

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 4 (38). Декабрь, 2020

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов
A. Gugolek B.
J. B. Jakovlev
R. Krasnov
J. P. Kurhinen

Службы поддержки

А. А. Зорина
А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК УДК 582.5:581.52

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТООБИТАНИЙ *DACTYLORHIZA MACULATA* (L.) SOO (*ORCHIDACEAE* JUSS.) ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

ЕГОРОВА
Наталья Юрьевна

к. б. н., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, n_chirkova@mail.ru

СУЛЕЙМАНОВА
Венера Нуриддиновна

к. б. н., Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, venera_su@mail.ru

Ключевые слова:
Dactylorhiza maculata
Orchidaceae
экологические шкалы
экоареал
гемеробность
Кировская область

Аннотация: Виды семейства Орхидные (*Orchidaceae* Juss.) вследствие биологических особенностей и высокой чувствительности к эдафотопическим условиям являются наиболее уязвимыми элементами естественных экосистем. Большинство представителей Орхидных занесено в Красные книги различного ранга и охраняется на заповедных территориях. Пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo) включен в Европейский список сосудистых растений (LC категория), в Приложение II к конвенции CITES, а также в Красные книги 25 регионов РФ, в том числе и Кировской области – 3-я категория. Цель исследования – оценка эколого-ценотических предпочтений *D. maculata* в таежной зоне Вятско-Камского междуречья. Выявление экологических предпочтений *D. maculata* проведено по индикаторным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова (1983). В результате проведенных исследований в условиях таежной зоны Кировской области установлено, что вид характеризуется широким потенциальным диапазоном по большинству рассматриваемых факторов. Выявлено, что по отношению к комплексу всех экологических шкал Д. Н. Цыганова *D. maculata* относится к мезобионтным видам ($It = 0.54$). По совокупности климатических факторов *D. maculata* принадлежит к гемистеновалентным видам ($It = 0.44$). По фактору освещенности-затенения относится к эврибионтным видам ($It = 0.67$). По отношению к комплексу почвенных факторов *D. maculata* является гемизэвивалентом ($It = 0.60$). Показано, что *D. maculata* – вид, переносящий незначительное и умеренное антропогенное влияние. Во всех исследуемых местообитаниях *D. maculata* преобладают о (олиго-) и м (мезо-)гемеробные виды.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 23 января 2020 года

Подписана к печати: 26 декабря 2020 года

Введение

Виды семейства Орхидные (*Orchidaceae* Juss.) встречаются в различных биотопах пригодных для обитания растений. Однако, вследствие биологических особенностей, высокой чувствительности к эдафотопическим условиям, они являются наиболее уязвимыми элементами естественных экосистем. Поэтому большинство представителей этого семейства характеризуются ограниченным распространением и занесены в Красные книги различного ранга.

Современная популяционная экология растений обладает методами оценки экотопа, позволяющими установить влияние каждого конкретного и совокупности факторов на популяции, их элементы (Жукова и др., 2010), а также на основе анализа факторов среды выделить определяющие параметры экоареала (Селедец, 2010). В связи с этим изучение эколого-ценотических параметров ценопопуляций видов семейства *Orchidaceae* на всем протяжении ареала, которое позволит выявить факторы, лимитирующие их распространение, диапазон толерантности видов и их чувствительность к изменению тех или иных факторов среды, весьма актуально.

Исследования, посвященные видам семейства *Orchidaceae* в Кировской области, весьма немногочисленны (Чупракова, Савиных, 2012; Пакеева, Пересторонина, 2018; Егорова, Сулейманова, 2019, 2020; Сулейманова, Егорова, 2020), большинство из них ограничивается сообщениями о распространении и необходимости охраны этих видов в природных местообитаниях.

Пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo) – травянистый клубнеобразующий поликарпик. Европейский, бореальный, болотный вид. Общий ареал охватывает Скандинавию, Среднюю Европу, Атлантическую Европу. В Восточной Европе отмечен в следующих флористических районах: Арктика (Арктическо-Европейский), Север (Карело-Мурманский и запад Двино-Печерского), Прибалтика, Центр, Запад (Карпатский и Днепровский), Восток (Заволжье) (Смолянинова, 1976).

Dactylorhiza maculata включен в Европейский список редких и уязвимых сосудистых растений (LC категория), в Приложение II к конвенции CITES (Bilz et al., 2011; Convention..., 2013), а также в Красные книги 25 регионов РФ (Вахрамеева, 2014), в том числе и Кировской области – 3-я категория

(редкий – малочисленный вид) (Красная книга..., 2014).

Целью настоящего исследования является оценка эколого-ценотических предпочтений *D. maculata* в таежной зоне Вятско-Камского междуречья.

Материалы

Исследования биотопических особенностей распространения *D. maculata* в условиях таежной зоны в пределах Кировской области осуществлялись в период с 2010 по 2018 г. Всего изучено 8 ценопопуляций (ЦП) *D. maculata* (рис. 1).

Методы

Описания исследованных растительных сообществ осуществляли согласно общепринятым геоботаническим методам (Миркин, Наумова, 1998; Методы изучения..., 2002) с подробной характеристикой видового состава (проективное покрытие, сомкнутость крон, обилие, высота растений, фенофаза, жизненность и др.) и физико-географических условий (увлажнение, экспозиция, рельеф местности и т. д.). Названия видов приведены в соответствии с базой данных The Plant List (<http://www.theplantlist.org>).

Для выявления экологических параметров местообитаний *D. maculata* проведена обработка геоботанических описаний по индикационным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова (1983), содержащим балловые значения различных свойств факторов среды: Тм – термоклиматической, Кп – континентальности климата, Ом – омброклиматической аридности-гумидности, Сг – криоклиматической, Hd – увлажнения почвы, Тг – солевого режима почв, Nt – богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, fH – переменности увлажнения, Lc – освещенности-затенения. Обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам осуществлялась с помощью программы EcoScaleWin (2008).

Экологическую валентность и толерантность вида определяли в соответствии с методикой Л. А. Жуковой (Жукова и др., 2010). Для оценки приспособленности ценопопуляции 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 PEV определяли 5 фракций валентности (стено-,

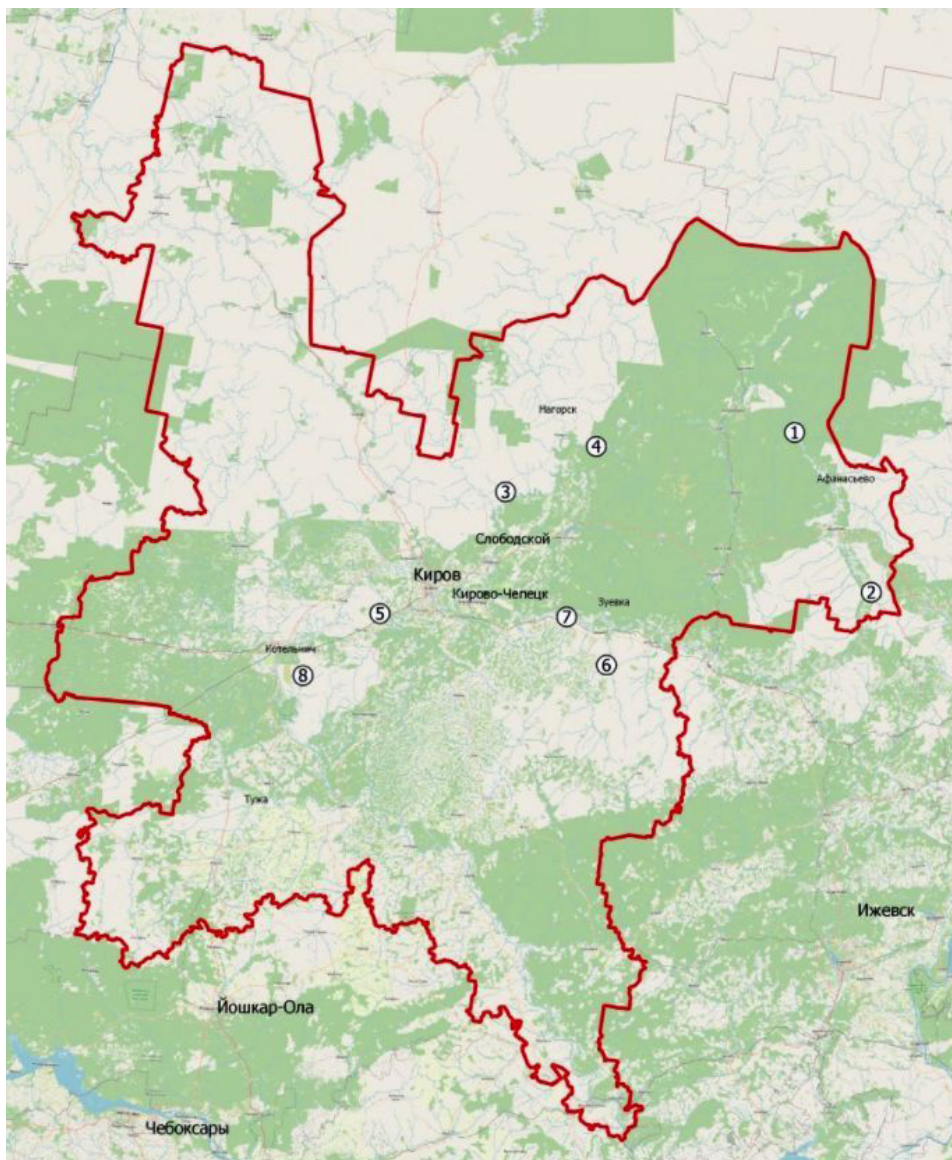


Рис. 1. Карта-схема изученных ценопуляций *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo. Цифры соответствуют порядковым номерам ценопуляций в табл. 1

Fig. 1. Schematic map of the studied coenopopulations of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo. Numbers correspond to the studied coenopopulations in table 1

гемистено-, мезо-, гемизври-, эвривалентная). Популяции с низкой экологической валентностью (стеновалентные виды) могут выносить ограниченные изменения фактора среды. Эвривалентные виды занимают местообитания с чрезвычайно изменчивыми условиями среды (Быченко, 2008а). 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 потенциалов вида определяли коэффициент экологической эффективности (*K. ec. eff.*) как отношение реализован-

ной экологической валентности к потенциальной. Индекс толерантности (*It*) вида или его меру стено-эврибионтности определяли по формуле: $It = \sum PEV / \sum$ шкал рассматриваемых факторов (Жукова, 2005; Жукова и др., 2010). Чем выше *It*, тем больше лабильность вида по отношению к рассматриваемым экологическим факторам (Быченко, 2008б).

Гемеробность *D. maculata* в растительных сообществах определяли по составу видов (Frank, Klotz, 1990), использовалась 7-балльная система гемеробии Яласа: *a* – агемеробные виды, не выносящие антропогенного влияния; *o* – олигогемеробные виды лесов, лугов, верховых болот и т. д., выносящие очень незначительное антропогенное влия-

ние; *m* – мезогемеробные виды лесов, лугов, остепненных лугов и степей, испытывающих экстенсивное антропогенное влияние; *b* – эугемеробные виды лугов и лесов с интенсивным уходом, выносящие эвтрофикацию, известкование, незначительное нарушение грунта; *c* – эугемеробные виды удобряемых лугов, деградирующих лесов, полевые сорняки; *p* – полигемеробные виды выращиваемые в культуре и типичные рудеральные растения, выносящие сильные и частые нарушения местообитаний; *t* – метагемеробные виды полностью деградировавших экосистем и искусственных сообществ.

Статистический анализ был проведен с использованием программного обеспечения PAST 3.15 (Hammer et al., 2001) и Microsoft Excel.

Результаты

Наиболее распространенными типами местообитаний *D. maculata* являются сырые и заболоченные луга, переходные и низинные болота, их окраины, заболоченные хвойные и лиственные леса, заросли

кустарников, иногда по берегам водоемов, вдоль ручьев, по долинам рек (Блинова, 1995; Вахрамеева, 2000). В Кировской области *D. maculata* встречается редко, преимущественно по переходным болотам, сфагновым ельникам (Тарасова, 2007).

Исследованные ценопопуляции *D. maculata* (табл. 1) приурочены преимущественно к залесенным (ЦП 1, 2) или открытым (ЦП 3–5) мезо-олиготрофным сфагновым болотам речных террас рек Кама, Кобра, Вятка. Древостой залесенных болот представлен *Pinus sylvestris* L. с примесью *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. Сомкнутость крон варьирует в пределах 0.2–0.4. В травяно-кустарничковом ярусе всех исследуемых болотных биотопов наибольшим постоянством отличаются *Eriophorum vaginatum* L., *Carex acuta* L., *Menyanthes trifoliata* L. Мохово-лишайниковый покров образован сплошной дерниной сфагновых мхов *Sphagnum magellanicum* Brid., *Sph. angustifolium* (Warnst.) C. E. O. Jensen, *Sph. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.

Таблица 1. Ценотическая характеристика исследованных местообитаний *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo

№ ЦП	Тип фитоценоза	Основные виды травяно-кустарничкового яруса	Обилие <i>Dactylorhiza maculata</i>
1	Залесенное мезо-олиготрофное осоково-пушицево-сфагновое болото	<i>Carex acuta</i> L., <i>Eriophorum vaginatum</i> L., <i>Andromeda polifolia</i> L., <i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	Sp
2	Залесенное мезотрофное пушицево-вахтово-сфагновое болото	<i>Eriophorum vaginatum</i> L., <i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Comarum palustre</i> L., <i>Oxycoccus palustris</i> Pers., <i>Carex vesicaria</i> L., <i>Thelypteris palustris</i> (A. Gray) Schott, <i>Equisetum fluviatile</i> L.	Sol
3	Мезотрофное пушицево-вахтово-сфагновое болото	<i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Eriophorum vaginatum</i> L., <i>Drosera rotundifolia</i> L., <i>Andromeda polifolia</i> L., <i>Carex acuta</i> L., <i>Carex limosa</i> L., <i>Oxycoccus palustris</i> Pers., <i>Scheuchzeria palustris</i> L., <i>Equisetum hyemale</i> L., <i>Comarum palustre</i> L.	Un
4	Мезо-олиготрофное пушицево-вахтово-сфагновое болото	<i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Eriophorum vaginatum</i> L., <i>Drosera rotundifolia</i> L., <i>Andromeda polifolia</i> L., <i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench, <i>Carex acuta</i> L., <i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	Sp
5	Мезо-олиготрофное кустарничково-осоково-вахтово-сфагновое болото	<i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Carex acuta</i> L., <i>Oxycoccus palustris</i> Pers., <i>Vaccinium uliginosum</i> L., <i>Andromeda polifolia</i> L., <i>Comarum palustre</i> L., <i>Equisetum hyemale</i> L.	Sp
6	Березняк разнотравно-вейниковый	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth, <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., <i>Mentha aquatica</i> L., <i>Geum rivale</i> L., <i>Angelica sylvestris</i> L., <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Un

№ ЦП	Тип фитоценоза	Основные виды травяно-кустарничкового яруса	Обилие <i>Dactylorhiza maculata</i>
7	Ивняк разнотравно-таволговый	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., <i>Alchemilla xanthochlora</i> Rothm., <i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Ranunculus acris</i> L., <i>Cirsium palustre</i> (L.) Coss. ex Scop., <i>Scirpus sylvaticus</i> L., <i>Geum rivale</i> L., <i>Equisetum pratense</i> Ehrh., <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Sol
8	Ельник с примесью березы кустарничково-хвощево-разнотравно-сфагновый	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L., <i>Vaccinium myrtillus</i> L., <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt, <i>Menyanthes trifoliata</i> L., <i>Carex sylvatica</i> Huds., <i>Oxalis acetosella</i> L., <i>Solidago virgaurea</i> L., <i>Rubus arcticus</i> L., <i>Thelypteris palustris</i> (A. Gray) Schott, <i>Equisetum fluviatile</i> L.	Sol

Также отмечено произрастание *D. maculata* в условиях отработанного торфяного месторождения в пойме р. Коса (ЦП 6). Древостой образован *Betula pubescens* (10Б) с редким участием *Pinus sylvestris* и *Populus tremula* L. Сомкнутость крон древостоя варьирует от 0.4 до 0.6. В подлеске произрастают *Salix cinerea* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *Frangula alnus* Mill. Проективное покрытие травяного яруса составляет в среднем 65 %. Доминирующим видом с высоким постоянством является *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Встречаются гигрофильные травы – *Mentha aquatica* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Geum rivale* L. Моховый покров слабо выражен, покрытие невелико – до 5 %. Встречается *D. maculata* и по ивовым зарослям в пойме небольшого ручья (ЦП 7). Данный фитоценоз отличается хорошо выраженным кустарничковым ярусом высотой 1.5–2 м, в сложении которого участвуют *Salix myrsinifolia*, *S. cinerea*. Доминантом травяного яруса является *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.

Кроме того, вид изучен в условиях темнохвойного заболоченного лесного массива (ЦП 8). В составе древесного яруса преобладает *Picea abies* (L.) H. Karst., высота 15–18 м, сомкнутость крон 0.6–0.8. На микроповышениях произрастают лесные виды кустарников: *Sorbus aucuparia* L., *Rubus idaeus* L., *Juniperus communis* L., бореальное мелкотравье *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Trientalis europaea* L., *Rubus arcticus* L., *Oxalis acetosella* L., лесное разнотравье и мхи. В межкочьях поселяются *Menyanthes trifoliata*., *Equisetum fluviatile* L. и др. Мхи

представлены родами *Mnium*, *Sphagnum*.

Проективное покрытие (ПП) травяно-кустарничкового яруса в изучаемых фитоценозах колеблется от 35 (мезо-олиготрофное пушицево-вахтово-сфагновое болото) до 65 % (березняк разнотравно-вейниковый). Видовой состав изученных фитоценозов весьма разнообразен: в травяно-кустарничковом ярусе отмечено от 8 до 34 видов растений. Обилие исследуемого вида оценивается как Sp в ЦП 1, 4, 5, низкое обилие – Sol отмечено в ЦП 2, 7, 8, единичные особи (Un) зафиксированы в ЦП 3, 6.

Обсуждение

В результате фитоиндикации исследуемых местообитаний *D. maculata* получены экологические характеристики по десяти шкалам Д. Н. Цыганова (табл. 2, рис. 2). *D. maculata* по отношению к комплексу всех экологических факторов является мезовалентом (МВ) ($It_{\text{общее}} = 0.54$) и имеет средний уровень лабильности по отношению к рассматриваемым факторам среды. Е. Г. Филиппов (1997), напротив, отмечает узкую экологическую амплитуду *D. maculata* на Урале, такого же мнения придерживаются и другие исследователи (Ellenberg et al., 1991; Вахрамеева и др., 1994; Вахрамеева, 2000). По данным, приводимым разными авторами, вид обитает в условиях от сухолесолугового до болотного типа увлажнений. Растет на сильно кислых – слабощелочных почвах с бедным и достаточным содержанием минерального азота. Диапазон освещенности – от открытых пространств до светлых лесов. По совокупности климатических факторов *D.*

Таблица 2. Характеристика экологических условий местообитаний *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo Вятско-Камского междуречья

Экологические шкалы	Экологическая позиция вида по шкале фактора	PEV	Реализованная экологическая позиция изученных ЦП	REV	Кес. eff., %
Климатические шкалы	Tm	3–9	6.06–7.72	0.10	23.86
	Kn	3–11	8.33–9.00	0.05	7.56
	Om	7–11	7.96–9.86	0.13	38.20
	Cr	5–10	6.19–8.07	0.13	31.50
Почвенные шкалы	Hd	11–19	12.39–15.63	0.14	36.11
	Tr	1–9	5.06–7.10	0.11	22.78
	Nt	1–7	3.19–5.66	0.23	35.43
	Rc	1–11	5.00–6.66	0.13	15.18
	Fh	1–7	3.29–5.50	0.20	31.71
Шкала освещенности-затенения	Lc	1–6	3.00–4.94	0.22	32.50

Примечание. PEV – потенциальная экологическая валентность; REV – реализованная экологическая валентность; Кес. eff. – коэффициент эффективности, %.

maculata является гемистеновалентом (ГСВ). Коэффициент экологической эффективности (Кес. eff) колеблется весьма значительно. Максимально реализуют свои потенции ЦП *D. maculata* по омброклиматической шкале (Кес. eff = 38.20 %). Минимальные значения Кес. eff отмечены для шкалы континентальности климата (7.56 %).

По термоклиматическому фактору (Тм), показывающему распределение тепла, *D. maculata* обитает в условиях от бореального до суббореального типа режима (6.06–7.72 балла). Исследованные ЦП занимают центральную часть шкалы и находятся в пределах потенциальных диапазонов, указанных Д. Н. Цыгановым (рис. 2А).

По шкале континентальности климата (Kn) потенциальные диапазоны исследуемого вида колеблются от 3 до 11 баллов и характеризуются гемизвравалентной позицией. Исследованные ЦП отличаются узким реальным диапазоном (REV = 0.05) и относятся к зоне умеренно-континентального климата (субматериковый, материковый вид) с диапазоном 8.33–9.00 балла.

По омброклиматической шкале, показывающей соотношение осадков и испарения, полученные экологические амплитуды *D. maculata* соответствуют потенциальным диапазонам Д. Н. Цыганова. Вид в пределах исследуемой территории обитает в условиях от субаридного (Om = 7.96 балла) до субгумидного (Om = 9.86 балла) климата.

По криоклиматической шкале (Cr), показывающей наличие и продолжительность морозных дней с низкими температурами, *D. maculata* встречается в условиях от 6 (довольно суровых зим / умеренных зим) до 8 (умеренных зим / мягких зим) баллов. По данному фактору отмечено также достаточно высокое значение показателя реализованной экологической валентности – 0.13 (Кес. eff = 31.50 %).

В целом в пределах рассматриваемого фрагмента ареала изученные ЦП вида используют очень незначительную часть потенциальной экологической амплитуды климатических шкал (REV = 0.05–0.13) при достаточно широкой их потенциальной амплитуде (PEV = 0.33–0.60).

Эдафотопические условия местообитаний *D. maculata* характеризуются значительным экологическим разнообразием диапазонов. По отношению к комплексу почвенных факторов *D. maculata* является гемизвравалентом (ГЭВ) (It = 0.60) (см. табл. 2). Коэффициент экологической эффективности по данным шкалам варьирует от 15.18 до 36.11 %. По всем почвенным шкалам диапазон изученных местообитаний не выходит за потенциально возможные границы (рис. 2В).

По шкале увлажнения почвы (Hd) *D. maculata* является гемистеновалентным видом. Это свидетельствует о небольшом разнообразии возможных местообитаний

по данному фактору. Потенциальные диапазоны исследуемого вида по этой шкале составляют от 11 до 19 баллов. Показатели реализованной экологической позиции находятся в пределах от сухолесолугового до сырлесолугового типа режима (12.39–15.63 балла).

По шкале солевого режима почв данный вид является мезовалентом. По шкале, включающей 19 баллов, *D. maculata* встречается в диапазоне значений от 5.06 (небогатых почв) до 7.10 (довольно богатых почв) баллов. Показатель реализованной экологической валентности составляют 0.11 (Кес. eff = 22.78 %).

По шкале богатства почв азотом (Nt) *D. maculata* является гемизвривалентным видом (REV = 0.64). Реализованный диапазон изученных ЦП составляет от 3.19 балла (очень бедные азотом почвы) до 5.66 балла (бедные азотом почвы).

По шкале кислотности почв (Rc) исследуемый вид является эвривалентом.

Потенциальный диапазон варьирует от 1 до 11 баллов. Реализованный диапазон смещен в сторону кислых почв (5.00–6.66 балла).

По шкале переменности увлажнения почвы *D. maculata* гемизвривалентен. В исследованных местообитаниях *D. maculata* обитает в диапазоне от 3.29 (относительно устойчивого увлажнения) до 5.50 (слабо переменного увлажнения) и занимают левую часть шкалы.

По шкале освещенности-затенения (Lc) *D. maculata* значение потенциальной экологической валентности составляет 0.67 – вид эвривалентен. Реализованный диапазон занимает от 3.00 до 4.94 балла, что соответствует условиям полуоткрытых пространств – светлых лесов. Реализованная экологическая валентность по данному фактору имеет наиболее высокие показатели – REV = 0.22.

Геометрический образ фундаментальной и реализованной экологических ниш представлен на рис. 3.

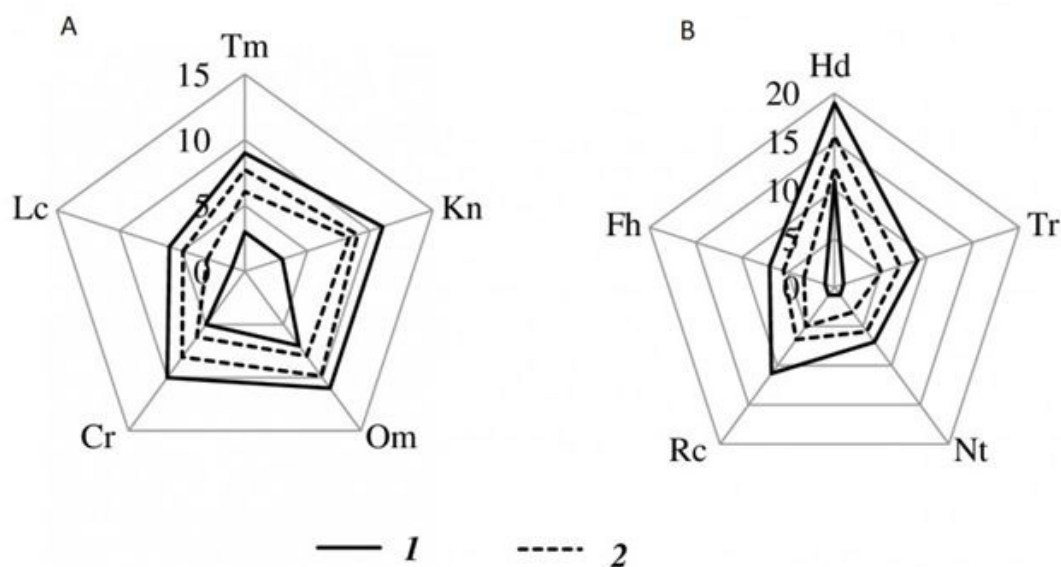


Рис. 2. Фрагмент экологической ниши *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo в Кировской области (по шкалам Д. Н. Цыганова (1983)). А – климатические шкалы и шкала освещенности-затенения; В – почвенные шкалы; 1 – экологическая позиция вида по шкале фактора, 2 – реализованная экологическая позиция изученных ценопопуляций

Fig. 2. Fragment of the ecological niche of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo in the Kirov region (according to the scales of D. N. Tsyganov (1983)). A – climate scales and light-shading scales; B – soil scales; 1 – ecological position of the species on the scales, 2 – ecological position of the studied species in the phytocenosis according to scales

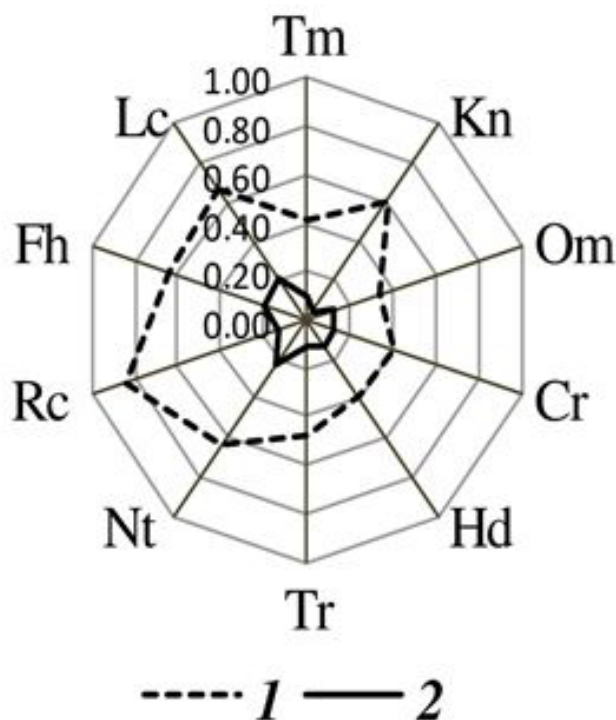


Рис. 3. Потенциальная (1) и реализованная (2) экологические валентности изученных ценопопуляций *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo

Fig. 3. Potential (1) and realized (2) ecological valencies of the studied coenopopulations of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo

Соотношение фундаментальной и реализованной экологических ниш свидетельствует о низкой эффективности использования исследуемыми ценопопуляциями *D. maculata* своего экоареала. Низкая реализованность экоареала не позволяет виду проявлять фитоценотическую активность, что проявляется в небольшом обилии *D. maculata* в исследуемых растительных сообществах.

Результаты PCA-анализа исследованных ЦП *D. maculata* и значений эдафических параметров биотопов представлены на рис. 4.

В результате проведенного PCA-анализа выявлены две главные компоненты, которые берут на себя соответственно 80.90 и 12.93 % общей дисперсии и определяют 93.83 % дисперсии. Первая главная компонента интерпретирована как комплексный градиент влажности (Hd). Из направления лучей biplot-графика видно, что ЦП, изученные в условиях избыточного увлажнения (мезо-олиготрофные сфагновые болота ЦП 1–5), характеризуются более высокими значениями влажности почвы (Hd). Максимально положительные факторные нагрузки на увлажнение у ЦП 6, 7, 8 (1.69...2.23) и максимально отрицательные у 3 и 4 ЦП

(-1.36...-2.73). Вторая компонента интерпретирована как интенсивность освещенности. Максимально положительная нагрузка на освещенность у ЦП 7 (0.94), отрицательная факторная нагрузка у ЦП 8 (-1.41).

Проведенный анализ экологических параметров исследуемых местообитаний показал, что в условиях рассматриваемого экоареала вида наиболее важную роль для *D. maculata* играют факторы увлажнения и освещенности.

Для оценки антропогенной устойчивости *D. maculata* использовали показатель геме-робии (рис. 5). Растительные сообщества с участием исследуемого вида представлены преимущественно олиго- и мезо-гемеробными видами – 40.9 и 39.0 % соответственно. Несколько меньше приходится на долю б-эугемеробных видов – 17.1 %. Доля участия а-эугемеробных видов составляет 3.3 %, а полигемеробных – 4.5 %. Наименьший процент приходится на виды, очень чувствительные к антропогенному воздействию, – а-гемеробы (около 2 %). Во всех изученных фитоценозах не были выявлены метагемеробные виды.

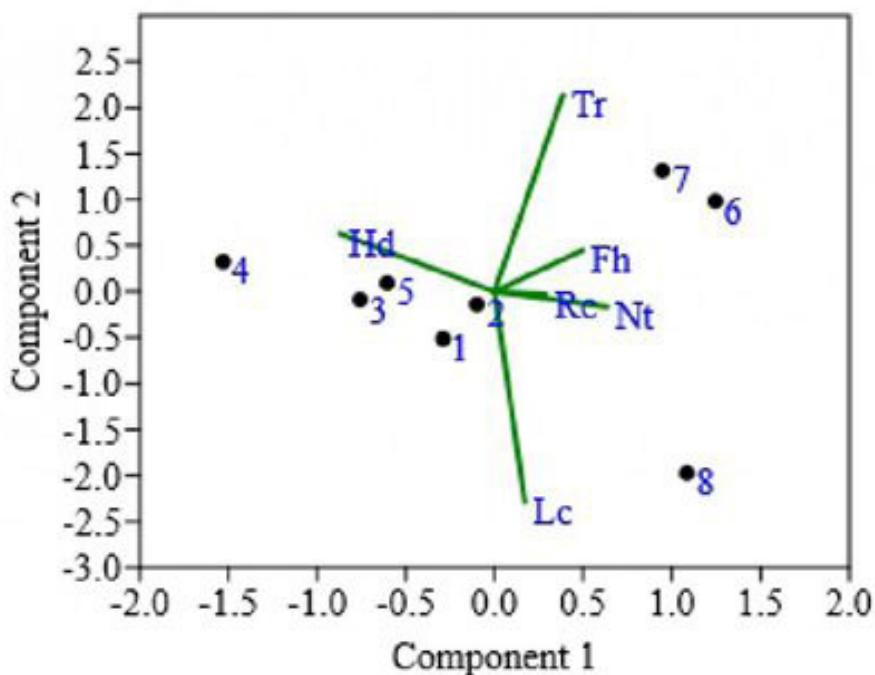


Рис. 4. Положение исследованных ценопопуляций *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo в системе первых двух главных компонент (PCA – Principal Components Analysis). Цифры соответствуют порядковым номерам ценопопуляций в табл. 1

Fig. 4. The position of the studied coenopopulations of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo in the system of the first two main components. Numbers correspond to the studied coenopopulations in table 1

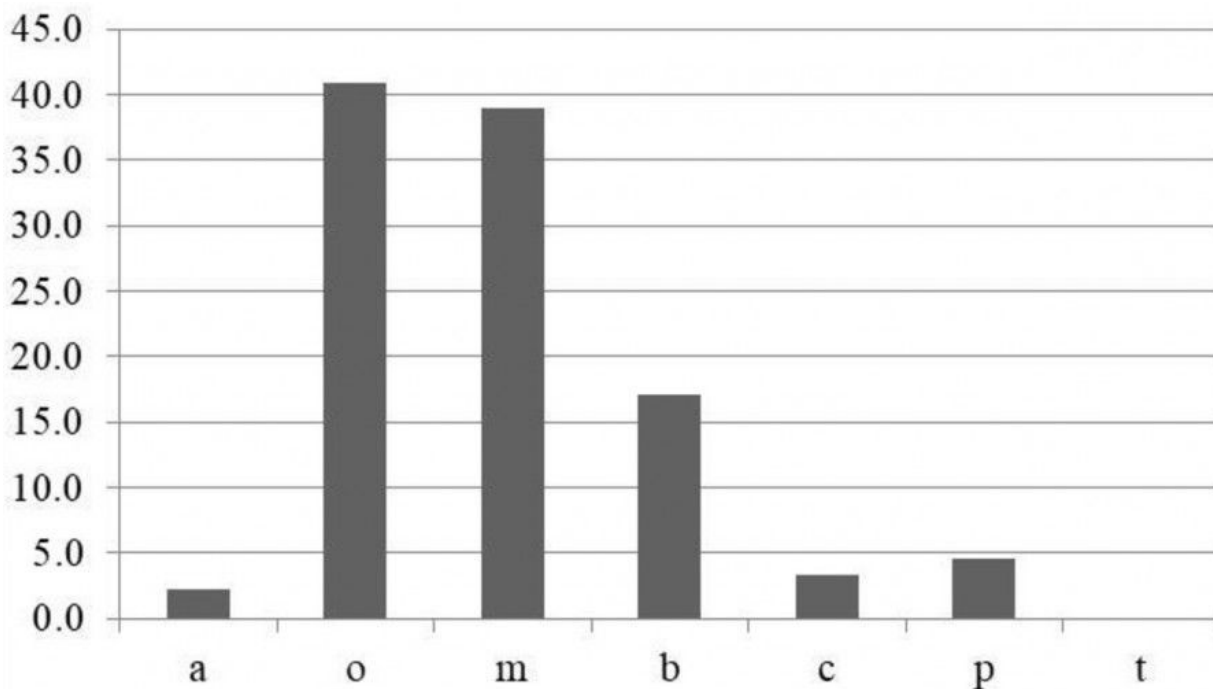


Рис. 5. Спектр гемеробии сообществ с *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo. По оси абсцисс – уровни гемеробии; по оси ординат – доля а-о-м-б-с-р-т-гемеробии, %

Fig. 5. The spectrum of hemeroby of communities with *Dactylorhiza maculata* (L.). On the Y axis – levels of hemeroby; on the X axis – proportion of a-o-m-b-c-p-t is hemeroby, %

В спектре гемеробии сообществ с *D. maculata* отмечается доминирование антропофобных видов (а-о-т – отрезок спектра): от 60 до 100 %, максимальные показатели которых зафиксированы в болотных местообитаниях *D. maculata* (мезо-олиготрофное сфагновое болото). Доля антропотолерантных видов варьирует от 10.7 до 40.0 %.

Для вида установлено достаточно высокое значение апофитизма – 25.8 %. *D. maculata* характеризуется широким диапазоном антропотолерантности: от 12 до 66.7 %. Это связано, вероятнее всего, с произрастанием *D. maculata* в растительных сообществах, как естественных, так и типологически являющихся сукцессионными (зарастающие мелколесьем выработанные торфяные месторождения, заболоченные луга на торфяниках).

В целом значительная доля участия б-с-р-гемеробов свидетельствует о способности вида переносить умеренное антропогенное воздействие. Способность *D. maculata* выдерживать рекреационные нагрузки отмечалась в работах и других исследователей (Василевская и др., 2007; Верещагина и др., 2009).

Заключение

В условиях таежной зоны в пределах Кировской области исследуемые ценопопуляции *D. maculata* приурочены как к естественным типам местообитаний (мезо-олиго-

трофное сфагновое болото), так и типологически являющимся сукцессионными (березняк разнотравно-вейниковый).

По отношению к комплексу всех экологических шкал Д. Н. Цыганова *D. maculata* относится к мезобионтным видам ($It = 0.54$) и характеризуется широким потенциальным диапазоном по большинству рассматриваемых факторов, что позволяет виду занимать местообитания с весьма изменчивыми условиями среды.

Определяющими параметрами экоареала ценопопуляций *D. maculata* являются факторы освещенности и увлажнения почвы.

В пределах рассматриваемого фрагмента распространения эдафические условия *D. maculata* по шкале увлажнения почв соответствуют режимам от сухолесолугового до сыролесолугового; по фактору солевого режима почв – небогатым и довольно богатым почвам; кислотности почв – кислым почвам; богатства почв азотом – очень бедным и бедным азотом почвам; переменной увлажненности – почвам с относительно устойчивым и слабо переменной увлажнением.

Диапазон изученных местообитаний вида не выходит за потенциально возможные границы по всем рассматриваемым абиотическим факторам.

Dactylorhiza maculata по показателю гемеробии является видом, переносящим незначительное и умеренное антропогенное воздействие.

Библиография

- Блинова И. В. Эколого-биологические особенности некоторых представителей семейства *Orchidaceae* Мурманской области : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1995. 24 с.
- Быченко Т. М. Методы популяционного мониторинга редких и исчезающих видов растений Прибайкалья . Иркутск: Иркутский гос. пед. ун-т, 2008а. 164 с.
- Быченко Т. М. Экологическое разнообразие ценопопуляций орхидных Прибайкалья // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы III Всерос. науч. конф. / Под ред. Л. А. Жуковой. Йошкар-Ола: Изд-во Марийского гос. ун-та, 2008б. С. 313–316.
- Василевская Н. В., Глазунова Е. Д., Путилова Н. В. Состояние ценопопуляций *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo на нарушенных местообитаниях в условиях Арктики // Актуальные проблемы геоботаники: Материалы III Всерос. школы-конференции / Под ред. С. А. Кутенкова, А. В. Сониной, В. В. Тимофеевой. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. Ч. 1. С. 97–101.
- Вахрамеева М. Г. Род Пальчатокоренник // Биологическая флора Московской области. 2000. Вып. 14. С. 55–86.
- Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. Орхидные России (биология, экология и охрана) . М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 437 с.
- Вахрамеева М. Г., Татаренко И. В., Быченко Т. М. Экологические характеристики некоторых видов евразийских орхидных // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. 1994. Т. 99. № 4. С. 75–82.
- Верещагина В. А., Шибанова Н. Л., Антипина М. Г. Влияние антропогенной нагрузки на состояние ценопопуляций орхидей // Вестник Пермского университета. Серия: Экология. Охрана и природы. 2009. Вып. 10 (36). С. 130–135.
- Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н. Оценка состояния ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. на выходах известняковых пород по склонам долины реки Вятка // Вестник Томского государственного

- ного университета. Биология. 2019. № 47. С. 40–58. DOI: 10.17223/19988591/47/3.
- Егорова Н. Ю., Сулейманова В. Н. Биотопические особенности распространения и устойчивость к антропогенному воздействию *Listera ovata* (L.) R. Br. в Кировской области // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2020. Т. 6 (72). № 1. С. 47–56. DOI: 10.37279/2413-1725-2020-6-1-47-56.
- Жукова Л. А. Экологическое разнообразие ценопопуляций модельных видов растений в Национальном парке «Марий Чодра» // Биоразнообразие растений в экосистемах Национального парка «Марий Чодра». Йошкар-Ола, 2005. Ч. 2. С. 16–29.
- 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: Учеб. пособие. Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т; Пущинский гос. ун-т, 2008. 96 с.
- Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы. Киров: Департамент экологии и природопользования Кировской обл., 2014. 336 с.
- Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности (история и состояние основных концепций). Уфа: Гилем, 1998. 413 с.
- Пакеева А. Э., Пересторонина О. Н. Семейства *Orchidaceae* особо охраняемой природной территории «Медведский бор» // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XVI Всерос. научно-практ. конф. с международным участием / Под ред. Т. Я. Ашихминой. Киров: Вятский гос. ун-т, 2018. Кн. 2. С. 67–69.
- Селедец В. П. Концепция экологического ареала вида в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России // Бюллетень ботанического сада-института ДВО РАН. 2010. № 7. С. 23–38.
- Смольянинова Л. А. *Orchidaceae* // Флора европейской части. Л.: Наука, 1976. Т. 2. С. 10–59.
- Сулейманова В. Н., Егорова Н. Ю. К экологии *Cypripedium calceolus* L. (*Orchidaceae*) в Кировской области // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2020. Т. 6 (72). № 2. С. 234–248. DOI: 10.37279/2413-1725-2020-6-2-234-248.
- Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Часть 1. Сосудистые растения. Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2007. 440 с.
- Филиппов Е. Г. Внутривидовая изменчивость и экология видов рода *DACTYLORHIZA* NECK. EX NEVSKI (СЕМ. ORCHIDACEAE) на Урале: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1997. 24 с.
- Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.
- Чупракова Е. И., Савиных Н. П. Структура особей *Calypso bulbosa* (L.) Oakes и *Epipactis palustris* (L.) Crantz с позиции модульной организации // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. 2012. № 4. Т. III. С. 97–102.
- Bilz M., Kell S. P., Maxted N. and Lansdown R. V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III valid from 12 June 2013. International Environment House. Switzerland, Geneva, 45.
- Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Volkmar W., Willg W., & Dirck P. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. 1991. Vol. 18. S. 9–166.
- Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologisch Daten zur Flora der DDR. Halle (Saale), 1990. 167 p.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4. No 1. P. 1–9.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND CENOTIC CONDITIONS OF *DACTYLORHIZA MACULATA* (L.) SOO (*ORCHIDACEAE* JUSS.) VYATKA-KAMA INTERFLUVE

YEGOROVA
Natalya Yurevna

PhD, Professor B. M. Zhitkov all-Russian research Institute of hunting and animal husbandry., n_chirkova@mail.ru

SULEYMANOVA
Venera Nuritdinovna

PhD, Prof. Zhitkov all-Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Vyatka State Agricultural Academy, venera_su@mail.ru

Keywords:

Dactylorhiza maculata
Orchidaceae
ecological scales
ecoarea
hemeroby
Kirov region

Summary: Species of the Orchid family (*Orchidaceae* Juss.) are the most vulnerable elements of natural ecosystems due to their biological characteristics and high sensitivity to edaphotopic conditions. Most representatives of Orchids are listed in the Red books of various ranks and are protected in conservation areas. Spotted orchid *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo is included in the European list of vascular plants (LC category), in Annex II to the CITES Convention, as well as in the Red books of 25 regions of the Russian Federation, including the Kirov region – category 3. The aim of the study was to assess the ecological and cenotic preferences of *D. maculata* in the taiga zone of the Vyatka-Kama inter-stream area. Identification of environmental preferences of *D. maculata* was carried out according to the indicative environmental scales of D. N. Tsyganov (1983). As a result of research conducted in the taiga zone of the Kirov region, it was found that the species was characterized by a wide potential range for most of the considered factors. It was revealed that in relation to the complex of all environmental scales of D. N. Tsyganov, *D. maculata* belonged to mesobiont species (It = 0.54). According to the combination of climatic factors, *D. maculata* belongs to the hemistenovalent species (It = 0.44). According to the light-shading factor, it belongs to eurybiont species (It = 0.67). In relation to the complex of soil factors, *D. maculata* is a hemieyvalent (It = 0.60). It is shown that *D. maculata* is a species that tolerates minor and moderate anthropogenic influence. O (oligo-) and m (meso-) hemerobic species predominate in all the studied habitats of *D. maculata*.

Received on: 23 January 2020

Published on: 26 December 2020

References

- Bilz M., Kell S. P., Maxted N. and Lansdown R. V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.
- Blinova I. V. Ecological and biological features of some representatives of the family *Orchidaceae* of the Murmansk region: Avtoref. dip. ... kand. biol. nauk. M., 1995. 24 p.
- Bychenko T. M. Ecological diversity of Orchid populations in the Baikal region, Principy i sposoby sohraneniya bioraznoobraziya: Materialy III Vserop. nauch. konf., Pod red. L. A. Zhukovoy. Yoshkar-Ola: Izd-vo Mariyskogo gop. un-ta, 2008b. P. 313–316.
- Bychenko T. M. Methods of population monitoring of rare and endangered plant species of the Baikal region. Irkutsk: Irkutskiy gop. ped. un-t, 2008a. 164 p.
- Chuprakova E. I. Savinyh N. P. Structure of individuals of *Calypso bulbosa* (L.) Oakes and *Epipactis palustris* (L.) Crantz from the position of modular organization, Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik. Estestvennyye nauki. 2012. No. 4. T. III. P. 97–102.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II and III valid from 12 June 2013. International Environment House. Switzerland, Geneva, 45.
- Cyganov D. N. Phytoidication of regimes in the subzone of coniferous and broad-leaved forests. M.: Nauka, 1983. 198 p.
- Egorova N. Yu. Suleymanova V. N. Biotopical characteristic of distribution and resistance to andropogenic press of *Listera ovata* (L.) R. Br. in the Kirov region, Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya. 2020. T. 6 (72). No. 1. P. 47–56. DOI:

10.37279/2413-1725-2020-6-1-47-56.

- Egorova N. Yu. Suleymanova V. N. Estimation of *Cypripedium calceolus* L. coenopopulations on limestone deposits along the slopes of the Vyatka River valley, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2019. No. 47. P. 40–58. DOI: 10.17223/19988591/47/3.
- Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Volkmar W., Willg W., & Dirck P. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, *Scripta Geobotanica*. 1991. Vol. 18. S. 9–166.
- Filippov E. G. CK. EM. Intraspecific variability and ecology of the genus *DACTYLORHIZA* NECK. EX NEVSKI (Family *ORCHIDACEAE*): Avtoref. dip. ... kand. biol. nauk. Ekaterinburg, 1997. 24 p.
- Frank D., Klotz S. Biologisch-okologisch Daten zur Flora der DDR. Halle (Saale), 1990. 167 p.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4. No 1. P. 1–9.
- Methods of investigation of forest communities. SPb.: NIIHimii SPbGU, 2002. 240 p.
- Mirkin B. M. Naumova L. G. Vegetation science (history and modern state of basic concepts). Ufa: Gilem, 1998. 413 p.
- Pakeeva A. E. Perestoronina O. N. Family *Orchidaceae* of the specially protected natural territory «Medvedsky Bor», *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnih i prirodno-tehnogennyh sistem: Materialy XVI Vserop. nauchno-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem*, Pod red. T. Ya. Ashihminoy. Kirov: Vyatskiy gop. un-t, 2018. Kn. 2. P. 67–69.
- Red Data Book of Kirov region: animals, plants, fungi. Kirov: Departament ekologii i prirodopol'zovaniya Kirovskoy obl., 2014. 336 p.
- Seledec V. P. The concept of the ecological range of the species in botanical research in the far East of Russia, *Byulleten' botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. 2010. No. 7. P. 23–38.
- Smol'yaninova L. A. *Orchidae, Flora evropeyskoy chasti*. L.: Nauka, 1976. T. 2. P. 10–59.
- Suleymanova V. N. Egorova N. Yu. Ecology of *Cypripedium calceolus* L. (*Orchidaceae*) in Kirov region, *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya*. 2020. T. 6 (72). No. 2. P. 234–248. DOI: 10.37279/2413-1725-2020-6-2-234-248.
- Tarasova E. M. *Flora of Vyatsky kray. Part 1. Vascular plants*. Kirov: OAO «Kirovskaya oblastnaya tipografiya», 2007. 440 p.
- Vahrameeva M. G. Tatarenko I. V. Bychenko T. M. Ecological characteristics of some species of Eurasian orchids, *Byulleten' MOIP. Otd. Biol*. 1994. T. 99. No. 4. P. 75–82.
- Vahrameeva M. G. Varlygina T. I. Tatarenko I. V. *Orchids of Russia (biology, ecology and protection)*. M.: Tovarischestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2014. 437 p.
- Vahrameeva M. G. The Genus of *Dactylorhiza*, *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti*. 2000. Vyp. 14. P. 55–86.
- Vasilevskaya N. V. Glazunova E. D. Putilova N. V. State of *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo cenopopulations on disturbed habitats in the Arctic, *Aktual'nye problemy geobotaniki: Materialy III Vserop. shkoly-konferencii*, Pod red. P. A. Kutenkova, A. V. Soninoy, V. V. Timofeevoy. Petrozavodsk: Izd-vo KarNC RAN, 2007. Ch. 1. P. 97–101.
- Vereschagina V. A. Shibanova N. L. Antipina M. G. Influence of anthropogenous loading on the condition of orchids's populations, *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekologiya. Ohrana i prirody*. 2009. Vyp. 10 (36). P. 130–135.
- Zhukova L. A. Dorogova Yu. A. Turmuhametova N. V. Gavrilova M. N. Polyanskaya T. A. Ecological scales and methods of analysing the ecological diversity of plants. Yoshkar-Ola: MarGU, 2010. 368 p.
- Zhukova L. A. Ecological diversity of coenopopulations of model plant species in the national park «Mari Chodra», *Bioraznoobrazie rasteniy v ekosistemah Nacional'nogo parka «Mariy Chodra»*. Yoshkar-Ola, 2005. Ch. 2. P. 16–29.
- Zubkova E. V. Hanina L. G. Grohlina T. I. Dorogova Yu. A. Computer processing of geobotanical descriptions on ecological scales using the EcoScaleWin program. Yoshkar-Ola: Mariyskiy gop. un-t: Puschinskiy gop. un-t, 2008. 96 p.