УРАН В РАСТЕНИЯХ ГОРНОГО АЛТАЯ

Кайзер М.И.
Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск

Территория Горного Алтая ценится большим разнообразием лекарственных и декоративных растений. Поэтому при проведении радиоэкологического мониторинга важно оценить уровень концентрации радиоактивных элементов в растениях. На содержание урана-238 исследованы лекарственные, культурные и декоративные растения Северного, Центрального и Юго-Восточного Алтая. Активность радионуклида оценена в подстилке, войлоке, надземной массе и корнях растений.

Для расчета коэффициентов накопления (КН) и пропорциональности (Кп) использовали данные по содержанию ^{238}U(Ra) в соответствующих почвах (на глубине 0-25 см).

Накопление радиоактивных элементов, в том числе и ^{238}U(Ra), растениями зависит от содержания их в почве, от свойств почв (pH, гранулометрический состав, гумус и др.), их доступности, вида растения, фазы его развития, природно-климатческих условий и др.

В природных биосферных условиях в окислительной обстановке уран является сильным мигрантом, но считается металлом слабого биологического поглощения [1]. Доступными для растений формами урана являются U-протеиновые комплексы [2]. КБП урана растениями по мировым значениям <0,40 [3, 4].

Среднее содержание урана для наземной растительности по литературным данным – 38 мкг/кг (0,46 Бк/кг*) в интервале от 5 до 69 мкг/кг (0,03*-0,84* Бк/кг) [5]. Для древесной растительности Сибири активность ^{238}U составляет (Бк/кг золы)*: береза бородавчатая -12,21, сосна обыкновенная - 12,21, осина дрожащая - 3,66, лиственницы даурская и сибирская - 122,10 [6].

В злаковых культурах, как правило, нуклид накапливается в вегетативной массе. Коэффициенты накопления урана в зерне и соломе озимой пшеницы на разных типах почв по данным Г.Я. Стасьева [7] колеблются от 0,0004 до 0,003; и от 0,002 до 0,006, соответственно. Коэффициенты накопления урана кукурузой составляют 0,0001-0,012 [7].

Среднее содержание ^{238}U(Ra) в исследованных растениях Горного Алтая составляет 7,12 Бк/кг, что ниже его среднего в почвах Алтая (23,20 Бк/кг [8]). Концентрация ^{238}U(Ra) в растениях варьирует от 1,3 до 35,41 Бк/кг (табл. 1).

Способность накапливать элемент у различных видов растений проявляется в разной степени. Максимальные концентрации урана отмечены в ромашке аптечной (35,41 Бк/кг) семейства сложноцветных (Acteraceae). Разные виды одного рода аккумулируют уран неодинаково. Так содержание ^{238}U(Ra) в разных видах полыни варьирует от 5,01 до 18,32 Бк/кг (табл. 2). Если рассматривать растения на уровне семейств, то следует отметить, что больше ^{238}U(Ra) накапливают гречишные (Polyconaceae) (среднее - 15,47 Бк/кг). Не обнаружен (<0,001) уран во всех исследованных видах семейства зонтичных (Umbelliferae).
Изучено распределение урана в надземной массе и корнях растений. Среднее содержание ^{238}U(Ra) в надземной массе растений составляет 10,46±4,16, в корнях- 14,55±2,48 Бк/кг. Коэффициенты пропорциональности (Кп) урана в этих частях растений, произрастающих на разных почвах заметно отличаются (табл. 3). Максимальные значения Кп определены в надземной массе растений на горно-лесных черноземовидных почвах (0,085), минимальные- на черноземах обыкновенных (0,002); в корнях - максимальные (0,162) и минимальные (<0,001) значения Кп определены на почвах высокогорий.

Таблица 1

Содержание ^{238}U(Ra) (Бк/кг) в некоторых растениях Горного Алтая

Семейство	Вид	^{238}U(Ra)
Злаковые (Gramineae)	Чий *блестящий*	4,93*
	Ячмень	24,42

	Пшеница *безостая* Пырей Ковыль Тимофеевка Кострец Вейник	2,44 9,34* 2,80* 1,33* Н.о 7,33-10,99
Бобовые (Fabaceae)	Донник *желтый* Солодка Люцерна желтая Клевер	10,99 2,44 6,10* 17,09
Гречишные (Polyconaceae)	Гречиха Щавель *конский* Горец	8,55 8,55 29,30
Розоцветные (Rosaceae)	Курильский чай Лабазник *вязолистный*	6,05-16,25 Н.о
Зверобойные (Hypericaceae)	Зверобой *продырявленный*	13,43
Зонтичные (Umbelliferae)	Володушка *козелецелистная* Тмин *обыкновенный* Дягель Укроп	Н.о Н.о Н.о Н.о
Сложноцветные (Acteraceae)	Полынь Ромашка *аптечная* Подсолнечник Тысячелистник Мать-и-мачеха	6,10* 35,41 Н.о 3,66* Н.о
Губоцветные (Labiatae)	Зопник *клубненосный* Черноголовка Мята Душица *обыкновенная* Чабрец Зизифора	Н.о 3,66 Н.о 3,69*-10,99 12,21* 7,33*
Подорожниковые (Plantaginaceae)	Подорожник *большой*	Н.о
Синюховые (Polemoniaceae)	Синюха *голубая*	2,44
Крапивные (Urticaceae)	Крапива *двудомная*	Н.о
Лютиковые (Ranunculaceae)	Василистник *малый*	2,44
Камнеломковые (Saxifragaceae)	Бадан	Н.о
Пионовые (Paeoniaceae)	Пион *уклоняющийся*	12,21
Вересковые (Ericaceae)	Багульник *болотный*	6,05-7,33
Маревые (Chenopodiaceae)	Марь *белая*	10,37*
Брусничные (Vacciniaceae)	Брусничник	7,33-19,36
Кипрейные (Onagraceae)	Кипрей	Н.о
Эфедровые (Ephedraceae)	Эфедра	16,25
Мареновые (Rubiaceae)	Подмаренник	3,66*
Осоковые (Cyperaceae)	Осока	6,11*

Примечание: * - среднее значение, Н.о - не обнаружен.

Таблица 2

Содержание ^{238}U(Ra) (Бк/кг) в разных видах полыни

Вид полыни	^{238}U(Ra)
Полынь серая	5,01*
Полынь обыкновенная	8,30*
Полынь пижмавидная	18,32
Полынь раздельная	3,66

* - среднее значение

Таблица 3

Коэффициент пропорциональности $^{238}U(Ra)$ в растительных объектах, произрастающих на различных почвах Горного Алтая

Почва	Вид образца	Кп $^{238}U(Ra)$
Горно-тундровая	Надземная масса Корни	0,005 0,162
Горно-луговая	Надземная масса Корни	0,014 <0,000
Горно-лесная бурая	Надземная масса Корни	0,002 0,017
Горно-лесная черноземовидная	Надземная масса Корни	0,085 0,013
Горно-лесная дерновая	Надземная масса Корни	0,029 0,014
Чернозем обыкновенный	Надземная масса Корни	0,002 0,029
Чернозем южный	Надземная масса Корни	0,003 0,027
Каштановая	Надземная масса Корни	0,003 0,003

Коэффициенты накопления урана исследованными растениями зависят от его содержания в почве (рис. 1).

Была рассмотрена зависимость между накоплением растениями $^{238}U(Ra)$ и некоторыми физико-химическими свойствами почв (содержанием гумуса, ила, pH, емкостью поглощения). Прямая корреляция между факторами была выявлена лишь с pH среды.

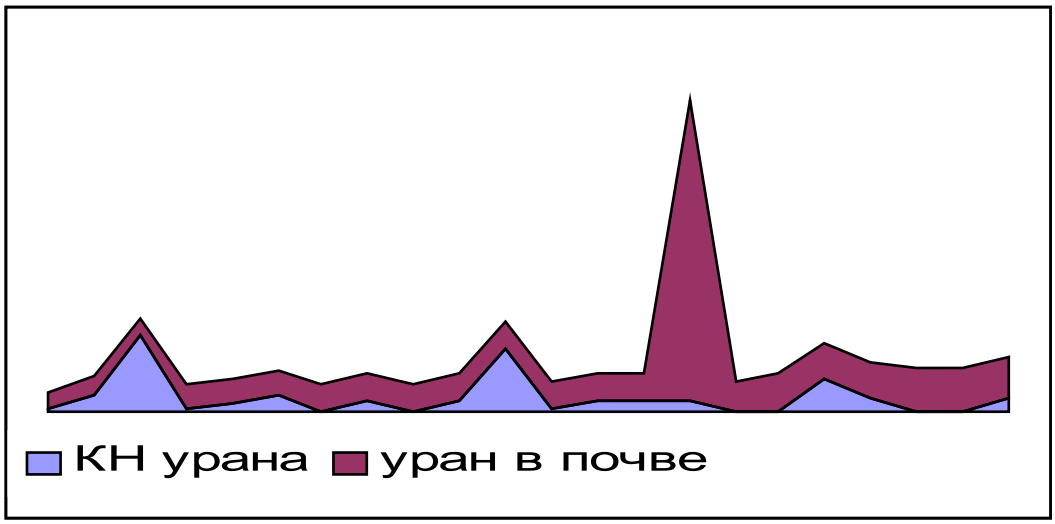

Рис. 1. Зависимость коэффициента накопления $^{238}U(Ra)$ от его содержания в почве.

Более интенсивное поглощение $^{238}U(Ra)$ растениями происходит в диапазоне pH от 5-7.

Таким образом, уровень содержания $^{238}U(Ra)$ в изученных растениях Горного Алтая существенно варьирует. Это связано с видовой принадлежностью, условиями произрастания (тип и свойства почвы). Активность элемента в растениях не превышает предельно допустимых значений.

*Примечание: знак *по тексту - пересчитано нами.*

Литература

1. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. - М.: Недра, 1972.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989.
3. Возбуцкая А.Е. Химия почвы / Под ред. Ашкинази. - М.: Высшая школа, 1968.
4. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. - М.: Мысль, 1983.
5. Bowen H.J.M. Enwironmental Chemistry of Elements. - N.Y.: Acad. Press, 1979.
6. Ковалевский А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений. - М.: Недра, 1984.
7. Стасьев Г.Я. Естественная радиоактивность озимой пшеницы и кукурузы // Влияние интенсивной химизации сельского хозяйства на накопление естественных радионуклидов в почве и продукции растениеводства. - М., 1986. - С. 59-73.
8. Кузнецова М.И, Мальгин М.А., Пузанов А.В. Естественные радиоактивные элементы в горных, почвообразующих породах и почвах Алтая // Материалы 3-й Международной конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». - Семипалатинск, 2004. – С. 325-341.