

РАДИОНУКЛИДЫ В ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

С.Н. Балыкин, О.А. Ельчиной

Определено содержание естественных радионуклидов (уран-238, торий-232, калий-40) и цезия-137 в горно-лесных бурых почвах Алтая, уровень их удельной активности, характер пространственного и внутрипрофильного распределения.

В лесном поясе Алтая горно-лесные бурые почвы — весьма распространенный почвенный тип. Общая их площадь в пределах Горного Алтая превышает 1706 тыс. га [1].

Значительная часть естественной радиоактивности почв связана с радиоизотопами, которые образуют три радиоактивных семейства – урана (родоначальник ^{238}U ; период полураспада $T_{1/2} = 4,5 \times 10^9$ лет), актиния (родоначальник ^{235}U ; $T_{1/2} = 7,1 \times 10^8$ лет) и тория (родоначальник ^{232}Th ; $T_{1/2} = 1,4 \times 10^{10}$ лет). Из всех изотопов урана, ^{238}U составляет 99,28%. Существенный вклад в естественную радиоактивность почв вносит долгоживущий радиоактивный изотоп ^{40}K ($T_{1/2} = 1,3 \times 10^9$ лет). [2–5].

Среди искусственных радионуклидов цезий-137 занимает особое место, что обусловлено исключительно высокой подвижностью ^{137}Cs в биогеохимических цепочках и длительностью его пребывания в биосфере ($T_{1/2} = 30,17$ лет) [6,7].

Целью работы было исследование горно-лесных бурых почв Алтая на содержание радионуклидов: урана - 238, торий - 232, калия – 40 и цезия – 137. Задачами исследования стали оценка уровня удельной активности радионуклидов в горно-лесных бурых почвах Алтая и изучение характера пространственного и внутрипрофильного распределения радионуклидов.

Определение радионуклидов выполнено гамма-спектрометрическим методом в аналитическом центре ОИГГИМ СО РАН.

В данной работе изучены бурые почвы Прителецкой провинции Алтайской горной области [8], профили которых были заложены на склонах противоположных экспозиций (северной и южной) северо-западной части бассейна Телецкого озера.

На исследуемой территории распространены преимущественно горно-лесные бурые типичные почвы, но на северном склоне встречаются и оподзоленные подтипы, развитые на песчано-галечниковых отложениях террас Телецкого озера. Морфологиче-

ские признаки этих почв на примере двух разрезов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Морфология горно-лесных бурых почв

| Горизонт (см) | Описание |
|---|---|
| 01. Горно-лесная бурая типичная каменистая маломощная многогумусная среднесуглинистая | |
| A ₀ (0-1) | Слаборазложившийся, хорошо различимы хвоя, кора, листья |
| A ₀ ' (1-8) | Оторфован, бурый, слабо мажет, влажный, едва различимы части растений |
| A (8-14) | Бурый с легким коричневатым оттенком, комковато-пороховатый, средний суглинок, включения гальки и дресвы, гравия, угольков, корней, свежий, переход заметный по цвету |
| AB (14-32) | Желтовато-бурый, мелкокомковато-пороховатый, средний суглинок, включения гальки и дресвы (как и в предыдущем горизонте), корней древесных растений, свежий, переход постепенный |
| B ₁ (32-63) | Светлее, более однороден по цвету, структура неоднородная (мелкокомковато-пороховатая – комковатая), средний суглинок, свежий, гравийно-дресвяных включений около 50%, встречаются небольшие валуны и глыбы, корни древесных растений, переход постепенный, граница неясная |
| B ₂ (63-80) | Светлее, окрашен неоднородно за счет выветривания различных пород, средний суглинок, обилие выветрелых включений, свежий, переход постепенный по включениям и цвету |
| BD (80-100 и ↓) | Неоднородно окрашен из-за интенсивного выветривания пород, включений 90%, мелкозем среднесуглинистый, свежий, ниже идет сплошная толща плотных пород |
| 38. Горно-лесная бурая оподзоленная на аллювии маломощная многогумусная супесчаная | |
| A ₀ (0-2) | Бурый, влажноватый, пронизан корнями, средней степени разложения, слабо различимы остатки травянистого яруса |

РАДИОНУКЛИДЫ В ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

продол. табл. 1

| | |
|--------------------------------------|---|
| A ₁ (2-6) | Серовато-бурый, пороховато-мелкокомковатый, тонкая супесь, сухой, переход заметный по цвету |
| A ₁ A ₂ (6-18) | Светло-бурый с белесоватым оттенком, комковатый, структура не прочная, супесь, свежий, плотнее, переход постепенный |
| B ₁ (18-54) | Светло-бурый с легким желтоватым оттенком, комковатый, структура не прочная, легкий суглинок, свежий, плотность такая же, переход постепенный |
| B ₂ (54-72) | Больше желтого оттенка, комковатый, структура не прочная, тонкий песок с вкраплениями более крупных песчинок, влажнее, плотность такая же, переход постепенный |
| B ₃ (72-90) | Неоднородный: основной цвет желто-бурый, прожилки бурого цвета более тяжелого состава (почвообразование в перерывах осадконакопления), песок, плотнее, структура выражена слабо |
| BC (90-120) | Общий цвет ближе к серому со слабым желтовато-бурым оттенком, бурые прожилки, песок, влажный, переход постепенный |
| C (120-170 и ↓) | Серый песок, влажный |

По содержанию гумуса практически все исследуемые почвы отнесены к многогумусным. Профильное распределение гумуса носит убывающий с глубиной характер. Наиболее резкое снижение концентрации гумуса с глубиной отмечено в супесчаных разновидностях (табл. 2).

Элювиально-иллювиальное распределение илистой фракции и физической глины связано с лессиважом и в меньшей степени с оподзоливанием.

Емкость катионного обмена наиболее тесно коррелирует с содержанием гумуса ($R = 0,53$). Слабая корреляционная зависимость емкости катионного обмена от физической глины и ила объясняется преобладанием фракции крупной пыли в гранулометрическом составе исследуемых почв. Тем не менее, снижение доли физической глины и ила в гранулометрическом составе горно-лесных бурых супесчаных почв террас Телецкого озера способствует уменьшению их емкости катионного обмена. При этом гумусное состояние данных почв не уступает таковому суглинистых разновидностей. В то же время подстилающие почву породы, если они характеризуются увеличением количества глинистых минералов, нередко характеризуются увеличением емкости катионного обмена.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК №4 2005

Таблица 2
Физико-химические свойства горно-лесных бурых почв

| № разреза | Горизонт | pH _v | Гумус | Ил | Физ. глина | ЕКО, мг/экв 100г |
|-----------|-------------------------------|-----------------|-------|-------|------------|------------------|
| | | | % | | | |
| №1 | A ₀ | 4,80 | – | – | – | 51,73 |
| | A | 4,70 | 9,90 | 17,32 | 45,52 | 13,57 |
| | AB | 4,8 | 4,60 | 15,88 | 40,36 | 16,96 |
| | B ₁ | 4,90 | 2,10 | 12,76 | 47,00 | 7,63 |
| | B ₂ | 5,10 | 0,70 | 10,16 | 36,60 | 7,63 |
| | BD | 5,20 | 0,60 | 16,08 | 35,60 | 9,33 |
| №38. | A ₁ | 4,40 | 27,40 | 5,12 | 15,40 | 14,84 |
| | A ₁ A ₂ | 4,40 | 12,30 | 5,52 | 13,44 | 10,18 |
| | B ₁ | 5,10 | 8,80 | 13,08 | 23,40 | 6,78 |
| | B ₂ | 5,30 | 2,80 | 3,80 | 10,28 | 6,36 |
| | B ₃ | 5,50 | 1,50 | 2,24 | 6,40 | 3,39 |
| | BC | 5,55 | 0,70 | 1,32 | 8,48 | 4,24 |
| C | 5,59 | 0,20 | 0,00 | 3,24 | 3,82 | |

Примечание. – не определено

Результаты исследования водных вытяжек показали, что представленные почвы отличаются довольно низкой концентрацией водорастворимых соединений (сумма солей в среднем составляет $0,042 \pm 0,001\%$). Самой низкой концентрацией водорастворимых солей характеризуются почвы Иогачской катены ($0,030\%$ в среднем). Максимальное содержание водорастворимых катионов кальция и магния почти во всех почвах отмечено в гумусовых горизонтах, натрия – в почвообразующих и подстилающих породах. Распределение водорастворимых анионов носит аккумулятивный характер.

В среднем, удельная активность ^{238}U составляет $29,7$, ^{232}Th – $17,8$, ^{40}K – 330 и ^{137}Cs – $23,6$ Бк/кг, что свидетельствует о содержании естественных радионуклидов в горно-лесных бурых почвах на уровне среднемировых значений их удельной активности в почвах (таблица 3). Содержание цезия не превышает его фоновых концентраций в почвенном покрове Алтая.

Таблица 3
Удельная активность радионуклидов в горно-лесных бурых почвах, Бк/кг

| Элемент | $\bar{X} \pm x$ | Кларк в почвах мира [4] |
|-----------|-----------------|-------------------------|
| Уран-238 | $29,7 \pm 1,5$ | 32,0 |
| Торий-232 | $17,8 \pm 0,6$ | 32,0 |
| Калий-40 | $330 \pm 13,9$ | 450,0 |
| Cs-137 | $23,6 \pm 3,7$ | - |

169

Гранулометрический состав не оказывает значительного влияния на уровни удельной активности ^{137}Cs , что связано, по-видимому, с близким расположением профилей различного гранулометрического состава относительно друг друга. Горно-лесные бурые почвы, сформированные на песчано-галечниковых отложениях террас Телецкого озера, характеризуются снижением содержания естественных радионуклидов в сравнении с бурыми почвами, образованными на щебнисто-суглинистом делювии (табл. 4).

Таблица 4
Удельная активность радионуклидов в горно-лесных бурых почвах различного гранулометрического состава, Бк/кг

| Элемент | Суглинистые | Супесчаные |
|-----------|-----------------|--------------|
| | $\bar{X} \pm x$ | |
| Уран-238 | 31,5 ± 1,7 | 26,0 ± 3,8 |
| Торий-232 | 18,6 ± 0,6 | 14,3 ± 1,0 |
| Калий-40 | 358,1 ± 21,3 | 283,2 ± 16,9 |
| Cs-137 | 24,0 ± 5,4 | 25,4 ± 6,6 |

Распределение естественных радионуклидов в профиле горно-лесных бурых почв неоднородно. Тем не менее, можно выделить следующие закономерности (рис.1): максимальное содержание урана отмечено в гумусовых и В-горизонтах, распределение тория в большинстве случаев относительно равномерно, либо характеризуется повышением его удельной активности вниз по профилю, содержание калия растет с глубиной, удельная активность цезия падает вниз по профилю. Максимальное проникновение его наблюдается до глубины 25 см, причем независимо от гранулометрического состава, т.к. супесчаные разновидности не уступают суглинистым по содержанию гумуса, выполняющего депонирующую роль по отношению к радиоцезию.

ВЫВОДЫ

1. Удельная активность естественных радионуклидов и ^{137}Cs в горно-лесных бурых почвах Северо-восточного Алтая не превышает среднемировых и фоновых значений.
2. Гранулометрический состав не оказывает значительного влияния на содержание радионуклидов в рассмотренных почвах.
3. Органическое вещество бурых почв выполняет депонирующую роль по отношению к урану и цезию.

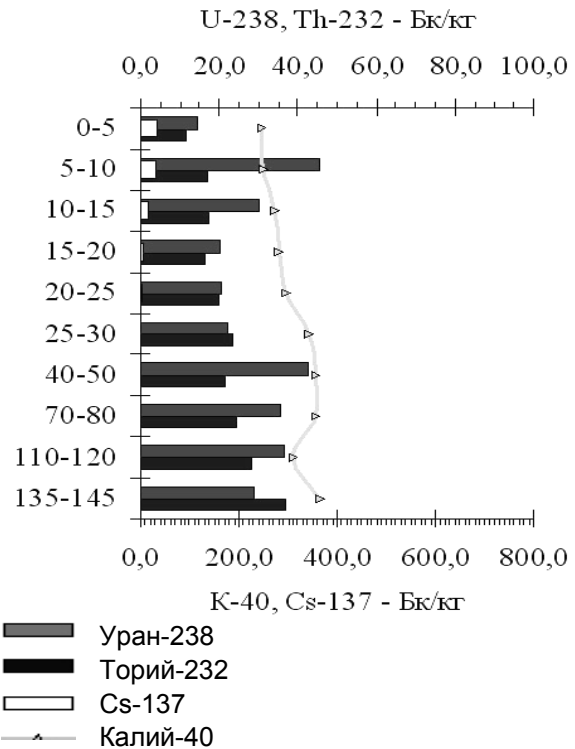


Рис. 1. Внутривертикальное распределение радионуклидов в горно-лесных бурых почвах

Работа выполнена при поддержке грантов: РГНФ 05-06-18001е, РГНФ 05-06-18015е, РФФИ 04-05-65142, интеграционных проектов СО РАН №167 и №65.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Почвы Горно-Алтайской автономной области / Отв. ред. Р.В. Ковалев, – Новосибирск: Наука, 1973.
2. Енохович А.С. Справочник по физике. – М.: Просвещение, 1978. – 415 с.
3. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.
4. Почвоведение / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.
5. Радиобиология / Волков Г.Д., Липин В.А., Черкасов Д.П. – М.: Колос, 1964. – 232 с.
6. Изучение водохозяйственного, гидрохимического и экологического состояния рек бассейна Верхней Оби: Отчет. – Новосибирск-Барнаул-Томск: ИВЭП СО РАН, ИПА, 1990. – 92 с.
7. Эмсли Дж. Элементы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 256 с.
8. Самойлова Г.С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Алтае-Саянской горной страны // Землеведение. – Т. XVII, 1990. – С. 53-65.