

УДК 630.181.7:634.5 (470.61)

UDC 630.181.7:634.5 (470.61)

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НОВОЧЕРКАССКА)

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOILS OF STEPPE AGGLOMERATION (ON EXAMPLE OF NOVOCHERKASSK)

Малышева Зинаида Георгиевна
д.с.-х.н., доцент

Malysheva Zinaida Georgievna
Dr.Sci.Arg., associate professor

Павлова Елена Геннадьевна
аспирант
ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», Новочеркасск, Россия

Pavlova Elena Gennadevna
postgraduate student
FGBOU VPO "Novocherkassk state reclamation Academy", Novocherkassk, Russia

В статье приведены результаты лабораторных исследований по накоплению валовых форм тяжелых металлов, концентраций и суммарных показателей накопления (СПН) их в почвах под пологом древесных видов растений города Новочеркаска

The results of laboratory studies of accumulation of gross forms of heavy metals, the total rate of accumulation (SPN) in the soil under the canopy of woody landscape parks of the town of Novocherkassk are presented in this article

Ключевые слова: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, НАКОПЛЕНИЕ, ПАРКОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ

Keywords: HEAVY METALS, PARK LANDSCAPES, CONCENTRATION

Городские почвы поддерживают необходимое для сохранения здоровья человека состояние окружающей среды. Они являются основной средой, в которую попадают тяжёлые металлы и служат естественным фильтром загрязнений, поступающих на её поверхность с атмосферными осадками.

Важное значение имеет не только содержание, но и формы тяжёлых металлов в почве, так как они различны по степени доступности для растений.

В результате работы ГРЭС и автотранспорта в атмосферу города Новочеркаска выбрасываются большие объёмы загрязняющих веществ, которые поступают в верхние слои городских почв. Даже при относительно невысоких концентрациях в воздухе, в почвах города достаточно быстро накапливается большое количество вредных веществ, осаждающихся из атмосферы.

Целью работы является изучение накопления тяжёлых металлов в почвах промышленных, селитебных и зелёных зон города Новочеркаска.

В качестве объектов исследования были выбраны древесные насаждения парковых ландшафтов – сквер в микрорайоне «Донской», расположенный в промышленной зоне города, где размещены предприятия и связанные с ними объекты. Эта зона является основным источником загрязнения окружающей среды (рис.1).



Рисунок 1 – Сквер в микрорайоне «Донской»

Сквер на площади «Троицкой» размещен в селитебной зоне города и включает как жилой район, так и общественный центр (рис 2).

Детский парк «Казачок» расположен в зелёной зоне центральной части города (рис.3).

В сквере микрорайона «Донской» преобладают Каштан конский, Робиния псевдоакация, Клён остролистный, Ясень зелёный; в селитебной



Рисунок 2 – Сквер на площади «Троицкой»



Рисунок 3 – Детский парк «Казачок»

– Клён остролистный, Липа мелколистная, Каштан конский, Ясень зелёный; в зелёной зоне – Ясень обыкновенный, Каштан конский, Липа мелколистная, Вяз мелколистный.

При исследованиях применяли общепринятые методики: отбор почвы проводили из гумусового горизонта (0-20 см), как наиболее загрязненного токсичными металлами [2]. При анализе образцов определяли валовые формы металлов: цинк (Zn), свинец (Pb), кадмий (Cd), никель (Ni), кобальт (Co), марганец (Mn), медь (Cu) [1].

На основании проведенного элементного анализа, данные по накоплению валовых форм тяжелых металлов в почвах и суммарный показатель накопления (СПН) под пологом древесных видов растений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание валовых форм тяжёлых металлов и суммарный показатель накопления их в почвах под пологом древесных видов парковых ландшафтов

Порода	Металлы, мг/кг							Суммарный показатель накопления (СПН)
	Zn	Pb	Cd	Ni	Co	Mn	Cu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сквер микрорайона «Донской»								
Каштан конский (Aesculus hippocastanum)	116,25	9,75	0,15	25,23	5,45	310,75	25,08	492,66
Липа мелколистная (Tilia cordata)	123,50	17,43	0,13	11,03	2,38	219,75	13,15	387,37
Клён остролистный (Acer platanoides)	103,50	12,58	0,35	18,30	3,63	269,25	17,90	425,51
Ясень зелёный (Fraxinus lanceolata Borch)	77,50	9,95	0,18	19,80	4,63	350,75	18,50	481,31
Робиния псевдоакация (Robinia pseudoacacia)	100,50	10,60	0,13	20,60	4,65	293,25	18,78	448,51
Тополь пирамидальный (Populus pyramidalis)	86,25	10,98	0,18	21,23	4,93	352,25	19,18	495,0
Слива растопыренная (Prunus cerasifera)	82,50	27,23	0,23	20,28	5,05	251,25	17,75	404,29

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сквер на площади «Троицкой»								
Каштан конский (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	88,00	22,15	0,10	23,68	5,60	350,75	21,00	511,28
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i>)	146,90	65,37	0,22	40,36	5,56	258,42	37,99	554,82
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	105,35	62,45	0,15	26,50	3,24	156,19	21,14	375,02
Ясень зелёный (<i>Fraxinus lanceolata</i> Borch)	182,63	95,58	0,17	39,98	7,23	239,14	33,71	598,44
Робиния псевдоакация (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	127,56	34,63	0,20	30,85	3,59	234,63	18,76	450,22
Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i>)	109,70	74,63	0,12	40,35	5,72	212,69	29,75	472,96
Клён полевой (<i>Acer campestre</i>)	136,16	90,13	0,22	42,97	5,13	235,08	32,49	542,18
Детский парк «Казачок»								
Тополь канадский (<i>Populus deltoides</i> Marsh)	63,49	20,61	0,17	47,96	7,62	361,29	22,16	523,3
Каштан конский (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	60,73	26,64	0,22	46,32	7,50	151,88	24,32	317,61
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i>)	56,94	15,47	0,12	50,12	4,05	377,88	26,52	531,1
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	60,17	35,50	0,24	47,33	4,52	259,00	22,18	428,94
Граб обыкновенный (<i>Carpinus betulus</i>)	52,42	28,45	0,20	40,35	6,10	243,12	20,50	391,14
Клён ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L)	56,86	15,20	0,12	47,39	5,94	256,83	25,48	407,82
Вяз мелколистный (<i>Ulmus pumila</i>)	50,39	35,38	0,12	45,97	3,86	308,66	22,97	467,35

Как видно из таблицы, максимальное содержание цинка в почвах под пологом Липы мелколистной составляет – 123,50 мг/кг, среднее – под

Робинией псевдоакацией – 100,50 мг/кг, а минимальное его количество определено под Ясенем зелёным – 77,50 мг/кг.

Уровень максимального накопления свинца под Сливой растопыренной – 27,23 мг/кг, среднего – под Кленом остролистным – 12,58 мг/кг, а минимального – под Каштаном конским – 9,75 мг/кг.

Наибольшее количество кадмия зафиксировано под Клёном остролистным – 0,35 мг/кг, среднее – под Ясенем зелёным и тополем пирамидальным – 0,18 мг/кг, а минимальное – под Липой мелколистной – 0,13 мг/кг.

В максимальном количестве никель обнаружен в почвах под Каштаном конским – 25,23 мг/кг, среднем – под Ясенем зелёным – 19,80 мг/кг, минимальном – под Липой мелколистной – 11,03 мг/кг.

Значительное содержание кобальта накапливается под Каштаном конским – 5,45, среднее – под Робинией псевдоакацией и Ясенем зелёным – 4,63 мг/кг, а низкое – под Липой мелколистной – 2,38 мг/кг.

Марганец в максимальном количестве содержится в почвах под Тополем пирамидальным – 352,25 мг/кг, среднем – под Робинией псевдоакацией – 293,25 мг/кг, минимальное количество его зафиксировано под Липой мелколистной – 219,75 мг/кг.

Наибольшее содержание меди находится в почвах под пологом Каштана конского – 25,08 мг/кг, повышенное – под Робинией псевдоакацией – 18,78 мг/кг, а наименьшее его количество обнаружено под Липой мелколистной – 13,15 мг/кг.

Таким образом, наибольшее количество тяжёлых металлов содержится в почвах под деревьями Тополя пирамидального – 495,0 мг/кг, Каштана конского – 492,66 мг/кг и Ясеня зелёного – 481,31 мг/кг, что объясняется более поздним сроком листопада для этих древесных видов, т.е. пока листья находятся в кроне, они продолжают аккумулировать пыль

с содержанием тяжелых металлов. Суммарный показатель накопления на данном объекте исследования варьирует от 387,37 до 495,0 мг/кг.

Исследования показали, что в сквере на площади «Троицкой» цинк в максимальном накоплении обнаружен в почвах под Ясенем зелёным – 182,63 мг/кг, в среднем – под Робинией псевдоакацией – 127,56 мг/кг, а минимальное количество его зафиксировано под Каштаном конским – 88,00 мг/кг.

Максимальное количество свинца накапливается в почве под Ясенем зелёным – 95,58 мг/кг, среднее количество – под Клёном остролистным – 62,45 мг/кг, а минимальное его содержание определено в почвах под Каштаном конским – 22,15 мг/кг.

Кадмий накапливается в максимальном значении под Липой мелколистной – 0,22 мг/кг, среднем – под Ясенем зелёным – 0,17 мг/кг, а минимальное – под Каштаном конским – 0,10 мг/кг.

Высокое содержание никеля обнаружено в почвах под Клёном полевым – 42,97 мг/кг, среднее – под Робинией псевдоакацией – 30,85 мг/кг, а низкое содержание – под Каштаном конским – 23,68 мг/кг.

Накопление кобальта достигает максимального значения под Ясенем зелёным – 7,23 мг/кг, среднее – под Клёном полевым – 5,13 мг/кг, а минимальное накопление – под Клёном остролистным – 3,24 мг/кг.

Марганец накапливается в больших количествах в почвах под Каштаном конским – 350,75 мг/кг, среднем – под Ясенем зелёным – 239,14 мг/кг, наименьшее его количество зафиксировано – под Клёном остролистным – 156,19 мг/кг.

Наибольшее содержание меди находится в почвах под Липой мелколистной – 37,99 мг/кг, повышенное – под Вязом гладким – 29,75 мг/кг, наименьшее его количество обнаружено под Робинией псевдоакацией – 18,76 мг/кг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшее количество металлов находится в почвах под Ясенем зелёным – 598,44 мг/кг, Липой мелколистной – 554,82 мг/кг и Клёном полевым – 542,18 мг/кг.

Суммарный показатель накопления тяжелых металлов в почвах под зелеными насаждениями сквера на площади «Троицкой» составляет от 375,02 до 598,44 мг/кг.

Большой разницы между промышленной и селитебной зоной не отмечено, в связи с тем, что потоки ветра и основные автомобильные магистрали города проходят по этим территориям.

В детском парке «Казачок» Каштан конский в меньшем количестве накапливает все металлы – 317,61 мг/кг, среднее количество их аккумулируют листья Клена ясенелистного – 407,82 мг/кг, а максимальное содержание всех металлов определено в фитомассе Тополя канадского – 523,3 мг/кг. Поэтому, при подборе пород, отвечающих условиям окружающей (природной) среды и выполняющих роль биологических фильтров, целесообразно выбирать те виды растений, которые обладают сильным мелиоративным воздействием в местах техногенного загрязнения. Для этих целей наиболее пригодны: Липа мелколистная, Ясень зелёный, Клен полевой, Каштан конский, Тополь канадский, фитомасса которых при опадении выводит поллютанты из воздуха и они утилизируются в почвах.

Для определения суммарного показателя загрязнения почв (Z_c) на этих объектах, нами определены коэффициенты концентраций этих же металлов под пологом насаждений (таблица 2).

По данным таблицы 2, высокие коэффициенты концентраций тяжёлых металлов в почвах и суммарные показатели их загрязнения снижены в тех ландшафтах, насаждения которых расположены в зелёной зоне центральной части города.

Таблица 2 – Коэффициенты концентрации тяжёлых металлов и суммарный показатель загрязнения почв под пологом насаждений парковых ландшафтов.

Порода	Коэффициенты концентраций							Суммарный показатель загрязнения (Zc)
	Zn	Pb	Cd	Ni	Co	Mn	Cu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сквер микр. «Донской»								
Каштан конский (Aesculus hippocastanum)	2,32	0,49	0,3	0,56	1,24	1,06	1,09	7,06
Липа мелколистная (Tilia cordata)	2,46	0,87	0,26	0,24	0,54	0,75	0,57	5,69
Клён остролистный (Acer platanoides)	2,06	0,63	0,7	0,41	0,83	0,92	0,77	6,32
Ясень зелёный (Fraxinus lanceolata Borch)	1,54	0,50	0,36	0,44	1,05	1,19	0,81	5,89
Робиния псевдоакация (Robinia pseudoacacia)	2,01	0,53	0,26	0,46	1,06	0,35	0,81	5,48
Тополь пирамидальный (Populus pyramidalis)	1,72	0,55	0,36	0,47	1,12	0,42	0,83	5,47
Слива растопыренная (Prunus cerasifera)	1,64	1,37	0,46	0,44	1,15	0,29	0,77	6,13
Сквер на площади «Троицкой»								
Каштан конский (Aesculus hippocastanum)	1,75	1,11	0,2	0,52	0,70	0,41	0,91	5,6
Липа мелколистная (Tilia cordata)	2,93	3,29	0,44	0,89	0,69	0,30	1,65	10,19
Клен остролистный (Acer platanoides)	0,02	3,14	0,3	0,58	0,41	0,18	0,92	5,55
Ясень зелёный (Fraxinus lanceolata Borch)	3,64	4,81	0,34	0,88	0,91	0,28	1,46	12,32
Робиния псевдоакация (Robinia pseudoacacia)	2,54	1,74	0,4	0,68	0,44	0,28	0,81	6,89

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вяз гладкий (Ulmus laevis)	2,18	3,75	0,24	0,89	0,71	0,25	1,29	9,31

Клён полевой (<i>Acer campestre</i>)	2,72	4,53	1,18	0,95	0,64	0,28	1,41	10,97
Детский парк «Казачок»								
Тополь канадский (<i>Populus deltoides</i> Marsh)	1,26	1,03	0,34	1,06	0,95	0,42	0,96	6,02
Каштан конский (<i>Aesculus</i> <i>hippocastanum</i>)	1,21	1,34	0,44	1,02	0,94	0,18	1,05	6,18
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i>)	1,13	0,77	0,24	1,10	0,50	0,44	1,15	5,33
Клён остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	1,19	1,78	0,48	1,04	0,56	0,30	0,96	6,31
Граб обыкновенный (<i>Carpinus betulus</i>)	1,04	1,43	0,40	0,89	0,76	0,28	0,88	5,68
Клён ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L)	1,13	0,76	0,24	1,05	0,74	0,30	1,10	5,32
Вяз мелколистный (<i>Ulmus pumila</i>)	1,00	1,78	0,24	1,01	0,48	0,36	0,99	5,86

На территории сквера в микрорайоне «Донской» эти показатели существенно не отличаются, при этом загрязнение почв в сквере на площади «Троицкой» наиболее высокое, что уже объяснялось его расположением. И, тем не менее, суммарный показатель загрязнения почв на всех объектах исследований относится к категории допустимой.

В почвах тяжёлые металлы переводятся в неусвояемые формы (координационные комплексные соединения), безопасные для жизни живых организмов. Органическое вещество выступает в роли адсорбента катионов и анионов. Так связываются промышленные выбросы, повышается буферность почвы и понижается концентрация солей в почвенном растворе.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях: учебное пособие. Ю.В. Алексеев: Л.: ВО Агропромиздат, 1987. 141 с.
2. ГОСТ-12071. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. М., 1972. 11 с.