

UDC 613.3 : 543.3

Monitoring of Heavy Metals Spread in the Vicinity of Combined Heat and Power Plant-3, Using Indicator Plants

¹ Manara A. Mukasheva² Sabit S. Shorin³ Aleksandr M. Pudov⁴ Igor' M. Pudov

¹ Karaganda State University after E.A.Buketov, Kazakhstan
Mukanov street 1a, Karaganda city, Karagandinskaya oblast, 100026
Dr. (Biology), Professor
E-mail: manara07@mail.ru

² Karaganda State University after E.A.Buketov, Kazakhstan
Mukanov street 1a, Karaganda city, Karagandinskaya oblast, 100026
PhD (Biology)
E-mail: S_S_Bgf@list.ru

³ Karaganda State University after E.A.Buketov, Kazakhstan
Mukanov street 1a, Karaganda city, Karagandinskaya oblast, 100026
PhD (Biology)
E-mail: pudovam@list.ru

⁴ Karaganda State University after E.A.Buketov, Kazakhstan
Mukanov street 1a, Karaganda city, Karagandinskaya oblast, 100026
Laborant
E-mail: pudovam@list.ru

Abstract. Examination of heavy metals content in the vicinity of Combined Heat and Power Plant-3 in Karaganda showed that all the examined plants store the detectable chemical elements in concentrations, exceeding the background ones several times. The examined plants look more suppressed, have different distortions of morphological characteristics, if compared to the background ones.

Keywords: heavy metals; multimetallic dust; environment; cumulation; intoxication; indicators; dose.

Актуальность. В настоящее время тяжелые металлы являются признанными приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха, воды водоемов почвы, растений. Из-за своей высокой миграционной способности, склонности к биоаккумуляции и политропности металлы, представляют опасность не только при непосредственном воздействии на организм, но и через негативное влияние на санитарно-гигиенические показатели объектов окружающей среды [1].

При высоких концентрациях, тяжелые металлы вызывают загрязнение объектов окружающей среды, вредно воздействуют на экосистемы. Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. Поэтому избыточное накопление растениями тяжелых металлов обусловлено, прежде всего, их высокими концентрациями в почвах [2, 3].

Высокие дозы микроэлементов у растений вызывают целый ряд нарушений жизнедеятельности: происходят разнообразные морфологические нарушения, отмирают точки роста и корневые волоски, поражается репродуктивная система, растения начинают повреждаться различными патогенными организмами и на загрязненных территориях большая часть их постепенно исчезает. При высоком содержании ионов тяжелых металлов в воздухе, почве и воде, из богатого разнообразия видов остаются только устойчивые и полностью исчезают неустойчивые и слабоустойчивые формы. Поэтому устойчивые виды растений включают в исследования при оценке загрязнения окружающей среды [4, 5, 6].

Материалы и методы. При изучении степени загрязнения тяжелыми металлами территории вблизи ТЭЦ-3, были взяты пробы растений индикаторов (пырей, мятлик, тимopheевка и мышиный горошек) [7, 8].

Минерализация проб растений проводилась в автоматизированном комплексе пробоподготовки ТЭ-1. Автоматизированный комплекс пробоподготовки предназначен для полного разрушения мешающих органических веществ путем термического воздействия совместно с окислителями в температурных режимах, задаваемых по методике [7, 8] при проведении количественного химического анализа методами прямой и инверсной вольтамперометрии.

Все отобранные пробы подвергались химическому анализу в аккредитованной лаборатории. По результатам анализов в каждой выборке для всех рассматриваемых элементов были определены законы распределения, фоновые и аномальные содержания ряда химических элементов, среднеквадратические отклонения, дисперсии, ошибки рассчитанных фоновых содержаний, коэффициенты вариаций, а также все остальные необходимые статистические показатели. Математическая обработка данных производилась для уровня значимости, равному 5 %, что соответствует вероятности $P=0,95$ (95 %) [10, 11]. Все данные сведены в таблицы, по которым можно реально определить уровень распространения тяжелых металлов на данной территории и куммуляцию их в растениях. Пределы определения содержания тяжелых металлов в растениях приведены по данным Грановского Э.И. [12].

Обсуждение. При исследовании содержания химических элементов в окрестностях ТЭЦ-3 на разных расстояниях от санитарно-защитной зоны нами было отмечено, что содержание исследуемых элементов в растениях выглядит следующим образом (таблица 1). В пробах растения пырей, отмечено превышение пределов содержания элементов в растении по концентрации меди в 1,1 раз, цинка в 4 раза, никеля 36,9 раза, кобальта в 2,7 раз.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в пробах (пырей), мг/кг.

Химические элементы	Пределы содержания	Фон	Расстояние от СЗЗ ТЭЦ-3 Г.Караганда		
			300-500 метров	1000-1500 метров	3000-5000 метров
Медь	0,2-70,0	27,8±2,12	76,6±12,8	70,4±12,7	48,2±6,36
Цинк	<u>1.0</u> 32.5	39,5±10,8	131,3±25,7	242,2±14,3	111±9,44
Никель	<u>0.5</u> 5,0	10,3±3,5	184,5±9,6	192,9±4,57	93,5±12,1
Кобальт	<u>0.4</u> 50	15,2±1,41	126,8±8,4	133,5±15,3	118,8±4,44
Свинец	<u>0.5</u> 34.0	3,9±1,03	10,3±0,18	7,05±0,16	5,5±0,14
Кадмий	<u>0.13</u> 2.1	0,12±0,03	0,18±0,04	0,16±0,03	0,14±0,02
Марганец	<u>2.0</u> 160.0	155±10,7	158±9,3	156±5,6	155±4,3

В пробах растения мятлик, отмечено превышение пределов содержания элементов в растении по концентрации цинка в 5,8 раз, никеля 14,6 раза. Содержание меди, кобальта, свинца, кадмия и марганца не превышает пределов содержания, но превышает фоновое в 4,1 раза, в 9,6 раз, в 1,8 раз, 1,6 раз и 1,1 раза соответственно.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в пробах (мятлик), мг/кг.

Химические элементы	Пределы содержания	Фон	Расстояние от СЗЗ ТЭЦ-3 Г.Караганда		
			300-500 метров	1000-1500 метров	3000-5000 метров
Медь	<u>0.2</u> 70.0	13,4±3,41	44,8±13,5	55,4±12,31	47,9±5,22
Цинк	<u>1.0</u> 32.5	26,6±5,7	189,4±23,76	133,5±42,9	112±1,53
Никель	<u>0.5</u> 5,0	8,3±1,4	73,17±7,28	53,8±4,61	41,4±4,8
Кобальт	<u>0.4</u> 50	3,5±0,3	33,5±8,6	29,8±9,91	22,4±6,12
Свинец	<u>0.5</u> 34.0	4,3±0,52	7,8±1,12	6,9±0,98	5,4±0,64
Кадмий	<u>0.13</u> 2.1	0,15±0,02	0,25±0,04	0,22±0,03	0,19±0,03
Марганец	<u>2.0</u> 160.0	157±11,42	178±21,33	165±16,5	160±15,4

В пробах растения тимофеевка, отмечено превышение пределов содержания элементов в растении по концентрации цинка в 3 раза, никеля в 17,2 раза. Содержание меди, кобальта, свинца и кадмия не превышает пределов содержания, но превышает фоновое в 4,0 раза, в 9,5 раз, в 1,6 раз и 2,8 раз соответственно.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в пробах (timoфеевка), мг/кг.

Химические элементы	Пределы содержания	Фон	Расстояние от ССЗ ТЭЦ-3 Г.Караганда		
			300-500 метров	1000-1500 метров	3000-5000 метров
Медь	<u>0.2</u> 70.0	14,8±2,7	59,5±8,13	55,1±5,27	51,1±9,05
Цинк	<u>1.0</u> 32.5	28,8±13,1	97,6±28,7	74,3±17,5	52,1±7,16
Никель	<u>0.5</u> 5,0	7,9±3,3	85,6±28,16	66,2±5,41	43,5±8,7
Кобальт	<u>0.4</u> 50	3,6±2,3	34,3±9,11	26,9±6,22	22,1±4,62
Свинец	<u>0.5</u> 34.0	5,12±1,03	8,4±2,13	8,4±2,11	7,9±1,95
Кадмий	<u>0.13</u> 2.1	0,24±0,02	0,68±0,07	0,54±0,05	0,48±0,05
Марганец	<u>2.0</u> 160.0	154±10,22	161±12,32	158±11,12	156±10,23

В пробах растения мышиный горошек, превышение пределов содержания элементов в растении по концентрации цинка отмечается в 2,6 раз, никеля 9,7 раз, меди 1,1 раз. Содержание кобальта, свинца и кадмия и не превышают пределы содержания, но превышает фоновое в 3,7 раза, в 3,7 раза и в 1,5 раз соответственно.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в пробах (мышинный горошек), мг/кг.

Химические элементы	Пределы содержания	Фон	Расстояние от СЗЗ ТЭЦ-3 Г.Караганда		
			300-500 метров	1000-1500 метров	3000-5000 метров
Медь	<u>0.2</u> 70.0	16,4±3,3	79,6±32,23	56,4±15,81	32,6±7,46
Цинк	<u>1.0</u> 32.5	32,7±11,2	85,4±13,32	65,6±21,07	42,5±5,17
Никель	<u>0.5</u> 5,0	9,8±4,6	48,4±31,46	43,3±0,89	23,2±3,32
Кобальт	<u>0.4</u> 50	4,8±1,5	17,7±8,51	16,3±4,82	12,5±3,18
Свинец	<u>0.5</u> 34.0	4,44±0,96	16,3±0,78	14,39±0,81	13,33±0,56
Кадмий	<u>0.13</u> 2.1	0,15±0,03	0,22±0,03	0,19±0,04	0,12±0,02
Марганец	<u>2.0</u> 160.0	152±11,42	156±10,31	156±10,36	154±10,28

В результате исследований установлено, что все собранные растения, накапливают определяемые химические элементы в процессе морфогенеза, кроме марганца, в концентрациях превышающих фоновые в несколько раз. Для цинка и никеля характерно превышение пределов содержания этих элементов в растениях в десятки раз. На разных расстояниях от санитарно-защитной зоны количество накапливаемых металлов меняется, с увеличением расстояния в основном уменьшается. Исследуемые растения на загрязненной химическими элементами территории растут разрозненными куртинами, выглядят более угнетенными и имеют различные нарушения морфологических признаков, по сравнению с фоновыми. Это, по-видимому, связано с мозаичным распространением загрязнений в почве.

Заключение. Таким образом, использование растений индикаторов для выявления загрязнения территории ТЭЦ-3 показало возможность их применения для исследования других промышленных объектов.

Примечания:

1. Бондаренко А.П., Калиева А.А. Геохимия и мониторинг природной среды // Вестник ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. №3. С. 46-50
2. Панин М.С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского прииртышья. Семипалатинск: ГУ Семей, 1999. С. 30.
3. Физиологическая роль микроэлементов у растений / под ред. М.Я. Школьника. М.: Наука, 1970. 222 с.
4. Абышева Л.Н., Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Л: Наука, 1987. С. 54-67.
5. Sterenborg I., Roelots D. Field-selected cadmium tolerance in the springtail *Orchesella cincta* is correlated with increased metallothionein mRNA expression/ *Insect. Biochem. and Mol. Biol.*, 2003.-33, №7.- С. 741-747
6. Есимов Б.К. Влияние техногенных выбросов Актюбинского ферросплавного завода на структуру микрофауны и ферментативную активность почв // Вестник ПГУ им. С. Торайгырова, №3. Павлодар, 2004. С. 61-67.
7. Феник С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // Успехи современной биологии. 1995. Т. 115. Вып. 3. С. 261-275.
8. Оразымбет С.Э., Сейфуллина С.М., Саданов А.К. Общая характеристика и оценка состояния почв (серозем обыкновенный) Алматинской области.// Биотехнология теория и практика. №2. Степногорск: 2003. С. 84–88.

9. Чемпей Е.Г., Пикула Н.П., Шукина Т.И. Почва. Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии. Томск, 2002. 50 с.

10. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М., 1964. С. 356.

11. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. СПб.: ВМедА, 2002. 266 с.

12. Нурбаев С.К., Грановский Э.И., Шипшкова Н.К. и др. Спектрохимическое определение тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических материалах // Методические указания. №3. 05.079-99. Алматы: Казахстан, 1999. 48 с.

УДК 613.3 : 543.3

Мониторинг распространения тяжелых металлов в окрестностях ТЭЦ-3 с помощью растений – индикаторов

¹ Манара Алдешовна Мукашева

² Сабит Сексембекулы Шорин

³ Александр Михайлович Пудов

⁴ Игорь Михайлович Пудов

¹ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан 100028, Карагандинская обл. г. Караганда, ул. Университетская 28, корпус 3. Доктор биологических наук, профессор

E-mail: manara07@mail.ru

² Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан 100028, Карагандинская обл. г. Караганда, ул. Университетская 28, корпус 3. Кандидат биологических наук, доцент

E-mail: S_S_Bgf@list.ru

³ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан 100028, Карагандинская обл. г. Караганда, ул. Университетская 28, корпус 3. Кандидат биологических наук.

E-mail: pudovam@list.ru

⁴ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан 100028, Карагандинская обл. г. Караганда, ул. Университетская 28, корпус 3. специалист лаборатории

E-mail: pudovam@list.ru

Аннотация. При исследовании содержания тяжелых металлов в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганды, отмечено, что все исследуемые растения накапливают определяемые химические элементы в концентрациях превышающих фоновые в несколько раз. Исследуемые растения, выглядят более угнетенными, имеют различные нарушения морфологических признаков, по сравнению с фоновыми.

Ключевые слова: тяжелые металлы; полиметаллической пыли; окружающая среда; кумуляция; интоксикация; индикаторы; доза.