



Ю. А. Нестерова, О. М. Бедарева

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛУГОВЫХ РАСТЕНИЙ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализируются экологические особенности доминантных видов растений суходольных лугов. Выявлена их принадлежность к определенной фракции экологической валентности по десяти экологическим факторам. Определен индекс толерантности растений по отношению к почвенным и климатическим показателям.

130

This article analyses the environmental features of the dominant species of upland meadow plants. The authors identify their relation to a certain fraction of ecological valence according to ten ecological factors as well as the index of the plants' tolerance to soil and climatic factors.

Ключевые слова: экологические шкалы, экологическая валентность, индекс толерантности.

Key words: ecological scales, ecological valence, tolerance index.

Определение экологического статуса вида по отношению к конкретным абиотическим факторам среды позволяет дать количественную оценку экологической толерантности видов, провести анализ их экологического предпочтения, выявить экологические механизмы устойчивости популяций растений.

Суходольные луга относятся к интразональному типу растительности, поэтому ценопопуляции видов, составляющих луговые сообщества, должны иметь широкие экологические диапазоны по климатическим и почвенным факторам. В связи с этим нами изучены экологические особенности 19 видов растений, играющих ценогически значимую роль в составе сообществ суходольных лугов Калининградской области: *Agrostis gigantea* Roth, *A. tenuis* Sibth., *Alopecurus pratensis* L., *Amoria montana* (L.) Sojak, *A. repens* (L.) C. Presl, *Anthoxanthum odoratum* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Cynosurus cristatus* L., *Dactylis glomerata* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca ovina* L., *F. pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Hypericum perforatum* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* L.

Влияние отдельных факторов среды можно изучить при помощи амплитудных экологических шкал [1]. Экологическое разнообразие доминирующих растений суходольных лугов района исследований оценено с применением фракций экологической валентности. Мы придерживаемся определения экологической валентности как меры приспособления популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора [1]. Потенциальная экологическая валентность вида (PEV) рассчитывается по формуле [5]:



$$PEV = (A_{\max} - A_{\min} + 1) / n,$$

где A_{\max} и A_{\min} — максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые отдельным видом; n — общее число ступеней в шкале; 1 — добавляется как первое деление шкалы, с которого по данному фактору начинается диапазон вида.

В основе распределения видов по фракциям валентности лежит экспертная оценка Л. А. Жуковой [1], согласно которой стеновалентными считаются виды, занимающие менее 1/3 шкалы, эвривалентными — более 2/3 шкалы, остальные виды — мезовалентные. Популяции стеновалентных видов характеризуются низкой потенциальной экологической валентностью и могут выдерживать лишь ограниченные изменения определенного экологического фактора, а популяции эвривалентных видов — с высокой PEV — способны занимать различные местообитания с чрезвычайно изменчивыми условиями по данному фактору [5].

Соотнесение суммы потенциальных экологических валентностей конкретного вида с числом шкал с учетом того, что вклад каждой шкалы равен единице, дает меру стено-эврибионтности, или индекс толерантности (It) этого вида [2].

Для расчета климатического индекса толерантности (It клим.) объединены четыре шкалы Д. Н. Цыганова [3]: Tm — термоклиматическая; Kn — континентальности климата; Om — омброклиматическая аридности-гумидности; Cr — криоклиматическая; для почвенного индекса толерантности — пять шкал: Hd — увлажнения почв, Tr — солевого режима, Nt — богатства почв азотом, Rc — кислотности почв, fH — переменности увлажнения почв. При расчете общего индекса толерантности объединяют климатические и почвенные шкалы и шкалу освещенности-затенения (Lc).

Виды по группам толерантности и по фракциям экологической валентности распределяются по единому принципу. Выделяют следующие фракции валентности и группы толерантности видов: стеновалентная (СВ) и стенобионтная (СБ) — показатель валентности, или индекс толерантности, не превышает 0,33; гемистеновалентная (ГСВ) и гемистенобионтная (ГСБ) — от 0,34 до 0,45; мезовалентная (МВ) и мезобионтная (МСБ) — от 0,46 до 0,56; гемизвривалентная (ГЭВ) и гемизврибионтная (ГЭБ) — от 0,57 до 0,66; эвривалентная (ЭВ) и эврибионтная (ЭБ) — от 0,67 и выше.

Чем больше общий индекс толерантности (It) вида, тем теоретически выше возможность использования экологически разнообразных местообитаний популяциями конкретного вида. Латинские названия видов приведены по сводке С. К. Черепанова [4].

Распределение растений по отношению к климатическим факторам показало преобладание видов гемизври- и эвривалентной фракции (табл. 1). По термоклиматической шкале (17 ступеней) доли гемистеновалентной и мезовалентной фракции одинаковы — 16 %, диапазон распространения видов находится в пределах от 1/3 до 2/3 объема шкалы. Эвривалентная фракция составляет 26 %, к гемизвривалентной относятся 8 видов, или 42 % (табл. 1). Виды растений этих фракций характеризуются широкой амплитудой толерантности и способны произрастать в условиях от субарктических до средиземноморских (2–14 ступени).

**Распределение луговых растений по фракциям валентности по отношению к климатическим факторам**

Фракция валентности	Экологическая шкала				
	Tm	Kn	Om	Cr	Lc
СВ	—	—	1/5	—	1/5
ГСВ	3/16	—	—	1/5	6/32
МВ	3/16	4/21	7/37	3/16	7/37
ГЭВ	8/42	1/5	5/26	2/11	—
ЭВ	5/26	14/74	6/32	13/68	5/26
<i>Итого:</i>	19/100	19/100	19/100	19/100	19/100

132

Примечания. 1. Экологические шкалы Д.Н. Цыганова [3]: Tm – термоклиматическая; Kn – континентальности климата; Om – омброклиматическая аридности-гумидности; Cr – криоклиматическая, Lc – освещенности-затенения.

2. Фракции валентности: СВ – стеновалентная, ГСВ – гемистеновалентная, МВ – мезовалентная, ГЭВ – гемиэвривалентная, ЭВ – эвривалентная.

Условные обозначения. До знака «/» – абсолютное значение, после – процентное соотношение.

Для шкалы континентальности климата, показывающей преобладание определенных воздушных масс, характерно доминирование эвривалентной фракции, у большинства растений наблюдается максимальный диапазон значений по данной шкале (PEV= 0,8–0,93). Только один вид – *Cynosurus cristatus* – принадлежит гемиэвривалентной фракции.

Для омброклиматической шкалы (соотношение осадков и испарения) характерно преобладание гемиэвривалентной и эвривалентной фракций – 11 видов (58%), такие ценопопуляции приспособлены к условиям от аридных до гумидных (3–11-я ступени). Стеновалентный вид – *Festuca ovina* (PEV= 0,33).

По криоклиматической шкале (15 ступеней), характеризующей приспособленность растений к суровости зимнего периода, выраженную через изотерму самого холодного месяца, большинство видов – 13 (68%) принадлежит эвривалентной фракции. Среди эвривалентных видов высокими показателями PEV (0,87) отличаются следующие: *Alopecurus pratensis*, *Elytrigia repens*, *Festuca rubra*, занимающие диапазон шкалы от 1-го до 13-го балла. Один вид, *Amoria repens*, занимает весь диапазон шкалы от 1-го до 15-го балла.

По шкале освещенности-затенения доминирующая фракция не выявлена: мезоваленты, гемистеноваленты и эвриваленты встречаются примерно в равных соотношениях. Один вид – *Cynosurus cristatus* – стеновалентный.

Распределение растений по отношению к пяти почвенным факторам во многом сходно с распределением по климатическим шкалам (табл. 2).

По шкалам переменности увлажнения преобладают растения эвривалентной фракции – 59%. По шкале кислотности почв (13 ступеней) также наблюдается доминирование эвривалентной фракции – 64%. Виды *Amoria repens*, *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*



занимают весь диапазон шкалы от 1-го (очень кислые почвы) до 13-го (щелочные почвы) балла.

По фактору увлажнения почв (шкала из 23 ступеней) наблюдается приблизительно равное соотношение мезовалентной и гемизвривалентной фракций. Наиболее высокими значениями PEV обладают два вида: 0,74 – *Bromopsis inermis*; 0,91 – *Elytrigia repens*. Стеновалентная и гемистеновалентная фракции составляют 32%. Для видов этих фракций характерны достаточно узкие диапазоны значений шкалы увлажнения: от 7-го до 15-го балла (среднестепное/влажнолесолуговое увлажнение) и от 9-го до 13-го балла (лугово-степное/свежелесолуговое увлажнение). Вид *Cynosurus cristatus* принадлежит стеновалентной фракции (табл. 2).

Таблица 2

133

Распределение луговых растений по фракциям валентности по отношению к почвенным факторам

Фракция валентности	Экологическая шкала				
	Hd	Tr	Nt	fH	Rc
СВ	3/16	–	–	3/17	1/5
ГСВ	3/16	2/11	6/32	–	–
МВ	5/26	4/21	1/5	–	5/26
ГЭВ	6/32	7/37	7/37	5/28	–
ЭВ	2/10	6/32	6/32	10/55	13/68
<i>Итого:</i>	19/100	19/100	19/100	18/100	19/100

Примечания. 1. Экологические шкалы Д. Н. Цыганова [3]: Hd – увлажнение почв, Tr – солевого режима, Nt – богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, fH – переменности увлажнения почв.

2. Фракции валентности: СВ – стеновалентная, ГСВ – гемистеновалентная, МВ – мезовалентная, ГЭВ – гемизвривалентная, ЭВ – эвривалентная.

Условные обозначения. До знака «/» – абсолютное значение, после – процентное соотношение.

По шкале богатства почвы азотом (11 ступеней) фракции гемизвривалентных и эвривалентных видов составляют 69%. Широкие экологические позиции характерны для таких видов, как *Hypericum perforatum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca ovina* и др. Они способны произрастать в условиях от анитрофильных до нитрофильных (1–9-я ступени шкалы для видов *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca ovina*, *Hypericum perforatum*; 1–11-я ступени – для *Poa pratensis* и *Festuca rubra*). Один вид (5%) – *Alopecurus pratensis* L. – мезовалентный. Наиболее ограничен диапазон значений шкалы у *Elytrigia repens*: PEV=0,36. Таким образом, большинству видов присущ широкий диапазон адаптации, позволяющий им произрастать в условиях выраженной анитрофильности.

По шкале солевого режима почв также наблюдается явное преобладание видов гемизвривалентной и эвривалентной фракций – 69% (13 видов).

Наибольшее экологическое разнообразие выявлено по двум шкалам – увлажнения и солевого режима почв. По ним отмечены все фракции экологической валентности видов.



Экологические характеристики местообитаний ценотически значимых видов позволяют не только проанализировать влияние отдельных факторов, но также оценить воздействие всего комплекса показателей.

Количественные показатели, позволяющие выявить отношение видов растений ко всему комплексу климатических и почвенных факторов, выражены через индекс толерантности (табл. 3).

Таблица 3

**Индексы и группы толерантности доминирующих растений
суходольных лугов**

Вид	Индекс и группа толерантности по факторам		
	Климатический	Почвенный	Общий
<i>Agrostis gigantea</i>	0,74 ЭБ	0,61 ГЭБ	0,66 ГЭБ
<i>A. tenuis</i>	0,65 ГЭБ	0,57 ГЭБ	0,6 ГЭБ
<i>Alopecurus pratensis</i>	0,78 ЭБ	0,63 ГЭБ	0,68 ЭБ
<i>Amoria montana</i>	0,44 ГСБ	0,54 МБ	0,5 МБ
<i>A. repens</i>	0,81 ЭБ	0,78 ЭБ	0,76 ЭБ
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0,65 ГЭБ	0,44 ГСБ	0,53 МБ
<i>Bromopsis inermis</i>	0,65 ГЭБ	0,65 ГЭБ	0,64 ГЭБ
<i>Cynosurus cristatus</i>	0,5 МБ	0,52 МБ	0,49 МБ
<i>Dactylis glomerata</i>	0,65 ГЭБ	0,55 МБ	0,6 ГЭБ
<i>Deschampsia caespitosa</i>	0,76 ЭБ	0,69 ЭБ	0,71 ЭБ
<i>Elytrigia repens</i>	0,81 ЭБ	0,73 ЭБ	0,76 ЭБ
<i>Festuca ovina</i>	0,57 ГЭБ	0,65 ГЭБ	0,62 ГЭБ
<i>F. pratensis</i>	0,72 ЭБ	0,67 ЭБ	0,66 ГЭБ
<i>F. rubra</i>	0,79 ЭБ	0,8 ЭБ	0,8 ЭБ
<i>Hypericum perforatum</i>	0,65 ГЭБ	0,59 ГЭБ	0,61 ГЭБ
<i>Phleum pratense</i>	0,71 ЭБ	0,67 ЭБ	0,71 ЭБ
<i>Poa pratensis</i>	0,76 ЭБ	0,8 ЭБ	0,8 ЭБ
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,57 ГЭБ	0,58 ГЭБ	0,56 МБ
<i>Lupinus polyphyllus</i>	0,54 МБ	0,44 ГСБ	0,51 МБ

Примечание. Здесь и далее на рисунке группы толерантности: СБ – стенобионты, ГСБ – гемистенобионты, МБ – мезобионты, ГЭБ – гемизврибионты, ЭБ – эврибионты.



Согласно индексу толерантности, 9 рассматриваемых видов относятся к эврибионтам; 7 — к гемиеврибионтам; 2 — к мезобионтам (*Cynosurus cristatus* и *Lupinus polyphyllus*); к группе гемистенобионтов относится 1 вид — *Amoria montana*; стенобионтная группа отсутствует.

В обобщенном спектре почвенных шкал группы эврибионтов и гемиеврибионтов находятся в равных количествах — по 7 видов (36 и 32 % соответственно); доля групп мезобионтов и гемистенобионтов незначительна, к ним относятся 3 и 2 вида (16 и 10 % соответственно).

Расчет индексов толерантности I_t показал, что по его величине все виды являются эври-, гемиеври- и мезобионтами, с редким проявлением стеновалентности по отдельным фракциям. Соотношение групп представлено на рисунке.

135

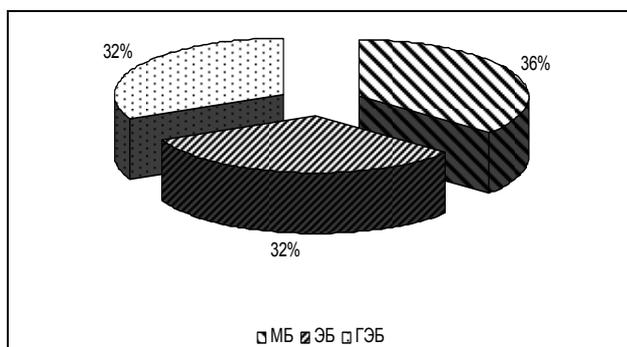


Рис. Распределение видов луговых растений по группам толерантности по отношению к климатическим и почвенным факторам, фактору освещенности-затенения

Это позволяет заключить, что доминантами луговых сообществ становятся виды, проявляющие высокую толерантность к большинству рассмотренных экологических факторов. Экологическая толерантность дает значительные преимущества в межвидовой конкуренции, способствует активному распространению вида в разных местообитаниях, расширению его ареала, определяет устойчивость видов при антропогенных стрессах.

Список литературы

1. Жукова Л. А. Методология и методика определения экологической валентности, стеноэврибионтности видов растений // Методы популяционной биологии : матер. Всероссийского популяционного семинара (Сыктывкар, 16–21 февраля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. Т. 1. С. 75–76.
2. Жукова Л. А., Дорогова Ю. А., Турмухаметова Н. В. и др. Использование экологических шкал для оценки экологического разнообразия местообитаний популяций и сообществ // Отечественная геоботаника: основные веши и перспективы : матер. Всероссийской науч. конф. СПб., 2011. Т. 2. С. 447–450.
3. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1988.



4. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995.

5. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений /под ред. Л. А. Жуковой. Йошкар-Ола, 2010.

Об авторах

Юлия Александровна Нестерова – доц., Калининградский государственный технический университет.

E-mail: ya.nesterova-j@yandex.ru

Ольга Михайловна Бедарева – д-р биол. наук, доц., Калининградский государственный технический университет.

E-mail: obedareva@mail.ru

About authors

Yulia Nesterova, Associate Professor, Kaliningrad State Technical University.

E-mail: ya.nesterova-j@yandex.ru

Prof. Olga Bedareva, Kaliningrad State Technical University.

E-mail: obedareva@mail.ru