

## БОТАНИКА

УДК 582.977:574.3

doi: 10.17223/19988591/31/3

**О.А. Каримова, А.Н. Мустафина, Л.М. Абрамова**

*Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия*

### **Современное состояние и виталитетная структура природных популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. на Южном Урале**

*С использованием морфометрических методов проанализировано состояние 16 ценопопуляций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult., находящегося в Республике Башкортостан на северной и восточной границе ареала. Проведенный дисперсионный анализ показал статистически значимое влияние фактора условий экотопа (включая антропогенное нарушение) на все изученные признаки растений (уровень факторизации составил от 15 до 53%,  $p < 0,001$ ). По большинству параметров как вегетативной, так и генеративной сфер лидирует ценопопуляция 4, находящаяся на ненарушенном склоне шихана, где, по-видимому, формируются наиболее благоприятные условия произрастания растений. Минимальные значения по всем параметрам отмечены в ценопопуляции 2, сильно нарушенной выпасом скота. В девяти цветущих ценопопуляциях отмечено преобладание особей высшего класса, они приурочены к ненарушенным или слабо нарушенным местообитаниям, остальные ценопопуляции отнесены к депрессивным.*

**Ключевые слова:** *Cephalaria uralensis*; редкий вид; Южный Урал; ценопопуляция; морфометрические параметры; виталитет.

#### **Введение**

Изучение редких видов растений на границах их распространения – важная и актуальная задача современной ботаники и охраны растений. Окраинные популяции в силу специфических особенностей (географическая изоляция, ограниченные условия для произрастания, гибридогенные процессы и т.д.), как правило, обладают своеобразием структуры, внутренней организации и экологии, а также морфологии и генетики особей [1, 2]. При работе с редкими видами растений морфометрические методы являются одним из основных способов получения репрезентативного объема данных об особях растений и состоянии конкретных популяций, произрастающих в разных экологических условиях и находящихся под разной степенью антропогенного воздействия. В последние годы мы проводим исследования особенно-

стей организации популяций малоизученных редких видов Южного Урала (в пределах Республики Башкортостан и прилегающих к этой территории сопредельных областях). В результате исследований оценивается состояние вида в регионе и составляются рекомендации по совершенствованию его охраны [3–8].

К редким видам в Республике Башкортостан (РБ) принадлежит *Cephalaria uralensis* (головчатка уральская) – малоизученный вид, находящийся на северной и восточной окраине ареала. Включен в «Красную книгу РБ» [9], где отнесен к категории III – редкий вид, также включен в Красный список МСОП (R) [10], красные книги Самарской области [11], охраняется в Саратовской области [12], нуждается в особом контроле за состоянием в Ульяновской области [13]. Субэндем степной зоны Восточной Европы, распространенный в Восточной Европе (юг), на Кавказе (север), в Западной Сибири (юго-запад). В РБ известен в степной и лесостепной зонах Башкирского Предуралья. Произрастает в каменистых степях, изредка в зарослях степных кустарников. Местобитания приурочены к органогенно-щебнистым и маломощным, часто эродированным, черноземовидным, хрящеватым почвам; предпочитает карбонатные породы (известняки, гипсы и пр.) [9].

Цель работы – изучение морфометрических параметров и выявление виталитетной структуры ценопопуляций (ЦП) *Cephalaria uralensis* в Республике Башкортостан.

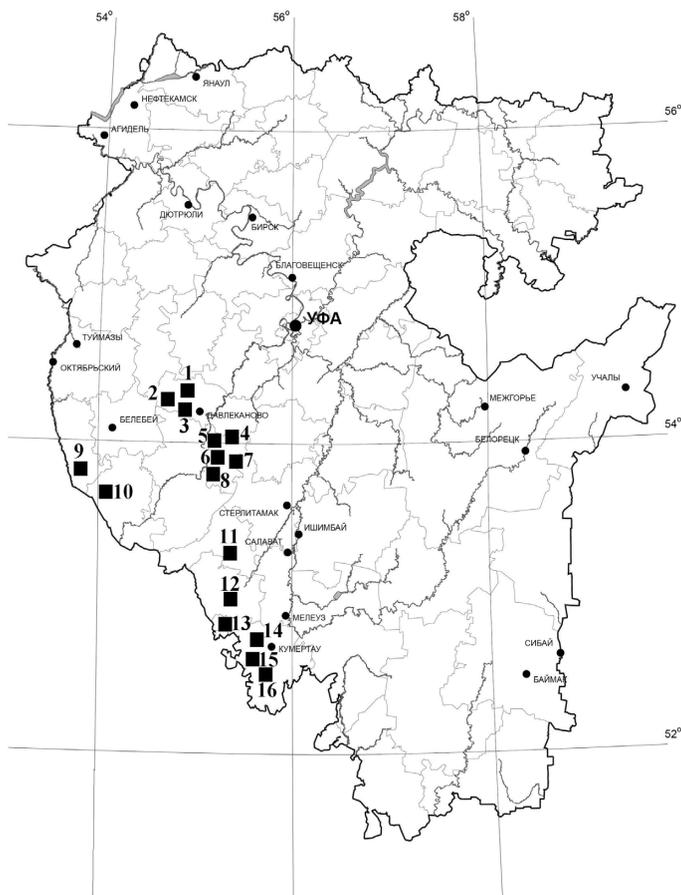
### Материалы и методики исследования

*Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. – многолетнее стержнекорневое травянистое растение семейства Dipsacaceae, 20–90 см высотой. Стебель в нижней части округлый, покрытый оттопыренными волосками, в верхней части ребристый, почти голый. Прикорневые листья редко цельные, ланцетные или продолговатые; стеблевые перисто-надрезанные, доли верхних листьев почти линейные, с обеих сторон щетинистые. Головки шаровидные, на длинных ножках. Цветки бледно-желтые. Плод – опушенная 4-гнездная ребристая семянка [9].

В 2014 г. проведено обследование степной зоны Предуралья РБ на территории 8 административных районов республики, в общей сложности на протяжении свыше 300 км. Для выполнения цели исследования заложена географическая трансекта от самого северного местонахождения вида в Предуралье (Давлекановский р-н) до юга Куюргазинского р-на РБ. В результате выявлены и изучены 16 ценопопуляций *C. uralensis*. Название ценопопуляций (ЦП) давалось по ближайшему к ней населенному пункту или географическому объекту (рис. 1).

Изучение морфометрии в природных условиях проводилось согласно методу В.Н. Голубева [14] на 25 среднегенеративных особях во всех 16 популяциях *C. uralensis*. Наблюдения и измерения проводились в фазе цветения,

при этом учитывались следующие параметры: число генеративных побегов на 1 растение, шт., – Ngs; число вегетативных побегов на 1 растение, шт., – Nvs; высота генеративного побега, см, – h; диаметр стебля, см, – d; число листьев на одном генеративном побеге, шт., – NI; длина листа, см, – LI; ширина листа, см, – SI; число корзинок на один побег, шт., – Ni; диаметр соцветия, см, – di; длина цветка, см, – Lfi; ширина цветка, см, – Sfi. Статистический анализ проведен в MS Excel 2010 и с помощью пакета статистических программ StatSoft STATISTICA 6.0 с использованием стандартных показателей [15–17].



**Рис. 1.** Схема расположения ценопопуляций *Cephalaria uralensis* на территории Республики Башкортостан  
 [Fig. 1. The scheme of disposition of *Cephalaria uralensis* cenopopulations in the Republic of Bashkortostan]

Методика оценки виталитетного состава основана на дифференциации растений одного онтогенетического состояния на классы виталитета. В качестве объектов виталитетного анализа использовались растения

средневозрастного генеративного онтогенетического состояния, которое в наибольшей степени влияет на самоподдержание ценопопуляции. Предварительно проведены факторный и корреляционный анализы, которые позволили выделить среди биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков. Для обработки полученных данных составлены виталитетные спектры, отражающие соотношения растений высшего (*a*), промежуточного (*b*) и низшего (*c*) классов виталитета [18], а также определены индекс качества ценопопуляции и виталитетные типы – процветающие, равновесные, депрессивные.

### Результаты исследования и обсуждение

Локализация изученных ценопопуляций *C. uralensis* приведена на рис. 1. Характеристика местообитаний вида и основных параметров ценопопуляций:

1 – Кирово: вершина шихана, пастбище, плотность 2,2 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

2 – Таштубе: юго-западный склон горы, подножье, уклон 1–3°, пастбище, плотность 3,9 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

3 – Уртатау: вершина горы, западный склон 20–25°, не используется, плотность 3,7 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

4 – Шишма: западный склон шихана, 10–15°, не используется, плотность 5,1 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 85%.

5 – Чураево: подножье горы, склон 15–20, сбитое пастбище, плотность 4,8 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 75%.

6 – Кипчак-Аскароро: плоская вершина холма, не используется, плотность 4,3 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 100%.

7 – Пикарская: нижняя часть северного склона горы 10–15°, пастбище, плотность 10,3 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 100%.

8 – Нарыстау: верхняя часть юго-западного склона горы 20°, сбитое пастбище, плотность 4,4 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 70%.

9 – Атамкуль: вершина южного склона горы 35°, пастбище, плотность 2,4 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 75%.

10 – Шомыртылы: вершина склона 15°, обочина дороги, пастбище, плотность 5,0 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

11 – Бахча: плоская вершина склона, обочина дороги, не используется, плотность 6,2 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 90%.

12 – Михайловка: верхняя часть юго-западного склона горы 20°, пастбище, плотность 3,5 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 70%.

13 – Юлдашево: вершина южного склона 15°, сенокос, плотность 5,0 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 85%.

14 – Лена: нижняя часть южного склона горы 15°, пастбище, плотность 4,1 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

15 – Холодный Ключ: вершина западного склона 15–20°, обочина дороги, не используется, плотность 4,2 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 80%.

16 – Молоканово: вершина холма, восточный склон 5–10°, пастбище, плотность 6,4 экз./м<sup>2</sup>, ОПП травостоя 60%.

Т а б л и ц а 1 [Table 1]

**Оценка влияния условий местообитания на морфометрические параметры *Cephalaria uralensis* в ценопопуляциях**  
[Assessment of the influence of habitat conditions on *Cephalaria uralensis* morphometric parameters in cenopopulations]

№ ЦП [№ CP]	Средние значения морфометрических параметров [Mean values of morphometric parameters]										
	Ngs	Nvs	h	d	Nl	Ll	Sl	Ni	di	Lfl	Sfl
Сила влияния фактора [Force of factor influence]	0,34	0,15	0,42	0,42	0,53	0,48	0,30	0,29	0,40	0,22	0,28
1	3,0 ±0,25	2,1 ±0,31	80,2 ±0,99	0,3 ±0,01	10,9 ±0,20	14,7 ±0,24	6,1 ±0,18	6,2 ±0,32	3,4 ±0,03	1,4 ±0,02	1,0 ±0,01
2	3,7 ±0,26	2,6 ±0,29	65,1 ±1,27	0,3 ±0,01	8,3 ±0,32	11,6 ±0,29	4,7 ±0,17	4,6 ±0,36	3,4 ±0,04	1,4 ±0,02	1,0 ±0,02
3	5,7 ±0,42	3,4 ±0,45	74,0 ±1,35	0,3 ±0,01	11,2 ±0,23	14,3 ±0,24	5,0 ±0,16	5,5 ±0,33	3,2 ±0,03	1,4 ±0,03	1,0 ±0,03
4	6,1 ±0,41	3,0 ±0,34	90,1 ±1,71	0,4 ±0,01	12,4 ±0,16	17,5 ±0,32	6,3 ±0,19	6,1 ±0,35	3,5 ±0,02	1,6 ±0,02	1,1 ±0,01
5	3,4 ±0,34	2,4 ±0,28	72,4 ±1,26	0,3 ±0,01	12,0 ±0,20	13,1 ±0,39	5,4 ±0,19	4,4 ±0,24	3,5 ±0,02	1,4 ±0,02	1,1 ±0,02
6	2,5 ±0,12	2,4 ±0,28	85,9 ±1,15	0,3 ±0,01	12,6 ±0,18	16,3 ±0,23	4,9 ±0,10	4,0 ±0,27	3,4 ±0,04	1,5 ±0,03	1,0 ±0,02
7	6,2 ±0,46	3,2 ±0,19	84,4 ±1,87	0,4 ±0,01	11,7 ±0,19	15,5 ±0,28	6,3 ±0,19	6,2 ±0,37	3,6 ±0,02	1,5 ±0,02	1,2 ±0,02
8	4,5 ±0,34	2,2 ±0,23	65,7 ±1,84	0,3 ±0,01	10,7 ±0,23	12,8 ±0,40	5,7 ±0,16	5,2 ±0,36	3,2 ±0,03	1,3 ±0,03	1,0 ±0,02
9	3,1 ±0,35	1,1 ±0,19	69,4 ±2,31	0,3 ±0,01	10,6 ±0,25	13,5 ±0,57	5,2 ±0,24	4,9 ±0,29	43,3 ±0,04	1,5 ±0,02	1,1 ±0,02
10	2,6 ±0,16	2,6 ±0,35	72,4 ±2,10	0,3 ±0,01	11,5 ±0,27	14,8 ±0,19	5,4 ±0,13	5,7 ±0,36	3,3 ±0,05	1,5 ±0,03	1,1 ±0,02
11	3,8 ±0,32	2,0 ±0,19	83,2 ±1,85	0,4 ±0,01	12,3 ±0,15	16,7 ±0,34	6,5 ±0,21	7,6 ±0,46	3,5 ±0,03	1,5 ±0,02	1,1 ±0,02
12	3,0 ±0,28	1,4 ±0,18	77,4 ±2,00	0,3 ±0,01	11,8 ±0,16	14,9 ±0,30	5,2 ±0,16	4,8 ±0,39	3,3 ±0,03	1,5 ±0,01	1,1 ±0,02
13	3,3 ±0,19	1,9 ±0,15	80,8 ±0,94	0,3 ±0,01	12,2 ±0,11	16,1 ±0,20	6,4 ±0,13	7,0 ±0,35	3,5 ±0,02	1,4 ±0,02	1,0 ±0,02
14	3,9 ±0,28	1,6 ±0,22	78,6 ±1,47	0,3 ±0,01	12,1 ±0,08	16,0 ±0,27	6,0 ±0,15	6,4 ±0,28	3,4 ±0,03	1,4 ±0,02	1,1 ±0,02
15	3,9 ±0,31	2,4 ±0,23	74,3 ±1,89	0,3 ±0,01	11,9 ±0,22	15,0 ±0,36	6,2 ±0,17	6,0 ±0,54	3,4 ±0,02	1,5 ±0,02	1,0 ±0,02
16	4,9 ±0,39	2,0 ±0,18	74,6 ±1,50	0,3 ±0,01	13,2 ±0,20	14,7 ±0,23	6,1 ±0,13	8,7 ±0,49	3,5 ±0,03	1,5 ±0,01	1,2 ±0,01

Общая плотность в ЦП *C. uralensis* варьирует от 2,2 до 10,3 экз./м<sup>2</sup>. Максимальные значения показателей плотности имеет ЦП 7, высокие значения отмечены также в ЦП 11 и 16. Минимальные значения плотности отмечены в ЦП 1 и 9, расположенных на вершинах шиханов с высокой пастбищной нагрузкой на травостой.

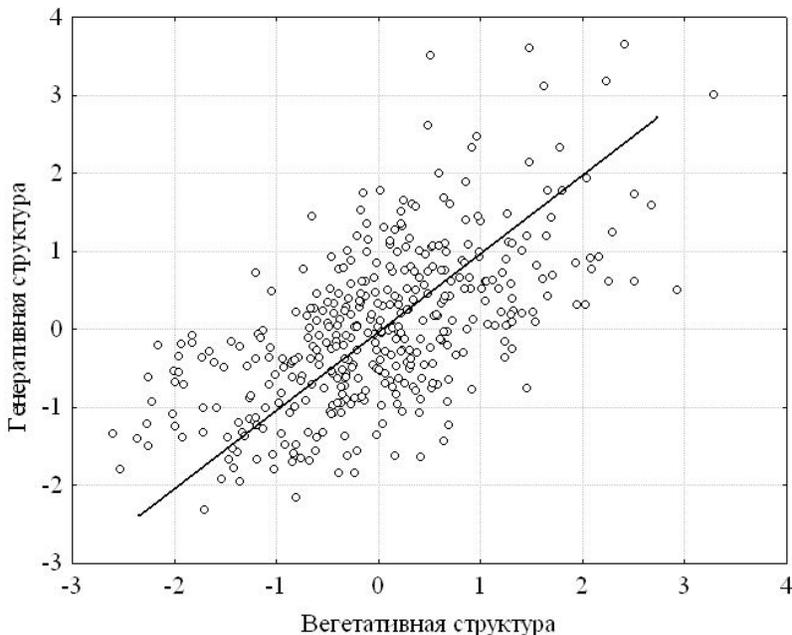
Результаты изучения морфометрических параметров в 16 ценопопуляциях *C. uralensis* представлены в табл. 1. По большинству параметров как вегетативной, так и генеративной сфер лидирует ЦП 4, находящаяся на ненарушенном склоне шихана в Давлекановском районе РБ, где, по-видимому, формируются наиболее благоприятные условия произрастания растений. Также высокие значения параметров имеют ЦП 6, 7 и 11, произрастающие на слабо нарушенных склонах. Минимальные значения по всем параметрам отмечены в ЦП 2, сильно нарушенной выпасом скота.

Оценка межпопуляционных различий методом дисперсионного анализа показала статистически значимое влияние условий экотопа конкретной ЦП на все изученные признаки растений ( $p < 0,001$ ). Уровень факторизации составляет от 15 до 53%. В целом показатель силы влияния исследуемого фактора не очень высок, что свидетельствует о схожести условий местообитания вида и значимости для данного вида других, не выявленных нами факторов. Изучаемый фактор в наибольшей степени оказывает влияние на количество листьев и длину листа.

Для выявления зависимости развития генеративных частей растений *C. uralensis* от сформированности вегетативных органов проведен канонический корреляционный анализ (рис. 2).

Результаты анализа выявили, что коэффициент канонической корреляции  $R$  между вегетативными и генеративными структурами равен 0,635 и имеет 100%-ную статистическую значимость ( $p = 0,000000$ ). Он показывает, что развитие генеративных органов в значительной степени зависит от развития вегетативных структур. Сильные положительные корреляционные связи наблюдаются между шириной листа и числом корзинок на один побег (ЦП 2  $r = 0,73$ , ЦП 11  $r = 0,74$ ), шириной листа и высотой генеративного побега (ЦП 6  $r = 0,70$ , ЦП 9  $r = 0,85$ ), шириной листа и длиной цветка (ЦП 6  $r = 0,75$ ), длиной листа и высотой генеративного побега (ЦП 9  $r = 0,88$ ). Большое число сильных положительных корреляционных связей выявлено в ЦП 6 и 11. Это может свидетельствовать о стабильном генотипе вида в данных популяциях. Популяции расположены на неиспользуемых участках с благоприятными условиями для произрастания вида. Анализ эллипсов рассеивания между параметрами вегетативной и генеративной сфер показал, что не все точки группируются вдоль главной диагонали. Во многих ЦП обнаружены средние связи между признаками. В малочисленных ЦП 10, 15, 16 отмечены слабые корреляционные связи. Эти ЦП расположены на пастбищных или сенокосных участках. В ценопопуляциях практически отсутствовала отрицательная корреляция между вегетативными и генеративными

частями растений. Отрицательные связи выявлены только в ЦП 7 – между длиной цветка и шириной листа ( $r = -0,70$ ) и длиной цветка и числом листьев ( $r = -0,60$ ).



**Рис. 2.** Скоррелированность вегетативной и генеративной структуры у особей *Cephalaria uralensis*

[Fig. 2. Correlation of the vegetative and generative structure in *Cephalaria uralensis* individuals. On the ordinate axis - Generative structure; on the abscissa axis - Vegetative structure]

Таким образом, под влиянием внешних воздействий и в результате изменений генотипической основы наряду с изменениями значений отдельных признаков могут происходить разнообразные преобразования системных взаимосвязей между этими признаками. Важный показатель для оценки состояний ценопопуляций – виталитет, это характеристика жизненного состояния особей растений, выполняемая с опорой на морфометрические параметры, оценивающие рост, продукцию растений [18]. Виталитетная структура является важной характеристикой, отражающей гетерогенность жизнестойкости особей в пределах определенной возрастной группы, и в комплексе с оценкой демографической структуры является показателем напряженности конкуренции и степени адаптации растений к условиям среды.

Проведенные факторный и корреляционный анализы позволили выделить среди исследованных биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков: высота генеративного побега и ширина листа, которые в дальнейшем использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций.

Распределение особей *C. uralensis* по классам виталитета приведены в табл. 2. Жизненное состояние ЦП вида меняется в разных экотопах. В девяти ЦП отмечено преобладание особей высшего класса, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и составляет 0,36–0,5. Эти ценопопуляции приурочены к ненарушенным или слабо нарушенным местообитаниям. В условиях умеренных нарушений в ценопопуляциях сохраняется высокий уровень жизнестойкости отдельных особей. Семь исследованных ЦП отнесены к депрессивным, качество популяции составляет от 0,08 до 0,28. Наибольшая доля растений с низким виталитетом отмечена в ЦП 2 и 5 (0,84 и 0,68). Это, как правило, сбитые пастбищные сообщества. По-видимому, на фоне общего эколого-ценотического стресса, обусловленного сильной пастбищной нагрузкой, процессы роста особей *C. uralensis* значительно подавляются.

Т а б л и ц а 2 [Table 2]

**Распределение особей *Cephalaria uralensis* по классам виталитета**  
**[Distribution of *Cephalaria uralensis* individuals according to vitality classes]**

Ценопопуляция [Cenopopulation]	Относительная частота размерных классов [Relative frequency of dimensional classes]			Качество популяции, Q [Quality of population, Q]	Виталитетный тип ЦП [Vitality type of CP]
	c	b	a		
7	0	0,40	0,60	0,50	Процветающая [prospering]
4	0,04	0,32	0,64	0,48	«
1	0,04	0,40	0,56	0,48	«
6	0,04	0,84	0,12	0,48	«
13	0,12	0,16	0,72	0,44	«
11	0,16	0,32	0,52	0,42	«
16	0,16	0,60	0,24	0,42	«
15	0,24	0,36	0,40	0,38	«
14	0,28	0,20	0,52	0,36	«
12	0,44	0,44	0,12	0,28	Депрессивная [depressive]
10	0,52	0,40	0,08	0,24	«
8	0,52	0,28	0,20	0,24	«
3	0,60	0,16	0,24	0,20	«
9	0,64	0,08	0,28	0,18	«
5	0,68	0,12	0,20	0,16	«
2	0,84	0,12	0,04	0,08	«

Таким образом, виталитетный анализ головчатки уральской показал, что изученные ЦП неоднородны по своему составу. Виталитетный тип их изменяется от процветающего до депрессивного. Соотношение в популяции особей разного уровня виталитета является важной самостоятельной характеристикой, которая дает оценку уровню жизнестойкости популяции в конкретных условиях обитания и в свою очередь является индикатором качества экотопов.

### Заключение

В результате проведенных исследований с использованием количественных и метрических параметров, характеризующих общий габитус растений, проанализировано состояние 16 ЦП редкого вида *Cephalaria uralensis* Республики Башкортостан. Проведенный дисперсионный анализ показал статистически значимое влияние фактора условий экотопа (включая антропогенное нарушение) на все изученные признаки (уровень факторизации составляет от 15 до 53%,  $p < 0,001$ ). По большинству параметров как вегетативной, так и генеративной сфер лидирует ЦП 4, находящаяся на ненарушенном склоне шихана в Давлекановском районе РБ, где, по-видимому, формируются наиболее благоприятные условия произрастания растений. Минимальные значения по всем параметрам отмечены в ЦП 2, сильно нарушенной выпасом скота. В девяти процветающих ЦП отмечено преобладание особей высшего класса, эти ценопопуляции приурочены к ненарушенным или слабо нарушенным местообитаниям, остальные ЦП отнесены к депрессивным. Данные исследования возможно использовать для совершенствования охраны популяций редкого вида на территории Республики Башкортостан. В настоящее время на охраняемой территории (гора Сатыртау в Альшеевском районе РБ) найдена всего одна ценопопуляция *Cephalaria uralensis* – ЦП 6, которая находится в хорошем состоянии. Для охраны вида следует рекомендовать по крайней мере еще одно местонахождение вида (ЦП 4) в окрестностях д. Шишма, где имеется несколько небольших шиханов, на которых произрастает изучаемый вид. Данная ЦП отличается высокими значениями параметров особей вида и жизненностью.

### Литература

1. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций // Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. М. : Наука, 1977. С. 8–20.
2. Работнов Т.А. Изучение ценологических популяций в целях выяснения стратегии жизни видов растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80, вып. 2. С. 5–17.
3. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Андреева И.З. Структура и состояние ценопопуляций *Althaea officinalis* (Malvaceae) на Юге Предуралья (Республика Башкортостан) // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46, № 4. С. 47–54.
4. Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Андреева И.З. Современное состояние и структура природных популяций *Dictamnus gymnostylis* Stev. на Южном Урале // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2011. Т. 116, № 5. С. 32–38.
5. Каримова О.А., Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Характеристика ценопопуляции и особенности биологии *Thermopsis schischkinii* (Fabaceae) на Южном Урале // Растительные ресурсы. 2012. Т. 48, № 4. С. 518–530.
6. Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Современное состояние и виталитетная структура природных популяций редкого вида *Dictamnus gymnostylis* Stev. на Южном Урале // Изв. Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1(7). С. 1796–1798.
7. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Андреева И.З. К экологии и биологии *Althaea officinalis* L. (Malvaceae) на северной границе ареала (Республика Башкортостан) // Сибирский экологический журнал. 2013. Т. 20, № 4. С. 551–563.

8. Каримова О.А., Жигунов О.Ю., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Характеристика ценопопуляций редких горно-скальных видов в Зауралье Республики Башкортостан // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 2 (22). С. 70–83.
9. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. Б.М. Миркина. Уфа : МедиаПринт, 2011. 384 с.
10. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения) / под ред. В.Е. Присяжнюк. М., 2004 (2005). 352 с.
11. Красная книга Самарской области. Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и грибов / под ред. Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2007. 372 с.
12. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / под ред. Г.В. Шляхтина. Саратов : Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
13. Красная книга Ульяновской области. Т. 2 (растения) / науч. ред. Е.А. Артемьева, О.В. Бородина, М.А. Королькова, Н.С. Ракова. Ульяновск : Артишок, 2008. 508 с.
14. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж, 1962. Вып. 7. 602 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. М. : Наука, 1990. 296 с.
17. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.
18. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: учеб.-метод. пособие. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.

Поступила 11.02. 2015 г.; повторно 25.05.2015 г.; принята 03.09.2015 г.

**Авторский коллектив:**

**Каримова Ольга Александровна** – канд. биол. наук, с.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук» (г. Уфа, Россия).

E-mail: [karimova07@yandex.ru](mailto:karimova07@yandex.ru)

**Мустафина Альфия Науфалевна** – канд. биол. наук, лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук» (г. Уфа, Россия).

E-mail: [alfverta@mail.ru](mailto:alfverta@mail.ru)

**Абрамова Лариса Михайловна** – д-р биол. наук, профессор, зав. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук» (г. Уфа, Россия).

E-mail: [abramova.lm@mail.ru](mailto:abramova.lm@mail.ru)

Karimova OA, Mustafina AN, Abramova LM. Modern state and vital structure of natural populations of *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. rare species in the South Urals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2015;3(31):27-39. doi: 10.17223/19988591/31/3. In Russian, English summary

Olga A. Karimova, Alfiya N. Mustafina, Larisa M. Abramova

Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

**Modern state and vital structure of natural populations  
of *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult.  
rare species in the South Urals**

Studying rare species of plants on the borders of their distribution is an important and relevant problem of modern botany and plant protection. During the work with rare species of plants which grow under different ecological conditions and are under different extent of anthropogenic influence, morphometric methods are one of the main ways of obtaining representative volume of data about individual plants and the state of particular populations. *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. belongs to rare species in the Bashkortostan Republic, a poorly studied species which is found on the northern and near eastern frontier of the area in the Bashkortostan Republic. This species is included in “The Red List of the Bashkortostan Republic” where it is referred to category III - rare species. The aim of our work was to study morphometric parameters and identify the vitality structure of *Cephalaria uralensis* cenopopulations in the Bashkortostan Republic. In 2014, we investigated the steppe zone of the Cis-Urals in the Bashkortostan Republic on the territory of 8 administrative regions of the republic. As a result, we revealed and examined 16 cenopopulations. We studied the morphometry and vitality composition in nature by standard techniques on 25 middle-generative individuals. Also factorial and correlation analyses were carried out. The general density in cenopopulations of *Cephalaria uralensis* varies from 2.2 to 10.3 ind./m<sup>2</sup>. The cenopopulation 7 has the maximum values of density indicators, high values are noted also in cenopopulations 11 and 16. The minimum values of density are noted in cenopopulations 1 and 9. In the majority of morphometric parameters the cenopopulation 4 is in the lead, where optimum conditions of plant growth are created. Also, cenopopulations 6, 7 and 11 growing on poorly broken slopes have high values of parameters. The minimum values are in all respects noted in cenopopulation 2, strongly broken by a cattle pasture. The assessment of interpopulation distinctions by method of dispersive analysis showed statistically significant influence of conditions of ecotope of concrete cenopopulation on all studied signs of plants ( $p < 0.001$ ). Level of factorization makes from 15% to 53%. The results of canonical analysis revealed that the coefficient of canonical correlation between vegetative and generative structures is equal 0.635 and has 100% reliability ( $p = 0.000000$ ). It shows that the development of generative bodies depends on the development of vegetative structures. The vital state of *Cephalaria uralensis* cenopopulations changes in different ecotopes. In nine cenopopulations the prevalence of individuals of the highest class is noted, and they are referred to the prospering category, these cenopopulations are associated with undisturbed or poorly broken habitats. The index of quality of cenopopulations makes 0.38-0.5. Other cenopopulations are considered depressive, the quality of population makes from 0.1 to 0.3. These are, as a rule, brought-down pasturable communities. Apparently, with the general eco-coenotic stress caused by strong pasturable loading, the growth processes of *Cephalaria uralensis* individuals are considerably suppressed. The research data could be used for improving protection of rare species populations on the territory of the Bashkortostan Republic.

*The article contains 2 Figures, 2 Tables, 18 References.*

**Key words:** *Cephalaria uralensis*; rare species; the South Urals; cenopopulation; morphometric parameters; vitality.

### References

1. Uranov AA. Voprosy izucheniya struktury fitotsenozov i vidovykh tsenopopulyatsiy [Questions of studying phytocenoses structure and species cenopopulations]. In: *Tsenopopulyatsii rasteniy. Razvitie i vzaimootnosheniya* [Plant cenopopulations. Development and relationship]. Moscow: Nauka Publ.; 1977. pp. 8-20. In Russian
2. Rabotnov TA. Izuchenie tsenoticheskikh populyatsiy v tselyakh vyyasneniya strategii zhizni vidov rasteniy [Studying cenotic populations for clarifying plant species life strategy]. *Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody. Otdel Biologicheskii*. 1975;80(3):5-17. In Russian
3. Abramova LM, Karimova OA, Andreeva IZ. Structure and state of cenopopulations of *Althaea officinalis* (Malvaceae) in the south of the Cis-Urals (Bashkortostan Republic). *Rastitel'nye resursy*. 2010;46(4):47-54. In Russian
4. Abramova LM, Mustafina AN, Andreeva IZ. Modern state and structure of natural populations of *Dictamnus gymnostylis* Stev. in the South Urals. *Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody. Otdel Biologicheskii*. 2011;116(5):32-38. In Russian
5. Karimova OA, Abramova LM, Golovanov YaM. The characteristic of cenopopulation and feature of biology of *Thermopsis schischkinii* (Fabaceae) in the South Urals. *Rastitel'nye resursy*. 2012;48(4):518-530. In Russian
6. Mustafina AN, Abramova LM. Modern state and vitality structure of natural populations of a rare species *Dictamnus gymnostylis* Stev. in the South Urals. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2012;14(1-7):1796-1798. In Russian
7. Abramova LM, Karimova OA, Andreeva IZ. On the ecology and biology of *Althaea officinalis* L. (Malvaceae) at the northern border of its range (Republic of Bashkortostan). *Contemporary Problems of Ecology*. 2013;6(4):415-425.
8. Karimova OA, Zhigunov OYu, Golovanov YaM, Abramova LM. Characteristic of cenopopulations of rare mountain and rocky species in Trans-Urals of Bashkortostan Republic]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2013;2(22):70-83. In Russian, English summary
9. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. T. 1: Rasteniya i griby [The Red List of the Bashkortostan Republic. Vol.1: Plants and fungi]. Mirkin BM, editor. Ufa: MediaPrint Publ.; 2011. 384 p. In Russian
10. Red List of Rare and Endangered Animals and Plants, which Particularly Protected in Russia. Part 3.1. Seminal plants. - Red Data Book Laboratory of All-Russian Research Institute of Nature Protection. Prisyazhnyuk VE, editor. Moscow; 2004(2005). 352 p. In Russian
11. Krasnaya kniga Samarskoy oblasti. T. 1: Redkie vidy rasteniy, lishaynikov i gribov [The Red List of Samara region. Vol. 1: Rare species of plants, lichens and fungi]. Rozenberg GS, Saksonov SV, editors. Tol'yatti: IEVB RAN Publ.; 2007. 372 p. In Russian
12. Krasnaya kniga Saratovskoy oblasti: Griby. Lishayniki. Rasteniya. Zhivotnye [The Red List of Saratov region: Fungi. Lichens. Plants. Animals]. Shlyakhtin GV, editor. Saratov: Izd-vo Torgovo-promyshlennoy palaty Publ.; 2006. 528 p. In Russian
13. Krasnaya kniga Ul'yanskoyskoy oblasti. T. 2. (Rasteniya) [Red List of Ulyanovsk region. Vol. 2. (Plants)]. Artem'eva EA, Borodina OV, Korol'kova MA, Rakova NS, editors. Ul'yanskovsk: Artishok Publ.; 2008. 508 p. In Russian
14. Golubev VN. Osnovy biomorfologii travyanistykh rasteniy tsentral'noy lesostepi [Fundamentals of biomorphology of grassy plants of central forest-steppe]. In: *Trydi Tsentral'no-chernozemnogo zapovednika im. VV Alekhina – Proceedings of VV Alekhin Central Chernozem Reserve*. Voronezh: Voronezh University Publ.; 1962;7:602 p. In Russian

15. Dospekhov BA. Metodika polevogo opyta [Method of field experience]. Moscow: Agropromizdat Publ.; 1985. 351 p. In Russian
16. Zaytsev GN. Matematika v eksperimental'noy biologii [Mathematics in experimental biology]. Moscow: Nauka Publ.; 1990. 296 p. In Russian
17. Zaytsev GN. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka Publ.; 1984. 424 p. In Russian
18. Zlobin YuA. Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy rasteniy: ucheb.-metod. posobie [Principles and methods of studying cenotic populations of plants: study guide]. Kazan': Kazan State University Publ.; 1989. 146 p. In Russian

*Received 11 February 2015:*

*Revised 25 May 2015;*

*Accepted 3 September 2015*

**Authors info:**

**Karimova Olga A**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Wild-Growing Flora and Introduction of Grassy Plants, Federal State Budgetary Institution of Science Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleev Str., Ufa 450080, Russian Federation.

E-mail: [karimova07@yandex.ru](mailto:karimova07@yandex.ru)

**Mustafina Alfiya N**, Cand. Sci. (Biol.), Junior Research, Laboratory of Wild-Growing Flora and Introduction of Grassy Plants, Federal State Budgetary Institution of Science Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleev Str., Ufa 450080, Russian Federation.

E-mail: [alfverta@mail.ru](mailto:alfverta@mail.ru)

**Abramova Larisa M**, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of Laboratory of Wild-Growing Flora and Introduction of Grassy Plants, Federal State Budgetary Institution of Science Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleev Str., Ufa 450080, Russian Federation.

E-mail: [abramova.lm@mail.ru](mailto:abramova.lm@mail.ru)