

Научная статья

УДК 502.75:581.52

DOI: 10.32516/2303-9922.2023.48.3

Состояние ценопопуляций *Dianthus acicularis* (Caryophyllaceae) в трансформированных экотопах на юге Тюменской области

Мария Николаевна Казанцева

Институт проблем освоения Севера Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия, MNKazantseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1227-6720>

Аннотация. Обследованы три ценопопуляции (ЦП) гвоздики иглолистной (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.), занесенной в Красную книгу Тюменской области. Две из них (опытные) — ЦП-1 и ЦП-2 — расположены на антропогенно трансформированных участках: первая — на обочине федеральной автотрассы, вторая — на вырубке, проведенной после пожара. Третья (контрольная) ЦП-3 находится в ненарушенных условиях обитания под пологом сосняка лишайникового. Все ЦП имеют двухвершинный онтогенетический спектр с максимумами, приходящимися на иматурные и генеративные возрастные состояния. Доля растений прегенеративного периода составляет в ЦП-1 — 47%, в ЦП-2 — 36% в ЦП-3 — 22%; индекс восстановления (*Iv*) равен соответственно 0,9 и 0,6 и 0,4. Особи *D. acicularis* ЦП-3 отличаются значимо меньшими морфометрическими показателями (диаметр подушки, число и высота репродуктивных побегов, количество цветков на одном побеге) по сравнению с ЦП-1 и ЦП-2. Морфологические признаки растений на всех участках имеют среднюю и сильную степень варьирования. Анализ виталитета (жизненности) ценопопуляций *D. acicularis*, проведенный с использованием *Q*-критерия, позволяет их все оценить как процветающие. При этом индекс виталитета (*IVC*) опытных ЦП существенно выше, чем в контроле. Значение *IVC* для ЦП-1 равно 1,27; для ЦП-2 — 1,09; для ЦП-3 — 0,63. Таким образом, эколого-ценотические условия антропогенно нарушенных экотопов оказались более благоприятными для светолюбивой и слабоконкурентной *D. acicularis* по сравнению с естественными местообитаниями. Это необходимо учитывать при определении статуса *D. acicularis* в Красной книге Тюменской области и разработке мер по охране вида.

Ключевые слова: гвоздика иглолистная, ценопопуляции, антропогенное воздействие, онтогенетические спектры, морфология, жизненность.

Благодарности. Работа выполнена по госзаданию, проект № 121041600045-8.

Для цитирования: Казанцева М. Н. Состояние ценопопуляций *Dianthus acicularis* (Caryophyllaceae) в трансформированных экотопах на юге Тюменской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 4 (48). С. 54—64. URL: http://vestospu.ru/archive/2023/articles/3_48_2023.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.48.3.

Original article

State of *Dianthus acicularis* coenopopulations (Caryophyllaceae) in transformed ecotopes in the south of the Tyumen region

Mariya N. Kazantseva

Institute for Problems of Development of the North of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia, MNKazantseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1227-6720>

Abstract. Three cenopopulations (CP) of clove (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) listed in the Red Data Book of the Tyumen Region were examined. Two of them (experimental) CP-1 and CP-2 are located on anthropogenically transformed sites: the first — on the side of the federal highway, the second — on the cutting

© Казанцева М. Н., 2023

site after the fire. The third (control) CP-3 is in undisturbed habitat under the canopy of lichen pine forest. All CPs have a two-peak ontogenetic spectrum with maxima attributable to immature and generative age states. The share of plants of the pregenerative period is 47% in CP-1, 36% in CP-2 and 22% in CP-3; the recovery index is equal to 0.9 and 0.6 and 0.4 respectively. Individuals of *D. acicularis* CP-3 have lower morphometric parameters (pillow diameter, number and height of reproductive shoots, number of flowers per shoot) compared to CP-1 and CP-2; the differences between them are statistically significant. Morphological signs of plants in all plots have a medium and strong degree of variation. The analysis of the vitality of *D. acicularis* cenopopulations, carried out using the *Q*-criterion, allows all CPs to be assessed as thriving. At the same time, the index of vitality (*IVC*) of experienced CP is significantly higher than in the control. The *IVC* value for CP-1 is 1.27; for CP-2 — 1.09; for CP-3 — 0.63. Thus, the ecological and cenotic conditions of anthropogenically disturbed ecotopes turned out to be more favorable for the light-loving and weakly competitive *D. acicularis* compared to natural habitats. This should be taken into account when determining the status of *D. acicularis* in the Red Book of the Tyumen Region and developing measures to protect the species.

Keywords: *Dianthus acicularis*, cenopopulations, anthropogenic impact, ontogenetic spectra, morphology, vitality.

Acknowledgements. The work was carried out according to the state order, project No. 121041600045-8.

For citation: Kazantseva M. N. State of *Dianthus acicularis* coenopopulations (Caryophyllaceae) in transformed ecotopes in the south of the Tyumen region. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2023, no. 4 (48), pp. 54—64. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.48.3>.

Введение

Гвоздика иглолистная (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) — небольшой подушко-видный стержнекорневой поликарпик из семейства гвоздичных (Caryophyllaceae Juss.), горностепной и боровой субэндемик, встречающийся на крайнем востоке Европы, в Западной Сибири и Средней Азии. Ксерофит, псаммофит. На территории юга Тюменской области находится Западно-Сибирская часть ареала вида; гвоздика иглолистная произрастает здесь в зоне распространения боровых сосняков надпойменных террас рек Туры, Тавды и Тобола, на песчаной почве, где предпочитает хорошо освещенные участки с ослабленной конкуренцией со стороны других растений [21]. Вид занесен в Красную книгу Тюменской области как сокращающий численность (категория II). В качестве одного из основных лимитирующих факторов указывается антропогенное разрушение местообитаний (рубка леса, устройство песчаных карьеров, рекреация, лесные пожары и палы, строительство) [20].

Сосновые леса с участием *D. acicularis* испытывают сильное антропогенное воздействие. Почти все они в разные годы были повреждены пожарами и рубками; массивы их, особенно вблизи населенных пунктов, расчленены многочисленными дорогами, тропами, линиями электропередач и трассами трубопроводов. В последние десятилетия в связи с интенсивным развитием строительного комплекса Тюменской области большие площади сосняков выделяются для организации песчаных карьеров. Все это вызывает тревогу ученых-ботаников и природоохранных организаций, которые опасаются исчезновения отдельных локалитетов *D. acicularis* и общего сокращения численности этого эндемичного вида на юге Тюменской области [3]. Однако пока эти опасения не оправдываются; число новых встреч вида в последние годы значительно возросло. Масштабные наблюдения, проведенные в зоне распространения *D. acicularis*, показывают, что она активно расселяется в районах хозяйственной деятельности, занимая антропогенно нарушенные территории — окраины песчаных карьеров, обочины дорог, вырубки, гари, часто образуя здесь ценопопуляции, исчисляемые сотнями и тысячами экземпляров (рис. 1).



Рис. 1. Цветущее растение *Dianthus acicularis* на вырубке в сосняке лишайниковом (фото автора)

Встречи редких видов растений в антропогенно трансформированных местообитаниях не являются редкостью и описаны в большом числе работ [4; 7; 16; 17; 24; 25]. Во многих случаях редкие виды заселяют территории, на которых ослаблено конкурентное давление, в том числе участки, полностью или частично свободные от исходной растительности. Быстрое освоение освободившихся территорий за счет продуцирования большого количества семян характерно для видов с эксплерентной жизненной стратегией, к которым относится и *D. acicularis*. На ее способность заселять антропогенные неозкотопы указывают разные авторы [1; 2; 4; 5; 19].

Антропогенная трансформация экосистем сосновых лесов на юге Тюменской области, сопровождающаяся нарушением растительного покрова, приводит к появлению здесь местообитаний, пригодных для поселения *D. acicularis*, что способствует распространению вида на новые территории и общему увеличению его численности. Этому благоприятствует, на наш взгляд, и отмечаемый в регионе тренд на аридизацию климата. По данным ближайшей метеостанции (г. Тюмень), за последние 20 лет среднегодовая температура воздуха в районе исследований в целом увеличилась на 0,6 °С, а количество осадков уменьшилось на 94 мм [23]. В этих условиях в фитоценозах боровых сосняков наблюдается возрастание роли ксерофитов, экологический климатический оптимум которых смещен в сторону более сухих и теплых значений [18].

Включение вида в списки охраняемых предполагает не только выявление его местообитаний и численности, но и оценку состояния популяций, анализ их онтогенетической и виталитетной структуры [13; 22].

Целью данной работы является изучение состояния ценопопуляций *D. acicularis* на антропогенно нарушенных участках. Исследование построено на их сравнении с ценопопуляцией из естественных условий обитания.

Материал и методы

Исследования проводили в сосняках лишайниковых на территории Тюменского административного района. В соответствии с геоботаническим районированием эта территория относится к подзоне мелколиственных лесов (подтайги) таежной зоны Западно-Сибирской равнины [14]. Сосновые лишайниковые леса встречаются здесь небольшими участками среди других типов сосняков. Древесный ярус составлен почти исключительно сосной с неравномерным распределением деревьев 3—4 классов бонитета. Подлесок не выражен. Травяной покров сильно разрежен и беден по видовому составу. Постоянное участие в нем принимают: *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Chimaphila umbellata* (L.) W. P. C. Barton, *Orthilia secunda* (L.) House, *Melampyrum pratense* L., *Hieracium umbellatum* L. и др. Лишайники покрывают почву на 10—50%, распространение их пятнистое; преобладают виды рода *Cladonia*. На открытых участках (редины, опушки, вырубки и др.) живой напочвенный покров отличается более высоким видовым богатством. Помимо лесных мезофилов в нем представлен достаточно большой спектр светолюбивых ксерофильных видов: *Festuca ovina* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC., *Eremogone longifolia* (Bieb.) Fenzl, *Carex ericetorum* Poll., *Veronica spicata* L. и др.

В работе приведены данные изучения трех ценопопуляций (ЦП) *D. acicularis* в наиболее типичных для них экотопах, выбранных по результатам натурных исследований. Одна из ценопопуляций (ЦП-1) находится на опушке соснового леса, у обочины федеральной трассы Тюмень — Омск недалеко от Тюмени. Расстояние от полотна дороги до крайних растений гвоздики составляет не более 10 м.

Две другие ЦП были обследованы в окрестностях пос. Муллаши, в 25 км к юго-востоку от Тюмени. ЦП-2 занимает площадь вырубки, проведенной после пожара 2011 г. и очищенной от порубочных остатков. ЦП-3 находится в 500 м от нее, в ненарушенных условиях обитания под пологом редкостойного средневозрастного сосняка. ЦП-1 и ЦП-2 рассматривались нами в качестве опытных, ЦП-3 — в качестве контроля. Основными видами антропогенного воздействия на опытных участках являются осветление местообитаний и уничтожение лесной подстилки в результате вырубки леса и работы трелевочной и дорожной техники. Для ЦП-1 дополнительный фактор воздействия — загрязнение воздуха выхлопными газами автомобилей.

Обследование ценопопуляций проводили в конце июля — начале августа 2022 г., когда растения находились в стадии массового цветения и начала плодоношения. На каждом из участков заложено по 25 учетных площадок (1×1 м), располагающихся по трансекте через равные расстояния; на них были учтены все экземпляры *D. acicularis*. Эти данные использовали для определения общей численности и плотности ценопопуляций. На этих же площадках были описаны структурные особенности экотопа: проективное покрытие травянистой и мохово-лишайниковой растительностью, доля в напочвенном покрове ветоши, хвойного и древесного опада, площадь минерализованных участков (с обнаженным песком).

У каждого экземпляра *D. acicularis* определено возрастное состояние в соответствии с их описаниями в литературных источниках [6; 10]. Построены онтогенетические спектры ценопопуляций и определен индекс восстановления I_{ϕ} , оцениваемый как число потомков, приходящееся на одно генеративное растение [8].

У всех экземпляров среднегенеративного возрастного состояния (g_2) измерены морфометрические параметры: диаметр подушки (см), высота (см) и число (шт.) репродуктивных побегов, число сформировавшихся цветков в расчете на один побег (шт.). Измерения проводили, не повреждая растения. Оценка изменчивости морфометрических показателей проведена с использованием коэффициента вариации, CV (%). Уровни ва-

рыирования приняты по Г. Н. Зайцеву: $CV < 10\%$ — низкий, $CV = 11\text{—}20\%$ — средний, $CV > 20\%$ — высокий [9]. Достоверность различий средних значений определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Жизненность (виталитет) ценопопуляций оценивали с помощью критерия Q по методике Ю. А. Злобина [12], в соответствии с которой все особи g_2 ранжировали по показателю высоты репродуктивного побега на три класса: a — высший, b — средний и c — низший. Установление границ класса b проводили в пределах границ доверительного интервала среднего значения ($x \pm \sigma$). Критерий Q рассчитывали по формуле:

$$Q = 1/2(a + b).$$

Виталитетный тип ценопопуляции устанавливали по соотношению значений Q и c : при $Q > c$ ценопопуляция считается процветающей, при $Q = c$ — равновесной, при $Q < c$ — депрессивной.

Для сравнения жизненности ценопопуляций между собой использовали индекс виталитета — IVC [15]. Расчет проводили по формуле:

$$IVC = (\sum X_i / XI_i) / N,$$

где X_i — среднее значение i -го признака в ценопопуляции, XI_i — среднее значение i -го признака для всех ценопопуляций, N — число признаков. Для расчета этого показателя использовали все измеренные морфометрические показатели растений. Полученные материалы прошли статистическую обработку в программе Excel.

Результаты и обсуждение

Обследованные ценопопуляции *D. acicularis* существенно отличаются друг от друга по занимаемой ими площади и численности особей (табл. 1). Контрольная ЦП-3 значительно уступает опытным по этим показателям. Предварительные натурные обследования, проведенные нами в местах обитания *D. acicularis*, показали, что в ненарушенных биотопах почти не встречается крупных популяций этого вида. Основными лимитирующими факторами здесь выступают затененность древесным пологом, конкурентное влияние других видов растений, а также плотный слой хвойного и древесного опада, препятствующий прорастанию семян.

Таблица 1

Общая характеристика обследованных ценопопуляций *Dianthus acicularis*

Показатель	ЦП-1	ЦП-2	ЦП-3
Площадь, занятая ЦП, кв. м	250	27 500	35
Численность ЦП, шт.	400	35 750	60
Плотность ЦП, экз./кв. м	1,6	1,3	1,7

Самая крупная из обследованных ЦП-2 занимает всю площадь вырубki и насчитывает несколько десятков тысяч экземпляров. Успешному освоению этой территории способствуют высокая семенная продуктивность *D. acicularis*, оптимальные для вида условия биотопа (хорошая освещенность, сухие песчаные почвы) и низкая межвидовая конкуренция.

Плотность ценопопуляций на момент обследования имела близкие значения. Однако в дальнейшем можно ожидать увеличения численности и плотности опытных ЦП, которые имеют хороший резерв для расселения за счет участков с обнаженным минеральным субстратом, составляющим более 50% занятой ими территории (табл. 2). На контрольном участке дальнейшее расселение *D. acicularis* ограничено дефицитом свободных мест, которые составляют менее 10% от площади. Здесь сформирован плотный, хотя и мозаичный мохово-лишайниковый покров, имеется большое количество ветоши

и хвойного опада. Мохово-лишайниковый покров постепенно формируется на вырубке, занятой ЦП-2, в основном за счет разрастания *Polytrichum juniperinum* Hedw., характерного для сосновых гарей в районе исследования. Интересно отметить, что на участке с ЦП-1 мхи и лишайники отсутствуют, возможно, в связи с их высокой чувствительностью к загрязнению воздуха выхлопными газами автотранспорта.

Проективное покрытие травами на всех участках не столь велико, чтобы оказывать на гвоздику существенное конкурентное давление. На опытных участках на долю *D. acicularis* приходится более половины общей площади живого напочвенного покрова, в контроле — более четверти.

Таблица 2

Структурные показатели напочвенного покрова на участках, занятых ценопопуляциями *Dianthus acicularis*, %

Показатели (в среднем на 1 кв. м)		ЦП-1	ЦП-2	ЦП-3
Проективное покрытие, %	травы, в том числе <i>D. acicularis</i>	16,7 (8,7)	22,4 (13,2)	15,2 (3,5)
	мхи и лишайники	0,0	15,0	45,3
Доля ветоши и хвойного опада		25,8	10,5	31,2
Доля минерализованной поверхности		57,5	52,1	8,3

Одним из важных индикаторов устойчивости и способности к самоподдержанию ценопопуляции является ее онтогенетическая (возрастная) структура. Это демографическая характеристика, отражающая определенный этап развития ценопопуляции, позволяющая в той или иной мере оценить ее общий возраст, современное состояние и перспективы дальнейшего развития.

Все обследованные ценопопуляции *D. acicularis* имеют нормальный двухвершинный онтогенетический спектр с максимумами, приходящимися на имматурные и генеративные возрастные состояния (рис. 2). Преобладает во всех случаях генеративная группа растений. Однако если в ЦП-1 и ЦП-2 максимум приходится на молодые и средневозрастные генеративные экземпляры, то в контрольной ценопопуляции большинство генеративных особей являются стареющими.

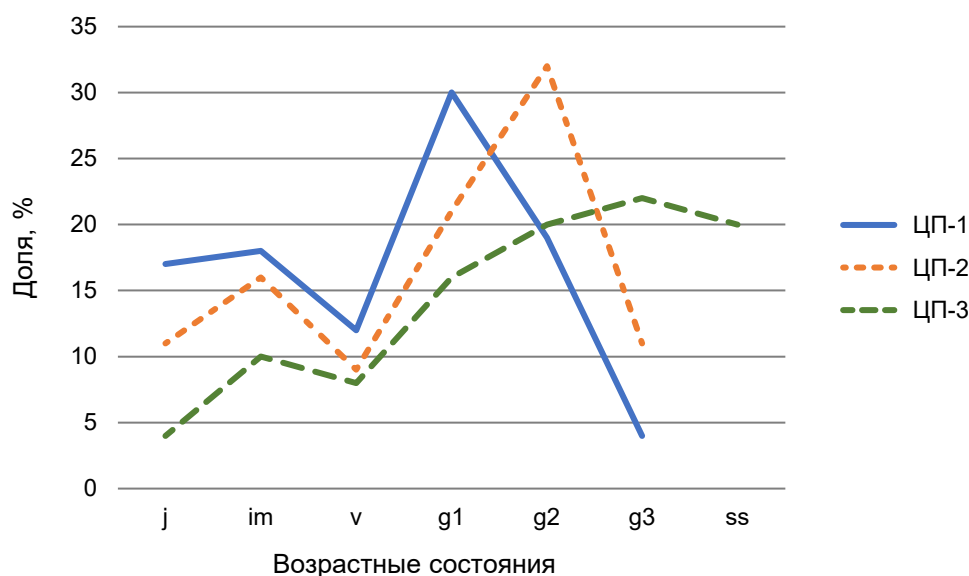


Рис. 2. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Dianthus acicularis*. Возрастные состояния: j — ювенильное, im — имматурное, v — виргинильное, g₁ — молодое генеративное, g₂ — средневозрастное генеративное, g₃ — старое генеративное, ss — субсенильное

ЦП-3 — единственная полноценная ценопопуляция, где отмечены особи постгенеративного периода (субсенильные), у которых отсутствуют или сильно редуцированы репродуктивные побеги, а также наблюдается частичная фрагментация подушки. Имеющийся фонд молодых растений, призванный обеспечить замену стареющим особям, здесь является минимальным; доля растений прегенеративного периода составляет 22% от общего количества, индекс восстановления (I_6) равен 0,4. Опытные ЦП лучше обеспечены возобновлением, доля растений прегенеративного периода в ЦП-1 — 47%, в ЦП-2 — 36%; индекс восстановления равен соответственно 0,9 и 0,6. В целом во всех ЦП на одно взрослое растение в настоящее время приходится менее одного потомка. Такое соотношение возрастных групп не является критичным для успешности самоподдержания ценопопуляций *D. acicularis*, учитывая достаточно высокую продолжительность онтогенеза этого вида. Круговорот поколений гвоздики иглолистной осуществляется приблизительно в течение 14—15 лет [6]; большую часть жизни, в оптимальных условиях, растения проводят во взрослом генеративном состоянии. Кроме того, для ценопопуляций *D. acicularis* характерно прохождение так называемых «волн возобновления», длительность которых составляет 5—6 лет [2].

Дополнительную информацию о состоянии ценопопуляций в разных условиях обитания дает их сравнение по мощности вегетативного развития особей, оцениваемой с помощью морфометрических показателей.

Наиболее низкие значения всех изученных морфологических признаков имеют растения ЦП-3 (табл. 3); различия с двумя другими популяциями во всех случаях статистически достоверны.

Таблица 3

Средние морфометрические показатели *Dianthus acicularis* обследованных ценопопуляций

Показатель	ЦП-1 (n=21)		ЦП-2 (n=39)		ЦП-3 (n=11)	
	X±m min—max	CV	X±m min—max	CV	X±m min—max	CV
Диаметр подушки, см	9,80±0,83 3—16	38,7	6,00±0,26 3—11	26,7	5,20±0,18 4—6	25,0
Число репродуктивных побегов, шт.	18,00±4,36 2—62	101,2	19,60±2,27 2—54	72,4	2,80±0,22 1—12	113,1
Высота репродуктивного побега, см	23,70±1,00 14—29	18,4	23,40±0,70 14—30	18,8	19,00±2,04 11—27	11,6
Число цветков на 1 побеге, шт.	3,80±0,25 3—6	28,7	2,90±0,22 1—6	47,0	2,20±0,21 1—3	28,5

Примечание: n — число измеренных экземпляров, шт. X±m — среднее значение с ошибкой; min—max — крайние значения признака; CV — коэффициент вариации, %.

Между ЦП-1 и ЦП-2 достоверными являются различия по диаметру подушки и числу цветков в расчете на один репродуктивный побег. Оба показателя максимальны у растений ЦП-1. Все морфологические признаки растений имеют среднюю и сильную степень варьирования. Наиболее изменчивым является число репродуктивных побегов, приходящихся на одну особь. Это отмечается для *D. acicularis* и на других участках ее ареала [1]. Наиболее стабильный показатель — высота репродуктивного побега.

Важную диагностическую ценность при изучении ценопопуляций редких видов растений дает анализ их жизненного состояния. Под жизненностью особей и популяций понимают неоднородность организмов одного онтогенетического состояния, связанную с их жизнеспособностью [12]. Жизненность, или виталитет, растений часто соотносится с их размером и является важнейшим адаптивным механизмом, работающим на популяци-

онном уровне [11]. Более крупные особи, как правило, обладают большим репродуктивным потенциалом, соответственно их вклад в самоподдержание ценопопуляции является более значимым.

Основная масса особей всех обследованных ценопопуляций *D. acicularis* соответствует среднему классу виталитета (табл. 4); в соответствии с использованной методикой все ЦП оцениваются как процветающие ($Q > c$).

Таблица 4

Показатели виталитета обследованных ценопопуляций *Dianthus acicularis*

Ценопопуляция	Доля особей по классам виталитета, %			Q	Виталитетный тип популяции	IVC
	a	b	c			
ЦП-1	14	62	24	30,0	процветающая	1,27
ЦП-2	10	77	13	43,5	процветающая	1,09
ЦП-3	9	73	18	41,0	процветающая	0,63

Примечание: классы виталитета особей: a — высший, b — средний, c — низший. Q — показатель виталитетного типа ценопопуляции; IVC — индекс виталитета ценопопуляции.

Данный подход рассматривает внутренний аспект существования ценопопуляции; он дает относительную картину распределения имеющегося в ней пула особей по степени развитости. Этот метод позволяет оценить жизненное состояние ценопопуляции в конкретном местообитании, но мало пригоден для сравнения нескольких популяций, развивающихся в разных условиях. Для сравнения ценопопуляций между собой был использован индекс виталитета (IVC), который вычисляется методом средневзвешенного на основе всего комплекса морфологических признаков.

Значения IVC ценопопуляций в антропогенно трансформированных экотопах оказались существенно выше, чем в контроле (табл. 4). Это позволяет оценить эколого-ценоотические условия данных местообитаний как более благоприятные для *D. acicularis*. Максимальное значение индекса виталитета имеет ЦП-1, располагающаяся у обочины автотрассы. Отсутствие здесь мхов и лишайников повышает шансы гвоздики на сохранение занимаемых позиций в долгосрочной перспективе. Минимальна для ЦП-1 и угроза постепенного затенения растений со стороны древостоя, так как придорожная полоса систематически расчищается от древесного подроста. Загрязнение воздуха автомобильными выхлопами, по-видимому, не оказывает значимого негативного воздействия на состояние растений *D. acicularis*.

Заключение

Антропогенная деятельность в лишайниковых сосняках на юге Тюменской области, связанная с нарушением исходного растительного покрова, способствует появлению экотопов, пригодных для заселения *Dianthus acicularis*. Светолюбивая и слабоконкурентная гвоздика иглолистная может формировать здесь крупные ценопопуляции с высокими показателями жизнестойкости, способные к успешному длительному самоподдержанию.

Полученные данные — повод для пересмотра статуса *D. acicularis* в Красной книге Тюменской области и выработки охранных мероприятий. Целесообразно поместить этот вид не на основные страницы Красной книги, а в приложение «Список редких и уязвимых видов, нуждающихся на территории Тюменской области в постоянном контроле и дополнительном изучении». Следует отказаться от жесткого запрета хозяйственной деятельности в районе произрастания *D. acicularis*, который может привести к постепенной утрате местообитаний в результате вытеснения гвоздики более конкурентоспособными видами растений. Умеренное антропогенное воздействие, создающее локальные участки с обнаженным субстратом и хорошей освещенностью, будет благоприятствовать успешному сохранению *D. acicularis* и распространению вида на новые территории.

Список источников

1. Верещак Е. В. *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. на Южном Урале: экология, популяционные характеристики, стратегии жизни, мониторинг и вопросы охраны : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2011. 17 с.
2. Верещак Е. В., Ишмуратова М. М. Оценка жизнестойкости *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. при мониторинговых исследованиях на Южном Урале // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 103—105.
3. Глазунов В. А., Николаенко С. А., Лиховидова Т. Ф., Хозяинова Н. В. Гвоздика иглолистная (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) в Тюменской области и проблемы ее охраны // Зырянские чтения XV : материалы Всерос. науч. конф. (Курган, 7—8 декабря 2017 г.). Курган : Изд-во Курганского ун-та, 2017. С. 203—204.
4. Глазунов В. А., Хозяинова Н. В., Хозяинова Е. Ю. Флора города Тюмени // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2020. Т. 14, № 4. С. 420—497. DOI: 10.24411/2072-8816-2020-10084.
5. Глазырина М. А. Структура интродуцированной популяции гвоздики иглолистной (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) в Коркинском угольном разрезе // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале : сб. статей. Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2001. С. 120—133.
6. Горчаковский П. Л., Степанова А. В. Уральский скально-горнотепной эндемик *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.: онтогенез и динамика популяций // Экология. 1994. № 6. С. 3—11.
7. Железная Е. Л. Использование мониторинга для оценки и прогноза состояния популяций орхидных // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений : материалы междунар. науч. конф. (Минск, 9—10 марта 2023 г.). Минск : ИВЦ Минфина, 2023. С. 189—191.
8. Жукова Л. А. Динамика ценопопуляций луговых растений : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1987. 32 с.
9. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1990. 296 с.
10. Зайнагабдинова Г. И., Ишмуратова М. М. Онтогенез гвоздики иглолистной (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) // Онтогенетический атлас растений. Йошкар-Ола : Изд-во Марийского ун-та, 2007. Т. 5. С. 69—73.
11. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (Очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
12. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценопопуляций растений. Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1989. 147 с.
13. Злобин Ю. А. Редкие виды растений: флористический, фитоценотический и популяционный подход // Журнал общей биологии. 2011. Т. 72, № 6. С. 42—45.
14. Ильина И. С., Лапшина Е. И., Лавренко Н. Н. [и др.]. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск : Наука, Сибирское отд., 1985. 248 с.
15. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценопопуляционные стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии : сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара (Сыктывкар, 16—21 февраля 2004 г.). Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2004. Ч. 2. С. 113—120.
16. Казанцева М. Н. Орхидные в условиях антропогенного ландшафта // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных регионов, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда : сб. тр. IV науч.-практ. конф. (Барнаул, 27—29 октября 1999 г.). Барнаул : Изд-во Алтайского ун-та, 1999. С. 189—191.
17. Казанцева М. Н., Гашев С. Н. Влияние осветления на состояние ценопопуляций наперстянки крупноцветковой (*Digitalis grandiflora*) // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021. № 59. С. 138—141.
18. Казанцева М. Н., Арефьев С. П., Гашев С. Н., Левых А. Ю. Мониторинг биоразнообразия и состояния леса в 2001—2021 гг. на подтаежном биогеоценологическом полигоне «Кучак» (Тюменская область) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2022. Т. 2, № 115. С. 39—56. DOI: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.003.
19. Князев М. С. Редкие виды растений в техногенных неозокотопах на Урале // Естественная растительность промышленных и урбанизированных территорий Урала : сб. науч. тр. Свердловск : УрО АН СССР, 1990. С. 116—120.
20. Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы. 2-е изд. / отв. ред. О. А. Петрова. Кемерово : Технопринт, 2020. 460 с.
21. Науменко Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган : Изд-во Курганского ун-та, 2008. 512 с.

22. Османова Г. О., Животовский Л. А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия Российской академии наук. Сер. биологическая. 2020. № 2. С. 144—152. DOI: 10.31857/S0002332920020058.

23. Погода в Тюмени // Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28367> (дата обращения: 30.04.2023).

24. Пушай Е. С. Орхидные урбанизированных территорий г. Твери // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2007. № 4. С. 97—100.

25. Стрельникова Т. О., Манаков Ю. А. Редкие и исчезающие виды растений Кемеровской области в техногенных ландшафтах Кузбасса // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий : сб. науч. тр. Кемеровского отделения РБО. Кемерово : Ирбис, 2010. Вып. 6. С. 174—175.

References

1. Vereshchak E. V. *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. na Yuzhnom Urale: ekologiya, populyatsionnye kharakteristiki, strategii zhizni, monitoring i voprosy okhrany: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. in the Southern Urals: ecology, population characteristics, life strategies, monitoring and conservation issues. Abstr. Cand. Dis.]. Ufa, 2011. 17 p. (In Russian)

2. Vereshchak E. V., Ishmuratova M. M. Otsenka zhiznennosti *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. pri monitoringovykh issledovaniyakh na Yuzhnom Urale [Assessment of vitality of *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. during monitoring studies in the Southern Urals]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of the Orenburg State University*, 2009, no. 6 (100), pp. 103—105. (In Russian)

3. Glazunov V. A., Nikolaenko S. A., Likhovidova T. F., Khozyainova N. V. Gvozdika iglolistnaya (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) v Tyumenskoï oblasti i problemy ee okhrany [Needle-leaved carnation (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) in the Tyumen region and problems of its protection]. *Zyryanovskie chteniya XV: materialy Vseros. nauch. konf. (Kurgan, 7—8 dekabrya 2017 g.)* [Zyryanov readings XV. Proceed. of the All-Russia sci. conf. (Kurgan, Dec. 7—8, 2017)]. Kurgan, Kurganskii un-t Publ., 2017, pp. 203—204. (In Russian)

4. Glazunov V. A., Khozyainova N. V., Khozyainova E. Yu. Flora goroda Tyumeni [Flora of the Tyumen city]. *Fitoraznoobrazie Vostochnoi Evropy — Phytodiversity of Eastern Europe*, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 420—497. DOI: 10.24411/2072-8816-2020-10084. (In Russian)

5. Glazyrina M. A. Struktura introdutsirovannoi populyatsii gvozdiki iglolistnoi (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) v Korkinskom ugol'nom razreze [The structure of the introduced population of needle-leaved carnation (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) in the Korkinsky coal mine]. *Itogi introduksii i seleksii travyanistykh rastenii na Urale: sb. statei* [Results of introduction and selection of herbaceous plants in the Urals. Collect. of articles]. Yekaterinburg, Ural'skii un-t Publ., 2001, pp. 120—133. (In Russian)

6. Gorchakovskii P. L., Stepanova A. V. Ural'skii skal'no-gornostepnoi endemik *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.: ontogenez i dinamika populyatsii [Ural rocky-mountain-steppe endemic *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.: ontogeny and population dynamics]. *Ekologiya*, 1994, no. 6, pp. 3—11. (In Russian)

7. Zheleznaya E. L. Ispol'zovanie monitoringa dlya otsenki i prognoza sostoyaniya populyatsii orkhidnykh [Using monitoring to assess and forecast the state of orchid populations]. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty organizatsii, provedeniya i ispol'zovaniya monitoringovykh nablyudenii: materialy mezhdunar. nauch. konf. (Minsk, 9—10 marta 2023 g.)* [Theoretical and applied aspects of the organization, conduct and use of monitoring observations. Proceed. of the Internat. sci. conf. (Minsk, March 9—10, 2023)]. Minsk, IVTs Minfina Publ., 2023, pp. 189—191. (In Russian)

8. Zhukova L. A. *Dinamika tsenopopulyatsii lugovykh rastenii: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [Dynamics of cenopopulations of meadow plants. Abstr. Dr. Dis.]. Novosibirsk, 1987. 32 p. (In Russian)

9. Zaitsev G. N. *Matematika v eksperimental'noi botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1990. 296 p. (In Russian)

10. Zainagabdinova G. I., Ishmuratova M. M. Ontogenez gvozdiki iglolistnoi (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.) [Ontogenesis of needle-leaved carnation (*Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.)]. *Ontogeneticheskii atlas rastenii* [Ontogenetic atlas of plants]. Yoshkar-Ola, Mariiskii un-t Publ., 2007, vol. 5, pp. 69—73. (In Russian)

11. Zaugol'nova L. B., Zhukova L. A., Komarov A. S., Smirnova O. V. *Tsenopopulyatsii rastenii (Ocherki populyatsionnoi biologii)* [Cenopopulations of plants (Essays on population biology)]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 184 p. (In Russian)

12. Zlobin Yu. A. *Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsii rastenii* [Principles and methods for studying coenotic plant populations]. Kazan, Kazanskii un-t Publ., 1989. 147 p. (In Russian)

13. Zlobin Yu. A. Redkie vidy rastenii: floristicheskii, fitotsenoticheskii i populyatsionnyi podkhod [Rare plant species: floristic, phytocenotic and population approach]. *Zhurnal obshchei biologii*, 2011, vol. 72, no. 6, pp. 42—45. (In Russian)

14. Il'ina I. S., Lapshina E. I., Lavrenko N. N. [et al.] *Rastitel'nyi pokrov Zapadno-Sibirskoi ravniny* [Vegetation cover of the West Siberian Plain]. Novosibirsk, Nauka, Sibirskoe otd. Publ., 1985. 248 p. (In Russian)
15. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M. Adaptivnyi morfogenez i ekologo-tsenoticheskie strategii vyzhivaniya travyanistyykh rastenii [Adaptive morphogenesis and ecological-coenotic strategies for the survival of herbaceous plants]. *Metody populyatsionnoi biologii: sb. materialov VII Vseros. populyatsionnogo seminara (Syktyvkar, 16—21 fevralya 2004 g.)* [Methods of population biology. Proceed. of VII All-Russia population seminar (Syktyvkar, Febr. 16—21, 2004)]. Syktyvkar, Komi nauchnyi tsentr UrO RAN Publ., 2004, part 2, pp. 113—120. (In Russian)
16. Kazantseva M. N. Orkhidnye v usloviyakh antropogennogo landshafta [Orchids in the conditions of an anthropogenic landscape]. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Altaiskogo kraya i sopredel'nykh regionov, taktika sokhraneniya vidovogo raznoobraziya i genofonda: sb. tr. IV nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 27—29 oktyabrya 1999 g.)* [Specially protected natural territories of the Altai and adjacent regions, tactics for preserving species diversity and gene pool. Collect. art. IV sci.-pract. conf. (Barnaul, Oct. 27—29, 1999)]. Barnaul, Altaiskii un-t Publ., 1999, pp. 189—191. (In Russian)
17. Kazantseva M. N., Gashev S. N. Vliyanie osvetleniya na sostoyanie tsenopopulyatsii naperstyanki krupnotsvetkovoi (*Digitalis grandiflora*) [Effect of lightening on the state of digitalis (*Digitalis grandiflora*) coenopopulations]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2021, no. 59, pp. 138—141. (In Russian)
18. Kazantseva M. N., Aref'ev S. P., Gashev S. N., Levykh A. Yu. Monitoring bioraznoobraziya i sostoyaniya lesa v 2001—2021 gg. na podtaezhnom biogeotsenoticheskom poligone “Kuchak” (Tyumenskaya oblast') [Monitoring of biodiversity and forest condition at the Kuchak sub-taiga biogeocenotic test site (Tyumen region) in 2001—2021]. *Nauchnyi vestnik Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga*, 2022, vol. 2, no. 115, pp. 39—56. DOI: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.003. (In Russian)
19. Knyazev M. S. Redkie vidy rastenii v tekhnogennykh neoekotopakh na Urale [Rare plant species in technogenic neo-ecotopes in the Urals]. *Estestvennaya rastitel'nost' promyshlennykh i urbanizirovannykh territorii Urala: sb. nauch. tr.* [Natural vegetation of industrial and urban areas of the Urals. Collect. of sci. art.]. Sverdlovsk, UrO AN SSSR Publ., 1990, pp. 116—120. (In Russian)
20. *Krasnaya kniga Tyumenskoi oblasti: zhivotnye, rasteniya, griby. 2-e izd.* [Red Book of the Tyumen Region: animals, plants, fungi. 2nd ed.]. Kemerovo, Tekhnoprint Publ., 2020. 460 p. (In Russian)
21. Naumenko N. I. *Flora i rastitel'nost' Yuzhnogo Zaural'ya* [Flora and vegetation of the Southern Trans-Urals]. Kurgan, Kurganskii un-t Publ., 2008. 512 p. (In Russian)
22. Osmanova G. O., Zhivotovskii L. A. Ontogeneticheskii spektr kak indikator sostoyaniya tsenopopulyatsii rastenii [Ontogenetic spectrum as an indicator of the status of plant populations]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Ser. biologicheskaya*, 2020, no. 2, pp. 144—152. DOI: 10.31857/S0002332920020058. (In Russian)
23. Pogoda v Tyumeni [Weather in Tyumen]. *Pogoda i klimat* [Weather and climate]. Available at: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28367>. Accessed: 30.04.2023. (In Russian)
24. Pushai E. S. Orkhidnye urbanizirovannykh territorii g. Tveri [Orchids of urbanized territories of the Tver city]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologiya i ekologiya — Bulletin of Tver State University. Ser. Biology and Ecology*, 2007, no. 4, pp. 97—100. (In Russian)
25. Strel'nikova T. O., Manakov Yu. A. Redkie i ischezayushchie vidy rastenii Kemerovskoi oblasti v tekhnogennykh landshaftakh Kuzbassa [Rare and endangered plant species of the Kemerovo region in the technogenic landscapes of Kuzbass]. *Flora i rastitel'nost' antropogенно narushennykh territorii: sb. nauch. tr. Kemerovskogo otdeleniya RBO* [Flora and vegetation of anthropogenically disturbed territories. Collect. sci. art. Kemerovo branch of the RBO]. Kemerovo, Irbis Publ., 2010, is. 6, pp. 174—175. (In Russian)

Информация об авторе

М. Н. Казанцева — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Information about the author

M. N. Kazantseva — Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 12.07.2023;
принята к публикации 20.11.2023

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 12.07.2023;
accepted for publication 20.11.2023