

БОТАНИКА

УДК 631.529+581.16 (571.56)

doi: 10.17223/19988591/39/3

С.З. Борисова¹, Н.С. Данилова^{1,2}

¹Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

²Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия

Эколого-биологическая характеристика редкого для Якутии вида *Hemerocallis minor* (Hemerocallidaceae)

Работа выполнена в рамках проекта: VI.52.1.8. Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии (0376-2016-0001; рег. номер АААА-А17-117020110056-0).

Приведены результаты онтогенетического, ценопопуляционного и интродукционного изучения редкого вида *Hemerocallis minor*. В Якутии местообитания вида ограничены долиной среднего течения р. Лены и не входят в сеть Особо охраняемых природных территорий. Изученные популяции находятся на периферии северной части ареала и изолированы от южносибирских центральных популяций. В онтогенезе вида выделены следующие периоды: латентный, прегенеративный и генеративный. Особи постгенеративного периода не выделены. ЦП 1 площадью 1 120 м² расположена на пойменном разнотравно-ячменном лугу в окр. с. Абага Олекминского района. Видовой состав фитоценоза включает 37 видов растений. Травостой густой, общее проективное покрытие – 100%. ЦП 2 площадью всего 10 м² расположена на береговом галечнике р. Лены в устье р. Большой Синтях. Здесь, кроме *H. minor*, другие растения не встречаются. Изученные ЦП нормальные, неполноценные. Численность их крайне низка. Самоподдержание осуществляется только семенным путем. В ЦП 1 преобладают виргинильные особи. Вследствие антропогенного воздействия (сенокос, обрывание цветков на букеты) семенное возобновление в этой популяции нарушено. Местообитание ЦП 2 мало подвержено влиянию деятельности человека, здесь преобладают особи моложе виргинильного состояния. Максимум приходится на имматурные растения, что свидетельствует о молодости ценопопуляции. Испытание *H. minor* в культуре показало высокие интродукционные возможности вида. Популяции *H. minor*, созданные в ботанических садах, могут служить резервным фондом для возможных реинтродукционных мероприятий по восстановлению численности природных ценопопуляций.

Ключевые слова: *Hemerocallis minor*; периферическая популяция; структура ценопопуляции; онтогенез; интродукция.

Введение

Сохранение биологического разнообразия входит в национальные программы практически всех стран. В России масштабные изменения природ-

ных экосистем затронули не только центральные районы, но и окраинные регионы, особенно те, где развита добывающая промышленность. Территория Якутии, несмотря на малоосвоенность, также подвержена техногенным преобразованиям. Сильнейшую нагрузку испытывают фитоценозы Центральной и Южной Якутии, особенно в долине р. Лены. Только здесь региональной охране подлежат 76 видов сосудистых растений, из которых 12 включены в Красную книгу РФ [1]. Мероприятия по сохранению редких видов, помимо их инвентаризации, включают исследования состояния популяций, их динамики [2]. Многие виды редких растений в Якутии представлены изолированными от основного ареала периферическими популяциями, в которых идет направленный отбор. Периферические популяции составляют эволюционные потенциал и резерв вида и реализуют его тенденции к экспансии за границы ареала и переходу в новую экологическую нишу [3]. Мероприятия по сохранению и восстановлению биологического разнообразия должны учитывать генетическое разнообразие изолированных и периферических популяций вида [4–6].

Существуют два подхода к сохранению редких и исчезающих видов растений – *in situ* и *ex situ*. *In situ* – сохранение вида в природных сообществах – наиболее естественный путь охраны, когда растения остаются активными компонентами ценозов. В России наиболее действенным методом сохранения редких видов растений считается охрана на Особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Но при этом современная концепция охраны биологического разнообразия предполагает комплексные меры, направленные на сохранение объектов, находящихся и за пределами сети ООПТ [7].

Поэтому было бы неоправданным отказываться и от второго пути – *ex situ* – сохранения редких растений в ботанических садах [8–10]. Два этих подхода должны гармонично сочетаться [8]. Одним из интересных видов является *Hemerocallis minor* Miller, представленный в Якутии периферическими популяциями, находящимися на большом удалении от центральных популяций. Все местообитания популяций в якутской части ареала не подпадают под охрану ООПТ. Цель работы – изучение популяций *Hemerocallis minor*, их фитоценотической приуроченности, особенностей онтогенеза, возрастной структуры и плотности ценопопуляций, а также интродукционных возможностей вида.

Материалы и методики исследования

Hemerocallis minor Miller (красоднев малый) в Якутии встречается очень редко, нуждается в охране [11], занесен в Красные книги Красноярского края, Новосибирской и Читинской областей [12–14]. Основным лимитирующим фактором является хозяйственная деятельность – освоение территорий произрастания вида, а также сбор на букеты.

H. minor – высокодекоративное растение. Используется в озеленении г. Якутска, хорошо растет в городских условиях. Эффектно смотрится в

групповых посадках в сочетании с касатиками; можно рекомендовать для ландшафтных садов [15]. Использование красоднева малого в озеленении можно рассматривать и как один из путей его сохранения и размножения.

H. minor – восточноазиатский вид. В России распространен в Сибири, на юге Дальнего Востока. За пределами России произрастает в Китае, Монголии, Корее, Японии. В Якутии местообитания *H. minor* ограничены долиной среднего течения р. Лены, наиболее северное местонахождение вида отмечено в долине Лены в 50 км ниже г. Якутска в окр. с. Едейцы (Центральная Якутия) [16], но основные точки произрастания *H. minor* сосредоточены в пределах Юго-Западной Якутии. В Гербарии (SASY) Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (ИБПК) имеются сборы из окр. д. Крестовая выше г. Ленска (колл. Е.Р. Труфанова, 1952), р. Бол. Патом (колл. А. Петрова, 1963), д. Кочегарово выше г. Олекминска (колл. В.М. Михалева, 1977), г. Олекминск (колл. В.М. Михалева, 1974; Х.Х. Данилов, 1974), пос. Пеледуй (колл. П.А. Тимофеев, 1989). В составе коллекций природной флоры Якутского ботанического сада ИБПК и Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (СВФУ) произрастают образцы, привлеченные в культуру с берега р. Лены в устье р. Большой Синтях (колл. Н.С. Данилова, 1983) и окр. с. Абага Олекминского района (колл. С.З. Борисова, Н.С. Данилова, 2009). Все местообитания *H. minor* в Якутии находятся вне сети ООПТ.

В природе *H. minor* растет на остепненных лугах, лесных опушках, в зарослях приречных кустарников, по берегам рек, на пойменных лугах, галечниках. Предпочитает умеренно влажные места, рыхлые и богатые почвы. Светолюбив. Вид имеет широкую фитоценоотическую и экологическую амплитуду. При продвижении на север фитоценозы, в которых представлен вид, сменяются со степных на луговые. Возможно, это связано с происхождением вида, который имеет мезофитную природу.

Для характеристики фитоценоотической приуроченности изученных популяций проведены геоботанические описания сообществ с *H. minor*. Ценопопуляционное изучение проводилось согласно рекомендациям, представленным в [17]. При описании онтогенеза применены методы сравнительного морфологического анализа [18–21]. На исследуемых участках учитывались все особи *H. minor*. Для общей оценки самоподдержания ценопопуляции использованы индексы возрастности (Δ) и эффективности (ω) [21–23], доля генеративных особей от числа взрослых и общего числа растений [17]. Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Excel for Windows 7.0.

В природных условиях и культуре изучена морфометрия на 25 растениях среднего генеративного возраста в фазе массового цветения [24]. Учитывались следующие параметры: высота генеративных растений, число генеративных побегов, число цветков на одном побеге, диаметр цветка, число зеленых листьев на побеге, длина и ширина листа.

Фенологические наблюдения проводились по методу И.Н. Бейдеман [25], фиксировали фазы вегетации, бутонизации, цветения и плодоношения.

Интродукционные возможности вида оценены по разработанной нами шкале [26]. Оценка устойчивости видов в культуре проводится по пяти показателям: интенсивность плодоношения интродуцентов или полнота прохождения фенологических фаз; семенное и вегетативное самовозобновление, динамика численности особей в питомнике; размеры надземной части интродуцентов относительно размеров растений из природных мест обитания; устойчивость интродуцентов к болезням и вредителям; длительность выращивания образца в культуре. Каждый показатель оценивается по трехбалльной шкале. Суммирование баллов по всем пяти показателям дает возможность выделить высокоустойчивые растения (14–15 баллов), устойчивые (11–13 баллов), слабоустойчивые (8–10 баллов) и неустойчивые (5–7 баллов).

В природных ценопопуляциях работа проводилась в Олекминском районе, интродукционное изучение – в Якутском ботаническом саду ИБПК и Ботаническом саду СВФУ в окр. г. Якутска. Также предпринимались попытки выращивания *H. minor* в долине р. Вилюй в пос. Сунтар. Климатические условия г. Якутска, г. Олекминска и пос. Сунтар приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1 [Table 1]

Климатическая характеристика районов исследования
[Climatic characteristics of the study area]

Исследуемые районы [Research area]	Средняя температура воздуха, °C [Average air temperature, °C]			Средняя продолжительность безморозного периода, дни [Average duration of the frost-free period, days]	Число дней со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C [The number of days with the average daily air temperatures above 10°C]	Среднее количество осадков, мм [Average precipitation amount, mm]	
	годовая [Annual]	января [January]	июля [July]			за год [Annual]	за вегетационный период [During the growing season]
Якутск [Yakutsk]	–10,2	–42,6	18,7	93	98	234	158
Олекминск [Olekminsk]	–6,7	–34,2	18,0	92	99	315	208
Сунтар [Suntar]	–7,8	–33,7	17,7	68	94	284	181

Результаты исследования и обсуждение

Для разработки мер охраны и увеличения численности ценопопуляций редких видов растений необходима информация об их биологии и современ-

ном состоянии в природе. Только на основе этих знаний могут быть разработаны научно обоснованные мероприятия по их сохранению.

В Якутии *H. minor* в культуре с 1983 г. В коллекциях выращиваются 2 образца, перенесенные живыми растениями из окрестностей сел Кочегарово (1983 г.) и Абага (2009 г.) Олекминского района. Ниже приводится характеристика онтогенеза *H. minor*, изученного в культуре. В наших наблюдениях онтогенез вида включает 3 периода: латентный, прегенеративный, генеративный. Особи постгенеративного периода не идентифицированы. Сенильные особи ни в природе, ни в культуре также не обнаружены и другими исследователями [27, 28].

Латентный период. Семена *H. minor* – крупные, от 4,0 до 4,5 мм длиной, от 2,8 до 3,7 мм шириной, яйцевидной формы, угловатые, черные с блестящей полированной поверхностью. При лабораторном проращивании семена быстро прорастают в первую неделю, всхожесть составляет 95–98%. При посеве семян в мае в грунт всходы появляются через 20–30 дней. Прорастание семян подземное, в течение продолжительного времени растение сохраняет связь с семенем.

Прегенеративный период. Проростки (*p*) *H. minor* несут по 2 листа, один из которых низовой, другой – ассимилирующий срединный, длиной 9,5–9,7 см, шириной 0,5 см. Продолжительность этого состояния 1,5–2 недели. Ювенильное (*j*) возрастное состояние очень быстротечно, и его почти невозможно идентифицировать. Нарастание 2-го срединного листа сопровождается появлением придаточных корней – в этот момент особи переходят в имматурное (*im*) онтогенетическое состояние, практически минуя ювенильное. Это возрастное состояние длится 40–65 дней, в течение этого времени идет интенсивное нарастание листьев, их число достигает 4–5. С меньшей интенсивностью происходит нарастание и ветвление придаточных корней, главный корень отмирает, в основании побега формируется корневище. Длина листовой пластинки 12–15 см, ширина 0,4–0,6 см с одной явно выраженной центральной жилкой. В год посева единичные особи могут перейти в виргинильное онтогенетическое состояние, но массовый переход особей в виргинильный возраст (*v*) осуществляется на втором году жизни. В этом состоянии растения находятся в течение всего вегетационного сезона. В этот период происходит нарастание листьев, обычно розетка насчитывает по 7–9 листьев. В основании побега в пазухах листьев закладываются боковые почки, которые дают начало новым боковым побегам. Длина листа составляет 19–23 см, ширина 0,8–1,0 см. Наблюдается разрастание корневой системы, длина ее составляет 14–16 см.

Имеются отличия онтогенеза в природе. В природе ювенильное состояние может длиться от 40 дней и более, особи насчитывают по 1 низовому и 1–2 срединному листу длиной 5 см, шириной 0,3 см. Имматурные и виргинильные особи менее развиты, чем в культуре, длина листовой пластинки первых в среднем составляет 10–12 см, ширина 0,5 см, у виргинильных – 13–14 см и 0,7–0,8 см соответственно.

Генеративный период. Первое цветение красоднева в культуре отмечается на третьем году жизни. По степени развития генеративные особи (g) интродуцентов заметно отличаются от растений в природных местообитаниях (табл. 2).

Т а б л и ц а 2 [Table 2]

Морфометрические параметры *Heimerocallis minor* в природе и культуре
[*Heimerocallis minor* morphometric parameters in nature and in culture]

Показатель [Parameter]		Природа [Nature]	Культура [Culture]
Высота генеративных растений, см [Generative shoot height, cm]	M±m	53,69±2,01	89,16±2,40
	V, %	14,98	13,45
Число генеративных побегов, шт. [Number of generative shoots per 1 plant, pcs.]	M±m	1,44±0,18	27,04±2,24
	V, %	50,60	41,34
Число цветков на побеге, шт. [Number of flowers per stem, pcs.]	M±m	3,33±0,30	6,67±0,36
	V, %	41,71	29,83
Диаметр цветка, см [Flower diameter, cm]	M±m	7,50±0,74	9,50±0,48
	V, %	18,00	18,36
Число зеленых листьев на побеге, шт. [Number of green leaves on one shoot, pcs.]	M±m	7,46±0,27	7,27±0,22
	V, %	12,97	16,93
Длина листа, см [Leaf length, cm]	M±m	34,04±0,83	65,45±1,57
	V, %	8,84	13,15
Ширина листа, см [Leaf width, cm]	M±m	1,29±0,02	1,96±0,06
	V, %	4,96	17,62

Примечание. M ± m – среднее значение ± ошибка среднего значения, V, % – коэффициент вариации.

[Note. M ± m - mean ± SEM values, V,% - Coefficient of variation].

В Юго-Западной Якутии изучены две ценопопуляции *H. minor*. ЦП 1 расположена на пойменном разнотравно-ячменном лугу в окр. с. Абага Олекминского района (рис. 1). Площадь, занимаемая ценопопуляцией *H. minor*, составляет 1 120 м². Видовой состав лугового фитоценоза включает 37 видов – *Hordeum brevisubulatum* (cop₃), *Geranium pratense* (cop₃), *Galium boreale* (cop₃), *G. verum* (cop₃), *Acetosa thyrsiflorus* (sp), *Thalictrum minus* (sp), *Trifolium lupinaster* (sp), *Vicia cracca* (sp), *Linaria acutiloba* (sp), *Plantago major* (sp), *P. media* (sp), *Achillea millefolium* (sp) и др. С западной и юго-западной сторон участок ограничен зарослями *Salix viminalis*. Травостой густой, общее проективное покрытие – 100%.

ЦП 1 испытывает антропогенное воздействие разного характера – сенокос, выкапывание растений для приусадебных участков, обрывание на букеты. Все это не может не сказаться на семенном возобновлении *H. minor* и, в конечном счете, на возрастном спектре и численности ценопопуляции. Наличие семенного размножения зависит от сроков сенокоса. В редкие годы, когда сенокосение происходит после созревания семян, появляется шанс

для увеличения численности ценопопуляции. На прямую зависимость семенного размножения от сроков сенокоса указывает размещение *H. minor* на участке. На открытом пространстве луга, на достаточном удалении друг от друга произрастают в основном одиночные генеративные особи, семенное размножение которых, вследствие антропогенного воздействия, лимитировано. По окраинам луга, близко к зарослям ивы, *H. minor* образует группы, в каждой группе центром является генеративная особь, которую окружают молодые вегетативные растения семенного происхождения.



Рис. 1. Разнотравно-ячменный луг
с *Hemerocallis minor* в окр. с. Абага (фото С.З. Борисовой)

[Fig. 1. Herb-barley meadow with *Hemerocallis minor* around Abaga village. Photo by SZ Borisova]

Поскольку ЦП 1 крайне малочисленная, то подсчитаны все особи. Возрастной спектр ценопопуляции неполночный, левосторонний, насчитывается 17 взрослых генеративных особей, виргинильных – 50. Не представлены в спектре ювенильные, имматурные, молодые генеративные, сенильные. Общая численность 67 особей. Доля генеративных растений от числа взрослых растений составляет 68,0%, от общего числа растений – 25,4%. Соотношение возрастных состояний свидетельствует о том, что возобновление происходит не ежегодно, лимитируясь, главным образом, хозяйственной деятельностью человека.

ЦП 2 расположена на береговом галечнике р. Лены в устье р. Большой Синтях. Участок мало подвержен антропогенному воздействию. На неболь-

шой площади в 10 м² *H. minor* образует чистые заросли. Численность ценопопуляции 62 экз. Возрастной спектр неполночленный, левосторонний, включает ювенильные, имматурные, виргинильные и генеративные особи в соотношении 4 : 32 : 13 : 13. Самоподдержание ценопопуляции семенное. Доля генеративных растений от числа взрослых растений составляет 50,0%, от общего числа растений – 20,9%. Отсутствие субсенильных и сенильных растений, большая доля молодой фракции в возрастном спектре, незначительная занимаемая площадь свидетельствуют о том, что ЦП 2 является молодой.

Изученные ценопопуляции *H. minor* нормальные неполночленные, в возрастном спектре преобладают особи прегенеративного состояния и согласно критерию абсолютного максимума относятся к молодым. Индекс возрастности (Δ) составляет 0,16 (ЦП 2) и 0,22 (ЦП 1). Если в ЦП 2 молодая часть представлена *j*, *im* и *v* особями, то в ЦП 1 – только виргинильными (*v*). Величина индекса эффективности (ω) равна 0,57 у популяции, находящейся в пойменном лугу (ЦП 1), и согласно классификации «дельта-омега» эта ценопопуляция приближается к зреющей. Популяция на галечном берегу (ЦП 2) молодая ($\omega = 0,40$), при отсутствии лимитирующих факторов доля прегенеративных особей будет расти, и популяция может оставаться молодой довольно длительное время.

Обе ценопопуляции крайне малочисленны; необходимы дальнейшие мониторинговые наблюдения за их состоянием и численностью.

Изученные ценопопуляции *H. minor* послужили источниками интродукции для коллекций Якутского ботанического сада и Ботанического сада СВФУ. Необходимость создания интродукционной популяции вида в значительной мере продиктована низкой численностью его природных популяций. Оба образца в культуре ежегодно проходят полный цикл сезонного развития. Различий в сроках прохождения отдельных фаз не отмечено. Весеннее отрастание отмечается в середине мая. Вид раннелетнецветущий, что обеспечивается заблаговременной закладкой генеративной сферы побега будущего года. Перед уходом в зиму в подземной почке обычно полностью, иногда частично заложен зачаточный генеративный побег. Цветет со второй декады июня до середины июля. В культуре образует мощные кусты с большим количеством цветоносов, цветки раскрываются неодновременно, последовательно, продолжительность цветения цветка 1–2 дня. Семена созревают в середине – конце августа.

Оценка интродукционных возможностей *H. minor* показала, что в условиях интродукции в окр. г. Якутска вид высокоустойчив, ежегодно цветет и обильно плодоносит. Образует многочисленный жизнеспособный самосев, постоянно увеличивая численность интродукционной популяции молодыми особями. Растения хорошо отзываются на условия культуры, значительно превосходят по морфологическим показателям растения из природных местообитаний (см. табл. 2). Особи *H. minor* в течение 40 лет жизни в культуре не проявляют признаков старости.

Опыты по выращиванию *H. minor* в долине р. Виллой в пос. Сунтар показали неперспективность интродукции вида в этот регион. Короткий безморозный период, поздние весенние заморозки (см. табл. 1) являются сильным лимитирующим фактором при продвижении *H. minor* на север.

H. minor легко размножается семенами и вегетативно. Семена отличаются высокой всхожестью, не требуют стратификации; посев можно проводить и весной, и осенью. На пятый год жизни красоднев образует мощные кусты, которые можно делить. Оптимальные сроки деления куста – ранняя весна, до весеннего отрастания. Делёнки хорошо приживаются, выпадов почти не наблюдается. Красоднев отзывчив на условия культуры, предпочитает умеренно влажные места, рыхлые и богатые перегноем почвы. Светолюбив.

Создание интродукционной популяции *H. minor*, включающей различные возрастные состояния, может служить резервным фондом для возможных реинтродукционных мероприятий по восстановлению численности нарушенных природных ценопопуляций.

Выводы

1. Вид имеет широкую фитоценотическую и экологическую амплитуду. При продвижении на север фитоценозы, в которых представлен *H. minor*, сменяются со степных на луговые.

2. Онтогенез *H. minor* неполный, включает 3 периода: латентный, прегенеративный и генеративный. Постгенеративный период не выражен. В условиях интродукции онтогенез протекает быстрее. Основная часть особей достигает генеративного периода на третьем году жизни.

3. Изученные ценопопуляции красоднева малого нормальные, неполноценные (отсутствуют особи постгенеративного периода) с максимумом на особях молодой фракции. По классификации «дельта-омега» ценопопуляции относятся к молодым. Самоподдержание ценопопуляций в природе осуществляется только семенным путем; к сожалению, оно нарушено вследствие антропогенного воздействия.

4. Испытание *H. minor* в ботаническом саду показало высокие интродукционные возможности вида. Интродуценты ежегодно и обильно плодоносят, образуя многочисленный жизнеспособный самосев, условия культуры способствуют повышению морфологических показателей вида. Интродукционные популяции *H. minor*, созданные в Якутском ботаническом саду ИБПК и Ботаническом саду СВФУ, могут служить резервным фондом для возможных реинтродукционных мероприятий по восстановлению численности нарушенных природных ценопопуляций этого редкого вида.

Литература

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. ред. Ю.П. Трутнев. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.

2. Злобин Ю.А. Редкие виды растений : флористический, фитоценотический и популяционный подход // Журнал общей биологии. 2011. Т. 72, № 6. С. 422–435.
3. Ивантер Э.В. К разработке экологической концепции периферических популяций // Экология. 2017. № 1. С. 60–65.
4. Jankowska-Wroblewska S., Meyza K., Sztupecka E., Kubera L., Burczyk J. Clonal structure and high genetic diversity at peripheral populations of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz // iForest. Biogeosciences and Forestry. 2016. Vol. 9. PP. 892–900.
5. Levy E., Byrne M., Coates D.J., Macdonald B.M., McArthur S., van Leeuwen S. Contrasting Influences of Geographic Range and Distribution of Populations on Patterns of Genetic Diversity in Two Sympatric Pilbara Acacias // PLoS ONE. 2016. Vol. 11 (10): e0163995. doi: 10.1371/journal.pone.0163995
6. Szczecińska M., Sramko G., Wołosz K., Sawicki J. Genetic Diversity and Population Structure of the Rare and Endangered Plant Species *Pulsatilla patens* (L.) Mill in East Central Europe // PLoS ONE. 2016. Vol. 11 (3): e0151730. doi.: 10.1371/journal.pone.0151730
7. Баишева Э.З., Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Мартыненко В.Б., Широких П.С. Биологическое разнообразие экосистем : подходы к изучению и охране // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134, № 5. С. 456–466.
8. Скворцов А.К. Охрана редких видов *in situ* и *ex situ*, проблемы и взаимоотношения двух стратегий охраны // Бюллетень Главного ботанического сада. 1991. Вып. 162. С. 3–6.
9. Амельченко В.П., Агафонова Г.И., Катаева Т.Н. Итоги интродукции травянистых редких растений Томской области в Сибирском ботаническом саду Томского университета (1977–2007 гг.) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 1 (2). С. 5–12.
10. Горбунов Ю.Н., Швецов А.Н., Шатко В.Г. Роль ботанических садов России в сохранении генофонда редких и исчезающих растений // Бюллетень Главного ботанического сада. 2015. № 2. С. 94–103.
11. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / отв. ред. А.П. Исаев. Якутск : Сахаполиграфиздат, 2000. 256 с.
12. Красная книга Красноярского края : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / отв. ред. Н.В. Степанов. Красноярск : Изд-во СФУ, 2012. 576 с.
13. Красная книга Новосибирской области : Животные, растения и грибы / отв. ред. В.А. Юдкин, Д.Н. Шауло. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск : Арта, 2008. 528 с.
14. Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа : Растения / гл. ред. А.П. Островский. Чита : Стиль, 2002. 280 с.
15. Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С. Декоративные растения Якутии : Атлас-определитель. М. : Фитон+, 2012. 248 с.
16. Угаров Г.С., Гордеева О.А., Остроухова И.Ю., Поведская Л.И., Кершенгольц Л.М. Красоднев желтый в Центральной Якутии // Охрана природы Якутии : сб. науч. трудов / отв. ред. В.Н. Андреев, И.П. Щербаков. Якутск : Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1979. С. 30–31.
17. Денисова Л.В., Никитина С.В., Заугольнова Л.Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М. : ВНИИприроды, 1986. 34 с.
18. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды ботанического института Академии наук СССР. Сер. 3. Геоботаника. М. ; Л., 1950. Вып. 6. С. 7–204.
19. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологическая наука. 1975. № 2. С. 7–33.

20. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / отв. ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М. : Наука, 1976. 217 с.
21. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : Ланар, 1995. 224 с.
22. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде / под ред. Л.А. Жуковой, Н.В. Глотова, Л.А. Животовского. Йошкар-Ола : Периодика Марий Эл, 1998. Ч. 1. С. 146–149.
23. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. Т. 32, № 1. С. 3–7.
24. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1962. Вып. 7. 602 с.
25. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 156 с.
26. Данилова Н.С. Основные закономерности интродукции травянистых растений местной флоры в Центральной Якутии // Бюллетень Главного ботанического сада. 2000. Вып. 179. С. 3–8.
27. Вяткин А.И. Онтогенез видов *Hemerocallis* в условиях Новосибирска // Бюллетень Главного ботанического сада. 2001. Вып. 182. С. 116–121.
28. Иванова Н.С. Онтогенез *Hemerocallis minor* в условиях интродукции в Центральной Якутии // Труды Томского государственного университета. Сер. биологическая : Ботанические сады. Проблемы интродукции / отв. ред. М.Н. Баландин. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2010. Т. 274. С. 184–185.

Поступила в редакцию 30.11.2016 г.; повторно 25.03.2017 г.;
принята 26.04.2017 г.; опубликована 22.09.2017 г.

Авторский коллектив:

Борисова Саргылана Захаровна – канд. биол. наук, доцент, директор Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (Россия, 677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58).

E-mail: borisova_sz@mail.ru

Данилова Надежда Софроновна – д-р биол. наук, профессор, в.н.с. Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41).

E-mail: dan51@mail.ru

For citation: Borisova SZ, Nadezhda S. Danilova NS Ecological and biological characteristics of *Hemerocallis minor* (Hemerocallidaceae) species, rare for Yakutia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2017;39:44-57. doi: 10.17223/19988591/39/3 In Russian, English Summary

Sargylana Z. Borisova¹, Nadezhda S. Danilova^{1, 2}

¹ MK Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation

² Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation

Ecological and biological characteristics of *Hemerocallis minor* (Hemerocallidaceae) species, rare for Yakutia

Changes in natural ecosystems affected not only the central regions of Russia, but also the regions where extractive industry is developed. The vegetative communities of Central and South Yakutia are experiencing great strain, but especially in the valley of the Lena river. Many species of rare plants are represented by peripheral populations

in the territory of Yakutia. Programs for the conservation and restoration of biological diversity should take into account the genetic diversity of such isolated populations. *Hemerocallis minor* is an Asian species that is common in southern Siberia. The northern boundary of the range of this species passes in the valley of the middle reaches of the Lena river (63° NS). Populations of *H. minor* are at a great distance from other populations in Siberia and they are extremely rare in Yakutia. All known habitats of the species are not protected by the Specially Protected Natural Areas networks. The aim of the research was to study the peripheral populations of *H. minor*, their phytocoenosis, ontogeny, age structure and density of the coenopopulations, as well as the introduction possibilities of the species.

The study was conducted in its natural habitats in Olyekminsky District of Southwest Yakutia. We investigated two locations of coenopopulations of *H. minor*. We examined the abundance, density and ratio of individuals of different age groups in the population to reveal the structure of *H. minor* population. *H. minor* ontogeny is incomplete and includes 3 periods: latent, regenerative and generative. The postgenerative period is not expressed. Ontogeny occurs faster in culture conditions. The main part of individuals reaches the generative period in the third year of life. The first location is a floodplain meadow near Abaga village. The meadow is used for traditional land use. The vegetation is composed of a dense herbaceous layer of tall forbs and graminoids. Species include 37 phanerogams plants. The population of *H. minor* occupies 1120 m². The second population of this species is found in pebbly shore of the Lena river near the mouth of the Bol'shoy Sintyah river. The area of this population is small, only 10 m². Except *H. minor*, other species do not grow here. In each location, we recorded and classified all individuals into life cycle stage: juvenile, immature, vegetative and flowering individuals. The total number of flowering adults - 17 and vegetative - 50 individuals in the first population. The ratio of age state shows that the process of renewing is not annual and is mainly limited by human activities. The proportion of young plants (juvenile, immature, vegetative individuals) in the second population was higher than in the first. The total number of flowering adults - 13, vegetative - 13, immature - 32, and juvenile - 4 individuals.

Thus, the studied populations of *H. minor* are normal and incomplete. Both populations are young according to the criterion of the absolute maximum. The results of the classification of "Delta-omega" indicate that the first population is close to maturing. The second population is very young and the proportion of young individuals will grow in the absence of limiting factors. This population can stay young for quite a long time. In nature, the populations themselves are renewed by seeds only, which is often impossible due to anthropogenic impact. These results demonstrate the paucity and vulnerability of this coenopopulations. *H. minor* responds well to the conditions of culture. Plants annually and abundantly bear fruit, forming a numerous viable self-sowing, the conditions of culture contribute to the increase in the morphological characteristics of the species. The introductory populations of *H. minor* can serve as a reserve fund for possible reintroduction activities for restoring the number of disturbed natural coenopopulations of this rare species.

The article contains 1 Figure, 2 Tables, 28 References.

Key words: *Hemerocallis minor*; peripheral population, coenopopulation structure; ontogeny; plant introduction.

Funding: This work was supported by the Budget Project VI.52.1.8 (No AAAA-A17-117020110056-0).

References

1. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Data Book of the Russian Federation (Plants and Fungi)]. Bardunov NV and Novikov VS, editors. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ.; 2008. 855 p. In Russian

2. Zlobin YuA. Rare plant species: Floristic, phytocoenotic, and population approach. *Biology Bulletin Reviews*. 2011;72(6):422-435. In Russian, English Summary
3. Ivanter EV. Revising the ecological concept of peripheral populations. *Russ J Ecol*. 2017;48:81-85. doi: [10.1134/S1067413617010076](https://doi.org/10.1134/S1067413617010076)
4. Jankowska-Wroblewska S, Meyza K, Sztupecka E, Kubera L, Burczyk J. Clonal structure and high genetic diversity at peripheral populations of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. *iForest. Biogeosciences and Forestry*. 2016;9:892-900. doi: [10.3832/for1885-009](https://doi.org/10.3832/for1885-009)
5. Levy E, Byrne M, Coates DJ, Macdonald BM, McArthur S, van Leeuwen S. Contrasting influences of geographic range and distribution of populations on patterns of genetic diversity in two sympatric Pilbara Acacias. *PLoS ONE*. 2016;11(10):e0163995. doi: [10.1371/journal.pone.0163995](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163995)
6. Szczecińska M, Sramko G, Wołosz K, Sawicki J. Genetic diversity and population structure of the rare and endangered plant species *Pulsatilla patens* (L.) Mill in East Central Europe. *PLoS ONE*. 2016;11(3):e0151730. doi: [10.1371/journal.pone.0151730](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151730)
7. Baisheva EZ, Mirkin BM, Naumova LG, Martynenko VB, Shirokikh PS. Biological diversity of ecosystems: Approaches to investigation and protection. *Biology Bulletin Reviews*. 2015;5:138-147. doi: [10.1134/S2079086415020036](https://doi.org/10.1134/S2079086415020036)
8. Skvortsov AK. Okhrana redkikh vidov *in situ* i *ex situ*, problemy i vzaimootnosheniya dvukh strategiy okhrany [Conservation of rare species *in situ* and *ex situ*, problems and relationships between the two protection strategies]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada = Bulletin of the Main Botanical Garden*. 1991;162:3-6. In Russian
9. Amelchenco VP, Agafonova GI, Kataeva TN. The results of the introduction of the grass rare plants of the Tomsk region in the Siberian Botanical garden TSU. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2008;1(2):5-12. In Russian
10. Gorbunov YuN, Shvetsov AN, Shatko VG. The role of botanical gardens of russia in preserve the gene pool of rare and endangered plants. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada = Bulletin of the Main Botanical Garden*. 2015;2(201):94-103. In Russian, English Summary
11. *Krasnaya kniga Respubliki Sakha (Yakutiya). T. 1: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i gribov* [The Red Data Book of the Sakha Republic (Yakutia). Vol. 1: Rare and endangered species of plants and fungi]. Isaev AP, editor. Yakutsk: NIPK «Sakhapoligrafizdat» Publ.; 2000. 256 p. In Russian
12. *Krasnaya kniga Krasnoyarskogo kraya: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy dikorastushchikh rasteniy i gribov* [The Red Data Book of Krasnoyarsk region: rare and endangered species of plants and fungi]. Stepanov NV, editor. Krasnoyarsk: Siberian Federal University Publ.; 2012. 576 p. In Russian
13. *Krasnaya kniga Novosibirskoy oblasti: Zhivotnye, rasteniya i griby* [The Red Data Book of Novosibirsk region: Animals, Plants and Fungi]. Yudkin VA and Shaulo DN, editors. Novosibirsk: Arta Publ.; 2008. 528 p. In Russian
14. *Krasnaya kniga Chitinskoy oblasti i Aginskogo Buryatskogo avtonomnogo okruga: Rasteniya* [The Red Data Book of Chita Region and the Agin Buryat Autonomous Okrug: Plants]. Ostrovskiy AP, editor. Chita: Stil' Publ.; 2002. 280 p. In Russian
15. Danilova NS, Borisova SZ, Ivanova NS. Dekorativnye rasteniya Yakutii: Atlas-opredelitel' [Ornamental plants of Yakutia: Atlas determinant]. Moscow: «Fiton+» Publ.; 2012. 248 p. In Russian
16. Ugarov GS, Gordeeva OA, Ostroukhova IYu, Povedskaya LI, Kershengol'ts LM. Krasodnev zheltiy v Tsentral'noy Yakutii [Yellow day-lily in Central Yakutia]. In: *Okhrana prirody Yakutii. Sbornik nauchnykh trudov* [Nature protection in Yakutia. Proceedings]. Andreev VN, Shcherbakov IP, editors. Yakutsk: YaF SO AN SSSR Publ.; 1979. pp. 30-31. In Russian
17. Denisova LV, Nikitina SV, Zaigol'nova LB. Programma i metodika nablyudeniya za tsenopopulyatsiyami vidov rasteniy Krasnoy knigi SSSR [The program and methodology of

- observing cenopopulations of plant species of the Red Data Book of the USSR]. Moscow: VNI prirody Publ.; 1986. 34 p. In Russian
18. Rabotnov TA. Zhiznennyi tsikl mnogoletnih travyanistyh rasteniy v lugovykh tsenozakh [Vital cycle of perennial grasses in the meadow coenosis]. *Trudy Botanicheskogo instituta Akademii nauk SSSR. Seriya 3. Geobotanika*. 1950;6:7-204. In Russian
 19. Uranov AA. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsii kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocoenopopulation as a function of time and energetic processes]. *Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki*. 1975;2(134):7-34. In Russian
 20. *Tsenopopulyatsii rasteniy* (osnovnye ponyatiya i struktura) [Plant coenopopulations: basic concepts and structure]. Uranov AA and Serebryakova TI, editors. Moscow: Nauka Publ.; 1976. 217 p. In Russian
 21. Zhukova LA. Populyatsionnaya zhizn' lugovykh rasteniy [Population life of meadow plants]. Yoshkar-Ola: RIIN «Lanar» Publ.; 1995. 224 p. In Russian
 22. Glotov NV. Ob otsenke parametrov voznrastnoy struktury populyatsiy rasteniy [On assessing the parameters of plant population age structure]. In: *Zhizn' populyatsiy v geterogennoy srede*. Sbornik nauchnykh materialov II Vserossiyskogo populyatsionnogo seminar [Life of populations in a heterogeneous environment. Proc. of the II All-Russian Population Seminar]. Yoshkar-Ola: Periodika Mariy El Publ.; 1998. pp. 146-149. In Russian
 23. Zhivotovsky LA. Ontogenetic states, effective density, and classification of plant populations. *Russian Journal of Ecology*. 2001;32(1):1-5. doi: [10.1023/A:1009536128912](https://doi.org/10.1023/A:1009536128912)
 24. Golubev VN. Osnovy biomorfologii travyanistyykh rasteniy tsentral'noy lesostepi [Fundamentals of biomorphology of herbaceous plants of the central forest-steppe]. *Trydi Tsentral'nochernozemnogo zapovednika imeni VV Alekhina* [Proceedings of the VV Alekhin Central Chernozem Reserve]. Voronezh: Voronezh State University Publ.; 1962; Vol. 7. 602 p. In Russian
 25. Beydeman IN. Metodika izucheniya fenologii rasteniy i rastitel'nykh soobshchestv [Methods for studying plant phenology and plant communities]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ., 1974. 156 p. In Russian
 26. Danilova NS. The basic regulations of indigenous plant species introduction in Central Yakutia. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada – Bulletin of the Main Botanical Garden*. 2000;179:3-8. In Russian
 27. Vyatkin AI. Hemerocallis species ontogeny in Novosibirsk. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada = Bulletin of the Main Botanical Garden*. 2001;182:116-121. In Russian
 28. Ivanova NS. Ontogeny of *Hemerocallis minor* in the introduction in Central Yakutia. *Trudy Tomskogo gosuniversiteta. Seriya biologicheskaya: Botanicheskie sady. Problemy introduktsii* [Proceedings of Tomsk State University. Biological series: Botanical gardens. The problems of introduction]. Balandin MN, editor. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2010;274:184-185. In Russian

Received 30 November 2016; Revised 25 March 2017;

Accepted 26 April 2017; Published 22 September 2017

Author info:

Borisova Sargylana Z, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Botanical Garden, MK Ammosov North-Eastern Federal University, 58 Belinsky Str., Yakutsk 677000, Russian Federation.

E-mail: borisova_sz@mail.ru

Danilova Nadezhda S, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Leading Researcher, Yakut Botanic Garden, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 41 Lenina Pr., Yakutsk 677980, Russian Federation.

E-mail: dan51@mail.ru