

растения могут накапливать экстремально высокие количества мышьяка, свыше 6000 мг/кг сухой массы [4].

Концентрация мышьяка в исследованных нами растениях варьирует в широких пределах от <0,05 до 0,33 мг/кг в бассейне р. Майма (см. табл. 1). Меньший размах колебаний концентраций отмечен в бассейне р. Сема от <0,05 до 0,288 мг/кг (см. табл. 1, 2). Максимальная концентрация элемента обнаружена также в корневищах пиона уклоняющегося.

**Ртуть** в небольших количествах всегда присутствует в растениях. Физиологическая роль микроколичеств ртути, фиксируемых в тканях растений, еще недостаточно ясна. Возможно, ртуть присутствует в растении как загрязняющий элемент, но в малых количествах играет важную, а может быть, жизненно необходимую физиологическую роль.

Концентрация ртути в растениях на незагрязненных почвах колеблется от 0,005 до 0,05 мг/кг. Основные сельскохозяйственные культуры содержат следующее количество ртути: овощи (листья) – 0,06, зерновые (листья) – 0,04, зерновые (зерно) – 0,02, травы (надземная часть) – 0,03 [5]. Способностью аккумулировать ртуть из почвы обладают бобовые, редис, картофель, салат, томаты, лютик, роголистник, уруть [12].

Из исследованных нами растений концентрация ртути колеблется от 0,0063 до 0,036 мг/кг (табл.1, 2). Таким образом, концентрация химических элементов в растениях Северного Алтая находится в пределах фоновых значений [8] и укладываются в диапазон нормального функционирования растений [13].

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РГНФ 06-06-18007е, интеграционного проекта РАН ОНЗ-3.1.*

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М., Наука, 2001. – 376 с.
2. Ильин В.В. Элементный химический состав растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 130 с.
3. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Изд-во Наука, 1974. – 324 с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Ильин В.Б., Юданова Л.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Поведение ртути и других металлов в экосистемах. Часть II. Процессы биоаккумуляции и экотоксикология. – Новосибирск, 1989. – С. 6-47.
6. Ковальский В.В. // Вестник с.-х. науки. 1971. – №6. – С. 64-73.
7. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. – Киев: Наукова-Думка, 1969. – 516 с.
8. Мальгин М.А. Биогеохимия микроэлементов в Горном Алтае. – Новосибирск: Наука, 1978. – 272 с.
9. Краснокутская О.Н., Кузьмич М.А., Выродова Л.П. Хром в объектах окружающей среды // Агрохимия. – 1990. – № 2. – С. 123.
10. Ковальский В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
11. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987 – 142 с.
12. Зырин Н.Г., Обуховская Т.Д. Ртуть в почвах Алтая // Агрохимия. – 1980. – № 7. – С. 16.
13. Ковальский В.В., Раецкая Ю.И., Грачева Т.И. Микроэлементы в растениях и кормах. – М.: Колос, 1971. – 235 с.

## ПОЧВЫ ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСОВ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ (ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ, СВОЙСТВА И БИОГЕОХИМИЯ)

А.В. Салтыков, А.В. Пузанов

*Исследованы морфологические, физико-химические и физические свойства почв черневых лесов, выявлены закономерности пространственного и внутрипрофильного распределения микроэлементов (олово, свинец, ниобий, кобальт, никель, медь, цинк, цирконий, ртуть и молибден) и радионуклидов (калий-40, торий-232 и уран-238).*

Почвы черневых лесов Алтае-Саянской горной страны уже давно привлекают внимание многих исследователей, в результате чего рождались противоречивые взгляды на

их генезис [10]. Тем ни менее до сих пор остается много белых пятен в классификации, генезисе и биогеохимии этих почв.

Почвы под черневыми лесами, формируются в Северо-Восточном и Северо-Западном Алтае [4, 15, 9, 19], Горной Шории [30, 9, 7], на западных и юго-западных склонах Кузнецкого Алатау [33, 11, 34, 5, 13], а также на восточных склонах Салаирского кряжа [11, 34, 12].

Они развиваются в относительно тёплых и влажных климатических условиях низкогорий и нижней части среднегорий [28, 25, 33; 15, 35, 31, 26, 3, 30, 12, 14].

Почвообразующими породами, как правило, являются бурые бескарбонатные глины, характеризующиеся морфологическим и минералогическим постоянством [32].

Растительность черневых лесов представляет собой пихтовый древостой с примесью других пород (кедра, ели, осины, берёзы и т. д.), который достигает 45 %, а также осиновые и берёзовые леса [32, 31, 22, 33, 19, 18, 17]. Почвенный покров территории исследования представлен дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами, и лишь на незначительной территории можно встретить подзолистые и бурые лесные почвы. Причём, дерново-подзолистые почвы в большей степени представлены на территории залегания бурых глин, а серые лесные почвы — сланцев. Подзолистые почвы приурочены только к северным склонам отрогов Кузнецкого Алатау. Бурые лесные почвы можно встретить на верхней границе распространения черневых лесов.

Особенностью морфологического строения исследуемых почв является: большая мощность почвенной толщи; вертикальная растянутость зоны оподзоливания и иллювирирования; обилие гумусовых, железистых и

глинистых затёков, проникающих по трещинам на большую глубину [16, 29].

Лесная подстилка слабовыраженная и фрагментарная [33, 27]. Гумусовый горизонт обычно тёмно-серый или бурый, комковатый или творожисто-комковатый, среднесуглинистый или тяжелосуглинистый, несколько рыхлее остальных горизонтов. Его мощность колеблется от 5 до 90 см.

Подзолистый горизонт более светлый относительно остальных горизонтов, имеет белесоватую окраску, комковатый или комковато-плитчатый, лёгкосуглинистый. Его мощность колеблется от 24 до 66 см.

Иллювиальный горизонт на территории исследования значительной мощности. Отличается бурой, грязно-жёлтой, жёлто-бурой окраской, комковатой, комковато-ореховатой, ореховатой или призматической структурой, среднесуглинистым или тяжелосуглинистым гранулометрическим составом и большой плотностью по сравнению с другими горизонтами. Также горизонт богат гумусовыми, железистыми и глинистыми плёнками и затёками. Почвы черневых лесов отличается высоким содержанием гумуса гуматно-фульватного состава в верхней части профиля [1, 2, 8, 20, 23]. Среднее содержание гумуса колеблется от 1,29 (иллювиальный горизонт) до 6,54 % (гумусовый горизонт). При этом наиболее резкое снижение содержания гумуса происходит в гумусовом горизонте и в меньшей степени в элювиальном и иллювиальном горизонтах. Колебания содержания гумуса также с глубиной снижаются (табл. 1).

Наибольшее содержание гумуса отмечается в почвах под берёзово-пихтовыми лесами (9,83 %), а наименьшее — под пихтовыми лесами (5,64 %).

Таблица 1

Физико-химические свойства почв черневых лесов

Горизонт	Гумус, %	pH	ЕКО, мг-экв / 100 г
Гумусовый	6,95 ± 0,72 (2,20-16,10)	5,41 ± 0,09 (4,80-6,50)	32,47 ± 2,92 (15,62-66,23)
Элювиальный	2,36 ± 0,34 (0,68-5,00)	5,38 ± 0,09 (4,78-6,17)	22,66 ± 2,09 (11,01-36,00)
Иллювиальный	1,36 ± 0,22 (0,20-4,65)	5,80 ± 0,14 (4,70-7,83)	31,75 ± 2,23 (15,24-51,49)

Таблица 2

Гранулометрический состав почв черневых лесов (%)

Горизонт	Физический песок	Физическая глина	Ил	ФП/ФГ
Гумусовый	58,33 ± 2,08 (39,70-85,40)	41,68 ± 2,08 (14,60-60,30)	13,12 ± 1,17 (5,60-24,95)	1,67 ± 0,22 (0,66-5,85)
Элювиальный	51,16 ± 1,59 (42,60-64,41)	48,87 ± 1,60 (35,59-57,63)	17,22 ± 1,48 (7,30-28,00)	1,10 ± 0,08 (0,75-1,83)
Иллювиальный	45,73 ± 2,06 (35,45-75,06)	53,40 ± 2,51 (16,40-64,55)	26,51 ± 1,87 (1,56-38,60)	1,10 ± 0,21 (0,55-5,10)

ПОЧВЫ ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСОВ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ (ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ, СВОЙСТВА И БИОГЕОХИМИЯ)

Физический песок и физическая глина распределяются по профилю достаточно равномерно, лишь слегка, с глубиной, их содержание снижается и увеличивается соответственно (табл. 2).

Илистая фракция распределяется аналогично физической глине.

Соотношение физического песка к физической глине одинаково (1,10) по всему профилю и лишь в гумусовом горизонте оно увеличивается до 1,67.

Кислотность почв изменяется незначительно, как в пространстве, так и внутри профиля (табл. 1), лишь в иллювиальном горизонте происходит заметное увеличение показателя до 5,80.

Заметное снижение ёмкости поглощения отмечается в элювиальном горизонте до 22,66 мг-экв / 100 г почвы (табл. 1).

Основными факторами, влияющими на пространственное распределение микроэлементов, являются почвообразующая порода (статическое распределение) и рельеф (динамическое распределение).

Почвообразующая порода, а правильное субстратная (то есть порода, на которой в данный момент развивается почва), является непосредственным источником микроэлементов [16, 26, 21, 6; 25]. Поэтому именно ей принадлежит главенствующая роль в пространственном распределении исследуемых микроэлементов.

Для рассмотрения влияния субстратной породы на исследуемой территории следует

составить усреднённый микроэлементный состав на бурых бескарбонатных глинах, делювии сланцев и элювии гранитов (табл. 3).

В процессе развития почв черневых лесов на различных субстратных породах происходит статическое пространственное распределение микроэлементов. Из всех исследуемых микроэлементов только кобальт, цинк и молибден достаточно отчётливо реагируют на смену субстратных пород. Причём увеличение содержания кобальта отмечается в почвах на бурых глинах, содержания цинка — на сланцевом делювии, а содержания молибдена — на гранитном элювии. Содержание остальных микроэлементов изменяется незначительно или в пределах ошибки.

Ещё одним основным фактором, влияющим на пространственное распределение микроэлементов, является рельеф, а, в частности, элемент склона, на котором развивается почва. В отличие от субстратной породы рельеф оказывает воздействие на динамическое пространственное распределение микроэлементов (табл. 4).

Действие рельефа сводится к регулированию интенсивности процессов гравитационного перераспределения вещества (седиментация, латеральный сток и другие).

Рельеф оказывает несколько больший эффект на пространственное распределение микроэлементов. Так на изменение элемента склона активнее всего реагируют медь, ртуть и цирконий.

Таблица 3

Микроэлементы в почвах на разных субстратных породах (мг/кг)			
Элементы	Бурые глины	Сланцевый делювий	Гранитный элювий
Sn	4,18 ± 0,46 (1,00-12,25)	4,45 ± 0,42 (2,00-8,90)	5,25 ± 0,44 (4,10-7,05)
Pb	21,06 ± 0,94 (13,33-30,00)	18,50 ± 1,14 (10,00-31,60)	17,23 ± 0,46 (16,00-19,33)
Nb	18,37 ± 0,98 (10,00-30,00)	17,54 ± 1,11 (10,00-25,00)	22,04 ± 3,01 (13,75-32,33)
Co	18,78 ± 1,46 (9,78-38,70)	16,59 ± 1,45 (8,65-26,67)	10,74 ± 0,94 (6,80-13,50)
Ni	37,07 ± 1,76 (20,00-53,75)	45,88 ± 2,97 (24,33-64,33)	44,35 ± 4,99 (28,00-63,00)
Cu	33,68 ± 2,38 (14,75-55,00)	37,78 ± 2,23 (21,00-54,00)	26,67 ± 4,87 (13,00-44,00)
Zn	53,36 ± 2,39 (23,65-70,67)	64,22 ± 3,01 (45,00-94,33)	61,57 ± 3,15 (53,00-76,33)
Zr	238,90 ± 10,48 (148,30-325,00)	202,60 ± 9,53 (133,33-280,00)	208,90 ± 26,10 (132,70-288,30)
Hg	0,08 ± 0,01 (0,04-0,13)	0,05 ± 0,003 (0,05-0,06)	—
Mo	3,30 ± 0,20 (2,00-6,97)	4,47 ± 0,35 (2,00-7,23)	6,29 ± 1,06 (4,20-12,30)

Содержание меди, и, в меньшей степени, молибдена и циркония в почвах преобладает на вершине (за счёт выхода субстратной породы, содержащей эти микроэлементы) и в нижней части склона (за счёт миграции в результате гравитационных сил). В основании склона содержание этих микроэлементов

снижается в результате действия родниковых и талых вод. Свинец и никель ведут себя аналогично, но повышение их содержание на вершинах горных массивах не происходит. Ртуть ведёт себя обратно меди. Содержание остальных микроэлементов изменяется незначительно.

Таблица 4

Микроэлементы в почвах черневых лесов в различных элементах склона (мг/кг)

Элементы	Вершина	Части склона			Основание
		верхняя	средняя	нижняя	
Sn	3,52 ± 0,96 (1,00-5,20)	4,52 ± 0,09 (4,07-4,96)	5,20 ± 0,52 (2,70-12,25)	4,25 ± 0,67 (2,00-8,90)	3,52 ± 0,64 (2,00-7,50)
Pb	17,00 ± 2,61 (11,33-26,00)	18,25 ± 0,88 (15,00-23,00)	19,43 ± 0,75 (15,75-25,00)	23,33 ± 1,31 (17,67-31,60)	17,68 ± 2,12 (10,00-28,00)
Nb	19,60 ± 1,11 (17,00-23,33)	18,78 ± 1,36 (14,25-24,67)	19,79 ± 1,47 (10,00-32,33)	18,82 ± 1,54 (11,00-30,00)	14,98 ± 1,96 (10,00-25,00)
Co	14,40 ± 1,12 (10,00-16,00)	14,95 ± 3,42 (9,78-38,70)	14,44 ± 1,59 (6,80-30,00)	16,55 ± 1,14 (9,90-21,75)	25,39 ± 0,88 (20,00-30,20)
Ni	41,43 ± 9,00 (20,00-62,33)	41,36 ± 2,68 (29,50-53,75)	41,43 ± 2,73 (25,00-63,00)	46,05 ± 3,44 (30,00-64,33)	34,40 ± 2,45 (24,33-44,00)
Cu	44,93 ± 3,21 (35,00-52,00)	25,12 ± 3,48 (14,75-45,00)	32,33 ± 3,07 (13,00-55,00)	39,11 ± 2,54 (23,75-52,50)	33,71 ± 3,37 (15,00-46,00)
Zn	54,87 ± 10,70 (35,00-94,33)	59,53 ± 5,73 (23,65-77,50)	60,28 ± 1,84 (47,50-76,33)	60,08 ± 4,47 (30,00-87,00)	53,56 ± 2,40 (42,50-63,00)
Zr	218,10 ± 17,17 (176,00-266,70)	213,70 ± 16,78 (148,30-280,00)	220,30 ± 13,32 (132,70-300,00)	248,50 ± 17,79 (163,00-325,00)	197,20 ± 14,16 (133,30-266,70)
Hg	0,06 ± 0,02 (0,04-0,09)	—	0,09 ± 0,01 (0,06-0,13)	0,07 ± 0,01 (0,05-0,13)	0,09 ± 0,02 (0,05-0,13)
Mo	4,09 ± 0,35 (3,40-5,03)	3,62 ± 0,17 (2,95-4,28)	4,94 ± 0,53 (2,17-12,30)	4,16 ± 0,54 (2,00-7,23)	2,95 ± 0,40 (2,00-6,00)

Внутрипрофильное распределение микроэлементов зависит от огромного количества факторов. Несмотря на это большая часть исследуемых микроэлементов распределяется по профилю равномерно (табл. 5).

Такая однородность в распределении связана с аналогичным распределением свойств, в частности, с физической глиной и емкостью поглощения. Содержание гумуса также оказывает, по-видимому, воздействие, но отчётливо это не вырисовывается.

Таблица 5

Микроэлементы в различных почвенных горизонтах (мг/кг)

Горизонты	Sn	Pb	Nb	Co	Ni
Гумусовый	4,20 ± 0,33 (1,00-6,73)	19,05 ± 0,91 (13,50-30,00)	18,97 ± 1,46 (10,00-32,33)	16,28 ± 1,70 (8,03-38,70)	38,03 ± 2,44 (24,33-62,33)
Элювиальный	3,59 ± 0,49 (1,33-7,00)	18,85 ± 1,40 (10,00-25,00)	19,78 ± 1,44 (10,00-23,33)	17,97 ± 2,14 (9,78-30,00)	36,30 ± 2,95 (20,00-54,00)
Иллювиальный	5,14 ± 0,57 (2,13-12,25)	20,62 ± 1,19 (11,33-31,60)	17,43 ± 1,03 (11,00-30,00)	16,87 ± 1,43 (6,80-30,20)	47,49 ± 2,46 (28,00-64,33)
Горизонты	Mo	Zn	Zr	Hg	Cu
Гумусовый	3,83 ± 0,31 (2,00-6,87)	58,13 ± 3,94 (23,65-94,33)	219,12 ± 12,43 (132,67-300,00)	0,08 ± 0,01 (0,04-0,13)	28,96 ± 2,36 (15,00-47,67)
Элювиальный	3,40 ± 0,25 (2,50-5,50)	54,37 ± 2,52 (36,67-66,50)	243,92 ± 13,75 (150,00-300,00)	0,08 ± 0,01 (0,05-0,13)	34,22 ± 3,42 (14,75-54,00)
Иллювиальный	4,86 ± 0,57 (2,38-12,30)	61,17 ± 1,99 (48,75-87,00)	210,65 ± 11,98 (139,50-325,00)	0,08 ± 0,01 (0,05-0,13)	39,53 ± 2,43 (13,00-55,00)

Из всех исследуемых микроэлементов только медь и никель имеют достаточно выравненное иллювиальное распределение. При

этом в иллювиальном горизонте содержание меди достигает 55,00 мг/кг, а никеля — 24,33 мг/кг.

ПОЧВЫ ЧЕРНЕВЫХ ЛЕСОВ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ (ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ, СВОЙСТВА И БИОГЕОХИМИЯ)

Как и в случае микроэлементов на пространственное распределение естественных радионуклидов основное влияние оказывает субстратная порода и рельеф (табл. 6 и 7).

Таблица 6

Радионуклиды	Бурые глины	Сланцевый делювий	Гранитный элювий
K-40	14650 ± 550 (8650-19950)	12280 ± 1070 (2080-20000)	15480 ± 1600 (11020-24020)
Th-232	15,35 ± 2,32 (4,00-35,26)	14,05 ± 2,88 (1,60-36,12)	6,88 ± 1,03 (1,44-10,79)
U-238	1,73 ± 0,16 (0,60-3,12)	1,65 ± 0,16 (0,58-2,70)	1,88 ± 0,20 (0,47-2,64)

Все исследуемые радионуклиды равномерно распределяются в пространстве не зависимо от субстратной породы, и лишь только содержание тория-232 отчётливо снижается в почвах на гранитном элювии (табл.

6), за счёт высокого содержания в нём этого радионуклида.

Заметную роль в пространственном распределении радионуклидов играет рельеф, а в частности, элемент склона (табл. 7).

Таблица 7

Элементы	Вершина	Части склона			Основание
		верхняя	средняя	нижняя	
K-40	11630 ± 3040 (2080-18620)	12470 ± 610 (8650-14460)	14430 ± 1030 (8680-24020)	12160 ± 570 (6250-15370)	17210 ± 820 (12010-20000)
Th-232	17,95 ± 6,67 (1,60-35,26)	6,39 ± 0,41 (4,00-7,94)	10,57 ± 2,19 (1,44-31,61)	7,04 ± 0,26 (4,02-8,15)	30,45 ± 1,28 (23,59-36,12)
U-238	1,29 ± 0,30 (0,67-2,70)	2,05 ± 0,16 (1,36-2,86)	1,82 ± 0,16 (0,47-2,64)	2,17 ± 0,10 (1,65-3,12)	0,77 ± 0,05 (0,58-1,13)

Схожее распределение относительно элементов склона отмечается у калия-40 и тория-232, содержание которых увеличивается вниз по склону (за счёт гравитационных сил). Уран же ведёт себя иначе: с самой вершины он распределяется равномерно и лишь у основания склона его содержание слегка снижается за счёт стока с талыми и родниковыми водами.

Распределение радионуклидов по почвенным горизонтам, как видно из таблицы 8, не отличается большими колебаниями. Так колебания среднего содержания калия-40 по профилю происходит в пределах от 13020 до 14970 мг/кг, тория-232 — от 11,86 до 16,52 мг/кг и урана-238 — от 1,59 до 1,92 мг/кг.

Таблица 8

Горизонты	Радионуклиды		
	Калий-40	Торий-232	Уран-238
Гумусовый	13020 ± 940 (2080-23230)	11,86 ± 2,27 (1,60-32,19)	1,92 ± 0,16 (0,78-3,12)
Элювиальный	14050 ± 820 (9380-18230)	16,52 ± 3,57 (5,78-35,26)	1,62 ± 0,23 (0,58-2,57)
Иллювиальный	14970 ± 910 (6250-24020)	13,33 ± 2,61 (1,44-36,12)	1,59 ± 0,14 (0,47-2,35)

Содержание калия-40 с глубиной незначительно увеличивается, содержание урана-238, наоборот, снижается, но также незначительно. Торий в большей степени остаточного накапливается в элювиальном горизонте.

Для оценки содержания радионуклида в эколого-гигиенических целях принято использовать удельную активность (табл. 9).

Таблица 9

Пределы колебания удельной активности в почвах на территории черневых лесов		
Элемент	Удельная активность, Бк	
	в исследуемых почвах	мировой почвенный фон [Кудритский, 1984]
K-40	437,81 ± 17,03 (65,24-751,95)	370,00
Th-232	54,83 ± 6,30 (5,85-147,00)	25,00
U-238	21,75 ± 1,24 (5,90-39,35)	25,00

При сравнении удельной активности естественных радионуклидов выяснилось, что калий-40 и торий-232 превышают мировой фон в 1,2 и 2,2 раза соответственно. Средняя удельная активность урана-238 находится в пределах фона.

### ВЫВОДЫ

1. Почвы черневых лесов располагаются в достаточно благоприятных гидротермических условиях для их развития, что влечёт за собой интенсивное течение почвенных процессов и как результат – образование очень мощного почвенного профиля.

2. Основные свойства почвенного профиля, а также содержание микроэлементов и радионуклидов отличается достаточным постоянством, как в пространственном, так и внутривидовом направлении. Такое распределение сложилось в результате образования почв изначально на однородной породе, а также происходящих интенсивных сукцессий между пихтовыми и осиновыми лесами, которые сглаживают действие оппонирующих почвенных процессов.

3. Среди исследуемых естественных радионуклидов фоновый уровень удельной активности в почвах мира превышают калий-40 и торий-232 за счёт повышенного их содержания в субстратной породе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Klinka K., Lowe L.E. Organic constituents of forest humus layers in the coastal western hemlock biogeoclimatic zone of British Columbia in relation to forest ecosystems // Research note. № 74. – 1975. – P. 16.
2. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
3. Алтай-Саянская горная область: История развития рельефа Сибири и Дальнего Восток. – М.: Наука, 1969. – 415 с.
4. Волкова Л.В. Поведение видов черневого крупнотравья // Географические проблемы Алтайского края: Сборник тезисов. Ч. 2. – Барнаул, 1991. – С. 7-10.
5. Додин А.Л. Геология и полезные ископаемые Кузнецкого Алатау. – М.-Л., 1948.
6. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжёлые металлы в почвах и растениях Новоси-

бирской области. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 229 с.

7. Ильичев А.И., Соловьев Л.И. География Кемеровской области. – Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1994.

8. Касаточкин В.И., Кононова М.М., Ларина Н.К., Егорова О.И. Спектральное и рентгеновское исследование химического строения гумусовых веществ почвы // Физика, химия, биология и минералогия почв СССР. – М.: Наука, 1964. – С. 195-205.

9. Ковалёв Р.В., Волковинцер В.И. и др. Основные черты почвообразования и особенности почв Западно-Сибирской равнины и её горного юго-восточного окаймления // X международный конгресс почвоведов: Сборник докладов. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 36-53.

10. Ковалёв Р.В., Корсунов В.М., Шоба В.Н. Процессы и продукты почвообразования в темнохвойных лесах. – Новосибирск: Наука, 1981. – 120 с.

11. Коропачинский И.Ю. Дендрофлора Алтайско-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1975. – 292 с.

12. Корсунова Т.М., Корсунов В.М. Особенности гумусового профиля серых лесных глубокоподзоленных почв Салаирского кряжа // Лесные почвы Алтае-Саянской области: Сборник статей. – Красноярск, 1977. – С. 48-56.

13. Куминова А.В. Растительность Кемеровской области. – Новосибирск, 1949.

14. Кунгуров А.Л., Маркин М.М., Боярышников Г.Я. Финальный палеолит Горной Шории // География и природопользование Сибири. Выпуск 6. – Барнаул: АГУ, 2003. – С. 133-145.

15. Кутафьев В.П. Значение и охрана черневых лесов Горного Алтая // Вопросы охраны природы Горного Алтая: Сборник статей. – Горно-Алтайск, 1976. – С. 124-125.

16. Мальгин М.А. Закономерности распределения микроэлементов в почвах Горного Алтая // Этюды по биогеохимии и агрохимии элементов-биофилов: Сборник статей. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 48-61.

17. Мартузова Е. Черневой остров // Волна. – 2001 – № 28 (3).

18. Назимова Д.И., Степанов Н.В. Черневые кедровники Западного Саяна: типология, флористический состав / Биоразнообразие и динамика экосистем Северной Евразии: информационные технологии и моделирование (WITA-2001): тезисы докладов первого международного рабочего совещания. – Новосибирск: СО РАН ЦИИГ, 2001.

19. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. – М.: Наука, 1980. – 192 с.
20. Палкин С.Т. Вопросы земледелия в Горном Алтае. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1967. – 64 с.
21. Пинский Д.Л. Ионообменные процессы в почвах. – Пушино, 1997. – 166 с.
22. Попова М. Г. Флора Средней Сибири, Т. 1 – М., 1957. – 555 с.
23. Почвенный справочник. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – 288 с.
24. Протасова Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распространение заболеваний человека и животных // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 12. – С. 32-37.
25. Пузанов А.В., Бабошкина С.В., Мальгин М.А. Содержание и некоторые закономерности распределения мышьяка в горно-лесных почвах Алтая // География и природопользование Сибири. Выпуск 6. – Барнаул: АлтГУ, 2003. – С. 203-214.
26. Разрез новейших отложений Алтая. – М.: МГУ, 1977. – 208 с.
27. Рамане Х.К., Фрейберга Г.Я. Регулирование минерального состава растений путём компенсации влияния свойств почвы на поступление макро- и микроэлементов // Микроэлементы в комплексе минерального питания растений: Сборник статей. – Рига: Зинатне, 1975. – С. 29-46.
28. Салтыков А.В. Экология и свойства дерново-подзолистых почв отрогов Кузнецкого Алатау // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета Сборник тезисов. 2001. – № 4 – С. 283-284.
29. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1993. – 256 с.
30. Таранов С. А. К характеристике почвенного покрова Горной Шории // Конференция почвоведов Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов. – Горно-Алтайск, 1962. – С. 100-101.
31. Типы лесов Сибири. – М: СО АН СССР, 1963. – 224 с.
32. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука, 1975, – 299 с.
33. Фалалеев Э.Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование. – М: Лесная промышленность, 1964. – 165 с.
34. Хмелёв В.А. Особенности почвообразования в бассейне реки Иши Шории // Конференция почвоведов Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов. – Горно-Алтайск, 1962. – С. 87-88.
35. Шипов А. В., Мунатова Г. В. Геолого-географические особенности и заболеваемость населения Республики Алтай // Природные ресурсы Горного Алтая: Сборник научных статей. – Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 1997. – С. 172-179.

## ОСОБЕННОСТИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ АЛТАЯ

И.А. Архипов, А.В. Пузанов

*Выявлены закономерности геохимического поведения ряда микроэлементов в фоновых почвах Алтая, залегающих на разных почвообразующих породах и в различных геоморфологических условиях.*

### ВВЕДЕНИЕ

Ландшафтно-геохимические и почвенно-геохимические исследования в системе высотных поясов Алтая являются приоритетными задачами региональной экологии. В рассматриваемой группе тяжелых металлов свинец и цинк относится к I классу опасности; медь, хром, никель и кобальт - ко II классу [1]. Различия в содержании микроэлементов, обусловленные возрастом и составом пород, определенным образом влияют на геохимические особенности всех составных компонентов рассматриваемых ландшафтов, особенно четко это проявляется в почвенном покрове.

На территории алтая рассмотрены особенности геохимического поведения микроэлементов в границах следующих ландшафт-

ных комплексов: 1) высокогорных альпийских и субальпийских луговых на останцово-холмисто-увалистых пенеппенизированных высокогорьях с маломощным суглинисто-щебнистым покровом с альпийскими и субальпийскими низкотравными и высокотравными лугами на горно-луговых почвах, 2) среднегорных лесных с лиственничными и березово-лиственничными лесами на горно-лесных черноземовидных почвах, 3) межгорно-котловинных степных в полого-увалистых днищах котловин, сложенных щебнисто-суглинистыми и суглинистыми пролювиальными, аллювиальными и озерными отложениями, с ковыльными разнотравно-злаковыми степями на черноземах обыкновенных и южных, 4) днищах котловин, сложенных галеч-