

УДК 582.5:582.542.1

## К изучению *Poa krylovii* Reverd.

Т.С. Высоких<sup>1\*</sup>, Х. Сингх<sup>2</sup>, М.В. Олонова<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Северо-восточный университет Хилла, Шиллонг, Индия

Авторы для переписки: \*ecologia2003@mail.ru, \*\*olonova@list.ru

**Аннотация.** Слабая морфологическая обособленность *Poa krylovii* Reverd. от *P. urssulensis* Trin., а также отсутствие географической изоляции, вызывает вопросы о правомерности видового статуса *P. krylovii*. Сравнение эколого-климатических ниш с помощью программы ENMTools позволило установить их дивергенцию. Это является ещё одним доказательством в пользу сохранения видового статуса *P. krylovii* в пределах агрегата *P. urssulensis*.

**Ключевые слова:** Сибирь, экологическая ниша, aggr. *Poa urssulensis*, ENM

**Финансовая поддержка:** Исследования поддержаны Российским научным фондом (грант № 22-24-00994).

Секция *Stenopoa* Dumort. является одной из наиболее сложных и полиморфных в роде мятлик (*Poa* L.). Гибридизация и апомиксис, обычные для мятликов, привели к образованию многочисленных гибридогенных популяций неясного статуса и родства. Ряд популяций был описан в качестве видов, но их статус до сих пор вызывает вопросы. Одним из таких спорных видов является *Poa krylovii* Reverd.

Вид описан В.В. Ревердатто (Reverdatto, 1936) с горных степных склонов юга Приенисейской Сибири, типовые образцы хранятся в ТК (Гуреева, Балашова / Gureyeva, Balashova, 2008); лектотип «Абаканская экспедиция проф. Ревердатто В.В. 1927 г. Минусинский округ, окр. д. Означенной. Горные степные склоны. 1–20 июня 1927. В. Ревердатто» обозначен Н.Н. Цвелёвым (Tzvelev, 1976: 470) из образцов, хранящихся в ТК (сейчас маркирован как ТК-001342). В.В. Ревердатто (Reverdatto, 1936) отмечал сходство *P. krylovii* с *P. stepposa* (Krylov) Roshev., а в качестве отличия указывал в первую очередь голый каллус нижней цветковой чешуи, золотистый цвет метёлок и большую изящность всего соцветия. Н.Н. Цвелёв (Tzvelev, 1976) также рассматривал *P. krylovii* в качестве самостоятельного вида, сближая его, с одной стороны, с относительно ксероморфными популяциями широко распространенного и полиморфного *P. palustris* L., а с другой – с ксеромезоморфным *P. urssulensis* Trin. В опубликованной в 2019 г. монографии Н.Н. Цвелёва и Н. Пробатовой (Tzvelev, Probatova, 2019) *P. krylovii* рассматривается как самостоятельный вид, но причисляется к агрегату *P. sterilis* M. Bieb.

От близких, по нашему мнению, видов *P. palustris* и *P. urssulensis*, *P. krylovii* отличается главным образом голым каллусом нижних цветковых чешуй, кроме того, от *P. palustris* – верхним узлом, расположенным ниже середины стебля, а от *P. urssulensis* – более длинным язычком и более короткими нижними цветковыми чешуями. Если учесть высокую вариабильность количественных признаков *P. urssulensis* (Олонова / Oloнова, 2016), основным морфологическим признаком, отличающим *P. krylovii* от *P. urssulensis*, является голый каллус нижней цветковой чешуи, который нередко встречается также среди большого и полиморфного комплекса *P. urssulensis*. При этом, несмотря на трансгрессию ключевых дискриминационных признаков, сравнения двух видов по 23 признакам с применением статистического многомерного анализа позволили выявить морфологическую обособленность *P. krylovii* (Олонова / Oloнова, 2016) и рассматривать его в качестве вида в рамках aggr. *P. urssulensis*, хотя ранее этот таксон признавался как подвид *P. urssulensis* – *P. urssulensis* subsp. *krylovii* (Reverd.) Oloнова (Олонова / Oloнова, 1998). Оба вида являются горно-степными, ареал *P. krylovii* почти полностью укладывается в пределы преимущественно сибирского ареала *P. urssulensis*. На этом основании *P. krylovii* был причислен к агрегату *P. urssulensis* Trin., представляющему собой гибридогенный комплекс очень сложного состава, близкий по происхождению к гибридогенному aggr. *P. intricata* Wein, но отличающийся от него несколько большей ксероморфностью (Олонова / Oloнова, 2016). Поскольку все признаки отличий *P. krylovii* от *P. urssulensis* в большей или меньшей степени перекрываются, а географической изоляции *P. krylovii* тоже не наблюдается, время от времени встает вопрос о самостоятельности этого вида.

Как известно, географические и экологические особенности вида являются такими же неотъемлемыми его характеристиками, как и морфологические, и расхождение экологических ниш также свидетельствует об эволюционных изменениях. Поскольку для выявления экологических характеристик вида общепринятым методом экологических шкал требуется выполнение большого объема работ, для первичной оценки экологической ниши нередко используются биологически значимые климатические признаки, которые тоже в существенной мере отражают экологическую нишу вида.

Задачей данного исследования было сравнение эколого-климатических ниш *P. krylovii* и *P. urssulensis* с целью выявления возможной дивергенции.

### Материалы и методы

Для выявления климатического профиля вида с помощью ГИС-технологий требуются географические координаты местонахождений вида и климатические характеристики этих точек (Scheldeman, van Zonneveld, 2010). Основой для выявления местонахождений *P. krylovii* и *P. urssulensis* послужили материалы фондовых коллекций Гербариев

ALTB, IRK, IRKU, KUZ, LE, MHA, MW, NS, NSK, ТК. Кроме того, учитывались надежные литературные источники, содержащие точечные карты местонахождений (Пешкова / Peshkova, 1979; Пробатова / Probatova, 1985; Олонова / Olonova, 1990, 2016). Всего в анализ было включено 47 местонахождений *P. krylovii* и 97 местонахождений *P. urssulensis*. Выявление эколого-климатических ниш осуществлялось при помощи программы DIVA-GIS (Hijmans et al., 2005). Эта же программа позволила получить для каждого местонахождения значения 19 биологически значимых климатических данных (Bio1 – среднегодовая температура; Bio2 – суточные колебания температуры (среднемесячные); Bio3 – изотермальность (Bio1/Bio7) × 100; Bio4 – сезонность температуры (коэффициент вариации); Bio5 – максимальная температура наиболее теплого месяца; Bio6 – минимальная температура наиболее холодного месяца; Bio7 – среднегодовая амплитуда колебания температуры (Bio5 – Bio6); Bio8 – средняя температура наиболее влажного квартала; Bio9 – средняя температура наиболее сухого квартала; Bio10 – средняя температура наиболее теплого квартала; Bio11 – средняя температура наиболее холодного квартала; Bio12 – среднегодовые осадки; Bio13 – осадки наиболее влажного месяца; Bio14 – осадки наиболее сухого месяца; Bio15 – сезонность осадков (коэффициент вариации); Bio16 – осадки наиболее влажного квартала; Bio17 – осадки наиболее сухого квартала; Bio18 – осадки наиболее теплого квартала; Bio19 – осадки наиболее холодного квартала) базы WORLDCLIM, находящихся в свободном доступе (Hijmans et al., URL: [http:// worldclim.org](http://worldclim.org)), которые в дальнейшем использовались для выявления и сравнения эколого-климатических профилей видов. Климатические профили видов были построены с помощью метода BIOCLIM, реализованного в программе DIVA-GIS. Этот метод, разработанный Н. Них (1986), используется для построения гистограмм биоклиматических переменных, которые отражают климатический профиль вида.

### Результаты и обсуждение

Результаты попарного сравнения *Poa urssulensis* и *P. krylovii* по отношению к отдельным климатическим характеристикам (рис. 1 / Figure 1) показывают весьма незначительные различия в эколого-климатических потребностях видов, а именно: по признакам Bio2 (суточные колебания температуры) и Bio5 (максимальная температура наиболее тёплого месяца) у *P. krylovii*, в отличие от *P. urssulensis*, не наблюдается второго пика, в то время как по признакам Bio7 (среднегодовая амплитуда колебания температуры) и Bio9 (средняя температура наиболее сухого квартала) именно у *P. krylovii* заметны двувершинные кривые, в то время как у *P. urssulensis* кривые имеют только по одному пику. Надо отметить, что все эти переменные отражают температурные особенности климата. Тем не менее по всем остальным признакам особой разницы между видами не наблюдается. Существенное совпадение их ареалов также не

позволяет с определенностью отвергнуть гипотезу о тождественности их экологических ниш.

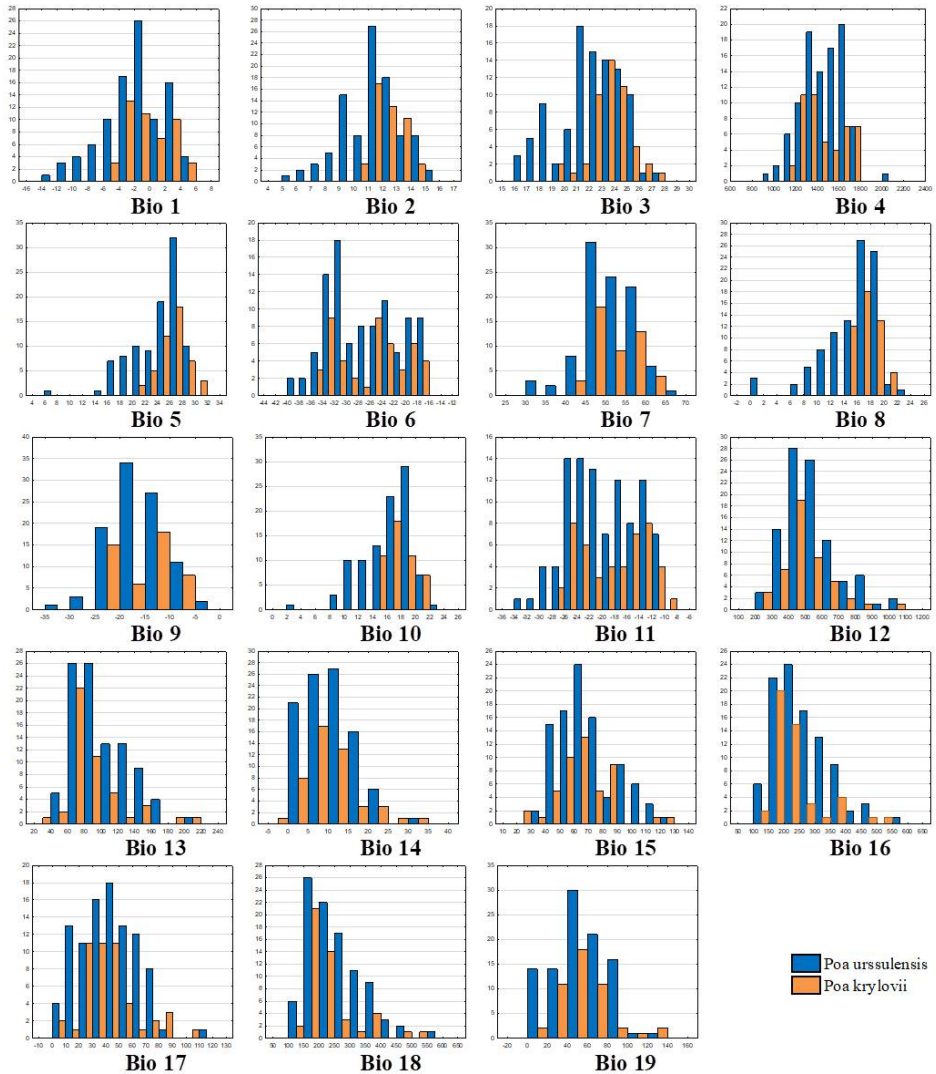


Рис. 1. Сравнение различных климатических характеристик Bio1–Bio19, наблюдаемых у *Poa urssulensis* и *P. krylovii*

Figure 1. Comparison of different climatic characters Bio1 – Bio19, observed within *Poa urssulensis* and *P. krylovii*

Для выявления перекрытия эколого-климатических ниш в пакете программного обеспечения ENMTools 1.3 (Warren et al., 2011) проведён специальный анализ с использованием двух статистических методов – I и D, где I – стандартизированное расстояние Хеллингера (Warren et al., 2008), D – общепринятый индекс Шенера (Schoener, 1968). В результате попарного сравнения эколого-климатических ниш, сконструированных на

основании всех 19 биологически значимых климатических переменных, получены гистограммы с суммарной информацией 100 реплик (100-кратного сравнения).

Результаты I-теста представлены в двух вариантах – индекс Шенера (D) и I-статистика, основанная на стандартизированном расстоянии Хеллингера (рис. 2 / Figure 2). На обоих графиках стрелки, показывающие положение значения перекрытия эколого-климатических ниш между видами, располагаются на расстоянии от гистограмм. Это демонстрирует небольшие, но достоверные различия между эколого-климатическими нишами *P. urssulensis* и *P. krylovii*, что свидетельствует о том, что нулевая гипотеза об идентичности моделей ниш должна быть отвергнута. Действительно, несмотря на то что ареал *P. krylovii* почти полностью лежит в пределах ареала *P. urssulensis* и оба вида предпочитают одинаковые местообитания, графики свидетельствуют о том, что их эколого-климатические ниши не идентичны.

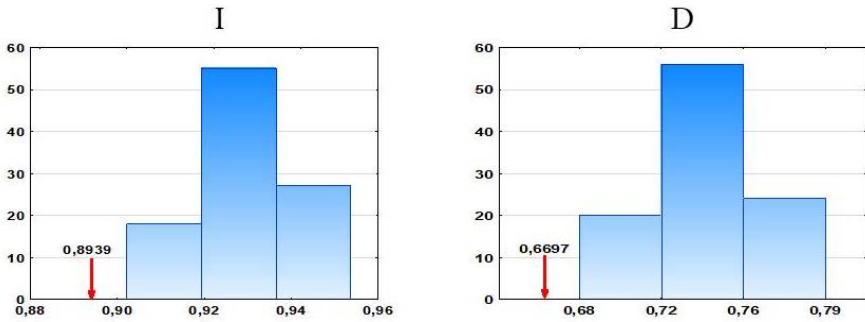


Рис. 2. I-тест – показатель идентичности экологических ниш *Poa urssulensis* – *P. krylovii*

I – стандартизированное расстояние Хеллингера, D – индекс Шенера. По оси абсцисс – значения коэффициента, по оси ординат – наблюдаемые частоты встречаемости

Figure 2. I-test – niche identity test of *Poa urssulensis* – *P. krylovii*

I – standardized distance by Hellinger, D – Schoener index. Along the x-axis – values of the coefficient, along the y-axis – the observed frequencies of occurrence

Таким образом, сравнение эколого-климатических ниш позволило установить их дивергенцию, что является ещё одним доказательством в пользу сохранения видового статуса *P. krylovii* в пределах агрегата *P. urssulensis*.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят кураторов гербариев ALTB, IRK, IRKU, KUZ, LE, МНА, MW, NS, NSK, ТК за возможность работы с коллекциями.

#### ЛИТЕРАТУРА

Гуреева И.И., Балашова В.Ф. Типовые образцы сем. Роасеае в Гербарии им. П.Н. Крылова (ТК) // Систематические заметки. по материалам Гербария

- им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2008. № 100. С. 3–23.
- Олонова М.В. Система и конспект мятликов (*Poa* L.) Сибири // Turczaninowia. 1998. Т. 1, № 4. С. 5–19.
- Олонова М.В. *Poa* L. – Мятлик // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. Т. 2. С. 163–186.
- Олонова М.В. Род *Poa* L. (Роасеае) во флоре Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. 360.
- Пешкова Г.А. Семейство Роасеае, или Gramineae – Мятликовые, или Злаки // Флора Центральной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. Т. 1. С. 69–139.
- Пробатова Н.С. Семейство мятликовые или злаки // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука. 1985. Т. 1. С. 89–382.
- Ревердатто В.В. Новые виды р. *Poa* L. из Красноярского края // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета им. В.В. Куйбышева. 1936 (опубл. 1937). № 8. С. 2–4.
- Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
- Цвелёв Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 646 с.
- Hijmans R.J., Cameron S., Parra J. Climate data from Worldclim. URL: <http://www.worldclim.org> (дата обращения: 16.11.2022).
- Hijmans R.J., Guarino L., Jarvis A., O'Brien R., Mathur P., Bussink C., Cruz M., Barrantes I., Rojas E. DIVA-GIS version 5.2 Manual. 2005. 79 p.
- Nix H. A biogeographic analysis of Australian Elapid snakes. Snakes: atlas of Elapid snakes of Australia. // Australian Flora and Fauna Ser. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1986. Vol. 7. P. 4–15.
- Scheldeman X., van Zonneveld M. Training manual on spatial analysis of plant diversity and distribution. Rome: Biodiversity International, 2010. 180 p.
- Schoener T.W. The Anolis Lizards of Bimini: Resource Partitioning in a Complex Fauna // Ecology. 1968. Vol. 49. P. 704–726.
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution // Evolution. 2008. Vol. 62. P. 2868–2883.
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. ENMTools User Manual. 2011. vol. 1.3. 34 p.

Поступила в редакцию 10.11.2022

Принята к публикации 23.12.2022

**Цитирование:** Высоких Т.С., Сингх Х., Олонова М.В. К изучению *Poa krylovii* Reverd. // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2022. № 126. С. 36–43. <https://doi.org/10.17223/20764103.126.5>

## Toward the study of *Poa krylovii* Reverd.

T.S. Vysokikh<sup>1\*</sup>, H. Singh<sup>2</sup>, M.V. Olonova<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>North Eastern Hill University, Shillong, India

Authors for correspondence: \*ecologia2003@mail.ru, \*\*olonova@list.ru

**Abstract.** The weak morphological separation of *Poa krylovii* Reverd. from *P. urssulensis* Trin., as well as the lack of geographic isolation, raises questions about the legitimacy of the species status of *P. krylovii*. Comparison of ecological and climatic niches using the ENMTools program made it possible to establish their divergence. This is one more evidence in favor of maintaining the species status of *P. krylovii* within the *P. urssulensis* aggregate.

**Key words:** ecological niche, Siberia, aggr. *Poa urssulensis*, ENM

**Funding:** The study was supported by Russian Science Foundation (grant No 22-24-00994).

### REFERENCES

- Gureyeva I.I., Balashova V.F. 2008. Type specimens of Poaceae in the Krylov Herbarium (TK). *Sistematicheskiye zametki po materialam Gerbariya im. P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Animadversiones systematicae ex Herbario Kryloviano Universitatis Tomskensis], 100: 3–23. [In Russian].
- Hijmans R.J., Cameron S., Parra J. Climate date from Worldclim. URL: <http://www.worldclim.org>. Accessed: 16.11.2022.
- Hijmans R.J., Guarino L., Jarvis A., O'Brien R., Mathur P., Bussink C., Cruz M., Barrantes I., Rojas E. DIVA-GIS version 5.2 Manual. 2005. 79 p.
- Nix H. 1986. A biogeographic analysis of Australian Elapid snakes. Snakes: atlas of Elapid snakes of Australia. In: Australian Flora and Fauna Ser. Canberra: Australian Government Publishing Service, 7: 4–15.
- Olonova M.V. 1998. The system and the check-list of Siberian bluegrasses (*Poa* L.). *Turczaninowia*, 1(4): 5–19. [In Russian].
- Olonova M.V. 1990. *Poa* L. In: Flora Sibiri [Flora Sibiriae]. Novosibirsk, 2: 163–186. [In Russian].
- Olonova M.V. 2016. Rod *Poa* L. (Poaceae) vo flore Sibiri [The genus *Poa* L. (Poaceae) in the flora of Siberia]. Tomsk: Publishing House of Tomsk University. 360 p. [In Russian].
- Peshkova G.A. 1979. Poaceae, or Gramineae. In: Flora Tsentralnoi Sibiri [Flora of Central Siberia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1: 69–139. [In Russian].
- Probatova N.S. 1985. Poaceae. In: Sosudistye rasteniya Sovetskogo Dalnego Vostoka [Plantae vasculares Orientis Extremi Sovietici]. Leningrad: Nauka Publ., 1: 89–382. [In Russian].
- Reverdatto V.V. 1936 (publ. 1937). Species novae generis *Poa* L. ex regione Krasnojarsk. *Sistematicheskiye zametki po materialam Gerbariya im. P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta im. V.V. Kuibysheva* [Animadversiones

- systematicae ex Herbario Kryloviano Universitatis Tomskensis nomine Kuibyschevi*], 8: 2–4. [In Russian & Latin].
- Scheldeman X., van Zonneveld M. 2010. Training manual on spatial analysis of plant diversity and distribution. Rome: Biodiversity International, 180 p.
- Schoener T.W. 1968. The Anolis Lizards of Bimini: Resource Partitioning in a Complex Fauna. *Ecology*, 49: 704–726.
- Tzvelev N.N. 1976. Zlaki SSSR [Grasses of the USSR]. Leningrad: Nauka Publ. 788 p. [In Russian].
- Tzvelev N.N., Probatova N.S. 2019. Grasses of Russia. Moscow: KMK Scientific Press. 646 p. [In Russian].
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. 2008. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. *Evolution*, 62: 2868–2883.
- Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. 2011. ENMTools User Manual v1.3. 34 p.

Received 10 November 2022

Accepted 23 December 2022

**Citation:** Vysokikh T.S., Singh H., Olova M.V. 2022. Toward the study of *Poa krylovii* Reverd. *Sistematicheskie zametki po materialam Gerbariya im. P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Systematic notes on the materials of P.N. Krylov Herbarium of Tomsk State University], 126: 36–43. <https://doi.org/10.17223/20764103.126.5>