

5. Яшков И.А., Иванов А.В., Кусков А.С., Баранов В.А. Мертвые города в геоэкологическом и культурном пространстве. – М.: Изд-кий дом «Камертон», 2010. – 212 с.

6. Эволюционная урбанистика Казахстана XX и XXI веков: картографическое и сетевое моделирование, социально-демографическая динамика, экологическая история / под ред. И.А. Яшкова, А.В. Иванова. – М.: Университетская книга, 2017. – 216 с.

7. Яшков И.А., Иванов А.В., Виноградова Т.Н. Урбанистический атлас Казахстана. Динамика сети поселений в XX-XXI веках. – Саратов: ООО «Кузница рекламы», 2016. – 36 с.

References

1. Saymov Yu., Ivanov A., Ilyin I., et al. A City in the Globalizing World. Second Edition. – Global Publication Company, Hong Kong, 2016. – 304 p.

2. Vsesoyuznaya perepis naseleniya 1926 goda. T. 8. Kazakhskaya ASSR. Kirgizskaya ASSR: narodnost, rodnoy yazyk, vozrast, gramotnost. – М.: TsSU SSSR, 1928.

3. Demograficheskiy elektronnyy zhurnal «Demoskop Weekly». Elektronnyy resurs: <http://demoscope.ru>.

4. Naselenie Respubliki Kazakhstan. Itogi Natsionalnoy perepisi naseleniya Respubliki Kazakhstan 2009 goda. Tom 1 Statisticheskii sbornik / pod red. A.A. Smailova. – Astana, 2011. – 242 s.

5. Yashkov I.A., Ivanov A.V., Kuskov A.S., Baranov V.A. Mertvye goroda v geoeologicheskom i kulturnom prostranstve. – М.: Izdatelskiy dom «Kamerton», 2010. – 212 s.

6. Evolyutsionnaya urbanistika Kazakhstana XX i XXI vekov: kartograficheskoe i setevoe modelirovanie, sotsialno-demograficheskaya dinamika, ekologicheskaya istoriya / pod red. I.A. Yashkova, A.V. Ivanova. – М.: Universitetskaya kniga, 2017. – 216 s.

7. Yashkov I.A., Ivanov A.V., Vinogradova T.N. Urbanisticheskii atlas Kazakhstana. Dinamika seti poseleniy v XX-XXI vekakh – Саратов: ООО «Kuznitsa reklamy», 2016. – 36 s.



УДК 581.9:582.926.4(571.56)

В.В. Семенова
V.V. Semenova

ИЗУЧЕНИЕ *POLEMONIUM RACEMOSUM* (REGEL) KITAMURA В КУЛЬТУРЕ И ПРИРОДЕ ЯКУТИИ

STUDYING *POLEMONIUM RACEMOSUM* (REGEL) KITAMURA IN CULTURE AND NATURE OF YAKUTIA

Ключевые слова: *Polemonium racemosum*, культура, интродукция, онтогенез, популяция, фенологическое развитие, морфология, коллекция лекарственных растений, Олекминский заповедник, Якутский ботанический сад.

Приводятся интродукционные испытания *Polemonium racemosum*, а также исследование онтогенеза и структуры ее ценопопуляции в естественных условиях произрастания. Растение известно как лекарственное и декоративное. В народной медицине корни и корневища растения используют в качестве отхаркивающего и успокаивающего средства. Фенологические наблюдения, описание онтогенеза исследуемых растений с выделением онтогенетических состояний, а также изучение структуры онтогенетического спектра осуществлялись по общепринятым методикам. Интродукционные испытания *P. racemosum* проводились в коллекционном питомнике лекарственных растений Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН с 2006 г. Рассмотрено сезонное фенологическое развитие, устойчивость растений к вредителям и болезням и дана

оценка по результатам интродукционных испытаний. Изучение онтогенеза и структуры природной ценопопуляции *P. racemosum* осуществлялось в 2011 г. на второй надпойменной террасе левобережья р. Олекмы в 3 км от кордона «Бедердях» Олекминского заповедника. По результатам полученных данных выявлено, что у *P. racemosum* отмечается продолжительное цветение в условиях культуры, при переносе в благоприятные условия особи становятся малолетними и по оценке интродукционных испытаний вид оценивается как высокоустойчивый. В естественных условиях произрастания в онтогенезе *P. racemosum* выделены 8 онтогенетических состояний, описаны онтогенетические состояния от ювенильного до субсенильного состояний. Первичное кущение у особей отмечается в виргинильном состоянии, главный корень отмирает в молодом генеративном состоянии. Вид образует моноцентрическую биоморфу с монокарпическими побегам. Структура ценопопуляции исследованного вида *P. racemosum* относится к молодому нормальному неполночленному типу, а по классификации «дельта-омега» ценопопуляция является переходной близкой к молодой. В онтогенетическом спектре выявлены две пики на виргинильные и субсенильные группы

особей, из них абсолютный максимум приходится на виргинильные. По преобладанию молодых возрастных групп особей онтогенетический спектр *P. racemosum* имеет левосторонний тип, что соответствует характерному типу Л.Б. Заугольной (1994) для видов с простым онтогенезом.

Keywords: *Polemonium racemosum*, culture, introduction, ontogeny, population, phenological development, morphology, collection of medicinal plants, Olekma Reserve, Yakut Botanical Garden.

The paper discusses introductory tests of *Polemonium racemosum*, as well as the investigation of the ontogeny and structure of its coenopopulation under natural growth conditions. The plant is known as a medicinal and ornamental plant. The folk medicine uses the roots and rhizomes of plants as an expectorant and soothing agent. Phenological observations, a description of the ontogeny of the plants under investigation with the identification of ontogenetic states, and the study of the structure of the ontogenetic spectrum were carried out according to generally accepted methods. Introductory tests of the *P. racemosum* have been carried out in the collection nursery of medicinal plants of the Yakut Botanical Garden of the Institute of Biological Problems of Cryolithic Zone since 2006. Seasonal phenological development and plant resistance to pests and diseases have been studied, and the evaluation has been made based

on the results of the introductory tests. The study of the ontogeny and structure of the natural coenopopulation of *P. racemosum* was carried out in 2011 on the second terrace above the floodplain of the left bank of the Olekma River at 3 km distance from the cordon "Bederdyakh" of the Olekma Reserve. Based on the obtained data, *P. racemosum* was found to have a long flowering under culture conditions; when transferred to favorable conditions, the individuals become juveniles and, as assessed by introductory tests, the species is a highly resistant one. Under natural growth conditions in the ontogenesis of the *P. racemosum*, 8 ontogenetic states are distinguished and ontogenetic states from juvenile to subsenile states are described. Primary tillering in individuals is observed in the vegetative state, the main root dying off in the young generative state. The species forms a monocentric biomorph with monocarpic shoots. The coenopopulation structure of the investigated species of *P. racemosum* refers to young normal incomplete type, and according to the classification of the "delta-omega", the coenopopulation is transitional and close to young one. In the ontogenetic spectrum, two peaks on the vegetative and subsenile groups of individuals have been identified, of which the absolute maximum is in the vegetative. By the predominance of young age groups of individuals, the ontogenetic spectrum of *P. racemosum* has a left-sided type which corresponds to the characteristic type of the L.B. Zaigolnova (1994) for species with simple ontogenesis.

Семенова Варвара Васильевна, к.б.н., с.н.с., Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск. E-mail: vvsemenova-8@yandex.ru.

Semenova Varvara Vasilyevna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Institute for Biologic Problems of Cryolithic Zone, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Yakutsk. E-mail: vvsemenova-8@yandex.ru.

Введение

Polemonium racemosum (Regel) Kitamura. (*P. coeruleum* var. *villosum* Kom. Alis.), синюха кистистая, интродуцируется в коллекции лекарственных растений Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны (ЯБС ИБПК) СО РАН: распространена в центральных и южных районах, отмечена в восточной части в окр. п. Ойусардах Среднеколымского улуса. Растет по лугам, опушкам лесов, в зарослях кустарников [1].

Растение известно как лекарственное и декоративное. Корни синюхи в научной медицине применяют как хорошее отхаркивающее средство при бронхитах, бронхопневмонии, при абсцессе, а также как успокаивающее центральную нервную систему при различных нервных заболеваниях. Седативное действие растений проявляется за счет сапонинов, причем успокаивающий эффект их примерно в 8-10 раз превосходит валериану лекарственную [2]. В народной медицине корни, корневища, а также надземная часть используют

как успокаивающее при эпилепсии, бессоннице, испуге, поносе [3]. Наряду с лекарственными свойствами является декоративным, благодаря длительной фазе цветения.

Цель работы – изучить интродукционную устойчивость *P. racemosum* и ее структуру ценопопуляции в природе.

Объект и методы исследований

Интродукционные испытания *P. racemosum* проводились в коллекционном питомнике лекарственных растений Якутского ботанического сада. Изучение онтогенеза и природной популяции *P. racemosum* осуществлялось в 2011 г. на второй надпойменной террасе левобережья р. Олекмы в 3 км от кордона «Бедердах» Олекминского заповедника.

P. racemosum в культуре представлен образцом, посеянным семенами, полученными с Тойбохойского филиала ЯБС в Сунтарском р-не в 2006 г.

Фенологические наблюдения в условиях культуры проводились по общеизвестной методике [4]. Интродукционную устойчивость растений – по методике Н.С. Даниловой [5], онтоморфологические описания *P. racemosum* – по Н.В. Илюшечкиной в соавторстве [6]. В работе использовались общепринятые популяционно-демографические подходы и методы [7-9]. Онтогенетическая структура исследуемой ценопопуляции характеризовалась в соответствии с представлениями онтогенетического спектра Л.Б. Заугольной [10].

Результаты исследований и их обсуждение

P. racemosum в интродукции проходит полный фенологический цикл развития. Весеннее отрастание в зависимости от условий года отмечается в конце апреля или в начале мая. Массовая бутонизация *P. racemosum* наблюдается в начале июня, массовое цветение – в середине июня. По срокам цветения вид относится к летнецветущим видам. Продолжительность цветения составляет более двух месяцев, начинается во второй декаде июня и продолжается до первой декады августа. Декоративными свойствами помимо соцветий обладают розеточные непарноперистые листья, которые уходят под зиму зелеными листьями. Весной листья выходят зелеными, законсервированными и по мере таяния снега намокают и отмирают. Плодоношение растянутое, созревание семян в зависимости от условий года начинается в первой половине августа. Самовозобновление семенное.

P. racemosum в условиях культуры становится малолетним растением, цикл развития проходит в течение 2-3 лет. Вид устойчив к болезням и вредителям. Таким образом, в условиях культуры вид оценен как высокоустойчивый.

Исследование природной популяции *P. racemosum* проводилось на разнотравном лугу, расположенном близ заброшенного жилого участка. Видовое богатство представлено 18 видами. В сообществе преобладают *Thalictrum contortum* L., *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim, *Anemone sylvestris* L., *Lilium pensylvanicum* Ker-Gawl. Общее проективное покрытие травостоя сообщества составляет 40%, проективное покрытие *P. racemosum* – 2%.

P. racemosum в условиях природы поликарпическое травянистое короткорневищно-кисте-корневое растение. Вид образует моноцентрическую биоморфу. В онтогенезе *P. racemosum* вы-

делены 8 онтогенетических состояний. *Проростки* имеют 2 семядольных листа яйцевидной формы. Корневая система у некоторых особей становится смешанной, представлена главным корнем длиной в среднем 0,5-2,4 см и придаточными корнями в числе до 4. Придаточные корни формируются на гипокотиле. Однопобеговые особи *ювенильного состояния* состоят из 1-2 непарноперистосложных листьев с 3-5 парами листочков. В корневой системе формируется эпигеогенное корневище длиной 0,5-1,7 см с 3-9 придаточными корнями. Главный корень удлиняется до 2,0-5,5 см и несет до 1-4 боковых корней. В *имматурном состоянии* формируются переходные листья, которые состоят из 6-8 пар листочков. В корневой системе корневище удлиняется до 1,0-2,2 см. Главный корень замедляет свой рост и равен 4,2-6,0 см. В *виргинильном состоянии* наблюдается первичное кущение особей в числе до 3 розеточных побегов. Взрослые листья состоят из 9-11 пар листочков. Главный корень сохраняется (4,5-7,5 см), а корневище удлиняется (1,7-2,5 см). С формированием генеративных органов особи переходят в молодое *генеративное состояние*. Куст содержит полурозеточные генеративные и розеточные вегетативные побеги в числе 1. Стеблевые листья очередные и черешковые. Кистевидные соцветия (2,2-20,0 см) состоят из паракладий (5-6 пар) и формируют до 12-30 цветков. В подземной части главный корень отмирает, и жизненная форма становится корневищно-кисте-корневой. Корневище удлиняется (2,7-8,5 см) и несет до 7-20 придаточных корней. В *зрелом генеративном состоянии* особи находятся в максимальном развитии. В кусте насчитывается до 7 генеративных и 4 вегетативных розеточных побегов. В соцветии (46,5-70,0 см) число паракладий увеличивается до 3-7 пар и содержится до 16-88 цветков. Корневище удлиняется до 4,5-7,5 см и образуются до 12 и более придаточных корней, которые образуют рыхлую дерновину диаметром 5,5-11,5 см. *Старые генеративные* особи в кусте сокращают число генеративных особей до 1-5 шт. В корневой системе имеются отмершие корни и рубцы от побегов. Дерновина увеличивается до 5,5-16,0 см. В *субсенильном состоянии* в кусте насчитывается до 6 розеточных побегов. Дернина увеличивается до 5,5-18,0 см, большая часть которой состоит из остатков отмерших корневищ с рубцами от побегов.

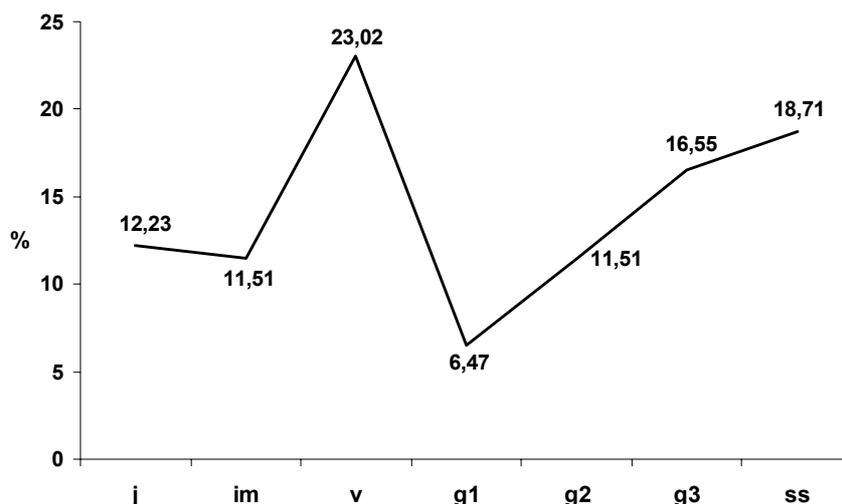


Рис. Онтогенетический спектр *P. racemosum*

Анализ данных онтогенетического спектра *P. racemosum* позволил установить, что ценопопуляция относится к молодому нормальному неполночленному типу. По классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [9] ценопопуляция является переходной близкой к молодой (рис.). По преобладанию молодых онтогенетических групп особей онтогенетический спектр *P. racemosum* имеет левосторонний тип, что соответствует характерному типу Л.Б. Заугольной [10] для видов с простым онтогенезом.

Онтогенетический спектр двухвершинный с абсолютным максимумом на виргинильной группе особей 23,02% и локальным пиком на субсенильной группе 18,71%. Средняя общая плотность особей на единицу площади равна 8,81 шт/м². Отдельно можно отметить высокую плотность проростков – 16,0 шт/м². Это обусловлено тем, что *P. racemosum* имеет высокую семенную продуктивность. Наименьшую плотность имеют молодые генеративные растения – 1,0 шт. Плотность остальных онтогенетических групп равна: j – 1,89; im – 1,78; v – 3,56; g2 – 1,78; g3 – 2,56; ss – 2,89 шт/м². Индекс восстановления имеет средний показатель – 0,58, индекс старения низкий – 0,19. Доли генеративных растений от общего числа и от числа взрослых растений соответствуют 0,45 и 0,35%.

Таким образом, *P. racemosum* в условиях культуры становится малолетним. По результатам интродукционных испытаний вид оценен как высокоустойчивый. В естественных условиях произрастания в онтогенезе *P. racemosum* выделены 8 онтогенетических состояний. Вид образует моноцентрическую биоморфу. Структура ценопопуля-

ции исследованного вида *P. racemosum* относится к молодому нормальному неполночленному типу, по классификации «дельта-омега» – к переходной близкой к молодой. Онтогенетический спектр двухвершинный левосторонний с абсолютным максимумом виргинильных групп особей.

Библиографический список

1. Конспект флоры Якутии. Сосудистые растения. – Новосибирск, 2012. – 272 с.
2. Телятьев В.В. Целебные клады: растения, продукты животного и минерального происхождения Центральной Сибири и их лечебные свойства. – Иркутск: Восточно-Сибирское книж. изд-во, 1991. – 400 с.
3. Станков С.С. Дикорастущие полезные растения СССР. – М.: Советская наука, 1951. – 316 с.
4. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
5. Данилова Н.С. Интродукционное изучение растений природной флоры Якутии: методическое пособие учебно-производственной и производственной практике. – Якутск: Якутский гос. ун-т, 2002. – 41 с.
6. Илюшечкина Н.В., Микляева Т.В., Грошева Н.П. и др. Онтогенез синюхи голубой (*P. caeruleum* L.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – С. 133-137.
7. Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура / отв. ред. к.б.н., проф. Т.И. Серебрякова. – М.: Наука, 1976. – 217 с.
8. Ценопопуляции растений: Очерки популяционной биологии / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комарова. – М.: Наука, 1988. – 184 с.
9. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3-7.

10. Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: автореф. дис. ... д.б.н. – СПб., 1994. – 70 с.

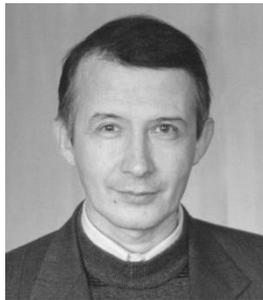
References

1. Konspekt flory Yakutii. Sosudistye rasteniya. – Novosibirsk, 2012. – 272 s.
 2. Telyatev V.V. Tselebnye klady: rasteniya, produkty zhivotnogo i mineralnogo proiskhozhdeniya Tsentralnoy Sibiri i ikh lechebnye svoystva. – Irkutsk: Vostochno-Sibirskoe knizh. izd-vo, 1991. – 400 s.
 3. Stankov S.S. Dikorastushchie poleznye rasteniya SSSR. – M.: Sovetskaya nauka, 1951. – 316 s.
 4. Beydeman I.N. Metodika izucheniya fenologii rasteniy i rastitelnykh soobshchestv. – Novosibirsk: Nauka, 1974. – 154 s.
 5. Danilova N.S. Introduktsionnoe izuchenie rasteniy prirodnoy flory Yakutii: metodicheskoe posobie uchebno-proizvodstvennoy i proizvodstvennoy praktike. – Yakutsk: Yakutskiy gos. un-t, 2002. – 41 s.
 6. Ilyushechkina N.V., Miklyaeva T.V., Grosheva N.P. i dr. Ontogenez sinyukhi goluboy (P. caeruleum L.) // On-

togeneticheskiy atlas lekarstvennykh rasteniy. – Yoshkar-Ola: MarGU, 1997. – S. 133-137.

7. Tsenopopulyatsii rasteniy: osnovnye ponyatiya i struktura / otv. red. k.b.n., prof. T.I. Serebryakova. – M.: Nauka, 1976. – 217 s.
 8. Tsenopopulyatsii rasteniy: ocherki populyatsionnoy biologii / sost. L.B. Zaugolnova, L.A. Zhukova, A.S. Komarova. – M.: Nauka, 1988. – 184 s.
 9. Zhivotovskiy L.A. Ontogeneticheskoe sostoyanie, effektivnaya plotnost i klassifikatsiya populyatsiy // Ekologiya. – 2001. – № 1. – S. 3-7.
 10. Zaugolnova L.B. Struktura populyatsiy semennykh rasteniy i problemy ikh monitoringa: avtoref. diss. ... d.b.n. – SPb., 1994. – 70 s.

Работа выполнена в рамках 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).



УДК 543.068.8:615.077

В.В. Рогожин, Ю.В. Рогожин
 V.V. Rogozhin, Yu.V. Rogozhin

РОЛЬ ЗООГЛЕИ *MEDUSOMYCES GISEVII* В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИМБИОТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА МИКРООРГАНИЗМОВ

THE ROLE OF ZOOGLOEA OF *MEDUSOMYCES GISEVII* IN THE ACTIVITY OF THE SYMBIOTIC COMMUNITY OF MICROORGANISMS

Ключевые слова: *Medusomyces gisevii*, Quorum sensing, бактериальная целлюлоза, биопленки, культуральные среды, симбиотические сообщества, микроорганизмы, электропроводимость, кислотность среды.

Изучена продуктивность симбиотического сообщества микроорганизмов *Medusomyces gisevii* в условиях искусственной питательной среды при различных концентрациях сахара и экстрактов чая или кофе. Исследованы процесс формирования на поверхности культуральной жидкости зооглеи *Medusomyces gisevii* и ее роль

в продуктивности симбионта. Показано, что основной структурный элемент зооглеи – биоцеллюлоза образуется преимущественно в течение первых 7-14 сут. культивирования. На скорость биосинтеза биоцеллюлозы *Medusomyces gisevii* влияли как концентрация питательного субстрата, так и природа экстракта чая и кофе. При этом компоненты экстракта кофе оказывают наибольшую активизирующую способность на сообщество микроорганизмов, что проявляется в возрастании величин электропроводимости и резком закислении культуральной среды. Кроме того, установлено, что при внесении в искус-