

УДК 631.41:550.4 (470.57)

КОНЦЕНТРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И ПОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Асылбаев Ильгиз Галлямович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и почвоведение»

Хабиров Ильгиз Кавиевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Земледелие и почвоведение»

ФГБОУ ВПО «Башкирский ГАУ»

450001, Уфа, ул. 50 лет Октября, 34, тел. 8(347)228-15-11

e-mail: ilgiz010@yandex.ru

Ключевые слова: химические элементы, тяжелые металлы, почвенный покров, загрязнение почв

Проведены исследования по изучению содержания и распределения химических элементов в горных породах и почвах Республики Башкортостан. Определены особенности распределения элементов в почвах в зависимости от путей их поступления, свойств почв, естественных аномалий и техногенных факторов.

В условиях возрастания антропогенных нагрузок на экосистемы Республики Башкортостан с его развитым промышленным и аграрным производствами, объективная оценка содержания химических элементов в почвах и растениях приобретает большую эколого-социальную значимость. Техногенное загрязнение отражается на поступлении химических элементов в почвы из-за повышенного естественного геохимического фона, что отражается на экологической обстановке региона. Химические элементы попадают на поверхность почвы, включаются в почвообразовательный процесс, поглощаются растениями и поступают в пищевые цепи живых организмов. В почвах региона наиболее широко изучено содержание элементов, важных с агрономической точки зрения и процессов почвообразования. Исследования по накоплению и миграции элементов, имеющих общеэкологическое значение, немногочисленны и ограничены преимущественно микроэлементами и тяжелыми металлами.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение содержания и распределения химических элементов в почвах различных экосистем (лес, пашня, луг) в Северной, Северо-восточной лесостепных зонах и горнорудного региона Зауралья Республики Башкортостан.

Почвенные разрезы закладывали на постоянных стационарах: в Северной лесостепной зоне на агропочвенном округе - Уфимское плато (6 стационарных участков); в Северо-восточной лесостепной зоне на Юрюзано-Айской депрессии (6 стационарных участков); в Горнорудном регионе Зауралья (5 стационарных участков) [1,2,3].

Экспериментальная работа выполнялась маршрутно-экспедиционным и лабораторно-аналитическими методами. Элементный состав почв определялся методом масс-спектрометрии с индуктивносвязанной плазмой – ICP-MS, PLASMA-QUAD, фирма VG instruments. Агрехимические исследования почв проводились общепринятыми методами.

Северная лесостепная зона. Уфимское плато – это плоская возвышенность с сильно расчлененным карстово-эрозионным рельефом, сложенная твердыми известняками, доломитами, пестроцветными мергелями, местами песчаными отложениями. Почвообразующие породы представлены преимущественно известняковыми элювиально-делювиальными глинами. В почвенном покрове преобладают серые лесные, дерново-карбонатные и перегнойно-карбонатные почвы. Перегнойно-карбонатные почвы приурочены в основном к замшелым пихтарникам, соснякам и ельникам. В этих

почвах под слаборазложившейся оторфованной подстилкой залегает органо-минераль-

ный горизонт, состоящий из перегноя и мелких обломков щебня карбонатных пород,

Таблица 1

Содержание химических элементов в почвах региона (мг/кг, среднее по профилю)

Элемент	Северная лесостепь (n=8), $M \pm m$	Северо-восточная лесостепь (n=17), $M \pm m$	Горнорудный регион Зауралья (n=6), $M \pm m$
1	2	3	4
Элементы 1 класса токсичности			
Pb	22±2,3	11±1,3	25±1,7
Hg	0,82±0,08	1,03±0,09	0,07±0,006
Cd	0,42±0,03	0,97±0,07	0,39±0,02
Se	4,9±0,5	6,7±0,5	5,3±0,4
As	20±1,8	±2,8	96±8,7
Zn	42±3,9	±8,9	87±7,8
Элементы 2 класса токсичности			
Sb	0,13±0,01	1,04±0,09	2,83±0,3
Mo	0,51±0,04	0,64±0,04	0,59±0,04
Cu	14±1,2	31±3,4	195±17,8
Co	10±0,9	19±2,4	19±1,6
Ni	42±4,1	67±5,4	61±5,9
Cr	55±5,1	91±8,1	96±8,3
Элементы 3 класса токсичности			
W	2,25±0,21	1,67±0,1	2,66±0,19
Ba	171±14,6	771±68,1	2494±232,1
Sr	76±6,4	84±7,4	182±19,5
Mn	577±47,2	1190±103,4	1283±132,1
V	134±15,1	277±21,1	421±39,2
Sc	26±2,9	34±2,7	35±4,1
Щелочные металлы			
Li	394±36,7	414±42,3	61±5,9
K	-	6266±631,1	-
Rb	38±3,2	52±4,6	32±2,8
Cs	3,3±0,29	3,3±0,35	3,6±0,5
Щелочноземельные металлы			
Be	2,02±0,2	1,78±0,1	1,22±0,09
Ca	-	8553±85,2	-
Переходные металлы			
Ti	4209±362,1	6370±59,1	4446±389
Fe	56546±5446,1	66430±4159,1	84128±888,1

Биофильные элементы			
P	1346±123,1	2817±23,1	2510±23
S	19266±1566,1	78553±6455,1	2180±199,1
Неметаллы			
B	±	746±64,1	±
Металлы			
Na	-	7330±656,1	-
Mg	-	5719±456,5	-
Al	45577±3564,8	47246±4124,1	-
Ga	9±0,7	16±1,3	22±18,9
Ge	0,99±0,08	1,07±0,1	1,58±0,09
Y	17±1,2	16±1,2	17±1,2
Zr	87±8,1	90±7,6	65±5,2
Nb	3,7±0,2	4,4±0,3	4,2±0,39
Pd	0,58±0,04	0,45±0,03	0,34±0,02
Ag	4,9±0,4	19,5±1,3	0,6±0,04
Sn	2,6±0,13	2,0±0,16	2,3±0,19
Te	0,56±0,04	0,60±0,03	0,47±0,03
Редкоземельные элементы			
La	33±3,1	28±1,9	17±1,2
Ce	57±4,6	57±4,6	37±3,1
Pr	8,5±0,7	6,9±0,5	4,6±3,8
Nd	35±2,8	28±2,1	19±1,2
Sm	6,8±0,5	5,8±0,4	3,7±0,2
Eu	1,6±0,1	1,6±0,1	1,4±0,1
Gd	7,7±0,6	6,6±0,5	4,9±0,4
Tb	1,04±0,1	0,83±0,06	0,73±0,06
Dy	6,2±0,5	4,7±0,3	4,2±0,3
Ho	1,15±0,1	0,93±0,05	0,84±0,07
Er	3,55±0,31	2,93±0,12	2,54±0,2
Tu	0,53±0,04	0,42±0,02	0,39±0,02
Yb	3,5±0,3	2,66±0,12	2,47±0,21
Lu	0,52±0,04	0,39±0,03	0,42±0,03
Hf	5,96±0,5	4,42±0,4	3,1±0,26
Ta	0,35±0,03	0,39±0,03	0,48±0,03
Pt	0,59±0,04	1,1±0,01	0,91±0,08
Au	0	0,17±0,01	0,16±0,01
Tl	0,43±0,04	0,29±0,02	0,38±0,03
Bi	0,70±0,06	0,47±0,04	0,63±0,05
Th	11,3±1,0	7,52±0,7	5,74±0,4
U	1,89±0,1	1,22±0,01	1,57±0,1

мелкозем часто выщелочен от карбонатов, вскипание от 10% соляной кислоты бурное только по обломкам щебня.

Общей особенностью почв, сформированных на Уфимском плато, является укороченность почвенного профиля и наличие карбонатов в нижней его части. В процессе развития почвы по мере уменьшения влияния карбонатности почвообразующих пород в них начинает проявляться подзолистый процесс. Для почв региона характерно относительно высокое содержание гумуса, что обусловлено минерализацией большого объема лесного опада и растительных остатков в условиях континентального климата и близкого залегания известковых коренных пород, состав и свойства которых способствуют нейтрализации кислых продуктов разложения и закреплению гумуса в форме гуматов кальция. Эти почвы насыщены основаниями, реакция среды изменяется от слабокислой до слабощелочной.

Уфимское плато расположено в значительном отдалении от промышленных центров на территории с лесистостью более 75%. В почвах плато не отмечается накопление токсичных химических элементов. Повышенные концентрации ряда элементов обусловлены наличием соответствующих геохимических барьеров. В первую очередь это биогенное накопление фосфора и серы.

С составом почвообразующих пород связано накопление лития, титана, ванадия, алюминия, железа, вольфрама. В иллювиальных горизонтах почв повышается содержание алюминия, железа и марганца. Высокая гумусированность и поглощательная способность почв, наличие карбонатов в профиле обеспечивают высокую геохимическую устойчивость почв [4].

Северо-восточная лесостепная зона. Почвенный покров на стационарах Юрюзано-Айской депрессии представлен преимущественно светло-серыми, серыми, темно-серыми лесными почвами, сформированными на элювии песчаников, местами карбонатных и загипсованных, пермских красноцветных глинах, элювии глинистых сланцев и алевролитов. Лесные почвы в основном неполноразвитые, гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 15-20 см, подстиляется сразу переходным к почвообразующей породе ВС, иллювиальный горизонт не сформирован.

Светло-серые лесные почвы характеризуются низким содержанием гумуса (3,6-3,8%), средне- и слабокислой реакцией среды (табл. 1). В серых и темно-серых лесных почвах содержание гумуса возрастает до 6,4-8,0%, которое вниз по профилю резко уменьшается, реакция среды изменяется также от сильно- до слабокислой. Содержа-

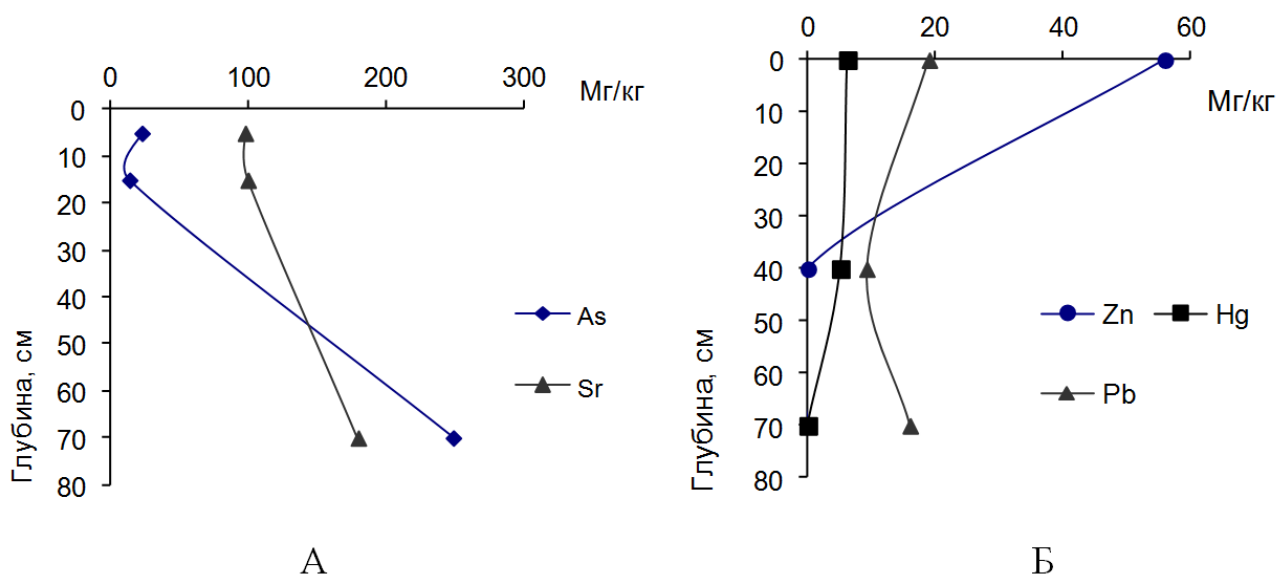


Рис. 1 – Содержание элементов в профиле почв (А - поступление из материнских пород Р.15-99; Б - поступление из атмосферы Р.10-2000).

ние обменных оснований невелико, в их составе преобладает кальций.

Территория Юрюзано-Айской депрессии мало загружена промышленными объектами. Однако анализ химического состава почв показал наличие повышенных концентраций ряда токсичных химических элементов: ртути, свинца, мышьяка, селена, цинка, никеля, меди, бора, вольфрама, ванадия, титана, стронция, церия, рубидия, гафния (табл.1.). Характер профильного распределения этих элементов в исследованных почвах определяется их поступлением из почвообразующих и коренных пород. В почвах стационара Вознесенка, выделяющихся повышенным содержанием селена, стронция, кадмия, мышьяка и бора в нижней части профиля, отмечено их высокое содержание в породах. Почвы стационара Большеустикинское отличаются повышенным количеством циркония, поступающего также из материнской породы (рис. А).

Высокие концентрации многих токсичных элементов в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв Юрюзано-Айской депрессии связаны с их воздушно-техногенным поступлением. Это – свинец, ртуть, ванадий, цинк, вольфрам и др. (рис.Б). Почва стационара Аркаулово (под лесом) отличается исключительно высоким содержанием редкоземельных элементов, особенно празеодима, неодима и гадолиния, содержание которых в профиле почвы почти одинаково во всех генетических горизонтах и значительно выше, чем в почвообразующей породе (от 10 до 30 раз). Если исключить природную аномалию, то такое накопление редкоземельных элементов может быть обусловлено давним локальным привносом.

Процесс оподзоливания, развивающийся в лесных почвах региона, обуславливает миграцию многих элементов в иллювиальные горизонты почвенного профиля (кобальт, медь, марганец, никель, титан, ванадий, цирконий). Биогенное накопление некоторых элементов может также привести к чрезмерному повышению их концентрации. Например, в пахотных почвах стационаров Вознесенка и Большеустикинское выявлено очень высокое содержание серы.

Накопление токсичных элементов в почвах в значительной степени определяется и их принадлежностью к различным экосистемам. Так, лес способствует выносу из почвообразующих пород стронция, мышьяка, титана, скандия и др., но задерживает поступление в почву элементов из атмосферы. Луговая растительность аккумулирует бор, кадмий, селен, литий, ванадий, цезий, железо. В почвах пашни высокие концентрации ряда элементов обусловлены их поступлением с удобрениями, мелиорантами, пестицидами (ртуть, селен, литий, стронций, алюминий и др.)

Аккумуляция элементов в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв тесно коррелирует с содержанием в них гумуса. Регрессионный анализ показал наличие достоверной зависимости ($P=0,95$) между содержанием бора, никеля, цезия, висмута, кадмия и золота с содержанием гумуса в почве.

Горнорудный регион Зауралья. Многообразие почвообразующих пород, частая смена их на близких расстояниях, различная история происхождения, свойства и составы, а также контрастный рельеф осложняют структуру почвенного покрова региона. В полосе расчлененных предгорий под лесами сформированы преимущественно серые лесные почвы. Эти почвы часто близко подстилаются коренными породами, поэтому профиль их неполноразвитый. В типе серых лесных почв зоны преобладают темно-серые лесные почвы, характеризующиеся слабокислой реакцией среды, довольно высоким содержанием гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте, которое резко уменьшается с глубиной. Содержание обменных оснований невелико. На хорошо дренированных участках под хвойными и лиственно-хвойными лесами с развитым травяным покровом на элювии коренных пород формируются дерновые литогенные почвы, зачастую также неполноразвитые. Дерновые литогенные почвы в связи с развитым травяным покровом и небольшой мощностью профиля содержат большее количество гумуса и поглощенного кальция, чем темно-серые лесные почвы и имеют средне и сильнокислую реакцию среды.

Развитие горнодобывающей промышленности повлекло за собой нарушение почвенного покрова на значительной территории региона и формирование специфических техногенно-нарушенных почв. Эти почвы не дифференцированы по генетическим горизонтам, перемешаны со щебенкой и обломочным материалом коренных пород. Заселение таких участков естественной растительностью затруднено. Содержание органического вещества в верхних горизонтах изменяется в широком диапазоне – от высоких значений до крайне низких, кислотность определяется характером вмещающих пород.

В почвах, залегающих в зоне техногенного воздействия Учалинского горно-обогатительного комбината, наблюдается самое высокое среди изученных почв содержание токсичных элементов (ванадия, марганца, железа, меди, сурьмы, теллура, цезия, бария, вольфрама, свинца, висмута).

Почвы стационара Кирябинка и Ахуново выделяются чрезвычайно высоким содержанием хрома, железа, цинка и стронция, а в почвах, залегающих вблизи марганцевого рудника, – марганца. Почвы вблизи карьера по добыче золота открытым способом характеризуются также повышенным содержанием золота, серы, мышьяка, хрома и никеля.

Накопление указанных элементов в почвах горнорудного региона Зауралья обусловлено преимущественно их наличием в коренных породах, добываемых рудах и трансрегиональным переносом.

Таким образом, в связи со сложным геологическим фоном, разнообразием антропогенных воздействий и трансрегиональным переносом содержание валовых форм изученных элементов в почвах изменяется от нуля до $n \cdot 10^5$ мг/кг. В Северной лесостепной зоне, отдаленной от промышленных центров и характеризующейся геохимической устойчивостью почв, накопление токсичных элементов не выявлено. В Северо-восточной лесостепной зоне повышенное содержание многих элементов происходит за счет природных и техногенных факторов. Естественное загрязнение обусловлено по-

ступлением токсичных элементов из почвообразующих и коренных пород (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен, цинк, никель, бор, медь, вольфрам, ванадий, барий, титан, стронций, рубидий, гафний, цирконий и др.), биогенное накопление (сера, мышьяк). Выявлено наличие природных аномалий (редкоземельные элементы, особенно празеодим, неодим и гадолиний), связь аккумуляции свинца, ртути, селена, цинка, ванадия, стронция с техногенными факторами. Почвы вблизи карьера по добыче золота открытым способом горнорудного региона Зауралья характеризуются повышенным содержанием серы, мышьяка, хрома и никеля, а вблизи марганцевого рудника - марганца.

Накопление токсичных элементов в почвах в значительной степени определяется и их принадлежностью к различным экосистемам. Так, лес способствует выносу из почвообразующих пород стронция, мышьяка, титана, скандия и др., но задерживает поступление в почву элементов из атмосферы. Луговая растительность аккумулирует бор, кадмий, селен, литий, ванадий, цезий, железо. В почвах пашни высокие концентрации ряда элементов обусловлены их приносом с удобрениями, мелиорантами, пестицидами (ртуть, селен, литий, стронций, алюминий и др.).

Библиографический список

1. Проблемы экологии: принципы их решения на примере Южного Урала. М.: Наука, 2003. 287с.
2. Хабиров, И.К. Оценка степени химического загрязнения почвенного покрова экосистем Южного Урала / И.К.Хабиров, И.Г.Асылбаев, И.Ж.Якупов, Р.А.Якупова, Б.В.Рафиков, Ю.С.Шакиров // Вестник ОГУ. - 2009. - № 6. - С.402-408.
3. Хабиров, И.К. Геохимическая экология на Южном Урале / И.К.Хабиров, И.М.Габбасова, И.Ж.Якупов, И.Г.Асылбаев, Р.А.Якупова - Уфа: Мир печати, 2010. – 256 с.
4. Хабиров, И.К. Экологическая оценка почв северной лесостепной зоны Республики Башкортостан./ И.К.Хабиров, И.Г. Асылбаев, Р.А. Якупова, Б.В.Рафиков // Достижения науки и техники АПК. - 2008г. - №8.- С. 17-20.