

ОНТОГЕНЕЗ И СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *GAGEA PAUCIFLORA* (LILIACEAE) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

© 2021 г. О. А. Николаева¹, В. В. Семенова^{1,*}, Н. С. Данилова¹

¹ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН
пр. Ленина 41, Якутск, 677980, Россия

*e-mail: vvsemenova-8@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.11.2019 г.

После доработки 25.09.2020 г.

Принята к публикации 29.09.2020 г.

В статье приводятся результаты изучения 4 природных ценопопуляций *Gagea pauciflora*, произрастающих в различных экологических условиях, а также интродукционной и реинтродукционной популяций в Центральной Якутии. Изученные ценопопуляции *Gagea pauciflora* относятся к молодому нормальному неполночленному типу. Онтогенетические спектры изученных ценопопуляций *Gagea pauciflora* имеют левосторонний тип. Оценка состояния популяций показала, что в благоприятных условиях произрастания находится интродукционная популяция. Реинтродукционная и природные ценопопуляции находятся в удовлетворительных условиях (13–15 баллов). В культуре в режиме регулярного ухода, полива, питания, отсутствия конкурентного давления растения проявляют свои максимальные организменные возможности. Выращивание *Gagea pauciflora* в культуре может быть одним из надежных способов его сохранения. Сравнительное изучение состояния природных ценопопуляций, интродукционной и реинтродукционной популяций показали целесообразность восстановительных мероприятий. В реинтродукционной популяции генеративными особями в течение 5 лет на достаточно высоком уровне поддерживается поток семенного и вегетативного потомства, позволивший повысить плотность восстановленной популяции в 5 раз.

Ключевые слова: *Gagea pauciflora*, онтогенез, ценопопуляции, онтогенетический спектр, интродукционная популяция, реинтродукционная популяция, Центральная Якутия

DOI: 10.31857/S0006813621010063

Gagea pauciflora (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. — гусиный лук малоцветковый. Азиатский вид. Распространен в степной зоне Западной Сибири, в Прибайкалье, Забайкалье, Приморье, бассейне р. Амур, Центральной Якутии. За пределами России вид встречается в Китае и Японии. Якутская часть ареала изолирована от основного. В Якутии встречается в долине р. Лены в окр. г. Якутска (клас. мест.); в нижнем течении р. Алдан (Flora Sibiri, 1987; Konspekt flory Yakutii, 2012). Большинство местообитаний в окр. г. Якутска безвозвратно потеряны в связи с расширением границ городских и дачных застроек и в настоящее время как о существующих можно говорить только о ценопопуляциях, произрастающих на коренном берегу р. Лены на природной территории Якутского ботанического сада (ЯБС).

Растет на солончаковых лугах, на степных склонах.

Вид занесен в Красную книгу Якутии (Krasnaya kniga Respubliki Saha (Yakutiya), 2017) в категорию 1 — видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Целью работы является изучение структуры природных ценопопуляций, интродукционной и реинтродукционной популяций *Gagea pauciflora* в Центральной Якутии.

РАЙОН, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2013–2018 гг. в Якутском ботаническом саду — на его природной территории и в коллекции флоры Якутии. Материалом для исследований служили 4 природных ценопопуляции (ЦП), интродукционная и реинтродукционная популяции.

При описании растительных сообществ использованы общепринятые геоботанические методы (Korzhagin, 1964). Ниже приводятся описания сообществ с участием *Gagea pauciflora* в окр. г. Якутска.

Ценопопуляция 1 (ЦП 1) входит в состав протрелово-типчакковой ассоциации, расположенной на вершине коренного берега р. Лена — краевого останца древнеаллювиальной равнины под названием Чучур-Муран, относительная его вы-

сота составляет 92 м. Почва уплотненная, участок расположен рядом с туристической тропой, ценопопуляция испытывает умеренное антропогенное воздействие в виде вытаптывания. В сообществе отмечено 10 видов, доминируют *Festuca lenensis* Drob., *Pulsatilla angustifolia* Turcz., *Veronica incana* L., *Alyssum lenense* Adam. Высота травостоя — 10–20 см. Мохово-лишайниковый покров отсутствует. Общее проективное покрытие травостоя (ОПП) — 40–50%. Проективное покрытие (ПП) *G. pauciflora* менее 1%.

Ценопопуляция 2 (ЦП 2) входит в состав прострелово-попынной степи, расположенной на южном склоне коренного берега р. Лена с уклоном 30–40°, на высоте 55 м от подножья. Рельеф полого-увалистый, местами встречаются термокарстовые трещины. Сообщество испытывает слабое антропогенное воздействие. По склону редко встречается *Pinus sylvestris* L., подрост *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* L. Из кустарников единично отмечены *Rosa acicularis* Lindl., *Spiraea media* Schmidt. В сообществе присутствуют 32 вида, доминируют *Pulsatilla angustifolia* (сop2), *Artemisia frigida* Willd., *A. pubescens* Ledeb., *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Koeleria cristata* (L.) Pers. Высота травостоя 30–40 см. Мохово-лишайниковый покров развит слабо (3–5%). ОПП 50–60%, ПП *G. pauciflora* менее 1%.

Ценопопуляция 3 (ЦП 3) входит в состав веронико-твердоватоосочкового остепненного луга, расположенного на второй надпойменной террасе р. Лена. Сообщество находится в условиях сильной антропогенной нагрузки в виде вытаптывания, кроме того, через участок проходит нерегламентированная грунтовая автомобильная дорога. В сообществе отмечено 11 видов, доминируют *Carex duriuscula* С.А. Mey и *Veronica incana*, содоминирует *Potentilla bifurca* L. Высота травостоя составляет 20–30 см. Мохово-лишайниковый покров отсутствует. ОПП — 50–55%, ПП *G. pauciflora* менее 1%.

Ценопопуляция 4 (ЦП 4) входит в состав прострелово-осоковой ассоциации, расположенной на юго-восточном склоне коренного берега р. Лена с уклоном 35–45°, на высоте 45 м от подножья. Сообщество испытывает сильную антропогенную нагрузку в виде вытаптывания, через него проходит туристическая тропа с интенсивной нагрузкой. В сообществе отмечено 14 видов, доминируют *Pulsatilla angustifolia*, *Carex duriuscula*. Высота травостоя составляет 15–20 см. Мохово-лишайниковый покров отсутствует. ОПП — 50–60%, ПП *G. pauciflora* менее 1%.

Описание онтогенеза *G. pauciflora* с выделением онтогенетических состояний и определение онтогенетических спектров ценопопуляций были проведены согласно общепринятым методикам

(Rabotnov, 1950; Serebrjakov, 1952; Uranov, 1967, 1975; Tsenopopulyatsii rastenii..., 1976, 1988; Baranova, 1990; Levichev, 2001, 2013; Sorokopudova, 2005). Изучение ценопопуляций *G. pauciflora* проводилось методом учетных площадок размером 0.25 × 0.25 м² на трансектах длиной от 1 до 4 м. В качестве счетной единицы использовали одноосные побеги или компактный клон. Онтогенетическую структуру исследуемых ценопопуляций описывали в соответствии с представлениями о характерном (Zaugol'nova, 1994) и усредненном спектрах. Определение типа популяций осуществлялось по классификации “дельта–омега” Л.А. Животовского (Zhivotovski, 2001).

Оценка состояния ценопопуляций проводилась с использованием организменных и популяционных признаков (Zaugol'nova, 1994). Организменные признаки зрелых генеративных особей: 1 — высота растения, см; 2 — число стеблевых листьев; 3 — число цветков на побеге, см; популяционные признаки: 4 — плотность особей на единицу площади, экз./0.25 м²; 5 — доля молодой фракции ($j-g_1$), %; 6 — доля генеративной фракции (g_2-g_3), %. Диапазон каждого признака разбивался на 5 классов с одинаковым объемом по равномерной шкале; каждому классу присваивался балл; наименьший балл соответствовал наименьшим показателям (табл. 1).

ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА *GAGEA PAUCIFLORA* И СЕЗОННЫЙ РИТМ РАЗВИТИЯ

Gagea pauciflora — многолетнее луковичное травянистое растение с монокарпическими побегами. Мезоксерофит. Смена моноподиального нарастания начинается на 2-й или 3-й год после отмирания монокарпического побега в молодом генеративном состоянии. Вегетативное размножение начинается в имматурном онтогенетическом состоянии и происходит в результате отделения лукович-деток, сформированных в пазухе листьев укороченной части розеточного или полурозеточного побега (на донце материнской луковицы).

Эфемероид. Весеннее отрастание отмечается в конце апреля — начале мая с появлением листьев, через 2–3 дня после отрастания на поверхности почвы выходит побег со сформированными бутонами, цветение наблюдается во второй декаде мая, семена созревают в конце мая — начале июня, вегетация заканчивается в середине июня. В середине августа в культуре отмечается вторичная вегетация. В природе вторичная вегетация наблюдается очень редко, во влажные годы.

Описание онтогенеза особей *G. pauciflora* было проведено в условиях культуры, выделено 8 онтогенетических состояний.

Таблица 1. Оценка признаков *Gagea pauciflora* (в баллах)
Table 1. Assessment of the *Gagea pauciflora* characters (in points)

Признак Character	Баллы Points				
	I	II	III	IV	V
Высота растения, см Plant height, cm	4.6–5.5	5.6–6.5	6.7–7.6	7.7–8.6	8.7–9.6
Число стеблевых листьев Number of stem leaves	3.2–3.4	3.5–3.7	3.8–4.0	4.1–4.3	4.4–4.6
Число цветков на побеге Number of flowers on shoot	1.3–2.0	2.1–2.8	2.9–3.6	3.7–4.4	4.5–5.2
Плотность особей, экз./0.25 м ² Density of individuals, plants/0.25 m ²	0.9–21.2	21.3–41.6	41.7–62.0	62.1–82.4	82.5–102.8
Доля молодой фракции, $j-g_1$, % Share of $j-g_1$ plants, %	77.6–81.2	81.3–84.9	85.0–88.6	88.7–92.3	92.4–96.0
Доля генеративной фракции g_2-g_3 , % Share of g_2-g_3 plants, %	4.1–7.7	7.8–11.4	11.5–15.1	15.2–18.8	18.9–22.5

Семена тонко-плоские, светло-коричневые, длина и ширина семени 0.2 и 0.3 см соответственно. Лабораторная всхожесть семян *G. pauciflora* высокая, 98%. Прорастание семян надземное. Проростки длиной до 1.5–2.0 см, главный корень длиной до 0.7 см.

С появлением настоящего листа особи переходят в *ювенильное* состояние. Розеточный лист нитчатый, без жилок, 2–6 см дл., основание листа широкое, представляет влагалище листа, которое после отмирания пластинки листа становится покровом луковицы. Луковички образуются из утолщенных оснований листьев, 0.2–0.3 см в диаметре. Главный корень отмирает. Корневая система представлена придаточными корнями в числе 4–5 и более, 0.7–1.0 см дл. Первый настоящий лист в середине июля засыхает и отмирает. В начале или середине августа отмечается вторичное отрастание, т.е. формируется узколинейный лист с 3–4 слегка выпуклыми жилками 3–8 см дл., в этом случае особи переходят в *имматурное* состояние. В некоторых случаях в имматурное состояние особи переходят на второй год вегетации. Луковицы увеличиваются до 0.3–0.4 см в диаметре и на базальной части укороченного побега на коротких столонах появляются луковички-детки каплевидной формы в числе 1–2 шт. По И.Г. Левичеву (Levichev, 2013), почки у луковичек-деток видов рода *Gagea* образуются во влагалище нижележащего листа на укороченном побеге, рост которого идет в направлении его дорсальной стенки. Растяжение stolона происходит в результате интеркалярного удлинения гипоподия первого

метамера боковой почки. Придаточные корни удлиняются до 1.2–1.5 см.

На второй или третий год особи переходят в *виргинильное* состояние. На побеге число листьев составляет 1–2, узколинейный надземный лист увеличивается в размере, выпуклые жилки листа становятся ребристыми в числе 5–6 шт., с внутренней стороны листа появляется вогнутость. В природе в виргинильном состоянии жилки остаются слегка выпуклыми, и виргинильное состояние особей выделяется по размеру листа и числу жилок. Диаметр луковиц – 0.4–0.5 см, число деток-луковиц увеличивается и может достигать 4. Корни углубляются до 1.5–2.5 см. В тот же год особи переходят в *молодое генеративное* состояние. Моноподиальный рост особей *G. pauciflora* после отмирания побега сменяется на симподиальный. В молодом генеративном состоянии особи представлены полурозеточным репродуктивным побегом высотой 8–12 см с 1–2 розеточными листьями. На побеге формируются до 2–4 стеблевых листа и 1, реже 2 цветка. Диаметр луковиц увеличивается до 0.5–0.7 см.

На 3-й или 4-й год особи переходят в *зрелое генеративное* состояние. Репродуктивный полурозеточный побег удлиняется до 5–15 см, он несет 1–3 розеточных листа и 4–5 стеблевых. В культуре число цветков на побеге может достигать 3–9 (5.5 ± 0.7), реже до 14, в природе число цветков не более 1–3 (1.5 ± 0.1). Диаметр цветка в культуре – 1.9–3.0 см, в природе 1.0–3.0 (табл. 2). Плод – коробочка 0.5–1.0 см дл. и 0.4–0.7 см шир. Диаметр луковиц увеличивается до 0.6–1.0 см.

Таблица 2. Биометрические данные *Gagea pauciflora* в зрелом генеративном состоянии
Table 2. Biometric data of *Gagea pauciflora* at the mature generative stage

Признак Sign	Ценопопуляция Coenopopulation			
	Интродукционная Introduced	Реинтродукционная Reintroduced	Ценопопуляция 2 Coenopopulation 2	Ценопопуляция 3 Coenopopulation 3
Высота растения, см Plant height, cm	9.5 ± 0.5	4.6 ± 0.3	9.8 ± 0.5	6.7 ± 0.6
Число стеблевых листьев Number of stem leaves	4.4 ± 0.1	3.6 ± 0.2	3.2 ± 0.1	3.3 ± 0.2
Длина стеблевых листьев, см Length of stem leaves, cm	5.5 ± 0.6	4.5 ± 0.2	3.3 ± 0.8	4.8 ± 0.2
Ширина стеблевых листьев, см Width of stem leaves, cm	0.4 ± 0	0.3 ± 0	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0
Число прикорневых листьев Number of basal leaves	1.6 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.2 ± 0.1	1.6 ± 0.2
Длина надземных листьев, см Length of aerial leaves, cm	13.7 ± 0.8	7.6 ± 0.4	12.1 ± 1.0	7.4 ± 0.6
Число цветков на побеге Number of flowers on the shoot	5.5 ± 0.7	2.1 ± 0.4	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.2
Диаметр цветка, см Flower diameter, cm	2.4 ± 0.1	2.2 ± 0.1	2.0 ± 0.1	1.9 ± 0.1

До старого генеративного состояния доживают единицы особей. Единственный экземпляр старой генеративной особи был зафиксирован в интродукционной популяции (табл. 4).

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *GAGEA PAUCIFLORA*

Природные ценопопуляции *Gagea pauciflora* изучены на остепненных склонах (ЦП 2 и 4) и вершине коренного берега (ЦП 1) и на второй надпойменной террасе р. Лены (ЦП 3). Ценопопуляция (ЦП 2), расположенная на южном склоне, испытывает слабый антропогенный пресс, ЦП 1 находится в условиях умеренного и ЦП 3 и 4 – в условиях сильного антропогенного воздействия, подвергаясь интенсивному вытаптыванию.

Интродукционная популяция *G. pauciflora* заложена в 1972 г., основой ее служили семена, собранные в ценопопуляциях, расположенных на степном склоне коренного берега в окр. г. Якутска. Позже в состав интродукционной популяции вошли образцы, собранные в разных точках якутской части ареала. Интродукционная популяция ежегодно самовозобновляется семенным и вегетативным путем. Плотность интродукционной популяции составляет 112.7 особей на 0.25 м² (табл. 3).

Плотность особей в природных ценопопуляциях довольно низкая и колеблется от 1 до 8 осо-

бей на 0.25 м². Наиболее низкая плотность отмечается в ценопопуляциях, расположенных на склонах – ЦП 2 (0.9) и ЦП 4 (1.2). Здесь складываются особые условия, нежели на вершине коренного берега или на надпойменной террасе. Почвы на склонах песчаные, рыхлые, легко осыпаящиеся, весной с таянием снега возникают оползни, что часто приводит к гибели растений. Спокойный рельеф вершины коренного берега и второй надпойменной террасы более благоприятен для произрастания *G. pauciflora*. Плотность ценопопуляций здесь значительно выше – 8.3 особи на 0.25 м² в ЦП 1 и 5.6 в ЦП 3 (табл. 3). Сравнительно высокая плотность ценопопуляции 3, расположенной на участке с сильной антропогенной нагрузкой, свидетельствует об устойчивости *G. pauciflora* к вытаптыванию. Эта устойчивость обеспечивается эфемероидным циклом развития вида.

Реинтродукционная популяция была заложена в 2015 г. на второй надпойменной террасе в угасающей природной ценопопуляции *G. pauciflora*, в которой было зафиксировано всего 2 генеративные особи. Ценопопуляция входит в состав разнотравно-злаковой степи. В сообществе доминируют *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa pratensis* L., *Festuca lenensis*, всего присутствуют 14 видов. Высота травостоя составляет 60–70 см. Мохово-лишайниковый покров 2–3%. ОПП – 70–80%. Были высажены особи *G. pauciflora* в 2 ряда с минимальным нарушением напочвенного покрова:

Таблица 3. Демографические показатели ценопопуляций *Gagea pauciflora*
Table 3. Demographic parameters of the *Gagea pauciflora* coenopopulations

Показатель Parameter	Ценопопуляция Coenopopulation					
	1	2	3	4	Интродукционная Introduced	Реинтродукционная Reintroduced
Плотность Density	8.3	0.9	5.6	1.2	112.7	73.5
Δ	0.18	0.24	0.13	0.22	0.1	0.07
ω	0.48	0.64	0.36	0.59	0.29	0.22
*	молодые young	зреющие ripening	молодые young	молодые young	молодые young	молодые young

Примечание: плотность особей вида в ценопопуляциях (число особей/0.25 м²); Δ – индекс возрастности; ω – индекс эффективности; * – классификация популяций

Note: Density – density of the species individuals in coenopopulations (plants/0.25 m²); Δ – index of age; ω – efficiency index; * – classification of populations

18 генеративных и 41 виргинильных (Nikolaeva et al, 2018). Плотность особей реинтродукционной популяции составила 14.7 на 0.25 м². В течение последующих лет поток семенного и вегетативного потомства поддерживался на достаточно высоком уровне, и к 2019 г. плотность популяции возросла в 5 раз и составила 73.5 особи на 0.25 м².

На основании полученных данных ценопопуляции *G. pauciflora* можно отнести к молодому нормальному неполночленному типу. Согласно классификации характерных спектров растений Л.Б. Заугольной (Zaugol'nova, 1994), видам со сложным онтогенезом и глубоким омоложением вегетативных зачатков свойственен левосторонний тип онтогенетического спектра. Онтогенетические спектры изученных ценопопуляций *G. pauciflora* показали, что все они имеют левосторонний тип. По классификации “дельта-омега” три ценопопуляции относятся к молодым (табл. 3), кроме ЦП 2, которая является зреющей (Δ – 0.24, ω – 0.64), в ее онтогенетическом спектре доля генеративных групп заметно превышает долю прегенеративных (57.1 и 42.9%, табл. 4). Близкой к зреющей является ЦП 4 (Δ – 0.22, ω – 0.59), в которой генеративная группа также превышает прегенеративную (53.8 и 46.2%), кроме того, в спектрах этих ценопопуляций отсутствуют ювенильные особи. Обе ценопопуляции расположены на склоне коренного берега. Онтогенетические спектры ЦП 1 и 3 двухвершинные, абсолютные максимумы особей отмечены в виргинильной и имматурной группах (36.2 и 35.7%), локальные пики расположены на средневозрастных группах особей (22.4 и 12.5%). В усредненном онтогенетическом спектре

природных ценопопуляций максимум особей приходится на виргинильную группу (26.9%).

В онтогенетических спектрах интродукционной и реинтродукционной популяций абсолютные максимумы приходятся соответственно на имматурную и ювенильную группы особей (31.0 и 49.6%). Самовозобновление популяций происходит семенным и вегетативным путем. Интродукционная популяция имеет двухвершинный спектр, локальный пик расположен на средневозрастной группе особей (8.0%).

Таблица 4. Онтогенетический спектр ценопопуляций *Gagea pauciflora*, %

Table 4. Ontogenetic spectrum of the *Gagea pauciflora* coenopopulations, %

Ценопопуляция Coenopopulation	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	g_1	g_2	g_3
1	10.3	24.1	36.2	7.0	22.4	–
2	–	14.3	28.6	35.7	21.4	–
3	23.2	35.7	19.7	8.9	12.5	–
4	–	23.1	23.1	38.4	15.4	–
***	8.4	24.3	26.9	22.5	17.9	–
Интродукционная Introduced	30.8	31.0	27.3	2.7	8.0	0.2
Реинтродукционная Reintroduced	49.6	28.6	12.9	4.8	4.1	–

Примечание: Прочерк – отсутствие особей данного онтогенетического состояния.

*** – усредненный онтогенетический спектр.

Note: A dash is for missing individuals of this ontogenetic stage.

*** – average ontogenetic spectrum.

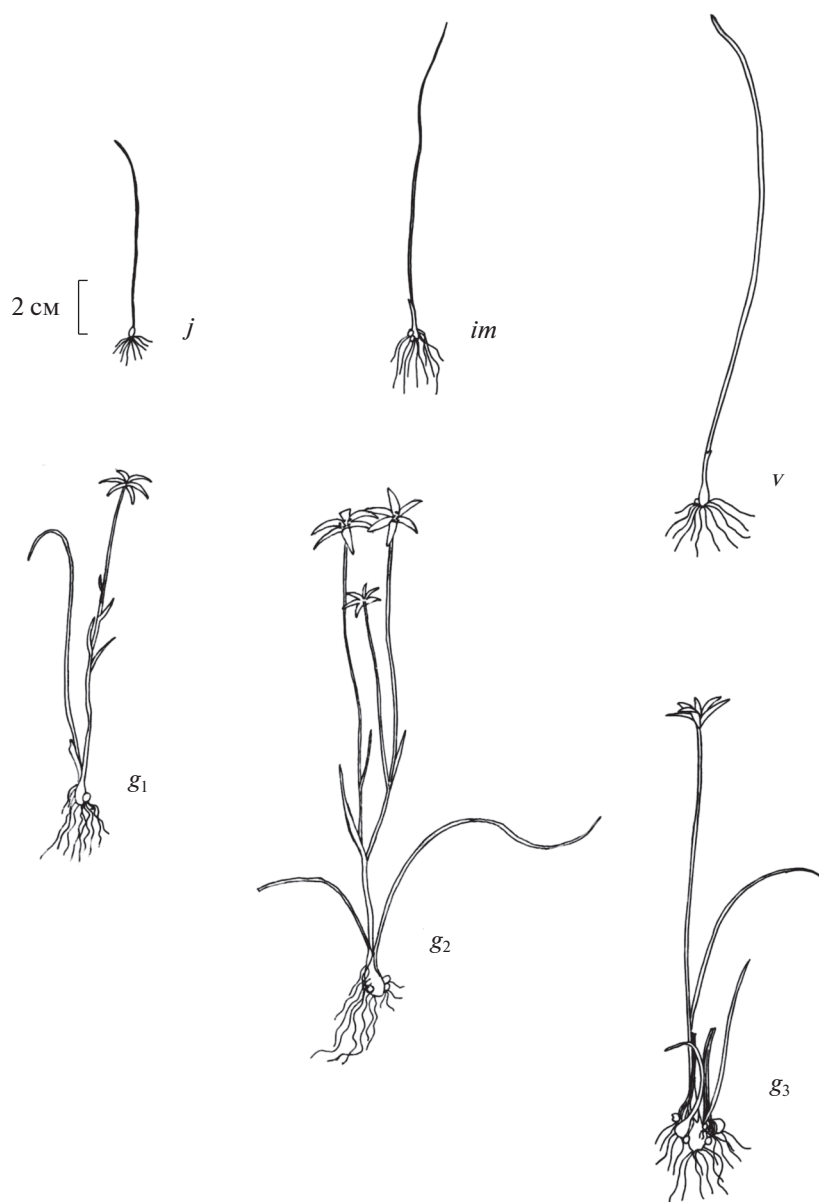


Рис. 1. Онтогенез *Gagea pauciflora* в культуре. $j-g_3$ — онтогенетические состояния.

Fig. 1. Ontogeny of *Gagea pauciflora* under cultivation. $j-g_3$ — ontogenetic stages.

По показателям организменных и популяционных признаков *G. pauciflora* проведена оценка состояния ценопопуляций. По организменным признакам наиболее высокими показателями отличается интродукционная популяция (14 баллов, рис. 2). В природных ценопопуляциях эти показатели имеют средние значения (6–8), в реинтродукционной популяции сумма организменных баллов равна 5. Вероятно, это объясняется тем, что в состав интродукционной популяции, из которой черпался материал для реинтродукции, входили и образцы, которые выращивались в течение длительного времени (с 1972 г.) и перенесли значительные генетические изменения,

что затруднило их адаптацию в природных условиях. По популяционным признакам все изученные природные ценопопуляции имеют средние показатели (по 7 баллов). Высокие баллы имеют интродукционная и реинтродукционная популяции (11 и 10). Таким образом, по сумме баллов наиболее благоприятные условия складываются в интродукционной популяции (25). В условиях регулярного ухода, полива, питания и отсутствия конкуренции растения проявляют свои максимальные организменные возможности. Остальные популяции находятся в удовлетворительных условиях для произрастания (13–15 баллов).

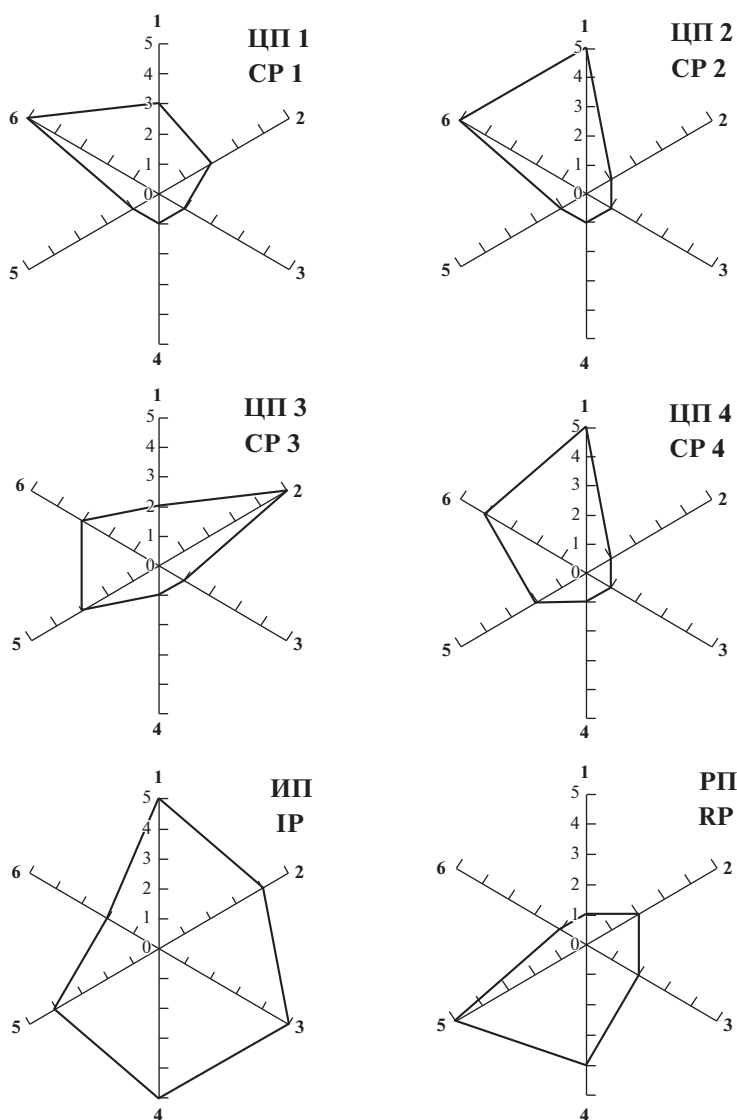


Рис. 2. Диаграмма состояния ценопопуляций *Gagea pauciflora* (в баллах).

Организменные признаки (средневозрастной генеративной особи): 1 – высота растения, см; 2 – число стеблевых листьев; 3 – число цветков на побеге; *популяционные признаки*: 4 – плотность особей, экз./0.25 м²; 5 – доля молодой фракции ($j-g_1$), %; 6 – доля генеративной фракции (g_2-g_3), %. ИП – интродукционная популяция; РП – реинтродукционная популяция.

Fig. 2. Diagram of the state of *Gagea pauciflora* coenopopulations (CP), in points.

Characters of organism (mature generative plant): 1 – plant height, cm; 2 – number of stem leaves; 3 – number of flowers on the shoot; *characters of populations*: 4 – density of individuals, plants/0.25 m²; 5 – share of $j-g_1$, %; 6 – share of g_2-g_3 , %. IP – introduced population; RP – reintroduced population.

ВЫВОДЫ

В результате изучения онтогенеза и состояния 4 природных ценопопуляций, интродукционной и реинтродукционной популяций *Gagea pauciflora* можно сделать следующие выводы:

1. *G. pauciflora* – многолетнее луковичное травянистое растение с монокарпическими побегами. Мезоксерофит. Эфемероид. Смена монопоидиального нарастания на симподиальное отмечается на 2-й или 3-й год после отмирания

монокарпического побега в молодом генеративном состоянии. Вегетативное размножение начинается в имматурном онтогенетическом состоянии и происходит в результате отделения луковиц-деток, сформированных в пазухе листьев укороченной части розеточного или полурозеточного побега (на донце материнской луковицы).

2. В онтогенезе *G. pauciflora* выделены 8 онтогенетических состояний.

3. Изученные ценопопуляции *G. pauciflora* относятся к молодому нормальному неполночленному типу. Усредненный онтогенетический спектр является левосторонним, абсолютный максимум в нем приходится на виргинильную группу особей и совпадает с характерным типом спектра.

4. По оценке организменных и популяционных показателей природных ценопопуляции *G. pauciflora* находятся в относительно одинаковых и удовлетворительных условиях для произрастания. В силу биологических особенностей вид довольно устойчив к вытаптыванию.

5. Оценка состояния популяций показала, что в наиболее благоприятных условиях произрастания находится интродукционная популяция *G. pauciflora*. В культуре в условиях регулярного ухода, полива, питания, отсутствия конкурентов растения проявляют свои максимальные организменные возможности. Интродукция *G. pauciflora* может быть одним из надежных способов его сохранения.

6. Сравнительное изучение состояния природных ценопопуляций, интродукционной и реинтродукционной популяций показали целесообразность восстановительных мероприятий. В реинтродукционной популяции генеративными особями в течение 5 лет на достаточно высоком уровне поддерживается поток семенного и вегетативного потомства, позволяющий повысить плотность восстановленной популяции в 5 раз.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания Института биологических проблем криолитозоны СО РАН на 2017–2020 гг. по теме “Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии” (№ госрегистрации АААА-А17–117020110056-0).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Baranova] Баранова М.В. 1990. Лилии. Л. 384 с.
[Flora...] Флора Сибири. 1987. Araceae-Orchidaceae. Новосибирск. 272 с.

[Konspekt...] Конспект флоры Якутии. 2012. Сосудистые растения. Новосибирск. 272 с.

[Korchagin] Корчагин А.А. 1964. Видовой состав растительных сообществ и методы его изучения. — В кн.: Полевая геоботаника. 3. С. 39–62.

[Krasnaya...] Красная книга Республики Саха (Якутия). 2017. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. М. 1: 412 с.

[Levichev] Левичев И.Г. 2001. Новые виды *Gagea* Salisb. (Liliaceae) из западных районов Азии. — Turczaniowia. 4 (1–2): 5–35.

[Levichev] Левичев И.Г. 2013. Структурные особенности побегов *Lloydia*, *Gagea*, *Kharkevichia* (Liliaceae) как эволюционная изменчивость модулей мезомой природы у однодольных. — Бот. журн. 98 (4): 409–452.

[Nikolaeva et al.] Николаева О.А., Данилова Н.С., Андросова Д.Н. 2018. Реставрация ценопопуляций редкого вида *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. на природной территории Якутского ботанического сада. — Вестник Северо-Восточного федерального ун-та им. М.К. Амосова. Якутск. 1 (63): 30–37.

[Rabotnov] Работнов Т.А. 1950. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах — Тр. БИН АН СССР. 3 (6): 7. 197 с.

[Serebrjakov] Серебряков И.Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений: Учеб. пособие для гос. ун-тов. М.: 392 с.

[Sorokopudova] Сорокопудова О.А. 2005. Биологические особенности лилий в Сибири. Белгород. 244 с.

[Tsenopopulyatsii...] Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура). 1976. М. 217 с.

[Tsenopopulyatsii...] Ценопопуляции растений: Очерки популяционной биологии. 1988. М. 184 с.

[Uranov] Уранов А.А. 1967. Онтогенез и возрастной состав популяций. — В кн.: Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М. С. 3–8.

[Uranov] Уранов А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов. — Биол. науки. 2: 7–34.

[Zaugol'nova] Заугольнова Л.Б. 1994. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. ... док. биол. наук. СПб. 70 с.

[Zhivotovskij] Животовский Л.А. 2001. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций. — Экология. 1: 3–7.

ONTOGENY AND COENOPOPULATION STRUCTURE OF *GAGEA PAUCIFLORA* (LILIACEAE) IN THE CENTRAL YAKUTIA

O. A. Nikolaeva, V. V. Semenova[#], and N. S. Danilova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS

Lenin Ave., 41, Yakutsk, 677980, Russia

[#]*e-mail: vvsemenova-8@yandex.ru*

The article presents the study of 4 natural coenopopulations of *Gagea pauciflora* growing in various environmental conditions and the introduced and reintroduced populations of the plant in the Central Yakutia. The studied coenopopulations belong to the young normal incomplete type, and have a left-sided type of the on-

togenetic spectrum. The assessment of the state of the populations showed that the introduced population grows under favorable conditions. The remaining populations are in passable conditions for growth (13–15 points). It is under cultivation, with a regular care, watering, nutrition, removal of competitors, when the plants show their maximum capacities. One of the surest ways of the *Gagea pauciflora* conservation can be its cultivation. A comparative study of the state of the natural coenopopulations, introduced and reintroduced populations showed the advisability of restoration measures. In the reintroduced population, the flow of seed and vegetative offspring has been maintained at a sufficiently high level for 5 years, that has allowed to increase the density of the restored population 5 times.

Keywords: *Gagea pauciflora*, ontogeny, coenopopulations, ontogenetic spectrum, introduced population, reintroduced population, Central Yakutia

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS for 2017–2020: “Fundamental and applied aspects of the study of the vegetation world diversity of the Northern and Central Yakutia” (AAAA–A17–117020110056–0).

REFERENCES

- Baranova M.V. 1990. Lilii. [Lilies]. L. 384 s. (In Russ.).
- Zaugol'nova L.B. 1994. Struktura populjatsii semennykh rastenii i problemy ikh monitoring [Method of collecting and the amount of material]: Diss... Doct. Sci. St. Petersburg. 70 p. (In Russ.).
- Zhivotovski L.A. 2001. Ontogenetic state, the effective density of population and classification population. — *Ecologia*. 1: 3–7 (In Russ.).
- Konspekt flory Yakutii. Sosudistye rasteniya. 2012. [Synopsis of the Yakutian flora. Vascular plants]. Novosibirsk. 272 p. (In Russ.).
- Korchagin A.A. 1964. The species composition of plant communities and the methods of its study. — In: *Polevaya geobotanika*. 3. P. 39–62 (In Russ.).
- Krasnaya kniga Respubliki Sakha (Yakutia) 2017. [Red Book Republic of the Sakha (Yakutia)]. Rare and endangered plant and mushroom species. Moscow. 1: 412 p. (In Russ.).
- Levichev I.G. 2001. New species of *Gagea* Salisb. (Liliaceae) from Western Asia. — *Turczaninowia*. 4 (1–2): 5–35 (In Russ.).
- Levichev I.G. 2013. Structural features of the shoots of *Lloydia*, *Gagea*, *Kharkevichia* (Liliaceae) as evolutionary variability of mesomic modules in monocotyledons. — *Botanicheskij zhurnal*. 98 (4): 409–452 (In Russ.).
- Nikolaeva O.A., Danilova N.S., Androsova D.N. 2018. Restoration of coenopopulations of the rare species *Gagea pauciflora* (Turcz. Ex Trautv.) Ledeb. on the natural territory of the Yakut Botanical Garden. — *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Jakutsk*. 1 (63): 30–37 (In Russ.).
- Rabotnov T.A. 1950. The life cycle of perennial herbaceous plants in the meadow cenoses. — *Tr. BIN AN SSSR*. 3 (6): 7–197 (In Russ.).
- Serebrjakov I.G. 1952. Morfologija vegetativnykh organov vysshih rastenij [Morphology of vegetative organs of higher plants]: Ucheb. posobie dlja gos. un-tov. M.: 392 s.
- Sorokopudova O.A. 2005. Biologicheskie osobennosti lilii v Sibiri. Belgorod. [Biological features of lilies in Siberia]. 244 p. (In Russ.).
- Uranov A.A. 1967. Ontogeny and age composition of the population. — In: *Ontogenez i vozrastnoi sostav populjatsii tsvetkovykh rastenii*. Moscow. P. 3–8 (In Russ.).
- Uranov A.A. 1975. Age range fitocoenopopulation as a function of time and energy wave processes. — *Biol. nauki*. 2: 7–34 (In Russ.).
- Flora Sibiri. 1987. [Flora of Siberia]. Vol. 4: Araceae – Orchidaceae. Novosibirsk. 208 p. (In Russ.).
- Tsenopopulyatsii rastenii (Osnovnye ponjatiya i struktura). 1976. [Coenopopulations plants: basic concepts and structure]. Moscow. 217 p. (In Russ.).
- Tsenopopulyatsii rastenii: Ocherki populyacionnoi biologii. 1988. [Coenopopulations plants: essays in population biology]. 184 p. (In Russ.).