

УДК 58.009
ББК 28.5

**БИОАККУМУЛЯЦИЯ УРАНА И
НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ**

Тиллобоев Хакимджон Ибрагимович – кандидат химических наук, доцент кафедры органической и прикладной химии Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Фафурова (Республика Таджикистан, г.Худжанд), e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

Назаров Холмурод Марипович – доктор технических наук, профессор, директор Филиала Агентства по ядерной и радиационной безопасности (Таджикистан, г.Бустон), e-mail: holmurod18@mail.ru

Бободжоновна Зиннатджон Хакимджоновна – докторант PhD Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Фафурова (Республика Таджикистан, г.Худжанд), e-mail: bobojonova@mail.ru

**БИОАККУМУЛЯЦИЯ УРАНА
ВА БАЪЗЕ МЕТАЛЛҲОИ
ВАЗНИН ДАР РАСТАНИҲО**

Тиллобоев Хакимҷон Ибрагимович – номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи органикӣ ва амалии Донишгоҳи Давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Фафуров (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хуҷанд), e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

Назаров Холмурод Марипович – доктори илмҳои техникӣ, профессор, директори Филиали Агентии амнияти ядрои ва радиационии вилояти Суғд (Тоҷикистон, ш. Бӯстон), e-mail: holmurod18@mail.ru

Бобочонова Зиннатҷон Ҳакимҷонова – докторанти PhD Донишгоҳи Давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Фафуров (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хуҷанд), e-mail: bobojonova@mail.ru

**BIOACCUMULATION OF
URANIUM AND SOME HEAVY
METALS IN PLANTS**

Tilloboev Hakimjon Ibrahimovich – Candidate of Chemical Sciences, Docent of the Department of Organic and Applied Chemistry of the Khujand State University by name Academic Bobojon Gafurov, (Tajikistan Republic, Khujand), e-mail: tilloboev-2006@mail.ru

Nazarov Kholmurod Maripovich – Dr. of Technics, Professor, Director of The Branch of Nuclear and Radiation Safety Agency of Sugd Area (Tajikistan, Buston city), e-mail: holmurod18@mail.ru

Bobojonova Zinnatjon Hakimjonovna – PhD of the Khujand State University by name Academic Bobojon Gafurov, (Tajikistan Republic, Khujand), e-mail: bobojonova@mail.ru

Ключевые слова: биоаккумуляция тяжелых металлов, уран, полынь горькая, мятлик, астрагал.

В статье приведены результаты изучения биоаккумуляционных свойств некоторых видов растений, растущих на территории загрязненных ураном и тяжелыми металлами. Отмечено высокое аккумуляционное свойство растения мятлик по отношению к таким тяжелым металлам как: мышьяк, хром, медь и свинец. Для урана и большинство микроэлементов, изменение между концентрациями в растениях, собранных в различных местах находилась в пределах до 20 %.

Вожаҳои калидӣ: биоаккумулятсия, металлҳои вазнин, уран, явшон, кабӯдгӯс, астрагал.

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши хусусиятҳои биоаккумулятсияи баъзе растаниҳои дар мавзёҳои, ки бо уран ва металлҳои вазнин олуда шуда, оварда шудаанд. Хусусиятҳои баланди биоамишавии металлҳои вазнин - арсен, хром, мис ва сурб дар растаниҳои мятлики нисбат ба дигар растаниҳои тадқиқотшуда, қайд карда шудаанд. Барои уран ва аксари элементҳои микроэлементӣ, консентратсияи растаниҳои дар ҷойҳои гуногун замишуда дар ҳудуди 20% -ро ташиқил медиҳад.

Key words: bioaccumulation, heavy metals, uranium, wormwood, bluegrass, astragalus.

The article presents the results of studying the bioaccumulation properties of some plants growing on the territory contaminated with uranium and heavy metals. The high accumulation properties of Bluegrass were noted in relation to arsenic, chromium, copper and lead. For uranium and most trace elements, the variation between concentrations in plants collected at different locations was within 20%

Химический состав растений отражает элементный состав почвенной среды. Однако на эту общую закономерность оказывают влияние многие факторы. Поэтому, содержание тяжелых металлов в растениях очень изменчиво и на незагрязненных почвах колеблется в широких интервалах. В условиях химических стрессов, вызванных избытком элементов, растения в ходе эволюции выработали механизмы, приводящие к устойчивости и нарушениям химического баланса в окружающей среде.

Главный путь поступления металлов в растения - это абсорбция корнями. Поэтому почвенная среда - основной источник поступления элементов для растений, корневая система которых может поглощать тяжелые металлы активно (метаболически) и пассивно (неметаболически). В большинстве случаев скорость поглощения элементов положительно коррелирует с содержанием их доступных форм. Зависимость между степенью загрязнения почвы тяжелыми металлами и интенсивностью их поступления в растениях, является сложной и не носит функционального характера. Это объясняется тем, что не все растения обладают одинаковой способностью накапливать тяжелые металлы. Это свойство связано с наличием у растений в разной степени выраженности различных физиолого-биохимических защитных механизмов, препятствующих поступлению токсичных элементов [1].

Несмотря на существенную изменчивость в способности различных растений к накоплению тяжелых металлов, биоаккумуляция элементов имеет определенную тенденцию.

Тяжелые металлы могут поступать в растения некорневым путем из воздушных потоков. На практике широко применяется опрыскивание растений растворами микроэлементов железа, меди, марганца, молибдена и других. Поступление элементов в растения через листья или фолитарное поглощение происходит, главным образом, путем неметаболического проникновения через кутикулу. Поглощенные листьями металлы могут переноситься в другие растительные ткани, в частности в корни, в которых могут находиться длительное время в форме запаса. При переносе катионов в растениях наиболее важную роль выполняют хелатообразующие лиганды.

Между концентраций металлов в почвенных растворах и их поглощением корнями растений, как правило, существует прямая линейная зависимость. Это положение свидетельствует о запасе тяжелых металлов в почве, а их воднорастворимые или подвижные формы определяют доступность элементов для растений.

В настоящее время установлено, что фитотоксичность тяжелых металлов, устойчивость к ним растений и содержание этих элементов в растениях зависят от многих условий. О механизмах устойчивости различных культур к повышенным концентрациям тяжелых металлов пока накоплено мало научных данных и сведений. Известно, что есть растения, которые способны концентрировать отдельные металлы без видимых признаков угнетения. На фитотоксичность металлов большое влияние оказывают такие свойства почвы как: уровень реакции среды, емкость катионного обмена, содержание органического вещества и другие.

В настоящее время к сожалению, накоплено недостаточно экспериментальных данных по содержанию тяжелых металлов в растениях.

Цель данной работы – заключается в изучение биоаккумуляционной способности растений, растущих на загрязненных ураном и некоторыми тяжелыми металлами участках местности.

В качестве объектов исследования были выбраны искусственное озеро города Истиклола (бывший город Табашар), образовавшегося на месте бывшего карьера по добыче ураносодержащего сырья, где его концентрация в воде составляет 2,0 мг/л и территория поверхности прилегающей к Дигмайскому радиоактивному хвостохранилищу.

Предметом исследования явились растения, растущие на указанных территориях. В частности, были собраны в г. Истиклоле и Дигмайском хвостохранилище такие растения как: астрагал зр. (*Fabaceae Lindl*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*) мятлик (*Poaceae*). Мятлик (*Poaceae*) был собран только в окрестности озера Истиклол (Рис.).



Рисунок. Растения, собранные в г. Истиклол и вокруг Дигмайского хвостохранилища: а – полынь горькая (*Artemisia absinthium*); б – астрагал (*Fabaceae Lindl*); в – мятлик (*Poaceae*).

Методика исследования. Отбор жидких, почвенных, и растительных проб и их подготовка к анализам производились в соответствии с методическими рекомендациями [2].

Отбор растительных проб произвели на уровне не менее 5 см над поверхностью земли. Виды растений, идентифицированы специалистами кафедры ботаники и физиологии растений Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова.

В лаборатории образцы растений сушили при комнатной температуре, стебли и листья измельчали вместе, гомогенизировали и для определения концентраций радионуклидов и тяжелых металлов переваривали до растворения. Растительные материалы не были промыты, но анализ показал гомогенность небольшого изменения, указывающие на загрязненность отобранных проб почвы или пыли. Сухой вес всех образцов определяли путем сушки под выборки при 105°C [3].

С применением коэффициентов распределения (Бк/кг почвы, в Бк/л воды), факторы (растительность в Бк/кг) и бионакопление (Бк/кг водные растения в Бк/л воды) были рассчитаны пробы [4].

Результаты и их обсуждения

Концентрация урана и других микроэлементов были определены в трех видах растений (табл.).

Таблица – Концентрация урана и микроэлементов в растительности, собранные на участках Истиклола и Дигмайского хвостохранилища

Растение	Показатель	Место отбора проб	²³⁸ U	As	Cr	Cu	Ni	Pb	Cd
			Бк/кг	МКГ/КГ					
<i>Fabaceae Lindl</i> Астрагал зр.	Средн.	Дигмай	0,70	0,13	2,6	6,4	0,87	0,36	0,20
	Min		0,58	0,13	2,6	2,7	0,62	0,31	0,19
	Мах		0,87	0,14	2,7	13	1,0	0,42	0,20
	RSD (%)		22	-	-	94	25	16	4
<i>Artemisia absinthium</i> Полынь горькая	Средн.	Истиклол	2,3	0,8	1,8	2,0	0,4	0,68	1,2
	Min		1,7	0,65	-	1,7	1,0	0,47	1,1
	Мах		2,8	1,0	-	2,3	1,8	0,88	1,3
	RSD (%)		2	-	-	2	2	2	2
<i>Poaceae</i> Мятлик	Средн.	Истиклол	1100	30	8,9	7,7	3,7	17	0,27
	Min		1000	24	6,4	5,3	2,4	14	0,18
	Мах		1200	34	12	10	5,1	21	0,39
	RSD (%)		7	13	32	33	35	22	38
<i>Fabaceae Lindl</i> Астрагал зр.	Средн.	Истиклол	2,1	0,46	-	2,3	2,4	0,69	1,8
	Min		2,1	0,41	-	2,1	1,7	0,61	1,8
	Мах		2,2	0,48	-	2,4	3,9	0,78	1,9

	RSD (%)		3	6	-	4	36	10	1,5
<i>Artemisia absinthium</i> Полынь горькая	Средн.	Дигмай	1,3	0,7	1,4	0,8	0,3	0,60	1,0
	Min		1,0	0,55	-	1,5	1,0	0,41	1,1
	Max		1,7	0,8	-	1,9	1,5	0,82	1,0
	RSD (%)		1	-	-	1	1	1	1

Концентрации активности ^{238}U были высокими в мятлике (*Poaceae*) собранные у озера, в пределах от 1000 до 1200 Бк/кг, имеющий $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ отношение активности близко к 1. В противном случае, поглощение урана было низким. Высокие уровни As (30 мкг/кг), Cr (8,9 мкг/кг), Cu (7,7 мкг/кг) и Pb (17 мкг/кг) были также замечены в *Poaceae*.

Для урана и большинство микроэлементов, изменение между концентрациями в растениях, собранных в различных местах находилась в пределах 20 %. Наибольшие отклонения наблюдались для металлов в *Poaceae*, где RSD был 30 %, в то время как RSD для урана составил 7 %.

В то же время, радиоактивные изотопы не вызывают заметных повреждений растительных организмов, однако они накапливаются в значительных количествах.

По результатам исследований была выявлена группа элементов, вносящих наиболее весомый вклад в загрязнение почв и растительного покрова в районах города Истиклол и Дигмайского хвостохранилища. Это может быть связано с тем, что отходы уранового производства на исследованных участках находятся в открытом состоянии.

Таким образом, загрязнение растительной продукции ураном и тяжелыми металлами зависит от свойств металлов и их концентрации в воде, в почве и от биологических особенностей исследованных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мосинец, В.Н. Радиоактивные отходы уранодобывающих предприятий и их воздействие на окружающую среду. – М.: Атомная энергия. 1991. Т.70. Вып. 5. – С.282-288.
2. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картированию М 1: 50000 – 1:25000. – М.: ВСЕГИНГЕО. 1990. – 206 с.
3. Методические рекомендации, методика выполнения измерения. «Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа- и бета-активности». – М.: НПП «Доза». 1997. - 24с.
4. Польшванов, Б. Б. Кора выветривания. Избранные труды. – М.: Издательство АН СССР. 1956. – 326 с.

REFERENCES

1. Mosinets, V.N. Radioactive waste from uranium mining enterprises and their impact on the environment. - M.: Atomic energy. 1991. Vol. 70. Issue 5. - P.282-288.
2. Requirements for geological and ecological studies and mapping M 1: 50,000 - 1: 25,000. - M.: VSEGINGEO. 1990. -- 206 p.
3. Methodical recommendations, measurement procedure. "Preparation of samples of natural waters to measure the total alpha and beta activity." - M.: NPP "Dose". 1997. - 24 p.
4. Polyvanov, B. B. Weathering crust. Selected Works. - M.: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR. 1956. -- 326 p.