

УДК 581.526.53 (1–925.16)
ББК 28.5

Андрей Юрьевич Королюк
доктор биологических наук,
заведующий лабораторией геосистемных исследований,
Центральный Сибирский ботанический сад
Сибирского отделения Российской академии наук
(Новосибирск, Россия), e-mail: akorolyuk@rambler.ru

Экологическая ординация степных сообществ Забайкалья

Проведён ординационный анализ широко распространённых в Забайкалье степных растительных сообществ. Непрямая ординация позволила определить систему экологических факторов, отвечающих за дифференциацию степного типа растительности: увлажнённость, богатство-засоленность, степень каменистости почв и теплообеспеченность местообитаний. Показано, что степи Забайкалья подразделяются на два высотно-пооясных подтипа – луговые и настоящие степи. Выделены эдафические варианты, развивающиеся на засоленных, каменистых и опесчаненных почвах. Автором описаны два петрофитных ряда степных сообществ: криопетрофитный (мелкодерновиннозлаковые, нителлистниковые степи и низкотравные степи) и ряд фитоценозов тёплых каменистых склонов (гмелинопольные и большековильные степи). С использованием экологических оптимумов растений определено положение типов сообществ на градиентах увлажнённости и богатства-засоленности почв. Определена граница между подтипами настоящих и луговых степей для территории Забайкалья, проходящая по 49–50 ступеням увлажнения.

Ключевые слова: степи, растительность, ординация, увлажнение.

Andrey Yur'evich Korolyuk
Doctor of Biology,
Head of Laboratory of Geosystem Research,
Central Siberian Botanical Garden,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences
(Novosibirsk, Russia), e-mail: akorolyuk@rambler.ru

Ecological Ordination of Steppe Communities of Transbaikalia

Ordination analysis of steppe communities prevalent in Transbaikalia is carried out. Indirect ordination made it possible to reveal a system of ecological factors responsible for differentiation of steppe vegetation. These are moisture, soil richness-salinity, rockiness and temperature characteristics of habitats. The steppes of Transbaikalia are shown to divide into two belt-zonal subtypes: meadow steppes and true steppes. Edaphic variants developing on salted, stony and sandy soils are distinguished. Two catenas of petrophyte steppe communities are described. The first one – cryopetrophyte catena – comprises three types of steppe communities: dominated by short bunchgrasses, *Filifolium sibiricum* or low herbs. The second one includes warm stony slopes covered with phytocoenoses of *Artemisia gmelinii* or *Stipa grandis*. Position of the steppe communities on moisture and richness-salinity gradients using ecological optimums of plant species has been defined. The boundary between the true steppes and meadow steppes subtypes in Transbaikalia is 49–50 grade level of moisture scale.

Keywords: steppes, vegetation, ordination, moistening.

Степи в южном Забайкалье являются преобладающим типом растительности или сосуществовают с лесами в сложных лесостепных ландшафтах [1; 2; 3]. Степному типу растительности региона посвящены многие публикации, но следует признать, что для данной территории не выработана единая классификация ксерофитной травяной растительности. Типологические системы в рамках эколого-фитоценотического подхода заметно различаются у европейских геоботаников и забайкальских исследователей. Е. М. Лавренко [7] степи Забайкалья относит к трём традиционным подтипам: луговым, настоящим и опустыненным. Схемы классификации степных сообществ в региональных обзорах [4; 8]

© А. Ю. Королюк, 2013

заметно отличаются от традиционной. В схеме классификации степной растительности для территории Республики Бурятия Б. Б. Намзалов [3] приводит традиционные подтипы степей. В то же время подчёркивая важность эдафических факторов, автор выделяет подтипы сазовых и псаммофитных степей, связанные с засоленными местообитаниями и почвами лёгкого механического состава. Самобытным явлением для Забайкалья являются криоксерофитные и криофитные степи. Своеобразие системы Б. Б. Намзалова заключается и в выделении из настоящих степей подтипов разнотравнозлаковых и сухих дерновиннозлаковых степей. В связи с существованием альтернативных систем эколого-фитоценотической классификации степей Забайкалья остаётся открытым вопрос о соотношении различных систем классификации, особенно на уровнях подтипов и групп формаций. Его решение имеет важное значение для разработки единой системы классификации ксерофитной травяной растительности Северной Азии.

Классификация степей Забайкалья с позиций эколого-флористической классификации находится на начальных стадиях разработки. Сведения о синтаксономическом разнообразии региона разрозненны и неполны [2]. Соотношения между высшими единицами растительности в разных системах классификации также остаются неясными.

Необходимым этапом построения единой системы классификации является экологический анализ растительности. Общеизвестна ведущая роль фактора увлажнения в дифференциации степного типа растительности. Традиционные подтипы степей располагаются на градиенте увлажнения от наиболее мезофитного луговостепного до ксерофитного пустынностепного. Широтно-зональная и высотно-поясная структура растительного покрова степного биома в первую очередь отражает изменение соотношения осадков и испаряемости, а также теплообеспеченность местообитаний. Важную роль в организации растительности степных и лесостепных ландшафтов играет комплекс эдафических факторов.

Существуют многие способы выявления и оценки экологических факторов, отвечающих за пространственно-структурную организацию растительности. Из широко применяемых следует отметить непрямую ординацию, позволяющую расположить анализируемые объекты в пространстве ведущих гипотетических экологических факторов, а также ординацию сообществ с использованием экологических шкал растений. Вторая группа методов позволяет быстро оценить положение конкретных фитоценозов или типов растительных сообществ на осях экологических факторов.

Целью нашей работы было проведение ординационного анализа степной растительности Забайкалья с использованием техники непрямой ординации и методов оценки с использованием экологических шкал.

Мы хотели ответить на два вопроса.

1. Какие экологические факторы отвечают за дифференциацию степной растительности?

2. Где на градиенте увлажнения лежат границы между подтипами степной растительности?

Материалы и методы. В анализ было включено более трёх тысяч геоботанических описаний, представляющих ксерофитную растительность Забайкальского края и Республики Бурятия. Данный массив охватил практически все степные и лесостепные ландшафты Забайкалья.

Для первичной сортировки описаний и их обработки с использованием экологических шкал использовалась программа ИБИС 6.2 [5]. Для каждого описания вычислялось его положение на градиентах увлажнённости и богатства-засоленности почв по методике, описанной нами ранее [6]. Для проведения DCA-ординации использовалась программа PAST 2.14 [9].

Из первичного массива было отобрано 486 описаний, представляющих 12 типов растительных сообществ уровня формаций и групп формаций в трактовке Б. И. Дулеповой [4] с некоторыми изменениями:

1. Группы формаций полукустарничковых и низкотравных степей. Данные сообщества Б. И. Дулепова объединяет в рамках единого подтипа сухих низкотравных степей. М. А. Решиков относит их к подтипу литофильных степей, подчёркивая их каменистый характер. Б. Б. Намзалов рассматривает их как криоксерофитные степи, акцентируя внимание на факторе теплообеспеченности. Данные сообщества развиваются преимущественно на каменистых склоновых местообитаниях. Чаще всего содоминируют низкорослые полукустарнички и многолетние, преимущественно с многоглавым каудексом, травы: *Arctogeron gramineum*, *Chamaerhodos altaica*, *Eremogone capillaris*, *E. meyeri*, *Orostachys spinosa* и др.

2. Формация холоднополынных (*Artemisia frigida*) степей всеми авторами относится к настоящим степям.

3. Формацию нителестниковой степи Б. И. Дулепова относит к группе формаций петрофитноразнотравных степей из состава типа среднетравных степей, а М. А. Решиков к подтипу литофильных степей.

4. В качестве единой группы мы рассматриваем формации мелкодерновиннозлаковых степей. Это определяется тем, что чаще всего в природе мы наблюдаем полидоминантные сообщества с согосподством нескольких злаков: *Poa botryoides*, *Koeleria cristata*, *Festuca lenensis*, *F. litvinovii* и др. Среди исследователей нет единого мнения о типологической принадлежности данного типа сообществ.

5. Формация крыловоковыльных (*Stipa krylovii*) степей традиционно рассматривается в составе настоящих степей.

6. К этому же подтипу в ранге формации мы относим сообщества с доминированием *Stipa grandis*.

7. Твердоватоосочковые (*Carex duriuscula*) степи обычно представляют пастбищные варианты настоящих степей. В силу того, что осочка твердоватая может произрастать на слабо засоленных почвах, часть этой формации может быть отнесена к сазовым степям.

8. Группа формаций кустарничковых гмелинополынных степей, зарослей и полужарослей степных кустарников представлена сообществами с доминированием *Artemisia gmelinii*.

9. Формация байкальскоковыльных (*Stipa baicalensis*) степей Б. И. Дулеповой относится к крупнодерновиннозлаковым луговым степям, а Б. Б. Намзаловым – к разнотравнодерновиннозлаковым настоящим степям.

10. Формация вострецовых (*Leymus chinensis*) степей в силу своей широкой экологической амплитуды разными исследователями рассматривается в разных подтипах, от луговых до сазовых степей.

11. Формация осоки стоповидной (*Carex pediformis*) традиционно относится к подтипу луговых степей.

12. Отдельно в ранге подтипа сазовых степей выделены сообщества с доминированием чия (*Achnatherum splendens*).

Для каждого из выделенных типов сообществ был выявлен состав ценофлоры и вычислена встречаемость каждого вида в процентах. Данные были объединены в единую синоптическую таблицу, которая была обработана в программе PAST 2.14.

Результаты и их обсуждение. Анализ результатов DCA-ординации показывает следующее. Существует сложная система экологических факторов, отвечающих за дифференциацию степного типа растительности на территории Забайкалья. Крайние положения на первой оси занимают формации осоки стоповидной и чия блестящего (рис. 1), что позволяет нам говорить о важности засоленности почвы в дифференциации сообществ. Вторую ось мы можем интерпретировать как градиент увлажнённости, что подтверждается выделением двух групп (рис. 2): крыловоковыльные и холоднополынные настоящие степи с одной стороны; вострецовые, байкальскоковыльные и стоповидноосоковые луговые степи – с другой. Также на схемах ординации хорошо обозначились два петрофитных ряда. Криопетрофитный ряд связан с недостаточной теплообеспеченностью: мелкодерновинно-

злаковые степи – нителистниковые степи – низкотравные степи. Второй ряд объединяет сообщества тёплых каменистых склонов: гмелинопопынные и большекочкельные степи.

Таким образом, непрямая ординация позволила наметить экологические факторы, отвечающие за формирование флористического и фитоценотического разнообразия степной растительности.

На следующем этапе для 12 типов сообществ с использованием экологических оптимумов растений были определены средние статусы, отражающие положение типов сообществ на градиентах увлажнения и богатства-засоленности почв (рис. 3).

Анализ результатов подтверждает важную роль этих факторов. Закономерно на схеме ординации отделились сазовые чиевые степи, а твердоватоосочковые сообщества на градиенте засоленности заняли переходное положение к настоящим степям. Остальные типы сообществ разделились на две группы, представляющие подтипы настоящих и луговых степей, граница между которыми проходит по 49–50 ступеням увлажнения.

Таким образом, проведённый ординационный анализ позволил предварительно объяснить экологическую дифференциацию степной растительности Забайкалья. Создание единой системы классификации степей требует вовлечения новых данных, представляющих фитоценотическое разнообразие ксерофитной растительности. Продуктивным видится анализ синтаксонов, выделенных с позиций эколого-флористического подхода. Это позволит сузить экологические рамки некоторых типов сообществ. Такое дробление необходимо в первую очередь для формаций, занимающих широкие отрезки на градиентах увлажнения и засоленности почв. По первоначальным оценкам наиболее экологически гетерогенными является группа формаций мелкодерновиннозлаковых степей, твердоватоосочковые, вострцовые и чиевые степи.

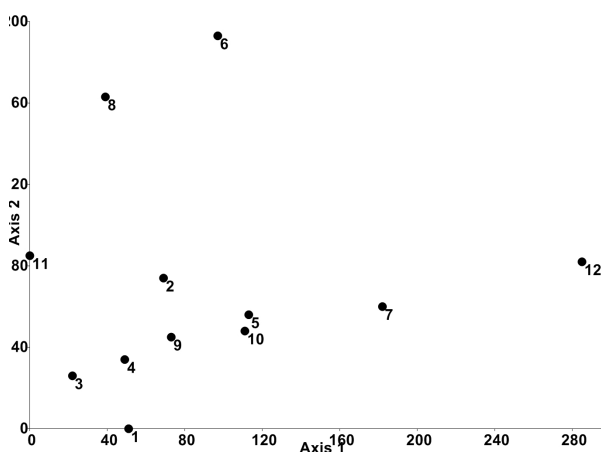


Рис. 1. DCA-ординация степных сообществ (1 и 2 оси).
Номера типов сообществ даны в тексте

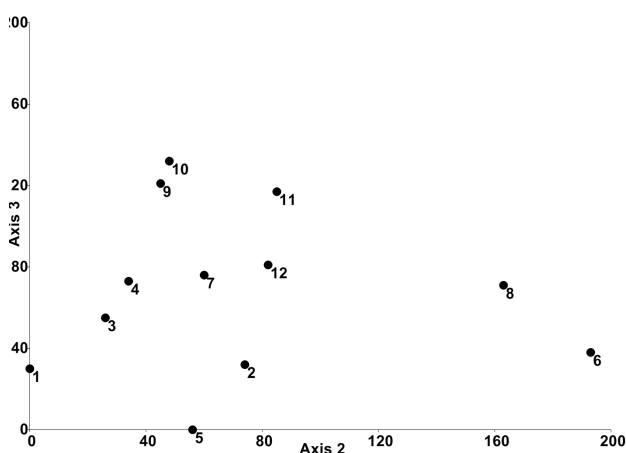


Рис. 2. DCA-ординация степных сообществ (2 и 3 оси).
Номера типов сообществ даны в тексте

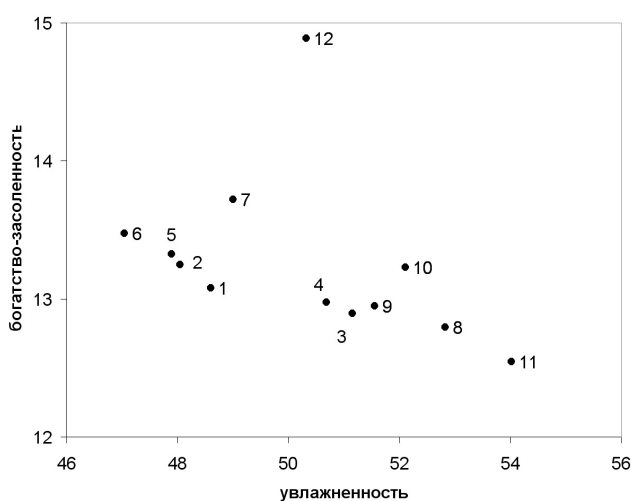


Рис. 3. Ординация степных сообществ с использованием экологических шкал растений.
Номера типов сообществ даны в тексте

Список литературы

1. Банникова И. А. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия). М., 1998. 146 с.
2. Гаджиев И. М., Королюк А. Ю. и др. Степи Центральной Азии. Новосибирск, 2002. 299 с.
3. Дамбиев Э. Ц., Намзалов Б. Б., Холбоева С. А. Ландшафтная экология степей Бурятии. Улан-Удэ, 2006. 185 с.
4. Дулепова Б. И. Степи горной лесостепи Даурии и их динамика. Чита, 1993. 396 с.
5. Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск, 2007. 303 с.
6. Королюк А. Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2006. Вып. 12. С. 3–38.
7. Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И. Степи Евразии. Л., 1991. 146 с.
8. Решиков М. Степи западного Забайкалья // Тр. Вост.-Сиб. филиала. Вып. 34. Сер. биол. М., 1961. 174 с.
9. Hammer Ø., Harpe D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4. № 1. 9 p.

References

1. Bannikova I. A. Lesostep' Evrazii (ocenka floristicheskogo raznoobrazija). M., 1998. 146 s.
2. Gadzhiev I. M., Koroljuk A. Ju. i dr. Stepi Central'noj Azii. Novosibirsk, 2002. 299 s.
3. Dambiev Je. C., Namzalov B. B., Holboeva S. A. Landshaftnaja jekologija stepej Burjatii. Ulan-Udje, 2006. 185 s.
4. Dulepova B. I. Stepi gornoj lesostepi Daurii i ih dinamika. Chita, 1993. 396 s.
5. Zverev A. A. Informacionnye tehnologii v issledovaniyah rastitel'nogo pokrova. Tomsk, 2007. 303 s.
6. Koroljuk A. Ju. Jekologicheskie optimумы rastenij juga Sibiri // Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazahstana. 2006. Vyp. 12. S. 3–38.
7. Lavrenko E. M., Karamysheva Z. V., Nikulina R. I. Stepi Evrazii. L., 1991. 146 s.
8. Reshnikov M. Stepi zapadnogo Zabajkal'ja // Tr. Vost.-Sib. filiala. Vyp. 34. Ser. biol. M., 1961. 174 s.
9. Hammer Ø., Harpe D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4. № 1. 9 p.

Статья поступила в редакцию 29.11.2012