

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ПОЕМНОСТИ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА МИГРАЦИЮ РАДИОНУКЛИДОВ В АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ И НАКОПЛЕНИЮ ИХ ЗЛАКОВЫМИ ТРАВАМИ ПОЙМЕННОГО ЛУГА**

**А.Ф. Веренич, А.И. Медведский, А.Ф. Домнич, Н.А. Бобровский**  
*Полесский отдел пойменного луговодства БелНИИМ и Л*

Загрязнение радионуклидами значительной части Белорусского Полесья привело к тому, что с этих земель нередко поступает некондиционная по радиологическим параметрам сельскохозяйственная продукция. Среди загрязненных земель, которые вовлечены в сельскохозяйственное производство, важное место занимают пойменные почвы, обладающие высоким потенциальным плодородием. На части пойменных земель для оптимизации водного режима построены польдерные системы, исключая затопление (зимние польдеры) и польдеры с регулируемой продолжительностью затопления. Вместе с тем, определенная часть сенокосов и пастбищ располагается на неосушенной пойме, гидрологический режим которой зависит от многих природных факторов: величины и продолжительности атмосферных осадков и связанных с ними весенних половодий, летне-осенних и зимних паводков, температуры воздуха и почвы.

Факторы природной среды формируют скорость и особенности миграции радионуклидов. Роль почвы как составной части биогеоценоза определяется влиянием на скорость и способы включения радионуклидов в биохимические циклы миграции. Свойства почвы в значительной мере влияют на характер закрепления радиоактивных элементов и биологическую доступность растениям, то есть поступление их в растения и накопление в урожае. Это особенно относится к торфяно-болотным почвам и возделываемым на них многолетним травам, которые способны накапливать в большей степени радионуклиды, чем другие сельскохозяйственные культуры. При этом даже отдельные виды и сорта многолетних трав накапливают неодинаковое количество радионуклидов.

Интенсивность поступления радионуклидов в растения зависит во многом от режима увлажнения почвы и по мнению некоторых авторов, вынос их многолетними травами наименьший при изменении от оптимального водообеспечения в сторону иссушения почвы при формировании урожая.

Для изучения влияния режимов поемности на миграцию радионуклидов в почвенном профиле и накоплению их злаковыми травами были проведены исследования на полевом стационаре объекта "Ямно" Пинского района (Припятский пойменный почвенно-мелиоративный стационар). Опытные площадки заложены на естественной неосушенной пойме р. Стырь, на участке без обработки почвы с 1981 года и на чеках, где проводилось ежегодное регулируемое затопление на 10 и 15 суток в период весеннего половодья, а также на участке без затопления. Почва опытного участка аллювиальная торфяно-болотная, развивающаяся на древесно-осоковых торфах, подстилаемая с глубины 0,5-0,8 м мелкозернистым песком.

Использование травостоев - двуукосное. Минеральные удобрения на чеках при регулируемом затоплении и без затопления вносились в норме Р45 К120. Повторность опыта трехкратная. Учет урожая трав проводился методом учетной делянки в период сенокосной спелости (1 укос) и в начале сентября - 2 укос с отборами образцов изучаемых видов многолетних трав.

Для изучения профильного распределения радионуклидов в корнеобитаемом слое почвы на зафиксированных площадках всех вариантов опыта отбирались почвенные пробы послойно через 2,5 см на глубине 0-20 см и через 5 см на глубине 20-40 см. Лабораторный анализ содержания в растениях и почве Cs-137 проводился методом спектрометрии в радиологической лаборатории Полесского отдела пойменного луговодства с использованием многоканального анализатора типа LP 4900В (Нокиа).

Выполнение полевых работ и наблюдений, лабораторный анализ и обработка экспериментальных материалов проводились с использованием соответствующих инструкций и методических указаний.

Кроме изучения влияния регулируемой поемности на распределение радионуклидов в почве и накопление растениями, особую значимость приобрело исследование поведения их в сложных агроклиматических условиях 1999 года. С декабря 1998 года большая часть естественной поймы р. Припяти и ее притоков была покрыта водой. Уровни грунтовых вод на опытном стационаре, который является частью летнего польдера, были выше поверхности и произошло затопление посевов многолетних трав. Зимне-весенний паводок продолжался до 10 апреля 1999 года (более 116 дней) и уровни грунтовых вод медленно снижались к концу мая до 31-38 см от поверхности. Это сказывалось на перезимовке и отрастании многолетних трав, формировании фитомассы первого

укоса. Выпавшие обильные осадки в июне вызвали подъем УГВ до 23-29 см. Уровни грунтовых вод за вегетационный период были не всегда благоприятными для роста и развития многолетних трав, так как многие виды трав не переносят подтопления выше 55-60 см. Если учитывать, что высота капиллярного поднятия составляет 60-90 см в торфяной почве, то влажность почвы на опытных участках была тесно связана с уровнем грунтовых вод и находилась в пределах 65-85% ПВ.

Продуктивность лугового ценоза в опытах 1999-2000 гг. при внесении умеренных норм минеральных удобрений при естественном увлажнении (без затопления) была в пределах 80,7-99,5 ц/га сухой массы, на участке с ежегодным затоплением на 10 суток - 75,4-89,2, а на участке с затоплением на 15 суток составляла 67,0-92,4 ц/га.

Проведенные исследования по изучению длительного зимне-весеннего затопления на миграцию радионуклидов в почвенном профиле выявили значительные различия в количестве их на контроле (без обработки почвы с 1981 года) и на естественной пойме (таблица 1). Если в почве естественной поймы в слоях 0-2,5, 2,5-5,0 и 5,0-7,5 см было от 4829 до 1790 Бк/кг Cs-137 и составляло основную массу радионуклидов в профиле 0-40 см, то на контроле в этих же слоях было 3870-1341 Бк/кг. Распределение радионуклидов цезия-137 ниже по профилю изменяется по убывающей и оно минимально на глубине 35-40 см (16-58 Бк/кг).

В 1992 году на участках с регулируемым затоплением проводили перезалужение многолетних трав, поэтому распределение радионуклидов существенно отличается от контроля и естественной поймы. Эти величины составляют на опытах без затопления в слоях 0-12,5 от 928 до 698 Бк/кг, при ежегодном затоплении на 10 суток - 707-654 и затоплении на 15 суток - от 761 до 536 Бк/кг в тех же слоях.

При вспашке с неполным оборотом пласта верхний слой почвы с дерниной оказался на глубине 12,5-20,0 см. В этом слое наблюдается максимальное количество радиоактивного цезия на участках без затопления, затоплении на 10 и 15 суток и составляет 4413, 3376 и 3540 Бк/кг соответственно. Ниже по профилю торфяной почвы с глубины 20 см количество изотопов цезия выше на опытных участках по сравнению с контролем и естественной поймой. Если, например, в слое 25-30 см радионуклидов цезия было от 227 до 289 Бк/кг, то на контроле - 58-32. На глубине около 40 см количество радионуклидов было почти одинаковым на всех наблюдаемых участках.

**Изменение уровня загрязнения пойменной торфяной почвы  
цезием-137 в зависимости от уровней минерального питания  
и длительного зимне-весеннего затопления травостоев 1999 г. (Бк/кг)**

Глубина, см	Без затопления		Затопление на 10 суток		Затопление 15 суток		Без обработки (контроль)		Естественная пойма	
	Укосы									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0-2,5	928	673	707	528	716	783	3870	3703	4829	3952
2,5-5,0	866	633	529	519	781	720	3147	1624	3034	2597
5,0-7,5	789	626	574	620	672	699	1341	1487	1790	1050
7,5-10,0	764	629	447	565	562	549	800	979	770	748
10,0-12,5	698	502	654	527	536	522	273	547	504	344
12,5-15,0	1320	446	832	466	626	424	228	248	324	325
15,0-17,5	1487	1252	1447	1429	1388	1251	118	152	227	221
17,5-20,0	1606	1336	1097	1649	1526	1239	109	104	140	138
20,0-25,0	800	140	754	134	604	113	76	60	82	51
25,0-30,0	227	91	251	67	289	74	58	38	32	39
30,0-35,0	92	70	69	64	96	62	74	30	63	23
35,0-40,0	49	30	64	63	69	46	58	39	16	24

Вспашка и перемешивание почвы при дисковании привели к перераспределению радионуклидов по почвенному профилю, что оказало определенное влияние на поступление цезия-137 в растения и накопление его многолетними травами. Самое низкое накопление радиоизотопов цезия-137 установлено у костреца безостого, мятлика лугового и полевицы белой, в которых уровень содержания цезия не превышал РДУ-99 (1300 Бк/кг в 1 кг сена) как в первом, так и во втором укосах. Интенсивнее происходило накопление радиоактивного цезия 137 лисохвостом луговым как в первом, так и во втором укосах, уровень его содержания достигал 1350-2590 Бк/кг в опытах с затоплением на 10 и 15 суток. Полученный травяной корм в этих условиях превышал РДУ-99 (таблица 2).

Накопление радиоизотопов цезия-137 тимофеевкой луговой и двукосточником тростниковым в первом укосе было в пределах 731-820 Бк/кг в опытах без затопления, 310-289 – при затоплении на 10 суток и 726-818 Бк/кг при затоплении на 15 суток и находились в пределах нормы РДУ-99. Высокие уровни грунтовых вод и влагозапасы почвы в весенний период создавали на варианте опыта при затоплении на 15 суток отличительные условия для роста и формирования фитомассы злако-

вых трав. Большая обводненность почвенного профиля приводила к большей подвижности радионуклидов цезия-137, что, по-видимому, сказалось на накоплении его в растениях.

Снижение количества осадков и повышение среднемесячной температуры воздуха в летние месяцы, когда происходило формирование второго укоса, оказало влияние на перераспределение радионуклидов по почвенному профилю и его поступление в растения. Содержание изотопов цезия-137 в почвенном профиле на естественной пойме несколько уменьшилось. Такая же тенденция наблюдалась и на контроле (таблица 1). На других вариантах опыта величина накопления изотопов цезия была неравномерной. Их количество несколько уменьшилось как в горизонтах 0-12,5, так и в слоях 12,5-20,0 см, где запахана дернина при перезалужении.

Таблица 2

**Влияние длительного зимне-весеннего затопления 1999 года аллювиальной торфяной почвы на накопление Cs многолетними травами (Бк/кг)**

Виды многолетних трав	Без затопления		Затопление на 10 суток		Затопление 15 суток		Без обработки (контроль)	
	Укосы							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Кострец безостый	252	222	359	650	460	606	3540	6870
Тимофеевка луговая	731	1397	310	1320	818	1820	не определяли	
Двуклосточник тростниковый	820	1382	289	1470	762	1070	3480	6820
Лисохвост луговой	959	1220	1840	2590	1350	1562	3345	5732
Мятлик луговой	210	273	197	220	187	252	3001	5220
Полевика белая	232	296	320	410	220	238	не определяли	

Агроклиматические условия формирования урожая второго укоса привели к тому, что злаковые травы накопили почти в 1,5-2 раза больше радионуклидов по отношению к первому укосу. Повышение концентрации радионуклидов в почвенном растворе способствовало тому, что некоторые виды изучаемых трав (лисохвост луговой, тимофеевка луговая, двуклосточник тростниковый) накопили такие уровни радионуклидов цезия, сено из которых было непригодным для скармливания животным.

Урожай изучаемых многолетних трав на контроле был непригоден для кормовых целей, так как уровень содержания радиоактивного цезия достигал 3001-6870 Бк/кг в сухой массе.

Ежегодное затопление пойменных торфяных почв в период весен-

него половодья и продолжительный осенне-зимний паводок 1999 года привели к некоторому перераспределению радионуклидов цезия-137 по профилю почвы. Исследования фитомассы травостоя польдерного луга выявили различия в накоплении радиоцезия в урожае разных видов злаковых трав.

При высокой обеспеченности влагозапасами почвы и оптимальными уровнями грунтовых вод злаковые травы накапливали большее количество радионуклидов по сравнению с условиями, при которых растения формируют урожай, ощущая недостаток влаги от НВ до ВРК.

В 2000 году почвенные образцы отбирались на вариантах без затопления, затоплении на 10 и 15 суток и на контроле (без обработки почвы с 1981 года). Величина удельной радиоактивности при разных условиях поемности в 2000, как и в 1999 году, отличалась от количества радионуклидов цезия-137 в профиле почвы на контроле (таблица 3).

Уровень накопления изотопов цезия-137 в слоях с 0-12,5 см в опыте без затопления колебался от 844 до 555 Бк/кг, с затоплением на 10 суток – 734-238 затоплении на 15 суток – от 778 до 507 Бк/кг, в то же время как на контрольном варианте основная масса радионуклидов Cs-137 находилась в верхнем 5-сантиметровом слое (2684 – 2110 Бк/кг).

На глубине 12,5-15,0 см наблюдается повышенное содержание радионуклидов цезия-137 во всех вариантах опыта. Без затопления оно составляло 1875 Бк/кг, при затоплении на 10 суток – 2424 и затоплении на 15 суток – 2291 Бк/кг. Ниже по профилю почвы с глубины 20 см величина радиоактивного цезия-137 была в пределах 118-32 Бк/кг (таблица 3).

Анализ отобранных растительных образцов первого укоса многолетних трав на содержание радионуклидов в зависимости от видового состава и условий поемности показал самое низкое накопление Cs-137 мятликом луговым (132 Бк/кг), тимофеевкой луговой (263 Бк/кг), что не превышает значение РДУ-99 1480 Бк/кг, а самое высокое – до 1840 Бк/кг у лисохвоста лугового.

Урожай изучаемых многолетних трав на контроле непригоден для кормовых целей, так как на уровень содержания радиоактивного цезия был 3124-4819 Бк/кг.

Таблица 3

Влияние условий поемности и обработки почвы на уровень загрязнения радионуклидами Cs-137 аллювиальной торфяной почвы (2000 г., Бк/кг)

Глубина отбора, см	Без затопления	Затопление на 10 суток	Затопление 15 суток	Без обработки (контроль)
0-2,5	844	734	778	2684
2,5-5,0	773	528	654	2116
5,0-7,5	519	395	507	925
7,5-10,0	426	285	545	914
10,0-12,5	555	238	507	411
12,5-15,0	604	448	446	292
15,0-17,5	926	622	1260	287
17,5-20,0	949	1578	871	192
20,0-25,0	118	224	90	59
25,0-30,0	86	110	80	63
30,0-35,0	43	74	60	69
35,0-40,0	33	90	36	32

Таблица 4

Влияние уровней загрязнения аллювиальной торфяной почвы при различной поемности и обработки почвы на накопление радионуклидов и цезия-137 многолетними травами (2000 г., Бк/кг)

Виды многолетних трав	Без затопления	Затопление на 10 суток	Затопление на 15 суток	Без обработки (контроль)
Кострец безостый	485	720	992	4819
Тимофеевка луговая	562	263	639	не определяли
Двукосточник тростниковый	869	730	1109	не определяли
Лисохвост луговой	980	1418	1242	4251
Мятлик луговой	132	176	518	3124

Поступление радиоактивных изотопов цезия-137 в фитомассу многолетних злаковых трав при формировании урожая на загрязненных пойменных торфяных почвах значительно снижает однократная перепашка и разделка дернины польдерного луга при залужении. При последующем перезалужении необходимо применять минимальную обработку почвы дисковыми агрегатами для посева или подсева трав в дернину выродившегося луга, т.е. практиковать поверхностное улучшение лугов и пастбищ на польдерных системах.

В состав травосмесей для залужения на загрязненных радионуклидами

пойменных почвах целесообразно включать менее влаголюбивые виды трав при их сходной питательной ценности – кострец безостый, мятлик луговой, тимофеевку луговую, полевицу белую, которые накапливают меньшее количество радионуклидов цезия-137 в условиях поемности.

### Литература

1. Б.Н.Анненков, Е.В.Юдинцева. “Основы сельскохозяйственной радиологии”. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
2. Руководство по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 1993-1995 гг. – Мн., 1993. – 116 с.
3. Т.Б.Рошка, А.С.Судас, А.Ф.Домнич. Накопление Cs-137 многолетними злаковыми травами в зависимости от гидрологического режима поймы Сб. “Мелиорация и луговодство на пойменных землях”. Мн., 1996. – с 164-169.