
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 574.3

В. Н. Сулейманова^{1,2}, Т. Л. Егошина^{1,2}

Эколого-фитоценотическая характеристика *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (Convallariaceae) в подтаежных лесных экосистемах

¹Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства
им. проф. Б.М. Житкова, г. Киров, Россия

²Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, Россия

Аннотация. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce – ценное лекарственное растение, применяется в мировой медицинской практике и народной медицине России. Как редкий, потенциально уязвимый, малочисленный вид занесен в Красные книги города Москвы, Республики Саха (Якутия), Вологодской области. Для разработки принципов сохранения *P. odoratum* необходимо комплексное изучение состояния вида вблизи северо-восточной границы ареала. Специальные исследования, посвященные изучению биологии и экологии, эколого-фитоценотической приуроченности *P. odoratum* в Кировской области, отсутствуют. Цель исследования – выявление фитоценотических параметров и экологических условий

СУЛЕЙМАНОВА Венера Нурутдиновна – к. биол. н., с. н. с. отдела экологии и ресурсоведения растений Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова, доцент кафедры экологии и зоологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

E-mail: venera_su@mail.ru

SULEIMANOVA Venera Nuritdinovna – Candidate in Biology, leading researcher of the Department of Plant Ecology and Resources, Prof. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; Associate Professor of the Department of Ecology and Zoology, Vyatka State Agricultural Academy.

ЕГОШИНА Татьяна Леонидовна – д. биол. н, зав. отделом экологии и ресурсоведения растений Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова, профессор кафедры экологии и зоологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

E-mail: etl@inbox.ru

EGOSHINA Tatyana Leonidovna – Doctor in Biology, Head, Department of Plant Ecology and Resources, Prof. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; professor of the Department of Ecology and Zoology, Vyatka State Agricultural Academy.

местообитаний *P. odoratum* в подзоне хвойно-широколиственных лесов в пределах Кировской области. Исследования проводили в 33-х ценопопуляциях в условиях подзоны хвойно-широколиственных лесов (Вятско-Полянский, Малмыжский, Нолинский, Советский, Уржумский, Кильмезский, Арбазский районы) в пределах Кировской области в 2000–2019 гг. Изученные ценопопуляции *P. odoratum* приурочены к бореальным хвойным лесам на бедных кислых почвах с развитым моховым покровом, относящихся к классу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939. В результате фитоиндикации исследуемых местообитаний *P. odoratum* получены экологические характеристики по десяти шкалам Д. Н. Цыганова. Установлено, что по отношению к комплексу всех экологических факторов вид является мезовалентом. По совокупности климатических факторов *P. odoratum* – гемизвравалент. По отношению к комплексу почвенных факторов *P. odoratum* – мезовалент и по всем почвенным шкалам диапазон изученных местообитаний не выходит за потенциально возможные границы. Только по шкале переменности увлажнения почвы *P. odoratum* является стеновалентным видом, что свидетельствует об ограниченном спектре возможных местообитаний по данному фактору. Установлено, что в растительных сообществах с участием *P. odoratum* преобладают олиго- и мезо-гемеробные виды. Доля антропоотолерантных видов достаточно низкая, что свидетельствует о невысокой устойчивости изученных сообществ с *P. odoratum* к антропогенным воздействиям и уязвимости вида. Высокие показатели апофитизма отмечены на вырубках, более низкие – в сосняках кустарничково-зеленомошных и в сосняках травяных с участием *P. odoratum*.

Ключевые слова: *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Convallariaceae*, эколого-фитоценотическая приуроченность, гемеробность, ценопопуляция, фитоиндикация, подзона хвойно-широколиственных лесов, Кировская область.

DOI

V. N. Suleimanova^{1,2}, T. L. Egoshina^{1,2}

Ecological and fitocoenotic characteristics of *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (*Convallariaceae*) in subtaiga forest ecosystems

¹Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia

²Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia

Abstract. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce – a valuable medicinal plant, used in world medical practice and folk medicine in Russia. As a rare, potentially vulnerable, small-numbered species, it is listed in the Red Books of the city of Moscow, the Republic of Sakha (Yakutia), and the Vologda Region. To develop the principles of conservation of *P. odoratum*, a comprehensive study of the state of the species near the north-eastern border of the range is necessary. There are no special studies devoted to the study of the biology and ecology, ecological and phytocenotic association of *P. odoratum* in the Kirov region. The aim of the study is to identify the phytocenotic parameters and ecological conditions of *P. odoratum* habitats in the subzone of coniferous-broad-leaved forests within the Kirov region. The research was carried out in 33 cenopopulations in the conditions of the coniferous-broad-leaved forest subzone (Vyatsko-Polyansky, Malmyzhsky, Nolinский, Sovetsky, Urzhumsky, Kilmезsky, Arbazhsky districts) within the Kirov region in 2000-2019. The studied coenopopulations of *P. odoratum* are confined to boreal coniferous forests on poor acidic soils with developed moss cover, belonging to the class *Vaccinio-Piceetea* Br. - Bl. in Br. - Bl., Siss. et Vlieger 1939. As a result of phytoindication of the studied habitats of *P. odoratum*, ecological characteristics were obtained according to the ten scales of D. N. Tsyganov. It is established that in relation to the complex of all environmental factors, the species is mesovalent. According to the combination of climatic factors, *P. odoratum* is a hemievalent. In relation to the complex of soil factors, *P. odoratum* is mesovalent and, according to all soil scales, the range of the studied habitats does not exceed the potential possible

boundaries. Only on the scale of variability of soil moisture *P. odoratum* is a stenovalent species, which indicates a limited range of possible habitats for this factor. It was found that oligo and meso-hemerobic species predominate in plant communities with *P. odoratum*. The proportion of anthropotolerant species is quite low, which indicates the low resistance of the studied communities with *P. odoratum* to anthropogenic influences and the vulnerability of the species. High rates of apophytism were noted in the clearings, lower-in the pine forests of shrub-green moss and in the grass pine forests with the participation of *P. odoratum*.

Keywords: *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, Convallariaceae, ecological and phytocenotic association, hemerobicity, coenopopulation, phytoindication, subzone of coniferous-broad-leaved forests, Kirov region.

Введение

Polygonatum odoratum – многолетнее травянистое растение, евразийский неморальный вид. Летнезеленый поликарпик, геофит, мезофил [1]. Широко распространенный от Атлантического до Тихого океана голарктический вид. Распространен в Скандинавии, в Средней и Атлантической Европе, на западе Средиземноморья, в Монголии и Китае. В России распространен в лесной и лесостепной полосе европейской части, в Сибири, на Дальнем Востоке и Кавказе [2]. *P. odoratum* вследствие содержания сердечных гликозидов, стероидных сапонинов, каратиноидов, алкалоидов, флавоноидов, витамина С является ценным лекарственным растением, применяется в мировой медицинской практике и народной медицине России [3–5].

P. odoratum как редкий, потенциально уязвимый, малочисленный вид занесен в Красные книги города Москвы [6], Республики Саха (Якутия) [7], Вологодской области [8]. В Кировской области встречается редко, в основном в южных районах [1].

В настоящее время опубликованы результаты исследований по изучению химического состава *P. odoratum* [9–11], цитотаксономического анализа [12–13], молекулярного клонирования [14], возможности использования *P. odoratum* при биоиндикации атмосферного загрязнения фтором [15], вопросов репродуктивной биологии [16–17].

Для разработки принципов сохранения *P. odoratum* необходимо комплексное изучение состояния вида вблизи северо-восточной границы ареала. В Кировской области начата работа по изучению представителей семейства *Convallariaceae* с изучением особенностей биологии, плодоношения, экологических, демографических характеристик, устойчивости к антропогенному воздействию [18–21]. Специальные исследования, посвященные изучению биологии и экологии, эколого-фитоценотической приуроченности *P. odoratum* в Кировской области, отсутствуют. Поэтому для разработки принципов сохранения *P. odoratum* необходимо комплексное изучение состояния вида вблизи северо-восточной границы ареала.

Цель работы – выявление фитоценотических параметров и экологических условий местообитаний *P. odoratum* в подзоне хвойно-широколиственных лесов в пределах Кировской области.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в 33-х ценопопуляциях (ЦП) в условиях подзоны хвойно-широколиственных лесов (Вятско-Полянский, Малмыжский, Нолинский, Советский, Уржумский, Кильмезский, Арбайский районы) в пределах Кировской области в 2000–2019 гг. (табл. 1). Описания исследованных растительных сообществ выполнены согласно общепринятым геоботаническим методам [22]. Названия видов приведены в соответствии с базой данных The Plant List [23].

Для выявления экологических предпочтений *P. odoratum* проведена обработка геоботанических описаний по индикационным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова [24]:

Tm – термоклиматической, Kn – континентальности климата, Om – омброклиматической аридности-гумидности, Cr – криоклиматической, Hd – увлажнения почвы, Tr – солевого режима почв, Nt – богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, fH – переменности увлажнения, Lc – освещенности-затенения.

Для количественной оценки каждого фактора была рассчитана экологическая валентность (PEV) как мера приспособленности ЦП к изменению одного экологического фактора. Величина PEV равна доле диапазона ступеней вида от всей шкалы. Реализованная экологическая валентность (REV) определена как доля суммы ступеней, занимаемых ЦП вида по шкале фактора от числа ступеней шкалы [25]. Гемеробность определяли по составу видов в растительных сообществах, в которых каждый вид имеет индивидуальный спектр толерантности к антропогенным факторам [26]. Для оценки устойчивости вида к антропогенным воздействиям определяли долю антропотолерантных видов (b-c-p-t отрезок спектра гемеробии – от видов интенсивно используемых сообществ до видов полностью нарушенных экосистем) в растительных сообществах (показатель апофитизма) [27].

Статистическая обработка данных проведена в соответствии с общепринятыми методами и подходами, предложенными Г. Н. Зайцевым [28]. Для оценки сходства ценопопуляций применен кластерный анализ с использованием метода Варда. В качестве меры сходства использовалось Евклидово расстояние.

Результаты исследования и их обсуждение

На исследуемой территории изученные ЦП *P. odoratum* (табл.) приурочены к соснякам кустарничково-зеленомошным, травяным и лишайниковым. Кроме того, *P. odoratum* встречается в березово-сосновых сообществах и на вырубках.

Древостой типичных для *P. odoratum* сосновых фитоценозов сформирован преимущественно *Pinus sylvestris*, в качестве примеси встречается *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Picea abies*. Возраст древостоя в растительных сообществах с *P. odoratum* варьирует от 40 до 150 лет. Сомкнутость крон древостоя от 0,4 до 0,8, высота – от 12 до 32 м. В подлеске преобладают *Chamaecytisus ruthenicus* (частота встречаемости 78,79%), *Sorbus aucuparia* (72,73%), *Juniperus communis* (57,58), *Rosa majalis* (24,24%) и другие виды с частотой встречаемости менее 10%. Всего в подлеске отмечено 13 видов. Проективное покрытие (ПП) травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ) колеблется от 35–55% в березово-сосновых сообществах, от 50–90% на вырубках. ПП изучаемого вида в исследуемых ЦП варьирует от 1% в сосняках травяных, косянично-ландышевых, землянично-ландышевых до 30–40% в березово-сосновых, сосняках ландышевых и до 70% на вырубке из-под сосняка.

В большинстве изученных сообществ *P. odoratum* сопутствуют следующие виды: *Pulsatilla patens*, *Rubus saxatilis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis arundinacea* с частотой встречаемости больше 80%, *Convallaria majalis*, *Fragaria vesca*, *Antennaria dioica* с частотой встречаемости – 60–70%, *Hieracium umbellatum*, *Orthilia secunda*, *Vaccinium myrtillus* – 50%. Всего в ЦП с участием *P. odoratum* выявлено 116 видов сосудистых растений, а их разнообразие варьирует от 12 до 34 видов. В мохово-лишайниковом ярусе доминируют *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia sylvatica* с покрытием до 90%.

Исследованные ценопопуляции *P. odoratum* приурочены к бореальным хвойным лесам на бедных кислых почвах с развитым моховым покровом, относящихся к классу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939. Ценопопуляции *P. odoratum* в пределах этого класса относятся к порядку *Piceetalia excelsae* (хвойные леса на бедных, кислых почвах). Диагностические виды класса *Vaccinio-Piceetea*: *Picea fennica*, *Pinus sylvestris*, *Lycopodium annotinum*, *Linnaea borealis*, *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*.

Таблица

**Характеристика исследованных местообитаний
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce в Кировской области**

№ ЦП	Тип фитоценоза	Состав древостоя	Средний возраст древостоя, лет	Сомкнутость крон древостоя	Доминанты травяно-кустарничкового яруса
1	Сосняк зеленомошник с брусникой	10С	100–120	0,3–0,4	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Pimpinella saxifrage</i> , <i>Picris hieracioides</i>
2	Сосняк разнотравно-зеленомошный	10С	80	0,4–0,5	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Pyrola rotundifolia</i>
3	Сосняк разнотравно-зеленомошный	10С+Б+Е	70	0,6	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Picris hieracioides</i> , <i>Orthilia secunda</i>
4	Сосняк разнотравный	10С+Б+Е	60	0,8	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Convallaria majalis</i>
5	Сосняк ландышевый	6С4Б	40–50	0,4–0,5	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Antennaria dioica</i>
6	Сосняк травяный	10 С	80–90	0,3–0,4	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , <i>Pulsatilla patens</i>
7	Сосняк костянично-ландышевый	10С+Ос	50–60	0,4	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i>
8	Сосняк ландышево-разнотравный	10С+Д+Б	70–80	0,2–0,3	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Pulsatilla patens</i>

9	Сосняк ландышево-земляничный	10С+Е	100–150	0,4–0,5	<i>Fragaria vesca</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Pulsatilla patens</i>
10	Сосняк ландышево-вейниковый	10С+Б	60–90	0,4–0,5	<i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Melampyrum sylvaticum</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Pulsatilla patens</i>
11	Березово-сосновый черничный	6С4Б	50–80	0,5	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus saxatilis</i>
12	Березово-сосновый ландышевый	7СЗБ	60–70	0,4	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , <i>Melampyrum sylvaticum</i>
13	Вырубка березово-рябиновая вейниковая				<i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i>
14	Сосняк разнотравный брусничный	10С+Б+Е	100–150	0,8	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Solidago virgaurea</i>
15	Березово-сосновый брусничный	7СЗБ+Ос	80	0,6	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Antennaria dioica</i>
16	Сосняк купеновый	10С	17–20	0,8	<i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Viola canina</i> , <i>Convallaria majalis</i>
17	Сосняк ландышево-купеновый	10С+Б	80–90	0,4	<i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i>
18	Сосняк травяной	8С1Е1Б	60–80	0,6	<i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Melica nutans</i>

19	Сосново-березовый травяной	5С5Б+Ос	28–30	0,4–0,5	<i>Convallaria majalis</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Solidago virgaurea</i>
20	Вырубка из под сосняка 6–10 лет	10С			<i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Pulsatilla patens</i>
21	Сосняк зеленомошно-лишайниковый	8С2Б	12–50	0,6	<i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Potentilla humifusa</i> , <i>Centaurea sumensis</i>
22	Сосняк купеновый лишайниковый	10С	80–90	0,3–0,4	<i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Centaurea sumensis</i>
23	Сосняк брусничный лишайниковый	10С	70–80	0,6	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
24	Сосняк лишайниковый толокнянковый	10С	40–60	0,3–0,4	<i>Centaurea sumensis</i> , <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i>
25	Вырубка из под сосняка 4-6 лет кустарнично-вейниковая				<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Convallaria majalis</i>
26	Березово-сосновый чернично-брусничный	5С4Б1Е	85	0,7	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Luzula pilosa</i>
27	Вырубка вейниковая	Единично <i>Betula pendula</i>	65–70		<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Solidago virgaurea</i> , <i>Equisetum sylvaticum</i>
28	Вырубка из-под сосняка травяного 3–4 года				<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i>

29	Сосняк землянично-васильковый	10С	80–90	0,2–0,3	<i>Fragaria vesca</i> , <i>Centaurea sumensis</i> , <i>Pulsatilla patens</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
30	Сосняк травяной орляковый	10С	70	0,5–0,6	<i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i>
31	Сосняк лишайниковый толокнянково-брусничный	10С	15	0,3	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Antennaria dioica</i>
32	Сосняк брусничный лишайниковый	10С	45–50	0,5	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Orthilia secunda</i> , <i>Rhinanthus minor</i> , <i>Solidago virgaurea</i>
33	Сосняк костянично-вейниковый	10С	80	0,6–0,7	<i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Cinna latifolia</i>

Диагностирующие виды союза и подсоюза *Dicrano-Pinion* (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1962 (сосняки на кислых почвах с доминированием мхов в нижнем ярусе) – *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Juniperus communis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Chimaphilla umbellata*, *Antennaria dioica*, *Melampyrum pratense*, *Pulsatilla patens*, *Hieracium pilosella*, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca ovina*, *Pteridium aquilinum*, *Diphasiastrum complanatum*. Диагностирующие виды подсоюза *Cladonio-Pinenion* К.-Lund 1981 (сосняки с доминированием лишайников в наземном покрове) – *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*.

Во всех изученных сообществах с *P. odoratum*, кроме ЦП 28, встречаются виды, включенные в Красную книгу Кировской области [29] с III категорией редкости, малочисленные, узкоареальные и эндемичные виды. Это такие виды, как *Potentilla humifusa*, *Jurinea cyanooides*, *Koeleria glauca*, *Pulsatilla flavescens*, *Centaurea sumensis*, *Geranium sanguineum*. Также встречаются виды, включенные в список редких и уязвимых видов растений, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении [29]. Это такие виды, как *Platanthera bifolia*, *Pulsatilla patens*, *Convallaria majalis*, *Campanula persicifolia*. Выявлены виды, имеющие общеевропейское значение и включенные в Приложение к Резолюции № 4 Постоянного комитета Бернской конвенции (1998) – *Jurinea cyanooides*, *Pulsatilla patens*, *Cinna latifolia* [30] и в IUCN (Red list of Threatened Species) [31].

Анализ флористического сходства ЦП по видовому составу с применением коэффициента общности П. Жаккара показал (рис. 1), что максимальным сходством видового состава отличаются ЦП 3 и ЦП 4 (69%), ЦП 4 и 14 (66%), ЦП 3 и 14 (61%), изученные в сосняках разнотравных, ЦП 10 и 17, исследованные в сосняках ландышевых (68%), ЦП 10 и 11 (61%). В меньшей степени флористическая близость установлена для ЦП 24 (сосняк лишайниковый с пятнами толокнянки) и 28 (вырубка из-под сосняка) (8%), ЦП 24 (сосняк лишайниковый с пятнами толокнянки) и 26 (сосняк бруснично-черничный) (11%).

гемиэввивалентом (ГЭВ). Максимально реализует свои потенции *P. odoratum* по криоклиматической шкале (Кес.эф=11,28%), минимально – по шкале континентальности климата (2,55%).

По термоклиматическому фактору *P. odoratum* – гемистеновалент (ГСВ), обитает в условиях суббореального, неморального типа режимов (7,44–8,11 балла). По шкале континентальности климата потенциальные диапазоны *P. odoratum* варьируют от 3 до 15 баллов и характеризуются эвивалентной позицией. Изученные ЦП отличаются очень узким реализованным диапазоном (REV=0,02; 8,50–8,82 балла) и относятся к зоне умеренно-континентального климата (субматериковый, материковый вид). По омброклиматической шкале *P. odoratum* обитает в условиях субаридного климата (Om=8,04–8,72 баллов). По криоклиматической шкале *P. odoratum* встречается в условиях довольно суровых зим / умеренных зим (Cr=6,63–7,63 балла). По климатическим факторам отмечены низкие значения показателей реализованной экологической валентности (REV=0,02–0,05) и коэффициента экологической эффективности (Кэс.эф.=2,55–9,81%), что указывает на то, что изученные ЦП *P. odoratum* используют очень незначительную часть потенциальной экологической амплитуды климатических шкал при достаточно широкой их потенциальной амплитуде (PEV=0,41–0,87). В целом, по данным факторам исследованные ЦП занимают центральную часть шкалы и находятся в пределах потенциальных диапазонов, указанных Д. Н. Цыгановым (рис. 2 А).

По отношению к комплексу почвенных факторов *P. odoratum* является мезовалентом (МВ) (It = 0,51). Коэффициент экологической эффективности (Кес. эфф) по данным шкалам сильно варьирует: от 15,61 до 47,78%. По всем почвенным шкалам диапазон изученных местообитаний не выходит за потенциально возможные границы (рис. 2 В). По шкале увлажнения почвы *P. odoratum* является гемиэввивалентным видом. Потенциальные диапазоны изучаемого вида по этой шкале составляют от 7 до 19 баллов. Показатели реализованной экологической позиции находятся в пределах от сухолесолугового до влажно-лесолугового типов режима (11,15–13,17 балла). По шкале увлажнения почвы выявлено минимальное значение показателя коэффициента экологической эффективности (Кес.эф.=15,61%). По шкале солевого режима почв *P. odoratum* является мезовалентом. По шкале, включающей 19 баллов, вид встречается в диапазоне значений от 4,90 до 6,33 баллов (в бедных / довольно богатых почвах). Показатель реализованной экологической валентности низкий REV=0,08 (Кэс.эф.=15,99%). По шкале богатства почв азотом *P. odoratum* характеризуется как гемиэввивалентный вид (PEV=0,64). Реализованный диапазон составляет от 4,10 (очень бедных азотом) до 5,34 баллов (бедных азотом почвы). По шкале кислотности почв исследуемый вид относится к гемиэввивалентам. Потенциальный диапазон варьирует от 1 до 13 баллов. Реализованный диапазон колеблется от кислых (5,62 балла) до слабокислых почв (6,88 балла). Показатель реализованной экологической валентности составляет 0,10 (Кэс.эф.=15,82%). По шкале переменности увлажнения почвы *P. odoratum* является стеновалентным видом, что свидетельствует об ограниченном спектре возможных местообитаний по данному фактору. Потенциальный диапазон варьирует от 5 до 7 баллов. На исследуемой территории реализованный диапазон смещен на 0,32 балла в сторону относительно устойчивого увлажнения от потенциального значения и варьирует от относительно устойчивого (4,68 балла) до умеренно переменного увлажнения (6,10 балла). По шкале переменности увлажнения почвы выявлено максимальное значение показателя коэффициента экологической эффективности (Кес.эф.=47,78%). По шкале освещенности-затенения значение потенциальной экологической валентности составляет 0,67 – вид эвивалентен. Реализованный диапазон занимает от 3,37 до 4,96 баллов: условия полуоткрытых пространств – светлых лесов. Реализованная экологическая валентность по данному фактору характеризуется максимальным показателем среди всех рассматриваемых факторов – REV=0,18 при Кес.эф.=26,70%.

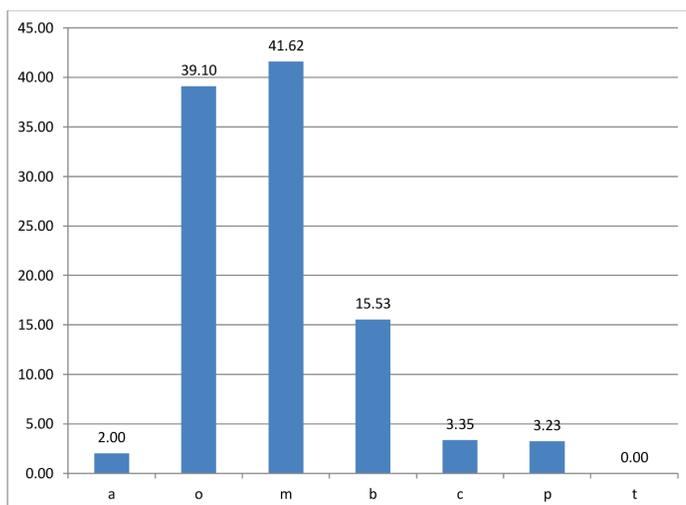


Рис. 3. Спектр гемеробии сообществ с *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce

Примечание: по оси абсцисс – уровни гемеробии (а – агемеробные виды; о – олигогемеробные виды; m – мезогемеробные виды; b – эугемеробные виды; c – эугемеробные виды; p – полигемеробные виды; t – метагемеробные виды); по оси ординат доля а-о-м-б-с-р-т – гемеробии, %

Для оценки устойчивости растительных сообществ с участием *P. odoratum* к антропогенному воздействию использовали показатель гемеробии, который определяли по составу видов в различных сообществах. Анализ спектра гемеробии показал, что растительные сообщества с *P. odoratum* представлены в основном мезо-гемеробными видами: от 34,55 до 45,65% (рис. 3).

Достаточно большой процент приходится на олиго-гемеробные виды – от 27,78 до 45,45%, несколько меньше занимают б-эугемеробные виды – от 10,87 до 22,0%. Доля участия а-эугемеробных и полигемеробных видов приблизительно одинаковая и не превышает 3%. Наименее представлены в спектрах гемеробии виды очень чувствительные к антропогенному воздействию – а-гемеробы (менее 2%). Ни в одном из изученных лесных сообществ не выявлены метагемеробные виды. Во всех исследуемых растительных сообществах с *P. odoratum* доминируют антропофобные виды: от 63,64 до 89,13%. Максимальные показатели антропофобных видов выявлены в сосняках травяных (89,13%), не испытывающих на себе постоянного антропогенного воздействия. Доля антропотолерантных видов варьирует от 10,87 до 36,36%, что несколько выше установленного для *Convallaria majalis* [19]. Высокие показатели апофитизма отмечены на вырубках (до 57,14%), что свидетельствует о широких пределах устойчивости к антропогенному воздействию на вырубках. Более низкие значения апофитизма установлены в сосняках травяных (18,15%) и в сосняках кустарничково-зеленомошных (19,82%).

Заключение

Исследованные ЦП *P. odoratum* приурочены к бореальным хвойным лесам на бедных кислых почвах с развитым моховым покровом, относящихся к классу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939.

Кластерный анализ показал разделение ЦП на 2 кластера. Первый кластер сформирован ЦП *P. odoratum*, которые изучены в основном в сосняках кустарничково-зеленомошных, сосняках травяных и березово-сосновых фитоценозах, второй кластер объединяет ЦП *P. odoratum*, произрастающих преимущественно в сосняках лишайниковых и на вырубках.

В результате фитоиндикации исследуемых местообитаний *P. odoratum* получены экологические характеристики по десяти шкалам Д. Н. Цыганова. *P. odoratum* по отношению к комплексу всех экологических факторов является мезовалентом. По совокупности климатических факторов *P. odoratum* является гемизвравалентом. Максимально реализует свои потенции по криоклиматической шкале, минимально – по шкале континентальности климата. По климатическим факторам отмечены низкие значения показателей реализованной экологической валентности и коэффициента экологической эффективности. Это указывает на использование изученными ЦП *P. odoratum* лишь незначительной части потенциальной экологической амплитуды климатических шкал при достаточно широкой их потенциальной амплитуде. В целом по данным факторам исследованные ЦП занимают центральную часть шкалы и находятся в пределах потенциальных диапазонов, указанных Д. Н. Цыгановым. По отношению к комплексу почвенных факторов *P. odoratum* является мезовалентом. По всем почвенным шкалам диапазон изученных местообитаний не выходит за потенциально возможные границы. Только по шкале переменности увлажнения почвы *P. odoratum* является стеновалентным видом, что свидетельствует об ограниченном спектре возможных местообитаний по данному фактору.

В составе сообществ с *P. odoratum* доминируют мезогемеробные и олигогемеробные виды. Доля антропоотолерантных видов достаточно низкая (18,34%), что свидетельствует о невысокой устойчивости изученных сообществ с *P. odoratum* к антропогенным воздействиям и уязвимости вида.

Л и т е р а т у р а

1. Тарасова, Е. М. Флора Вятского края. Часть 1. Сосудистые растения. – Киров: ОАО Кировская областная типография, 2007. – 440 с.
2. Баландин, С. А. Купена душистая / С. А. Баландин, Т. П. Баландина. // Биологическая флора Московской области. – 1995. – Вып. 11. – С. 108–116.
3. Буданцев, А. Л. Дикорастущие полезные растения России. / А. Л. Буданцев, Е. Е. Лесновская. – Санкт-Петербург, 2001. – 663 с.
4. Zhang, J. Research progress in chemical constituents in plants of *Polygonatum* and their pharmacological effects. / Zhang J., Wang Y. Z., Yang W. Z., Yang M. Q., Zhang J. Y. // Zhongguo Zhong yao za zhi. China Journal of Chinese Materia Medica. – 2019. – Vol. 44. – № 10. – P. 1989–2008 (DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20190222.006).
5. Zhao, P. The genus *Polygonatum*: A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. / Zhao P., Zhao C., Li X., Gao Q., Huang L., Xiao P., Gao W. // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 214. – P. 274–291 (DOI: org/10.1016/j.jep.2017.12.006).
6. Красная книга города Москвы. – Москва, 2011. – 928 с.
7. Красная книга Республики Саха (Якутия) : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Т. 1. – М., 2017. – 411 с.
8. Красная книга Вологодской области : Растения и грибы. – Т. 2. – Вологда, 2004. – 360 с.
9. Стригина, Л. И. Стероидные гликозиды видов рода *Polygonatum* и их биологическая активность. / Л. И. Стригина, Г. Н. Лихацкая, П. Г. Горовой // Растительные ресурсы. – 2003. – Т. 39. – № 3. – С. 1–29.
10. Дашиева, Ж. Д. Определение содержания флавоноидов в купене душистой. / Ж. Д. Дашиева, Т. П. Анцупова // Вестник Восточно-Сибирского гос. ун-та технологий и управления (ВСГУТУ). – 2013. – № 4 (43). – С. 91–94.
11. Chunsriiyatav, G. Flavonoid Glycosides from the Aerial Parts of *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce Growing in Mongolia. / Chunsriiyatav G., Margit G., Duma M., Regdel D., Arndt W. Sc., Hans-Joachim K. // The Open Natural Products Journal. – 2015. – Vol. 8. – P. 1–7 (DOI: 10.2174/1874848101508010001).

12. Абрамова, Л. И. О таксономической структуре рода *Polygonatum* Mill. // Ботанический журнал. – 1975. – Т. 60. – № 4. – С. 490–497.
13. Weiss Schneeweiss H. Cytotaxonomic analysis of Austrian *Polygonatum* species (Ruscaceae). / Weiss Schneeweiss H., Jang C. G. // *Neilreichia. Zeitschrift für Pflanzensystematik und Floristik Österreichs.* – 2003. – Vol. 2–3. – P. 245–250.
14. Yang, Y., Xu, H. L., Zhang, Z. T, Liu, J. J., Li, W. W., Ming, H., Bao, J. K. Characterization, molecular cloning, and in silico analysis of a novel mannose-binding lectin from *Polygonatum odoratum* (Mill.) with anti-HSV-II and apoptosis-inducing activities // *Phytomedicine.* – 2011. – Vol. 18. – № 8–9. – P. 748–755 (DOI:10.1016/j.phymed.2010.11.001).
15. Отнюкова, Т. Н. Купена лекарственная (*Polygonatum odoratum*) – индикатор атмосферного загрязнения фтором // *Вестник Красноярского гос. аграрного ун-та.* – 2013. – № 4. – С. 111–117.
16. Guitian, J., Medrano, M., Oti, J. E. Variation in floral sex allocation in *Polygonatum odoratum* (Liliaceae) // *Annals of botany.* – 2004. – Vol. 94. – № 3. – P. 433–440 (DOI.org/10.1093/aob/mch163).
17. Jang, C. G., Oh, B. U., Kim, J. G., Kim, Y. S. Two unrecorded taxa of Korean *Polygonatum* (liliaceae): *P. odoratum* Druce var. *odoratum* and *P. acuminatifolium* Kom. // *Korean Journal of Biological sciences.* – 1999. – Vol. 3. – № 3. – P. 343–346 (DOI: org/10.1080/12265071.1999.9647505).
18. Сулейманова, В. Н. Особенности плодоношения и демографические характеристики ценопопуляций *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt в таежной и подтаежной зоне // *Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия.* – 2006. – № 7 (47). – С. 212–216.
19. Сулейманова, В. Н. Оценка антропогенности *Convallaria majalis* L. к антропогенному воздействию в подзоне хвойно-широколиственных лесов Кировской области // *Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы международной научно-практической конф., посвящ. 95-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова.* – Киров : ВНИИОЗ, 2017. – С. 514–516.
20. Сулейманова, В. Н., Ишмуратова, М. М., Ишбирдин, А. Р. Экологические характеристики и стратегии жизни *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt в лесах Европейского сектора подзоны южной тайги // *Вестник Башкирского университета.* – 2007. – № 4. – Т. 12. – С. 41–42.
21. Душина, Е. Э., Савиных Н. П. Особенности биоморфологии *Polygonatum odoratum* в лесах особо охраняемой природной территории «Медведский бор». – В сб.: *Сборник научных материалов XVII Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем».* – Киров, 2019. – С. 246–251.
22. *Методы изучения лесных сообществ.* – Санкт-Петербург : НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
23. The Plant List. 2013. <http://www.theplantlist.org/>
24. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М. : Наука. – 1983. – 198 с.
25. 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.
26. Frank, D., Klotz, S. *Biologisch-okologisch Daten zur Flora der DDR.* – Halle (Saale), 1990. – 167 p.
27. Jackowiak, B. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Poznaniu.* Poznan. – 1993. – 409 p.
28. Зайцев, Г. Н. Методика биометрических расчётов. *Математическая статистика в экспериментальной ботанике.* – Москва, 1973. – 256 с.
29. *Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы.* – Киров, 2014. – 336 с.
30. *Изумрудная книга Российской Федерации. Территории особого природоохранного значения Европейской России. Предложения по выявлению.* – Ч. 1. – Москва, 2011–2013. – 308 с.
31. IUCN. *The IUCN Red list of threatened species, version 2019.* IUCN Red list Unit, Cambridge.
32. Раменский, Л. Г. Цаценкин, И. А., Чижииков, О. Н., Антипин, Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – Москва : Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
33. Ellenberg H. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas.* Gottingen. – 1974. – 97 p.

References

1. Tarasova, E. M. Flora Vyatskogo kraja. Chast' 1. Sosudistye rasteniya. – Kirov: OAO Kirovskaya oblastnaya tipografiya, 2007. – 440 s.
2. Balandin, S. A. Kupena dushistaya / S. A. Balandin, T. P. Balandina. // *Biologicheskaya flora Moskovskoj oblasti*. – 1995. – Vyp. 11. – S. 108–116.
3. Budancev, A. L. Dikorastushchie poleznye rasteniya Rossii. / A. L. Budancev, E. E. Lesiovsкая. – Sankt-Peterburg, 2001. – 663 s.
4. Zhang, J. Research progress in chemical constituents in plants of Polygonatum and their pharmacological effects. / Zhang J., Wang Y. Z., Yang W. Z., Yang M. Q., Zhang J. Y. // *Zhongguo Zhong yao za zhi. China Journal of Chinese Materia Medica*. – 2019. – Vol. 44. – № 10. – P. 1989–2008 (DOI: 10.19540/j.cnki.cjcmm.20190222.006).
5. Zhao, P. The genus Polygonatum: A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. / Zhao P., Zhao C., Li X., Gao Q., Huang L., Xiao P., Gao W. // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2017. – Vol. 214. – P. 274–291 (DOI: org/10.1016/j.jep.2017.12.006).
6. Krasnaya kniga goroda Moskvyy. – M., 2011. – 928 s.
7. Krasnaya kniga Respubliki Saha (Yakutiya) : Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rastenij i gribov. – T. 1. – Moskva, 2017. – 411 s.
8. Krasnaya kniga Vologodskoj oblasti : Rasteniya i griby. – T. 2. – Vologda, 2004. – 360 s.
9. Strigina, L. I. Steroidnye glikozidy vidov roda Polygonatum i ih biologicheskaya aktivnost'. / L. I. Strigina, G. N. Lihackaya, P. G. Gorovoj // *Rastitel'nye resursy*. – 2003. – T. 39. – № 3. – S. 1–29.
10. Dashieva, Zh. D. Opredelenie sodержaniya flavonoidov v kupene dushistoj. / Zh. D. Dashieva, T. P. Ancupova // *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gos. un-ta tekhnologij i upravleniya (VSGUTU)*. – 2013. – № 4 (43). – S. 91–94.
11. Chunsriimyatav, G. Flavonoid Glycosides from the Aerial Parts of Polygonatum odoratum (Mill.) Druce Growing in Mongolia. / Chunsriimyatav G., Margit G., Dumaa M., Regdel D., Arndt W. Sc., Hans-Joachim K. // *The Open Natural Products Journal*. – 2015. – Vol. 8. – P. 1–7 (DOI: 10.2174/1874848101508010001).
12. Abramova, L. I. O taksonomicheskoj strukture roda Polygonatum Mill. // *Botanicheskij zhurnal*. – 1975. – T. 60. – № 4. – S. 490–497.
13. Weiss Schneeweiss H. Cytotaxonomic analysis of Austrian Polygonatum species (Ruscaceae). / Weiss Schneeweiss H., Jang C. G. // *Neilreichia. Zeitschrift für Pflanzensystematik und Floristik Österreichs*. – 2003. – Vol. 2–3. – P. 245–250.
14. Yang, Y., Xu, H. L., Zhang, Z. T., Liu, J. J., Li, W. W., Ming, H., Bao, J. K. Characterization, molecular cloning, and in silico analysis of a novel mannose-binding lectin from Polygonatum odoratum (Mill.) with anti-HSV-II and apoptosis-inducing activities // *Phytomedicine*. – 2011. – Vol. 18. – № 8–9. – P. 748–755 (DOI:10.1016/j.phymed.2010.11.001).
15. Otnyukova, T. N. Kupena lekarstvennaya (Polygonatum odoratum) – indikator atmosfernogo zagryazneniya ftorom // *Vestnik Krasnoyarskogo gos. agrarnogo un-ta*. – 2013. – № 4. – S. 111–117.
16. Guitian, J., Medrano, M., Oti, J. E. Variation in floral sex allocation in Polygonatum odoratum (Liliaceae) // *Annals of botany*. – 2004. – Vol. 94. – № 3. – P. 433–440 (DOI.org/10.1093/aob/mch163).
17. Jang, C. G., Oh, B. U., Kim, J. G., Kim, Y. S. Two unrecorded taxa of Korean Polygonatum (liliaceae): P. odoratum Druce var. odoratum and P. acuminatifolium Kom. // *Korean Journal of Biological sciences*. – 1999. – Vol. 3. – № 3. – P. 343–346 (DOI: org/10.1080/12265071.1999.9647505).
18. Sulejmanova, V. N. Osobennosti plodonosheniya i demograficheskie harakteristiki cenopopulyacij *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt v taezhnoj i podtaezhnoj zone // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennonauchnaya seriya*. – 2006. – № 7 (47). – S. 212–216.
19. Sulejmanova, V. N. Ocenka antropotolerantnosti *Convallaria majalis* L. k antropogennomu vozdejstviyu v podzone hvojno-shirokolistvennyh lesov Kirovskoj oblasti // *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, ohotovedeniya i zverovodstva: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konf., posvyashch. 95-letiyu VNIIOZ im. prof. B. M. Zhitkova*. – Kirov : VNIIOZ, 2017. – S. 514–516.

20. Sulejmanova, V. N., Ishmuratova, M. M., Ishbirdin, A. R. Ekologicheskie karakteristiki i strategii zhizni *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt v lesah Evropejskogo sektora podzony yuzhnoj tajgi // Vestnik Bashkirskogo universiteta. – 2007. – № 4. – Т. 12. – S. 41–42.

21. Dushina, E. E., Savinyh N. P. Osobennosti biomorfologii *Polygonatum odoratum* v lesah osobo ohranyaemoj prirodnoj territorii «Medvedskij bor». – V sb. : Sbornik nauchnyh materialov HVII Vseros. nauchno-prakticheskoy konferencii c mezhdunarodnym uchastiem «Biodiagnostika sostoyaniya prirodnih i prirodno-tekhnogennyh sistem». – Kirov, 2019. – S. 246–251.

22. Metody izucheniya lesnyh soobshchestv. – Sankt-Peterburg : NIИhimii SPbGU, 2002. – 240 s.

23. The Plant List. 2013. <http://www.theplantlist.org/>

24. Cyganov, D. N. Fitoindikaciya rezhimov v podzone hvojno-shirokolistvennyh lesov. – M. : Nauka. – 1983. – 198 s.

25. Zhukova, L. A., Dorogova, Yu. A., Turmuhametova, N. V., Gavrilova, M. N., Polyanskaya, T. A. Ekologicheskie shkaly i metody analiza ekologicheskogo raznoobraziya rastenij. – Jshkar-Ola : MarGU, 2010. – 368 s.

26. Frank, D., Klotz, S. Biologisch-okologisch Daten zur Flora der DDR. – Halle (Saale), 1990. – 167 p.

27. Jackowiak, B. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Poznaniu. Poznan. – 1993. – 409 p.

28. Zajcev, G. N. Metodika biometricheskikh raschyotov. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike. – Moskva, 1973. – 256 s.

29. Krasnaya kniga Kirovskoj oblasti: zhivotnye, rasteniya, griby. – Kirov, 2014. – 336 s.

30. Izumrudnaya kniga Rossijskoj Federacii. Territorii osobogo prirodoohrannogo znacheniya Evropejskoj Rossii. Predlozheniya po vyyavleniyu. – Ch. 1. – Moskva, 2011–2013. – 308 s.

31. IUCN. The IUCN Red list of threatened species, version 2019. IUCN Red list Unit, Cambridge.

32. Ramenskij, L. G. Cacenkin, I. A., Chizhikov, O. N., Antipin, N. A. Ekologicheskaya ocenka kormovyh ugodij po rastitel'nomu pokrovu. – Moskva : Sel'hozgiz, 1956. – 472 s.

33. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen. – 1974. – 97 p.

