

А.С. Аверчук<sup>2</sup>, Н.А. Хижняк<sup>1</sup>

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ НА ПЕРВИЧНЫХ ЭДАФОТОПАХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

лишайники, эдафотопы, отвалы шахт

Максимальное воздействие на окружающую среду в Донбассе и, прежде всего, на состав атмосферы, оказывают отвалы угольных шахт, которые за сутки в среднем выделяют 600 – 1100 кг сернистого ангидрида и 4 – 5 тонн CO<sub>2</sub>, окислов азота и других продуктов горения, дающих парниковый эффект [7]. Эдафотопы угольных шахт являются первичными эдафотопами, аналогов которым нет в природе и, по сути, являются биологически стерильными, так как формируются за счет породы, извлеченной из недр Земли.

Лишайники, являясь важным компонентом биоценоза, очень чутко реагируют на различные изменения среды произрастания, поэтому изучение их биологии и экологии является актуальным вопросом, поскольку это дает нам возможность оценить как уровень изменения в биоценозах под влиянием антропогенных факторов, так и отслеживать динамику этих процессов [3,10,11,12]. В Украине, к сожалению, лишеноиндикация практически не применяется, в то время как в Европе (Франция, Эстония) и Северной Америке (Канада) это направление прогрессивно развивается [3].

Целью настоящих исследований является выявление видовой разнообразия, особенностей распространения лишайниковых группировок на первичных эдафотопях отвалов угольных шахт Донбасса.

Основные задачи исследования таковы: определить видовой состав лишайниковых группировок на эдафотопях отвалов угольных шахт Донбасса; провести анализ исследуемой лишенофлоры на основе систематического и экологического анализов.

Объект исследования – лишайниковые синузии первичных эдафотопов отвалов угольных шахт юго-востока Украины.

Сборы изучаемого материала проводили путем рекогносцировочных и полустационарных исследований на отвалах, находящихся в пределах населенных пунктов (границы санитарно-защитной зоны которых находятся внутри границ населенного пункта) и частично расположенных на хозяйственно ценных участках. Были выделены три пробные площади (ПП) на отвалах с различными стадиями развития эдафотопов [9], которые характеризуются разным комплексным загрязнением среды тяжелыми металлами. ПП №1 находится на территории отвала шахты им. Калинина г. Донецка, находящегося на стадии массового поселения растений, как травянистых, так и древесных, наблюдается процесс почвообразования. ПП №2 – отвал шахты “Волынская”, г. Торез – на стадии вымывания и поселения анемохорных однолетников. ПП №3 – отвал шахты “Рассыпнянская №2”, г. Торез – на стадии окисления, полностью функционирует и эксплуатируется.

Определяли лишайники по определителям А.Н. Окснера и Н.С. Голубковой [2, 5, 6, 7, 14].

Биоиндикация опирается на закономерности экологической индивидуальности лишайников. Лишайники реагируют на определенные факторы внешней среды (в том числе и на антропогенные) по-разному [3]. Они имеют индивидуальные экологические амплитуды: оптимальные, пессимальные и летальные условия среды. Выявление групп

лишайников по реакции на главные экологические факторы поможет составить представление об особенностях распространения видов в пределах их ареалов. Поэтому, для более глубокого изучения биоиндикационной возможности собранных лишайников, был проведен экологический анализ лишенофлоры относительно эколого-субстратных групп, поскольку характер субстрата для большинства лишайников является главным условием существования и в значительной мере влияет на особенности их распространения. При проведении экологического анализа были использованы общепринятые для обозначения экологических групп термины [13].

Проведенные исследования позволяют составить флористический список лишайников обследованных эдафотопов отвалов угольных шахт, который включает 11 видов, относящихся к 7 родам, 6 семействам (табл.). Основу лишенофлоры изученных эдафотопов составляют лишайники из рода *Lecanora* Ach. – 4 вида, что составляет 36,4% от общего количества видов. Весомое место в лишенофлоре занимает и род *Cladonia* Wigg, но представленный одним видом *C. carneola* (Fr.) Fr. (табл.).

Столь бедный лишайниковый покров можно объяснить тем, что на отвалах главным лимитирующим фактором распространения лишайников является нестабильность субстрата (угол наклона большинства отвалов составляет 45° и больше, что способствует частым оползням пустой породы вместе с прикрепленными лишайниками).

Была замечена неравномерность распространения лишайниковых группировок по изучаемым отвалам. Так, например, при изучении видового состава лишайниковых сообществ на ПП №1 (шахта им. Калинина) была замечена следующая закономерность распространения некоторых видов: эпифитные и эпилитные формы лишайников были найдены только на склонах отвалов северо-восточной экспозиции, данный факт можно

Таблица. Основные экологические группы лишайников в экотопах на отвалах угольных шахт Донбасса

Семейство, вид	Экологические группы*					
	по приуроченности к субстрату			гелиоморфы	pH - морфы	гигро-морфы
	эпифит	эпилит	эпигей			
<b>Caloplacaceae</b>						
<i>Blastenia teicholyta</i> Baush.			+	HeSc	базофил	Ks
<b>Cladoniaceae</b>						
<i>Cladonia carneola</i> (Fr.) Fr.			+	Sc	ацидофил	Ms
<b>Lecanoraceae</b>						
<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	+	+		He	нейтрофил	Ks
<i>Lecanora campestris</i> (Schaer.) Hue	+	+		Sc	нейтрофил	Ks
<i>L. dispersa</i> (Pers.) Sommerf.		+		He	базофил	Ks
<i>L. hagenii</i> (Ach.) Ach.	+			ScHe	нейтрофил	Ks
<i>L. muralis</i> (Schreb.) Rabenh.		+		ScHe	базофил	KsMs
<b>Parmeliaceae</b>						
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	+	+		Sc	ацидофил	Ms
<b>Physciaceae</b>						
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	+			Sc	базофил	KsMs
<i>Ph. tenella</i> (Scop.) DC.	+			He	базофил	Ks
<b>Teloschistaceae</b>						
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	+			HeSc	нейтрофил	Ms

\* Sc – сциофит; He – гелиофит; HeSc – гелиосциофит; ScHe – сциогелиофит; Ks – ксерофит; Ms – мезофит; KsMs – ксеромезофит; знаком “+” показана отмеченная на отвалах данная субстратоморфа вида.

объяснить тем, что на противоположной, юго-западной экспозиции, находятся основные стволы шахты, выбрасывающие в атмосферу загрязняющие вещества. Также были найдены переходные эпифит – эпилит формы видов *Parmelia sulcata* Taylor., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (= *Xanthoria papillifera* (Vain.) Poelt.), *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier, произрастающие как на стволе *Armeniaca vulgaris* Lam., так и на силикатной, пустой, выработанной породе, что связано с массовым заселением отвала лишайниками. Интересной находкой является вид *Cladonia carneola*, собранный на этом же отвале. Данный вид отличается требовательностью и избирательностью к условиям существования, так как его природный ареал, по нашим наблюдениям, приурочен к сосновым насаждениям юго-востока Украины [4,5], где он встречается на лесной подстилке, опавших, разлагающихся деревьях. Вероятно кислый стабильный субстрат отвала (вид был найден на пологом склоне), стал пригодным для полноценной жизнедеятельности лишайника, а наличие подециев со спорами свидетельствует об активном его размножении и распространении по поверхности отвала.

На ПП №2, помимо эпилитных и эпифитных форм лишайников, были найдены *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Mull. Arg., *Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf., произрастающие на искусственном субстрате (разнообразные железобетонные конструкции, бытовой мусор, имеющий бетонную, цементную основу), который также может служить источником заселения лишайниками эдафотопов отвалов.

На ПП №3, лишайники изредка представлены маловидовыми скоплениями *Candelariella vitellina* и *L. dispersa* на стволах деревьев *Robinia pseudoacacia* L., произрастающих у подножия отвала, на высоте 1,5 – 2,0 метра по стволу. Данное явление объясняется тем, что на вершине отвала есть источник выхода двуоксида серы, стекающего в безветренную погоду к основе отвала (так как молекулярная масса  $SO_2$  – 64, тяжелее воздуха). Поэтому лишайники не выживают ниже лимитирующей высоты  $\approx 0,5$  – 1,0 м.

По реакции на субстрат были выделены эпигейные, эпилитные, эпифитные субстратоморфы. Некоторые виды лишайников имеют широкую экологическую амплитуду, однако, в большинстве случаев можно четко выявить, к какому субстрату приуроченность наивысшая, поэтому при выделении субстратоморф мы уделяли больше внимания выяснению оптимума того или иного вида на определенном субстрате. Большинство лишайников относится к эпифитной группе – 6 видов (54,5%) – *Candelariella vitellina*, *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach., *Parmelia sulcata* Taylor, *Physcia adscendens*, *Ph. tenella* (Scop.) DC., *Xanthoria parietina*. Менее представлена видами группа эпилитов – 5 видов (45,5%) – *C. vitellina*, *L. dispersa*, *L. campestris* (Schaer.) Hue, *L. muralis* (Schreb.) Rabenh., *P. sulcata*. Эти же виды были найдены и на искусственном субстрате.

Относительно эпифитных лишайников установлено, что они преимущественно реагируют на характер морфологии коры и ее pH [13]. По реакции лишайников на pH субстрата выделены три экоморфы. Ацидофилы – лишайники, которые были найдены на субстрате с pH меньше 7, базофилы – на субстрате с pH больше 7. Преобладающее количество собранных лишайников относится к группе базофилов (5 видов), найденных на коре деревьев *R. pseudoacacia*, произрастающих вокруг отвалов. Некоторые виды могут быть отнесены к группе инцертофилов [13] (группа, которая не имеет четких проявлений зависимости от химизма субстрата), которые произрастают как на кислом, так и на щелочном субстрате, это такие виды, как *X. parietina*, *P. sulcata*. Для лишайников, возможно, в большей степени, чем для высших растений, характерен рост на кислых, щелочных или нейтральных субстратах. Изучение этого аспекта экологии лишайников на эдафотобах отвалов шахт в наше время облегчается благодаря тому, что для многих видов субстратная приуроченность достаточно изучена [13].

Лишайники, которые имеют сходную реакцию на режим освещения, распределились на две группы гелиоморф. К группе гелиофитов относятся 3 вида собранных лишайников (*L. dispersa*, *C. vitellina*, *Ph. tenella*). Группа сциофитов насчитывает 4 вида – *Cladonia carneola*, *Lecanora campestris*, *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens*, данные виды произрастают в тени кроны деревьев, либо под пластами выступающей породы. Также выделена группа лишайников, которые объединяют в себе виды с более широкой амплитудой – сциогелиофиты и гелиосциофиты. Так, например, *Xanthoria parietina* растет под прямым солнечным освещением, при этом окрас слоевища приобретает ярко-оранжевый цвет, а в затененном местообитании – бледнее.

Выделено две группы термоморф: мезотермофиты – умеренно холодостойкие лишайники насчитывают 7 видов (63,6%) и мегатермофиты (теплолюбивые лишайники южных широт) – 4 вида (36,4%).

Лишайники, имеющие сходные признаки адаптации к режиму увлажнения, относятся к 3 группам гигроморф: ксерофиты, мезофиты, ксеромезофиты. В лишенофлоре экотопов угольных отвалов преобладают ксерофиты (6 видов, или 54,5%), мезофиты насчитывают 3 вида (27,3%). К ксеромезофитам принадлежат всего два вида – *Ph. adscendens*, *L. muralis* (18,2%).

Обобщение результатов исследований лишайников позволяет выйти на анализ экологических условий среды лишайниковых синузий, дает возможность установить направление и степень изменений этих условий на эдафотобах отвалов угольных шахт, с дальнейшим выявлением индикаторных признаков видов лишайников.

Выделены наиболее репрезентативные виды лишайников, распространенные на обследованных субстратах каждого из отвалов: *Candelariella vitellina*, *Lecanora campestris*, *Parmelia sulcata*. Преобладание в лишенофлоре отвалов угольных шахт вышеперечисленных видов может быть использовано в дальнейшем для выявления эффективных лишеноиндикаторов чистоты атмосферного воздуха и получения интегральной информации о состоянии экотопов в условиях высокой антропопрессии.

1. Глухов О.З., Сафонов А.И., Хижняк Н.А. Фітоіндикація металопресингу вантропогенно трансформованому середовищі. – Донецьк: Норд, 2006. – 360 с.
2. Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней части СССР. – М.: Наука, 1966. – 256 с.
3. Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація. – Київ; Кіровоград: ТОВ “КОД”, 2006. – 260 с.
4. Окснер А.М. Визначник лишайників УРСР. – Киев: Вид-во Академії наук УРСР, 1937. – 341 с.
5. Окснер А. М. Флора лишайників України : В 2 т. – Киев : Наук. думка, 1993. – Т. 2, вип. 1. – 1968. – 450 с.
6. Определитель лишайников СССР. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. – Л.: Наука, 1971. – 412 с.
7. Определитель лишайников СССР. Вып. 5. Кладониевые – Акароспоровые. – Л. : Наука, 1978. – 305 с.
8. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Збірка доп. VI Міжнарод. конф. аспірантів і студентів. Т.1 – Донецьк: Вид-во ДонНТУ, ДонНУ 2007. – Т. 1. – С. 50 – 51.
9. Промышленная ботаника / Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов, Р.И. Бурда, А.И. Хархота – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.
10. Трасс Х.Х. Классы толерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Т. 7. – С. 144 – 159.
11. Трасс Х.Х. Лишениоіндикаційні індекси і SO<sub>2</sub> // Біогеохім. круговорот речовин в біосфері. – М.: Наука, 1987. – С. 111 – 115.
12. Трасс Х.Х. Трансплантационные методы лишениоіндикації // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Т. 8. – С. 140 – 144.

13. Ходосовцев О.С. Лишайники причорноморських степів України. – Київ: Фітосоціоцентр, 1999. – 236 с.  
14. Kondratyuk S.Ya., Khodosovtsev A.Ye., Zelenko S.D. The Second Checklist of Lichens Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of Ukraine. – Kiev: Phytosociocentre, 1998. – 180 p.

<sup>1</sup>Донецкий национальный университет

<sup>2</sup>Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 19.03.2008

УДК 582.29: 581.52: 581.522.4 (477.60)

#### ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ НА ПЕРВИЧНЫХ ЭДАФОТОПАХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

А.С. Аверчук<sup>2</sup>, Н.А. Хижняк<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Донецкий национальный университет

<sup>2</sup>Донецкий ботанический сад НАН Украины

При изучении лишайнофлоры эдафотопов отвалов угольных шахт Донбасса был составлен флористический список, включающий 11 видов, относящихся к 6 семействам. Определено, что они относятся к группе эпифитов (54,5% от общего количества видов), эпилитные формы представлены единичными видами. Распределение лишайников по основным экологическим группам показало следующие результаты: 36,4% – сциофитов, 45,4% – базофилов, 54,5% – ксеромезофитов, 63,6% – мезотермофитов. В качестве перспективных тест-видов для проведения локального мониторинга выбраны виды: *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. Полученные данные относительно лишайнофлоры отвалов угольных шахт Донбасса могут быть использованы в целях выявления эффективных лишайноиндикаторов чистоты атмосферного воздуха и получения интегральной информации о состоянии экотопов в условия высокой антропопрессии.

UDC 582.29: 581.52: 581.522.4 (477.60)

#### SPECIES COMPOSITION OF LICHENS IN PRIMARY EDAPHOTOPES OF THE DONBASS COAL MINE DUMPS

A.S. Averchuk<sup>2</sup>, N.A. Khizhnyak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Donetsk National University

<sup>2</sup>Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. of Sci. of Ukraine

Floristical list which includes 11 species, belonging to 6 families, was made during study of lichenoflora of Donbass coal mine edaphotopes. It was revealed that they belong to the group of epiphytes (54,5% of the number of species), epilithophyte forms being represented by sporadic species. Lichens were classified to the basic ecological groups as: sciaphyte – 36,4%, basophil – 45,4%, xeromesophytes – 54,5%, mesothermophytes – 63,6%. Such species as *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach., *Xanthoria parientia* (L.) Th. Fr. are chosen as perspective test-species for local monitoring. The data obtained can be used for detection of effective indicator lichen of the free air purity and for obtaining an integral information on ecotope state under high anthropopression conditions.