

БОТАНИКА

УДК 582.736: 574.3

doi: 10.17223/19988591/35/3

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

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

Современное состояние природных популяций редкого вида *Medicago cancellata* Vieb. в Республике Башкортостан

Приведены результаты изучения пяти природных ценопопуляций редкого вида *Medicago cancellata* Vieb., находящегося в Республике Башкортостан на северной границе ареала. Изучены демографическая структура, морфометрические параметры и жизненное состояние особей. Большинство исследованных ценопопуляций *M. cancellata* отличаются невысокой плотностью (2,2–5,8 экз./м²). Изученные ценопопуляции относятся к нормальным неполночленным, пик приходится на среднегенеративные особи. По классификации «дельта–омега» зрелыми являются 4 ценопопуляции, 1 – стареющая. По большинству морфометрических показателей лидирует популяция на горе Сузактау, минимальные значения по всем параметрам отмечены в популяции возле д. Альшево. Значения квадратов расстояний Махаланобиса между ценопопуляциями показали, что наибольшее расстояние между ценопопуляциями 1–3, 1–4; наименьшее – между ценопопуляциями 1–2, 4–5. Проведенный виталитетный анализ позволил выявить, что две ценопопуляции – процветающие, три ценопопуляции – депрессивные.

Ключевые слова: ценопопуляция; морфометрические параметры; изменчивость; виталитет.

Введение

Изучение редких видов растений на границах их распространения – важная и актуальная задача современной ботаники, экологии 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]. В то же время эти популяции могут находиться в условиях двойного стресса – наряду с не оптимальными для них условиями местообитаний на краю ареала может наблюдаться и антропогенное воздействие. Поэтому виды растений на границах ареалов нередко попадают в Красные книги регионального и федерального значения.

К таким редким видам в Республике Башкортостан (РБ) относится *Medicago cancellata* Vieb. (люцерна сетчатая), малоизученный вид, находящийся

в республике на северной окраине ареала. Включен в Красную книгу МСОП (с категорией V – вид, сокращающийся в численности) [3], Красную книгу Российской Федерации (РФ) (3 – редкий вид) [4], Красную книгу РБ (2 – вид, сокращающийся в численности) [5], охраняется еще в 5 регионах РФ [3]. Редкое растение Башкирского Предуралья [6]. Эндемик Европейской России [4]. Восточноевропейский степной вид, встречающийся в Восточной Европе (степная зона) и на Кавказе. Ксерофит, петрофит, кальцефит. Произрастает в степях на открытых каменистых склонах, преимущественно на карбонатизированных пермских песчаниках и продуктах их разрушения. В РБ встречается очень редко, исключительно в песчаных степях, на вершинах эрозионных конусовидных гор-останцев, предпочитает склоны южной экспозиции. Разрастается в нарушенных степях (отсутствуют дерновинные злаки) с разреженным травостоем [5]. В РБ охраняется на территории памятников природы «Гора Сусактау» и «Гора Сатыртау» [7].

Дикорастущие виды рода *Medicago* нечасто становились объектами исследований [8–10], данные по крайне редкому в большинстве регионов России *Medicago cancellata* отсутствуют, в то же время такие сведения об этом диком родиче культурных представителей рода люцерна представляют интерес в том числе и для селекционных целей [11].

Цель работы – выявление особенностей онтогенетической структуры, морфометрических параметров и виталитетной структуры ценопопуляций (ЦП) *Medicago cancellata* в Республике Башкортостан.

Материалы и методики исследования

Medicago cancellata – многолетнее каудексообразующее травянистое растение 15–25 см высотой, утолщенный стержневой корень глубоко уходит в почву. Стебли с деревянистым основанием, многочисленные, крепкие, прямые, густо облиственные. Прилистники маленькие, шиловидные, цельные или (реже) нижние при основании 1–2-зубчатые. Листья тройчатые; листочки небольшие, голые или слегка прижато-пушистые, у нижних листьев обратно-яйцевидные, у верхних – линейно-клиновидные с выдающимися жилками, на вершине выемчатые. Соцветие густое, головчатое, состоит из 5–10 цветков. Венчик желтый, 5,5–5 мм длиной. Боб голый или слабоопушенный, улиткообразно закрученный в 2–3 оборота, 4 мм в диаметре. Цветет в июне–июле. Опыляется насекомыми. Плодоносит в августе. Размножается семенами [5].

В 2015 г. в петрофитных степях Башкирского Предуралья изучено состояние всех известных ценопопуляций *M. cancellata*. Они расположены на уникальных геолого-морфологических образованиях – 5 горах-останцах эрозионного происхождения, представляющих рефугиумы степной флоры и степных растительных сообществ в агроландшафте. Эти горы на башкирском языке носят название шиханы (холм, купол). Наиболее крупные из них с высотами 266–319 м над ур. м. (горы Ярыштау, Сусактау, Сатыртау)

активно посещаются местным населением и подвержены рекреационной нагрузке, остальные используются под пастбища. Сообщества шиханов отличаются повышенным эндемизмом и насыщенностью редкими видами, занесенными в Красные книги РФ и РБ [12].

Для оценки фитоценотической приуроченности ценопопуляций *M. cancellata* с использованием традиционных геоботанических методов [13] выполнялись геоботанические описания сообществ.

Для изучения демографической структуры и плотности ЦП в каждой из них на трансекте закладывалось 25 пробных площадок размером 1 м². Порядок заложения (линейный или шахматный) и шаг трансекты (5 или 10 м) зависели от площади, занимаемой конкретной ценопопуляцией. Определялись ведущие популяционные характеристики, такие как общая и эффективная плотность особей, онтогенетический состав.

При определении онтогенетической структуры ЦП согласно стандартным критериям [14–17] учитывались следующие онтогенетические состояния: ювенильные (j), имматурные (im), виргинильные (v), молодые генеративные (g₁), средние генеративные (g₂), старые генеративные (g₃), субсенильные (ss). На основании полученных данных построены онтогенетические спектры ЦП.

Для характеристики онтогенетической структуры ЦП применяли общепринятые демографические показатели: индекс восстановления [18], индекс старения [19]. Для оценки состояния ЦП применен критерий «дельта–омега» Л.А. Животовского [20], основанный на совместном использовании индексов возрастности (Δ) [15] и эффективности (ω) [20].

Изучение морфометрии в природных условиях проводилось согласно методу В.Н. Голубева [21] на 25 среднегенеративных особях. Наблюдения и измерения проводились в фазе цветения, при этом учитывались следующие параметры: число генеративных побегов на 1 растение, шт., – Ngs; высота генеративного побега, см, – h; диаметр стебля, см, – d; диаметр куста – dS; число листьев на одном генеративном побеге, шт., – NI; длина листа, см, – LI; ширина листа, см, – SI; длина черешка – Lls; длина соцветия, см, – Li; число цветков в соцветии, шт., – Nfl; диаметр цветка, см, – dfl.

Многомерный анализ проводили по программе StatSoft STATISTICA 6.0 для 5 выборок. В процессе дискриминантного анализа вычисляли фенотипическую дистанцию, выраженную расстоянием Махаланобиса [22, 23].

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 проведенные факторный и корреляционный анализы позволили выделить среди биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков. Для обработки полученных данных составлены виталитетные спектры, отража-

ющие соотношения растений высшего (*a*), промежуточного (*b*) и низшего (*c*) классов виталитета [24], а также определены индекс качества ценопопуляций и виталитетные типы: процветающие, равновесные, депрессивные.

Статистический анализ проведен в MS Excel 2010 с использованием стандартных показателей, рассчитаны средние арифметические значения, среднеквадратичное отклонение σ , коэффициенты вариации [25, 26].

Результаты исследования и обсуждение

По данным геоботанических описаний растительности определена фитоценотическая приуроченность ценопопуляций *M. cancellata*, которая приведена ниже. Название ценопопуляций давалось по ближайшему к ней населенному пункту или географическому объекту.

ЦП 1 (г. Ярыштау, с.ш. 54,150555°, в.д. 55,096944°). Ценопопуляция расположена в верхней части склона южной экспозиции с уклоном 30°. ОПП травостоя равняется 60% при средней высоте 30 см. Преобладающим типом растительности являются разнотравно-гребневидножитняковые петрофитные степи. В травяном покрове большую долю занимают типичные петрофитные виды растений (*Scabiosa isetensis* L., *Asperula petraea* V. Krecz. ex Klok., *Astragalus helmii* Fisch., *Artemisia salsoloides* Willd. и др.) с присутствием степных видов (*Stipa capillata* L., *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski, *Salvia stepposa* Shost., *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Artemisia austiaca* Jacq. и др.). Пастбищная нагрузка отсутствует, рекреационная нагрузка невысокая.

ЦП 2 (д. Альшево, с.ш. 54,034370°, в.д. 55,070412°). Ценопопуляция занимает среднюю часть склона южной экспозиции с уклоном 30°. ОПП травяного яруса 70% при средней высоте травостоя 50 см. Преобладающим типом растительности являются шалфейно-коржинскоковыльные петрофитные степи. Травостой сложен петрофитными видами растений: *Salvia nutans* L., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Scabiosa isetensis*, *Polygala sibirica* L., *Astragalus helmii*, *Onosma simplicissima* L. и др. с участием видов настоящих степей (*Stipa capillata*, *Stipa korshinskyi* Roshev., *Agropyron pectinatum*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Helictotrichon desertorum* и др.). Самая низкая гора с сильной пастбищной нагрузкой.

ЦП 3 (г. Сусактау, с.ш. 52,583333°, в.д. 55,983888°). Ценопопуляция располагается на вершине юго-восточного склона с относительным уклоном 40°. Для местообитаний характерны выходы скальных пород. Преобладающим типом растительности являются прутняко-солянковиднополынные степи. ОПП травяного яруса составляет 50% при средней высоте травостоя 15 см. В травяном покрове большую долю занимают типичные петрофитные виды растений (*Astragalus helmii* Fisch., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Onosma simplicissima*, *Artemisia salsoloides*, *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch, *Tanacetum kittaryanum* (С.А. Мей.) Tzvel., *Otites baschkirorum* (Janisch.) Holub и др.) с присутствием степных видов (*Stipa capillata*, *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Helictotrichon desertorum*, *Salvia stepposa*, *Festuca pseudovina*,

Artemisia austiaca и др.). Несмотря на то, что эта гора активно посещается населением, в местах произрастания люцерны сетчатой рекреационная нагрузка практически отсутствует из-за очень крутых склонов. Выпаса также нет.

ЦП 4 (г. Пикарская, с.ш. 55,026251°, в.д. 56,226310°). Ценопопуляция произрастает на южной верхней части склона 35–40°. ОПП травяного яруса составляет 60% при средней высоте травостоя 60 см. Преобладающим типом растительности являются разнотравно-гребневидножитняковые петрофитные степи. В сообществах преобладают виды настоящих степей (*Stipa capillata*, *Agropyron pectinatum*, *Helictotrichon desertorum*, *Stipa pennata* L., *Echinops rutenicus* Vieb. и др.) с участием петрофитных видов растений (*Kochia prostrata*, *Onosma simplicissima*, *Astragalus testiculatus* Pall., *Centaurea carbonata* Klok., *Astragalus helmii* и др.). Используется для выпаса.

ЦП 5 (г. Сатыртай, с.ш. 56,251933°, в.д. 56,252403°). Ценопопуляция расположена в средней части юго-восточного склона, где характерны выходы песчаников, способствующих формированию петрофитных вариантов степей. Преобладающим типом растительности являются мордовниково-гребневидножитняковые петрофитные степи. ОПП травяного яруса составляет 70% при средней высоте травостоя 50 см. Травяной покров представлен петрофитными видами: *Koeleria sclerophylla* P. Smirn., *Polygala sibirica*, *Scabiosa isetensis*, *Centaurea carbonata* и др. и видами настоящих степей: *Stipa capillata*, *Stipa pennata*, *Carex pediformis* С.А. Мей., *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Echinops rutenicus*, *Agropyron pectinatum* и др. Присутствует выпас скота.

Онтогенетическая структура представляет собой один из существенных признаков популяции; эта сторона структурной организации обеспечивает способность популяционной системы к самоподдержанию и определяет ее устойчивость [16].

Приведена характеристика онтогенетических состояний *M. cancellata*.

Во всех изученных популяциях **проростки** нами не обнаружены. Возможно, при высыхании почвы в конце весны – начале лета образуется корка, и ее растрескивание приводит к гибели появившихся проростков, в результате чего повреждается и высыхает корневая система. Скорее всего, проростки выживают в исследуемых популяциях только в благоприятные по температурному и осадочному соотношению годы.

Особи **ювенильного состояния** и **имматурного состояния** обнаружены только в одной популяции, произрастающей в разнотравно-гребневидножитняковой петрофитной степи, где отсутствует пастбищная нагрузка, а рекреационная нагрузка невысокая.

Ювенильное состояние. Семядольные листья некоторое время сохраняются до появления 1–2 настоящих листьев, а потом отмирают. Форма первых настоящих листьев обратнойцевидная. Корневая система стержневая, появляются корни первого и второго порядка.

Имматурное состояние. Растения высотой 5–7 см. Начинается видимое ветвление побегов. Листья тройчатые, 5–9 шт. Формируются корни третьего порядка.

Виргинильные особи высотой 10–15 см. Листьев 20–25 шт. длиной 0,6–1 см, шириной 1–1,2 см. Формируется каудекс, несущий несколько вегетативных побегов. На «вторичном каудексе» формируется значительное число придаточных почек.

Молодые генеративные особи высотой 18–22 см. Количество вегетативных побегов увеличивается до 15, из которых от 3 до 5 генеративных побегов. Листья тройчатые; листочки небольшие, голые или слегка прижато-пушистые, у нижних листьев обратнойцевидные, у верхних – линейно-клиновидные с выдающимися жилками, на вершине выемчатые. Соцветие густое, головчатое, состоит из 5–10 цветков. Венчик желтый, около 5 мм длиной. В области «вторичного каудекса» происходит заложение придаточных почек, из которых образуются побеги возобновления.

Средневозрастные генеративные особи. Идет дальнейшее нарастание каудекса, заложение большого числа почек и придаточных корней. Количество генеративных побегов увеличивается до 30–50 шт., длина побегов варьирует в пределах 20–25 см. Цветков в соцветии 10–30 шт., в отдельных популяциях до 50 шт. Заложение придаточных корней происходит при отмирании боковых корней у основания каудекса.

Старые генеративные особи характеризуются ослаблением генеративной функции и формируют около 15 побегов. Количество и размеры листьев уменьшаются. Замедляется корне- и побегообразование. Каудекс подвержен гниению и разрушению.

Субсенильные растения характеризуются прекращением генеративной функции. Количество побегов уменьшается до 5 шт., все они низкорослые и не превышают высоты 15 см. Наблюдалось ослабление и прекращение корнеобразования.

Сенильные растения в популяциях не отмечены.

Растения разных онтогенетических состояний потребляют ресурсы среды разными темпами. Вклад растений разных возрастных состояний в популяционную плотность взвешен соответственно их энергетической эффективности [20]. Общая эффективная плотность и возрастной состав представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1 [Table 1]

Показатели плотности и онтогенетический состав ценопопуляций*Medicago cancellata*[Indicators of density and ontogenetic structure of *Medicago cancellata* coenopopulations]

№ ЦП [No CP]	Эффективная плотность, экз./м ² [Effective density, ind./m ²]	Плотность, экз./м ² [Density, ind./m ²]	j+im+v	g ₁ +g ₂ +g ₃	ss
1	3,8	5,8	33,2	54,3	12,5
2	2,9	3,5	11,1	82,2	6,7
3	3,6	4,3	13,4	79,0	7,6
4	2,0	2,2	0,0	96,7	3,3
5	2,5	2,8	7,2	88,4	4,4

Общая плотность в ЦП *M. cancellata* варьирует от 2,2 до 5,8 экз./м², эффективная плотность – 2,0–3,8 экз./м². Во всех популяциях преобладает генеративная фракция. Максимальные значения показателей плотности имеет ЦП 1 (5,8; 3,8 экз./м² соответственно). Прегенеративная фракция максимальна в ЦП 1 (33,2 %), где различие по показателям плотности наиболее выражено, также здесь наибольшее количество постгенеративных особей (12,5%). Генеративная фракция максимальна в ЦП 4 (96,7%), где различия по показателям плотности наименьшие.

По классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой [16, 27] изученные ЦП *M. cancellata* относятся к нормальным неполночленным, пик приходится на среднегенеративные особи (рис. 1). Наиболее типичным является отсутствие в спектре проростков ювенильных, иматурных и сенильных особей. Прегенеративные особи первыми подвергаются воздействию неблагоприятных условий и антропогенной нагрузке. Выпадение особей сенильного состояния связано с сокращением онтогенеза за счет отмирания растений в старом генеративном состоянии: особи проходят полный онтогенез только в благоприятных условиях, при хорошем питании и высокой влажности почвы и при отсутствии антропогенных нарушений.

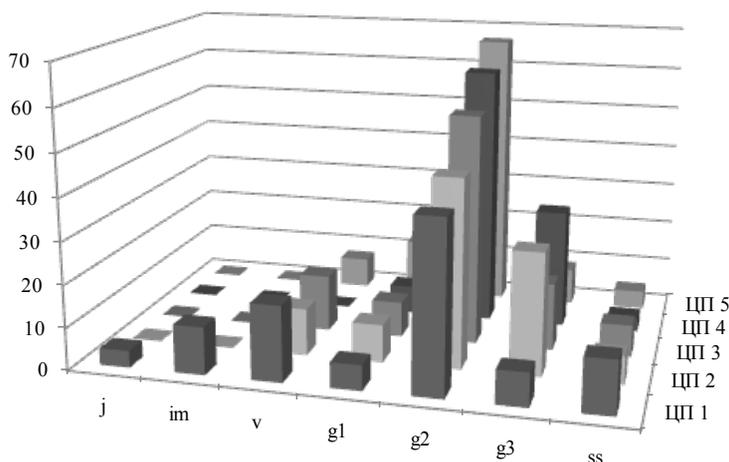


Рис. 1. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Medicago cancellata*. По оси *x* – онтогенетическое состояние; *j* – ювенильное; *im* – иматурное; *v* – виргинильное; *g*₁ – молодое генеративное; *g*₂ – средневозрастное генеративное; *g*₃ – старое генеративное; *ss* – субсенильное; по оси *y* – доля особей данного онтогенетического состояния, %, по оси *z* – номера ценопопуляций (1–5)
 [Fig. 1. Ontogenetic spectra of *Medicago cancellata* coenopopulations. On the X axis - Ontogenetic state: *p* - germ; *j* - juvenile, *im* - immature, *v* - virgin, *g*₁ - young-generative, *g*₂ - middle-generative, *g*₃ - old-generative, *ss* - sub-senile; on the Y axis - Part of individuals of this ontogenetic state, %; on the Z axis - Number of coenopopulations (1-5)]

Центрированный спектр формируется во всех ценопопуляциях в условиях умеренных и постоянных нарушений (выпас скота, рекреация). Абсо-

лютный максимум приходится на средневозрастные генеративные особи (40,4–66,7%). Ювенильные и иматурные особи (4,0 и 11,3% соответственно) представлены только в ЦП 1. В ЦП 4 полностью отсутствует прегенеративная фракция. Представленность виргинильных особей несколько выше и составляет до 17,9%. Крутизна склона способствует периодическому смыву семян весенними водами, а резкое пересыхание субстрата в жаркие периоды года приводит к гибели молодых растений, что отрицательно повлияло на прорастание семян и способствовало выпадению этих стадий.

Для ценопопуляций *M. cancellata* характерна четкая идентификация различных онтогенетических состояний. На онтогенетическую структуру ценопопуляций влияют эколого-фитоценоотические условия обитания и антропогенная нагрузка. Распределение особей по онтогенетическим группам и демографические показатели в ценопопуляциях *M. cancellata* представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2 [Table 2]

**Распределение особей по онтогенетическим состояниям
и демографические показатели состояния ЦП *Medicago cancellata*
[Distribution of individuals according to ontogenetic states and
demographic indicators of *Medicago cancellata* populations]**

№ ЦП [No CP]	Онтогенетическое состояние, % [Ontogenetic state, %]							Демографические показатели [Demographic indicators]				
	j	im	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss	Δ	ω	Тип ЦП [Population type]	I _B [I _{Rec}]	I _{CT} [I _{Ag}]
1	4,0	11,3	17,9	6,0	40,4	7,9	12,5	0,41	0,66	Зрелая [Mature]	0,61	0,13
2	0,0	0,0	11,1	8,9	44,4	28,9	6,7	0,53	0,82	«	0,14	0,07
3	0,0	0,0	13,4	8,4	54,6	16,0	7,6	0,50	0,83	«	0,17	0,08
5	0,0	0,0	7,2	13,0	66,7	8,7	4,4	0,48	0,89	«	0,08	0,04
4	0,0	0,0	0,0	6,7	61,7	28,3	3,3	0,56	0,91	Старею- щая [Aging]	0,00	0,03

[Note: Δ - Age Index; ω - Efficiency Index; I_{Rec} - Recovery Index; I_{Ag} - Aging Index].

Оценка возрастности Δ (дельта) и эффективности ω (омега) показала, что большинство ЦП относятся к зрелым (Δ = 0,41–0,53; ω = 0,66–0,89). В составе зрелых ЦП доля средневозрастных генеративных особей велика, а доля прегенеративных мала или отсутствует вовсе. ЦП 4 является стареющей (Δ = 0,56; ω = 0,91), где полностью отсутствует прегенеративная фракция. Данная популяция расположена в верхней части крутого склона с эродированной каменистой почвой. Их эрозия связана с естественными причинами (водная и ветровая эрозия), что отрицательно влияет на прорастание семян и усиливает элиминацию молодых особей.

Проведено также сравнение индексов восстановления (I_B) и старения (I_{CT}), отражающих динамические процессы ЦП. Индекс восстановления

близок или равен нулю в ЦП 2–5 ($I_B = 0,00–0,17$), в этих популяциях отсутствуют ювенильные и имматурные особи, в ЦП 4 и виргинильные особи. В ЦП 1 индекс восстановления – 0,61, это свидетельствует о хорошем пополнении молодыми особями. Во всех ЦП индекс старения близок к нулю (0,03–0,13), это связано с тем, что большая часть особей отмирает в старом генеративном или субсенильном состоянии.

При изучении состояния ЦП редких видов важное значение имеет анализ изменчивости качественных и количественных признаков [28, 29]. Результаты изучения морфометрических параметров растений в 5 ценопопуляциях *M. cancellata* представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3 [Table 3]

**Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических параметров
Medicago cancellata
[Intrapopulation variability of *Medicago cancellata* morphometric parameters]**

№ ЦП [No CP]	Средние значения морфометрических параметров [Average values of morphometric parameters]											
	Ngs	h	d	dS	Nl	Ll	Sl	Lls	Li	Nfl	dff	
1	40,9 ±2,12	23,6 ±0,53	0,1 ±0,003	27,2 ±0,61	44,2 ±1,91	1,3 ±0,03	1,8 ±0,05	1,2 ±0,06	3,9 ±0,29	9,8 ±0,73	0,5 ±0,02	
$C_{\text{в}} \%$	25,9	11,3	13,6	11,2	21,61	11,2	14,4	23,4	37,7	37,2	16,9	
2	38,3 ±1,56	22,3 ±0,65	0,1 ±0,003	24,8 ±1,06	40,8 ±1,99	1,1 ±0,03	1,4 ±0,05	0,9 ±0,03	7,4 ±1,25	14,8 ±0,79	0,5 ±0,01	
$C_{\text{в}} \%$	20,3	14,5	19,3	21,4	24,4	15,2	17,4	17,4	16,9	26,5	9,6	
3	65,4 ±2,52	25,7 ±0,49	0,2 ±0,01	35,0 ±0,97	52,2 ±4,04	1,3 ±0,03	1,9 ±0,04	1,4 ±0,04	16,2 ±0,63	51,2 ±3,11	0,5 ±0,01	
$C_{\text{в}} \%$	19,3	9,5	19,0	13,9	38,6	10,1	10,9	14,2	19,3	30,3	10,7	
4	27,0 ±1,45	27,5 ±0,67	0,2 ±0,01	28,0 ±0,55	54,6 ±2,19	1,1 ±0,02	1,6 ±0,02	1,0 ±0,02	15,9 ±0,28	23,6 ±1,33	0,5 ±0,01	
$C_{\text{в}} \%$	26,7	12,3	22,8	9,8	20,1	8,3	6,0	9,2	8,9	28,1	11,8	
5	22,6 ±1,82	27,3 ±0,88	0,2 ±0,01	28,3 ±0,95	70,3 ±4,43	1,2 ±0,02	1,4 ±0,03	0,8 ±0,03	12,6 ±0,51	25,3 ±1,23	0,5 ±0,01	
$C_{\text{в}} \%$	40,2	16,1	32,2	16,9	31,6	10,2	9,9	21,0	20,4	24,3	13,6	

[Note: Ngs - Number of generative shoots per 1 plant, pcs.; h - Generative shoot height, cm; d - Stem diameter, cm; dS - Bush diameter, cm; Nl - Number of leaves on one generative shoot, pcs.; Ll - Leaf length, cm; Sl - Leaf width, cm; Lls - Petiole length, cm; Li - Inflorescence length, cm; Nfl - Number of leaves in the inflorescence, pcs.; dff - Flower diameter, cm].

По большинству показателей как вегетативной, так и генеративной сфер лидирует ЦП 3, находящаяся в верхней части крутого склона шихана Сусақтау, где, по-видимому, формируются наиболее благоприятные условия произрастания растений (эколого-фитоценотический оптимум). Минимальные значения по всем параметрам отмечены в ЦП 2, сильно нарушенной выпасом скота. Наибольшее количество генеративных побегов наблюдается в ЦП 3, наименьшее – в ЦП 5. По высоте генеративного побега значительных различий между ценопопуляциями не выявлено, только в ЦП 2 этот при-

знак немного ниже. По количеству листьев также больших различий не наблюдается, лишь отличается ЦП 5, где этот признак максимален, и ЦП 2, где он минимален. Наибольшую вариабельность имеет параметр количество цветков в соцветии – от 9,8 шт. (ЦП 1) до 51,2 шт. (ЦП 3). Наибольшей изменчивостью обладают следующие параметры: число генеративных побегов (19,3–40,2%), а также число листьев (20,1–38,6%) и цветков в соцветии (24,3–37,2%). Остальные признаки имеют нормальную степень изменчивости (6,0–37,7%).

Многомерные методы статистики – это один из приемов исследования в биологии и экологии, позволяющий обнаружить скрытую в исходных данных информацию. Особенно актуален такой подход для анализа популяций редких видов растений [20]. Один из эффективных методов многомерной статистики – дискриминантный анализ. Данный анализ позволяет оценить эвклидову дистанцию или расстояние Махаланобиса между объектами. На основании этого можно оценить близость изучаемых ценопопуляций по фенотипическим признакам.

Установлены значения квадратов расстояний Махаланобиса между ценопопуляциями (табл. 4). Наибольшее расстояние между ЦП 1–3, 1–4 (58,18; 66,82). Наименьшее – ЦП 1–2, 4–5 (13,95; 11,39), которые географически находятся довольно близко друг к другу. Малое расстояние указывает на более высокое фенотипическое сходство особей между ценопопуляциями.

Т а б л и ц а 4 [Table 4]

**Значения квадратов расстояний Махаланобиса
между ценопопуляциями *Medicago cancellata*
[Values of Mahalanobis squared distances among *Medicago cancellata* coenopopulations]**

№ ЦП [No CP]	1	2	3	4	5
1	0,00	13,95	58,18	66,82	52,51
2	13,95	0,00	40,27	33,02	22,50
3	58,18	40,27	0,00	39,06	49,63
4	66,82	33,02	39,06	0,00	11,39
5	52,51	22,50	49,63	11,39	0,00

Визуализация дискриминантной модели представлена на рис. 2, где особи всех 5 изучаемых ценопопуляций *M. cancellata* представлены в пространстве первого и второго канонических корней.

Можно видеть, что каждая популяция занимает свою территорию, перекрытий между популяциями почти не наблюдается. Наиболее отлична от остальных ЦП 3, которая фенотипически более разнообразна, в отличие от ЦП 2 и 4, которые образуют более плотное облако.

Важной составляющей популяционной структуры является виталитет – характеристика жизненного состояния особей растений, выполняемая с опо-

рой на морфометрические параметры, оценивающие рост, продукцию растений [24]. Соотношение в ценотической популяции особей разного уровня виталитета дает оценку уровню жизнеспособности популяции в конкретных условиях местообитания. Высокая информативность анализа виталитетного состава популяции обусловлена его первичностью по отношению к другим типам состава популяций.

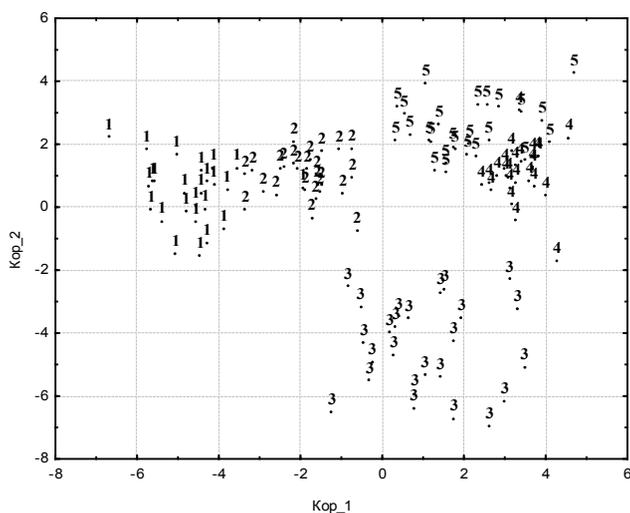


Рис. 2. Результаты дискриминантного анализа ценопопуляций *Medicago cancellata* по совокупности морфометрических признаков в пространстве первого и второго канонических корней (1–5 – номера популяций)

[Fig. 2. The results of discriminate analysis of *Medicago cancellata* coenopopulations per totality of morphometric parameters in the space of the first and the second canonical roots (1-5 - numbers of coenopopulations)]

Проведенные факторный и корреляционный анализы позволили выделить среди исследованных биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков: число листьев на одном генеративном побеге и число цветков в соцветии, которые в дальнейшем использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций.

Распределение особей *M. cancellata* по классам виталитета приведено в табл. 5. Жизненное состояние ЦП *M. cancellata* меняется в разных экотопах. В ЦП 3 и 5 отмечено преобладание особей высшего класса, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и составляет 0,38 и 0,5. Эти ценопопуляции приурочены к слабо нарушенным местообитаниям. В условиях умеренных нарушений в ценопопуляциях сохраняется высокий уровень жизнеспособности отдельных особей. Остальные ЦП (1, 2, 4) отнесены к депрессивным, качество популяции составляет от 0,04 до 0,30. По-видимому, на фоне общего эколого-ценотического стресса,

обусловленного пастбищной и рекреационной нагрузкой, процессы роста особей *M. cancellata* значительно подавляются.

Т а б л и ц а 5 [Table 5]

Распределение особей *Medicago cancellata* по классам виталитета
[Distribution of *Medicago cancellata* individuals according to vitality classes]

№ ЦП [No CP]	Относительная частота размерных классов [Relative frequency of dimensional classes]			Качество популяции, Q [Population quality, Q]	Виталитетный тип ЦП [Vital type of CP]
	с	b	a		
3	0,00	0,60	0,40	0,50	Прцветающая [thriving]
5	0,24	0,20	0,56	0,38	«
4	0,40	0,28	0,32	0,30	Депрессивная [depressive]
1	0,76	0,24	0,00	0,12	«
2	0,92	0,04	0,04	0,04	«

Таким образом, виталитетный анализ *M. cancellata* 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 жизнеспособности популяции в конкретных условиях обитания и в свою очередь является индикатором качества экотопов.

Заключение

Проведенное обследование 5 известных на сегодня в Республике Башкортостан местообитаний редкого эндемичного вида *Medicago cancellata* показало, что состояние популяций удовлетворительное. Общая плотность в ЦП *M. cancellata* варьирует от 2,2 до 5,8 экз./м², эффективная плотность – 2,0–3,8 экз./м². Виталитетный анализ выявил, что две ценопопуляции – процветающие, три ценопопуляции – депрессивные. По всем основным показателям наиболее благоприятные условия для произрастания *M. cancellata* складываются в прутняково-солянковиднопопынных степях на шихане Сусактау. Для усиления охраны вида необходим постоянный мониторинг за состоянием популяций, исследования в этом направлении будут продолжены. Наряду с уже существующими ООПТ может быть рекомендовано учреждение памятника природы «Гора Ярыштау» в Давлекановском районе Республики Башкортостан.

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 ценогических популяций в целях выяснения стратегии жизни видов растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80, вып. 2. С. 5–17.

3. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения) / отв. ред. В.Е. Присяжнюк. М. : Щербинская типография, 2004 (2005). 352 с.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / отв. ред. Н.В. Бардунов, В.С. Новиков. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
5. Красная книга Республики Башкортостан : в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. Б.Н. Миркина. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа : МедиаПринт, 2011. 384 с.
6. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале. М. : Наука, 1987. 205 с.
7. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. Уфа : МедиаПринт, 2010. 414 с.
8. Верецагина В.А., Колясникова Н.Л., Новоселова Л.В. Репродуктивная биология видов рода *Medicago* L. Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 2004. 225 с.
9. Атласова Л.Г. Состояние ценопопуляций *Medicago falcata* L. в условиях криолитозоны: процессы самоподдержания, возрастная структура и численность // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1–3. С. 710–714.
10. Атласова Л.Г. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Medicago falcata* в условиях окрестностей города Якутска // Естественные и математические науки в современном мире. 2014. № 15. С. 121–128.
11. Мифтахова С.Р., Абрамова Л.М. Редкие виды диких родичей культурных растений Республики Башкортостан // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. Т. 16, № 1–1. С. 66–68.
12. Abramova L.M., Karimova O.A., Mustafina A.N. Characteristic of coenopopulations of a rare species *Hedysarum grandiflorum* Pall. in stony steppes of the Cis-Urals // Italian Science Review. 2014. № 2(11). С. 241–244.
13. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М. : Наука, 1978. 212 с.
14. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М. ; Л., 1950. Вып. 6. С. 7–204.
15. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–34.
16. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. М. : Наука, 1976. С. 14–43.
17. Наумова Л.Г., Злобин Ю.А. Основы популяционной экологии растений / под ред. Б.М. Миркина. Уфа : БГПУ, 2009. 88 с.
18. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : Ланар, 1995. 224 с.
19. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола : МарГУ, 1998. Ч. 1. С. 146–149.
20. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
21. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1962. Вып. 7. 602 с.
22. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учебник. 3-е изд. М. : Бинوم-Пресс, 2008. 512 с.
23. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы : Университетская книга, 2013. 439 с.
24. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений : учеб.-метод. пособие. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.
25. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. М. : Наука, 1990. 296 с.

26. Лакин Г.Ф. Биометрия. М. : Высш. шк., 1980. 293 с.
27. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 79, вып. 1. С. 119–135.
28. Синская Е.Н. О категориях и закономерностях изменчивости в популяциях высших растений // Проблемы популяций у высших растений. 1963. Вып. 2. С. 3–115.
29. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1973. 283 с.

Поступила в редакцию 16.02.2016 г.; повторно 17.05.2016 г.;
принята 25.05.2016 г.; опубликована 21.09.2016 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 РАН (г. Уфа, Россия).

E-mail: karimova07@yandex.ru

Мустафина Альфия Науфалевна – канд. биол. наук, м.н.с. лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН (г. Уфа, Россия).

E-mail: 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 РАН (г. Уфа, Россия).

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Karimova OA, Mustafina AN, Abramova LM. Modern state of natural populations of *Medicago cancellata* Bieb. rare species in the Bashkortostan Republic. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2016;3(35):43-59. doi: 10.17223/19988591/35/3 In Russian, English summary

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

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

**Modern state of natural populations of *Medicago cancellata* Bieb.
rare species in the Bashkortostan Republic**

The aim of this study was to investigate the ontogenetic structure, morphometric parameters and to identify the vital structure of *M. cancellata* cenopopulations in the Bashkortostan Republic. In 2015, we examined the state of five *M. cancellata* cenopopulations in the region of the South Urals in petrophyte steppes of the Bashkir Cis-Urals: CP 1 - Yaryshtau city (54,150555°N, 55,096944°E), CP 2 - Alyshevo village (54,034370°N, 55,070412°E), CP 3 - Susaktau city (52,583333°N, 55,983888°E), CP 4 - Pikarskaya city (55,026251°N, 56,226310°E), CP 5 - Satyrtau city (56,251933°N, 56,252403°E).

To study the demographic structure and the density of cenopopulations in each transect we created 25 sample plots of 1 m². We determined the leading population characteristics, such as general and effective density of individuals and developmental structure. The study of morphometry under natural conditions was carried out on 25 average generative individuals. During a discriminate analysis we calculated phenotypic distance expressed by the Mahalanobis distance.

The studies revealed that the predominant type of vegetation is *Agropyron pectinatum* grassland petrophyte steppe. Mainly, cenopopulations occupy top or upper portions of steep (30-40°) southern slopes, occasionally of eastern exposure. These

are usually eroded rocky slopes, with low rates of vegetation cover; erosion is related both to natural causes (water and wind erosion) and anthropogenic factors (grazing). The total density of *M. cancellata* cenopopulations varies from 2.2 to 5.8 ind./m², the effective density - 2.0-3.8 ind./m². All studied *M. cancellata* populations are normal and non-complete; the peak, on the average, is generative individuals. According to the classification of "delta-omega", four cenopopulations are mature and one is aging. The recovery and aging index in all cenopopulations is close or equal to zero. The results of the study of morphometric parameters showed that considering most indicators of both vegetative and generative spheres the cenopopulation on Susaktau mountain is leading, where the predominant type of vegetation is *Agropyron pectinatum* grassland petrophyte steppe; minimum values for all parameters are observed in populations near Alyshevo village, with the predominant type of vegetation - *Stipa korshinskyi-Salvia nutans* petrophyte steppe. The greatest variability is typical of the following parameters: the number of generative shoots (19.3-40.2%), and the number of leaves (20.1-38.6%) and the flowers in the inflorescence (24.3-37.2%). Other parameters have a normal degree of variability (6.0-37.7%). We used the discriminate analysis method to set Mahalanobis squared distances among cenopopulations. The maximum distance is among cenopopulations which are situated on Yaryshtau-Susaktau mountains and Yaryshtau - Pikarskaya mountains (58.18; 66.82), the lowest is between Yaryshtau mountain -Alyshevo village and Pikarskaya - Satyrtau mountains (13.95; 11.39). To estimate the vitality spectrum of cenopopulations we singled out a determining set of characteristics: the number of leaves on one generative stem and the number of flowers per stem. The analysis showed that two populations are thriving (Q - 0.38-0.5) and three are depressive (Q - 0.04-0.30). The state of the studied populations is relatively satisfactory. To enhance the protection of species, a constant monitoring of the state of populations is needed. For all the main indicators, the most favorable conditions for the growth of *Medicago cancellata* form in *Kochia prostrata-Artemisia salsoloides* steppes on Susaktau mountain reefs. Along with the already existing protected areas, it is recommended to create a nature monument "Yaryshtau Mountain" in Davlekanovo region of the Bashkortostan Republic.

The article contains 2 Figures, 5 Tables, 29 References.

Key words: coenopopulation; morphometric parameters; variability; 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]. Serebryakova TI, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1977. 8-20 p. 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 biologicheskoy – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series.* 1975;80(3):5-17. In Russian
3. *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: OAO "Shherbinskaa tipografiya" Publ.; 2004(2005). 352 p. In Russian
4. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Bardunov NV, Novikov VS, editors. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ.; 2008. 855 p. In Russian

5. *Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan*: v 2 t. 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
6. Kucherov EV, Muldashev AA, Galeva AKh. Okhrana redkikh vidov rasteniy na Yuzhnom Urale [Protection of rare plant species in the South Urals]. Moscow: Nauka Publ.; 1987. 204 p. In Russian
7. *Reestr osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy Respubliki Bashkortostan*. Izd. 2-e. [Register of protected areas of the Republic of Bashkortostan. 2nd edition.]. Muldashev AA, editor. Ufa: MediaPrint Publ.; 2010. 414 p. In Russian
8. Vereshchagina VA, Kolyasnikova NL, Novoselova LV. Reproduktivnaya biologiya vidov roda *Medicago* L. [*Medicago* L. reproductive biology]. Perm': Perm University Publ.; 2004. 225 p. In Russian
9. Atlasova LG. Sostoyanie tsenopopulyatsiy *Medicago falcata* L. v usloviyakh kriolitozony: protsessy samopodderzhaniya, vozrastnaya struktura i chislennost' [The status of *Medicago falcata* cenopopulations under conditions of the permafrost zone: the processes of self-renewal, and the age structure of population]. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossiyskoy Akademii Nauk*. 2014;16(3):710-714. In Russian
10. Atlasova LG. Ontogeneticheskaya struktura tsenopopulyatsiy *Medicago falcata* v usloviyakh okrestnostey goroda Yakutsk [Ontogenetic *Medicago falcata* cenopopulation structure in urban neighborhoods of Yakutsk]. *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire*. 2014;15:121-128. In Russian
11. Miftakhova SR, Abramova LM. Redkie vidy dikikh rodichey kul'turnykh rasteniy Respubliki Bashkortostan [Rare species of crop wild relatives of Bashkortostan Republic]. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossiyskoy Akademii Nauk*. 2014;16(1):66-68. In Russian
12. Abramova LM, Karimova OA, Mustafina AN. Characteristic of cenopopulations of a rare species *Hedysarum grandiflorum* Pall. in stony steppes of the Cis-Urals. *Italian Science Review*. 2014;2(11):241-244. In Russian
13. Mirkin BM, Rozenberg GS. Fitotsenologiya. Printsipy i metody [Phytocenology. Principles and methods]. Moscow: Nauka Publ.; 1978. 212 p. In Russian
14. Rabotnov TA. Zhiznennyi tsikl mnogoletnikh travyanistykh rasteniy v lugovykh tsenozakh [Vital cycle of perennial grasses in meadow coenosis]. *Trudy BIN AN SSSR. Ser. 3. Geobotanika*. 1950;6:7-204. In Russian
15. Uranov AA. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsii kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and power wave processes]. *Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki* [Scientific Essays of Higher Education. Biological sciences]. 1975;2:7-34. In Russian
16. *Tsenopopulyatsii rasteniy (osnovnye ponyatiya i struktura)* [Plant cenopopulations (main concepts and structure)]. Smirnova OV, Zaugol'nova LB, Ermakova IM, editors. Moscow: Nauka Publ.; 1976. pp. 14-43. In Russian
17. Naumova LG, Zlobin YuA. Osnovy populyatsionnoy ekologii rasteniy [Fundamentals of plant population ecology]. Mirkin BM, editor. Ufa: BGPU Publ.; 2009. 88 p. In Russian
18. Zhukova LA. Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rasteniy [Population life of meadow plants]. Yoshkar-Ola: RIIK "Lanar" Publ.; 1995. 224 p. In Russian
19. Glotov NV. Ob otsenke parametrov vozrastnoy struktury populyatsiy rasteniy [On the estimation of age structure parameters of plant populations]. In: *Zhizn' populyatsiy v geterogennoy srede. Ch. 1.* [Life of populations in a heterogeneous environment. Pt. 1]. Yoshkar-Ola: Periodika Mariy El Publ.; 1998. pp. 146-149. In Russian
20. Zhivotovskiy LA. Ontogeneticheskoe sostoyanie, effektivnaya plotnost' i klassifikatsiya populyatsiy [Ontogenetic state, effective density and classification of populations]. *Ekologiya – Journal of Ecology*. 2001;1:3-7. In Russian

21. Golubev VN. Osnovy biomorfologii travyanistykh rasteniy tsentral'noy lesostepi [Fundamentals of biomorphology of grassy plants of central forest-steppe]. Tr. Tsentral'no-chernozemnogo zapovednika imeni VV Alekhina – *Proceedings of VV Alekhin Central Chernozem Reserve*. Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo un-ta Publ., 1962;7. 602 p. In Russian
22. Khalafyan AA. STATISTICA 6. Statisticheskiy analiz dannykh. 3-e izd. Uchebnik [STATISTICA 6. Data statistical analysis. The 3th edition. Textbook]. Moscow: OOO "Binom-Press" Publ.; 2008. 512 p. In Russian
23. Zlobin YuA, Sklyar VG, Klimenko AA. Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya [Populations of rare plant species: theoretical bases and methodology of study]. Sumy: Universitetskaya kniga Publ.; 2013. 439 p. In Russian
24. 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
25. Zaytsev GN. Matematika v eksperimental'noy biologii [Mathematics in experimental biology]. Moscow: Nauka Publ.; 1990. 296 p. In Russian
26. Lakin GF. Biometriya [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola Publ.; 1990. 352 p. In Russian
27. Uranov AA, Smirnova OV. Klassifikatsiya i osnovnye cherty razvitiya populyatsiy mnogoletnikh rasteniy [Classification and main features of the development of perennial plant populations]. *Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody. Otdel biologicheskiiy – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*. 1969;79(1):119-135. In Russian
28. Sinskaya EH. O kategoriyakh i zakonmernostyakh izmenchivosti v populyatsiyakh vysshikh rasteniy [About categories and variation regularities in the populations of higher plants]. In: *Problemy populyatsiy u vysshikh rasteniy* [The problems of populations in higher plants]. 1963;2. 3-115 p. In Russian
29. Mamaev SA. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy [Forms of intraspecific variation of woody plants]. Moscow: Nauka Publ.; 1973. 283 p. In Russian

*Received 16 February 2016; Revised 17 May 2016;
Accepted 25 May 2016; Published 21 September 2016*

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

Mustafina Alfiya N, 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: 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