

Platanthera bifolia (L.) Rich. в условиях промышленных отвалов Среднего Урала

Platanthera bifolia (L.) Rich. on industrial dumps in the Middle Urals

Филимонова Е. И., Лукина Н. В., Глазырина М. А.

Filimonova E. I., Lukina N. V., Glazyrina M. A.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия.

E-mails: elena.filimonova@urfu.ru; natalia.lukina@urfu.ru; puma2531@mail.ru

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Реферат. Исследовали ценопопуляции *Platanthera bifolia* на промышленных отвалах Среднего Урала (Южный отвал Веселовского месторождения бурого угля, золоотвал Верхнетагильской государственной районной электростанции). Изучены пространственная, возрастная, морфологическая структура и особенности микорризообразования данного вида на нарушенных землях. Ценопопуляции *P. bifolia*, произрастающие на промышленных отвалах Веселовского месторождения бурого угля, золоотвале ВТГРЭС и в естественном лесном фитоценозе лесопарка являются нормальными, неполночленными, с преобладанием в возрастном спектре особей генеративного состояния. Выявлено, что особи *P. bifolia* с промышленных отвалов по большинству биометрических показателей соответствуют размерам особей из естественных местообитаний. На размеры корневой системы существенное влияние оказывают особенности субстрата (низкое плодородие, каменистость).

Ключевые слова. Виталитет, возрастная структура, морфология, промышленные отвалы, *Platanthera bifolia*.

Summary. We studied cenopopulations of *Platanthera bifolia* on industrial dumps in the Middle Urals (the southern dump of the Veselovsky brown coal deposit, the ash dump of the Verkhnetagil State District Power Plant). The spatial, age, morphological structure and features of mycorrhiza formation of this species on disturbed lands were studied. The cenopopulations of *P. bifolia* growing on industrial dumps of the Veselovsky brown coal deposit, VSDPP ash dump and in the natural forest phytocenosis of the forest park are normal, incomplete, with a predominant generative state in the age spectrum. It was revealed, that *P. bifolia* individuals from industrial dumps correspond to the sizes of individuals from natural habitats according to most biometric indicators. The size of the root system is significantly affected by the characteristics of the substrate (low fertility, rockiness).

Key words. Age structure, industrial dumps, morphology, *Platanthera bifolia*, vitality structure.

Производственная, хозяйственная и рекреационная деятельность человека, в том числе на Урале, привела в настоящее время к значительным изменениям растительного покрова. Одним из наиболее уязвимых компонентов флоры промышленно развитых регионов являются виды сем. Orchidaceae Juss., характеризующиеся рассеянным, спорадическим распространением, низкой стойкостью в конкурентной борьбе с сопутствующими видами. Вместе с тем в научной литературе появились сведения о произрастании некоторых видов этого семейства в антропогенной среде обитания (Adamowski, 2006; Askerman, 2007; Вахрамеева и др., 2014). К таким видам относится *Platanthera bifolia* (L.) Rich. Многими авторами отмечено появление *P. bifolia* на техногенно-нарушенных территориях (отвалах вскрышных пород при добыче бурого угля, железной руды, строительных материалов, золоотвалах, гидроотвалах), а также заброшенных пашнях, старых камнеломнях, обочинах шоссежных дорог (Стрельникова, Манаков, 2010; Стецук, 2010; Филимонова и др., 2014; Романова, Монгуш, 2019). Изучение биологических и эколого-ценотических особенностей Orchidaceae, способных к успешной колонизации нарушенных земель, в настоящее время являются актуальными.

Цель исследования – изучение пространственной, возрастной, морфологической структуры ценопопуляций *P. bifolia* в условиях промышленных отвалов Среднего Урала.

P. bifolia – травянистый многолетник с удлинненно-веретеновидным тубероидом. Ареал вида евразийский. Вид широко распространен в европейской части России в пределах бореально-неморальной зоны, в Сибири доходит до Прибайкалья. На Урале *P. bifolia* встречается от Северного Урала (верховья реки Печора) до островных боров степной зоны Южного Урала. Вид охраняется на территории Ханты-Мансийского автономного округа, Пермского края и в Свердловской области (Северный, Средний Урал) (Подгаевская, 2018).

P. bifolia отличается довольно широкой экологической амплитудой: произрастает в местообитаниях с широким диапазоном освещенности; растет как на сухих, так и на заболоченных преимущественно бедных почвах, с pH от слабокислых до слабощелочных. *P. bifolia* – вид, не обнаруживающий строгой приуроченности к определенным типам фитоценозов (Ефимов, 2011; Вахрамеева и др., 2014). Произрастает в светлых сосновых, березовых и смешанных лесах, на полянах, опушках, на лесных лугах, в кустарниках и по окраинам болот. В Свердловской области *P. bifolia* встречается по всей территории (Мамаев и др., 2004).

Исследованы ценопопуляции *P. bifolia* на промышленных отвалах Свердловской области: на Южном Веселовском отвале и на золоотвале Верхнетагильской государственной районной электростанции (ВТГРЭС). В качестве контроля была изучена ценопопуляция *P. bifolia* в естественном лесном сообществе – лесопарк «Юго-западный» (г. Екатеринбург). Сбор материалов выполнен в июне – августе 2014 г.

Южный Веселовский отвал Веселовского месторождения бурого угля расположен на южной границе Северного Урала в 6 км к югу от г. Карпинска (таежная зона, подзона средней тайги). Площадь отвала 154 га, отсыпка его производилась с 1958 по 1966 гг. Породный состав субстрата отвала довольно однороден, представлен комплексом грунтосмесей: ожелезненные пески, аргиллиты в смеси с песчаниками и углистыми аргиллитами. Песчаники и их смеси с аргиллитами имеют реакцию среды – от сильнокислой до слабощелочной, содержат среднее количество гидролизующего азота, бедны калием, средне и хорошо обеспечены фосфором (Чибрик и др., 2011).

Золоотвал ВТГРЭС расположен на окраине г. Верхний Тагил в горной котловине долины р. Тагил (Средний Урал, таежная зона, подзона южной тайги). Площадь золоотвала составляет 125 га, высота дамб – от 0 до 25 м. Золоотвал образован золой бурого угля Челябинского угольного бассейна: Коркинского разреза и Калачевских шахт. Реакция среды «свежей» золы слабощелочная (pH = 8,5). Обеспеченность подвижными фосфатами достаточная, калием – низкая. По гранулометрическому составу зола представляет собой супесь: 60,8 % – физический песок (> 0,01), 19,7 % – физическая глина (< 0,01). Реакция среды субстрата слабокислая, ближе к нейтральной (pH = 6,8) (Чибрик и др., 2011).

Лесопарк «Юго-Западный» расположен в юго-западной части г. Екатеринбурга. Месторасположение лесного массива сравнительно ровное, с редкими небольшими всхолмлениями. На территории лесопарка преобладают дерново-подзолистые почвы, характеризующиеся низким содержанием элементов минерального питания (N, P, K) и, следовательно, относительно невысоким плодородием. Лесопарк представлен чистыми сосновыми древостоями хорошего состояния. Средний возраст растений около 115–130 лет (Архипова и др., 2002).

Сбор фактического материала выполнен по общепринятым методикам. Обследование проводили детально-маршрутным методом. Определение онтогенетического состояния особей *P. bifolia* проведено на основе морфометрических показателей надземных побегов (Диагнозы и ключи ..., 1983). Выделены следующие возрастные состояния: ювенильные, иматурные, виргинильные, генеративные. Мы не учитывали проростки и сенильные особи, так как первые ведут подземный образ жизни, а вторые присутствуют в ценопопуляциях крайне редко.

У генеративных особей в полевых условиях измеряли: высоту особи (см); длину соцветия (см); параметры нижнего листа: длина (см), ширина (см); параметры верхнего листа: длина (см), ширина (см); подсчитывали количество цветков в соцветии (шт.). Площадь листьев определяли весовым методом в камеральных условиях. По комплексу признаков оценивали виталитет ценопопуляций (Злобин, 1989). Анализ корневой системы проводили по таким признакам, как размер тубероида (см), количе-

ство (шт.), средняя и общая длина придаточных корней (см), вес сырой биомассы корней (г). Для изучения микоризы были приготовлены поперечные срезы корней на замораживающем микротоме толщиной 20–30 мкм (Селиванов, 1981). Были определены индексы возрастности (Δ) (Уранов, 1975) и восстановления (I_B) ценопопуляций (Жукова, Полянская, 2013). Собранный материал обработан стандартными методами математической статистики. Для обработки полученных данных использовали программный пакет MS Office (Excel) и Statistica 6.0. Достоверность различий оценивали по критерию Манна – Уитни при уровне значимости $p < 5\%$.

На Южном отвале Веселовского месторождения бурого угля ценопопуляция *P. bifolia* (ЦП₁) была обнаружена в смешанном лесу, который сформировался в результате проведенной в 1972 г. лесной рекультивации (механизированные посадки 2-летних семян *Pinus sylvestris* L.). В древостое преобладали *P. sylvestris*, *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., *Picea obovata* Ledeb. и *Larix sibirica* Ledeb., реже *Betula pubescens* Ehrh. Сомкнутость крон составляла 0,3–0,6 (местами 0,7). В подросте встречались *Pinus sibirica* Du Tour, *Abies sibirica* Ledeb., в подлеске – *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Lonicera xylosteum* L. и *L. altaica* Pall. ex DC., *Rosa acicularis* Lindl. В понижениях рельефа произрастали *Salix myrsinifolia* Salisb., *S. pentandra* L., *S. phylicifolia* L. Общее проективное покрытие (ОПП) травяно-кустарничкового яруса составляло 10–25 % (местами – 60 %). В травяно-кустарничковом ярусе преобладали *Amoria repens* (L.) C. Presl (sp gr), *Vicia sylvatica* L. (sp gr), *Trifolium pratense* L. (sp gr), *P. bifolia* (sol gr – sp), *Lathyrus pratensis* L. (sol – sp), *Orthilia secunda* (L.) House (sol gr). Хорошо был развит мохово-лишайниковый покров. Подстилка местами отсутствовала или была малоразвитой.

На золоотвале ВТГРЭС ценопопуляция *P. bifolia* (ЦП₂) была обнаружена в лесном фитоценозе, формирующемся на нерекультивированном участке, с доминированием *B. pendula*, *P. tremula*, *P. sylvestris*, сомкнутость крон до 0,5–0,6. Среди подроста встречались: *B. pubescens*, *P. obovata*, *A. sibirica*. Подлесок был слабо выражен (ОПП 10 %), представлен такими видами, как *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woł.) Klásk., *R. acicularis*, *Rosa majalis* Herrm., *S. aucuparia*, *Padus avium* Mill., *Viburnum opulus* L. В разреженном травяно-кустарничковом ярусе (ОПП от 10 до 50 %) преобладали *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Poa pratensis* L., *A. repens*, *Festuca rubra* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv, *Fragaria vesca* L., группами встречались *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton (sol), *Pyrola rotundifolia* L. (cop₁ gr), *O. secunda*, *Pyrola chlorantha* Sw., *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *P. bifolia* (sp gr). Мхи произрастали только у стволов деревьев.

Контрольная популяция *P. bifolia* (ЦП₃) была обнаружена в естественном сосновом лесу с доминированием *P. sylvestris* (cop₃), содоминантами являлись *B. pendula* (cop₁) и *P. tremula* (cop₁). Сомкнутость крон 0,6–0,7. В нижнем подпологе встречались *S. caprea*, *S. aucuparia*. В составе кустарничкового подлеска преобладали *Rubus idaeus* L., *R. acicularis*. Покрытие травяно-кустарничкового яруса составляло 65–80 %, доминировали такие виды, как *Vaccinium myrtillus* L. (cop₁ gr – cop₂), *V. vitis-idaea* L. (cop₁), *Aegopodium podagraria* L. (cop₁ – cop₂), *Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth (cop₁ – cop₂), *O. secunda* (sp gr), *V. sylvatica* L. (sp gr), *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt (sp gr) и др. В основаниях стволов был развит моховой покров. Мощность подстилки составляла 3–4 см.

В ЦП₁ растения *P. bifolia* встречались рассеянно, как единичными особями, так и небольшими группами. Всего описано 4 группы, общей численностью 353 особи. Численность ЦП₂ составляла 411 особей, которые произрастали плотным локусом на площади 150 м². Численность контрольной ценопопуляции (ЦП₃) была 163 особи. Растения *P. bifolia* встречались рассеянными группами на площади 400 м². Плотность особей в ценопопуляциях составляла соответственно 0,4; 2,7; 0,4 особей/м².

Наши исследования показали, что все ценопопуляции *P. bifolia* являлись нормальными, неполночленными, способными к самоподдержанию. Возрастные спектры ценопопуляций *P. bifolia* на отвалах двухвершинные: в ЦП₁ преобладали генеративные (49,3 %) и ювенильные (15,6 %) особи, в ЦП₂ – виргинильные (45,2 %) и генеративные (25,3 %) особи. Возрастной спектр ЦП₃ одновершинный с преобладанием генеративных особей (36,8 %); ювенильные, иматурные и виргинильные особи составляли 12,9 %, 20,2 % и 30,1 % соответственно.

Индекс возрастности (Δ) характеризует онтогенетический статус ценопопуляций. Для ЦП₁ индекс возрастности равнялся 0,28, ЦП₂ – 0,17, ЦП₃ – 0,23. Анализ индекса восстановления (I_B) показал, что ЦП₁ – зреющая ($I_B = 1,03$), а ЦП₂ и ЦП₃ – молодые (I_B соответственно 3,42; 1,72).

Морфологическая характеристика генеративных особей *P. bifolia* приведена в таблице 1. Анализ морфологических показателей выявил, что особи *P. bifolia* с промышленных отвалов по большинству биометрических показателей надземных органов соответствовали размерам особей из естественного местообитания. Небольшие отличия в размерах листьев связаны, вероятно, с разницей в освещенности растений.

Таблица 1

Морфологическая характеристика генеративных особей *Platanthera bifolia*

Параметры		ЦП ₁	ЦП ₂	ЦП ₃ (контроль)
Высота стебля, см	Хср. ± m	40,0 ± 1,7 a	40,3 ± 1,5 a	40,0 ± 1,3 a
	lim	15,5 – 57,0	24,0 – 55,5	26,8 – 55,3
	Cv	22,1	18,0	17,4
Длина соцветия, см	Хср. ± m	13,0 ± 0,7 a	11,5 ± 0,7 a	10,9 ± 0,6 б
	lim	8,5–21,0	4,0–18,0	6,0–18,5
	Cv	26,3	28,9	27,5
Количество цветков	Хср. ± m	16,2 ± 0,9 a	18,7 ± 1,5 a	17,8 ± 1,0 a
	lim	8–24	6–35	12–30
	Cv	28,1	38,2	26,3
Длина нижнего листа, см	Хср. ± m	10,4 ± 0,4 a	10,6 ± 0,5 a	12,1 ± 0,3 б
	lim	6,5 – 16,4	5,6–16,3	8,7–16,5
	Cv	21,7	24,3	15,7
Ширина нижнего листа, см	Хср. ± m	4,0 ± 0,2 a	4,2 ± 0,2 a	4,5 ± 0,2 a
	lim	2,5–6,2	2,6–6,1	2,5–8,5
	Cv	18,3	23,0	28,5
Площадь нижнего листа, см ²	Хср. ± m	30,6 ± 2,1 a	34,2 ± 2,9 a	41,2 ± 16,5 a
	lim	17,4–64,9	13,3–70,5	22,5–74,1
	Cv	37,0	41,9	69,5
Длина верхнего листа, см	Хср. ± m	8,7 ± 0,6 a	9,4 ± 0,6 a	10,7 ± 0,5 a
	lim	4,5–13,6	4,9–19,2	5,4–17,0
	Cv	31,2	31,4	22,4
Ширина верхнего листа, см	Хср. ± m	2,7 ± 0,2 a	3,5 ± 0,2 б	3,4 ± 0,2 б
	lim	1,0–4,5	1,8–5,4	1,2–6,2
	Cv	36,2	27,9	31,0
Площадь нижнего листа, см ²	Хср. ± m	19,2 ± 1,9 a	25,0 ± 2,6 a	32,4 ± 16,1 a
	lim	4,6 – 36,2	9,0–63,6	15,8–64,6
	Cv	42,7	48,0	90,4
Вес наземной фитомассы (сырой), г	Хср. ± m	4,1 ± 0,8 a	6,2 ± 0,9 a	5,2 ± 0,4 a
	lim	1,1–6,7	3,5 – 12,1	4,5–5,7
	Cv	53,5	45,0	12,4

Примеч.: различные буквы в строках, соответствующих одинаковым параметрам, указывают на достоверные различия при уровне $p < 0,05$.

Анализ данных морфологической структуры подземных органов *P. bifolia* показал, что размеры корней особей, выросших на песчаниках Южного Веселовского отвала, в основном меньше, чем у особей из естественного мало нарушенного местообитания, каким можно считать лесопарк (табл. 2). Исследование показало, что линейные размеры придаточных корней у генеративных особей *P. bifolia*, произрастающих на отвале, достоверно отличались от контрольных растений: в 1,3 раза меньше средняя длина корня и в 1,7 раз – общая длина придаточных корней. В условиях золоотвала у особей *P. bifolia*, наоборот, отмечалось увеличение размеров тубероида по сравнению с контрольными растениями, формировалось больше придаточных корней.

Таблица 2

Характеристика корневой системы генеративных особей *Platanthera bifolia*

Параметры		ЦП ₁	ЦП ₂	ЦП ₃ (контроль)
Длина тубероида, см	Хср. ± m	1,7 ± 0,1 a	2,5 ± 0,1 б	2,1 ± 0,1 с
	lim	1,4–2,0	1,6–3,0	1,8–2,2
	Cv	16,1	16,9	8,2
Длина шнуровидного окончания, см	Хср. ± m	2,1 ± 0,5 a	2,8 ± 0,5 a	2,5 ± 0,5 a
	lim	0,2–2,9	0,1–6,2	1,3–3,5
	Cv	52,4	58,0	44,1
Число придаточных корней, шт.	Хср. ± m	5,2 ± 0,6 a	7,5 ± 0,7 б	6,5 ± 0,9 б
	lim	3–6	5–12	5–9
	Cv	25,1	28,3	26,6
Средняя длина придаточного корня, см	Хср. ± m	4,1 ± 0,3 a	3,9 ± 0,2 a	5,5 ± 0,3 б
	lim	1,6–7,2	1,1–9,6	2,3–9,0
	Cv	36,0	49,5	32,5
Общая длина придаточных корней, см	Хср. ± m	20,6 ± 2,7 a	26,9 ± 3,5 б	35,6 ± 3,3 б
	lim	10,4–26,2	10,7–48,2	30,2–45,3
	Cv	29,2	41,3	18,7
Вес корневой системы (сырой), г	Хср. ± m	2,00 ± 0,43 a	3,21 ± 0,57 a	3,73 ± 0,74 a
	lim	0,74–3,14	1,41–6,46	2,64–5,85
	Cv	48,3	56,6	39,8

Примеч.: различные буквы в строках, соответствующих одинаковым параметрам, указывают на достоверные различия при уровне $p < 0,05$.

Соотношение особей разного уровня виталитета является важной характеристикой для оценки уровня жизнеспособности ценопопуляции в конкретных условиях обитания. Анализ виталитетной структуры ценопопуляций *P. bifolia* показал, что они имели центрированный спектр с более высокой представленностью среднего класса виталитета «б» и незначительно отличались долями участия особей высшего «а» и низшего «с» классов. В соответствии с величиной индекса Q ценопопуляция на Южном Веселовском отвале имела состояние близкое к равновесному. ЦП₂ и ЦП₃ являлись процветающими. Центрированный виталитетный спектр может характеризовать устойчивость ценопопуляций.

Одна из важнейших особенностей Orchidaceae – это их тесная связь с грибами – микоризообразователями на протяжении всей или значительной части их жизни. Микоризу Orchidaceae относят к эумицетному толипофаговому типу микориз (Селиванов, 1981). Исследования показали, что в клетках паренхимы корней *P. bifolia* во всех местообитаниях находилось большое количество пелотонов – клубков полупереваренных гиф. Гриб был распределен в клетках по длине корней особей равномерно: частота встречаемости микоризной инфекции варьировала от 98,8 % (ЦП₁) и 99,0 (ЦП₂) до 100 % (ЦП₃). Обилие гриба в разных участках корня различалось, во всех местообитаниях наблюдалась тенденция уменьшения степени микотрофности от базальной части корней к апикальной.

Таким образом, проведенные исследования показали, что *P. bifolia* поселяется в разреженном травяно-кустарничковом ярусе лесных фитоценозов с доминированием *P. sylvestris*, *P. tremula*, *V. pendula*, формирующихся на промышленных отвалах Среднего Урала. В нарушенных местообитаниях отсутствие задернения и хорошо развитой подстилки, а также слабая ценотическая конкуренция способствуют прорастанию особей *P. bifolia*. В антропогенных местообитаниях данный вид способен образовывать ценопопуляции с достаточно высокой численностью и плотностью. Ценопопуляции *P. bifolia* на промышленных отвалах и в естественном лесном фитоценозе являются нормальными, неполноценными, с преобладанием в возрастном спектре особей генеративного состояния. Выявлено, что особи *P. bifolia* с промышленных отвалов по большинству биометрических показателей соответствуют размерам особей из естественных местообитаний. На размеры корневой системы существенное влияние оказывают особенности субстрата (низкое плодородие, каменистость).

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания УрФУ FEUZ-2020-0057 и при частичной финансовой поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области в рамках научного проекта № 20-44-660011.

ЛИТЕРАТУРА

- Архипова Н. П., Богоявленский Л. С., Смирнов С. Н.** Лесопарки Екатеринбурга // Екатеринбург: Энциклопедия. – Екатеринбург: Академкнига, 2002. – С. 320–322.
- Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В.** Орхидные России (биология, экология и охрана). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 437 с.
- Диагнозы и ключи* возрастных состояний луговых растений. – Ч. II. (биология). Методические разработки для студентов биологических специальностей / отв. ред Т. И. Серебрякова. – М.: МГПИ, 1983. – 97 с.
- Ефимов П. Г.** Орхидные северо-запада европейской России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 211 с.
- Жукова Л. А., Полянская Т. А.** О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестник Тверского государственного университета, 2013. – Вып. 32, № 31. – С. 160–171.
- Злобин Ю. А.** Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 146 с.
- Мамаев С. А., Князев М. С., Куликов П. В., Филипов Е. Г.** Орхидные Урала: систематика, биология, охрана. – Екатеринбург: УРОРАН, 2004. – 123 с.
- Подгаевская Е. Н.** Любка двулистная // Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы. – Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. – 289 с.
- Романова Н. Г., Монгуш Б. О.** Состояние ценопопуляции *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (Orchidaceae Juss.) на самозарастающем отвале горной породы // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2019. – Т. 1, № 18. – С. 377–382. DOI <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019076>
- Селиванов И. А.** Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
- Стецук Н. П.** Экологические особенности *Platanthera bifolia* (L.) Rich. на территории Южного Приуралья // Вестник ОГУ, 2010. – № 6(112). – С. 34–37.
- Стрельникова Т. О., Манаков Ю. А.** Редкие и исчезающие виды растений Кемеровской области в техногенных ландшафтах Кузбасса // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий: Сб. науч. тр. Кемеровского отделения РБО. – Кемерово: «Ирбис», 2010. – Вып. 6. – С. 174–175.
- Уранов А. А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Научные доклады высшей школы. Биол. науки, 1975. – № 2. – С. 7–34.
- Филимонова Е. И., Лукина Н. В., Глазырина М. А.** Орхидные в техногенных системах Урала // Экосистемы, их оптимизация и охрана, 2014. – Вып. 11. – С. 68–75.
- Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Филимонова Е. И., Глазырина М. А.** Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 268 с.
- Ackerman J. D.** Invasive orchids: weeds we hate to love? // Lankesteriana, 2007. – Vol. 7(1–2). – Pp. 9–21.
- Adamowski W.** Expansion of native Orchids in anthropogenous habitats // Polish Botanical Studies, 2006. – Vol. 22. – P. 35–44.