

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 439 (2020), 155 – 163

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.19>

UDC 911.52

M. S. Yessenamanova¹, L. Kh. Sangajieva², Zh. S. Yessenamanova¹, A. E. Tlepbergenova¹

¹Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan;

²B. B. Gorodovikov Kalmyk State University, Elista, Republic of Kalmykia, Russia.

E-mail: mansiya.73@mail.ru, chalga_ls@mail.ru, zhanyessen@mail.ru, anar_2808@mail.ru

MIGRATORY ACTIVITY AT THE LANDFILL SITE OF MICROELEMENTS OF THE CASPIAN DEPRESSION

Abstract. The article analyzes the migration activity of microelements in the territories of the Azgir and Taysoygan polygons located in the Caspian Depression. At landfills, soils are characterized by strong salinity, and the concentration of salts in the dry residue is 0.28-0.71%. According to the type of salinization according to the composition of the anions, they belong to the sulfate-soda-chloride type, and according to the composition of the cations to the magnesium-sodium type of salinization. The content of a number of chemical elements in the soil of the landfill is several times higher than the background ones, for example, vanadium, zirconium, aluminum, magnesium, calcium, potassium. The content of a number of chemical elements exceeds the threshold of phytotoxicity, for example, vanadium, zinc, cobalt exceeds 1.5 times. Bioindication studies have revealed the concentration of toxic trace elements in food chains that exist in biota in the study area. A noticeable increase in the content of lead, silver, titanium and zinc in plant tissues was recorded. The results on the correlation of the content of chemical elements in the soil and plants showed very low values, despite the fact that they differed in terms of different species. The results obtained with sufficient certainty indicate that additional enrichment of the soil with metals leads to their accumulation in plants.

Key words: Azgir landfill, Taysoygan landfill, salinization type, microelements, phytotoxicity, correlation coefficient.

Introduction. In the Caspian Depression on the territory of the Republic of Kazakhstan, there were two training ranges, one of which Azgir was a nuclear training ground and Taisoigan, which was used as a military training ground.

At the Azgir landfill, located in the Kurmangazy district of Atyrau region from 1966 to 1979, 17 nuclear explosions were carried out in the thickness of rock salt strata at a depth of 165 to 1,500 m using nuclear explosive techniques at the Galit facility.

The Taysoygan landfill located in the Kyzylkuginsk district of the Atyrau region began operating in 1952. This landfill was divided into three sections: the Makat site, the Taysoygan landfill and the landfill site near the village of Ushtoba.

Wastes generated as a result of the activity of these landfills are dangerous in that mobile radioelement can migrate and become involved in the biological cycle, that is, there is a big threat to the agricultural fields of pastures and therefore to rural residents who consume water and use agricultural products.

The composition of water-soluble salts migrating in the soil and weathering crust is limited by a relatively small number of chemical compounds. These are sodium, calcium, magnesium and potassium salts of hydrochloric, sulfuric, carbonic, silica and much less often nitric acid. Water soluble salts have a great effect on plants and soil properties. The presence of salts has a great effect on plants and soil properties. The presence of salts causes an increase in the osmotic pressure of the soil solution. Salts have toxic effects on plants, disrupt metabolism, make it difficult for plants to absorb nutrients from the soil, and cause a decrease in yield and deterioration in the quality of agricultural products [1]. Under the

influence of sodium and magnesium chlorides, the absorption of calcium and iron by plants decreases 3 times, phosphorus and manganese 2 times, SO₄, SiO₂ 1.5 times.

Methods. A comprehensive research method was used in the work, including experimental and laboratory methods and the method of correlation and regression analysis. Spectral emission analysis made it possible to estimate the content of 42 chemical elements in the samples taken.

Results. The studied soils from the Azgir and Taysoygan landfills are represented by saline and highly saline soils. The degree of salinity is determined by the dry residue [2]. The concentration of salts of about 0.3-0.5% of the dry residue in the water extract inhibits the development of most cultivated plants and belongs to saline soils. Chemical studies have shown that the solids content is 0.28-0.71%, that is, the soil is saline (table 1).

Table 1 – The results of the analysis of water extracts of soils

No.	Place of selection	Dry residue	Cl ⁻ meq / 100g	SO ₄ ²⁻ meq / 100g	HCO ₃ ⁻ meq / 100g	Ca ²⁺ meq / 100g	Mg ²⁺ meq / 100g	Na ⁺ meq / 100g
1	Taysoygan	0,28-0,52	1,5-5	0,2-0,4	0,6-1,0	0,08-1,2	0,8-1,4	0,9-3,8
2	Azgir	0,22-0,71	0,3-2,5	1,03-7,41	0,2-1,2	0,4-2,3	0,5-7,8	0,08-5,9

Along with determining the degree of salinity, the type of salinity was also established (table 2). According to the composition of the anions of the soil, they belong to the sulfate-soda-chloride type.

Table 2 – Sulphate-soda-chloride composition of water extract of soils

Place of selection	$\frac{Cl^-}{SO_4^-} > 1$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^- + SO_4^-} - (0.1 - 0.6)$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^-} < 1$	$\frac{HCO_3^-}{SO_4^-} < 1$
Taysoygan	7,5-20,0	0,15-0,47	0,13-0,4	1,25-5,0
Azgir	0,25-0,33	0,12-0,15	0,48-0,66	0,16-0,19

It should be noted a very high content of toxic chlorides from 0.3 to 5.2 meq / 100g. According to the composition of cations, the studied soil belongs to the magnesium-sodium type of salinization (table 3).

The average content of HCO₃⁻ is in the range of 0.6-1.0 meq/100 g; SO₄²⁻ 0.2-0.4 meq/100g; Ca²⁺ - 0.6-1.2 meq / 100 g; Mg²⁺ - 0.8-1.6 meq/100 g; Na⁺ - 0.9-3.8 meq/100 g [3].

Table 3 – Magnesium-sodium type of salinization according to the composition of cations

Place of selection	$\frac{Na^+}{Ca^{++}+Mg^{++}}$	$\frac{Ca^{++}}{Mg^{++}} < 1$	$\frac{Na^+}{Ca^{++}} > 1$	$\frac{Na^+}{Mg^{++}} > 1$	$\frac{Mg^{++}}{Ca^{++}} > 1$
Taysoygan	0,5-1,67	0,5-1,0	1,1-3,1	1,1-3,9	1,0-2,0
Azgir	0,08-0,58	0,29-0,8	0,2-2,56	0,146-0,75	1,25-3,4

From an environmental point of view, not the average, and often even more important, values may be not the average values of the content of toxic elements in plants, but their maxim observed at individual points or sections of the territory. Animals that feed on vegetation in such areas for even a short time may receive an excessive amount of toxic elements and in turn, accumulate them in their tissues and organs.

The data from tables 4 and 5 show that the content of a number of chemical elements in the plants of landfills in many cases exceeds the thresholds of toxic effects on animals [4].

The content of vanadium, zirconium, aluminum, magnesium, calcium, potassium in the soil of the landfill is higher than in the background areas by about 8 times. Soil contamination with these elements is recorded in a two-kilometer strip adjacent to the border of the Azgir landfill. Thus, the maximum contents of titanium, manganese, magnesium, lead, nickel, copper, cobalt, strontium, silver, phosphorus and molybdenum recorded in the landfill significantly exceed the toxicity threshold [5].

Table 4 – Comparison of elements of the composition of vegetation at the Azgir landfill and in the background areas (in mg/kg of dry weight)

No.	Element	At the test site (n = 65)				In the background territories (n = 27)				$\frac{x_n}{x_\phi}$	Student criterion
		Cp (X _n)	σ	Min	Max	Cp (X _n)	σ	Min	Max		
1	Silicon	9604,2	91094	1120	5220	7135,2	4938,5	200	20850	1,4	1,7
2	Aluminum	846,49	1220	40	8352	416,6	251,9	10	1165	2,1	2,7
3	Magnesium	2017,8	1339,5	244,5	5444	2138,9	1350,5	100	5526	0,9	0,4
4	Calcium	4590,1	4123,9	405,5	2049	5064,1	3595	200	14440	0,9	0,4
5	Iron	662,94	1014,6	26	6264	396,9	315,6	25	1312	1,7	1,9
6	Manganese	41,91	50,26	4	239,1	44,7	31,9	1	100	0,9	0,3
7	Nickel	2,328	3,983	0,2	23,9	1,41	1,22	0,01	5,82	1,7	1,7
8	Cobalt	0,7923	1,4236	0,01	8,352	0,424	0,456	0,01	1,87	1,9	1,9
9	Vanadium	2,889	5,327	0,1	41,76	1,72	1,71	0,02	7,5	1,7	1,6
10	Chromium	5,995	11,63	0,2	68,32	3,1	2,16	0,05	9,37	1,9	1,9
11	Molybdenum	0,846	0,984	0,14	5,045	0,54	0,854	0,964	2,77	1,1	0,4
12	Zirconium	13,025	8,825	1	51,24	11,48	6,62	0,5	29,52	1,1	0,9
13	Copper	14,087	13,449	0,83	68,32	13,76	10,55	0,25	41,9	1,0	0,3
14	Lead	1,9447	2,8593	0,01	1708	1,6	1,64	0,015	7,5	1,2	0,7
15	Silver	0,0735	0,0851	0,007	0,451	0,0401	0,053	0,003	0,28	1,5	2,0
16	Zinc	9,2060	7,9692	1	36,14	6,53	5,15	0,2	20,58	1,4	1,9
17	Tin	0,2157	0,3535	0,01	2088	0,185	0,21	0,01	0,75	1,2	0,5
18	Lithium	2097,3	1,9330	0,662	10,44	2,59	2,06	0,35	5622	1,1	0,8
19	Strontium	45,987	83,313	0,01	5202	67	73,07	0,01	320,6	0,7	1,2

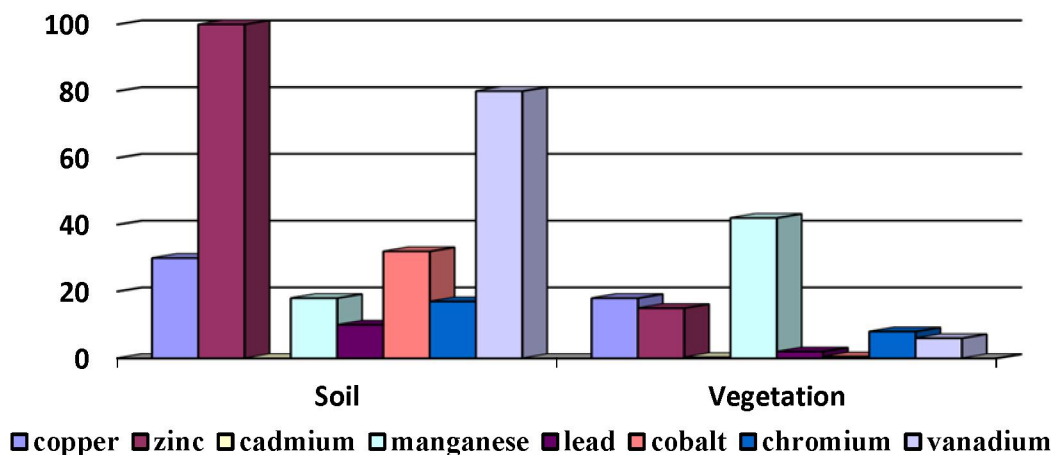
Table 5 – Comparison of vegetation composition elements at Taysoygan landfill and in the background areas (in mg/kg of dry weight)

No.	Element	At the test site (n = 65)			In the background territories (n = 27)			$\frac{x_n}{x_\phi}$	Student criterion
		Cp (X _n)	σ	Min	Max	Cp (X _n)	σ		
1	Iron	365	10	600	390	50	1500	0,93	1,9
2	Manganese	29,9	0	120	38,2	25	60	0,78	0,3
3	Cobalt	0,125	0,05	0,38	0,17	0,05	0,23	0,74	1,9
4	Molybdenum	1,56	0,3	4,2	1,35	0,3	2,7	0,29	0,3
5	Copper	1,5	0	6,0	5,1	0,9	27	0,29	0,3
6	Lead	1,05	0,3	3,65	0,16	0,02	0,4	6,56	0,7
7	Zinc	13,8	4,0	57	15,68	6,0	31,0	0,88	1,9
8	Tin	0,39	0	0,8	0,22	0	0,5	1,8	0,5
9	Cadmium	0,42	0,08	1,66	0,12	0,02	0,29	3,5	2,1

Bioindication studies revealed a significant infection of the territory of the Azgir landfill with a number of toxic chemical elements and found their migration from soil to plants and further to herbivores, in which the concentration of pollutants was noted, which could cause disease in the population. An increase in the content of lead, titanium, zinc and other heavy metals in the tissues of farm animals was recorded [6].

In order to assess the degree of environmental hazard and pollution detected, the concentrations of elements taking place were compared with average norms, as well as threshold ones with respect to toxic

effects on living organisms. The maximum concentrations of cobalt, vanadium, chromium, molybdenum, zinc and strontium, and even average concentrations exceed the phytotoxicity thresholds “in accordance with figure”. Thus, the average vanadium content in the soils of the landfill (79 mg / kg) is more than 1.5 times higher than the phytotoxicity threshold (50 mg / kg), and the maximum values of its content (100-150 mg / kg) were noted in some samples, as taken at the places where rockets fall, and background [7].



The content of heavy metals in soil and vegetation

The average zinc content in the soil of the landfill (102 mg/kg) significantly exceeds the phytotoxicity threshold (70 mg/kg), and its maximum concentration reaches 100-150 mg/kg for samples taken at the places where the winged rivers fall. With such a concentration of zinc, anemia, inhibition of oxidative processes, and plant chlorosis are possible. With respect to cobalt, it should be noted that its maximum concentrations exceed the phytotoxicity threshold at sites 1 and 4, where they reach 30 mg/kg. The content of molybdenum and zirconium did not statistically significantly differ in the samples taken at the places where different types of missiles fell, and in the background samples, not reaching the phytotoxic limit in the case of molybdenum [8].

Particular attention should be paid to strontium. In terms of average content (109 mg/kg), it does not exceed either the normal concentration in soils or the phytotoxicity threshold (600 mg/kg). However, this element is completely absent (or rather, its content is below the detection threshold of 10 mg/kg in soils in the background areas. Therefore, its increased content at the landfill is quite obviously due to technogenic factors. In addition, the strontium content in the soil significantly exceeds the phytotoxicity threshold (600 mg/kg) reaching 1000, 1500 and even 2000 mg/kg. It should be noted that strontium content in soils in an amount of more than 600 mg / kg can lead to human disease, and concentrations above 1000 mg/kg cause rickets and bone fragility at home [9].

Aluminum, magnesium, calcium and silver turned out to be on average more than in the background samples. Moreover, the greatest excess of aluminum and calcium over the background was observed at the places where air-to-ground missiles fell. The layers that are richest in calcium turn out to be carried out to the surface in funnels at the places where rockets fall. Moreover, the minimum value of silver concentration in soil samples, both taken at the places where rockets fell and background ones, is critical with respect to phytotoxicity (2 mg/kg). The iron content turns out to be approximately the same in soil samples taken at the places where the rockets fell, and in the background and on average it agrees well with the passport standard (34300 mg/kg). The content of manganese, copper and titanium at the places where rockets fall is higher than the background in cases of cruise missiles. At ethos, the average copper concentration in the samples of the triz groups turned out to be close to the passport standard (30 mg/kg), but a number of samples taken at the rocket fall sites exceeded the toxicity threshold (60 mg/kg).

Nickel, lead, tin, thallium, lithium, barium and chromium turned out to be on average more in samples taken at the places of impact of all types of missiles in general. This increase was primarily determined by cruise missiles and tactical air-to-ground missiles. The chromium content in some samples

reached the phytotoxicity threshold (75-100 mg/kg). Note that the passport standard (110 mg/kg) also exceeds the toxicity threshold. The average values of thallium content in soil samples turned out to be close to the passport data of the State Standard (13 mg/kg).

Discussion. The results of the analyzes allow us to unequivocally state that at the places of impact of various types of rockets there is a change in the chemical composition of the soil. The content of aluminum, magnesium, calcium, manganese, nickel, cobalt, titanium, chromium, copper, lead, silver, zinc, tin, lithium, and barium in soils at the places where different types of rockets fall. The places where cruise missiles fall are especially prominent, where there was an increase in the concentration of all these elements [10].

It must be emphasized that the concentration of vanadium in some samples exceeded the toxicity threshold, the same was characteristic of the concentration of chromium; a number of samples taken at the places of impact of different types of missiles are already the minimum silver concentration for soil samples are critical in terms of toxicity, and are very distinguished by the silver content of the soil in the places of the fall of tactical missiles: both in the places of the fall of the missiles and background, the toxic level for zinc.

Plant samples were also analyzed. The minimum, maximum and average values and standard deviation of the concentration of each of the elements in the composition of plant samples from the polygons were obtained. The element content in samples of each group was averaged for all collected plant species [11].

The concentrations of silicon, aluminum, magnesium, calcium, manganese in the vegetation of the Azgir range do not exceed the norm, however, a number of background samples and samples taken at the places where cruise missiles fell, exceeded the threshold toxicity (70 mg/kg dry matter). The same was characteristic of nickel: the average values were within the range of norm, but some background samples taken at the places where cruise missiles fell exceeded the toxicity threshold (6.7 mg/kg of dry weight). A similar result was obtained for cobalt, where some samples exceeded the toxicity threshold (2 mg/kg of dry weight). The titanium content was within normal limits (up to 380 mg/kg of dry weight). For vanadium and chromium, as well as zirconium and molybdenum, the average concentration values were within normal limits, but a number of background samples and samples from rocket fall sites exceeded the threshold concentration toxicity. The copper content, on average, corresponded to the norm, however, some background samples and samples from the rocket fall sites exceeded the threshold toxic concentration (25 mg/kg of dry weight). The threshold concentration toxicity for lead (5 mg/kg of dry weight) was likewise exceeded. The average silver concentration in the dry matter of the landfill plants exceeded the threshold toxic concentration (0.2 mg/kg). Zinc concentrations in some background samples exceeded the upper threshold level (100 mg/kg). The concentration of tin remained within normal limits (up to 5 mg/kg). The concentration of strontium in the vegetation of the landfill did not reach a toxic level (100 mg/kg).

The data presented make it possible to assume that the increased content of the majority of identified micro- and microelements in the soil accumulation horizon of the landfill can lead to further migration of these elements into plants and further into animals that feed on them and their accumulation in these organisms. From plants and domestic animals, toxic elements can enter human food and lead to the appearance of diseases and other negative consequences [12].

An analysis of the relationship between the content of chemical elements in soil and plants showed, firstly, very low, practically irreplacable, in general, correlation values; secondly, differences in species for this indicator. In other words, the amount of metal in the soil does not yet indicate its mandatory accumulation in the plant, and vice versa. Two random variables can be interconnected and not being in a functional relationship. This relationship is called correlation. Using extremely reliable (at the level of 0.95) values of the correlation coefficient, although not high, we are convinced that only a few elements have such a relationship: soil-wormwood ($n = 40$) - Cr ($r = \text{plus } 0.34$); ebel-soil ($n = 50$) - Mn ($r > 0.30$); Fe ($r = \text{plus } 0.28$) Zn ($r = \text{plus } 0.28$); Pb ($r = \text{plus } 0.25$); quinoa soil ($n = 35$) - correlation coefficients are close to reliable in Mn and Cr ($r = \text{plus } 0.25$).

A calculation at 20 points at which samples of all three plant species were taken confirmed the validity of the correlation for chromium in soil and plants ($r = \text{plus } 0.44$) for wormwood, for Pb ($r = \text{plus } 0.55$) for ebelek and found a new relationship - according to Sr ($r = \text{plus } 0.45$) for the quinoa [13].

Conclusion. The results obtained with sufficient certainty indicate that the additional enrichment of the soil with metals leads to their accumulation in plants. Indication of the allochthonous origin of the metal in the plant is associated with a level of $KO > 20$. The coefficient calculated for all elements made it possible to rank these elements by the degree of contamination of wormwood by them: Ag - 103, Mo - 24, Sn - 24, Zn - 20, Cu - 16.

The studied soils from the Azgir and Taysoygan landfills are represented by saline and highly saline soils with a solids content of 0.28-0.71%. The content of a number of chemical elements in plants and soil in many cases exceeds the thresholds of toxic effects on animals. The content of vanadium, zirconium, aluminum, magnesium, calcium, potassium in the soil of the landfill is higher than in the background areas by about 8 times.

**М. С. Есенаманова¹, Л. Х. Сангаджиева²,
Ж. С. Есенаманова¹, А. Е. Тлепбергенова¹**

¹Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан;

²Б. Б. Городовиков атындағы Қалмақ мемлекеттік университеті, Элиста, Қалмақ Республикасы, Ресей

ПРИКАСПИЙ ОЙПАТЫНДАҒЫ ПОЛИГОНДАР АЙМАҒЫНДА МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ КӨШІ-ҚОН БЕЛСЕНДІЛІГІ

Аннотация. Мақалада Каспий маңындағы ойпатында орналасқан Азғыр және Тайсойған полигондарының аумағында микроэлементтердің көші-қон белсенділігі талданады. Атырау облысының Құрманғазы ауданында орналасқан «Азғыр» полигонында 1966-1979 жылдар аралығында «Галит» қондырғысында 165-тен 1500 м тереңдіктегі тау тұздарының қалыңдығында ядролық жарылғыш техниканы қолдану арқылы 17 ядролық жарылыс жүргізілген. Атырау облысының Қызылқұға ауданында 1952 жылдан бастап Тайсойған полигоны жұмыс істей бастады. Бұл полигон үш бөлімге бөлінді: Мақат учаскесі, Тайсойған полигоны және Үштоба ауылының жанындағы полигон.

Полигондарда топырақ қатты тұзданумен сипатталады, ал құрғақ қалдықтағы тұздың мөлшері 0,28-0,71% құрайды. Аниондардың құрамы бойынша тұздану түріне қарай олар сульфат-сода-хлорид түріне жатады, ал катиондардың құрамы бойынша тұзданудың магний-натрий түріне жатады. Бұл жағдайда 0,3-тен 5,2 мэкв/100 г-ға дейін улы хлоридтердің өте жоғары мөлшерін атап өту керек. HCO_3^- - орташа мөлшері 0,6-1,0 мэкв/100 г аралығында; SO_4^{2-} 0,2-0,4 мэкв/100г; Ca^{2+} - 0,6-1,2 мэкв/100 г; Mg^{2+} 0,8-1,6 мэкв/100 г; Na^+ - 0,9-3,8 мэкв/100 г.

Экологиялық тұрғыдан алғанда, орташа емес, тіпті одан да маңызды мәні өсімдіктердегі улы элементтердің орташа мәндері емес, олардың жеке нүктелерінде немесе аумақтың учаскелерінде байқалатын максимумы болуы мүмкін. Полигон топырағындағы бірқатар химиялық элементтердің құрамы фондық элементтерге қарағанда бірнеше есе жоғары, мысалы, ванадий, цирконий, алюминий, магний, кальций, калий. Бірқатар химиялық элементтердің құрамы фитоулылық шегінен асады, мысалы, ванадий, мырыш, кобальт 1,5 еседен асады. Полигонның топырағындағы ванадийдің орташа мөлшері (79 мг/кг) фитоулылық шегінен (50 мг/кг) 1,5 есе жоғары, ал кейбір үлгілерде оның құрамының максималды мәні (100-150 мг/кг) жергілікті алынғандықтан байқалады. Ерекше назар стронцийге аудару керек. Орташа құрамы бойынша (109 мг/кг) ол топырақтағы қалыпты мөлшерден де, фитоулылық шегінен (600 мг/кг) аспайды. Алюминий, магний, кальций және күміс фондағы үлгілерге қарағанда орта есеппен көп болды. Зымыран құлаған жерлерде алынған топырақ сынамаларында темір мөлшері шамамен бірдей, ал фондында және орташа есеппен ол төлқұжат стандартына сәйкес келеді (34300 мг/кг). Зымыран құлаған жерлерде марганец, мыс және титанның құрамы зымырандар жағдайында өндік деңгейден жоғары. Сонымен бірге, әртүрлі тобының үлгілеріндегі мыс мөлшерінің орташа мәні паспорт стандартына жақын болды (30 мг/кг), бірақ зымыран құлаған жерлерде алынған бірқатар сынамалар уыттылық шегінен асып кетті (60 мг/кг). Никель, қорғасын, қалайы, таллий, литий, барий және хром зымырандардың барлық түрлерінің әсерінен алынған үлгілерде орташа есеппен көп болды. Бұл өсу ең алдымен зымырандармен және әуе-жердегі тактикалық ракеталармен анықталды. Кейбір үлгілердегі хром мөлшері фитоулылық шегіне жетті (75-100 мг/кг).

Биоиндикациялық зерттеулер зерттеу аймағында биотада болатын тамақ тізбектеріндегі улы микроэлементтердің мөлшерін анықтады. Өсімдік тіндерінде қорғасын, күміс, титан және мырыштың айтарлықтай өсуі тіркелді. Азғыр диапазоны өсімдіктеріндегі кремний, алюминий, магний, кальций, марганец мөлшері нормадан аспайды, алайда ракеталар құлаған жерлерде алынған бірқатар үлгілер мен сынамалар шекті

уыттылықтан асып кетті (құрғақ зат 70 мг/кг). Бұл никельге де тән болды: орташа мөндер мөлшерде болды, бірақ ракеталар құлаған жерлерде алынған кейбір үлгілер уыттылық шегінен асып кетті (құрғақ салмағы 6,7 мг/кг). Кобальтқа ұқсас нәтиже алынды, онда кейбір үлгілер уыттылық шегінен асып кетті (2 мг/кг құрғақ зат). Титанның мөлшері қалыпты шектерде болды (380 мг/кг құрғақ зат). Ванадий мен хром, сондай-ақ цирконий және молибден үшін мөлшерінің орташа мәні қалыпты шектерде болды, бірақ зымыран құлаған орындардағы фондық үлгілер мен үлгілер шекті мөлшерінің уыттылығынан асып түсті. Мыс құрамы орта есеппен мөлшерге сәйкес болды, алайда зымыран құлаған жерлердегі кейбір фондық үлгілер мен сынамаалар шекті уытты мөлшерден асып түсті (25 мг/кг құрғақ зат). Қорғасын үшін шекті мөлшеріндегі уыттылық (5 мг/кг құрғақ зат) асып кетті. Полигон өсімдіктерінің құрғақ затындағы орташа күміс шекті уытты мөлшерден асып кетті (0,2 мг/кг). Кейбір фондық үлгілердегі мырыш мөлшері жоғарғы шекті деңгейден асып кетті (100 мг/кг). Қалайы мөлшері қалыпты шектерде қалды (5 мг/кг дейін). Полигон өсімдіктеріндегі стронций мөлшері уытты деңгейге жетпеді (100 мг/кг).

Топырақтағы және өсімдіктердегі химиялық элементтердің арақатынасы туралы нәтижелер, әртүрлі түрлер бойынша ерекшеленетіндігіне қарамастан, өте төмен мөндерді көрсетті. Жеткілікті сенімділікпен алынған нәтижелер топырақты металдармен қосымша байыту олардың өсімдіктерде жиналуына әкелетіндігін көрсетеді.

Түйін сөздер: Азғыр полигоны, Тайсойған полигоны, тұздану түрі, микроэлементтер, фитоулылық, корреляция коэффициенті.

**М. С. Есенаманова¹, Л. Х. Сангаджиева²,
Ж. С. Есенаманова¹, А. Е. Тлепбергенова¹**

¹Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Казахстан;

²Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, Элиста, Республика Калмыкия, Россия

МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОЛИГОНОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Аннотация. Проведен анализ миграционной активности микроэлементов на территориях полигонов Азгир и Тайсойган, расположенных в Прикаспийской низменности. На Азгирском полигоне, расположенного в Курмангазинском районе Атырауской области в период с 1966 по 1979 годы на объекте «Галит», методами ядерно-взрывной техники было проведено 17 ядерных взрывов в толще пластов каменной соли на глубине от 165 до 1500 м. Ракетный полигон Тайсойган, расположенный в Кызылкугинском районе Атырауской области начал действовать с 1952 года. Данный полигон подразделялся на три участка: площадка «Макад», полигон «Тайсойган» и участок полигона недалеко от поселка Уштоба.

На полигонах почвы характеризуются сильной засоленностью, концентрации солей в сухом остатке составляют 0,28-0,71%. По типу засоления согласно состава анионов они относятся к сульфатно-содово-хлоридному типу, а по составу катионов к магниевно-натриевому типу засоления. При этом необходимо отметить очень большое содержание токсичных хлоридов от 0,3 до 5,2 мэкв/100г. Среднее содержание HCO_3^- - находится в пределах 0,6-1,0 мэкв/100 г; SO_4^{2-} 0,2-0,4 мэкв/100г; Ca^{2+} - 0,6-1,2 мэкв/100 г; Mg^{2+} - 0,8-1,6 мэкв/100 г; Na^+ - 0,9-3,8 мэкв/100 г.

С точки зрения экологии, не меньшее, а нередко даже большее значение могут иметь не средние величины содержания токсических элементов в растениях, а их максимумы, отмечаемые в отдельных точках или участках территории. Содержание ряда химических элементов в почве полигона в сравнении с фоновыми выше в несколько раз, например, ванадия, циркония, алюминия, магния, кальция, калия. Содержание ряда химических элементов превышают порог фитотоксичности, например, ванадия, цинка, кобальта превышает до 1,5 раза. Среднее содержание ванадия в почвах полигона (79 мг/кг) более в 1,5 раза выше порога фитотоксичности (50 мг/кг), а максимальные значения его содержания (100-150 мг/кг) отмечены в некоторых пробах как взятых на местах падения ракет, так и фоновых. Особое внимание следует обратить на стронций. По среднему содержанию (109 мг/кг) он не превышает ни нормальной концентрации в почвах, ни порога фитотоксичности (600 мг/кг). Алюминия, магния, кальция и серебра оказалось в среднем больше, чем в фоновых пробах. Содержание железа оказывается примерно одинаковыми в пробах почв, взятых на местах падения ракет, и в фоне и в среднем хорошо согласуется с паспортным стандартом (34300 мг/кг). Содержание марганца, меди и титана на местах падения ракет превышает фоновое в случаях крылатых ракет. При этом средние значения концентрации меди в пробах разных групп оказались близкими к паспортному стандарту (30 мг/кг), но ряд проб, взятых на местах падения ракет дал превышение порога токсичности

(60 мг/кг). Никеля, свинца, олова, таллия, лития, бария и хрома оказалось в среднем больше в пробах, взятых на местах падения всех типов ракет в целом. Это увеличение определялось в первую очередь крылатыми ракетами и тактическими ракетами «воздух-земля». Содержание хрома в некоторых пробах достигало порога фитотоксичности (75-100 мг/кг).

Биоиндикационные исследования выявили концентрирование токсичных микроэлементов в цепях питания, существующих в биоте в районе исследований. Зарегистрировано заметное увеличение содержания свинца, серебра, титана и цинка в тканях растений. Концентрации кремния, алюминия, магния, кальция, марганца в растительности полигона Азгир не превышают нормы, однако ряд фоновых проб и проб, взятых в местах падения крылатых ракет, дал превышение пороговой токсичности (70 мг/кг сухого вещества). То же было характерно и для никеля: средние значения находились в пределах нормы, но некоторые фоновые пробы, взятые на местах падения крылатых ракет дали превышение порога токсичности (6,7 мг/кг сухого вещества). Аналогичный результат был получен и для кобальта, где некоторые пробы дали превышение порога токсичности (2 мг/кг сухого вещества). Содержание титана было в пределах нормы (до 380 мг/кг сухого вещества). Для ванадия и хрома, а также циркония и молибдена средние значения концентрации лежали в пределах нормы, но ряд фоновых проб и проб с мест падения ракет дал превышение пороговой токсичности концентрации. Содержание меди, в среднем соответствовало норме, однако некоторые фоновые пробы и пробы с мест падения ракет дали превышение пороговой токсической концентрации (25 мг/кг сухого вещества). Аналогично превышалась пороговая токсичность концентрации для свинца (5 мг/кг сухого вещества). Средние значения концентрации серебра в сухом веществе растений полигона дали превышение пороговой токсической концентрации (0,2 мг/кг). Концентрации цинка в некоторых фоновых пробах превысили верхний пороговый уровень (100 мг/кг). Концентрация олова оставались в пределах нормы (до 5 мг/кг). Концентрация стронция в растительности полигона не достигала токсического уровня (100 мг/кг).

Результаты по корреляции содержания химических элементов в почве и растениях показали очень низкие значения, при том, что они различались по показателям у разных видов. Полученные результаты с достаточной определенностью говорят о том, что дополнительное обогащение почвы металлами приводит к их накоплению в растениях.

Ключевые слова: полигон Азгир, полигон Тайсойган, тип засоления, микроэлементы, фитотоксичность, коэффициент корреляции.

Information about authors:

Yessenamanova M., candidate of Technical Sciences, Kh.Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan; mansiya.73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5423-2857>

Sangajieva L., doctor of Biological sciences, professor (Russia), professor of the department "General chemistry" of B.B. Gorodovikov Kalmyk State University, Elista, Republic of Kalmykia, Russian Federation; chalga_ls@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9224-5421>

Yessenamanova Zh., master of Engineering and Technology "Applied ecology", doctoral candidate of the PhD "Ecology" of Kh.Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan; zhanyessen@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-3868-4092>

Tlepergenova A., candidate of Pedagogical Sciences "Pedagogy, history of education and ethnopedagogy", Kh.Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan; anar_2808@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7373-8944>

REFERENCES

- [1] Akhmedenov K.M., Iskaliev D.Zh., Akhmedenova S.G. (2013) Factors of the Spring Waters Formation and the Evolution of Spring Areas of West Kazakhstan // Life Science Journal. 10 (12s) <http://www.lifesciencesite.com/>
- [2] Environmental Monitoring of the North-East Caspian Sea during Development of NCOC N.V. Oil Fields in the Period 2006- 2016. Almaty: NCOC N.V., KAPE, 2018. ISBN 978-601-332-146-2
- [3] Kalimanova D.Zh., Kalimukasheva A.D., Kubasheva J.A., Nazhetova A.A. (2019) Features of hydrochemical and geochemical indicators of the North-eastern part of the Caspian sea (zones, oil and gas fields of the Kazakhstan sector) // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. 1 (433): ISSN 2224-5286 <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1491.4>
- [4] Mamedova S. (2019) Environmental assessment of the lankaran zone soils [Jekologicheskaja ocenka pochv lenkoranskoj zony] // Sciences about the earth. Vol. 5 (4): 175-183. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/21> (in Russ.).

[5] Salikhov T.K., Gumilyov L.N. (2017) The current state of soil fertility geoecosystems the West Kazakhstan // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2(422): 252 –256. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print).

[6] Salikhov T.K., Gumilyov L.N. (2017) The field studies and monitoring soil on the territory of the planned state nature reserve "Bokeyorda" West Kazakhstan region // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 4(424): 258 – 269. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print).

[7] Mustafaev Zh.S., Kozykeeva A.T., Zhanymkhan K., Aldiyarova A.E., Mosie Józef (2019) The methods of assessment of maximum allowable impacts ecologically on small rivers // N E W S OF News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2(434): 30 – 38. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.35>

[8] Nadirov K.S., Cherkaev G.V., Chikhonadskikh E.A., Makkaveeva N.A., Sadyrbaeva A.S., Orymbetova G.E. (2018) Analysis of influence of emissions of harmful substances with exhaust gases of marine dual fuel internal combustion engine on the environment and human health // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. 6 (432): ISSN 2224-5286 <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491.36>

[9] Sainova G.A., Akbasova A.D., Abdikarim G.G., Kalieva N.A., Ali Ozler Mehmet 2019 Environmental monitoring on the landfill of solid domestic wastes of the town Kentau // News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 1(433): 57 – 62. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.6>

[10] Vasiliev O.A., Semenov V.G., Yuldashbayev Yu.A., Baimukanov D.A., Aubakirov Kh. A. 2018 Soil cover of the "Zaovrazhny" micro-district, Cheboksary, and its ecological state //News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 3(430): 74 – 78. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print).

[11] Sangadzhieva L.H. (2004) Trace elements in the landscapes of Kalmykia and biogeochemical zoning of its territory. Jelista [Mikrojelementy v landshaftah Kalmykii i biogeohimicheskoe rajonirovanie ee territorii] 30-69. (in Russ.) ISBN 5-94587

[12] Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Sendilvelan S., Zhumakanova A.S., Abildin T.S., Zhussupova A.K., Amangeldi M.B. (2018) //News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 3(429): 20 – 29. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print).

[13] Kasimov N.S., Gennadiev A.N., Kasatenkova M.S., Lychagin M.Y., Kroonenberg S.B. & Koltermann P. (2012) Geochemical Changes in the Caspian Salt Marshes Due to the Sea Level Fluctuations. Earth Science Research. Vol. 1. N 2; ISSN 1927-0542 E-ISSN 1927-0550 <http://dx.doi.org/10.5539/esr.v1n2p262>