

О ДВУХ ПОДХОДАХ К ОЦЕНКЕ БЕТА-РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СИНТАКСОНОМИИ

© 2011 Б.М. Миркин¹, В.Б. Мартыненко¹, Л.Г. Наумова²

¹Институт биологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

²ГОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г. Уфа

Поступила 30.06.2011

Обсуждаются подходы к оценке бета-разнообразия растительности на базе синтаксономии трех заповедников Республики Башкортостан и Национального парка «Башкирия». Наиболее информативным показателем является синтаксономический спектр.

Ключевые слова: бета-разнообразие, леса, луга, степи, охраняемые природные территории, синтаксономический спектр, синтаксономия, Южный Урал.

Понятие «бета-разнообразие» как показатель разнообразия растительных сообществ определенного района достаточно широко используется в современной литературе [7-11]. Однако в этих работах не обсуждается возможность количественного измерения величины показателя.

Р. Уиткер и Г. Вудвел [12] предлагали оценивать бета-разнообразие растительности по результатам ординации как интенсивность изменения видового состава вдоль ведущего комплексного градиента. В этом случае мерой бета-разнообразия растительности является полусмена (half change, НС), то есть смена половины видового состава. При полном изменении видового состава бета-разнообразие растительности будет равно 2 НС, при смене трех типов растительности, полностью различающихся по флористическому составу – 6 НС. Этот вариант оценки бета-разнообразия растительности имеет существенный недостаток: если состав растительности организован несколькими ведущими комплексными градиентами, то суммарная оценка данного показателя становится невозможной [4]. Значительно большие возможности для оценки бета-разнообразия растительности представляет синтаксономия. В конечном итоге синтаксономия растительности любого района может быть интерпретирована как бета-разнообразие растительности.

В этой статье мы рассмотрим два основных показателя, которые могут быть определены при анализе синтаксономии: общее синтаксономическое бета-разнообразие, отражающее число синтаксонов разного ранга; синтаксономический спектр растительности как показатель ее «бета-своеобразия».

В качестве примера для иллюстрации этих показателей использованы результаты синтаксономического изучения 4-х особо охраняемых природ-

ных территорий Республики Башкортостан (ООПТ РБ): Башкирского государственного природного заповедника (БГПЗ) [2], Государственного природного заповедника «Шульган-Таш» (Ш-Т) [3], Южно-Уральского государственного природного заповедника (ЮУГПЗ) [5] и Национального парка «Башкирия» (НП) [6]. Следует отметить, что синтаксономическое разнообразие ЮУГПЗ пока выявлено не до конца, не изучены в синтаксономическом отношении высокогорные тундровидные сообщества, а также верховые и переходные болота на его территории.

Рассматриваемые ООПТ различаются по площади (в тыс. га): БГПЗ – 49,5; Ш-Т – 22,5; ЮУГПЗ – 252,5; НП – 82,3. Они расположены в горно-лесной зоне, причем все ООПТ, кроме ЮУГПЗ, представляют среднегорную часть Южного Урала с перепадом высот 600-700 м. Поэтому на их территории не выражена вертикальная поясность, и бета-разнообразие растительности порождается в основном различиями экспозиций склонов и характером подстилающих геологических пород. Перепад высот в ЮУГПЗ превышает 1100 м, по этой причине в нем выражена вертикальная поясность со сменяющимися друг друга поясами (неморальных хвойно-широколиственных лесов, бореальной тайги и комплекс высокогорной растительности, включающий высокогорные луга, болота и тундроподобные сообщества).

Положение рассматриваемых ООПТ незначительно различается по географической приуроченности, они лежат в пределах 52°53'-54°36' с.ш. и 56°23'-58°38' в.д.

Однако на характер растительности оказывает влияние барьерная роль Южного Урала. Ш-Т и НП расположены на его западном макросклоне, где климат более влажный и теплый. БГПЗ находится преимущественно на восточном макросклоне, в условиях более континентального климата. ЮУГПЗ охватывает центрально-возвышенную часть Южного Урала, где климат наиболее холодный, но более влажный по сравнению с восточным макросклоном.

Миркин Борис Михайлович, докт. биол. наук, проф., e-mail: geobotanika@rambler.ru, Мартыненко Василий Борисович, докт. биол. наук, e-mail: vasmag@anrb.ru, Наумова Лилиана Гумеровна, канд. биол. наук, e-mail: geobotanika@rambler.ru

Результаты анализа бета-разнообразия растительности четырех ООПТ показаны в таблицах 1-3.

В таблице 1 приведена общая структура синтаксономии ООПТ. При составлении таблицы «сообщества» были приравнены к ассоциациям. В некоторых случаях проведена коррекция синтаксономии. Кроме того, была использована дополнительная информация о растительности ООПТ, которая отсутствовала в монографиях [1]. Как видно, этот показатель мало информативен, так как не отражает экологии синтаксонов. Тем не менее, очевидно большее значение бета-

разнообразия растительности на уровне ассоциаций в НП. Это связано с увеличением разнообразия полуестественных (луговых) и синантропных сообществ под влиянием антропогенных факторов. Как известно, в отличие от заповедников природные парки создаются не только для сохранения биоразнообразия, но и для активной рекреации, которая приводит к появлению разнообразия синантропных сообществ. Меньшее число классов в Ш-Т связано с отсутствием бореальных лесов *Vaccinio-Piceetea* и черноольховых уремников *Alnetea glutinosae*.

Таблица 1. Структура синтаксономического разнообразия растительности четырех ООПТ РБ

| Синтаксономический ранг | ООПТ | | | |
|-------------------------|------|-----|-------|----|
| | БГПЗ | Ш-Т | ЮУГПЗ | НП |
| Класс | 6 | 4 | 6 | 7 |
| Порядок | 7 | 8 | 8 | 12 |
| Союз | 9 | 10 | 10 | 13 |
| Ассоциация | 15 | 18 | 20 | 27 |

В таблице 2 показано процентное соотношение ассоциаций разных союзов на территории ООПТ. Из таблицы видно, что в БГПЗ почти полностью отсутствуют сообщества союзов класса неморальных широколиственных и хвойно-широколиственных лесов *Quercus-Fagetea* (представлен лишь один интразональный союз сероольшатников на влажных почвах – *Alnion incanae*). Класс *Brachypodio-Betuletea* наиболее разнообразен в БГПЗ, что связано с уже отмеченным влиянием более континентального климата. Сообщества бореальных лесов класса

Vaccinio-Piceetea характерны для растительности ЮУГПЗ вследствие проявления вертикальной поясности. В НП представлены не только неморальные леса, но и полуестественные луга класса *Molinio-Arrhenatheretea* и синантропные сообщества классов *Plantaginetea majoris* и *Galio-Urticetea*. Степи класса *Festuco-Brometea* в горно-лесной зоне имеют островной характер и локализованы по южным склонам в БГПЗ, Ш-Т и НП. При полном изучении растительности ЮУГПЗ число синтаксонов возрастет за счет тундроподобных сообществ высокогорий и болот.

Таблица 2. Представленность ассоциаций разных союзов в растительности четырех ООПТ РБ

| Союз | ООПТ | | | |
|---|------|-----|-------|----|
| | БГПЗ | Ш-Т | ЮУГПЗ | НП |
| Класс <i>Quercus-Fagetea</i> (неморальные леса) | | | | |
| <i>Lathyro-Quercion roboris</i> (остепненные дубняки) | – | 1 | 1 | 2 |
| <i>Aconito septentrionalis-Tilion cordatae</i> (типичные неморальные липово-дубовые леса) | – | 2 | 3 | 6 |
| <i>Alnion incanae</i> (сырые сероольховые леса) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Aconito septentrionalis-Piceion obovatae</i> (неморально-травные ельники) | – | 1 | 2 | 1 |
| Класс <i>Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae</i> (гемибореальные леса) | | | | |
| <i>Caragano fruticis-Pinion sylvestris</i> (остепненные) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Veronico teucrii- Pinion sylvestris</i> (на почвах нормального увлажнения) | – | 1 | – | 1 |
| <i>Trollio europaee- Pinion sylvestris</i> (на свежих почвах) | 3 | 1 | 2 | – |
| Класс <i>Vaccinio-Piceetea</i> (бореальные леса) | | | | |
| <i>Dicrano-Pinion</i> (сухие сосновые леса) | 3 | – | 3 | 1 |
| <i>Piceion excelsae</i> (ельники на хорошо увлажненных почвах) | – | – | 2 | 1 |
| Класс <i>Vaccinietea uliginosi</i> (заболоченные леса со сфагновыми мхами) | | | | |
| <i>Betulion pubescentis</i> (заболоченные березняки) | – | – | 2 | – |
| Класс <i>Alnetea glutinosae</i> (заболоченные ольховые уремы) | | | | |
| <i>Alnion glutinosae</i> | 1 | – | 1 | 1 |
| Класс <i>Festuco-Brometea</i> (степи) | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Festucion valesiacaе (луговые степи) | – | 1 | – | 2 |
| Aconopogodion alpini (островные степи в горно-лесной зоне) | 3 | 1 | – | – |
| Amygdalion panae (кустарниковые степи) | – | 1 | – | 3 |
| Класс Molinio-Arrhenatheretea (вторичные послелесные луга) | | | | |
| Polygonion krascheninnikovii (среднегорные разнотравные луга) | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Festucion pratensis (настоящие злаковые луга) | – | 1 | – | – |
| Trifolion montani (остепненные луга) | – | 1 | – | – |
| Calthion (влажные луга) | 1 | 3 | – | 1 |
| Cynosurion (настоящие луга пастбищного использования) | – | – | – | 2 |
| Класс Mulgedio-Aconietea (высокогорные луга) | | | | |
| Союз ?? | – | – | 1 | – |
| Класс Plantaginea majoris (луговые пастбища) | | | | |
| Polygonion avicularis (сильно сбитые пастбища) | – | – | – | 1 |
| Класс Galio-Utricetea (нитрофильные опушки на влажных почвах) | | | | |
| Aegopodion podagrariae | – | – | – | 1 |

В таблице 3 приведены синтаксономические спектры растительности рассматриваемых ООПТ на уровне классов (при желании аналогичные спектры могут быть построены на уровне порядков

и союзов). Однако, как полагают авторы, ранг класса вполне достаточен для отражения своеобразие растительности рассматриваемых ООПТ.

Таблица 3. Синтаксономический спектр ООПТ (доля ассоциаций разных классов в растительности, %)

| Союз | ООПТ | | | |
|--|------|-----|-------|----|
| | БГПЗ | Ш-Т | ЮУГПЗ | НП |
| Quercu-Fagetea | 7 | 22 | 37 | 37 |
| Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae | 27 | 21 | 19 | 7 |
| Vaccinio-Piceetea | 20 | – | 26 | 4 |
| Vaccinietea uliginosi | – | – | 6 | – |
| Alnetea glutinosae | 6 | – | – | 4 |
| Festuco-Brometea | 20 | 7 | – | 18 |
| Molinio-Arrhenatheretea | 20 | 50 | 6 | 19 |
| Mulgedio-Aconietea | – | – | 6 | – |
| Plantaginea majoris | – | – | – | 4 |
| Galio-Utricetea | – | – | – | 7 |

В БГПЗ, как уже отмечалось, в силу большей континентальности климата наиболее полно представлены сообщества класса *Brachypodio-Betuletea*, самые сухие хвойные леса союза *Dicrano-Pinion* (класс *Vaccinio-Piceetea*) и степи эндемичного союза *Aconopogonion alpine*. Растительность ЮУГПЗ отличается «бореализацией», хотя в нижнем поясе широко распространены сообщества неморальных лесов. В высокогорной части выявлены сообщества классов *Mulgedio-Aconietea* и *Vaccinietea uliginosi*. Для Ш-Т и НП характерны сообщества *Quercu-Fagetea*. Кроме того, отмечается достаточно высокое разнообразие лугов и степей, и вследствие хозяйственной деятельности появились синантропные сообщества.

Как полагают авторы, предлагаемые методы оценки бета-разнообразия растительности хорошо раскрывают специфику растительности конкретных районов и могут быть полезными для решения задач геоботанического районирования, так как синтаксономический спектр является некой

обобщенной формулой, описывающей природу растительности.

Работа выполняется при поддержке программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Разнообразие и мониторинг лесных экосистем России»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жирнова Т.В., Ямалов С.М., Миркин Б.М. Степи Башкирского государственного природного заповедника: анализ вклада ведущих факторов и синтаксономия // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112. № 5. С. 36-45.
2. Мартыненко В.Б., Соломещ А.И., Жирнова Т.В. Леса Башкирского государственного природного заповедника: синтаксономия и природоохранная значимость. Уфа: Гилем, 2003. 203 с.
3. Мартыненко В.Б., Ямалов С.М., Жигунов О.Ю., Филинов А.А. Растительность государственного природного заповедника «Шульган-Таш». Уфа: Гилем, 2005. 272 с.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа: Гилем, 1998. 413 с.

5. Флора и растительность Южно-Уральского государственного заповедника / под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Гилем, 2008.
6. Флора и растительность национального парка «Башкирия» / под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Гилем, 2010.
7. *de Bello F., Lepš J., Sebastià M.-T.* Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain // *J. Veg. Sci.* 2007. V. 18. P. 25–34.
8. *de Bello F., Lavergne S., Meynard Ch.N., Lepš J., Thuiller W.* The partitioning of diversity: showing Theseus a way out of the labyrinth // *J. Veg. Sci.* 2010. V. 21. № 5. P. 992–1000.
9. *Holmes S.A., Webster C.R.* Herbivore-induced expansion of generalist species as a driver of homogenization in post-disturbance plant communities // *Plant Ecology.* 2011. V. 212. № 5. P. 753-768.
10. *Jurasinski G., Kreyling J.* Upward shift of alpine plants increases floristic similarity of mountain summits // *J. Veg. Sci.* 2007. V. 18. № 5. P. 711–718.
11. *Reddy R.A., Balkwill K., McLellan T.* Plant species richness and diversity of the serpentine areas on the Witwatersrand // *Plant Ecology.* 2009. V. 201. № 2. P. 365-381.
12. *Whittaker R.H., Woodwell G.M.* Retrogression and coenocline distance // *Handbook of vegetation science.* The Hague, 1973. Pt. 5. Ordination and classification of vegetation. P. 55-80.

ABOUT TWO APPROACHES FOR ESTIMATION OF THE VEGETATION BETA-DIVERSITY ON THE BASE OF SYNTAXONOMY

© 2011 B.M. Mirkin¹, V.B. Martynenko¹, L.G. Naumova²

¹Institute of Biology, Ufa Sci. Centre of RAS, Ufa

²Bashkir State Pedagogical University named by M. Akmulla, Ufa

The approaches for estimation of the vegetation beta-diversity on the base of syntaxonomy of the forth Bashkortostan reserves are discussed. The most informative index is the syntaxonomical spectrum.

Key words: *beta-diversity, forests, meadows, steppes, reserve, syntaxonomical spectrum, syntaxonomy, the Southern Urals.*