

Экологическая оценка различных местообитаний *Limosella aquatica* L. (Scrophulariaceae Juss.) в подзоне южной тайги Кировской области

Environmental assessment of various habitats of *Limosella aquatica* L. (Scrophulariaceae Juss.) in the southern taiga subzone of the Kirov region

Скоробогатая М. Н.

Skorobogataya M. N.

Вятский государственный университет, г. Киров, Россия. E-mail: mariyashakleina@mail.ru
Vyatka State University, Kirov, Russia

Реферат. В работе представлены результаты экологической оценки мест произрастания *Limosella aquatica* в условиях подзоны южной тайги Кировской области. Показатели экологической валентности свидетельствуют о низкой реализации особями вида заложенных потенций, что проявляется в снижении фракций до стеноалентных и гемистеноалентных, а также низких значениях коэффициента экологической эффективности. Лишь в ценопопуляции 13 значения фракций сохраняются, либо снижаются незначительно, что может быть связано с низкой видовой насыщенностью и общим проективным покрытием. Также низкие значения реализованной экологической валентности могут быть связаны с изначально широкой амплитудой потенциальной экологической валентности, в то время как для успешного существования в условиях региона достаточно реализовать лишь их часть.

Ключевые слова. Местообитание, экологическая валентность, экологические шкалы Д. Н. Цыганова.

Summary. The paper presents the results of ecological assessment of *Limosella aquatica* growing sites in the southern taiga subzone of Kirov region. Indicators of ecological valence testify to the low realization by individuals of the species of the inherent potencies, which is manifested in the reduction of fractions to stenovalent and hemistenovalent, as well as low values of the coefficient of ecological efficiency. Only in cenopopulation 13 the values of fractions are constant or decreased insignificantly, which may be related to low species saturation and total projective cover. Also, low values of realized ecological valence may be related to the initially wide amplitude of potential ecological valence, while for successful existence in the conditions of the region it is sufficient to realize only a part of them.

Key words. Ecological indicator values of D. N. Tsyganova, ecological valence, habitat.

Введение. Освоение растениями определенных биотопов во многом определяется их экологической пластиностью. Для понимания механизмов формирования адаптаций особей к конкретным условиям среды необходимо оценить успешность их существования на занятых территориях и эффективность заселения новых. Большой интерес в этом плане представляют растения речных отмелей, как наиболее динамичных участков прирусловой поймы, где условия существования резко меняются не только по сезонам года, но и в течение вегетационного периода. Здесь формируются сообщества, состоящие из растений с особыми адаптациями к существованию. Одним из них является объект нашего исследования – *Limosella aquatica* L. Это циркумбореальный, арктическо-умеренно-тропический (Цвелеев, 2000), плоризональный (Папченков, 2001) вид. Его ареал обширен и охватывает помимо северного полушария Земли, южные (тропические и субтропические) регионы, а также острова, приближенные к южному полюсу.

По результатам экологической оценки *L. aquatica* проведенной ранее (Шаклеина, Савиных, 2020) на основании шкал Д. Н. Цыганова (1983) по методике Л. А. Жуковой (Жукова, 2004; Жукова и др., 2010) определена потенциальная экологическая валентность (PEV) вида по отношению к девяти факторам: он эвривалентен к температуре ($T_m = 0,76$), континентальности ($Kn = 0,93$) климата, типу климата ($Cr = 0,93$), увлажнению почв ($Hd = 0,78$) и кислотности почв ($Rc = 1,00$); гемиэвривалентен к числу годовых осадков ($Om = 0,60$) и богатству почв азотом ($Nt = 0,64$); мезовалентен к освещенности

сти-затенению ($L_c = 0,56$); гемистеновалентен к солевому режиму почв ($Tr = 0,42$). Климатический индекс толерантности (It клим.) равен 0,81, что характеризует *L. aquatica* эвривалентным по отношению к комплексу климатических факторов. Почвенный индекс толерантности – 0,71, определяет вид как эвривалентный по отношению к комплексу почвенных факторов. Общий индекс толерантности (0,74), свидетельствует о том, что особи вида приспособлены к произрастанию в экологически разнообразных условиях и имеют широкую возможность использования конкретного местообитания. Лимитируют распространение вида особо бедные и резко засоленные почвы и низкая освещенность (Шаклеина, Савиных, 2020).

Цель данной работы – определить диапазон действия факторов среды на особей *L. aquatica* в условиях экотопов Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020 г. в сообществах, расположенных на речных отмелях прирусловой поймы правого берега р. Вятка в окрестностях г. Кирова. При этом проводили полные геоботанические описания фитоценозов по общепринятым методикам (Ипатов, 1998; Миркин, Наумова, 1998; Тиходеева, Лебедева, 2015).

Для получения экологических параметров биотопов списки сосудистых растений, входящих в их состав, обрабатывали с использованием программного обеспечения EcoScale Win (Зубкова и др., 2008). Экологические режимы сообществ оценивали методом средневзвешанной середины интервала по 9 шкалам Д. Н. Цыганова (1983): термоклиматической (T_m), континентальности климата (Kn), омброклиматической аридности-гумидности (Om), криоклиматической (Cr), увлажнения почвы (Hd), солевого режима почв (Tr), богатства почв азотом (Nt), кислотности почв (Rc) и освещенности-затенения (Lc). Для оценки приспособленности особей *L. aquatica* к изменению экологического фактора в конкретных ценопопуляциях (ЦП) рассчитывали показатели реализованной экологической валентности (REV) и коэффициента экологической эффективности (К ес. eff.) (Жукова и др., 2010). При изучении ЦП закладывали трансекты, а в них учетные площадки площадью 4 м².

Результаты исследования. Изученные ЦП *L. aquatica* объединены в группы в зависимости от типа ассоциации (табл. 1). При этом они отличаются по удалению от уреза воды, видовой насыщенности сообщества и проективному покрытию растительности.

Таблица 1

Краткая характеристика исследованных ценопопуляций *Limosella aquatica* L.

№ п/п	Параметр Номер ЦП	1	2	8	9	12	13	14	3	4	5	10	11	16	6	7	15
		23			15				23	23	23	16	16	15	23	15	16
1	Удаление от уреза воды, м																
2	Ассоциация								Alismo – Agrostietum stoloniferis	Plantago – Agrostietum stoloniferis					Eleocharo – Agrostietum stoloniferis	Agrostio – Eleochararetum palustris	Limosello – Agrostietum stoloniferis
3	Видовая насыщенность, шт.	12	10	7	11	7	3	6	11	9	15	9	9	8	15	8	8
4	Общее проективное покрытие, %	90	60	40	50	30	5	10	80	60	70	15	20	10	80	10	10

Условия местообитаний во всех изученных ЦП характеризуются как материковые, преимущественно суб boreальные с суммарной радиацией 30–40 ккал / см^2 в год, за исключением ЦП 5, 6 и 9, относящихся к неморальным (40–50 ккал / см^2 в год). Эти территории характеризуются умеренными

зимами со средней температурой самого холодного месяца от -8 до -16 $^{\circ}\text{C}$ и световым режимом полутокрытых пространств. Почвы экотопов влажно-лесолуговые, богатые, слабокислые ($\text{pH} = 5,5\text{--}6,5$), отличаются по богатству азотом: ЦП 1, 5, 8, 12, 14 и 15 расположены на участках с почвами достаточно обеспеченными азотом; остальные ЦП – на бедных. Вероятно, эти различия связаны с осаждением иловых масс во время половодья в более пониженных участках речных отмелей прирусловой поймы.

По термоклиматической шкале в большинстве изученных ЦП происходит снижение экологической валентности вида до стеновалентной, за исключением ЦП 8, 12, 14, 16, в которых валентность снижается до гемистеновалентной и ЦП 13, где снижение происходит всего на одну ступень – до гемиэвривалентной фракции. Соответственно, коэффициент экологической эффективности в ЦП достаточно низкий – от 23,3 до 46,5 %, за исключением ЦП 13, где данный показатель равен 77,5 %. Во многих ЦП сохраняются значения фракции экологической валентности на уровне эвривалентной по шкале континентальности климата. Лишь в ЦП 1 она снижается до гемиэвривалентной; в ЦП 7 – до мезовалентной, а в ЦП 5, 6, 9, 10 и 15 – до гемистеновалентной. Все изученные ЦП, за исключением ЦП 13 (мезовалентная фракция, $K_{\text{ес. eff.}} = 77,9$ %) характеризуются снижением экологической валентности по омброклиматической шкале аридности-гумидности до стеновалентной фракции, поэтому во всех них отмечен низкий коэффициент экологической эффективности (33,4–44,6 %). По отношению к криоклиматической шкале реализованная экологическая валентность снижается до стеновалентной (ЦП 3, 5, 6, 7, 9, 10, 15), гемистеновалентной (ЦП 1, 2, 4, 11, 12 и 16), мезовалентной (ЦП 14) и гемиэвривалентной (ЦП 8), лишь в ЦП 13 фракция остается эвривалентной. Экологическая эффективность в ЦП 8, 13 и 14 достаточно высока – от 50,3 до 78,9 %, в остальных ЦП колеблется от 7,2 до 43,1 %

Таким образом, по отношению к комплексу климатических факторов лишь к континентальности климата происходит сохранение или незначительное снижение фракции реализованной экологической валентности, что свидетельствует об оптимальных материковых условиях для произрастания особей вида. По отношению к остальным факторам происходит значительное снижение фракции валентности (за исключением ЦП 13) до стено- или гемистеновалентной, что свидетельствует о том, что климатические условия региона ограничивают возможности освоения особями *L. aquatica* занятых территорий.

По отношению к комплексу почвенных факторов: увлажнения, солевого режима, кислотности, богатства азотом; во всех изученных ЦП (за исключением ЦП 13) происходит снижение фракции реализованной экологической валентности до стено- и гемистеновалентной (редко). По шкале освещенности-затенения во всех изученных ЦП фракция экологической валентности снижается до стеновалентной, а эффективность освоения пространства колеблется от 20,04 до 39,9 %.

Таким образом, изученные ЦП схожи по условиям. Они отличаются удалением от уреза воды, видовой насыщенностью и проективным покрытием. Значения реализованной экологической валентности достаточной низкие, за исключением ЦП 13. В целом особи *L. aquatica* слабо реализуют свои экологические потенции, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициента экологической эффективности. Лишь в ЦП 13 эти показатели находятся на высоком уровне, что, возможно, связано с низким проективным покрытием и видовой насыщенностью. Также низкие значения реализованной экологической валентности могут быть связаны с изначально широкой амплитудой потенциальной экологической валентности, в то время как для успешного существования в условиях региона достаточно реализовать лишь их часть.

ЛИТЕРАТУРА

Жукова Л. А. Биоразнообразие растений и популяционная морфология // Конструкционные единицы в морфологии растений: Матер. X школы по теоретической морфологии растений. – Киров: Изд-во Вят. гос. гуманитар. ун-т, 2004. – С. 42–52.

Жукова Л. А., Дорогова Ю. А., Турмухаметова Н. В., Гаврилова М. Н., Полянская Т. А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2010. – 368 с.

Зубкова Е. В., Ханина Л. Г., Грохлина Т. И., Дорогова Ю. А. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2008. – 96 с.

Ипатов В. С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. – СПб., 1998. – 93 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности: история и современное состояние основных концепций. – Уфа: Гилем, 1998. – 410 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. – Ярославль: ЦМП МУ-БиНТ, 2001. – 200 с.

Тиходеева М. Ю., Лебедева В. Х. Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ). – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2015. – 166 с.

Цвелеев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). – СПб.: Изд-во СПХВА, 2000. – 781 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.

Шаклеина М. Н., Савиных Н. П. Экологические предпочтения *Limosella aquatica* L. // Экология родного края: проблемы и пути их решения: матер. XV Всеросс. с междунар. участием науч.-практ. конф. (г. Киров, 18 мая 2020 г.). – Киров: ВятГУ, 2020. – Кн. 2. – С. 163–167.