

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТООБИТАНИЙ *CAMPANULA BONONIENSIS* L.© 2012 Г.О. Османова¹, М.В. Лаврик²

Марийский государственный университет

Поступила 15.03.2012

Впервые методами биоиндикации дана экологическая характеристика местообитаний ценопопуляций *Campanula bononiensis* L., произрастающих в условиях г. Ульяновска и Республики Марий Эл (РМЭ) по шкалам Д.Н. Цыганова [6], а также рассчитаны потенциальная и реализованная экологические валентности, коэффициент экологической эффективности и индекс толерантности [8]. Результаты показали, что для г. Ульяновска шкалу кислотности почв для этого вида можно расширить на 0,03 ступень влево, а шкалу богатства почв азотом – на 1,21 ступень вправо. Для РМЭ шкала богатства почв азотом также расширена для этого вида на 0,31 ступень вправо.

Ключевые слова: *Campanula bononiensis* L., биоиндикация, экологические шкалы, потенциальная экологическая валентность, реализованная экологическая валентность, коэффициент экологической эффективности, индекс толерантности.

Виды рода *Campanula* L. представляют интерес как ценные декоративные растения. Изучение их биологии и экологии необходимо для разработки приемов культуры этих малораспространенных многолетников. По данным Ан.А. Федорова [1, 2] род *Campanula* объединяет около 400 видов, распространенных в умеренных зонах северного полушария. В пределах бывшего СССР, произрастает 150 видов.

Объектом наших исследований выбран колокольчик болонский (*Campanula bononiensis* L.) – европейско-западноазиатский вид [3]. По феноритмотипу *C. bononiensis* относится к длительно вегетирующим, летне-зеленым с зимним покоем многолетникам. Растет на сухих лугах, лесных опушках и на полянах, в зарослях кустарников, в степях. *C. bononiensis* принадлежит к группе декоративных, медоносных и перганосных растений [4]. Побеги *C. bononiensis* в период цветения очень декоративны и интенсивно обрываются на букеты, поэтому этот вид находится на грани исчезновения и нуждается в охране. Он включен в Красные книги Республик Марий Эл [5] и Удмуртии, Вологодской, Кемеровской, Кировской, Ленинградской, Омской и Саратовской областей, а также г. Москвы.

Исследования биологии и экологии *C. bononiensis* в условиях г. Ульяновска и Республики Марий Эл ранее не проводились.

Цель работы – изучить эколого-фитоценотические особенности *C. bononiensis* в естественных местах произрастания.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) Охарактеризовать местообитания *C. bononiensis* по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [6].

2) Определить экологическую валентность и бионтность *C. bononiensis* с использованием подходов Л.А. Жуковой [7, 8].

Исследования проводили в 2010 г. в Винновской

роще г. Ульяновска. Для изучения было выбрано две ценопопуляции (ЦП) *C. bononiensis*, расположенные в различных экологических условиях. ЦП 1 была расположена на склоне волжского косогора в экотонном сообществе (граница лесного массива и суходольного луга). Почвы здесь темно-серые слабоподзоленные высокогумусные, характер увлажнения атмосферный. Степень инсоляции средняя. ЦП 2 *C. bononiensis* находилась в кулуарном положении волжского косогора на лесной опушке в глубине лесного массива. Тип почвы – чернозем. Степень инсоляции низкая (постоянное затенение). Характер увлажнения атмосферный и подземными водами.

В парке Винновская роща г. Ульяновска были сделаны стандартные геоботанические описания с учетом полного флористического состава, покрытия и обилия видов, входящих в фитоценоз, с применением шкалы Браун-Бланке. Геоботанические описания местообитания *C. bononiensis* в Республике Марий Эл (РМЭ) были любезно предоставлены ст. научным сотрудником кафедры ботаники и микологии Марийского государственного университета Г.А. Богдановым. Экологическую оценку местообитаний проводили по геоботаническим описаниям данных фитоценозов с применением программного комплекса «EcoscaleWin» [9] по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [6]. С использованием подходов Л.А. Жуковой [7, 8] нами рассчитаны: потенциальная (PEV) и реализованная (REV) экологические валентности вида, коэффициент экологической эффективности ($K_{e,eff}$) и индекс толерантности (I_t).

В результате обработки геоботанических описаний, сделанных на территории парка Винновская роща, и геоботанических описаний в РМЭ нами были получены балловые характеристики местообитаний *C. bononiensis*.

Анализ PEV [8] *C. bononiensis* в системе экологических шкал Д.Н. Цыганова [6] (таблица) показал, что по отношению к факторам шкал солевого режима почв (PEV = 0,26) и переменности увлажнения (PEV = 0,27) *C. bononiensis* является стено-

Османова Гюльнара Орудж кзы, д.б.н., доц., проф. каф. экологии, e-mail: gyosmanova@yandex.ru; Лаврик Майя Викторовна, студентка, e-mail: ecology@marsu.ru

валентным видом, т.е. может выносить лишь ограниченные изменения данных факторов, близких к критическим. По факторам омброклиматической шкалы (PEV = 0,40), шкале увлажнения почв (PEV = 0,39), шкале богатства почв азотом (PEV = 0,45) и шкале кислотности почв (PEV = 0,38) *C. bononiensis* можно охарактеризовать как гемистеновалентный вид. По фактору термоклиматической шкалы (PEV = 0,47), шкале континентальности климата (PEV = 0,47), криоклиматической (PEV = 0,53) и шкале освещенности-затенения (PEV = 0,56) *C. bononiensis* выступает как мезова-

лентный вид и занимает промежуточное положение по приспособленности к данным экологическим факторам.

Анализ местообитаний *C. bononiensis* в г. Ульяновске по климатическим шкалам (таблица) показал, что по термоклиматической шкале особи *C. bononiensis* находились в местообитаниях с суббореальным / неморальным и неморальным климатом (баллы от 8,03-8,29); по шкале континентальности климата – располагались на границе от субматерикового / материкового до материкового / субконтинентального (7,91-9,39).

Таблица. Характеристика потенциальной и реализованной экологических валентностей, коэффициента экологической эффективности *C. bononiensis*

Экологические шкалы	Экологическая позиция вида по шкале фактора	PEV	г. Ульяновск			Республика Марий Эл		
			Реализованная экологическая позиция	REV	K _{e,eff.} , %	Реализованная экологическая позиция	REV	K _{e,eff.} , %
Tm (1-17)	6-13	0,47 MB	8,04-8,29	0,015	3,19	7,88-8,30	0,025	5,32
Kп (1-15)	7-13	0,47 MB	7,91-9,39	0,099	21,06	8,44-8,51	0,005	1,06
Om (1-15)	4-9	0,40 ГСВ	7,28-7,82	0,037	9,25	7,52-7,63	0,008	2,0
Cr (1-15)	5-12	0,53 MB	7,17-8,85	0,046	8,68	7,05-7,37	0,021	3,96
Hd (1-23)	5-13	0,39 ГСВ	9,64-11,95	0,100	25,64	10,07-10,67	0,027	6,92
Tr (1-19)	5-9	0,26 СВ	6,26-8,47	0,117	45	7,99-8,15	0,009	3,46
Nt (1-11)	1-5	0,45 ГСВ	5,52-6,21	0,064	14,2	5,23-5,31	0,008	17,78
Rc (1-13)	7-11	0,38 ГСВ	6,97-7,89	0,072	20	7,49-7,96	0,037	10,28
fH (1-11)	5-7	0,27 СВ	5,22-6,82	0,124	45,93	5,7-6,44	0,058	21,48
Lc (1-9)	1-5	0,56 MB	2,86-4,88	0,026	4,64	2,7-2,76	0,008	1,43

Примечание: Tm – термоклиматическая шкала, Kп – шкала континентальности климата, Om – омброклиматическая шкала, Cr – криоклиматическая шкала, Hd – шкала увлажнения почв, Tr – шкала солевого режима почв, Nt – шкала богатства почв азотом, Rc – шкала кислотности почв, fH – шкала переменности увлажнения почв; Lc – шкала освещенности-затенения; СВ – стеновалентный, ГСВ – гемистеновалентный, MB – мезовалентный; PEV – потенциальная экологическая валентность; REV – реализованная экологическая валентность; K_{e,eff.} – коэффициент экологической эффективности.

По почвенным шкалам (таблица) анализ показал, что ЦП *C. bononiensis* в г. Ульяновске по шкале увлажнения почв находились в пограничных условиях увлажнения – от лугово-степного / сухолесолугового, до сухолесолугового / влажно-лесолугового (9,64-11,95). В экологическом ряду по шкале богатства почв ЦП произрастали на почвах от небогатых / довольно богатых до довольно богатых / богатых почвах (6,26-8,47); по шкале богатства почв азотом амплитуда у изученных ЦП *C. bononiensis* – от бедных азотом почв / достаточно

обеспеченных азотом почв до довольно богатых / богатых азотом почвах (5,52-6,21). В экологическом ряду кислотности почв ЦП *C. bononiensis* располагаются в диапазоне от слабокислых / нейтральных почв до кислых / слабокислых почв (6,97-7,89); по шкале переменности увлажнения почв ЦП *C. bononiensis* располагались в зоне слабо переменного увлажнения / умеренно переменного увлажнения до слабо переменного увлажнения / умеренно переменного увлажнения светлых лесов (5,22-6,82). По шкале освещенности-затенения особи *C.*

bononiensis произрастали в условиях от полуоткрытых пространств / светлых лесов до открытых / полуоткрытых пространств (2,86-4,88).

Анализ местообитаний *C. bononiensis* в РМЭ по климатическим шкалам (таблица) показал, что по фактору термоклиматической шкалы особи *C. bononiensis* находились в местообитаниях на границе между суббореальным / неморальным и суббореальным климатом (7,88-8,30); по фактору шкалы континентальности климата – в зоне субматерикового / материкового климата (8,44-8,51). По фактору омброклиматической шкалы все особи *C. bononiensis*, произрастающие как в г. Ульяновске, так и в РМЭ располагались в субаридном / субгумидном климате, а по фактору криоклиматической шкалы находились в зоне умеренных зим / мягких зим (таблица).

В РМЭ ЦП *C. bononiensis* встречаются на открытых или полуоткрытых пространствах (5,7-6,44); произрастают на довольно богатых (7,99-8,15), но бедных или обеспеченных азотом (5,23-5,31) и слабокислых / нейтральных (7,49-7,96) почвах; предпочитают лугово-степное / сухолесолуговое (10,07-10,67) увлажнение. По фактору шкалы освещенности-затенения особи *C. bononiensis* находились в условиях открытых / полуоткрытых пространств (2,70-2,76).

Таким образом, анализ местообитаний по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [6] показал, что по факторам почвенных шкал и шкале освещенности-затенения ЦП *C. bononiensis* в г. Ульяновске и в РМЭ различаются. В РМЭ все ЦП располагались на лугах, а в г. Ульяновске – на лугах и в светлых лесах. По шкале увлажнения почв ЦП *C. bononiensis* в РМЭ находились в условиях лугово-степного / сухолесолугового увлажнения, а в г. Ульяновске еще и сухолесолугового / влажно-лесолугового. По шкале богатства почв ЦП *C. bononiensis* в РМЭ произрастали на довольно богатых / богатых почвах; а в г. Ульяновске – и на небогатых / довольно богатых почвах. По шкале богатства почв азотом ЦП *C. bononiensis* в РМЭ предпочитали бедные / достаточно обеспеченные азотом почвы, а в г. Ульяновске – довольно богатые / богатые почвы. По шкале кислотности почв ЦП *C. bononiensis* в РМЭ располагались на слабокислых / нейтральных почвах, а в г. Ульяновске еще и на кислых / слабокислых почвах. По шкале освещенности-затенения все ЦП *C. bononiensis* в РМЭ находились в условиях открытых / полуоткрытых пространств, а в г. Ульяновске – полуоткрытых пространств светлых лесов.

Таким образом, результаты оценки местообитаний ЦП *C. bononiensis* по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [6] позволили расширить шкалу богатства почв азотом вправо: для ЦП *C. bononiensis*, произрастающих в г. Ульяновске на 1,21 ступень, для ЦП *C. bononiensis*, произрастающих в РМЭ – на 0,31 ступень. Это свидетельствует о том, что ЦП *C. bononiensis* могут произрастать на достаточно обес-

печенных азотом почвах. Для г. Ульяновска шкала кислотности почв для *C. bononiensis* расширена на 0,03 ступень влево. Потенциальная экологическая валентность *C. bononiensis*, определяющая возможности данного вида занимать определенную часть шкалы рассмотренных факторов, составляет от 0,26 до 0,56 (таблица). Реализованная экологическая валентность ЦП *C. bononiensis* г. Ульяновске составила от 0,15 до 0,124, что два раза больше, чем в РМЭ (REV 0,005-0,058) (таблица).

Расчитанные показатели дают возможность определить $K_{e,eff.}$ (таблица), который показывает, сколько процентов данного фактора использовали особи *C. bononiensis* в изученных ЦП. Этот показатель в г. Ульяновске колеблется от 3,19 до 45,93 %, в РМЭ – от 1,06 до 21,48 %. В г. Ульяновске максимальные показатели получены по шкале переменности увлажнения почв (fH) – 45,93 % и по шкале увлажнения почв (Hd) – 25,64 %, а в РМЭ – по шкале переменности увлажнения почв (fH) – 21,48 % и по шкале богатства почв азотом (Nt) – 17,78 %.

Анализ экологических шкал, характеризующих климатические факторы (Tm, Kn, Om, Cr), показал, что *C. bononiensis* реагирует на данные факторы как мезобионт, значение индекса толерантности составило 0,47 (таблица). Для почвенных шкал (Hd, Tr, Nt, Rc, fH) индекс толерантности равен 0,35 (таблица). Это указывает на то, что *C. bononiensis* реагирует на влияние данных факторов как гемистенобионт. Следовательно, исследуемый нами вид имеет достаточно широкий диапазон толерантности.

Таким образом, на основании полученных данных в большинстве случаев реализованная экологическая ниша исследованных ЦП *C. bononiensis* располагается в пределах площади фундаментальной экологической ниши этого вида согласно шкалам Д.Н. Цыганова [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров А.А. Семейство *Campanulaceae* Juss. // Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. 24. С. 126–476.
2. Федоров А.А. Род *Campanula* L. // Флора Европейской части СССР. Т. 3. Л.: Наука, 1978. С. 214–232.
3. Губанов И.А. и др. Определитель сосудистых растений Центра Европейской России. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 400 с.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Hippuridaceae* – *Lobeliaceae*. СПб.: Наука, 1991. 200 с.
5. Абрамов Н.В. Красная Книга Республики Марий Эл: редкие и нуждающиеся в охране растения марийской флоры. Йошкар-Ола: Мар. книжн. изд-во, 1997. 128 с.
6. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.
7. Жукова Л.А. Биоиндикационные оценки экологического разнообразия растительных сообществ и их компонентов // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: сб. материалов Всерос. науч. конф. (Йошкар-Ола, 18-24 сентября 2004 г.). Йошкар-Ола: Изд-во Мар. гос. ун-та, 2004. С. 13–15.

8. Жукова Л.А. Оценка экологической валентности основных эколого-ценотических групп: подходы и методы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 1. С. 256–259.
9. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова, М.Н. Гаврилова, Т.А. Полянская. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
10. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcosScaleWine / Е.В. Зубкова, Л.Г. Ханина, Т.И. Грохлина, Ю.А. Дорогова. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *CAMPANULA BONONIENSIS* L. HABITAT

© 2012 G.O. Osmanova, M.V. Lavrik

Mari State University

The first ecological characteristics of the habitat of *Campanula bononiensis* L. cenopopulations growing in the conditions of Ulyanovsk and the Republic of Mari El (RME) is given with the help of bioindication methods. Besides the potential and realized ecological valency, ecological efficiency and tolerance index are calculated [8]. The results has shown that for Ulyanovsk the scale of the soil acidity for this species can be widened 0,03 grades to the left and the scale of soil nitrogen saturation can be widened 2,21 grades to the right. For RME the scale of soil nitrogen saturation for this species can also be widened 0,31 grades to the right.

Key words: *Campanula bononiensis* L., bioindication, ecological scales, potential ecological valency, realized ecological valency, ecological efficiency, tolerance index.