

## Радиоэкологические исследования территорий некоторых поселков Акмолинской области

Имашева Б.С.

*АО «Медицинский университет Астана». Радиобиологический научный центр, Астана*

Мақалада Ақмола облысы Зеренді ауданының кейбір кенттерінің территорияларына жүргізілген радиоэкологиялық зерттеулердің нәтижелері ұсынылды. Топырақ, өсімдік және азық-түлік өнімдеріндегі (сүт, ет, картоп) радионуклидтердің концентрациясы және тұрғын үйлердегі радонды өлшеу нәтижелері берілді. Бақылаудағы учаскемен салыстырылып, балама мөлшердің қуатын арттыру арқылы табиғи-аномалды учаскелер анықталды.

In this work were submitted results of radioecology researches for some village territories of Zerenda region, Akmola oblast/ region. There is presented concentration of radioactive nuclide in a sample of ground, plants and foodstuffs (milk, meat, potato) and results of radon measures in the living quarters. It was defined natural and anomalous districts with exceeding power of equivalent dose in comparison of controlled district. There is presented concentration of radioactive nuclide, was defined natural and anomalous districts.

В районах, где проводится добыча и переработка урановой руды, актуальным является исследование концентрации естественных радионуклидов в объектах окружающей среды и пищевых продуктах. Самыми распространенными естественными радиоактивными элементами в почве, как и в природе, являются калий и тяжелые элементы — уран, торий, полоний, радий, свинец.

Большое влияние на уровни загрязнения почвы оказывают выбросы в атмосферный воздух вредных веществ, которые осаждаются вблизи источников загрязнения и накапливаются в поверхностных горизонтах почвенного покрова, они обуславливают его быструю антропогенную трансформацию [1–6].

Радиоактивность почв обусловлена присутствием в них широкого набора радиоактивных элементов естественного и техногенного происхождения. Через почву они могут поступать в воздух, воду, растительные и животные организмы и по пищевым цепям — в организм человека. Это делает актуальными анализ и изучение путей поступления радионуклидов в почву, основных закономерностей их поведения, накопления и миграции по трофическим цепям [1–5].

Целью исследования являлось изучение концентрации радионуклидов в почве, растительности, пищевых продуктах и измерение эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА) в некоторых населенных пунктах Зерендинского района Акмолинской области.

### *Материал и методы*

Объектами исследования явились: почва, растения, пищевые продукты, ЭРОА радона в жилых помещениях поселков Васильковка, Гранитный, Ондирис и Приречный Зерендинского района Акмолинской области.

Гамма-съемка производилась площадная — по сети. Разбивка сети проводилась предварительно с учетом особенностей застройки территории площадок. Сеть площадной гамма-съемки слагалась из профилей и точек измерения гамма-фона. Сеть закреплялась по ориентирам местности, расстояние между профилями на территории не превышало 5 м. Фиксированные измерения гамма-фона по профилю производились через каждые 10 м — по территории. Время измерения гамма-фона в фиксированной точке составляло не менее 10 с. При интенсивности излучения более 2-кратного фона время измерения увеличивали до 25–30 с, а расстояние между точками уменьшали до 1 м. Расстояние детектора «РКС-01-Соло» от измеряемой поверхности на фиксированной точке не превышало 1–2 см, при движении 5–10 см. Перед отбором проб проводилось измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД)  $\gamma$ -излучений на высоте 1 м и на поверхности земли, плотности потока альфа- и бета-частиц. С помощью навигатора GPS «Garmin» снимались географические координаты.

Поверхностные пробы почвы отбирались внутри населенных пунктов, а также с мест выпаса домашних животных методом конверта. С мест отбора проб почвы была собрана пастбищная растительность. В лабораторных условиях проводилась пробоподготовка почвы: высушивание, измельчение, просеивание, отделение инородных частиц. Пробы растительности высушивались, измельча-

лись, обугливались в сухожаровом шкафу при 105 °С, озолялись в муфельной печи при 400–450 °С. Был проведен расчет коэффициента биологического накопления (КБП) радионуклидов в растениях.

Измерение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона (ЭРОА) проводилось радоновым монитором «Рамон-02». С помощью воздухозаборного устройства производился отбор аэрозолей альфа-излучающих дочерних продуктов радона и торона, на аэрозольные фильтры, измерение активности  $\alpha$ -излучателей (RaA, RaC<sup>1</sup>) и (ThC<sup>1</sup>), где RaA — дочерний продукт радона <sup>218</sup>Po, RaC<sup>1</sup> — дочерний продукт радона <sup>214</sup>Po, ThC<sup>1</sup> — дочерний продукт торона <sup>212</sup>Po. Захват дисперсной фазы аэрозолей выполнялся фильтрами типа АФА-РСП-20. Регистрация импульсов альфа-частиц от дочерних продуктов, содержащихся на фильтре, осуществлялась с помощью полупроводникового детектора альфа-частиц площадью 20 см<sup>2</sup>. Радоновое обследование населенных пунктов Зерендинского района Акмолинской области было проведено методом *случайного выбора домов*. Доля домовладельцев, отказавшихся от сотрудничества, была незначительна (менее 2 %).

*Вовлечение организованных групп населения.* Измерения ЭРОА радона проводились в квартирах учителей и школьников, а также в общеобразовательных учреждениях. При этом школа и класс выбирались случайным образом.

Мясо, молоко, картофель для проб закупались у населения, проживающего в поселках, где проводились исследования. Все пробы взвешивались непосредственно в момент после отбора. К таре прикрепляли этикетку с указанием названия пробы, места и даты взятия, ее массу. Мышцы отделяли от костей, измельчали, высушивали. После высушивания указывали массу сырой и высушенной пробы. Затем высушенные кусочки мяса озоляли в муфельной печи до золы белого цвета. Каждая проба молока отдельно упаривалась и озолялась. Пробы картофеля очищались от кожуры, затем измельчались, высушивались и озолялись.

Расчет КБП радионуклидов и коэффициента накопления ( $K_n$ ) тяжелых металлов растениями проводили по следующей формуле [6]:

$$КБП = \frac{\text{содержание урана в растениях (Бк/кг золы)}}{\text{валовое содержание урана в почве (Бк/кг золы)}}$$

#### Результаты и обсуждение

Поселок Приречный определен в качестве контрольного населенного пункта, где МЭД гамма-излучения (на уровне 1 м над почвой) колеблется от 0,17 до 0,43 мкЗв/час. Измерение ЭРОА в жилых и административных помещениях пос. Приречный в пределах, за исключением одного дома, где наблюдалось превышение ПДК в 2,5 раза.

Т а б л и ц а 1

Удельная активность радионуклидов и суммарная альфа-активность проб п. Приречный, Бк/кг

№	Наименование проб	Географические координаты	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	Σ $\alpha$ -активность, Бк/кг
1	Почва	53°07'58,4" 069°03'42,2"	3	720	74	870
2	Растительность	53°07'58,4" 069°03'42,2"	7	610	8,39	27,7
3	Молоко	—	0,2	33	0,05	0,14
4	Мясо	—	0,6	100	0,09	0,28
5	Картофель	—	0,4	200	0,78	2,35

Расчет КБП радионуклидов растениями составил для <sup>137</sup>Cs 0,43; <sup>40</sup>K 0,8; <sup>226</sup>Ra 0,11.

Поселок Ондирис расположен в 15 км от районного центра (Зеренды) и насчитывает 13 дворов, 90 % домов построены из дерева. Измерение МЭД территории поселка показало, что она находится в пределах 0,14–0,34 мкЗв/ч.

Исследование ЭРОА радона в жилых помещениях пос. Ондирис показало его увеличение в 1,5 раза по сравнению с ПДК только в одном.

С мест выпаса домашних животных были отобраны пробы почвы и собрана пастбищная растительность для лабораторного анализа. Из пищевых продуктов отобраны пробы молока, мяса и картофеля. В местах отбора проб почвы МЭД гамма-излучения составила 0,33 мкЗв/ч.

**Удельная активность радионуклидов и суммарная альфа-активность проб пос. Ондирис, Бк/кг**

№	Наименование проб	Географические координаты	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$\Sigma\alpha$ -активность, Бк/кг
1	Почва	52°58'45,8" 069°01'35,3"	3	745	77	880
2	Растительность	52°58'45,8" 069°01'35,3"	7	390	6,03	18,1
3	Молоко № 1	–	0,2	51	0,29	0,91
4	Молоко № 2	–	0,4	53	0,07	0,27
5	Мясо	–	0,5	100	0,05	0,20
6	Картофель	–	1,5	130	0,06	0,17

Содержание  $^{40}\text{K}$  превышает в пробах молока в 1,5 раза, а суммарная альфа-активность в 6,5 раза по сравнению с контрольной пробой (табл. 2).

Проведенный расчет КБП радионуклидов растениями находится в пределах 0,08–0,52.

Измерение МЭД гамма-излучения в жилых помещениях пос. Васильковка показало, что она варьирует от 0,11 мкЗв/ч до 0,58 мкЗв/ч, при фоновом уровне МЭД 0,11–0,13 мкЗв/ч.

В пос. Васильковка было проведено 175 измерений ЭРОА радона, из них:

- в восьми жилых домах превышение ПДК (200 Бк/м<sup>3</sup>) от 1,5 до 3-х раз;
- в средней школе в двух кабинетах первого этажа превышение ПДК в 1,5 раза;
- в погребе в двух случаях ЭРОА радона превышает ПДК в 11 раз.

Результаты радиоспектрометрических исследований отобранных проб представлены в таблице 3.

**Концентрация естественных радионуклидов и суммарная альфа-активность проб пос. Васильковка, Бк/кг**

№	Наименование проб	Географические координаты	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$\Sigma\alpha$ -активность, Бк/кг
1	Почва	53°26'28,1" 069°22'06,1"	63	700	50	570
2	Почва. Аномальный участок № 1	53°26'28,2" 069°22'07,1"	247	1100	123	1460
3	Почва. Аномальный участок № 2	53°26'32,2" 069°22'13,7"	245	1391	119	1320
4	Растительность	53°26'28,1" 069°22'06,1"	6	840	3,8	11,7
5	Молоко № 1	–	0,3	70	0,04	0,13
6	Молоко № 2	–	0,6	77	0,71	2,34
7	Мясо	–	0,7	120	0,09	0,30
8	Картофель № 1	–	0,3	140	0,005	0,19
9	Картофель № 2	–	0,7	180	0,93	2,78

Проведенные лабораторные исследования поверхностных проб почвы показали, что в аномальных участках удельная активность  $^{232}\text{Th}$  до 4 раз,  $^{226}\text{Ra}$  и суммарная альфа-активность до 2-х раз превышает фоновый уровень. В пробах растений отмечается тенденция к увеличению удельной активности  $^{40}\text{K}$  (табл. 3). Расчет КБП радионуклидов растениями для  $^{137}\text{Cs}$  составил 2, а для  $^{40}\text{K}$  — 0,8, что выше контрольного уровня соответственно в 5 раз и в 1,5 раза.

В пробе молока № 1 пос. Васильковка выявлено увеличение концентрации  $^{40}\text{K}$  в 2 раза по сравнению с контролем. Во 2-й пробе молока удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 3 раза,  $^{40}\text{K}$  в 2 раза выше контрольного уровня.

Гамма-спектрометрические исследования картофеля пробы № 2 показали, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  превышало контрольный уровень в 2 раза.

Исследование МЭД гамма-излучения пос. Гранитный находится в пределах от 0,22 мкЗв/ч до 0,39 мкЗв/ч. Измерение ЭРОА радона в жилых помещениях пос. Гранитный показало, что только в одном случае концентрация радона превышает в 2 раза ПДК, при МЭД 0,23 мкЗв/ч.

Результаты лабораторных исследований отобранных проб пос. Гранитный представлены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

## Удельная активность радионуклидов и суммарная альфа-активность проб пос. Гранитный, Бк/кг

№	Наименование проб	Географические координаты	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$\Sigma\alpha$ -активность, Бк/кг
1	Почва № 1	53°24'56,1" 069°23'23,2"	25	640	50	820
2	Почва № 2	53°24'58,3" 069°23'35,0"	3	615	85	1350
3	Растительность	53°24'56,1" 069°23'23,2"	9	750	11,2	37,5
4	Молоко № 1	—	0,3	54	0,39	1,16
5	Молоко № 2	—	0,7	60	1,52	4,62
6	Мясо	—	0,7	100	0,06	0,20
7	Картофель	—	0,6	170	0,39	1,26

Гамма-спектрометрические исследования проб почвы, отобранных в местах выпаса домашних животных, показали, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 8 раз выше контрольного уровня. В пробах почвы, отобранных на территории школы поселка, суммарная альфа-активность в 1,5 раза выше контрольного уровня. В пробах растений пос. Гранитный отмечается тенденция к увеличению концентрации  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  по сравнению с контрольным значением. Проведенный расчет КБП радионуклидов растениями для  $^{40}\text{K}$  составил 1,2, что до 1,5 раза,  $^{226}\text{Ra}$  — 0,16, что в 2 раза превышает контрольный уровень.

Общеизвестно, что радиоактивные элементы, находясь в почвенной системе, способны мигрировать с почвенными растворами через корневую систему в ткани растений и накапливаться в них. Кроме того, при ветровом переносе загрязненных частиц почвы в виде аэрозолей происходит поверхностное загрязнение растений. При миграции через корневую систему размеры поступления радиоактивных веществ в растения и их накопление зависят от химических свойств радионуклидов, удельной активности почвы, видовых особенностей растений. Полученные данные свидетельствуют о значительном выносе растениями радионуклидов из почвы, что согласуется с известными данными литературы [7]. Аналогичная направленность описана для  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$ , содержание которых в травянистых дикорастущих растениях на территориях с техногенно-повышенным содержанием ТЕРН в ряде случаев более чем в 100 раз превышает концентрации этих ТЕРН в тех же видах растений, собранных на контрольных участках [8].

В пробах молока № 1 и № 2 суммарная альфа-активность в 9 раз и в 33 раза выше контрольного уровня. В пробе молока № 1 концентрация  $^{40}\text{K}$  в 2 раза, в пробе № 2 содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 4 раза,  $^{40}\text{K}$  в 2 раза,  $^{226}\text{Ra}$  в 30 раз выше по сравнению с контролем.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено повышенное значение МЭД гамма-излучения до 0,58 мкЗв/ч в аномальных участках общей площадью около 239 м<sup>2</sup> в пос. Васильковка. В дальнейшем необходимо комплексное проведение детальных исследований этих территорий.

## Список литературы

1. Алексахин Р.М. Ядерная энергия и биосфера. — М.: Энергоиздат, 1982. — 215 с.
2. Ромоновский А.В. Трансформация почвенного покрова под воздействием кислотных аэротехногенных загрязнений // Структура почвенного покрова: Сб. докл. к междунар. симпозиуму. — М., 1993. — С. 287–290.
3. De Vries W., Kros J., Voogd C.H. Assessment of critical loads and their exceedance on Dutch forests using a multi-layer steady-state model // Water, Air, and Soil Pollut. — 1994. — Vol. 76. — № 3–4. — P. 407–448.
4. Пархоменко Н.А., Ермохин Ю.И. Научно-методические аспекты прогнозирования загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами в придорожных полосах автомагистралей Омской области // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде: Материалы III междунар. науч.-практ. конф. — Семипалатинск, 2004. — С. 430–435.
5. Казачёнок Н.Н. Имитационная модель вертикальной миграции радионуклидов в почве // Материалы V междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию создания Северского биофизич. науч. центра ФМБА России. — Северск–Томск, 2010. — С. 127–128.

6. Новиков Ю.В. Гигиенические вопросы изучения содержания урана во внешней среде и его влияние на организм. — М.: Медицина, 1974. — 231 с.
7. Носкова Л.М., Шуктомова И.И., Рачкова Н.Г. Миграция естественных радионуклидов в системе почва–растение на территории радиевого промысла. — Сыктывкар, 2006. — С. 25–26.
8. Попова О.Н., Таскаев А.И. Пути поступления  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  в растения // Миграция и биологическое действие естественных радионуклидов в условиях северных биогеоценозов. — Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1980. — С. 43–51.

УДК 616–099:546.492'175

## Функционально-морфологические изменения печеночных лимфатических узлов при острой ртутной интоксикации

Коваленко О.Л.

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова*

Қазіргі кездегі антропогенді ортаның экологиялық мәселелері өзекті болып табылады. Сондықтан да ағзаға улаушы заттардың әсерін зерттеуге арналған жұмыстар қажет. Мақала сынап интоксикациясының бауырдың лимфа түйіндеріне әсерін зерттеуге арналған. Ұлпалардағы сынаптың деңгейін анықтау нәтижелері көрсетілген. Сонымен қатар гистологиялық өзгерістерге түсініктемелер беріледі. Сынаппен улану кезіндегі жиырылу белсенділігінің өзгерістері қарастырылып, бауыр лимфа түйіндерінің функционалды белсенділігінің артуы мен құрылымының бұзылыстары көрсетілген.

Environmental problems of the modern anthropogenous environment are actual. Therefore the works devoted to studying of toxic substance action on an organism are timely. In article to be resulted results of studying of action of a mercury intoxication on hepatic lymph nodes. Results of definition of level of the maintenance of mercury in fabrics are shown. As the description of histologic changes is given. Changes retractive activity are described at a mercury intoxication. Infringement of structure and strengthening of functional activity hepatic lymphatic uлов is shown at a mercury intoxication.

Бесконтрольное применение ртутьсодержащих соединений и несоблюдение правил техники безопасности приводят к загрязнению окружающей среды, увеличивающему вероятность токсического воздействия ртути на организм, что представляет реальную угрозу для здоровья населения. В настоящее время уже выявлен целый ряд видов лишайников и мхов, накапливающих ртуть в соответствии с уровнем её содержания в атмосфере [1], также показано, что для некоторых видов моллюсков, червей, ракообразных и насекомых характерна прямая зависимость величины содержания ртути в их теле от уровня концентрации элемента в среде их обитания [2, 3]. При различных путях поступления в организм ртуть образует депо во многих органах, где сохраняется достаточно длительное время. Так, наилучшими тест-объектами воздействия ртути и метилртути на организм человека служат костная ткань и волосы [4]. Поэтому мы поставили перед собой задачу — изучить характер накопления ртути в строме печеночных лимфатических узлов и изменения их функциональной активности при острой и хронической интоксикации.

*Методика.* Исследование проводили на 60 белых беспородных половозрелых крысах-самцах, разделенных на 3 группы, содержащихся на стандартном виварном рационе, со свободным доступом к пище и воде. Введение веществ проводили перорально, в объеме 1 мл. Первая группа — контрольные животные. Вторая группа животных получала нитрат ртути (II) в дозе 1 LD<sub>50</sub> (20 мг/кг по катиону ртути). Животные третьей группы в течение двух месяцев получали нитрат ртути (II) в дозе  $1/32$  LD<sub>50</sub> (625 мкг/кг по катиону ртути).

Содержание ртути в строме печеночного лимфатического узла определяли дитизиновым методом.

Взятие материала, этикетирование, фиксация, приготовление срезов и их окрашивание проводились по общепринятой методике [5].

На изолированных препаратах печеночных лимфатических узлов крыс изучали сократительную активность по общепринятой методике [6] на приборной установке, модифицированной М.Р.Хантуриным (1996). На препаратах регистрировалась амплитуда и частота собственных ритмических сокращений, также изучалось влияние агонистов. В экспериментальной работе применялись следующие