

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 Иремель, 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 Иремель, 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 м².

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 (g₁), средние генеративные (g₂), старые генеративные (g₃). 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_в – индекс восстановления [5], I_{ст} – 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., *Atragene 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>g₁</i> | <i>g₂</i> | <i>g₃</i> | <i>ss</i> | Δ | ω | 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 | Зрелая | 0,14 | 0,24 |
| ЦП 6 | 0,9 | 0,9 | 4,8 | 38,1 | 40,9 | 13,3 | 0,9 | 0,42 | 0,84 | Зрелая | 0,07 | 0,12 |

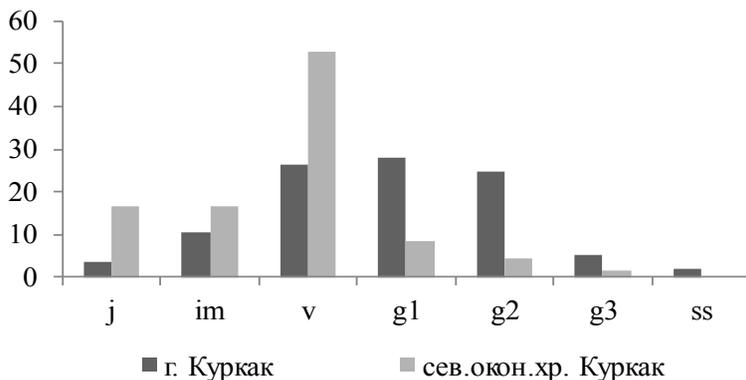


Рис. 1. Онтогенетические спектры в ценопопуляциях *A. biarmiensis*.
По оси абсцисс – онтогенетическое состояние; по оси ординат – доля особей данного онтогенетического состояния, %

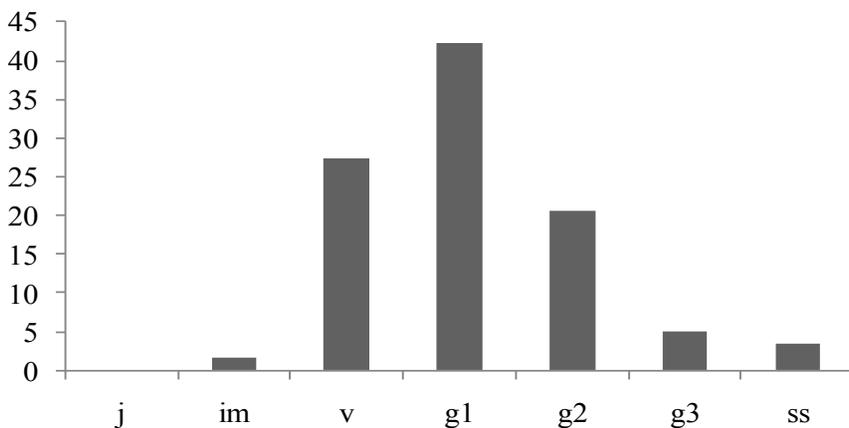


Рис. 2. Онтогенетический спектр *B. multinerve*

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%).

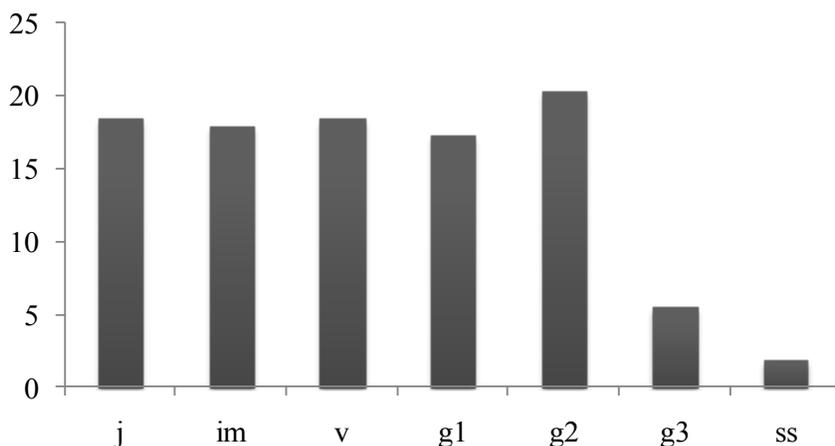


Рис. 3. Онтогенетический спектр *P. sibirica*

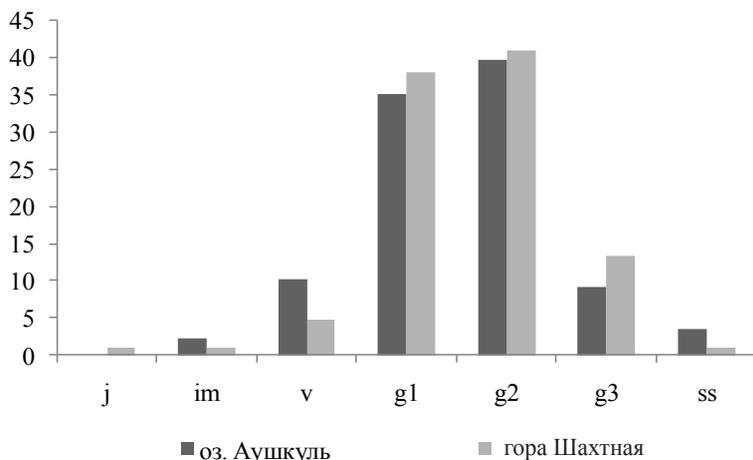


Рис. 4. Онтогенетические спектры в ценопопуляциях *S. sibirica*

В ЦП пагиринии 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 (Δ) и эффективности (ω), 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./м². 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./м², и ЦП ветреницы пермской на северной оконечности хр. Куркак ($\Delta = 0,13$; $\omega = 0,38$), плотность – от 2,3 до 7,1 экз./м². 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./м².

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 _v , % |
| 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 _v , % | М | ±м | C _v , % |
| 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 _v , % | М | ±м | C _v , % |
| 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 _v , % |
| 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. Миркина. 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