

УДК: 556.114.679 (282): 550.424

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЙМЕ РЕКИ СОЖ

Тимофеева Т. А.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Гомель, Республика Беларусь, myshlion@mail.ru

В данной статье исследуется ландшафтно-геохимическое распределение ^{137}Cs в долине реки Сож для последующего определения возможных путей оптимизации использования сельскохозяйственных ландшафтов в пределах поймы для снижения перехода радионуклида в корма для животных.

Ключевые слова: экосистема поймы, биогехимические барьеры, радионуклиды.

ВВЕДЕНИЕ

Катастрофа на Чернобыльской АЭС явилась причиной загрязнения территории Белорусского Полесья техногенными долгоживущими радионуклидами. Более 30 лет естественная растительность поймы развивается в условиях повышенного радиационного фона. Основными дозообразующими биологически опасными радионуклидами в настоящее время являются ^{137}Cs и ^{90}Sr , обладающие большим периодом полураспада (30 и 28,5 лет) и значительной биогехимической миграцией в системе вода – почва – растение (Чертко, 2003).

Ландшафтный подход к изучению радиоэкологической обстановки, прогнозу изменения и разработке предложений по ее оптимизации определяется тем, что формирование поля загрязнения как на этапе первичного выпадения радионуклидов, так и в процессе их вторичного перераспределения происходит непосредственно в ландшафте и под воздействием природных факторов. В этой связи важно найти ответы на вопрос о сельскохозяйственном использовании ландшафтов пойм, так как на территории трех загрязненных радионуклидами областей Республики Беларусь (Гомельской, Брестской и Могилевской) пойменные луга являются существенным источником травяных кормов для скота.

Общая площадь аллювиальных почв в нашей республике, подвергшихся загрязнению ^{137}Cs более 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2), составляет более 200 тысяч гектаров. Загрязнены радионуклидами поймы рек Припять, Горынь, Уборть, Лань, Днепр, Сож, Друть, Ипуть, Березина и другие (Богдевич, 2008).

В данной статье исследуется ландшафтно-геохимическое распределение цезия-137 в долине реки Сож для последующего определения возможных путей оптимизации использования сельскохозяйственных ландшафтов в пределах поймы для снижения перехода радионуклида в корма для животных. Основная задача исследования – выделить геохимические барьеры, аккумулирующие химические элементы, в том числе и радионуклиды. Выделенные участки впоследствии должны быть исключены из сельскохозяйственного использования в пределах поймы. *Геохимические барьеры* – это участки резкой смены геохимической обстановки, которая приводит к осаждению мигрирующих химических элементов. Это границы между кислой и щелочной реакцией среды, восстановительной обстановкой и окислительной, песчаной и глинистой породами. Выделены 3 группы барьеров: механические; физико-химические, связанные в основном с геохимией почв; биогехимические, связанные со способностью некоторых видов растений накапливать радионуклиды.

Основным объектом исследования является пойма реки Сож у деревень Новоселки и Радуга Ветковского района Гомельской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методологическую основу исследования составляет теория биогеохимической структуры природной экосистемы и геохимических барьеров. С помощью сопряжённого анализа выделены геохимические и биогеохимические барьеры и дана оценка миграции ^{137}Cs в компонентах экосистемы (почве, наземном покрове, корневой системе растений). На основе созданной в ходе исследования базы данных, построена серия карт с использованием ГИС-технологий. Использованы методы: спектрометрический, радиохимический, инфракрасной спектроскопии и агрохимический. Фактический материал обработан с использованием математической статистики. Использован метод ландшафтного профилирования, для выделения структурно-функциональных частей ландшафтных профилей при заложении точек комплексного исследования проведена съёмка географических координат и высот над уровнем моря при помощи персонального спутникового навигатора Garmin GPS 12 XL.

Исследования проводились в 2000–2016 годах с сезонным отбором образцов почвы, растительности и корневой системы (июль, сентябрь). Заложены два ландшафтно-геохимических профиля, которые охарактеризованы 24 точками комплексного описания. Использовались пробы почв (286), растений (506).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Накопление радионуклидов растительностью в пойме реки Сож зависит от ряда факторов, главными из которых являются тип почвы и уровень естественного плодородия, вид растительной ассоциации, условия увлажнения. Надо отметить, что почвенный и растительный покров поймы довольно разнообразен и зависит от характера рельефа и части поймы. В пойме реки Сож выделяется прирусловая пойма (прирусловая отмель и прирусловой вал), центральная и притеррасная поймы и первая надпойменная терраса. Выделены три основных типа почв: торфяно-болотные почвы встречаются в основном на притеррасной пойме, а иногда на понижениях центральной поймы и старицах; дерново-подзолистые супесчаные почвы характерны для первой надпойменной террасы; дерново-глееватые и глеевые, преимущественно песчаные и супесчаные, местами подстилаемые суглинками почвы на прирусловой и центральной поймах. Прирусловая отмель опытного участка занята ивовым кустарником средней густоты, а прирусловой вал имеет повышенный рельеф, где произрастает разнотравно-злаковая ассоциация. Повышения центральной поймы заняты долгопойменными заливными лугами с разнотравно-злаково-бобовой ассоциацией. Пониженная центральная пойма в основном заболочена и представлена разнотравно-осоковой ассоциацией. Притеррасная пойма имеет пониженный рельеф, заболочена, характеризуется разнотравно-хвощево-осоковой ассоциацией и ивняково-ольховым кустарником. Естественная растительность первой надпойменной террасы представлена разнотравно-злаковой ассоциацией (рис. 1).

Условия питания, различия в распределении и мощности корневых систем и другие биологические особенности растений определяют межвидовые различия в их накоплении ^{137}Cs (Дайнеко, 2006). Удельная активность радионуклидов в травостое определяется плотностью загрязнения почвы радионуклидами, типом почвы, видовым составом травосмеси и другими факторами. Накопление радионуклидов в многолетних злаковых травах на торфяно-болотных почвах в 2 и более раза выше, чем на дерново-подзолистых почвах. Выделенные в пойме растительные ценозы образуют следующий возрастающий ряд по удельной активности в надземной части ^{137}Cs (Бк/кг): лисохвостно-мятликовые 506, разнотравно-осоковые 549, ольхово-злаково-осоковые 557, щучковые 656–945, остроосоковые 1238, клеверно-щучковые 1329. В корнях отмечена более высокая удельная активность ^{137}Cs по сравнению с надземной частью в 1,3–2,98 раза. Максимальная аккумуляция ^{137}Cs (Бк/кг) характерна для корневой системы разнотравно-осоковой ассоциации первой надпойменной террасы. В прирусловом валу удельная активность радионуклида примерно одинакова в надземной и подземной части растений. Переход ^{137}Cs в растения из почв оценивался по коэффициенту перехода (K_n), который представляет собой отношение удельной активности радионуклида в растениях (Бк/м²) к удельной активности (плотности загрязнения) почвы (кБк/м²).

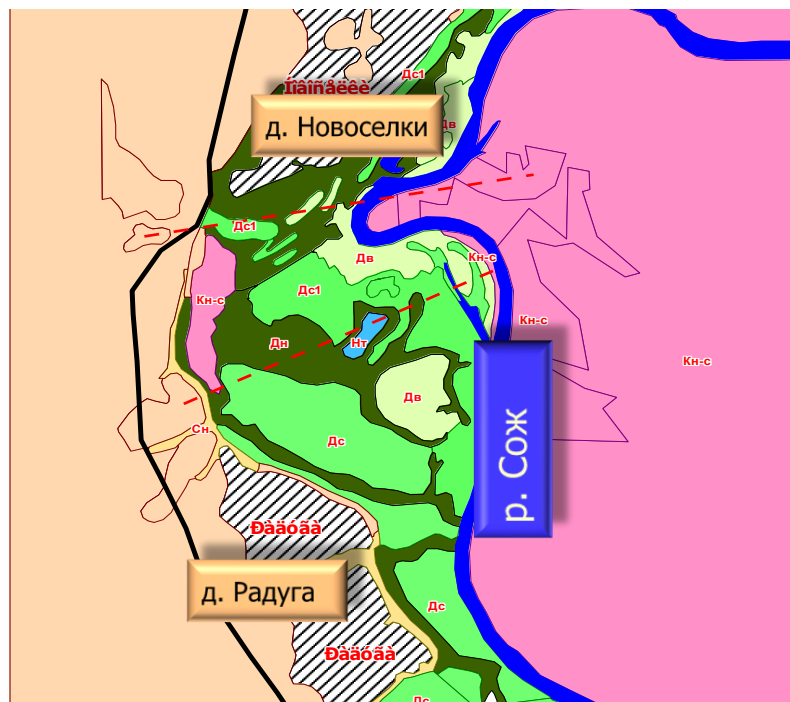


Рис. 1. Геоботаническая карта опытного участка, расположенного в окрестностях деревень Новоселки и Радуга Ветковского района Гомельской области

Легенда к рисунку 1:

- Производственные посевы
- Дв Долгопойменные заливные луга. Булавоносец седой+очиток едкий+цмин песчаный.
- Дв1 Долгопойменные заливные луга. Овсяница овечья+костер безостый+щавель кислый.
- Населенный пункт
- Дн Сырые луга низкого уровня. Осока пузырьчатая+щучка дернистая+лютик ползучий.
- Дс Долгопойменные заливные луга. Мятлик луговой+клевер белый+кульбаба осенняя.
- Дс1 Долгопойменные заливные луга. Овсяница луговая+мятлик луговой+гусиная лапка.
- Кн-с Кустарники. Кустарник ивовый средней густоты.
- Нт Болота. Осока средняя+манник болотный+калужница болотная.
- Сн Временно избыточно увлажняемые суходолы. Мятлик луговой+овсяница красная+тысячелистник обыкновенный

В надземной части трав наибольшая величина $K_n=3-3,3$ отмечена в лисхвостово-мятликковой ассоциации прирусловой отмели и дернисто-щучковой ассоциации прируслового вала; наименьшая величина $K_n=0,57-0,8$ отмечена в разнотравно-осоковой ассоциации первой надпойменной террасы и щучковой ассоциации центральной повышенной поймы.

В корневой системе величины K_n выше, чем в надземной части растений и колеблются в пределах от 1,1 до 4,4, что указывает на преимущественное накопление радионуклида в корнях.

В целом тенденцию накопления радионуклида ^{137}Cs в корневой системе можно оценить как положительную, так как луговые травы пойм можно использовать в качестве сенокосов

или пастбищ при определённых условиях переработки мясомолочной продукции, полученной при выращивании крупного рогатого скота.

В качестве природных дезактиваторов следует использовать карбонатные соединения, гидроксиды железа и алюминия. Они более прочно и длительный срок удерживают радионуклиды в необменной (недоступной растениям) форме.

По результатам проведенных исследований, в пойме реки Сож на пути миграции цезия-137 при переходе от прирусловой отмели к валу выделяется механический и биогеохимический барьеры на старице и на переходах от повышенных к пониженным частям центральной поймы; при переходе от центральной поймы к притеррасной и на границе между притеррасной поймой и первой надпойменной террасой – физико-химический и сорбционный барьеры. Нами определены возможные пути оптимизации использования сельскохозяйственных ландшафтов в пределах поймы путем исключения данных участков из сельскохозяйственного использования. В зависимости от содержания радионуклидов в травах определяется возможность использования этих земель для производства кормов и разрабатывается программа улучшения конкретного вида угодий. Рекомендации, сделанные на основе наших исследований, могут быть использованы прежде всего для естественных сенокосно-пастбищных угодий с низкой плотностью радиоактивного загрязнения не более 185 кБк/м² (5 Ки/км²) при отсутствии материальных возможностей для проведения агротехнических мероприятий, направленных на улучшение кормовых угодий.

На пойме, используемой, как сенокос, рекомендуется проводить только первый укос, так как к концу вегетационного периода происходит увеличение накопления ¹³⁷Cs наземной частью растений. При финансовой возможности желательно проводить поверхностное улучшение. По литературным данным, наиболее эффективными приемами являются известкование и внесение повышенных доз калийных и умеренных доз азотных и фосфорных удобрений под каждый укос, и, соответственно, в данном случае возможно проведение как первого, так и второго укосов (Тимофеев, 2006).

Использование же притеррасной поймы необходимо исключить из-за заболоченности, закустаренности и произрастания на ней осоковых ассоциаций, не пригодных для корма скота. На прирусловой пойме отмель нельзя использовать из-за сильной закустаренности, а прирусловой вал можно использовать только для первого укоса, так как в связи с природоохранными мерами здесь запрещено проведение каких-либо мероприятий.

В случае, если растительный покров незаболоченных понижений центральной поймы, являющихся геохимическими барьерами, содержит не менее 45–50 % ценных кормовых трав (злаковых и бобовых) и загрязнение ¹³⁷Cs составляет до 240 в зеленой массе и до 1300 Бк/кг в сене, данные корма можно скашивать и использовать для откорма крупного рогатого скота (КРС) на заключительной стадии; при уровне загрязнения ¹³⁷Cs 1300–1850 Бк/кг – корма пригодны для получения молока с обязательной переработкой (масло, сыр и так далее).

Когда участок поймы используется как пастбище, то на центральной пойме рекомендуется использовать только повышенные участки, ограничивая доступ скота к понижениям путем установления ограждений. Стравливание травостоя желательно проводить не более двух раз и только в период начала вегетации. По литературным данным, если есть возможность проводить агротехнические мероприятия поверхностного улучшения с внесением азотных, фосфорных и калийных удобрений, травостой можно стравливать 3 раза (Сарасеко, 2012; Подоляк, 2016). Понижения центральной поймы, при условиях содержания ценных кормов и уровнях загрязнения, указанных выше, можно использовать для выпаса молодняка КРС. Прирусловую пойму рекомендуется использовать только в период начала вегетации, так как к осени наблюдается повышение удельной активности травостоя, особенно на прирусловом валу. Притеррасную пойму из-за заболоченности и повышенного загрязнения необходимо исключить полностью.

ВЫВОДЫ

Таким образом, данное исследование показывает возможность наиболее оптимального использования кормовых угодий в пределах поймы при отсутствии материальных средств для проведения агромелиоративных мероприятий, что позволит экономить бюджетные средства. Даны рекомендации по сельскохозяйственному использованию каждой фации пойменной экосистемы.

1. В пойме реки Сож выделяется приусловая пойма (приусловая отмель и приусловой вал), центральная и притеррасная поймы и первая надпойменная терраса.
2. На исследуемом участке выделены механический и биогеохимический барьеры на старице и на переходах от повышенных к пониженным частям центральной поймы; при переходе от центральной поймы к притеррасной и на границе между притеррасной поймой и первой надпойменной террасой-физико-химический и сорбционный барьеры;
3. На пойме, используемой, как сенокос, рекомендуется проводить только первый укос, так как к концу вегетационного периода происходит увеличение накопления ^{137}Cs наземной частью растений.
4. Притеррасную пойму необходимо исключить из-за заболоченности, закустаренности и произрастания на ней осоковых ассоциаций, не пригодных для корма скота.
5. На приусловой пойме отмель нельзя использовать из-за сильной закустаренности, а приусловой вал можно использовать только для первого укоса.
6. В случае, если растительный покров незаболоченных понижений центральной поймы, являющихся геохимическими барьерами, содержит не менее 45–50 % ценных кормовых трав (злаковых и бобовых) и загрязнение ^{137}Cs составляет до 240 в зеленой массе и до 1300 Бк/кг в сене, данные корма можно скашивать и использовать для откорма крупного рогатого скота (КРС) на заключительной стадии; при уровне загрязнения ^{137}Cs 1300–1850 Бк/кг – корма пригодны для получения молока с обязательной переработкой (масло, сыр и другие).
7. На пастбищах рекомендуется использовать только повышенные участки центральной поймы, ограничивая доступ скота к понижениям путем установления ограждений. Стравливание травостоя желательно проводить не более двух раз и только в период начала вегетации.
8. Понижения центральной поймы, при условии наличия ценных кормов и уровнях загрязнения, указанных выше, можно использовать для выпаса молодняка КРС.
9. Приусловую пойму рекомендуется использовать только в период начала вегетации.

Список литературы

- Богдевич И. М. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь/ Под. ред. проф. И. М. Богдевича [и др.]. – Минск, 2008. – 72 с.
- Дайнеко Н. М. Структура и динамика луговых агроэкосистем (на примере сеяных лугов Белорусского Полесья.): монография. – Гомельский госуд. Университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2006. – 316 с.
- Подольяк А. Г. Радиологические аспекты производства сельскохозяйственной продукции на территории радиоактивного загрязнения // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сб. науч. тр. Вып. 19. В 2-частях. – Ч. 2. – Горки, 2016. – С. 194–201.
- Сарасеко Е. Г. Проблемы получения качественной растениеводческой продукции на загрязненных радионуклидами территориях // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І. П. Шамякіна. – 2012. - №2 [35]. - С. 47–53.
- Тимофеев С. Ф. Предложения по рациональному использованию пойменных лугов в зависимости от ландшафтно-геохимических условий на территории радиоактивного загрязнения Ветковского района. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. – 27 с.
- Чертко Н. К. Влияние эколого-геохимической обстановки Беларуси на здоровье населения. – Экологическая антропология. Ежегодник. – Минск: Белорусский комитет «Дети Чернобыля», 2003. – С. 21–25.

Timofeyeva T. A. Biogeochemical features of migration of radionuclides in the flood plain of the river Sozh // Ekosystemy. 2017. Iss. 12 (42). P. 22–27.

Investigated landscape-geochemical distribution of ^{137}Cs in the valley of the river Sozh and then determine possible ways of optimizing the use of agricultural landscapes within the floodplain to reduce the transition of the radionuclide in animal feed.

Key words: floodplain, ecosystem, biogeochemical barriers, radionuclides.

Поступила в редакцию 11.09.2017