

**Динамика ценопопуляции *Iris humilis* Georgi (*Iridaceae*)  
в городской среде (на примере г. Кемерово)**

**Dynamics of *Iris humilis* Georgi (*Iridaceae*) coenopopulation  
in the urban environment (on the example of Kemerovo)**

Романова Н. Г.<sup>1</sup>, Степанюк Г. Я.<sup>2</sup>, Филиппова А. В.<sup>2</sup>, Тарасова И. В.<sup>2</sup>, Ковригина Л. Н.<sup>2</sup>

Romanova N. G.<sup>1</sup>, Stepanyuk G. Y.<sup>2</sup>, Filippova A. V.<sup>2</sup>, Tarasova I. V.<sup>2</sup>, Kovrigina L. N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия. E-mail: chatn@yandex.ru

<sup>1</sup> Kemerovo state medical University, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup> Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия. E-mail: gstepanjuk@mail.ru

<sup>2</sup> Kemerovo state University, Kemerovo, Russia

**Реферат.** В 1996–2019 гг. была проведена оценка изменения популяционных и морфометрических показателей ценопопуляции *Iris humilis*, произрастающей в г. Кемерово в рекреационной зоне. На варьирование этих показателей оказывали влияние погодные условия, эндогенные процессы и антропогенная нагрузка. В результате строительной деятельности сократилась площадь ценопопуляции. Погодные условия оказывали влияние на значения популяционных показателей и размеры побегов и плодов, а также число цветков на побеге, но их детерминированность метеоусловиями ниже, чем плотностью побегов. Характер изменчивости демографических признаков носил волнообразный характер и обусловлен в большей степени внутренними биологическими факторами, но в результате прессинга рекреационной нагрузки в целом сокращались значения плотности и численности. Процент плодоцветения касатика низкого в исследуемой ценопопуляции ниже, чем в природных популяциях и в культуре. В годы исследования наблюдалось устойчивое снижение жизнеспособности ценопопуляции. В то же время данная ценопопуляция обладает потенциалом к самовосстановлению и самоподдержанию, а повышение ее жизнеспособности возможно при снижении антропогенной нагрузки на нее.

**Ключевые слова.** Динамика популяций, Кемерово, растения в городской среде, *Iris humilis*.

**Summary.** In 1996–2019, changes in population and morphometric parameters of the *Iris humilis* coenopopulation growing in Kemerovo in the recreational zone were assessed. The variation of these indicators was influenced by weather conditions, endogenous processes and anthropogenic load. As a result of construction activities, the area of the coenopopulation decreased. Weather conditions influenced the values of population indicators and the size of shoots and fruits, as well as the number of flowers on the shoot, but their determination by weather conditions is lower than the density of shoots. The nature of the variability of demographic characteristics was of a wave-like nature and was caused to a greater extent by internal biological factors, but as a result of the pressure of recreational load, the values of density and number decreased in general. The percentage of flowering *I. humilis* in the studied coenopopulation is lower than in natural populations and in culture. In the years of the study, there was a steady decline in the vitality of the coenopopulation. At the same time, this coenopopulation has the potential for self-healing and self-maintenance, and its vitality can be increased by reducing the anthropogenic load on it.

**Key words.** *Iris humilis*, dynamics of populations, Kemerovo, plants in the urban environment.

**Введение.** Контроль за состоянием популяций – одна из задач глобальной стратегии сохранения растений (Глобальная стратегия сохранения..., 2003). Известно, что на развитие растений в значительной степени оказывают влияние погодные условия, особенности онтогенеза и антропогенное воздействие (Бейдеман, 1974; Романова, Ковригина, 2008; Линерова и др., 2009). В урбосреде естественные экосистемы подвергаются антропогенному прессингу, что негативно сказывается на численности и состоянии популяций растений, особенно редких и исчезающих (Национальная стратегия сохране-

ния..., 2001). Длительное изучение ценопопуляций растений позволяет выявить тенденции и причины изменения их показателей и состояния.

На территории г. Кемерово произрастает *Iris humilis* Georgi – вид с дизъюнктивным вследствие исчезновения популяций ареалом (Доронькин, 1989; Алексеева, Миронова, 2007) и снижающейся под антропогенным прессингом плотностью и численностью (Елисафенко, 2010). При высокой рекреационной нагрузке и выпасе скота корневища касатика разрушаются. Вид характеризуется узкой экологической амплитудой и слабым семенным возобновлением (Красная книга Кемеровской..., 2012).

В настоящее время *Iris humilis* включен в Красные книги 15 регионов Российской Федерации (*Iris humilis* Georgi, <http://www.plantarium.ru>), причем за последние 9 лет число субъектов РФ, охраняющих вид на своей территории, выросло в 2 раза. Особую тревогу вызывает судьба его популяций, находящихся вблизи или на территории населенных пунктов.

Цель данной работы – проанализировать динамику показателей структуры и состояния ценопопуляции *Iris humilis* в условиях г. Кемерово.

*Iris humilis* (ирис, касатик низкий) – многолетнее травянистое рыхлокустовое растение 5–20 см высотой, с горизонтальным ветвистым, довольно толстым корневищем. Побеги до 20 см высотой с двумя-тремя короткими сизо-зелеными листьями до 7 мм шириной. Цветки (один–два) желтые, крупные, более 3–5 см в диаметре, энтомофильные. Коробочка эллиптическая (до 5 см), суженная к обоим концам. Семена светло-коричневые, овальные, морщинистые, с беловатыми присемянниками (Доронькин, 1987).

В природных популяциях вид проходит полный онтогенез (Елисафенко, 2010). У него отмечается низкая семенная продуктивность и преобладание вегетативного размножения (Красная книга Кемеровской..., 2000).

К. низкий произрастает по степным, иногда каменистым склонам, а также в борах, в лесных полосах, на полянах и прибрежных лугах (Доронькин, 1987). Ксеромезофит. Преимущественно степной геофит, эфемероид, поликарпик. Ареал вида достаточно обширный, но не сплошной (Халтанова, 2013). По данным Доронькина В. М. (1987) *I. humilis* встречается в Азии и реже Европе, а Н. Б. Алексеева (2008) относит его к азиатской ареалогической группе.

Выращивается как декоративное растение (Определитель растений Кемеровской..., 2001), хотя в культуре вид неустойчив из-за быстрого старения и выпадения возрастных состояний. В целом для интродукции оценен как среднеперспективный (Семенова, 2007; Елисафенко, 2010; Халтанова, 2013).

В Кемеровской области *I. humilis* отнесен к редким видам (категория 3) (Красная книга Кемеровской..., 2000; 2012). Лимитирующими для него факторами являются эколого-биологические особенности вида; пространственная разобщенность и ограниченная численность популяций; разрушение или коренное изменение местообитания в результате как естественного осыпания склона, так и антропогенного воздействия (вытаптывание, весенние палы); уничтожение растений вследствие выкапывания и сбора на букеты.

Исследуемая популяция расположена в городской черте, на территории ООПТ местного значения «Природный комплекс Рудничный бор» (далее – ООПТ «Рудничный бор») (Решение Кемеровского городского..., 2015, 2017). Его растительность представлена сосновым лесом, к которому с юга и юго-запада примыкают луговые и степные растительные сообщества, расположенные на скалистых склонах правого коренного берега р. Томь. Флора природного комплекса насчитывает 328 видов растений (Тарасова, Барышева, 2012), 3 из них включены в Красную книгу Кемеровской области (Красная книга Кемеровской..., 2000, 2012) и отдельных ее районов (Красная книга города..., 2017; Красная книга Чебулинского..., 2017; Красная книга Промышленновского..., 2018). ООПТ «Рудничный бор», расположенная в центре промышленного города, испытывает разнообразное влияние урбосреды, включающее загрязнение, рекреационную нагрузку, весенние палы, и характеризуется ослабленным состоянием (Возьмилова, Яковлева, 1994; Романова и др., 2013).

Ценопопуляция *I. humilis* входит в состав степной разнотравно-типчаковой ассоциации на склоне южной экспозиции (рис. 1). Фрагмент степи с южной стороны граничит с отвесным скалистым обрывом, с западной ограничен смотровой площадкой, с восточной и северной – луговыми ценозами. Ценопопуляция изолирована от ближайших местонахождений, находящихся в 10 км от Кемерово вверх по течению (д. Журавлево) и в 16 км вниз по течению (с. Верхотомское) р. Томь.

Местообитание вида постоянно испытывает антропогенную нагрузку: круглогодичное посещение отдыхающими привело к уплотнению почвы и разрушению травяного покрова, местами вплоть до обнажения субстрата; часть ценопопуляции была засыпана щебнем во время строительства смотровой площадки в начале 2000-х годов.



Рис. 1. Фрагмент ценопопуляции *I. humilis* на ООПТ «Рудничный бор», г. Кемерово.

**Условия, материалы и методы.** Наблюдения за ценопопуляцией проводили в 1996, 2003 (Тарасова, Тульчинская, 2004), 2014–2019 гг.

Для оценки погодных условий использовали сведения с сайта «Погода и климат» (2019). Границы вегетационного периода определяли по устойчивому переходу среднесуточных температур через +5 °С в сторону повышения, тепло- и влагообеспеченность – по сумме эффективных температур (СЭТ) и гидротермическому коэффициенту Сеянинова (ГТК) (Агроклиматические ресурсы Кемеровской..., 1973).

Погодные условия в 2014-2019 гг. варьировали, что сказывалось на сроках и продолжительности вегетационного периода, которые отличались от среднемноголетних. Тепло- и влагообеспеченность сезонов были ниже нормы (табл. 1).

Погодные условия в 2014-2019 гг. варьировали, что сказывалось на сроках и продолжительности вегетационного периода, которые отличались от среднемноголетних. Тепло- и влагообеспеченность сезонов были ниже нормы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика вегетационного периода в г. Кемерово в 2014–2017 гг.

Год	Вегетационный период		СЭТ, °С	ГТК
	сроки	Продолжительность, дней		
2014	1.05–25.09	148	1384,5 <i>прохладный</i>	1,0 <i>недостаточно увлажненный</i>
2015	20.04–13.09	147	1606,2 <i>умеренно прохладный</i>	0,7 <i>засушливый</i>
2016	16.04–27.09	165	1708,0 <i>умеренно прохладный</i>	0,7 <i>засушливый</i>
2017	11.04–22.09	165	1634,1 <i>умеренно прохладный</i>	0,9 <i>недостаточно увлажненный</i>
2018	22.04–14.10	176	1456,0 <i>прохладный</i>	1,1 <i>недостаточно увлажненный</i>
2019	начало 25.04	–	–	–
Средне-голетние данные	Первая декада мая – первая декада октября	158	1800 и более <i>умеренно теплый</i>	1,2–1,4 <i>умеренно увлажненный</i>

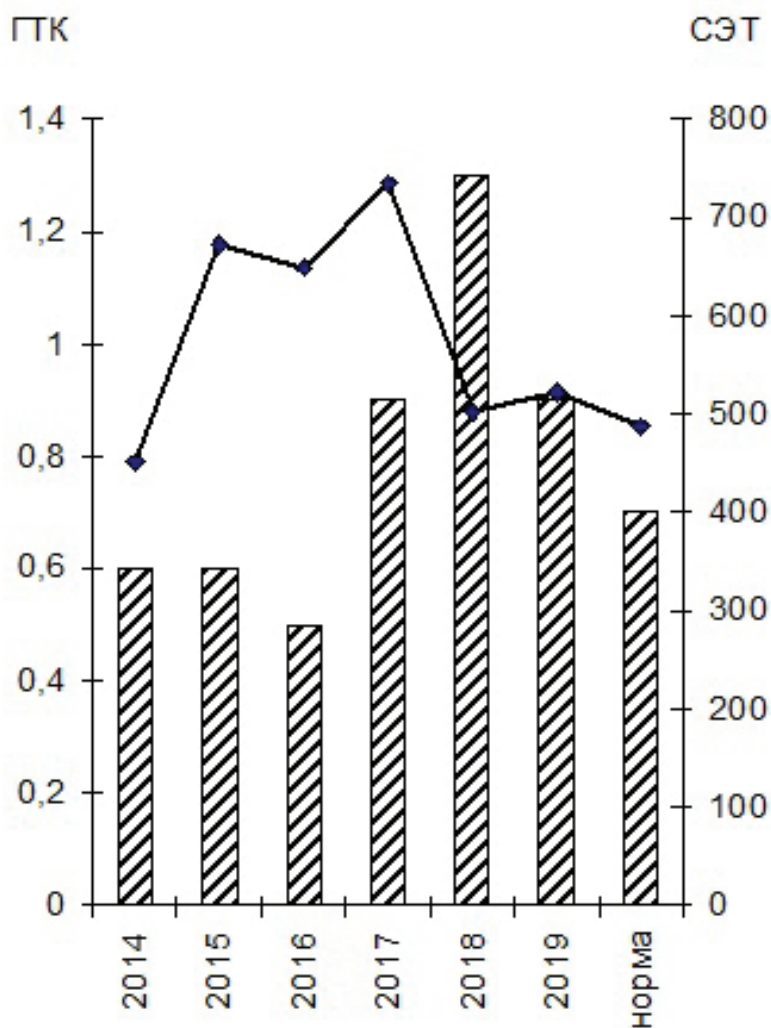


Рис. 2. Влаго- (ГТК, столбцы) и теплообеспеченность (СЭТ, °С, график) первой половины вегетационного периода 2014–2019 гг.

ряли с помощью GPS-навигатора Garmin eTrex 10. Учеты проводили на пробных площадках размером 1,0 м<sup>2</sup>, закладываемых в пределах контура растительного сообщества регулярным способом на 3 трансектах (по 10 площадок каждая). Счетной единицей служил побег. На площадках подсчитывали число генеративных и вегетативных побегов. В пределах ценопопуляции у 25 генеративных побегов измеряли высоту, длину и ширину крупнейшего листа, определяли число листьев и цветков, подсчитывали число коробочек и определяли их размеры.

При обработке данных вычисляли индекс Одумы (коэффициент агрегации,  $I_{O_d}$ ), характеризующий особенности пространственной структуры ценопопуляции, а также численность и плотность побегов. Виталитетную структуру ценопопуляции определяли IVC методом (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004; Злобин, 2013) на основе набора морфометрических параметров: высоты генеративного побега и длины наиболее крупного листа. Процент плодоцветения рассчитывали как долю плодов от числа цветков в ценопопуляции.

Математическую обработку данных морфометрии проводили в программе Statistica 6.0 (модули «Базовая статистика» и «Дисперсионный анализ»). Изменчивость изучаемых параметров по годам исследований оценивали с помощью коэффициента вариации (CV) (Зайцев, 1984), для определения взаимосвязи показателей и степени влияния факторов на изменчивость признаков использовали коэффициенты корреляции ( $r_{0,05}$ ) и детерминации ( $r^2$ ), соответственно.

В 2014, 2018 и 2019 гг. теплообеспеченность периода активной вегетации и цветения к. низкого была близка к норме, а в 2015–2017 гг. – значительно ее превышала (рис. 2).

В 2014–2016 гг. отмечен недостаток, в последующие годы – избыток влаги (рис. 2) преимущественно за счет выпадения осадков в апреле–мае. В июне наступала засуха, что соответствует среднемуголетним данным для района исследований (Климат Кемерово, 1980).

В условиях г. Кемерово отрастание побегов касатика начинается в середине апреля, генеративные побеги развиваются в первой декаде мая, цветение наступает во второй–третьей декадах мая. Продолжительность цветения отдельного цветка составляет 2–3 дня, а ценопопуляции в целом – 25–35 дней, т. е. до середины июня. Плоды завязываются в июне (Тарасова, Тульчинская, 2004). В связи с этим основные учеты и измерения проводили в конце мая–июне.

Площадь ценопопуляционного поля изме-

**Результаты и их обсуждение.** Коренных изменений фитоценоза, в состав которого входит ценопопуляция к. низкого, за периоды наблюдений не зафиксировано, сохраняются доминирующие виды и видовой состав в целом.

Средняя высота травяного яруса – 30 см. Растительный покров образуют *Festuca valesiaca* Gaud. (с обилием cop1), *F. pseudovina* Hack. ex Wiesb. (cop1), *Artemisia frigida* Willd. (sp), *A. glauca* Pall. ex Willd. (sp), *A. sericea* Web. ex Stechm. (sol), *A. commutata* Bess. (sol), *Stipa capillata* L. (sol), *Goniolimon speciosum* (L.) Boiss. (sol), *Seseli ledebourii* G. Don fil. (sol), *Astragalus testiculatus* Pall. (sol), *Scorzonera austriaca* Willd. (sol), *Galium verum* L. (sol), *Gypsophila patrinii* Ser. (sol), *Onosma simplicissima* L. (sol), *Potentilla bifurca* L. (sol), *P. acaulis* L. (sol), *Veronica incana* L. (sol), *V. spicata* L. (sol), *Sedum hybridum* L. (sol), *Allium strictum* Schrad. (un). Единичными экземплярами растут на этой территории кустарники *Spiraea hypericifolia* L. и *Caragana frutex* (L.) C. Koch., высота которых не превышает высоты травостоя. Обилие *I. humilis* в фитоценозе колебалось по годам от sp до cop1.

Общее проективное покрытие травостоя в разные годы составляло от 45 до 70 % . Изменение по годам проективного покрытия травяного яруса связано, прежде всего, с погодными условиями (количеством осадков), т. к. для рода *Festuca* характерно разрастание в условиях повышенного увлажнения.

Площадь ценопопуляции *I. humilis* в 1996 г. составляла 391, в 2003 г. – 570 м<sup>2</sup>. После строительства смотровой площадки она сократилась и в 2014–2016 гг. равнялась 396 м<sup>2</sup>. В 2018 г. было обнаружено, что на территории смотровой площадки, засыпанной щебнем, начали отрастать вегетативные побеги. Площадь таких зарослей составила около 4 м<sup>2</sup> (табл. 2). При снижении рекреационной нагрузки можно ожидать восстановления размеров ценопопуляционного поля.

Таблица 2

Динамика развития ценопопуляции *Iris humilis*

Год	Площадь, м <sup>2</sup>	Индекс Одума	Плотность побегов, шт./м <sup>2</sup>	Численность побегов, шт.	Доля генеративных побегов, %	Процент плодоцветения, %	IVC
1996	391	–	0,8	315	68,0	–	1,40
2003	570	37,6	81,5 ± 19,51*	46455	1,7	–	1,22
2014	396	22,2	26,7 ± 4,44	10600	–	–	1,56
2015	396	74,3	57,4 ± 16,32*	22700	9,4	–	0,84
2016	396	57,8	12,7 ± 3,56	5030	8,7	–	0,92
2017	400	25,3	21,8 ± 6,28	8720	8,7	6,3	0,69
2018	400	12,7	12,6 ± 2,53	5040	9,2	0,7	0,74
2019	400	48,8	57,5 ± 10,82*	23000	1,2	1,4	0,64
В среднем	–	39,8 ± 8,24	33,9 ± 9,96	14759,5	15,3 ± 8,89	2,8 ± 1,76	–
CV, %	–	54,8	83,3	117,6	154,0	108,9	–

Примечание: \* – достоверно отличающиеся значения.

Для ценопопуляции к. низкого, как и для других короткокорневищных растений (Ценопопуляции растений: Очерки..., 1988), характерно групповое расположение счётных единиц, что подтверждено значениями индекса Одума (12,7–4,3). Степень агрегации побегов сильно варьировала в период исследований (CV = 54,8 %), изменчивость данного показателя в равной степени определялась погодными условиями и плотностью ценопопуляции (табл. 3). Значения индекса Одума были выше в годы с теплой, засушливой первой половиной вегетации (2015–2016 гг.) и высокой плотностью популяции в 2003, 2015 и 2019 гг. (рис. 2, табл. 2).

Численность и плотность популяции – тесно связанные между собой показатели ( $r_{0,05} = 0,97$ ), значения которых отличались аномально высокой изменчивостью по годам исследований (CV = 117,6 и 83,3 %, соответственно). Причем процесс был волнообразным: увеличение численности и плотности популяции в одном году наблюдений сменялось их снижением в следующем (табл. 2).

Плотность побегов с 1996 г. до 2003 г. выросла с 0,8 до 81,5 шт./м<sup>2</sup>, а численность – с 312 до 46455 шт. В последующие годы значения данных показателей колебались, достигая максимума в 2015 и 2019 гг. (табл. 2). Максимальные значения численности в 2003 г. объясняются увеличением как

плотности побегов, так и площади популяции. В последующие годы колебания численности связаны с изменением плотности побегов при сохранении размеров популяционного поля. Степень влияния погодных условий на данные признаки была невысокой ( $r^2 = 0,21$ ) (табл. 3). При этом в годы исследования в среднем 20–30 % учетных площадок вообще не содержали побегов, а в 2016 г. (самом засушливом) таких площадок было 60 %.

Таблица 3

Значения коэффициентов детерминации ( $r^2$ ) и корреляции ( $r$ ) популяционных показателей *I. humilis* с погодными условиями и плотностью ценопопуляции

Признак	с погодными условиями		с плотностью	
	$r^2$	$r$	$r^2$	$r$
Индекс Одума	0,41	-0,64	0,37	0,61
Плотность	0,21	-0,46	–	–
Доля генеративных побегов	0,10	0,31	0,96	-0,98
Процент плодоцветения	0,36	-0,60	0,04	-0,21
IVC	0,25	0,50	0,08	-0,28
В среднем	0,39	–	0,36	–

Счетные единицы в изучаемой ценопопуляции были представлены преимущественно вегетативными побегами, их доля в 2003–2019 гг. составляла от 91,6 до 98,8 %. Численность и плотность их сильно связана ( $r=0,99$ ) с плотностью и численностью ценопопуляции и изменялась аналогичным образом.

Очевидно, колебания плотности и степени агрегации побегов в ценопопуляции к. низкого связаны с особенностями его биологии, когда плотность популяции регулируется путем снижения числа побегов (Марков, 1990).

Изменчивость доли генеративных побегов в ценопопуляции *I. humilis* по годам была аномально высокой ( $CV = 154,0$  %). В большей степени данный признак связан с плотностью ценопопуляции ( $r^2 = 0,96$ ,  $r = -0,98$ ), чем с погодными условиями ( $r^2 = 0,10$ ) (табл. 3). Максимальное значение этого показателя зафиксировано в 1996 г., когда плотность ценопопуляции была наименьшей. Резкое снижение доли генеративных побегов отмечено в 2003 и 2019 гг. на фоне значительного возрастания плотности ценопопуляции. В 2015–2018 гг. количество цветущих побегов составляло в среднем 9,0 % (табл. 2).

В 2017–2019 гг. в период плодоношения в ценопопуляции насчитывалось 54, 12 и 4 коробочки, соответственно. Однако доля вызревших плодов не превышала 6,3 % (табл. 2), что значительно ниже литературных данных. Так, Т. В. Елисафенко (2010) указывает, что процент плодоцветения к. низкого в культуре составляет 12,5, а в природных ценопопуляциях – от 25 до 60 %. Т. е. основным способом самоподдержания данной ценопопуляции остается вегетативное размножение, как отмечалось ранее Тарасовой И. В. и Тульчинской О. В. (2004). Математический анализ выявил сильную прямую зависимость процента завязавшихся плодов от температуры воздуха в первой половине вегетации (рис. 2, табл. 3). Данный показатель был выше в 2017 г. (табл. 2).

В годы исследования индекс виталитета ценопопуляции IVC составлял от 1,56 до 0,64. В качестве тенденции можно отметить увеличение значений IVC при снижении плотности (табл. 2), при этом математически выявлена слабая связь между значениями этих показателей, так же, как и с погодными условиями (табл. 3). Наблюдается тренд на уменьшение его значения, что свидетельствует о снижении жизнеспособности исследуемой ценопопуляции за последние 23 года. Мы связываем это с влиянием уплотнения почвы в результате увеличения рекреационной нагрузки, т. к. ценопопуляция располагается в непосредственной близости от смотровой площадки.

Значения морфометрических признаков генеративных побегов к. низкого приведены в таблице 4.

В годы наблюдений в ценопопуляции касатика формировались генеративные побеги высотой от 7,0 до 21,4 см с 1–4 листьями и 1–3 цветками ( $1,6 \pm 0,25$  шт.). Длина самого крупного листа варьировала от 8,3 до 18,0, ширина – от 0,6 до 1,0 см. Коробочки вырастали длиной 2,5–3,7 и шириной 1,2–1,4 см.

Погодичная изменчивость признаков, характеризующих морфоструктуру побегов к. низкого, была гораздо ниже, чем у популяционных показателей и в пределах нормы ( $CV=7,7–37,5$  %) (табл. 4). Аналогичная закономерность отмечалась для других природных популяций *I. humilis* (Крюкова, Абрамова, 2016).

Таблица 4

Средние значения морфометрических признаков побегов *I. humilis*

Год	Высота побега, см	Число листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см	Число цветков, шт.	Длина плода, см	Ширина плода, см
1996	18,6	2	16,5	–	–	–	–
2003	17,1 ± 1,01	3,9 ± 0,22	13,7 ± 0,97	0,8 ± 0,04	–	–	–
2014	21,4 ± 0,46*	3,0 ± 0,05	18,0 ± 0,28*	1,0 ± 0,02*	–	–	–
2015	13,1 ± 0,64*	2,8 ± 0,20	8,3 ± 0,56	0,8 ± 0,09	2,3 ± 0,21	–	–
2016	13,3 ± 0,72*	1,5 ± 0,15*	10,0 ± 0,69	0,6 ± 0,04	1,4 ± 0,15	–	–
2017	8,5 ± 0,40*	3,3 ± 0,12	8,7 ± 0,23	0,8 ± 0,06	1,2 ± 0,07	3,1 ± 0,29	1,4 ± 0,12
2018	9,8 ± 0,50*	2,7 ± 0,18	8,8 ± 0,54	0,7 ± 0,03	1,3 ± 0,09	2,5 ± 0,37	1,2 ± 0,12
2019	7,0 ± 0,48	2,7 ± 0,19	8,9 ± 0,42	0,7 ± 0,04	1,0 ± 0,00	3,7 ± 0,22	1,3 ± 0,08
В среднем	13,6 ± 1,80	2,7 ± 0,26	11,6 ± 1,38	0,8 ± 0,05	1,4 ± 0,22	3,1 ± 0,35	1,3 ± 0,06
CV, %	37,5	27,0	33,6	16,2	34,9	19,4	7,7

Примечание: \* – достоверно отличающиеся значения признаков

Математический анализ позволил оценить влияние погодных условий и плотности ценопопуляции на морфометрические признаки растений (табл. 5).

Таблица 5

Значения коэффициентов детерминации ( $r^2$ ) и корреляции ( $r$ ) морфометрических признаков генеративных побегов *I. humilis* с погодными условиями и плотностью ценопопуляции

Признак	с погодными условиями		с плотностью	
	$r^2$	$r$	$r^2$	$r$
Высота побега	0,36	-0,58	0,92	-0,96
Число листьев	0,28	0,37	0,10	-0,32
Длина листа	0,04	-0,38	0,56	0,75
Ширина листа	0,03	-0,20	0,10	-0,32
Число цветков	0,30	-0,47	0,98	-0,99
Длина плода	0,11	-0,87	0,90	0,95
Ширина плода	0,01	-0,87	0,04	0,19
В среднем	0,16	–	0,51	–

Степень детерминации значений признаков морфометрии метеоусловиями была в целом низкой ( $r^2=0,16$ ), а плотностью ценопопуляции – средней ( $r^2 = 0,51$ ). Корреляционный анализ (табл. 5) показал, что в годы, когда плотность ценопопуляции возрастала (2003, 2015, 2017, 2019), генеративные побеги укорачивались, на них формировалось меньше цветков. Такая закономерность характеризует регуляцию плотности популяций (Марков, 1990). В то же время длина листа и коробочки увеличивались (табл. 2, 4).

Перечисленные признаки были тесно связаны между собой: на высоких побегах формировались наиболее длинные листья, закладывалось больше цветков, но плоды были мельче; с увеличением числа листьев на побеге и их ширины образовывалась более широкая коробочка (табл. 6).

В среднем степень детерминации значений морфометрических признаков генеративных побегов к. низкого невысокая –  $r^2 = 0,35$  (табл. 6).

Корреляционный анализ показал, что более высокие побеги с большим числом цветков на них вырастали в условиях наибольшей засушливости, при этом теплообеспеченность могла быть разной (2014–2016 гг.). Коробочки касатика в годы с засушливой весной (2017, 2019) были крупнее, чем в более увлажненном 2018 г. (рис. 2, табл. 5).

Таблица 6

Значения коэффициентов детерминации ( $r^2$ ) и корреляции ( $r$ ) морфометрических признаков генеративных побегов *I. humilis*

Пары признаков	$r^2$	$r$	Пары признаков	$r^2$	$r$
Высота побега – число листьев	0,00	0,01	Длина листа – ширина листа	0,46	0,68
Высота побега – длина листа	0,83	0,91	Длина листа – число цветков	0,15	-0,39
Высота побега – ширина листа	0,41	0,64	Длина листа – длина плода	0,25	0,50
Высота побега – число цветков	0,56	0,75	Длина листа – ширина плода	0,25	-0,50
Высота побега – длина плода	1,00	-1,00	Ширина листа – число цветков	0,15	0,39
Высота побега – ширина плода	0,21	-0,46	Ширина листа – длина плода	0,00	0
Число листьев – длина листа	0,00	0,04	Ширина листа – ширина плода	0,76	0,87
Число листьев – ширина листа	0,26	0,51	Число цветков – длина плода	0,96	-0,98
Число листьев – число цветков	0,00	-0,01	Число цветков – ширина плода	0,11	-0,33
Число листьев – длина плода	0,00	0,00	Длина плода – ширина дплода	0,25	0,50
Число листьев – ширина плода	0,76	0,87	В среднем	0,35	–

Примечание: полужирным выделены наиболее высокие значения коэффициентов детерминации и корреляции.

**Закключение.** В 1996–2019 гг. была проведена оценка изменения популяционных и морфометрических показателей ценопопуляции *Iris humilis*, произрастающей в г. Кемерово в рекреационной зоне. На варьирование этих показателей оказывали влияние погодные условия, эндогенные процессы и антропогенная нагрузка.

Площадь ценопопуляции резко возрастала в период с 1996 по 2003 гг., очевидно, активно шло расселение растений семенами (доля генеративных побегов достигала 68 %) и вегетативно. В связи с размещением на ее территории смотровой площадки размер ценопопуляции резко сократился, после чего отмечали некоторую стабильность ее размеров. В местах с максимальной рекреационной нагрузкой побеги к. низкого не произрастали. Также отмечали наибольшую долю площадок без побегов в самый засушливый год (2016). Размещение счетных единиц в пространстве, с одной стороны, обусловлено биологическими особенностями вида, а с другой – корректировалось влиянием антропогенной нагрузки и метеоусловиями.

Погодные условия оказывали влияние на значения некоторых морфометрических параметров: размеры побегов и плодов, а также число цветков на побеге. Но в целом детерминированность биометрических признаков метеоусловиями ниже, чем плотностью побегов.

В годы исследований наблюдали волнообразный характер варьирования значений плотности ценопопуляции. При этом лишь в 1996 году доля генеративных побегов преобладала, а в последующие годы резко снизилась. Детерминированность популяционных показателей плотностью ценопопуляции в среднем была выше, чем погодными условиями.

Процент плодоцветения к. низкого на ООПТ «Рудничный бор» ниже, чем в природных популяциях и в культуре. Все это свидетельствует о преимущественно вегетативном размножении вида, которому могут препятствовать указанные антропогенные факторы. Жизненность ценопопуляции снижалась.

Таким образом, характер изменчивости демографических и морфометрических признаков, жизненности ценопопуляции *Iris humilis* обусловлен скорее внутренними биологическим факторами, чем погодными условиями, при этом подвержен значительному влиянию антропогенных факторов. Это позволяет предположить, что у данной ценопопуляции есть потенциал к самовосстановлению и самоподдержанию, а повышение жизненности возможно при снижении антропогенной нагрузки на нее.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агроклиматические ресурсы Кемеровской области / Под ред. М. И. Черниковой. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 142 с.  
 Алексеева Н. Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России // Turczaninowia, 2008. – 11(2). – С. 5–68.  
 Алексеева Н. Б., Миронова Л. Н. Критические заметки о некоторых видах рода *Iris* (Iridaceae) в Сибири и на Дальнем Востоке // Бот. журн., 2007. – Т. 92, № 6. – С. 916–926.



**Бейдеман И. Н.** Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 139 с.

**Возмилова С. Г., Яковлева Г. И.** Оценка современного состояния опушечного комплекса Рудничного бора г. Кемерово // Студенты и молодые учёные Кемеровского гос. ун-та – 40-летию КГПИ–КемГУ: Тез. докл. В 2 частях. – Кемерово: КемГУ, 1994. – Ч. 2. – С. 45.

*Глобальная стратегия сохранения растений.* – М., 2003. – 16 с.

**Доронькин В. М.** Семейство Iridaceae – Касатиковые // Флора Сибири. Araceae – Orchidaceae. – Новосибирск: Наука, 1987. – Т. 4. – С. 113–125.

**Доронькин В. М.** Состояние и перспективы охраны Касатиковых (Iridaceae) в Сибири // Изв. СО РАН. Сер. биол. наук, 1989. – Вып. 2. – С. 56–62.

**Елисафенко Т. В.** Особенности онтогенеза *Iris humilis* (Iridaceae) в естественных условиях в центральном Алтае и в условиях интродукции в г. Новосибирске // Растительные ресурсы, 2010. – Т. 46, № 4. – С. 21–34.

**Зайцев Г. Н.** Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.

**Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А.** Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.

**Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М.** К оценке виталитета ценопопуляций *Rhodiola iremelica* Boriss. по размерному спектру // Ученые записки НТГСПА. – Нижний Тагил, 2004. – С. 80–85.

*Климат Кемерово* / Под ред. С. Д. Кошинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 168 с.

*Красная книга города Кемерово и Кемеровского района Кемеровской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов.* – Кемерово: Кемеров. технол. ин-т пищ. пром-ти (университет), 2017. – 195 с.

*Красная книга Кемеровской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов.* – Кемерово: Кемеровское книжное изд-во, 2000. – 248 с.

*Красная книга Кемеровской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов.* – Кемерово: Азия принт, 2012. – 208 с.

*Красная книга Промышленновского района Кемеровской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов.* – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – 267 с.

*Красная книга Чебулинского района Кемеровской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов.* – Кемерово: Кемеров. технол. ин-т пищ. пром-ти (университет), 2017. – 198 с.

**Крюкова А. В., Абрамова Л. М.** К биологии редкого вида *Iris humilis* Georgi в Башкортостане // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та, 2016. – № 2 (18). – С. 58–63.

**Линерова Л. Г., Рябинина З. Н., Воронов А. А., Аксанова Г. Ф.** Корреляции морфологических признаков у папоротника орляка обыкновенного // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та, 2009. – № 6. – С. 204–207.

**Марков М. В.** Популяционная биология растений. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 387 с.

*Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия России.* – М., 2001. – 76 с.

*Определитель растений Кемеровской области* / И. М. Красноборов, Э. Д. Крапивкина, М. Н. Ломоносова и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 477 с.

*Погода и климат.* – URL: [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru) (дата обращения: 09.08.2019).

*Решение Кемеровского городского совета народных депутатов от 26.06.2015 г. № 420 «О создании особо охраняемой природной территории местного значения «Природный комплекс Рудничный бор».*

*Решение Кемеровского городского Совета народных депутатов от 28.04.2017 № 64 «О внесении изменений в решение Кемеровского городского Совета народных депутатов от 26.06.2015 № 420 «О создании особо охраняемой природной территории местного значения «Природный комплекс Рудничный бор».*

**Романова Н. Г., Ковригина Л. Н.** Влияние погодных условий на строение очередных метамеров вегетативных побегов *Sorbus sibirica* Hedl. // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Матер. всерос. конф. (22–27 сентября 2008 г., г. Петрозаводск). – Петрозаводск, 2008. – Ч. 1. – С. 220–223.

**Романова Н. Г., Москаленко А. Ю., Кулакова О. А.** Состояние Рудничного соснового бора г. Кемерово // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. – Кемерово: ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 2013. – Вып. 4 (56), т. 2. – С. 24–28.

**Семенова Г. П.** Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология и охрана. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2007. – 408 с.

**Тарасова И. В., Барышева О. В.** Видовой состав сосудистых растений соснового леса «Рудничный бор» (г. Кемерово) // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий. – Кемерово, 2012. – Вып. 8. – С. 5–14.

**Тарасова И. В., Тульчинская О. В.** Состояние популяций кендыря ланцетолистного и ириса низкого на территории города Кемерово и его окрестностей. – Деп. в ВИНТИ 18.02.04. – № 275. В. – 2004.

*Халтанова Е. П.* Онтогенетическая структура ценопопуляций *iris humilis* Georgi в условиях Витимского плоскогорья и Восточного Саяна // Вестн. Бурят. гос. ун-та. Биология. География, 2013. – № 4. – С. 74–78.

*Ценопопуляции растений: Очерки популяционной биологии* / Заугольнова Л. Б. (и др.). – М.: Наука, 1988. – 184 с.

*Iris humilis* Georgi // «Плантариум» – он-лайн определитель растений. – URL: <http://www.plantarium.ru/page/view/item/20741.html> (дата обращения 09.08.2019).