

УДК 582.5: 581.52

DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-2-234-248

К ЭКОЛОГИИ *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L. (ORCHIDACEAE) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сулейманова В. Н.^{1,2}, Егорова Н. Ю.¹

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, Киров, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров, Россия
E-mail: venera_su@mail.ru

В статье показано, что в пределах Кировской области *Cypripedium calceolus* произрастает в ельниках неморально-бореально-мелкотравных и травяных (*acc. Melico nutantis-Piceetum abietis subass. typicum, Maianthemo-Piceetum subass. typicum var. typical*), сосняках с пихтой и елью разнотравных (*acc. Melico nutantis-Pinetum sylvestris var. Lathyrus vernus*). По отношению к комплексу всех экологических факторов *C. calceolus* относится к мезобионтным видам. По шкале кислотности почв вид является гемистеновалентом, по термоклиматической и омброклиматической шкале и шкале освещенности-затенения – мезовалентом, по шкале богатства почв азотом – гемизэвривалентом, по криоклиматической шкале и шкале континентальности климата – эвривалентом. Только по шкале увлажнения почвы и шкале солевого режима почв *C. calceolus* стеновалентен, что свидетельствует о весьма ограниченном диапазоне возможных местообитаний по данному фактору.

Ключевые слова: *Cypripedium calceolus* L., *Orchidaceae*, редкие виды, экологические шкалы, демографические показатели, Кировская область.

ВВЕДЕНИЕ

Orchidaceae – самое разнообразное семейство цветковых растений, виды которого занимают почти все известные места обитания на земле [1]. Многие представители этого семейства имеют чрезвычайно специфические биотопы и характеризуются особыми требованиями к среде обитания [2]. Для завершения своего жизненного цикла орхидеям необходимы микоризные грибы [3]. Кроме того, многие виды имеют очень специфические методы размножения и опыляются только определенными опылителями [4]. Обладая столь уникальными биологическими особенностями, орхидеи при этом являются весьма уязвимыми элементами экосистем, чувствительными к любым изменениям. Поэтому исследования, направленные на изучение разнообразия эколого-ценотических условий местообитаний этих редких растений для выявления факторов, лимитирующих их распространение, весьма актуальны.

Объектом нашего исследования стала одна из самых распространенных орхидей в мире – *Cypripedium calceolus* L. (венерин башмачок настоящий).

Cypripedium calceolus – летнезелёный корневищный поликарпик. Евразиатский, бореальный вид. Геофит, мезофил. Ареал охватывает всю Европу (кроме крайнего юга и севера), включая Крым и Средиземноморье, а также значительную часть Азии – растет в Малой Азии, в Сибири, на Дальнем Востоке. Кроме того, он встречается в северо-восточном Казахстане, в Монголии, северо-восточном Китае, на Корейском полуострове и в северной Японии [2, 5–7].

В России отмечен по всей лесной зоне европейской части (кроме Крайнего Севера), на Урале, на юге Сибири и Дальнего Востока (Хабаровский и Приморский края, Южный Сахалин) [2].

Как редкий вид занесен в Красную книгу Российской Федерации (3 категория редкости) [8], Кировской области (3 категория редкости) [9], а также в Красные книги 59 регионов Российской Федерации [2]. Лимитирующими факторами в Кировской области являются нарушение местообитаний в результате антропогенных воздействий – вырубki лесов, рекреации, сбор на букеты, выкапывание, сокращается численность вида.

Исследования, посвященные изучению *C. calceolus* в Кировской области, единичны [10–12].

Цель настоящей работы выявление фитоценологических параметров и экологических условий местообитаний *C. calceolus* в пределах южно-таежного фрагмента ареала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования эколого-ценологических условий местообитаний *C. calceolus* проводились в южно-таежных лесных экосистемах в пределах Кировской области (табл. 1) в период с 2012 по 2019 гг.

Описания растительных сообществ осуществляли согласно общепринятым геоботаническим методам и подходам [13]. Латинские названия сосудистых растений приведены по сводке С. К. Черепанова [14]. Для характеристики ценопопуляций (ЦП) использовали следующие демографические показатели: численность, плотность [15, 16].

Экологическую характеристику *C. calceolus* давали на основании его распространения в различных фитоценозах. Собственные геоботанические описания сообществ с участием изучаемого вида обрабатывали по индикационным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [17]: Тм – термоклиматической, Кп – континентальности климата, Ом – омброклиматической аридности-гумидности, Ст – криоклиматической, Hd – увлажнения почвы, Тг – солевого режима почв, Nt – богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, fH – переменности увлажнения, Lc – освещенности-затенения с использованием программы EcoScaleWin [18].

Экологическую валентность и толерантность *C. calceolus* определяли в соответствии с методикой Л. А. Жуковой с соавторами [19]. Для оценки приспособленности ценопопуляции (ЦП) вида к изменению одного экологического фактора, рассчитывали потенциальную экологическую валентность (PEV) по формуле: $PEV = (A_{max} - A_{min} + 1) / n$, где A_{max} и A_{min} – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятых видом, n – общее число ступеней в шкале.

По результатам РЕV определяли 5 фракций валентности (стено-, гемистено-, мезо-, гемизври-, эвривалентная). Реализованную экологическую валентность определяли по формуле: $REV = (A_{max} - A_{min} + 0,01) / n$, где A_{max} и A_{min} – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые конкретными ЦП; n – общее число ступеней в шкале. Для выявления степени использования экологических потенций *S. calceolus*, определяли коэффициент экологической эффективности (К. ес. eff.), как отношение реализованной экологической валентности к потенциальной. Индекс толерантности (It) вида или его меру стено-эврибионтности определяли по формуле: $It = \sum REV / \sum$ шкал рассматриваемых факторов.

Статистическая обработка данных выполнена в соответствии с общепринятыми методами и подходами [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее свойственными типами местообитаний *S. calceolus* являются разреженные сосновые, еловые, широколиственные, мелколиственные и смешанные леса, реже открытые участки – лесные поляны и опушки, лесные и горные луга, а также облесенные разнотравно-зеленомошные, пушицевые и сфагновые болота [2].

В Кировской области вид встречается по еловым, елово-пихтовым и сосново-еловым лесам на известняках, по заболоченным осиново-еловым лесам на торфянистых почвах [21].

Исследованные местообитания *S. calceolus* приурочены к ельникам неморально-бореально-мелкотравным и травяным (*acc. Melico nutantis-Piceetum abietis subass. typicum*, *Maianthemo-Piceetum subass. typicum var. typical*) (рис. 1), соснякам с пихтой и елью разнотравным (*acc. Melico nutantis-Pinetum sylvestris var. Lathyrus vernus*).



Рис. 1. *Cypripedium calceolus* L. в условиях *acc. Melico nutantis-Piceetum abietis subass. typicum*

Отмечено также произрастание *C. calceolus* на техногенно нарушенном субстрате старого отработанного известкового карьера, зарастающего хвойными породами и разнотравьем. Все изученные биотопы отличаются большим постоянством неморальных видов при преимущественно фрагментарном покрытии мхов.

В древостое еловых типов леса господствует *Picea abies*, сосновых – *Pinus sylvestris*. В виде примеси встречается *Abies sibirica*. Ярус подлеска имеет разнообразный видовой состав: *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Lonicera xylosteum*, *Yuniperus communis*, *Daphne mezereum* и др. В этом ярусе большинства изученных фитоценозов присутствует лиана – *Atragene sibirica*. Травяно-кустарничковый ярус (общее проективное покрытие колеблется от 35 до 60%) также весьма разнообразен, что определяет высокую специфичность этих сообществ. Помимо видов бореального мелкотравья (*Maianthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Luzula pilosa*, *Rubus saxatilis*), характерно присутствие неморальных – *Lathyrus vernus*, *Melica nutans*, *Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*. Мохово-лишайниковый ярус фрагментарный (покрытие до 45%) – ЦП 1–5, либо сплошной (до 90%) – ЦП 6, в качестве содоминантов выступают *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*.

Исследуемые ЦП характеризуются неравномерным распределением особей исследуемого вида по площади ценоза. Отмечены как отдельные растения *C. calceolus*, так и многочисленные куртины, включающие от 3 до 73 особей. Краткая демографическая характеристика изученных ЦП приведена в табл. 1.

Высокие показатели численности *C. calceolus* отмечены в еловых типах местообитания (ЦП 1–3) от 107 до 288 особей. Менее 100 растений зафиксировано в сосновых фитоценозах – ЦП 5, 6. Максимальная численность исследуемого вида установлена в производном типе местообитания (отработанный известковый карьер) – ЦП 4 (488 особей). Увеличение данной ЦП, вероятнее всего, связано с наиболее благоприятными условиями здесь для семенного размножения: фрагментарный моховой покров, незначительное проективное покрытие видов травяно-кустарничкового яруса – до 35%. Одной из причин высокой численности особей в ЦП 3, 4 (рис. 2), могут быть также несколько иные эдафические условия в данных биотопах – слабокислая реакция почв ($R_c = 7,2-7,4$). Тогда как остальные фитоценозы характеризуются кислой почвенной средой ($R_c = 6,25-6,83$).

Одним из важных свойств популяции как биологической системы надорганизменного уровня выступает плотность [15]. Плотность особей в изученных ценопопуляциях сильно варьирует и колеблется в среднем от 4,1 до 25,3 ос./м² (табл. 1). Максимальная плотность отмечена в ЦП 1, в ЦП 4 данный показатель также характеризуется высоким значением – 18,8 ос./м². В остальных ЦП она в 4–6 раз ниже.

В результате проведенного корреляционного анализа статистически значимых связей условий местообитаний исследуемого вида с демографическими параметрами не выявлено.

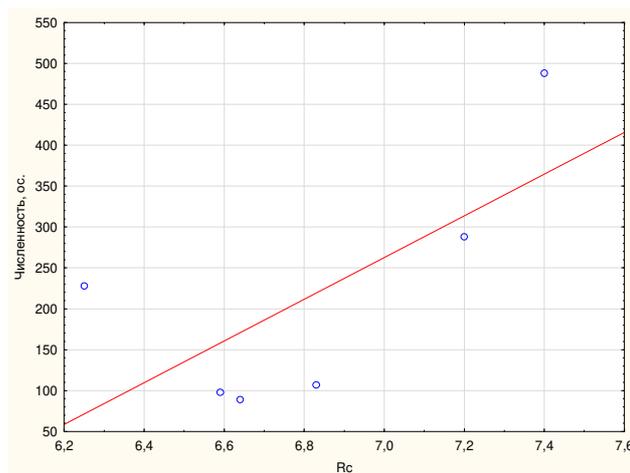


Рис. 2. Зависимость численности особей в ценопопуляциях *Cypripedium calceolus* L. от кислотности почв

Примечание: по оси абсцисс – значение кислотности почв в исследуемых местообитаниях по шкале Д.Н. Цыганова, в баллах; по оси ординат – численность особей *Cypripedium calceolus* L. в исследуемых ценопопуляциях, особей

Таблица 1

Характеристика изученных ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L.

ЦП	Тип фитоценоза, таксационные параметры древесного яруса	Основные виды подлеска	Основные виды травяно-кустарничкового яруса	Демографические показатели <i>C. calceolus</i>	
				численность, ос.	плотность, ос./кв. м
1	Ельник разнотравный (7ЕЗП; сомкнутость крон деревьев 0,6; возраст древостоя 75 лет)	<i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Atragene sibirica</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>Yuniperus communis</i>	<i>Rubus saxatilis</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Myosotis sylvatica</i> , <i>Viola canina</i> , <i>Maianthemum bifolium</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Lathyrus sylvestris</i> , <i>Actaea erythrocarpa</i> , <i>Actaea spicata</i>	228	25,3

Продолжение таблицы 1

2	Ельник травяной (8Е2П; сомкнутость крон деревьев 0,4; возраст древостоя 70 лет)	<i>Lonicera xylosteum</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Atragene sibirica</i> , <i>Ribes spicatum</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Daphne mezereum</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>Yuniperus communis</i>	<i>Rubus saxatilis</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Carex praecox</i> , <i>Viola mirabilis</i> , <i>V. canina</i> , <i>V. rupestris</i> , <i>Actaea spicata</i> , <i>Ajuga reptans</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Galium mollugo</i> . Отмечены редкие экземпляры <i>Epipactis atrorubens</i>	107	4,1
3	Ельник с примесью пихты и сосны травяной (6Е2П2С; сомкнутость крон деревьев 0,5; возраст древостоя 80 лет)	<i>Lonicera xylosteum</i> , <i>Atragene sibirica</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Daphne mezereum</i> , <i>Rosa acicularis</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Rhamnus cathartica</i>	<i>Rubus saxatilis</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Actaea erythrocarpa</i> , <i>Carex praecox</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Lathyrus vernus</i> , <i>Luzula pilosa</i> , <i>Viola mirabilis</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> . Отмечены единичные экземпляры <i>Monotropa hypopitys</i> , <i>Epipactis atrorubens</i>	288	6,7

4	Зарастающие сосной, елью, ивой, осиной, и разнотравьем отвалы старого отработанного известкового карьера (5С2Е2И1Ос; сомкнутость крон деревьев 0,1-0,3; возраст древостоя 25 лет)	<i>Salix caprea</i> , <i>Chamaecytisus ruthenicus</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Pyrola rotundifolia</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Calamagrostis langsdorfii</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Pimpinella saxifraga</i> . Встречаются также <i>Platanthera bifolia</i> , <i>Listera ovata</i> , <i>Gymnadenia conopsea</i> , <i>Epipactis atrorubens</i>	488	18,8
5	Сосняк травяной (6С2П1Е1Ос; сомкнутость крон деревьев 0,4; возраст древостоя 70 лет)	<i>Lonicera xylosteum</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Atragene sibirica</i> , <i>Daphne mezereum</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Rosa acicularis</i>	<i>Carex sylvatica</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Actaea erythrocarpa</i> , <i>Hierochloe odorata</i> , <i>Heracleum sibiricum</i> , <i>Viola canina</i> , <i>Trifolium medium</i> , <i>Poa sylvicola</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Pyrola rotundifolia</i>	89	6,4
6	Сосняк разнотравно-зеленомошный (7С2Е1П+Ос); сомкнутость крон деревьев 0,5; возраст древостоя 85 лет)	<i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Atragene sibirica</i>	<i>Majanthemum bifolium</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Paris quadrifolia</i> , <i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Trientalis europaea</i>	98	5,4

Согласно данным различных авторов [2, 22–24] *C. calceolus* произрастает как под пологом леса при сомкнутости крон 0,6–0,8, так и на открытых местах. Растет на хорошо увлажненных, богатых гумусом и кальцием почвах, от нейтральных до щелочных, иногда встречается на слабокислых. Является индикатором пород, содержащих известь. В средней полосе часто растет на дерново-подзолистой или торфянисто-болотной почве [25].

Фитоиндикация изученных местообитаний *C. calceolus* по десяти экологическим шкалам Д.Н. Цыганова (табл. 2, рис. 3) показала, что по отношению к комплексу всех экологических факторов изучаемый вид является мезовалентом (МВ) ($It_{\text{общее}} = 0,54$) и имеет средний уровень лабильности по отношению к исследуемым факторам среды.

Таблица 2

Характеристика экологических условий местообитаний *Cypridium calceolus* L.

Экологические шкалы		Экологическая позиция вида по шкале фактора	РЕV	Реализованная экологическая позиция изученных ЦП	REV	Кес. eff., %
Климатические шкалы	Tm	4–12	0,53	7,45–7,93	0,03	5,43
	Kn	3–15	0,87	8,52–9,13	0,04	4,70
	Om	5–11	0,47	8,21–8,53	0,02	4,61
	Cr	1–11	0,73	6,55–7,36	0,05	7,43
Почвенные шкалы	Hd	9–15	0,30	12,33–13,10	0,03	11,17
	Tr	5–9	0,26	5,40–6,24	0,04	16,89
	Nt	1–7	0,64	5,10–5,64	0,05	7,84
	Rc	7–11	0,38	6,25–7,35	0,09	22,24
	Fh	–	–	4,77–5,95	0,06	–
Шкала освещенности-затенения	Lc	3–7	0,56	4,17–4,86	0,13	23,84

Примечание: РЕV – потенциальная экологическая валентность; REV – реализованная экологическая валентность; Кес. eff. – коэффициент эффективности, %; «–» – данные отсутствуют

По совокупности климатических факторов *C. calceolus* является мезовалентом (МВ). Коэффициент экологической эффективности (Кес. eff) колеблется значительно от 4,61 до 23,84 %.

По термоклиматическому фактору (Tm), показывающему распределение тепла, *C. calceolus* обитает в условиях суббореального типа режима (7,45–7,93 балла).

По шкале континентальности климата (Kn) потенциальный диапазон *C. calceolus* колеблется от 3 до 15 баллов и характеризуется эвривалентной

позицией. Изученные ЦП относятся к зоне умеренно-континентального климата (субматериковый, материковый вид) с диапазоном 8,52–9,13 балла.

По омброклиматической шкале, показывающей соотношение осадков и испарения, *S. calceolus* обитает в условиях субаридного ($O_m=8,21-8,53$ баллов) климата. По данному фактору исследованные биотопы отличаются очень узким реальным диапазоном ($REV=0,02$) и минимальным показателем коэффициента экологической эффективности ($Кэс.эф.=4,61\%$).

По криоклиматической шкале (C_r), показывающей наличие и продолжительность морозных дней с низкими температурами, *S. calceolus* встречается в условиях довольно суровых зим / умеренных зим ($C_r=6,55-7,36$ баллов).

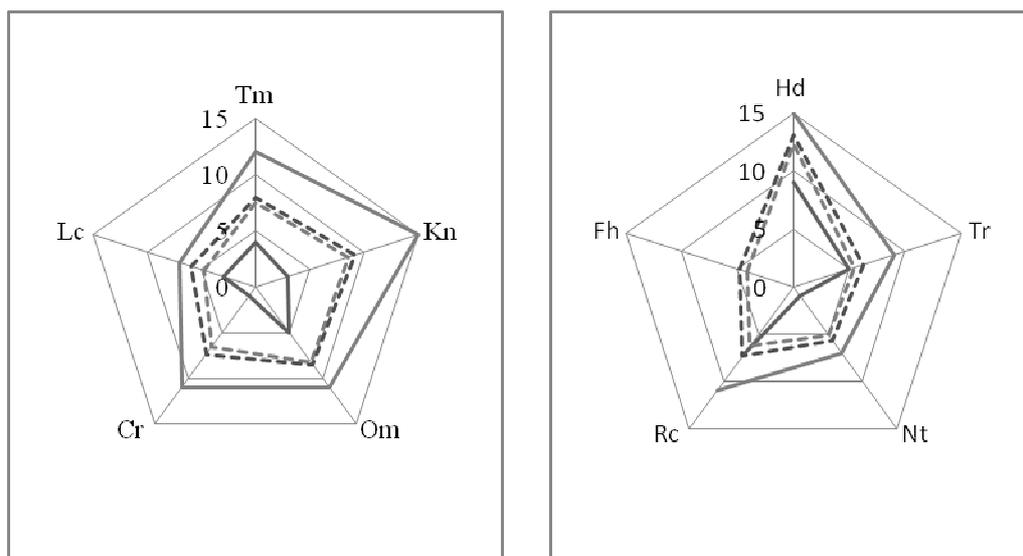
По климатическим факторам отмечены низкие значения показателей реализованной экологической валентности ($REV=0,02-0,05$) и коэффициента экологической эффективности ($Кэс.эф.=4,61-7,43\%$), что указывает на то, что изученные ЦП *S. calceolus* используют очень незначительную часть потенциальной экологической амплитуды климатических шкал, при достаточно широкой их потенциальной амплитуде ($PEV=0,47-0,87$). В целом, по данным факторам исследованные ЦП занимают центральную часть шкалы и находятся в пределах потенциальных диапазонов, указанных Д.Н. Цыгановым (рис. 3 А).

По отношению к комплексу почвенных факторов *S. calceolus* является гемистеновалентом (M_B) ($I_t = 0,40$) (табл. 2). Коэффициент экологической эффективности ($Кэс.эф.$) по данным шкалам сильно варьирует от 7,84 до 23,84 %. По большинству почвенных шкал, за исключением шкалы кислотности почв, реализованный диапазон не выходит за потенциально возможные границы (рис. 3 В).

По шкале увлажнения почвы (H_d) *S. calceolus* является стеновалентным видом, что свидетельствует об ограниченном спектре возможных местообитаний по данному фактору. Потенциальные диапазоны исследуемого вида по этой шкале составляют от 9 до 15 баллов. Показатели реализованной экологической позиции находятся в пределах от сухо-лесолугового до влажно-лесолугового типов режима (12,33–13,10 балла). По шкале увлажнения почвы выявлено минимальное значение показателя реализованной экологической валентности ($REV=0,03$).

По шкале солевого режима почв (T_r) *S. calceolus* является также стеновалентом. По шкале, включающей 19 баллов, вид встречается в диапазоне значений от 5,40 до 6,24 баллов (небогатых почвах). Показатель реализованной экологической валентности составляет 0,04 ($Кэс.эф.=16,89\%$).

По шкале богатства почв азотом (N_t) *S. calceolus* характеризуется как гемизэвивалентный вид ($PEV=0,64$). Реализованный диапазон составляет от 5,10 до 5,64 баллов (бедные азотом почвы). По данной шкале зарегистрировано минимальное значение коэффициента экологической эффективности ($Кэс.эф.=7,84\%$) среди почвенных факторов.



А

В

Рис. 3. Фрагмент экологической ниши *Cypripedium calceolus* L. в Кировской области (по шкалам Д.Н. Цыганова (1983)).

А – климатические шкалы и шкала освещенности-затенения; В – почвенные шкалы.

- – экологическая позиция изученных видов в фитоценозе по шкалам;
 ————— – экологическая позиция вида по шкалам.

По шкале кислотности почв (Rc) изучаемый вид относится к гемистеновалентам. Потенциальный диапазон варьирует от 7 до 11 баллов. Реализованный диапазон смещен на 0,75 балла в сторону более кислых почв от потенциального значения и колеблется от кислых (6,25 балла) до слабо кислых почв (7,35 балла).

Данные по шкале переменности увлажнения почвы (Fh) для *C. calceolus* отсутствуют. На исследуемой территории реализованная экологическая позиция *C. calceolus* находится в пределах от 4,77 до 5,95 баллов, что соответствует режимам от относительно устойчивого до слабо переменного увлажнения.

По шкале освещенности-затенения (Lc) значение потенциальной экологической валентности составляет 0,56 – вид мезовалентен. Реализованный диапазон занимает от 4,17 до 4,86 баллов: условия полуоткрытых пространств – светлых лесов. По данному фактору среди всех рассматриваемых факторов выявлены максимальные показатели реализованной экологической валентности (REV=0,13) и коэффициента экологической эффективности (Кес. eff=23,84 %).

Геометрический образ фундаментальной и реализованной экологических ниш, представлен на рис. 4.

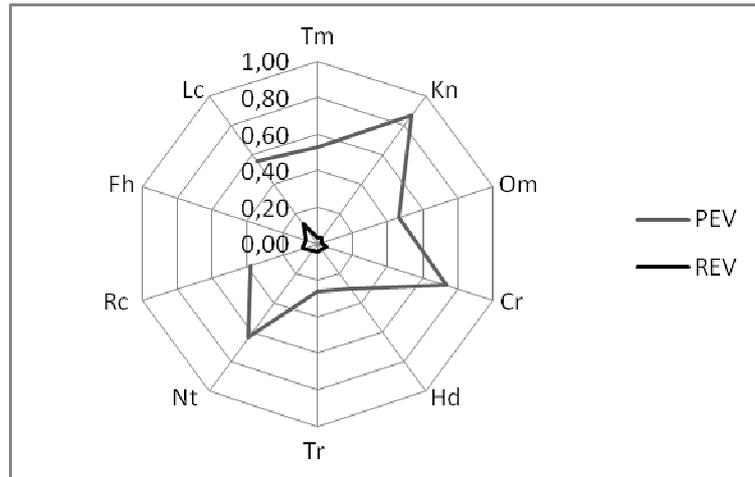


Рис.4. Потенциальная и реализованная экологические валентности изученных ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в условиях южнотаежного фрагмента ареала в пределах Кировской области *C. calceolus* произрастает в ельниках неморально-бореально-мелкотравных и травяных (*acc. Melico nutantis-Piceetum abietis subass. typicum*, *Maianthemo-Piceetum subass. typicum var. typical*), сосняках с пихтой и елью разнотравных (*acc. Melico nutantis-Pinetum sylvestris var. Lathyrus vernus*).

Вид, в изученных местообитаниях, реализует от 4,61 до 23,84 % своих потенциальных возможностей по изученным факторам. Для *C. calceolus* полученные результаты позволяют расширить на 0,75 ступени вправо шкалу кислотности почв. По остальным шкалам значения экологического пространства изученных ЦП укладываются в диапазоны, приводимые Д. Н. Цыгановым для данного вида.

Эдафические условия *C. calceolus* по шкале увлажнения почв соответствуют режимам от сухолесолугового до влажно-лесолугового; по фактору солевого режима почв – небогатым почвам; кислотности почв – кислым – слабокислым почвам; богатства почв азотом – бедным азотом почвам; переменности увлажнения – почвам с относительно устойчивым и слабо переменным увлажнением.

Исследование демографических параметров ценопопуляций в разных эколого-ценотических условиях показало, что численность особей исследуемого вида достаточно сильно варьирует в зависимости от типа фитоценоза и достигает высоких показателей в условиях еловых с примесью пихты лесов. Установлена зависимость численности особей от кислотности почв: в биотопах со слабокислой реакцией данный критерий выше, по сравнению с фитоценозами произрастающими на кислых почвах.

Список литературы

1. Christenhusz M. J. The number of known plants species in the world and its annual increase / Christenhusz M. J., Byng J. W. // *Phytotaxa*. – 2016. – Vol. 261, No 3. – P. 201–217.
2. Вахрамеева М. Г. Орхидные России (биология, экология и охрана) / Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 437 с.
3. Dearnaley J. D. Further advances in orchid mycorrhizal research / Dearnaley J. D. // *Mycorrhiza*. – 2007. – Vol. 17, No 6. – P. 475–486.
4. Nilsson L. Orchid pollination biology / Nilsson L. // *Trends in Ecology & Evolution*. – 1992. – Vol. 7, No 8. – P. 255–259.
5. Невский С. А. Сем. Ятрышниковые – *Orchidaceae*. Флора СССР / Невский С. А. – Л.: Изд-во АН СССР. – 1935. – Т. 4. – С. 589–730.
6. Смольянинова Л. А. *Orchidaceae*. Флора европейской части / Смольянинова Л. А. – Л.: Наука, 1976. – Т. 2. – С. 10–59.
7. Аверьянов Л. В. Род башмачок – *Cypripedium* (Orchidaceae) на территории России / Аверьянов Л. В. // *Turczaniowia*. – 1999. – № 2. – С. 5–40.
8. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
9. Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы. Изд. 2-е изд. – Киров: Кировская областная типография, 2014. – 336 с.
10. Казакова Т. В. Сохранение редких видов растений в пределах особо охраняемой природной территории «Медведский бор» / Казакова Т. В., Пересторонина О. Н. // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Киров: Радуга-Пресс. – 2017. – С. 234–240.
11. Харина В. А. Оценка состояния ценопопуляции *Cypripedium calceolus* на северо-востоке Кировской области / Харина В. А., Пересторонина О. Н. // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров: Вятский государственный университет. – 2019. – С. 203–207.
12. Егорова Н. Ю. Оценка состояния ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. на выходах известняковых пород по склонам долины реки Вятка / Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н. // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – № 47. – С. 40–58. Doi: 10.17223/19988591/47/3.
13. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
14. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / Черепанов С. К. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
15. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 236 с.
16. Одум Ю. Экология. / Одум Ю. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
17. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Цыганов Д. Н. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
18. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, Пущинский государственный университет. – 2008. – 96 с.
19. Жукова Л. А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Жукова Л. А., Дорогова Ю. А., Турмухаметова Н. В., Гаврилова М. Н., Полянская Т. А. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2010. – 368 с.
20. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной биологии / Зайцев Г. Н. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
21. Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Сосудистые растения / Тарасова Е. М. – Киров: ОАО Кировская областная типография, 2007. – 440 с.
22. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / Ellenberg H. – Gottingen, 1974. – 97 p.
23. Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora / Landolt E. // Veroff. Geobot. Inst. Rubel. N. 64. – Zurich: Stiftung Riibel. – 1977. – 208 p.

24. Мельникова А. Б. Современное состояние башмачка настоящего в Большехецирском заповеднике (Хабаровский край) / Мельникова А. Б., Вахрамеева М. Г. // Бюллетень Ботанического сада имени И. С. Косенко (Краснодар). – 1998. – №7. – С. 990–101.
25. Моисеева А. Б. О произрастании *Cypripedium calceolus* в Березинском заповеднике / Моисеева А. Б. // Ботаника. Исследования. – Минск. – 1970. – № 12. – С. 20.

ECOLOGY OF *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L. (ORCHIDACEAE) IN KIROV REGION

Suleimanova V. N.^{1,2}, Egorova N. Yu¹

¹*Federal State Budgetary Scientific Institute «Professor Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming», Kirov, Russia*

²*Federal State Budgetary Educational Institute of Higher Education «Vyatka State Agricultural Academy», Kirov, Russia*

E-mail: venera_su@mail.ru

The object of our research was one of the most common orchids in the world – *Cypripedium calceolus* L. As a rare species, it is listed in the Red book of the Russian Federation (3 category of rarity) [8], the Kirov region (3 category of rarity) [9], as well as in the Red books of 59 regions of the Russian Federation [2]. Limiting factors in the Kirov region are the violation of habitats as a result of anthropogenic impacts – deforestation, recreation, collection for bouquets, digging, reducing the number of species. Studies on the study of *C. calceolus* in the Kirov region are isolated [10–12]. The purpose of this work is to identify phytocenotic parameters and environmental conditions of *C. calceolus* habitats within the southern taiga fragment of the range.

Studies of ecological and cenotic conditions of *C. calceolus* habitats were conducted in southern taiga forest ecosystems within the Kirov region (Slobodskaya, Afanasyevsky districts) (See table 1) in the period from 2012 to 2019.

The studied habitats of *C. calceolus* are confined to non-morally-boreal-small-grass and grass spruce forests (Melico nutantis-Piceetum abietis subass. typicum, Maianthemum-Piceetum subass. typicum var. typical) (See fig. 1), pine trees with fir and spruce of various grasses (Melico nutantis-Pinetum sylvestris var. *Lathyrus vernus*). The growth of *C. calceolus* on the technogenically disturbed substrate of an old spent limestone quarry overgrown with coniferous rocks and various grasses was also noted. All the studied biotopes are characterized by a large constancy of non-moral species with not significant coverage of mosses.

The stand of spruce forest types is dominated by *Picea abies*, pine-*Pinus sylvestris*. *Abies sibirica* occurs as an impurity. The undergrowth layer has a diverse species composition: *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Lonicera xylostium*, *Yuniperus communis*, *Daphne mezereum*. In this tier of most studied phytocenoses there is a *Atragene sibirica*. The grass-shrub layer is also very diverse, which determines the high specificity of these communities. In addition to species of boreal small grass (*Maianthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Luzula pilosa*, *Rubus saxatilis*), the presence of

non – morals is characteristic-*Lathyrus vernus*, *Melica nutans*, *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*. Moss-lichen layer is fragmentary (covering up to 45 %), *Pleurozium schreberi* and *Hylocomium splendens* act as sodominants.

Phyto-indication of the studied *C. calceolus* habitats according to ten ecological scales of D. N. Tsyganov (See table 2, Fig. 2) showed that in relation to the complex of all environmental factors, the studied species is mesovalent (MV) (It total = 0.54) and has an average level of lability in relation to the studied environmental factors.

In relation to the complex of all environmental factors, *C. calceolus* is a mesobiont species. On a scale of soil acidity, the species is semistarvation at termokhimicheskie and apolitically scale and dial illumination-shading – metavalent on the scale of the wealth of the soil nitrogen – hemimillennial at createmotions scale and the scale of continentality of the climate avivamento. Only on the scale of soil moisture and the scale of soil salt regime, *C. calceolus* is stenovalent, which indicates a very limited range of possible habitats for this factor.

The species, in the studied habitats, realizes from 4.61 to 23.84 % of its potential according to the studied factors. For *C. calceolus*, the results obtained allow us to extend the scale of soil acidity by 0.75 degrees to the right. According to the other scales, the values of the ecological space of the studied CP are placed in the ranges given by D. N. Tsyganov for this type

Edaphic conditions of *C. calceolus* on the scale of soil moisture correspond to regimes from dry-saline to wet-forest-saline; on the factor of soil salt regime-poor soils; soil acidity – acidic-slightly acidic soils; soil richness in nitrogen – nitrogen – poor soils; moisture variability-soils with relatively stable and poorly variable moisture.

Keywords: *Cypripedium calceolus* L., *Orchidaceae*, rare species, ecological scales, demographic indicators, Kirov oblast.

References

1. Christenhusz M. J., Byng J. W. The number of known plants species in the world and its annual increase, *Phytotaxa*, **261(3)**, 201 (2016).
2. Vakhrameeva M. G., Varlygina T. I., Tatarenko I. V. *Orchids of Russia (biology, ecology and protection)*, 437 p (Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2014).
3. Dearnaley J. D. Further advances in orchid mycorrhizal research, *Mycorrhiza*, **17(6)**, 475 (2007).
4. Nilsson L. Orchid pollination biology, *Trends in Ecology & Evolution*, **7(8)**, 255 (1992).
5. Nevsky S. A. *Orchidaceae. Flora of the SSSR*, Leningrad: Publishing house of the SSSR Academy of Sciences, **4**, 589 (1935).
6. Smolyaninova L. A. *Orchidaceae. Flora of the European part*, Leningrad: Nauka, **2**, 10 (1976).
7. Averyanov L. V. The genus of slipper-*Cypripedium* (Orchidaceae) on the territory of Russia, *Turczaninowia*, **2**, 5 (1999).
8. Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi), 855 p (Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2008).
9. Red Data Book of Kirov region: animals, plants, fungi. 2nd edition, 336 p (Kirov: Kirovskaya oblastnaya tipografiya, 2014).
10. Kazakova T. V., Perestoronina O. N. Conservation of rare plant species within the specially protected natural territory "Medvedsky Bor", *Conservation of forest ecosystems: problems and ways to solve them: materials of the all-Russian scientific and practical conference*. (Kirov: Raduga Press, 2017), 234.
11. Kharina V. A., Perestoronina O. N. Assessment of the state of *Cypripedium calceolus* coenopopulations in the North-East of the Kirov region, *Biodiagnostics of the state of natural and natural-technogenic*

- systems: materials of the XVII all-Russian scientific and practical conference with international participation. (Kirov: Vyatka state University, 2019). 203.
12. Egorova N. Yu., Suleimanova V. N. Estimation of *Cypripedium calceolus* L. coenopopulations on limestone deposits along the valley slopes of the Vyatka River, *Tomsk State University Journal of Biology*, **47**, 40 (2019). doi: 10.17223/19988591/47/3
 13. Methods of investigation of forest communities, 240 p (St. Petersburg, 2002).
 14. Cherepanov S. K. *Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)*, 992 p (St. Petersburg.: Mir and Semya, 1995).
 15. Coenopopulations of plants (essays on population biology), 236 (Moscow: Nauka, 1988).
 16. Odum Yu. *Ecology*, 376 (Moscow: Mir, 1986).
 17. Tsyganov D. N. *Phytoindication of regimes in the subzone of coniferous and broad-leaved forests*, 198 p. (Moscow: Nauka, 1983).
 18. Computer processing of geobotanical descriptions on ecological scales using the EcoScaleWin program, 96 p (Yoshkar-Ola: Mari state University, Pushchinsky state University, 2008).
 19. Zhukova L. A., Dorogova Yu. A., Turmukhametova N. V., Gavrilova M. N., Polyanskaya T. A. *Ecological scales and methods of analysis of ecological diversity of plants*, 368 p (Yoshkar-Ola: MarSU, 2010).
 20. Zaytsev G. N. *Mathematics in experimental biology*, 296 p (Moscow: Nauka, 1990).
 21. Tarasova E. M. *Vyatskiy krau flora. Vascular plants*. Part 1, 440 p (Kirov: Kirov regional printing house, 2007).
 22. Ellenberg H. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*, 97 p (Gottingen, 1974).
 23. Landolt E. *Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veroff. Geobot. Inst. Rubel. H. 64, 208 p (Zurich: Stiftung Riibel, 1977).
 24. Melnikova A. B., Vakhrameeva M. G. The current state of *Cypripedium calceolus* in the Bolshekhekhtsirsky reserve (Khabarovsk territory), *Bulletin of the I. S. Kosenko Botanical garden (Krasnodar)*, **7**, **990** (1998).
 25. Moiseeva A. B. About the growth of *Cypripedium calceolus* in the Berezinsky reserve, *Botany. Researches*. **12**, 20 (1970).