

А.З. Глухов, И.Н. Остапко, А.В. Машталер

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БРИОИНДИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

бриоиндикация, мхи, тяжелые металлы

В Украине по остроте экологических проблем выделяется Донбасс. В атмосферу городов только Донецкой области в конце 80-х годов ежегодно выбрасывалось 2,4 млн. тонн токсичных газов, аэрозолей и пыли. В период активного функционирования промышленных производств городов Донецка, Макеевки и Константиновки содержание пыли в городском воздухе превышало установленные нормативы в 3 – 4 раза [3]. Наряду с органическими поллютантами особой токсичностью обладают тяжелые металлы. В отличие от технических способов оценки содержания загрязняющих веществ в окружающей среде, живые организмы, их состояние, отражают и токсическое влияние повышенного содержания поллютантов. Как биоиндикаторы, которые чутко реагируют на неблагоприятные изменения окружающей среды и позволяют изучить ее состояние, чаще всего, широко применяют мхи (*Bryophyta*). По их химическому составу определяют локальное [9, 10] и региональное [11] загрязнение атмосферного воздуха металлами. Мхи обладают определенными преимуществами в отличие от высших сосудистых растений: ряд мхов-урбанофилов успешно произрастает в условиях сильного загрязнения; они поглощают элементы загрязнения всей поверхностью тела непосредственно из воздуха, благодаря чему накапливают катионы тяжелых металлов в повышенных концентрациях; они не выработали никаких защитных механизмов относительно чрезмерного поглощения токсических веществ.

К сожалению, в Украине бриоиндикация [8] практически не применяется, в то время как за рубежом это направление развивается уже давно. Европейскими, канадскими и японскими исследователями разработаны методики диагностики атмосферного загрязнения при помощи эпифитных и эпигейных мхов [9, 10, 11].

В связи с этим, целью настоящей работы была сравнительная характеристика накопления тяжелых металлов в гаметофитах листостебельных мхов *Bryum argenteum* Hedw. и *Bryum caespiticium* Hedw. на фоне техногенного влияния разной интенсивности на территории Донецкой области.

Исследования проводили с распространенными в природе юго-востока Украины видами рода *Bryum* – *B. argenteum* Hedw. и *B. caespiticium* Hedw. Это эпигейные, рудеральные и космополитные виды, частота встречаемости которых увеличивается при переходе на субстраты антропогенного происхождения.

Отбор и подготовку растительных образцов и почво-грунтов с территории Донецкой области (г. Донецк и г. Дзержинск) проводили по общепринятым методикам [1, 4]. При закладке пробных площадей были отобраны территории с разной техногенной нагрузкой: 1) Донецкий коксохимический завод (ДКХЗ); образцы отбирали на поверхности субстрата на расстоянии 10 м от ограждения завода. Травянистые растения в данном местообитании представлены *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Chelidonium majus* L. В составе древесных растений определены виды *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth.; 2) ОАО “Донецкий металлургический завод” (ДМЗ); образцы мхов отбирали в юго-западном направлении от предприятия. Растительный покров местами отсутствует; 3) Донецкий ботанический сад НАН Украины (ДБС); ДБС расположен вблизи автомобильной магистрали интенсивного передвижения транспорта, а также в зоне

влияния выбросов металлургического и коксохимического заводов г. Макеевка (Донецкая область); 4) ОАО “ДонецкГорМаш” – предприятие горного машиностроения; образцы мхов отбирали на поверхности субстрата в сквере на расстоянии 1500 м в южном направлении от предприятия. Среди древесных растений определены: *Acer negundo* L., *Fraxinus americana* L., *Robinia pseudoacacia* L.; 5) Фенольный завод (г. Дзержинск); расположен вблизи достаточно мощного железнодорожного узла с интенсивным движением пассажирских и грузовых поездов; образцы мхов отбирали на поверхности субстрата на расстоянии 5 м от заводской ограды. Растительный покров местами отсутствует; 6) шахта “Южная” (АО “Дзержинскуголь”). Среди деревьев преобладают *Robinia pseudoacacia* L. и *Armeniaca vulgaris* Lam.; 7) кладбище жилого микрорайона №1 (г. Дзержинск). На расстоянии 20 м от кладбища находится старая недействующая шахта, на расстоянии 1000 м – угольные отвалы. Образцы мхов отбирали на почве. После того, как мхи были определены, их высушивали и подвергали грубому измельчению ножницами и тонкому измельчению на мельнице. После этого отбирали пробу для анализа на тяжелые металлы. Вместе с растительным материалом со всех территорий отбирали образцы почво-грунта (слой 0 – 10 см). Образцы почво-грунтов освобождали от инородных включений и высушивали до воздушно-сухого состояния, затем растирали в фарфоровой ступке и просеивали через почвенное сито с размером ячеек 0,5 мм. Перед анализом пробы почво-грунтов измельчали до размера частиц 0,1 мм [1, 4].

Содержание химических элементов (Pb, Zn, Cu, Ni, Mn, Fe, Cr, Ca, Sn, Cd, Mo, Sb) определяли рентгенофлюоресцентным методом на приборе “Спектроскан” [5]. Статистическую обработку данных выполняли при помощи пакета прикладных программ на ЭВМ (“Statistical Graphic System”, version: 2.9, Copyright 1985, 1986, STST, Statistical Graphics Corporation, EXEC\*U\*STAT, Ehel). Полученные результаты достоверны при  $P < 0,05$ . Опыт проводили в пятикратной повторности.

Сравнивая содержание элементов у двух видов мха, собранных на разных пробных площадях (табл. 1 – 4), мы получили результаты, показывающие, что *B. argenteum* аккумулирует большее количество элементов, чем *B. caespitium*. Особенно это касается образцов мхов, собранных на территории ДКХЗ, ДМЗ, ДБС и Фенольного завода. В то же время, в образцах *B. caespitium* аккумулируется наибольшее количество всех определенных элементов на территориях “ДонецкГорМаш” и микрорайона №1. Установлено, что уровень накопления металлов в образцах двух проанализированных видов мхов характеризуется некоторыми особенностями: по сравнению с ПДК и региональным фоном [6, 7] такие элементы, как Pb, Ni, Sn и Sb накапливаются в незначительных количествах. Отмечена существенная разница между содержанием химических элементов в почво-грунтах и в видах мха Pb (ДМЗ), Zn (ДМЗ, микрорайон №1), Ni (ДКХЗ, Фенольный завод, микрорайон №1), Mn (все исследованные зоны), Fe (ДМЗ, “ДонецкГорМаш”, ш. “Южная”), Cr (ДМЗ, Фенольный завод, микрорайон №1 (только *B. argenteum*), Sn (ДКХЗ, ДМЗ, микрорайон №1), Cd (ДКХЗ, микрорайон №1), Mo (ДМЗ, ДБС, и все исследованные зоны на территории Дзержинска).

По интенсивности накопления в гаметофитах мхов, исследованные химические элементы ранжированы в следующий ряд: Ca > Fe > Mn > Zn > Mo > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd > Sn > Sb. На его общем фоне можно отметить варьирование Ni, Cr, Mo и Cu. По накоплению элементов в почво-грунтах наблюдается аналогичная тенденция.

Для определения степени зависимости накопления элементов в видах мха и почво-грунтах были рассчитаны соответствующие коэффициенты корреляции. Наиболее негативные величины коэффициентов корреляции выявлены для мха *B. argenteum*: Pb ( $r = - 0,31$ ), Cu ( $r = - 0,15$ ), Mn ( $r = - 0,22$ ), Cr ( $r = - 0,1$ ); *B. caespitium*: Pb ( $r = - 0,68$ ), Cu ( $r = - 0,49$ ), Ni ( $r = - 0,41$ ), Mn ( $r = - 0,54$ ), Cr ( $r = - 0,62$ ), Ca ( $r = - 0,72$ ), Sn ( $r = - 0,16$ ), Cd ( $r = - 0,15$ ), Mo ( $r = - 0,26$ ), Sb ( $r = - 0,03$ ). В свою очередь, наиболее позитивные коэффициенты корреляции установлены

Таблица 1. Содержание элементов в гаметофитах *Vrium searriiicum* Hedw. и в почво-грунтах опытных пробных площадей, г. Донецк, мг/кг сухого веса

Элемент	Образцы	Пробные площади									
		ДКХЗ		ДМЗ		ДБС		“ДонецкГорМашг”			
		M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %		
Pb	Мох	0,74±0,03	15,06	0,55±0,01	7,81	0,48±0,02	12,52	1,09±0,05	12,95		
	Почво-грунт	0,72±0,02	9,80	1,04±0,03	8,04	0,72±0,02	7,02	0,74±0,01	4,53		
Zn	Мох	28,98±1,04	12,92	32,13±0,94	8,82	24,13±0,80	12,34	36,31±1,64	12,80		
	Почво-грунт	23,97±0,57	9,21	56,74±1,68	9,38	27,28±1,11	11,54	23,36±0,53	6,41		
Cu	Мох	1,33±0,06	15,91	1,26±0,02	5,64	1,06±0,05	14,81	1,80±0,08	12,26		
	Почво-грунт	1,37±0,03	7,66	1,56±0,06	13,60	1,51±0,05	9,62	1,50±0,04	6,08		
Ni	Мох	0,51±0,02	14,20	0,40±0,01	6,39	0,39±0,02	15,26	0,63±0,02	10,63		
	Почво-грунт	0,40±0,02	9,40	0,49±0,01	6,77	0,38±0,01	9,37	0,48±0,02	8,20		
Mn	Мох	177,35±5,69	11,11	185,29±4,04	7,23	228,00±7,81	11,36	315,04±9,54	8,57		
	Почво-грунт	242,02±4,98	5,04	562,95±22,88	14,08	123,12±5,69	13,87	231,50±3,39	4,14		
Fe	Мох	1536,73±42,42	9,95	1510,80±54,71	10,86	1089,41±45,86	11,91	2147,70±89,57	11,80		
	Почво-грунт	1623,87±46,47	7,01	3185,86±148,19	16,11	942,57±28,34	8,51	1702,55±38,47	5,53		
Cr	Мох	0,45±0,02	16,10	0,41±0,01	9,47	0,40±0,02	15,60	0,70±0,03	12,80		
	Почво-грунт	0,48±0,02	11,36	0,65±0,03	12,30	0,47±0,01	5,42	0,52±0,0003	1,45		
Ca	Мох	5092,0±237,47	16,81	4387,12±103,04	7,79	3480,68±171,65	14,79	7467,27±366,23	19,62		
	Почво-грунт	4604,75±199,6	13,71	5056,39±219,39	13,02	4747,27±226,42	14,31	4670,0±149,59	7,85		
Sn	Мох	0,11±0,0033	15,27	0,07±0,0021	0,07	0,35±0,01	5,07	0,16±0,01	11,55		
	Почво-грунт	0,07±0,0001	6,03	0,11±0,0003	9,29	0,12±0,01	18,15	0,15±0,0004	7,88		
Cd	Мох	0,35±0,02	16,34	0,25±0,0075	1,08	0,35±0,01	5,99	0,45±0,02	13,02		
	Почво-грунт	0,19±0,01	9,15	0,31±0,02	17,77	0,32±0,02	19,04	0,39±0,01	7,18		
Mo	Мох	1,78±0,07	13,79	1,24±0,03	7,50	1,58±0,08	12,22	2,68±0,13	15,18		
	Почво-грунт	1,60±0,07	13,52	2,47±0,12	15,69	2,24±0,09	15,89	2,88±0,09	8,07		
Sb	Мох	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	4,15	0,02±0,0006	0,05		
	Почво-грунт	0,01±0,0003	4,15	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	4,15	0,02±0,0006	0,05		

Примечание: M±m - среднее арифметическое и погрешность, CV, % - коэффициент вариации признака

Таблица 2. Содержание элементов в гаметофитах *Vrium argenteum* Hedw. и в почво-грунтах опытных пробных площадей, г. Донецк, мг/кг сухого веса

Элемент	Образцы	Пробные площади											
		ДКХЗ		ДМЗ		ДБС		“ДонецкГорМаш”					
		M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %				
Pb	Мох	0,74±0,03	14,42	0,55±0,02	9,39	0,58±0,03	14,43	0,87±0,04	111,35				
	Почво-грунт	0,72±0,02	9,80	1,04±0,03	8,04	0,72±0,02	7,02	0,74±0,02	4,53				
Zn	Мох	29,02±0,89	11,94	32,16±1,07	9,37	25,05±1,05	15,71	25,28±1,20	11,59				
	Почво-грунт	23,97±0,57	9,21	56,74±1,68	9,38	27,28±1,11	11,54	23,36±0,70	6,41				
Cu	Мох	1,34±0,05	14,50	1,27±0,02	5,89	1,23±0,04	13,54	1,55±0,06	9,54				
	Почво-грунт	1,37±0,03	7,66	1,56±0,06	13,60	1,51±0,05	9,62	1,50±0,03	6,08				
Ni	Мох	0,51±0,02	13,84	0,41±0,01	7,01	0,47±0,02	15,91	0,58±0,02	7,99				
	Почво-грунт	0,40±0,02	9,40	0,49±0,01	6,77	0,38±0,01	9,37	0,48±0,01	8,20				
Mn	Мох	178,77±8,72	13,79	186,61±5,64	8,55	283,62±6,19	7,24	354,66±6,76	5,39				
	Почво-грунт	242,02±4,98	5,04	562,95±22,88	14,08	123,12±5,69	13,87	231,50±5,78	4,14				
Fe	Мох	1537,26±70,95	13,05	1510,81±62,03	11,61	1267,83±40,28	11,45	1561,30±54,46	8,54				
	Почво-грунт	1623,87±46,47	7,01	3185,86±148,19	16,11	942,57±28,34	8,51	1702,55±27,24	5,53				
Cr	Мох	0,46±0,02	17,24	0,45±0,02	11,40	0,50±0,02	16,37	0,63±0,01	3,73				
	Почво-грунт	0,48±0,02	11,36	0,65±0,03	12,30	0,47±0,01	5,42	0,52±0,01	1,45				
Ca	Мох	5092,05±204,67	15,57	4387,42±197,30	11,02	4171,15±162,75	14,07	5573,63±147,30	6,47				
	Почво-грунт	4604,75±199,6	13,71	5056,39±219,39	13,02	4747,27±226,42	14,31	4670,00±140,10	7,85				
Sn	Мох	0,12±0,0036	14,96	0,07±0,0021	0,03	0,15±0,01	13,12	0,12±0,0036	9,61				
	Почво-грунт	0,07±0,0001	6,03	0,11±0,0003	9,29	0,12±0,01	18,15	0,15±0,0003	7,88				
Cd	Мох	0,37±0,02	15,74	0,25±0,0075	2,04	0,47±0,02	15,45	0,35±0,01	9,15				
	Почво-грунт	0,19±0,01	9,15	0,31±0,02	17,77	0,32±0,02	19,04	0,39±0,01	7,18				
Mo	Мох	1,76±0,07	13,84	1,27±0,05	9,35	2,21±0,11	18,40	2,31±0,08	8,42				
	Почво-грунт	1,60±0,07	13,52	2,47±0,12	15,69	2,24±0,09	15,89	2,88±0,06	8,07				
Sb	Мох	0,01±0,0003	19,98	0,01±0,0003	4,15	0,02±0,0006	14,42	0,01±0,0003	24,85				
	Почво-грунт	0,01±0,0003	4,15	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	4,15	0,02±0,0004	0,05				

Примечание: M±m – среднее арифметическое и погрешность, CV, % - коэффициент вариации признака

Таблица 3. Содержание элементов в гаметофитах *Vrium searpiitium* Hedw. и в почво-грунтах опытных пробных площадей, г. Дзержинск Донецкой области, мг/кг сухого веса

Элемент	Образцы	Пробные площади					
		Фенольный завод		Шахта "Южная"		Микрорайон № 1	
		M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %
Pb	Мох	0,72±0,02	6,97	0,74±0,03	16,96	0,96±0,03	10,78
	Почво-грунт	0,77±0,03	10,19	0,84±0,03	10,96	0,63±0,02	11,85
Zn	Мох	23,17±0,51	7,33	18,79±0,86	17,69	25,67±1,15	14,16
	Почво-грунт	21,80±0,93	11,25	21,52±0,96	12,60	16,61±0,61	14,28
Cu	Мох	1,55±0,02	4,36	1,47±0,06	15,39	1,63±0,07	15,12
	Почво-грунт	1,50±0,06	10,15	1,54±0,05	8,34	1,18±0,03	8,89
Ni	Мох	0,51±0,01	6,90	0,49±0,02	15,23	0,59±0,02	12,15
	Почво-грунт	0,37±0,01	9,71	0,48±0,02	10,34	0,33±0,01	8,42
Mn	Мох	249,59±3,87	4,65	260,75±7,22	8,31	290,16±9,0	9,31
	Почво-грунт	190,52±3,52	4,53	257,56±9,43	8,96	181,43±2,05	4,38
Fe	Мох	1619,26±44,02	7,19	1641,89±67,45	13,62	1400,08±58,28	11,77
	Почво-грунт	1489,77±49,80	8,19	1721,33±61,80	8,79	948,73±26,14	8,71
Cr	Мох	0,60±0,02	7,62	0,53±0,02	15,17	0,61±0,03	11,65
	Почво-грунт	0,40±0,02	9,86	0,49±0,02	12,88	0,31±0,009	10,67
Ca	Мох	5792,59±143,45	6,07	4726,36±183,42	16,00	5802,18±279,40	13,62
	Почво-грунт	4115,46±200,05	11,91	4605,45±192,56	11,83	3115,45±62,61	7,78
Sn	Мох	0,14±0,004	8,25	0,10±0,003	8,15	0,15±0,01	9,64
	Почво-грунт	0,11±0,003	10,31	0,13±0,004	11,06	0,08±0,0024	6,40
Cd	Мох	0,31±0,01	5,36	0,33±0,01	9,00	0,42±0,01	5,92
	Почво-грунт	0,27±0,01	11,69	0,29±0,01	18,58	0,21±0,006	3,48
Mo	Мох	1,06±0,04	9,65	1,86±0,08	15,32	2,27±0,11	12,23
	Почво-грунт	2,76±0,07	6,51	2,65±0,07	11,42	1,74±0,04	7,60
Sb	Мох	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	19,86	0,02±0,0006	0,05
	Почво-грунт	0,01±0,0003	0,05	0,02±0,0006	13,36	0,01±0,0003	0,05

Примечание: M±m - среднее арифметическое и погрешность, CV, % - коэффициент вариации признака

Таблица 4. Содержание элементов в гаметофитах *Vrium argenteum* Hedw. и в почво-грунтах опытных пробных площадей, г. Дзержинск Донецкой области, мг/кг сухого веса

Элемент	Образцы	Пробные площади					
		Фенольный завод		Шахта "Южная"		Микрорайон № 1	
		M±m	CV, %	M±m	CV, %	M±m	CV, %
Pb	Мох	0,71±0,03	15,31	0,82±0,04	13,23	0,77±0,02	9,56
	Почво-грунт	0,77±0,03	10,19	0,84±0,03	10,96	0,63±0,02	11,85
Zn	Мох	23,52±1,17	16,48	17,86±0,68	10,74	19,81±0,55	8,38
	Почво-грунт	21,80±0,93	11,25	21,52±0,96	12,60	16,61±0,61	14,28
Cu	Мох	1,48±0,06	13,51	1,45±0,05	8,33	1,49±0,04	8,37
	Почво-грунт	1,50±0,06	10,15	1,54±0,05	8,34	1,18±0,03	8,89
Ni	Мох	0,53±0,02	13,82	0,55±0,03	11,82	0,45±0,02	10,01
	Почво-грунт	0,37±0,01	9,71	0,48±0,02	10,34	0,33±0,01	8,42
Mn	Мох	236,48±32,39	3,03	419,42±19,06	11,13	247,75±3,71	4,23
	Почво-грунт	190,52±3,52	4,53	257,56±9,43	8,96	181,43±2,05	4,38
Fe	Мох	1560,39±58,64	11,88	2524,22±76,83	8,05	1439,32±63,38	10,79
	Почво-грунт	1489,77±49,80	8,19	1721,33±61,80	8,79	948,73±26,14	8,71
Cr	Мох	0,64±0,03	13,29	0,65±0,03	9,76	0,46±0,02	11,30
	Почво-грунт	0,40±0,02	9,86	0,49±0,02	12,88	0,31±0,009	10,67
Ca	Мох	6041,92±266,19	15,26	5558,75±264,58	12,59	4079,93±101,11	7,84
	Почво-грунт	4115,46±200,05	11,91	4605,45±192,56	11,83	3115,45±62,61	7,78
Sn	Мох	0,12±0,01	12,82	0,14±0,01	12,30	0,10±0,003	13,00
	Почво-грунт	0,11±0,003	10,31	0,13±0,004	11,06	0,08±0,0024	6,40
Cd	Мох	0,26±0,01	8,66	0,31±0,01	11,53	0,33±0,01	10,87
	Почво-грунт	0,27±0,01	11,69	0,29±0,01	18,58	0,21±0,006	3,48
Mo	Мох	1,14±0,01	1,98	1,62±0,08	13,87	1,75±0,07	12,73
	Почво-грунт	2,76±0,07	6,51	2,65±0,07	11,42	1,74±0,04	7,60
Sb	Мох	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	0,05	0,01±0,0003	0,05
	Почво-грунт	0,01±0,0003	0,05	0,02±0,0006	13,36	0,01±0,0003	0,05

Примечание: M±m - среднее арифметическое и погрешность, CV, % - коэффициент вариации признака

для мха *B. argenteum*: Zn ( $r = + 0,48$ ), Ni ( $r = + 0,33$ ), Fe ( $r = + 0,20$ ), Ca ( $r = + 0,14$ ), Sn ( $r = + 0,88$ ), Cd ( $r = + 0,39$ ), Mo ( $r = + 0,10$ ), Sb ( $r = + 0,71$ ); *B. caespiticium*: Zn ( $r = + 0,69$ ), Fe ( $r = + 0,41$ ).

В результате проведенных исследований определено содержание 12 тяжелых металлов в гаметофитах эпигейных листостебельных мхов *B. argenteum* и *B. caespiticium* и почво-грунтах Донецкой области на территории 7 промышленных площадок с различной техногенной нагрузкой. Уровень накопления тяжелых металлов мхами отображает степень загрязнения ими исследованных промышленных площадок. Наибольшее количество токсичных элементов аккумулируется мхом *B. argenteum*, по сравнению с *B. caespiticium*. Этот вид мха можно использовать для биоиндикации загрязнения окружающей среды.

1. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: Изд-во Московск. гос. ун-та, 1970. - 487 с.
2. Геолого-экологические исследования в зоне влияния Луганской ГРЭС (литохимические и фитохимические исследования). - Донецк: Би., 1996. - 25 с.
3. Глухов А.З., Коршиков И.И. Проблемы фитоиндикации аэротехногенного загрязнения в промышленных регионах степной зоны Украины // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. Межвед. сб. науч. работ. - Донецк: ДонНУ, 2002. - С. 15-20.
4. Методические указания по проведению энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа растительных материалов / Под ред. Ю. Логинова. - М.: Колос, 1983. - 47 с.
5. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, М.И. Смирнова-Иконникова и др. Л.: Агропромиздат, 1987. - 430 с.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні 1994 р. / Мін-во охорони навколиш. природ. середовища та ядерн. безпеки. - Київ: Вид-во Раєвського, 1997. - 80 с.
7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах // Токсикологический вестник. - 1995. - №2. - С. 37.
8. Прудникова Л. Ю. Биоиндикация: городские мхи и их использование для диагностики состояния окружающей среды // Технологии качества жизни. - 2001. - 1, №1. - С. 55-57.
9. Folkson L. Heavy-metal accumulation in the moss *Pleurozium schreberi* in the surroundings of two peat-fired power plants in Finland // An. Bot. Fen. - 1981. - 56, №21. - P. 2755-2759.
10. Le Blank F., Robitaille G., Rao D.N. Biological response of lichens and bryophytes to environmental pollution in the Murdochvill copper mine area, Quebec // J. Hattori Bot. Lab. - 1974. - № 38. - P. 405-433.
11. Rasmussen L. Epiphytic bryophytes as indicators of the change in the background levels of airborne metals from 1951 - 1975 // Environ. Pollut. - 1977. - 4, №1. - P. 37-45.

Донецкий ботанический сад НАН Украины  
Донецкий национальный университет

Получено 10.06.2004

УДК 582.32: 581.192 (477.62)

#### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ БРИОИНДИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

А.З.Глухов, И.Н.Остапко, А.В.Машталер

Донецкий национальный университет, Донецкий ботанический сад НАН Украины

На территории Донецкой области рентгенофлуоресцентным методом было определено содержание элементов (Pb, Zn, Cu, Ni, Mn, Fe, Cr, Ca, Sn, Cd, Mo, Sb) в гаметофитах мхов *Bryum argenteum* Hedw. и *Bryum caespiticium* Hedw. и в почво-грунтах на фоне техногенного влияния разной степени интенсивности. Установлено, что *B. argenteum* накапливает большую массу элементов, чем *B. caespiticium*. По сравнению с ПДК и региональным фоном такие элементы, как Pb, Ni, Sn та Sb накапливаются в незначительных количествах. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования мхов в качестве тест-видов загрязнения окружающей среды.

UDC 582.32: 581.192 (477.62)

#### TOPICAL QUESTIONS OF BRYOINDICATION UNDER DONBASS CONDITIONS

A.Z. Glukhov, I.N. Ostapko, A.V. Mashtaler

Donetsk National University, Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine

For the first time in the territory of Donetsk region, content of the elements (Pb, Zn, Cu, Ni, Mn, Fe, Cr, Ca, Sn, Cd, Mo, Sb) has been fixed by means of roentgenofluorescence in gametophytes of *Bryum argenteum* Hedw. and *Bryum caespiticium* Hedw. mosses and in soils as a result of anthropogenic impact of various intensity degree. It has been determined that *B. argenteum* accumulates the bigger element mass than *B. caespiticium*. Comparatively to maximum allowable concentration and regional background, such elements as Pb, Ni, Sn and Sb are accumulated in insignificant amounts. The results obtained are indicative of the possibility of bryophytic plants usage as test-species of environment pollution.