</sub></i>	<i>g<sub>3</sub></i>	<i>ss</i>	$\Delta$	$\omega$	Тип ЦП	$I_v$	$I_{ст}$
ЦП 1	3,5	10,5	26,3	28,1	24,6	5,3	1,7	0,29	0,64	Зреющая	0,68	1,28
ЦП 2	16,7	16,7	52,8	8,3	4,2	1,4	0	0,13	0,38	Молодая	6,21	15,54
ЦП 3	0	1,58	27,3	42,2	20,6	5,0	3,4	0,32	0,69	Зреющая	0,41	1,00
ЦП 4	18,5	17,9	18,5	17,3	20,4	5,5	1,9	0,24	0,51	Молодая	1,22	1,98
ЦП 5	0	2,3	10,2	35,2	39,8	9,1	3,4	0,40	0,79	Зреющая	0,14	0,24
ЦП 6	0,9	0,9	4,8	38,1	40,9	13,3	0,9	0,42	0,84	Зреющая	0,07	0,12

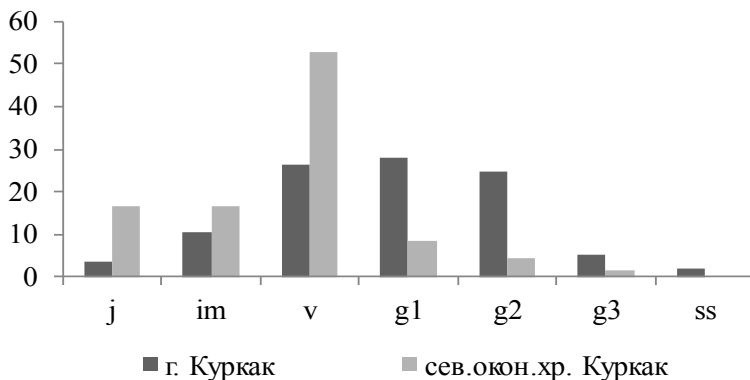


Рис. 1. Онтогенетические спектры в ценопопуляциях *A. biarmienne*.  
По оси абсцисс – онтогенетическое состояние; по оси ординат – доля особей данного онтогенетического состояния, %

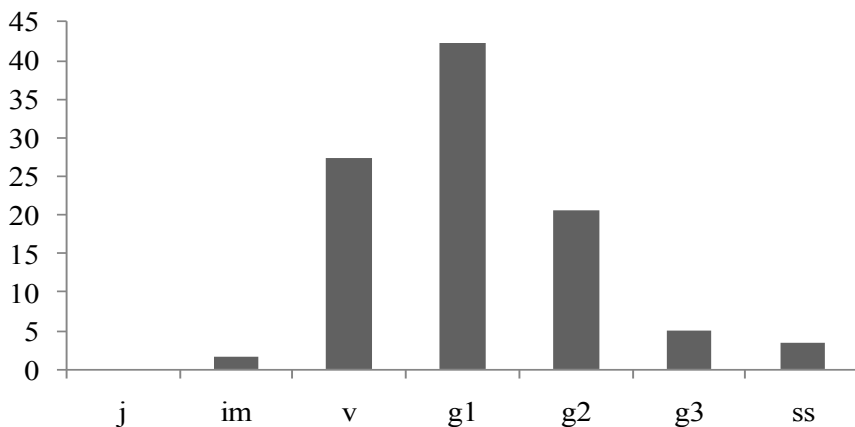


Рис. 2. Онтогенетический спектр *B. multinerve*

В ЦП ветреницы пермской формируются два типа спектра. В ЦП горы Куркак спектр центрированный, преобладают молодые генеративные расте-



ния, пик приходится на генеративные особи (28,1%), что связано с быстрым прохождением растениями прегенеративного периода в благоприятных для их роста и развития условиях произрастания, в ЦП северной оконечности хр. Куркак – левосторонний, здесь абсолютный максимум приходится на виргинильные особи (26,3%), что отражает наличие благоприятных условий для прорастания семян.

В ЦП володушки многожилковой формируется центрированный спектр. Абсолютный максимум приходится на генеративные особи (42,2%).

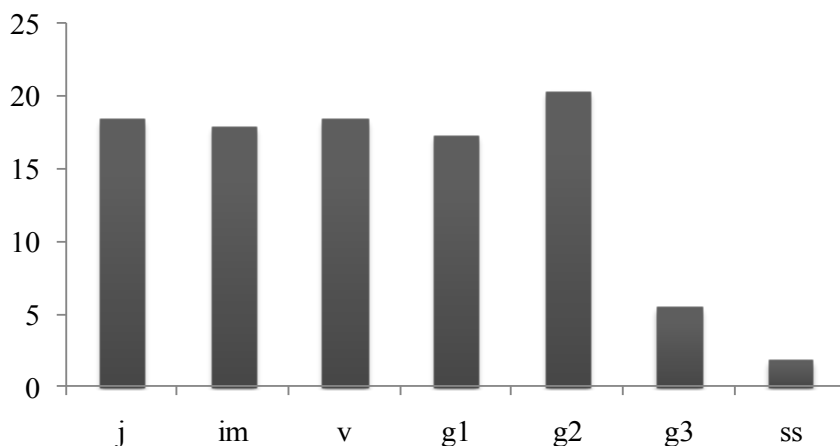


Рис. 3. Онтогенетический спектр *P. sibirica*

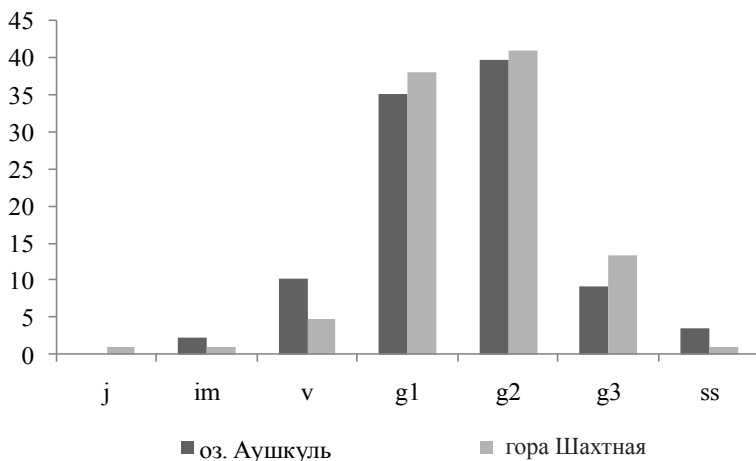


Рис. 4. Онтогенетические спектры в ценопопуляциях *S. sibirica*

В ЦП патринии сибирской формируется бимодальный спектр, где количество молодых и средневозрастных генеративных особей примерно одинаково.



Центрированный спектр формируется в ЦП софианты сибирской, абсолютный максимум здесь приходится на средневозрастные генеративные особи (39,8; 40,9%). Очень незначительно представлены ювенильные особи только в одной ЦП (гора Шахтная – 0,9%). Вероятно, это связано с пересыханием почвы в условиях засухи, а также выпасом скота, вызывающим уплотнение почвы, что отрицательно влияет на прорастание семян и повышает элиминацию проростков и ювенильных особей. Представленность виргинильных особей несколько выше и составляет до 10,2% в ЦП оз. Аушкуль.

Таким образом, у исследованных растений наблюдаются различные отклонения от полночленного возрастного спектра. Наиболее типичным является отсутствие в спектре ювенильных, иматурных и сенильных особей, которые первыми подвергаются воздействию неблагоприятных условий. У большинства ЦП пик приходится на среднегенеративные особи, так как эта стадия онтогенеза наиболее длительная, данную возрастную группу составляют растения с разным календарным возрастом, которые в наименьшей степени подвергаются элиминации под воздействием неблагоприятных условий.

Проведена оценка возрастности ( $\Delta$ ) и эффективности ( $\omega$ ), которая показала, что ЦП софианты сибирской относятся к зрелым ( $\Delta = 0,40-0,41$ ;  $\omega = 0,79-0,84$ ). В составе зрелых ЦП доля средневозрастных генеративных особей велика, а доля прегенеративных мала. Эти ЦП относительно устойчивы, плотность особей в них варьирует от 3,5 до 4,2 экз./м<sup>2</sup>. Молодыми являются ЦП патринии сибирской ( $\Delta = 0,24$ ;  $\omega = 0,51$ ), где большая представленность ювенильных и виргинильных особей, плотность особей в популяции 6,5 экз./м<sup>2</sup>, и ЦП ветреницы пермской на северной оконечности хр. Куркак ( $\Delta = 0,13$ ;  $\omega = 0,38$ ), плотность – от 2,3 до 7,1 экз./м<sup>2</sup>. В зреющих ЦП ветреницы пермской (гора Куркак) ( $\Delta = 0,29$ ;  $\omega = 0,64$ ) и володушки многожилковой ( $\Delta = 0,32$ ;  $\omega = 0,69$ ) доминируют молодые генеративные особи, что свидетельствует о довольно быстром переходе вегетативных особей в молодое генеративное состояние, плотность – соответственно 7,1 и 5,04 экз./м<sup>2</sup>.

Проведено также сравнение индексов восстановления ( $I_v$ ) и старения ( $I_{ст}$ ), отражающих динамические процессы ЦП. Индекс восстановления в ЦП софианты сибирской, володушки многожилковой, ветреницы пермской (гора Куркак) невысоки, что говорит о плохом пополнении молодыми особями, индекс восстановления выше нуля в ЦП патринии сибирской (1,22). В ЦП ветреницы пермской на северной оконечности хр. Куркак индекс восстановления равен 6,21, в данном случае наблюдается значительный всплеск числа прегенеративных особей с небольшой представленностью генеративных особей, что свидетельствует об успешном семенном возобновлении этих популяций и объясняет их динамичность. Индекс старения в ЦП софианты сибирской близок к нулю, это связано с тем, что большая часть особей отмирает в старом генеративном или субсенильном состояниях. Высокий

индекс старения в ЦП ветреницы пермской (северная оконечность хр. Куркак) – 15,54.

При изучении состояния ценопопуляций редких видов важное значение имеет также анализ изменчивости качественных и количественных признаков. Характеристика морфометрических параметров изученных видов представлена в табл. 2–5.

Таблица 2

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *P. sibirica*

Параметр	Средние значения		
	М	±м	C <sub>v</sub> , %
Число генеративных побегов, шт.	10,0	0,70	34,9
Высота генеративного побега, см	14,7	0,39	13,4
Толщина побега, см	0,2	0,01	18,6
Диаметр подушки, см	14,9	0,44	14,8
Длина перистого листа, см	7,0	0,22	16,1
Ширина перистого листа, см	3,5	0,16	22,8
Длина простого листочка, см	6,3	0,19	14,8
Ширина простого листочка, см	0,8	0,03	17,2
Диаметр соцветия, см	3,3	0,09	13,2
Кол-во цветков на побег, шт.	37,8	1,40	18,5
Длина цветка, см	0,5	0,01	10,9

Исследования показали, что по шкале степени варьирования коэффициента вариации (Зайцев, 1990) у патринии сибирской большинство признаков обладают нормальной степенью варьирования. Наибольшее варьирование у числа генеративных побегов (34,9%), наименьшее – у длины цветка (10,9%).

Таблица 3

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *S. sibirica*

Параметр	<i>S. sibirica</i> (оз. Аушкуль)			<i>S. sibirica</i> (гора Шахтная)		
	М	±м	C <sub>v</sub> , %	М	±м	C <sub>v</sub> , %
Число генеративных побегов, шт.	6,5	0,29	22,2	10,7	0,56	25,9
Высота генеративного побега, см	15,3	0,49	16,1	14,3	0,44	15,4
Толщина побега, см	0,1	0,00	0,0	0,1	0,00	0,0
Кол-во листьев, шт.	10,6	0,33	15,6	10,2	0,24	11,9
Длина листа, см	1,9	0,05	14,1	2,3	0,09	19,4
Ширина листа, см	0,2	0,01	20,1	0,2	0,01	26,4
Кол-во цветков на побег, шт.	3,6	0,22	30,4	4,7	0,18	18,9
Длина цветка, см	1,3	0,03	9,4	0,9	0,02	10,6

Коэффициент вариации в обеих ЦП софианты сибирской нормальный. Сравнение параметров растений между ЦП больших различий не показало, только в ЦП горы Шахтная выше число генеративных побегов.

Таблица 4

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *A. biarmiense*

Параметр	<i>A. biarmiense</i> (гора Куркак)			<i>A. biarmiense</i> (сев. оконечность хребта Куркак)		
	М	±м	C <sub>v</sub> , %	М	±м	C <sub>v</sub> , %
Кол-во генеративных побегов, шт.	1,4	0,12	41,2	1,7	0,16	47,7
Высота генеративного побега, см	39,8	1,12	13,8	62,1	1,48	11,9
Толщина побега, см	0,4	0,02	20,8	0,5	0,01	11,3
Кол-во листьев, шт.	6,4	0,38	29,9	6,4	0,30	23,5
Длина листа, см	9,4	0,36	18,8	13,9	0,44	15,9
Ширина листа, см	9,7	0,35	17,9	14,0	0,38	13,6
Длина черешка, см	18,8	0,77	20,6	34,7	1,32	18,9
Кол-во плодов на побег, см	4,4	0,22	24,5	5,2	0,20	19,1
Длина плода, см	1,7	0,04	11,1	2,0	0,04	10,1

Более мощные (по габитусу) особи ветреницы пермской встречаются в ЦП, расположенной на горе Куркак, только количество генеративных побегов больше в ЦП северной оконечности хр. Куркак. Наибольшей изменчивостью обладает параметр «высота генеративного побега» (41,2 и 47,7%). Наименьшее варьирование у длины плода (10,1 и 11,1%).

Таблица 5

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *B. multinerve*

Параметр	Средние значения		
	М	±м	C <sub>v</sub> , %
Кол-во генеративных побегов, шт.	1,8	0,15	40,5
Высота генеративного побега, см	31,0	0,84	13,6
Толщина побега, см	0,24	0,01	20,8
Кол-во листьев, шт.	10,3	0,66	32,0
Длина листа, см	10,7	0,61	28,5
Ширина листа, см	0,5	0,01	14,1
Кол-во зонтиков I порядка, шт.	1,0	0,0	0,0
Диаметр зонтика I порядка, см	4,0	0,07	8,7
Кол-во зонтичков в зонтике I порядка, шт.	10,3	0,3	15,4
Диаметр зонтичков в зонтике I порядка, см	0,7	0,02	15,9
Кол-во цветков в зонтичке I порядка, шт.	14,1	0,45	15,9
Кол-во зонтиков II порядка, шт.	1,7	0,32	97,8
Диаметр зонтика II порядка, см	1,6	0,04	9,6
Кол-во зонтичков в зонтике II порядка, шт.	8,3	0,37	16,7
Диаметр зонтичков в зонтике II порядка, см	0,4	0,02	21,2
Кол-во цветков в зонтичке II порядка, шт.	8,3	0,35	16,0

В данной ЦП наблюдается нормальное варьирование всех признаков. Количественные признаки более вариабельны, чем метрические. Из метрических самые стабильные – высота генеративного побега, диаметр зонтика II порядка.

Таким образом, по результатам исследований морфометрических параметров все изученные растения невысокие – от 14 до 40 см, образуют от 1 до

10 генеративных побегов с числом цветков от 3 до 37 шт. Для большинства показателей характерно нормальное варьирование.

### Заключение

По результатам исследований эколого-биологических особенностей четырех редких горно-скальных видов (*P. sibirica*, *S. sibirica*, *A. biarmiense*, *B. multinerve*) проведен анализ современного состояния их природных ценопопуляций в северной части Зауралья Республики Башкортостан. Преобладающим типом растительности местообитаний видов являются петрофитные и горные степи с высокой долей каменистости почвы. Изученные ЦП относятся к нормальным неполночленным, наиболее типично отсутствие в спектре ювенильных, имматурных и сенильных особей, а пик приходится на среднегенеративные особи. ЦП *S. sibirica* относятся к зрелым, ЦП *P. sibirica* и *A. biarmiense* северной оконечности хр. Куркак – к молодым, ЦП *A. biarmiense* (гора Куркак) и *B. multinerve* – к зреющим. Индекс восстановления в ЦП *S. sibirica*, *B. multinerve*, *A. biarmiense* (гора Куркак) невысокие (менее 1,0), а в ЦП *P. sibirica* и *A. biarmiense* на северной оконечности горы Куркак процессы возобновления достаточно хорошие (1,22–6,21). В целом исследованные популяции редких видов находятся в удовлетворительном и хорошем состоянии, о чем свидетельствуют плотность и структура их популяций.

### Литература

1. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л., 1950. Вып. 6. С. 7–204.
2. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–34.
3. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М. и др. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. С. 14–43.
4. Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1994. 22 с.
5. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 224 с.
6. Красная книга Республики Башкортостан : в 2 т. Т. 1 : Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук, проф. Б.Н. Миркиной. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа : МедиаПринт, 2011. 384 с.
7. Определитель высших растений Башкирской АССР / Алексеев Ю.Е., Алексеев Е.Б., Габбасов К.К. и др. М. : Наука, 1988. 316 с.
8. Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х., Хабиров И.К. и др. Почвы Башкортостана. Уфа : Гилем, 1995. 383 с.
9. Мукатанов А.Х. Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа). Уфа : УНЦ РАН, 1994. 33 с.
10. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале. М. : Наука, 1987. 203 с.
11. Нухимовский Е.Л. Основы морфологии семенных растений. Т. 1 : Теория организации биоморф. М. : Недра, 1997. 630 с.

12. Нухимовский Е.Л. Основы биоморфологии семенных растений. Т. 2 : Габитус и формы роста в организации биоморф. М. : Оверлей, 2002. 859 с.
13. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М. : Наука, 1978. 212 с.
14. Жукова Л.А., Шестакова Э.В. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 1997. С. 3–20.
15. Ценопопуляции растений: (Очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 182 с.
16. Готов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола, 1998. Ч. 1. С. 146–149.
17. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
18. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Труды Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж, 1962. Вып. 7. 602 с.
19. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М. : Наука, 1991. 184 с.
20. Лакин Г.Ф. Биометрия. М. : Высш. шк., 1980. 293 с.

*Поступила в редакцию 09.04.2013 г.*

**Tomsk State University Journal of Biology. 2013. № 2 (22). P. 70–83**

**Olga A. Karimova, Oleg Yu. Zhigunov, Yaroslav M. Golovanov, Larisa M. Abramova**

*Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Centre of the  
Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia*

#### **CHARACTERISTICS OF COENOPOPULATIONS OF RARE MOUNTAIN AND ROCKY SPECIES IN TRANS-URALS OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC**

*The results of studying ecological and biological features of four rare mountain and rocky species (*Patrinia sibirica* (L.) Juss., *Sophianthe sibirica* (L.) Tzvel., *Anemonastrum biarmense* (Juz.) Holub and *Bupleurum multinerve* DC.) in the northern part of the Trans-Urals of the Bashkortostan Republic and the analysis of a modern state of natural coenopopulations (CP) of these species are presented. The studied species of Asian origin in the Trans-Urals are on the western border of distribution, and for endemics of the Urals *Anemonastrum biarmense* here passes the southern limit of the area. The estimation of a phytocoenotic habitat of the coenopopulation has been carried out, a prevailing type of vegetation of habitats of species are rocky and mountain steppes with a high share of stoniness of the soil. The studied CP belongs to a normal uncompleted term. The centered spectrum is formed in CP *Anemonastrum biarmense* (mountain Kurkak) and *Bupleurum multinerve*, *Sophianthe sibirica* where the peak is necessary on generative individuals; left-side in CP *Anemonastrum biarmense* on the northern extremity of Kurkak range and a bimodal spectrum in CP *Patrinia sibirica*. The absence of juvenile in a spectrum and immature and senile individuals are most typical, and the peak is necessary on middle-generative individuals. CP *Sophianthe sibirica* belongs to mature, CP *Patrinia sibirica* and *Anemonastrum biarmense* of the northern extremity of Kurkak range – to young, CP *Anemonastrum biarmense* (mountain Kurkak) and *Bupleurum multinerve* – to maturing. The comparison of indexes of restoration and aging, reflecting dynamic processes of coenopopulations, has*

been carried out. Restoration index in CP *Sophianthe sibirica*, *Bupleurum multinerve*, *Anemonastrum biarmiense* (Kurkak) is low (less than 1.0), and in CP *Patrinia sibirica* and *Anemonastrum biarmiense* on the northern extremity of Kurkak range renewal processes are rather good (1.22–6.21). According to the results of researches of morphometric parameters, all studied plants are low – from 14 to 40 cm and form from 1 to 10 generative escapes, with the number of flowers from 3 to 37 pieces. For the majority of parameters a normal variation is characteristic. The studied populations of rare species are in a satisfactory and good state, which is proved by the density and structure of their populations.

**Key words:** a rare species; coenopopulation; age states; morphometric parameters; phytocoenotic habitat.

Received April 9, 2013