

Айдарханова Г.С.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПАСТБИЩНЫХ РАСТЕНИЯХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА

УДК: 612.014

В работе представлены результаты радиоэкологических и радиобиологических исследований растительности естественных пастбищ на территории Семипалатинского испытательного полигона. Показано, что диапазон измеренных значений радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs имеет широкий разброс и варьирует в пределах 6-726 Бк/кг по ^{137}Cs , 11-670 Бк/кг по ^{90}Sr . Характер аккумуляции нуклидов зависит от степени загрязненности почв, биологических особенностей растений.

The work demonstrates the results of radioecological and radiobiological studies of vegetation of natural pastures on the territory of Semipalatinsk Nuclear test site.

The work shows wide range of values for radio nuclides ^{90}Sr and ^{137}Cs within 6-726 Bk/Kg for ^{137}Cs , 11-670 Bk/kg for ^{90}Sr . The character of nucleotide accumulation is dependent on the degree of radioactive pollution of soil and biological properties of plants.

Актуальность. Проведение испытаний ядерного оружия в мире с 50-х годов прошлого века привело к загрязнению биосферы Земли в глобальном масштабе радиоактивными веществами. Возникла необходимость изучения процессов взаимодействия живых организмов друг с другом и со средой их обитания в условиях радиоактивного загрязнения и повышенного фона ионизирующей радиации. Основные задачи радиоэкологии были сведены к исследованию закономерности миграции, распределения и биологического действия радионуклидов в различных биогеоценозах. Изучение распространения радионуклидов в биогеоценозах, наблюдение за уровнем их концентрации в компонентах экосистем, прогноз состояния биосферы должны осуществляться в рамках фонового радиологического мониторинга [1-4]. В агроэкосистемах, подвергнутых радиационному воздействию, особенно остро стоит проблема получения экологически безопасной продукции. В отдаленный период после проведенных ядерных испытаний на территории Семипалатинского испытательного полигона и вблизи регионов, прилегающих к нему, большое значение приобретает решение вопросов, связанных с изучением радиоэкологического состояния сельскохозяйственных угодий и рассмотрение вопросов о возвращении их в сельскохозяйственный оборот.

Целью исследований является оценка радиоэкологического состояния кормовой растительности на пастбищных угодьях Семипалатинского испытательного полигона.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования служили пробы растений, отобранные на территориях техногенно-нарушенных агроценозов, прилегающих к местам проведения ядерных испытаний. Пробы для исследования отбирались в период экспедиционно-полевых работ на территориях пастбищных угодий. Метод измерения активности радионуклидов осуществляли на бета-гамма-спектрометре с программным обеспечением «Прогресс». В соответствии с ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 8.594 на этом приборе проводили измерение концентрации ^{90}Sr , ^{137}Cs и последующей обработке измерительной информации. Отобранные пробы высушивали, озоляли, взвешивали и регистрировали бета-гамма-излучения с помощью сцинтилляционного блока детектирования излучения в течение 30 мин. [5]

Результаты и их обсуждение. Повышенные уровни загрязнения на территориях северной и южной частях полигона, в почвах естественных пастбищ связаны с выпадениями продуктов ядерных испытаний в 1949-1963 г.г. Диапазон варьирования измеренных значений радионуклидов в почвенном покрове находится в пределах 13-900 Бк/кг по ^{90}Sr и 17-1030 Бк/кг по ^{137}Cs . В результате оседания радиоактивных частиц после взрывов на отдельных участках территории полигона, сформировались локальные участки радиоактивного загрязнения. В силу очень высокой концентрации радионуклидов, они прочно включились в почвенно-растительный покров этих территорий и являются основным источником радиоактивного загрязнения всех компонент региональных агроэкосистем, и особенно, продукции местного сельскохозяйственного производств. Радиоэкологическая оценка загрязненности почв показала, что на основной территории полигона требуется мониторинг растительности в силу использования этих участков в качестве естественных пастбищ. Результаты фрагментарного изучения радионуклидной загрязненности пастбищных растений сведены в таблицу 1. Практический интерес представляет степень радиоактивности господствующих видов растений, особенно в период интенсивного использования растительности в период пастбищного содержания сельскохозяйственных животных.

Таблица 1.
Радионуклидное загрязнение различных видов растений пастбищных угодий СИП, Бк/кг

Вид растения	Количество проб	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Ковыль сарептский- <i>Stipa sareptana</i>	11	6-47	12-30
Типчак бороздчатый- <i>Festuca sulcata</i>	7	10-33	11-18
Полынь холодная- <i>Artemisia frigida</i>	15	23-75	19-41
Мышиный горошек- <i>Vicia grassa</i>	11	45-278	39-290
Щавель конский- <i>Rumex confertus</i>	12	74-726	56-630
Тысячелистник лек.- <i>Millifolium officinalis</i>	12	58-600	52-670

Как показали результаты лабораторных анализов, изученные виды растений имеют значимые различия в аккумуляции биологически токсичных радионуклидов. Различия в накоплении радионуклидов можно объяснить только биологическими особенностями растений. Во-первых, эти различия касаются площади листовой пластинки. Как известно, у бобовых эти параметры превосходят, чем у видов, принадлежащих к злаковым. Поэтому большая поверхность листьев обеспечивает повышенную площадь аккумуляции нуклидов. Сравнительный анализ радиоактивности различных видов растений показывает, что разница превышения доходит до 20 раз. Это подтверждается результатами лабораторных анализов, где было установлено, что активность по ¹³⁷Cs варьирует в пределах от 6 до 75 Бк/кг, а по ⁹⁰Sr от 11 до 41 Бк/кг у таких видов как *Stipa sareptana*, *Festuca sulcata*, *Artemisia frigida*. А вот для таких видов как *Vicia grassa*, *Rumex confertus*, *Millifolium officinalis* уровни активности установлены в пределах 45-726 Бк/кг по ¹³⁷Cs, 39-670 Бк/кг по ⁹⁰Sr. Среди гипераккумуляторов радионуклидов

ведущее место занял вид *Rumex confertus*, для которого максимальные значения изученных радионуклидов отмечены 726 Бк/кг ¹³⁷Cs, 630 Бк/кг ⁹⁰Sr. Среди пастбищной растительности это часто встречающийся вид в регионе. Характер накопления радионуклидов растениями также зависит от фазы вегетации растений [6, 7]. Для проверки этой гипотезы нами были изучены особенности радионуклидного загрязнения ковыля в различные фазы вегетации в начале и конце пастбищного периода. Пробы отбирались на территории пастбищных экосистем в южной части полигона. На рисунке 1 показан характер изменения радиоактивного цезия в весенне - осенний периоды в пробах этого доминирующего вида на основной территории СИП.

Геоботаническими исследованиями было установлено, что в начале мая месяца ковыль вступает в фазу бутонизации в числе многих ксерофитных видов региона. В этот же период идет интенсивный выпас животных. В начале ноября месяца, к концу пастбищного содержания поголовья животных, мы отбирали ковыль в фазу опадания семян, при отмирания его вегетативных органов.

Различия в уровне концентрации изучаемого радионуклида ковылем в различные фазы вегетации можно объяснить тем, что в ранне-весенний период все прорастающие виды растений, в том числе и ковыли, очень интенсивно всасывают из почвы максимальное количество минеральных веществ. Вместе с током питательных веществ в надземные органы из почвы интенсивно поднимаются радионуклиды. Количество всасываемых радионуклидов также зависит от концентрации калия в почве. Являясь химическим аналогом калия, ¹³⁷Cs активно включается во все процессы почвенно-растительного метаболизма и старается занять место калия. Недостаток калия в почве обуславливает повышенную сорбцию ¹³⁷Cs растениями из почвы.

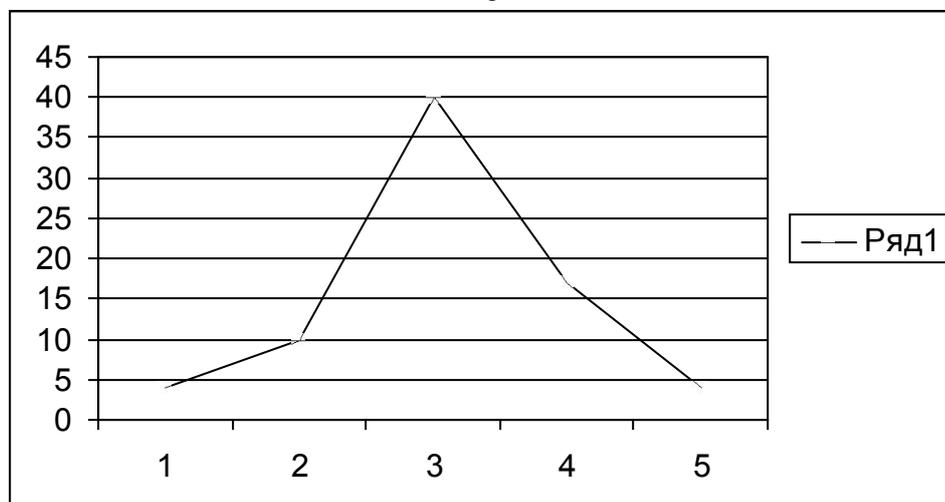


Рисунок 1. Динамика изменения накопления ¹³⁷Cs у ковыля в различные фазы вегетации.

По оси абсцисс представлены фазы вегетации ковыля: кущение, трубкование, колошение, цветение, созревание семян, осыпание семян; по оси ординат-концентрации ^{137}Cs , Бк/кг

Таким образом, в отдаленные сроки после проведенных ядерных испытаний в пастбищных растениях Семипалатинского полигона аккумулируются значимые концентрации радионуклидов. Биологические эффекты радиационного воздействия на растения зависят от различных факторов: видовой принадлежности растения, их морфологической структуры, фазы вегетации. Проведенный радиобиологический скрининг дикорастущих видов растений на территории СИП показал необходимость проведения постоянного радиозоологического мониторинга пастбищных угодий.

Литература:

1. Алексахин Р.М. Ядерная энергия и биосфера.- М.: Энергоиздат,- 1982 г.-215с.
2. Отчет о результатах обследования состояния экологической обстановки и здоровья населения Семипалатинской области / под ред. Цыб А.Ф.- Обнинск, 1989
3. Виленчик М.М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда.- М.: Энергоатомиздат.- 1991.- С. 8-125
4. Strand P., Brown J.E., Woodhead D.S., Larsson C.-M. (2000) Delivering a system and the framework for the protection of the environment from ionizing radiation. In Proceedings of IRPA 10, Hiroshima, Japan
5. Калмыков М.В., Ермилов А.П. Требования точности при радиационном мониторинге // Тезисы докл. 4 съезда по радиационным исследованиям.- М., 2001.- С.737.
6. Алексахин Р.М. 27-я сессия генеральной ассамблеи Международного союза радиозоологии // Радиационная биология. Радиозоология.- 2005.- Т.45, № 1.- С. 118.
7. Алексахин Н.М., Васильева А.в., Дикарев В.Г. и др. Сельскохозяйственная радиозоология /под ред. Алексахина Р.М., Корнеева Н.А.-М.: Экология, 1992.- 400 с.

Рецензент: д.б.н. Ахтямов М.Г.