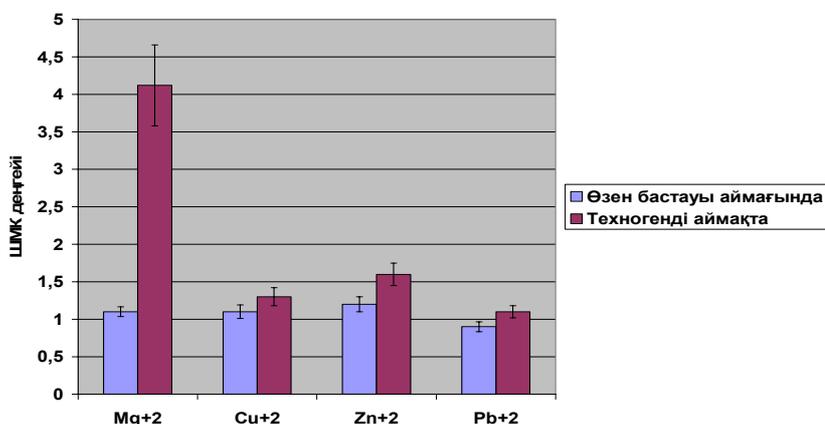
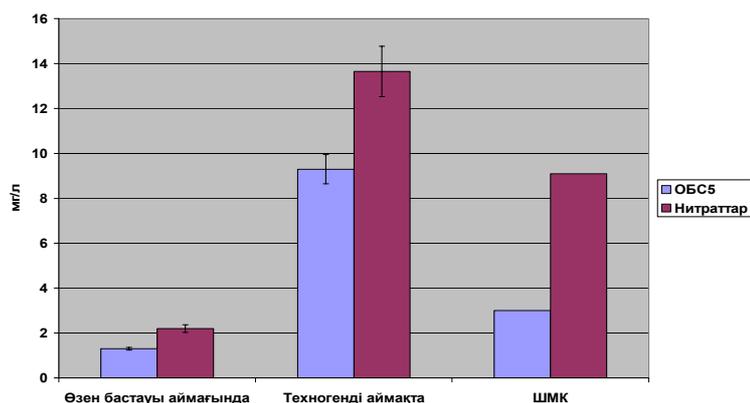


Өзен суының ластану динамикасы жыл бойында бірдей емес. Көктемгі және жазғы айларда ластаушы заттардың концентрациясы 5-6 есеге дейін көтеріліп, күзгі және қысқы айларда қайта төмендеп отырады. Дегенмен, бұл құбылмалыққа қарамастан, техногендік аймақта орналасқан өзен арнасындағы су ортасының ластану дәрежесі айтарлықтай жоғары. Осыған орай, бұл аймақтағы су ортасын мекендейтін гидромакрофиттік өсімдіктер қауымдастығының түрлік құрамы да өзгеше.

Өзен гидрофитоценозына жүргізілген флористикалық талдау нәтижелері, аталған су ортасындағы өсімдіктер қауымдастығының ерекше түрлік құрамын көрсетті. Макрофиттік өсімдіктердің 17 тұқымдастарға жататын 22 басым түрлері анықталды.



1 сурет – техногенді аймақтағы су ортасының минералды ластану дәрежесі



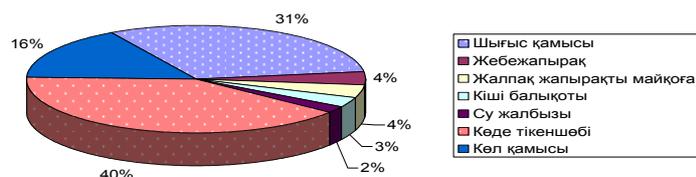
2 сурет – техногенді аймақтағы су ортасының органикалық ластануы мен биохимиялық үрдістердің қарқындылығы (ОБС₅)

Машат өзеніндегі гидрофитоценоздың түрлік құрамы, өзен бастауынан Арыс өзеніне құятын атырауына дейін күрт өзгереді:

1. өзеннің таза сулы аймағында, таулы өзендерге тән көпжапырақты сарғалдақ (*Ranunculus polyphyllus* Waldst. et Kit.), батпақ қалтагүлі (*Calpha palustris* L.), сірне және бұлақ бөденешөптері (*Veronica beccabunga* L., *Veronica anagallis-aguatica* L.), гмелин сарғалдағы (*Ranunculus gmelini* DC) доминантты өсімдіктер қауымдастығынан құралған;

2. өзеннің техногенді ластанған арнасындағы гидрофитоценозын шығыс қамысы (*Phragmitis australis* Train), су жалбызы (*Mentha aquata* L.), көл қамысы (*Scirpus lacustris* L.), кәдімгі жебежапырақ (*Sagittaria sagittifolia* L.), жалпақжапырақты май қоға (*Typha latifolia* L.), көде тікеншөбі (*Scolochloa festucacea* Link.) және кіші балықотынан (*Lemna minor* L.) тұратын доминанттық түрлер топтамасы құрайды (3 сурет).

Екінші топтаманы құрайтын өсімдік түрлері органикалық ластану дәрежесі жоғары және биохимиялық үрдістердің жүру динамикасы қарқынды су ортасын индикациялайды.



Сурет 3 - Машат өзенінің жоғары дәрежелі ластанған арнасындағы гидромакрофиттік өсімдіктер қауымдастығының түрлік құрамы

Анықталған доминантты топтамада сизаротәріздес сужелкен (*Sium. sizaroideum DC.*), қосмекенді таран (*Polygonum. amphibium L.*), сірне бөденешөбі (*V. beccabunga L.*) және бұйра шылаң (*Potamogeton crispus L.*) сияқты өсімдіктер кірме түрлер ретінде кездесті, ұшырасу жиілігі Друде шкаласы бойынша «Sol»- бірен – саран және «Un»- жеке дара болып сипатталды.

Сонымен, жүргізілген зерттеу нәтижелерінде су өсімдіктерінің 17 тұқымдастарына жататын 22 түрден құралған қауымдастық анықталды. Техногендік жүктеменің артуына байланысты, Машат өзенінің ластану дәрежесі әртүрлі арналарында басым түрлерден құралған ерекше қауымдастықтар орнык

Резюме

Флористическими исследованиями гидрофитоценоза реки Машат установлено, что, загрязненность воды существенно влияет на видовое разнообразие растительных сообществ.

Summary

Floristic researches of specific structure water plants the rivers Mashat were established that pollution waters essentially influences on specific variety of vegetative communities.

УДК 58.04 (574.25)

Огарь Н.П.¹, Леонова Ю.М.²

АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ И ПОЧВОЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОСТОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. ПАВЛОДАРА

(¹ТОО «ЦДЗ и ГИС «Терра»,

²Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова)

Приводятся результаты исследования содержания тяжелых металлов (Ti, Mn, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr) в почвенных и растительных (*Agropyron pectiniforme Roem. et Schult.*) пробах, собранных в зоне влияния предприятий восточной промышленной зоны г. Павлодара.

Среди крупных промышленных центров Казахстана Павлодар является одним из самых загрязненных [1,2] вследствие функционирования ведущих предприятий региона - Павлодарского алюминиевого (ПАЗ, или АО «Алюминий Казахстана»), нефтеперегонного заводов (ПНПЗ), ТЭЦ-1,2,3, Аксуского завода ферросплавов (АЗФ), Аксуской электростанции (АГРЭС), а также работавших ранее тракторного (сейчас на его базе - АО «Кастинг» - переплавка стали) и химического заводов [3,4,5].

Тяжелые металлы (ТМ) поступают в окружающую среду большей частью путем техногенного рассеяния. Отличие их от многих других загрязняющих веществ в том, что к ним в принципе неприменимо понятие «самоочищение». В итоге всех процессов миграции и рассеяния происходит необратимое увеличение концентраций ТМ во всех природных средах, т.е. их загрязнение [1], значительно изменяющее естественный химический состав почв и растений.

Растительность, как физиономический компонент экосистем, является хорошим индикатором различных видов воздействия. Кроме того, растения аккумулируют продукты химических выбросов, в том числе и ТМ, выполняя при этом роль буфера и детоксиканта. Влияние избытка металлов на растения может быть прямым (накопление поллютантов непосредственно в растении), и косвенным (через негативное воздействие ТМ на состав, свойства почвы и ее плодородие) [6].

Для биоты не все металлы одинаково опасны. Наиболее токсичными для растений являются Hg, Cu, Ni, Pb, Co и Cd [7]. Многие исследователи [7,8,9,10,11] полагают, что ТМ по органам растений распределяются по акропетальному типу (корни > наземные части растений). При изменении условий окружающей среды, вида растения и металла, являющегося загрязнителем, эта последовательность может стать иной.

Распределение химических элементов в почвенном покрове отображает процессы загрязнения во всех геосферах. А так как скорость миграции вещества здесь значительно ниже, чем в других средах, то почвенный состав отражает длительные процессы загрязнения, вызванные производственной деятельностью промышленных предприятий. Многие исследователи в своих работах отмечают, что для техногенных территорий, независимо от типа почв, характерна приуроченность максимальных концентраций ТМ к верхнему почвенному горизонту, непосредственно контактирующему с приземным слоем атмосферы (до 10-20см) [1,12,13].

Исследования по оценке загрязнения растительности проводились в промышленной зоне в радиусе 50 км от границы г. Павлодара. В данной работе приводятся результаты исследований территории воздействия предприятий восточной промзоны города. Пробы почв и растений для химических анализов отбирались в 2006г на различных расстояниях от АО «Аллюминий Казахстана» (ПАЗ) и ТЭЦ-1 (таблица1,2) согласно стандартным методическим рекомендациям [14,15]. Точки отбора проб приурочены к преобладающим растительным сообществам, в которых сделаны детальные геоботанические описания, включая оценку флористического состава, эколого-биоморфологическую характеристику отдельных видов, вертикальную и горизонтальную структуру. Определение содержания элементов в почве и растениях осуществлялось методом рентгенофлуоресцентного анализа (для почвы – с отжигом, для растений – с предварительным озолоением) на РФА-спектрометре «Спектроскан GF-1E» (Россия, 2000г/в). Сопоставление предельно-допустимых концентраций элементов в почве устанавливалось согласно нормативам ПДК [16,17,18] (концентрации Fe сравнивали с фоновым содержанием). В таблице 1 приводятся показатели степени загрязнения почв ТМ.

Таблица 1 - Показатели степени загрязнения почв металлами (Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr) (валовое содержание)

М О П	Глу бина, см	Валовое содержание металлов в почве (числитель – в мг/кг; знаменатель – в долях ПДК)								
		Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1*	0-5	$\frac{2970}{0,59}$	$\frac{52}{1,04}$	$\frac{481}{0,32}$	20610	$\frac{26}{0,57}$	$\frac{22}{0,55}$	$\frac{42}{0,42}$	$\frac{26}{1,3}$	$\frac{253}{0,51}$
	10-15	$\frac{3254}{0,65}$	$\frac{65}{1,3}$	$\frac{550}{0,37}$	22668	$\frac{31}{0,69}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{43}{0,43}$	$\frac{18}{0,9}$	$\frac{237}{0,47}$
2*	0-5	$\frac{3383}{0,68}$	$\frac{88}{1,76}$	$\frac{472}{0,31}$	31028	$\frac{30}{0,67}$	$\frac{26}{0,65}$	$\frac{64}{0,64}$	$\frac{46}{2,3}$	$\frac{245}{0,49}$
	10-15	$\frac{2977}{0,6}$	$\frac{113}{2,26}$	$\frac{560}{0,37}$	25576	$\frac{34}{0,76}$	$\frac{22}{0,55}$	$\frac{72}{0,72}$	$\frac{44}{2,2}$	$\frac{259}{0,52}$
3*	0-5	$\frac{3361}{0,67}$	$\frac{78}{1,56}$	$\frac{536}{0,36}$	25718	$\frac{32}{0,71}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{54}{0,54}$	$\frac{26}{1,3}$	$\frac{245}{0,49}$
	10-15	$\frac{3281}{0,66}$	$\frac{61}{1,22}$	$\frac{497}{0,33}$	27622	$\frac{33}{0,73}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{44}{0,44}$	$\frac{20}{1}$	$\frac{231}{0,46}$
4*	0-5	$\frac{2275}{0,46}$	$\frac{65}{1,3}$	$\frac{363}{0,24}$	16236	$\frac{19}{0,42}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{25}{0,25}$	$\frac{15}{0,75}$	$\frac{268}{0,54}$
	10-15	$\frac{2458}{0,49}$	$\frac{58}{1,16}$	$\frac{528}{0,35}$	17749	$\frac{25}{0,56}$	$\frac{20}{0,5}$	$\frac{40}{0,4}$	$\frac{16}{0,8}$	$\frac{241}{0,48}$
5*	0-5	$\frac{3408}{0,68}$	$\frac{86}{1,72}$	$\frac{570}{0,38}$	24542	$\frac{29}{0,64}$	$\frac{29}{0,73}$	$\frac{73}{0,73}$	$\frac{25}{1,25}$	$\frac{220}{0,44}$
	10-15	$\frac{3289}{0,66}$	$\frac{64}{1,28}$	$\frac{524}{0,35}$	22368	$\frac{29}{0,64}$	$\frac{29}{0,73}$	$\frac{47}{0,47}$	$\frac{14}{0,7}$	$\frac{240}{0,48}$

6*	0-5	$\frac{3059}{0,61}$	$\frac{65}{1,3}$	$\frac{452}{0,3}$	19940	$\frac{22}{0,49}$	$\frac{22}{0,55}$	$\frac{41}{0,41}$	$\frac{15}{0,75}$	$\frac{252}{0,5}$
	10-15	$\frac{2682}{0,54}$	$\frac{54}{1,08}$	$\frac{465}{0,31}$	19712	$\frac{27}{0,6}$	$\frac{27}{0,68}$	$\frac{34}{0,34}$	$\frac{11}{0,55}$	$\frac{257}{0,51}$
7*	0-5	$\frac{2708}{0,54}$	$\frac{60}{1,2}$	$\frac{430}{0,29}$	18600	$\frac{21}{0,47}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{28}{0,28}$	$\frac{15}{0,75}$	$\frac{285}{0,57}$
	10-15	$\frac{2935}{0,59}$	$\frac{62}{1,24}$	$\frac{455}{0,3}$	18728	$\frac{22}{0,49}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{30}{0,3}$	$\frac{18,0}{0,9}$	$\frac{271}{0,54}$
8*	0-5	$\frac{4155}{0,83}$	$\frac{112}{2,24}$	$\frac{1012}{0,67}$	27458	$\frac{32}{0,71}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{87,0}{0,87}$	$\frac{23,0}{1,15}$	$\frac{218}{0,44}$
	10-15	$\frac{4483}{0,9}$	$\frac{83}{1,66}$	$\frac{878}{0,59}$	23916	$\frac{33}{0,73}$	$\frac{22}{0,55}$	$\frac{58,0}{0,58}$	$\frac{19,0}{0,95}$	$\frac{223}{0,45}$
Ф О Н	0-5	$\frac{3059}{0,61}$	$\frac{57}{1,14}$	$\frac{466}{0,31}$	19948	$\frac{28}{0,62}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{34}{0,34}$	$\frac{22}{1,1}$	$\frac{223}{0,45}$
	10-15	$\frac{2920}{0,58}$	$\frac{60}{1,2}$	$\frac{411}{0,27}$	17970	$\frac{25}{0,56}$	$\frac{21}{0,53}$	$\frac{26}{0,26}$	$\frac{16}{0,8}$	$\frac{225}{0,45}$
ПДК, мг/кг		5000	50	1500	-	45	40	100	20	500

Условные обозначения: МОП – место отбора проб (1* - 0,5км восточнее ТЭЦ-1; 2* - 0,5км западнее ТЭЦ-1; 3* - 1км южнее ТЭЦ-1 или юг ПАЗ 2км; 4* - 5км южнее ПАЗ; 5* - 5км севернее ПАЗ; 6* - 10км восточнее ПАЗ; 7* - 11км южнее ТЭЦ-1 или восток АГРЭС 18 км; 8* - 20км западнее ПАЗ или север АЗФ 12км и север АГРЭС 10км; ФОН – 50км восточнее г. Павлодара)

Данные аналитического обследования почвы исследуемой территории свидетельствуют о ее загрязнении хромом (Cr) и свинцом (Pb). Диапазон концентраций Cr - от 1,04 (1*) до 2,24 ПДК (8*) в слое почвы 0-5см и от 1,08 (6*) до 2,26 ПДК (2*) в слое 10-15см (в фоновых пробах - 1,14 и 1,2 ПДК соответственно). Содержание Pb – от 0,75 (4*,6*,7*) до 2,3 ПДК (2*) в слое почвы 0-5см и от 0,55 (6*) до 2,2 ПДК (2*) в слое 10-15см, при фоновых значениях в 1,1 и 0,8 ПДК. Значительные концентрации Cr (и Fe, см. далее), скорее всего, связаны с деятельностью АЗФ, а превышение ПДК по Pb, видимо, с выхлопными газами автотранспорта.

В почвенных пробах отмечены высокие концентрации железа (Fe) (максимально – 31028 (2*) в слое почвы 0-5см и 27622мг/кг (3*) в слое 10-15см при фоновых концентрациях в 19948 и 17970мг/кг соответственно). Для титана (Ti) (при фоновых концентрациях в 0,61 и 0,58 ПДК) максимум составляет 0,83 и 0,9 ПДК (8*, 0-5 и 10-15см); для Zn – 0,87 (8*, 0-5см) и 0,72 ПДК (2*, 10-15см) (фон – 0,34 и 0,26 ПДК соответственно); максимальное содержание никеля (Ni) составляет 0,71 (3*,8*, 0-5см) и 0,76 ПДК (2*, 10-15см) при фоновых значениях 0,62 и 0,56 ПДК; меди (Cu) – 0,73 ПДК (5*, 0-5 и 10-15см) (фон - 0,53 ПДК).

Максимальные концентрации марганца (Mn) – 0,67 и 0,59 ПДК (8*, 0-5 и 10-15см), стронция (Sr) – 0,57 и 0,54 ПДК (7*, 0-5 и 10-15см).

Таким образом, максимальные концентрации металлов в почве отмечаются в пробах, отобранных: в 0,5км к западу от ТЭЦ-1 (Pb полностью; Fe – в слое почвы 0-5см; Cr, Ni, Zn – в слое 10-15см); в 20 км к западу от ПАЗ (Ti и Mn - полностью; Cr, Ni (и 3*), Zn – в слое почвы 0-5см); в 1км к югу от ТЭЦ-1 (Ni – в слое почвы 0-5 см (и 8*); Fe – в слое 10-15см); в 5км на север от ПАЗ (Cu полностью); в 11км южнее ТЭЦ-1 – Sr полностью. Минимальные – в пробах, отобранных: в 5км южнее ПАЗ (Fe, Ti, Cu – полностью; Pb, Mn, Ni, Zn – в слое почвы 0-5см); в 11км южнее ТЭЦ-1 (Pb, Cu (и 4*) – в слое почвы 0-5см и Mn, Ni, Zn – в слое 10-15см); в 20 км к западу от ПАЗ (Cu в слое почвы 0-5см (и 3*,7*), и Sr полностью); в 10км восточнее ПАЗ (Cr в слое почвы 10-15см и Pb полностью); в 0,5км восточнее ТЭЦ-1 (Cr в слое 0-5см).

Для оценки загрязнения территории нами отбирались подземные и наземные части *Agropyron pectiniforme Roem. et Schult.* – пырея гребневидного, поскольку сообщества с участием этого дерновинного злака имеют широкое распространение на территории наших исследований. Пырей гребневидный может быть отнесен к сорным видам, поскольку является дигрессионно-активным и быстро занимает свободные ниши на деградированных участках, в то же время это ценное кормовое растение. В сообществах он часто доминирует или выступает в роли субдоминанта, поэтому может служить надежным индикатором загрязнения. В таблице 2 – содержание (мг/кг) тех же металлов в растительных пробах и коэффициент биологического поглощения (КБП) A_x , который определяли по формуле /19/:

$$A_x = \frac{l_x}{n_x} = \frac{\text{содержание элемента } x \text{ в золе растения}}{\text{содержание элемента } x \text{ в почве}}$$

(усредненное содержание ТМ в почве рассчитано для каждой пары проб (0-5см и 10-15см) (из таблицы 1)).

Для всех рассмотренных элементов наблюдается большее накопление их подземными, чем наземными частями растений (за исключением четырех проб – 2* и 8* – для Ni, 8* – для Sr, для Cr – фон). Разница между содержанием металлов в подземных и наземных частях для некоторых из рассматриваемых элементов незначительна, а для других составляет несколько десятков раз.

При анализе содержания металлов в наземной и подземной частях пырея выявлено, что коэффициент биологического поглощения (КБП) A_x Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Pb и Sr невысок, поэтому можно считать, что пырей эти элементы аккумулирует слабо. Так, среднее значение A_{Ti} составляет для наземных частей пырея 0,02, для подземных – 0,21; A_{Fe} – 0,03 и 0,24; A_{Cu} – 0,06 и 0,16; A_{Pb} – 0,08 и 0,46; A_{Sr} – 0,1 и 0,13; A_{Mn} – 0,17 и 0,4; A_{Ni} – 0,22 и 0,29. С увеличением КБП элементы более активно переходят из окружающей среды в растения /20/. Так, среднее значение A_{Cr} составляет для наземных частей пырея 0,4, для подземных – 0,79; A_{Zn} – 0,19 (из 4 проб, см. Табл. 2) и 1,4 (все пробы) соответственно. Для всех элементов рассчитанные средние значения КБП в подземных частях пырея выше, чем в наземных частях этого растения.

Диапазон содержания свинца (Pb), относящегося к элементам первого класса опасности (классы опасности указаны по [1]), в *Agropyron pectiniforme* на разных участках колеблется: в наземных частях растений – от 0,8 до

Таблица 2 - Содержание металлов (Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, Sr) (мг/кг) в *Agropyron pectiniforme*

М О П	Ч Р	Содержание металлов в растениях (числитель - содержание в мг/кг, знаменатель – A_x (КБП))								
		Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1*	П	$\frac{870}{0,28}$	$\frac{55}{0,94}$	$\frac{178}{0,35}$	$\frac{6879}{0,32}$	$\frac{9,6}{0,34}$	$\frac{4,2}{0,2}$	$\frac{92}{2,16}$	$\frac{10,7}{0,49}$	$\frac{41}{0,17}$
	Н	$\frac{12,3}{0,004}$	$\frac{7,7}{0,13}$	$\frac{46}{0,09}$	$\frac{174}{0,01}$	$\frac{0,7}{0,02}$	$\frac{0,67}{0,03}$	<НГКО	$\frac{0,92}{0,04}$	$\frac{8,0}{0,03}$
2*	П	$\frac{444}{0,14}$	$\frac{27,9}{0,28}$	$\frac{195}{0,38}$	$\frac{4440}{0,16}$	$\frac{5,2}{0,16}$	$\frac{2,7}{0,11}$	$\frac{55}{0,81}$	$\frac{6,95}{0,15}$	$\frac{12}{0,05}$
	Н	$\frac{16,6}{0,01}$	$\frac{10}{0,1}$	$\frac{62}{0,12}$	$\frac{191}{0,01}$	$\frac{9,2}{0,29}$	$\frac{0,75}{0,04}$	<НГКО	$\frac{0,94}{0,02}$	$\frac{5,0}{0,02}$
3*	П	$\frac{430}{0,13}$	$\frac{19,3}{0,28}$	$\frac{110}{0,21}$	$\frac{4198}{0,16}$	$\frac{4,1}{0,13}$	$\frac{1,86}{0,09}$	$\frac{50}{1,02}$	$\frac{10,5}{0,46}$	$\frac{21}{0,09}$
	Н	$\frac{45,5}{0,01}$	$\frac{7,0}{0,1}$	$\frac{70}{0,14}$	$\frac{440}{0,02}$	$\frac{1,0}{0,03}$	$\frac{0,97}{0,05}$	<НГКО	$\frac{1,29}{0,06}$	$\frac{14}{0,06}$
4*	П	$\frac{518}{0,22}$	$\frac{66}{1,07}$	$\frac{185}{0,42}$	$\frac{4219}{0,25}$	$\frac{6,8}{0,31}$	$\frac{3,1}{0,15}$	$\frac{64}{1,97}$	$\frac{7,45}{0,48}$	$\frac{37}{0,15}$
	Н	$\frac{20,3}{0,01}$	$\frac{25}{0,41}$	$\frac{89}{0,2}$	$\frac{207}{0,01}$	$\frac{0,6}{0,03}$	$\frac{1,0}{0,05}$	<НГКО	$\frac{1,0}{0,06}$	$\frac{1,3}{0,01}$
5*	П	$\frac{479}{0,14}$	$\frac{28}{0,37}$	$\frac{189}{0,35}$	$\frac{4436}{0,19}$	$\frac{6,0}{0,21}$	$\frac{2,8}{0,1}$	$\frac{42}{0,7}$	$\frac{7,7}{0,39}$	$\frac{27}{0,12}$
	Н	$\frac{41,3}{0,01}$	$\frac{16,2}{0,22}$	$\frac{100}{0,18}$	$\frac{382}{0,02}$	$\frac{0,7}{0,02}$	$\frac{0,7}{0,02}$	$\frac{8,4}{0,14}$	$\frac{1,3}{0,07}$	$\frac{15,3}{0,07}$
6*	П	$\frac{481}{0,17}$	$\frac{39}{0,66}$	$\frac{165}{0,36}$	$\frac{3919}{0,2}$	$\frac{7,0}{0,29}$	$\frac{2,6}{0,11}$	$\frac{68}{1,81}$	$\frac{6,6}{0,51}$	$\frac{24}{0,09}$

	Н	$\frac{46}{0,02}$	$\frac{27}{0,45}$	$\frac{86}{0,19}$	$\frac{447}{0,02}$	$\frac{1,3}{0,05}$	$\frac{0,8}{0,03}$	$\frac{4,4}{0,12}$	$\frac{1,3}{0,1}$	$\frac{10}{0,04}$
7*	П	$\frac{691}{0,24}$	$\frac{71}{1,16}$	$\frac{247}{0,56}$	$\frac{5029,4}{0,27}$	$\frac{9,7}{0,45}$	$\frac{4,7}{0,22}$	$\frac{52}{1,79}$	$\frac{8,5}{0,52}$	$\frac{42}{0,15}$
	Н	$\frac{15,9}{0,01}$	$\frac{20}{0,33}$	$\frac{80}{0,18}$	$\frac{205,9}{0,01}$	$\frac{0,7}{0,03}$	$\frac{0,6}{0,03}$	$\frac{5,3}{0,18}$	$\frac{0,8}{0,05}$	$\frac{9,9}{0,04}$
8*	П	$\frac{1449}{0,34}$	$\frac{148}{1,52}$	$\frac{509}{0,54}$	$\frac{10352}{0,4}$	$\frac{13,9}{0,43}$	$\frac{5,6}{0,26}$	$\frac{67,0}{0,92}$	$\frac{13,9}{0,66}$	$\frac{55,0}{0,25}$
	Н	$\frac{470}{0,11}$	$\frac{143}{1,47}$	$\frac{205}{0,22}$	$\frac{3628}{0,14}$	$\frac{43,0}{1,32}$	$\frac{4,8}{0,22}$	$\frac{22,0}{0,3}$	$\frac{4,8}{0,23}$	$\frac{108}{0,49}$
Ф О Н	П	$\frac{691}{0,23}$	$\frac{5,0}{0,09}$	$\frac{213}{0,49}$	$\frac{7615}{0,4}$	$\frac{8,7}{0,33}$	$\frac{3,9}{0,19}$	$\frac{45}{1,5}$	$\frac{8,2}{0,43}$	$\frac{35}{0,16}$
	Н	$\frac{22}{0,01}$	$\frac{6,0}{0,1}$	$\frac{74}{0,17}$	$\frac{257}{0,01}$	$\frac{0,8}{0,03}$	$\frac{0,6}{0,03}$	<НГКО	$\frac{0,6}{0,03}$	$\frac{14}{0,06}$

Условные обозначения: МОП – место отбора проб (те же, что и в Табл. 1); ЧР – части растения (П – подземная; Н – наземная); НГКО – нижняя граница количественного определения 4,8 мг/кг (фон – 0,6); в подземных частях – от 6,6 до 13,9 мг/кг (фон – 8,2); цинка (Zn), также элемента первого класса опасности, от 4,4 до 22 мг/кг (фоновые значения <НГКО); от 42 до 92 мг/кг (фон – 45) соответственно.

Элементы второго класса опасности: содержание никеля (Ni) в пырее на разных расстояниях от предприятий колеблется в наземных частях растений от 0,6 до 43 мг/кг (фон – 0,8); в подземных частях – от 4,1 до 13,9 мг/кг (фон – 8,7); меди (Cu) – в наземных частях растений – от 0,6 до 4,8 мг/кг (фон – 0,6); в подземных – от 1,86 до 5,6 мг/кг (фон – 3,9); содержание хрома (Cr) – соответственно – от 7 до 143 мг/кг (фон – 6) и от 19,3 до 148 мг/кг (фон – 5).

Элементы третьего класса опасности: диапазон содержания марганца (Mn) в пырее на разных расстояниях от предприятий восточной промзоны – в наземных частях растений от 46 до 205 мг/кг (фон – 74); в подземных – от 110 до 509 мг/кг (фон – 213); стронция (Sr) – в наземных частях пырея – от 1,3 до 108 мг/кг (фон – 14); в подземных частях – от 12 до 55 мг/кг (фон – 35).

Содержание железа (Fe) в наземных частях пырея – от 174 до 3628 мг/кг (фон – 257), и в подземных частях – от 3919 до 10352 мг/кг (фон – 7615); и титана (Ti) – от 12,3 до 470 мг/кг и от 430 до 1449 мг/кг соответственно.

Минимальные концентрации Ti, Mn, Fe в наземных частях пырея характерны для растительных проб, отобранных на расстоянии 0,5 км на восток от ТЭЦ-1; Pb и Cu – в 1 км южнее ТЭЦ-1; Ni и Sr – в 5 км южнее ПА3; Zn – в 10 км восточнее ПА3; минимальное накопление Ti, Mn, Ni, Cu в подземных частях пырея и Cr полностью – в 1 км южнее ТЭЦ-1; Fe и Pb – в 10 км восточнее ПА3; Sr – в 0,5 км западнее ТЭЦ-1; Zn – в 5 км севернее ПА3.

Максимальное, по результатам наших исследований, накопление всех рассматриваемых элементов в наземных частях пырея и в подземных частях всех, кроме Zn, характерно для проб, отобранных в 20 км к западу от ПА3 (12 км к северу от АЗФ). Этот участок расположен между городами Павлодар и Аксу, поэтому высокие концентрации металлов в растениях могут являться следствием совместного влияния промышленных предприятий этих городов на состояние окружающей среды региона.

Литература

1 Панин М.С. Химическая экология. Учебник для ВУЗов / под ред. Кудайбергенова С.Е. Семипалатинск: СГУ им. Шакарима, 2002. 852с.

2 Панин М.С., Гельдымамедова Э.А., Ажаев Г.С. Техногенное влияние на содержание химических элементов в почвах г. Павлодара // Материалы международной научной конференции «Современные проблемы загрязнения почв». Москва, 24-28 мая 2004г. факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. С. 333-335

3 Хлыстун Н.М. Эколого-химическое исследование состояния природных сред на территории Павлодар-Экибастузского ТПК. Автореф. дисс. на соискание степени кандидата химических наук. Алматы, 1999. 25с.

4 Салтыбаев А.Д. Геохимические особенности системы «атмосферный воздух – почва – грунтовые воды – растения» в условиях промышленного загрязнения г. Павлодара. Автореф. дисс. на соискание степени кандидата биологических наук. А-ты, 1995. 29с.