

БИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ. ГЕОГРАФИЯ

Калдыбаев Б.К.

СОДЕРЖАНИЕ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ПРИИССЫККУЛЬЯ

В.К. Kaldybaev

CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF EXPERIMENTAL RADIONUCLIDE STRONTIUM-90 AND CAESIUM-137 IN THE SOIL SAMPLE COVER OF NEAR ISSYK-KUL

УДК: 539.16.04

В работе исследовано содержание искусственных радионуклидов (стронция-90 и цезия-137) в почвенном покрове Прииссыккуля. Дан сравнительный анализ между удельной активностью данных радионуклидов с 1990 года по настоящее время.

Установлено, что удельная активность стронция-90 и цезия-137 в почвах региона, отдельных видах культурных и дикорастущих растений не превышает установленных норм радиационной безопасности.

In this work has researched concentration of the experimental radionuclide (strontium-90 and caesium-137) in different kind of soil near Issyk-Kul.

Comparative analysis between specific activities of this radionuclide has given since 1990 year till present time. Specific activities of strontium-90 and caesium-137 were established in the soil of the region and don't exceed in established norm of safety radiation and find within the limits of natural significance which it is typical of unpolluted territories.

К числу наиболее опасных с точки зрения радиационной экологии продуктов ядерного деления имеющих глобальный характер распространения в окружающей среде, относятся долгоживущие искусственные радионуклиды стронций-90 и цезий-137. Выпадающие из атмосферы в виде глобальных выпадений со временем они постепенно накапливаются в почвах. Анализ литературных данных показывает, что максимальное накопление данных радионуклидов в почвах на территории бывшего Советского Союза наблюдалось в 1956-1964 года, с 1965 года темпы их накопления в почвах стали сокращаться (Алексахин, 1992; Абдуллаев, Алиев, 1998; Тюрюканова, 1971). В последующие годы при отсутствии новых поступлений из атмосферы отмечено дальнейшее уменьшение содержания стронция-90 и цезия-137 в корнеобитаемом слое почв за счет их распада, миграции в более глубокие горизонты почв и материнские породы, выноса растениями и выщелачивания поверхностными и внутрипочвенными водами (Павлоцкая, 1974). На протекание процессов выпадения радионуклидов определенное влияние оказывают конкретные местные условия: характер подстилающей

поверхности, топография региона, высота над уровнем моря и т.д. особенно это явление сказывается на горных склонах со стороны преимущественных направлений ветров (Марей и др., 1974). Вообще увеличение радиоактивных выпадений в зависимости от высоты местности над уровнем моря отмечается некоторыми исследователями (Марей и др., 1974). Учитывая то, что Иссык-Кульская котловина является естественной урановой биогеохимической провинцией, необходимо проведение радиоэкологических исследований по определению радионуклидов техногенного характера в объектах окружающей природной среды.

Материалы и методы исследований

На территории исследуемого региона было заложено 15 контрольных участков. Отбор проб почв производился с пахотного горизонта (0-25 см.) методом конверта со сторонами 100×100м по углам и в центре, после чего готовились средние пробы. Пробы почв высушивались, далее почвенные образцы измельчались в ступке с пестиком и просеивались через сито диаметрами 2,0 мм, 1,0 мм, 0,25 мм. Навески проб почв сжигались в муфельной печи при температуре 400°C, после сжигания стронций-90 выделялся оксалатным методом а стронций-137 сурьмянно-йодным по соответствующим методикам. Обсчет конечного осадка осуществлялся на малофоновой установке УМФ-2000. Цезий-137 был определен методом гамма-спектрометрии, а элементный анализ методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Результаты и их обсуждение

Согласно исследований Иссык-Кульской проектно-изыскательской станции химизации сельского хозяйства почвенный покров Прииссыккуля в основном представлен следующими типами почв: серо-бурые, светло-бурые, светло-каштановые, каштановые, темно-каштановые и черноземы.

Серо-бурые почвы распространены в западной части Прииссыккуля на приозерной равнине, имеющей характер пустынного ландшафта в виде щебнистых и каменисто-галечниковых отложений.

Содержание гумуса очень низкое, мало обеспечены подвижными формами фосфора и обменным калием.

Светло-бурые почвы, также распространены в западной части Прииссыккуля на подгорной и приозерной равнине. Почвообразующими породами служат карбонатные суглинки. Механический состав разнообразен, от легких до тяжелых суглинков. Содержание гумуса варьирует в пределах от 1 до 3%, валовых форм азота 0,19-0,28%, фосфора 0,20-0,26%, калия 1,5-2,6%.

Светло-каштановые почвы широко распространены в пределах Иссык-Кульского, Ак-Суйского, Тюпского районов. Представлены они в основном орошаемыми и богарными почвами, легко, средне и тяжелосуглинистого механического состава. Верхний слой почв имеет рыхлое или слабо уплотненное сложение с невысоким содержанием гумуса до 3%, общего азота 0,11-0,18%. Описываемые почвы в основном карбонатные, подвижных форм фосфора 4-7 мг, а обменного калия значительно больше 39,4 мг/100 гр почвы.

Каштановые почвы являются основным пахотным фондом Прииссыккуля. По механическому составу в основном средне и тяжелосуглинистые. Содержат гумуса от 3,0 до 4,5 %, азота 0,17-0,2%, валового фосфора 0,15-0,18%.

Темно-каштановые почвы приурочены к центральной и восточной части Прииссыккуля. По механическому составу средне-суглинистые с

проявлением различных степеней эродированности и каменистости. Содержание гумуса варьирует в пределах от 4,5 до 5,0 %, валового азота 0,30-0,45%, мало карбонатны, слабо обеспечены азотом, обменного калия значительно больше.

Черноземы встречаются в юго-восточной и северо-западной частях Тюпского и Ак-Суйского районов, приурочены они в основном к области пологих и полого-пахотных подгорных равнин. По механическому составу средне и тяжелосуглинистые, содержат от 6,5 до 9% гумуса, общего азота 0,3-0,4%, малокарбонатны (Специальный отчет о радиационной, радиохимической остановке бассейна озера Иссык-Куль, 1991).

Результаты наших исследований показали, что на содержание искусственных радионуклидов в почве большое влияние оказывают особенности почвенного покрова региона. Почвы с более тяжелым механическим составом и высоким содержанием гумуса, характеризовались более повышенными концентрациями радионуклидов. На удельную активность радионуклидов так же определенное влияние оказывают минералогический состав, концентрации ионов водорода, содержание, карбонатов, стабильного стронция и цезия, кальция и калия в почве. Результаты содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах Прииссыккуля представлены в таблице 1.

Таблица 1

Удельная активность стронция-90 и цезия-137 в почвах Прииссыккуля

Район	Тип почвы	⁹⁰ Sr Бк/кг	Sr Мг/кг	Ca %	¹³⁷ Cs Бк/кг	Cs Мг/кг	K %	¹³⁷ Cs/ ⁹⁰ Sr
Жеты-Огузский	Св.кашт., каштан.	<u>3,0-3,6</u> 3,3	<u>198-212</u> 204	<u>2,4-2,8</u> 2,6	<u>4,8-7,4</u> 6,1	<u>78-94</u> 86	<u>1,9-2,1</u> 2,0	<u>1,6-2,0</u> 1,80
Тонский	Св.бурые	<u>2,2-3,8</u> 2,9	<u>165-175</u> 170	<u>1,8-1,9</u> 1,87	<u>4,0-7,4</u> 5,5	<u>88-92</u> 89	<u>1,6-2,2</u> 1,8	<u>1,3-2,8</u> 1,90
Иссык-Кульский	Серо-бурые, св.каштан., каштан.	<u>1,8-2,5</u> 2,1	<u>185-203</u> 195	<u>1,1-1,4</u> 1,2	<u>3,5-4,1</u> 3,8	<u>76-88</u> 82	<u>1,2-1,8</u> 1,5	<u>1,6-1,9</u> 1,73
Тюпский	Св.каштан., Каштан., тем.каштан., лугово-черноземные	<u>3,0-5,2</u> 4,1	<u>214-226</u> 220	<u>0,9-1,2</u> 1,0	<u>5,8-9,5</u> 7,9	<u>76-84</u> 79,3	<u>1,5-2,2</u> 1,8	<u>1,8-1,9</u> 1,86
Ак-Суйский	Св.каштан. темно-каштан., черноземы	<u>3,2-4,6</u> 3,8	<u>162-171</u> 167	<u>1,9-2,1</u> 2,0	<u>5,5-9,0</u> 7,2	<u>67-82</u> 76	<u>2,0-2,4</u> 2,2	<u>1,7-1,9</u> 1,83
Средние показатели:		<u>2,1-4,1</u> 3,2	<u>167-220</u> 191	<u>1,0-2,6</u> 1,7	<u>3,8-7,9</u> 6,1	<u>76-89</u> 82,5	<u>1,5-2,2</u> 1,9	<u>1,73-1,86</u> 1,82

*Примечание: в числителе – предел колебаний, в знаменателе среднее значение.

Содержание стабильного стронция в пахотном горизонте почв Иссык-Кульской области варьировало в пределах от 167 до 220 мг/кг, при среднем 191,2 мг/кг. Кальция содержалось 1,0-2,6 %, при среднем 1,7%. Удельная активность стронция-90 составила 2,1-4,1 Бк/кг, при среднем значении 3,2 Бк/кг (ПДУ – 9 Бк/кг, НРБ-99). Максимальные значения удельной активности стронция-90 по региону наблюдались в почвах Тюпского района 3,0-5,2 Бк/кг, при среднем 4,1 Бк/кг (Рис. 1). Отношение стронций-90/кальций составило широкий предел 3,4-11, при среднем 5,6, что свидетельствует о преобладающих концентрациях кальция в почве.

Удельная активность стронция-90 в почвах Прииссыккуля

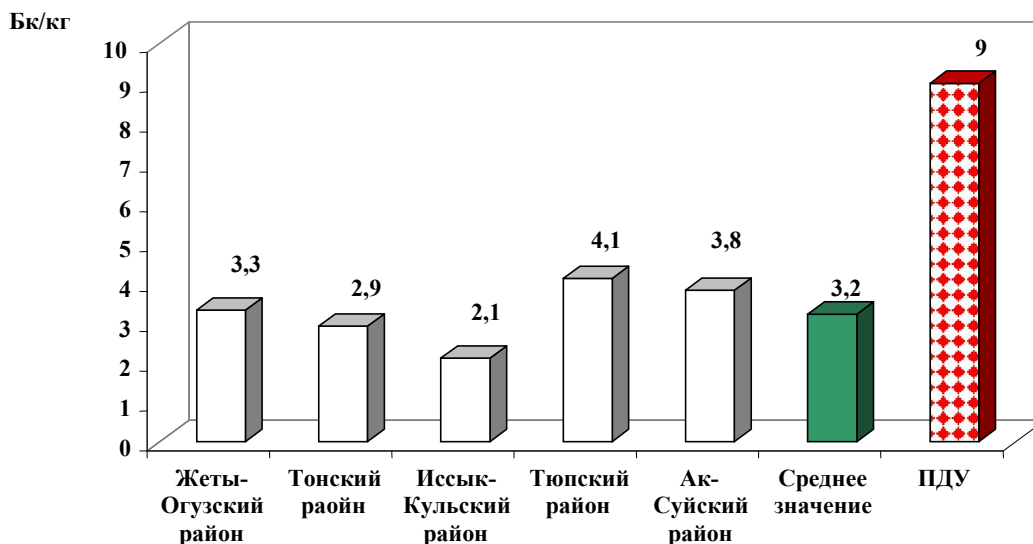


Рис. 1. Удельная активность стронция-90 в почвах Прииссыккуля

Наблюдается слабо выраженная положительная корреляционная зависимость между удельной активностью стронция-90 и содержанием стабильного стронция ($r=0,21$) и кальция ($r=0,04$), т.е. с увеличением содержания данных химических элементов в почве удельная активность стронция-90 незначительно увеличивается.

Содержание стабильного цезия в пахотном горизонте почв Иссык-Кульской области составило 76-89 мг/кг, при среднем 82,5 мг/кг. Калия содержалось от 1,5-2,2 %, при среднем 1,9 %. Удельная активность цезия-137 составила 3,8-7,9 Бк/кг, при среднем 6,1 Бк/кг (ПДУ – 15 Бк/кг, НРБ-99). Максимальные значения удельной активности радионуклида по региону обнаруживались в почвах Тюпского района 5,8-9,5 Бк/кг, при среднем 7,9 Бк/кг (Рис. 2).

Удельная активность цезия-137 в почвах Прииссыккуля

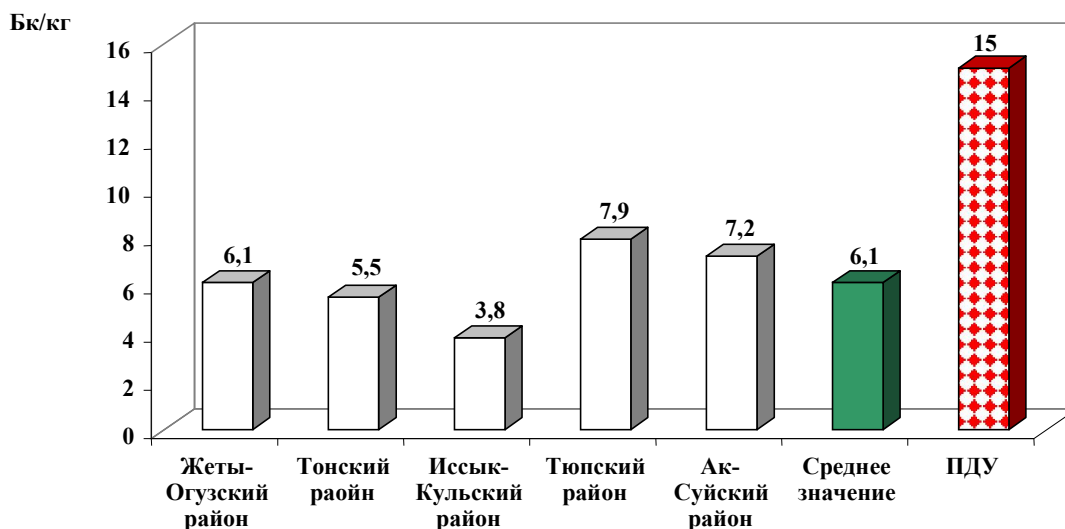


Рис. 2. Удельная активность цезия-137 в почвах Прииссыккуля

Отношение цезий-137/калий варьировало от 6,8 до 11,8, при среднем 8,7, что говорит о достаточных концентрациях калия в почве. Наблюдается отрицательная корреляционная зависимость между удельной активностью цезия-137 и стабильным цезием ($r=-0,47$) и положительная с калием ($r=0,68$) т.е. с уменьшением содержания стабильного цезия и увеличением содержания калия удельная активность цезия-137 незначительно увеличивается. Отношение цезий-137/стронций-90 в почвах варьировало в пределах 1,73-1,86, при среднем 1,82. Максимальный показатель этого отношения характерен для светло-бурых среднесуглинистых почв Тонского района 1,9, что говорит о преобладающих концентрациях цезия-137 в пахотном горизонте почв региона по сравнению со стронцием-90.

По результатам исследований проведенных Иссык-Кульской областной станцией химизации сельского хозяйства в 1991 году в почвах Прииссыккуля средняя удельная активность стронция-90 составила 3,2 Бк/кг, а цезия-137 - 6,1 Бк/кг, если сопоставить данные результаты с результатами наших исследований, то к 2009 году не наблюдается тенденций накопления искусственных радионуклидов в почвах региона, их удельная активность в несколько раз ниже установленных норм радиационной безопасности и находится в пределах фоновых значений.

Мы полагаем, что их природа связана с процессами глобальных выпадений, так согласно литературных данных, включая обзорные статьи и монографии по данному направлению, диапазон концентраций искусственных радионуклидов, обусловленных глобальными выпадениями в северном полушарии составляют по стронцию-90 и цезию-137 не более 30 Бк/кг (Лукашенко, Каширский и др., 2009).

Литература:

1. Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиоэкология. – М.: Экология, 1992. – 400с.
2. Абдуллаев М.А., Алиев Дж.А. Миграция искусственных и естественных радионуклидов в системе почва-растение. – Баку: «Элм», 1998. – 240с.
3. Тюрюканова Э.Б. О миграции стронция-90 и цезия-137 в почвах. В кн.: Очерки современной геохимии и аналитической химии. – М.: Наука, 1971. – С.527.
4. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. – М.: Атомиздат, 1974.
5. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Новикова И.Я. Глобальные выпадения цезия-137 и человек. – М.: «Атомиздат», 1974. – 168с.
6. Экологический научно-информационный вычислительный центр. – Специальный отчет о радиационной, радиохимической обстановке бассейна озера Иссык-Куль прибрежной полосы шириной 5 км., Каракол, 1991, 31с.
7. Радиационная обстановка на территории СССР в 1990 г. Под ред. Махонько К.П. Госкомгидромет СССР. Обнинск, НПО «Тайфун», 1991.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ - 99)
9. Лукашенко С.Н., Каширский В.В., Шатров А.Н. Теоретическая оценка механизмов и уровней загрязнения северных территорий бывшего Семипалатинского испытательного полигона // 7-я Международная конференция «Ядерная и радиационная физика» 8-11 сентября 2009 г., Алматы, 2009, С.198.

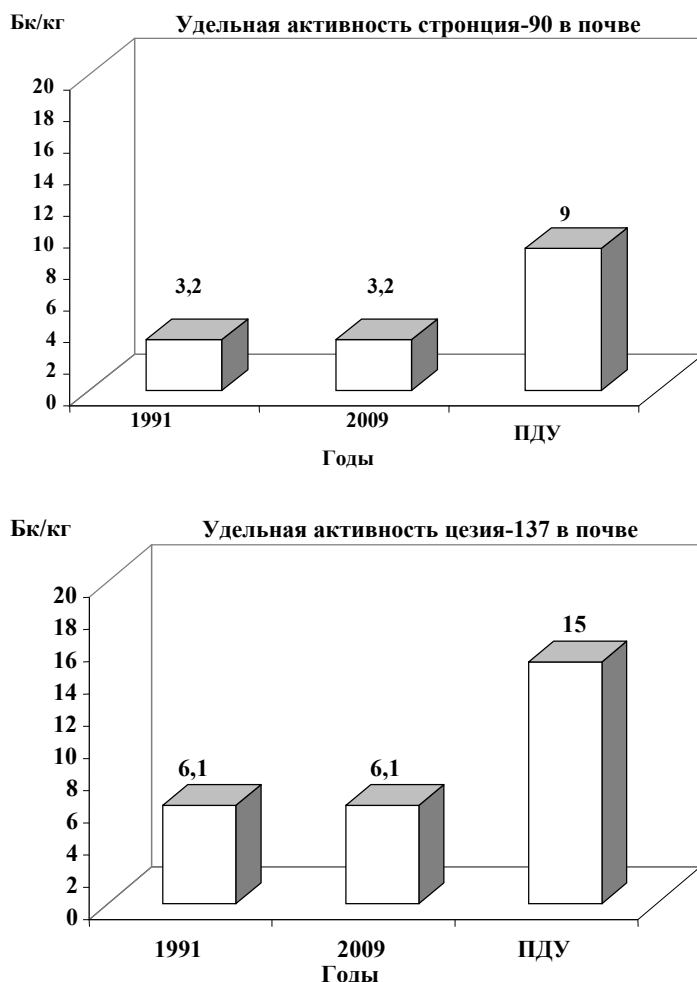


Рис. 3. В сравнении удельная активность стронция-90 и цезия-137 в почвах Прииссыккуля на 1991 и 2009 года

Рецензент: д. биол. н., профессор Печенов В.А.