

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗОНАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Наземные ядерные испытания привели к высокому радиоактивному загрязнению значительных территорий, сформировав радиоактивные следы, протянувшиеся на сотни километров от эпицентра взрывов[1].

В настоящее время потенциальными источниками вторичного радиоактивного загрязнения являются локальные участки, на которых содержание радионуклидов в почвенно-растительном покрове сравнимо с твердыми радиоактивными отходами (на отдельных участках – со среднеактивными радиоактивными отходами).

Загрязнение может происходить и в результате извлечения и сбора металлолома на загрязненных территориях, его вывоз за пределы полигона. Использование тракторов и автомашин также может вызвать загрязнение. Возможно вторичное радиоактивное загрязнение и в результате выпаса сельскохозяйственных животных и заготовки сена на радиоактивно загрязненных участках.

Объектом исследований является зональная экосистема, формирующаяся на светлокаштановых почвах при мощности экспозиционной дозы (МЭД) 150-170 мР/ч. Растительность представлена ксерофитным полынно-дерновиннозлаковым (*Stipa sareptana*, *Artemisia marschalliana*, *A. sublessingiana*+*Festuca sulcata*) сообществом. Предмет исследований – состав, структура, ритмы развития растений, накопление надземной и подземной биомассы, особенности аккумуляции радионуклидов органами растений, адаптационные признаки растений.

Ксерофитные растительные сообщества на территории Семипалатинского полигона занимают по сравнению с другими типами растительности большую площадь. Они формируются на выровненных пологонаклонных или плоских межсочных равнинах. Почвы – светлокаштановые суглинистые, реже супесчаные. Тип водного режима – непромывной. Для данных почв характерно низкое содержание (до 2,5%) гумуса в поверхностном горизонте и незначительная мощность (до 30 см) гумусового горизонта. Содержание радионуклидов в почвах загрязненного и контрольного участков приведено в таблице 1.

Таблица 1. Содержание радионуклидов в почве

Слой почвы,	см	Радионуклиды, Бк/кг
Загрязненный участок		
		Am241 Cs137 60Co Eu152-154 K40 U238 Ra226 Pb210 Th228 α β
	0-2	12 386 525 84 1 957 774 <61 38 <605 32 3 060 2 350
	2-12	54 43 42.4 1187 840 <33 26.8 <169 34.4 1 850 1 430
Контрольный участок		
	0-9	13 29 <0.6 <1.4 530 27 14.4 <269 17.3 780 700

Основные показатели исследуемого сообщества: видовой состав растений, вертикальная (ярусность, высота растений) и горизонтальная (сложение) структура, проективное покрытие почвы растениями в %, обилие по шкале Drude, фенологическая фаза, жизненное состояние растений по 5-ти бальной системе, а также краткие сведения о развитии фитоценоза (положение в сукцессии, особенностях размножения доминантов) приведены в таблице 2.

Таблица 2. Описание фитоценоза

№	Название растений	Ярус	Высота, см	Покрытие, %	Обилие	Размещение	Фенофаза	Жизненное состояние	
1	<i>Stipa sareptana</i>	I-II	35-83	25-30	cop ²	df	плодоношение	4	
2	<i>Artemisia marschalliana</i>	I-II	54-67	10-15	sp-cop ¹	1	ggr	бутонизация	4
3	<i>A. sublessingiana</i>	I-III	15-65	5-10	sp	ggr	бутонизация	4	
4	<i>A. austriaca</i>	III	10-20	1-3	sol	ggr	вегетация	4	
5	<i>Festuca valesiaca</i>	III	5-12	10-15	sp-cop ¹	df	конец плодоношения	4	
6	<i>Ceratocarpus arenarius</i>	III	5-10	1	sol	df	плодоношение	3	

- 7 *Koeleria cristata* III 10-15 <1 sol ggr плодоношение 3
- 8 *Ancathia igniaria* II-III 20-35 <1 sol df плодоношение 3-4
- 9 *Phlomis tuberosa* II-III 15-40 <1 sol df плодоношение 3-4
- 10 *Spiraea hypericifolia* II-III 15-35 <1 sol ggr вегетация 3

На загрязненном участке, исследуемое сообщество является одной из стадий восстановления зонального полынно-дерновиннозлакового фитоценоза после нарушения растительности в период ядерных испытаний. А на контроле, это зональное климаксовое полынно-дерновиннозлаковое сообщество на светлокаштановых почвах.

Надземная биомасса в исследуемом сообществе на загрязненном участке достигла 104,2-157,1 г/м² (на контроле –86,1-113,6 г/м²). Средний вес опада (*Stipa sareptana*) с 1м² на загрязненном участке составлял 91,9-94,9г (на контроле 76,1-81,1г). Вес однодольных растений (*Stipa sareptana*, *Koeleria cristata*, *Cleistogenes squarrosa*) на загрязненном участке достигал 70,1-115,3г/м² (на контроле 47,0-65,2 г/м²). Вес двудольных растений (*Artemisia marschalliana*, *A. sublessingiana*, *A. austriaca*, *Ceratocarpus arenarius*, *Ancathia igniaria*) на загрязненном участке составлял 34,1-41,8 г/м² (на контроле 39,1-48,4 г/м²). Глубина проникновения корней доминирующих видов растений достигала 70-100 см (на контроле –61-64 см). Наиболее насыщен корнями слой почвы 0-28 см (на контроле –0-30 см). Содержание основных радионуклидов в органах доминантных видов растений приведено в таблице 3.

Таблица 3. Содержание основных радионуклидов в органах доминантных видов растений, Бк/кг
Показатели *Stipa sareptana* *Artemisia sublessingiana*

1x 2x 1x 2x

Содержание Am241 в золе надземной части растений 37-38 <8-20 15-43 <10-18

Содержание Am241 в золе корня растений 255-900 10-53 59-276 <11-<20

Содержание Eu152,154 в золе надземной части растений 158-182 <13-<20 99-116 <10-<15

Содержание Eu152,154 в золе корня растений 942-1080 <4-<7 384-542 <15-<40

Содержание Cs137 в золе надземной части растений 30-57 26-33 23-26 16-32

Содержание Cs137 в золе корней растений 542-870 109-114 130-220 56-113

Содержание α-частиц в золе надземной части растений <350-<800 <900-670 <800-1240 <350-<1100

Содержание α-частиц в золе корня растений 1225-1900 <900-390 1020-6900 <900-1230

Содержание β-частиц в золе надземной части растений 3460-4500 2530-4300 9100-9300 5400-8200

Содержание β-частиц в золе корня растений 2840-4300 1030-1320 6580-7800 3620-17000

Примечание: 1x-загрязненный участок, 2x-контрольный (без загрязнения)

На загрязненном участке выявлены растения –тераты. У многих особей *Spiraea hypericifolia* образуются укороченные ветви и не формируются генеративные органы. У некоторых особей *Artemisia marschalliana* укорочены стебли и деформированы метёлки. Они превратились в уплотненные шаровидные образования (с диаметром 1,0-1,5 см). У отдельных особей *Phlomis tuberosa* формируются перекрученные стебли. В деформированных мутовках в 3-4 раза меньше цветков, чем на контрольном участке. У многих особей не формируются генеративные органы.

В сложившихся радиоэкологических условиях в формировании зональных сообществ на светлокаштановых почвах загрязненных участков по сравнению с контрольными выявлены следующие изменения:

- 1) количество видов растений уменьшилось, так как после ядерных взрывов видовое разнообразие еще не восстановилось до исходного состояния;
- 2) фенологический сдвиг в наступлении генеративных фаз у доминирующих видов: опережение наступления фаз бутонизации и цветения у *Artemisia marschalliana*, *A. sublessingiana* и *Stipa sareptana* на 3-4 дня;
- 3) угнетение роста и развития многих особей *Artemisia sublessingiana*, *Festuca valesiaca* и *Carex supina*;
- 4) усиление гетерогенности горизонтальной структуры сообществ вследствие антропогенной нарушенности поверхностного слоя почв;
- 5) уменьшение степени общего проективного покрытия, покрытия почвы растениями и напочвенного покрова, обусловленного тем, что на нарушенных участках растительность представлена серийными сообществами, которые представляют собой одну из последних стадий восстановления опустыненных степей после наземных ядерных взрывов;
- 6) стимуляцию роста у доминирующего вида (*Stipa sareptana*), увеличение среднего веса одной особи этого растения в 1,1-2 раза, увеличение веса однодольных растений – в 1,1-1,2 раза, мортмассы – в 1,1-1,2 раза и надземной биомассы – в 1,2-1,3 раза;
- 7) увеличение глубины проникновения корней доминантных видов *Stipa sareptana*, *Artemisia sublessingiana* и *A. marschalliana* на 9-36 см, среднего веса корня одной особи *A. sublessingiana* в 1,2-1,4 раза и биомассы подземных органов в 1,1-1,4 раза;
- 8) формирование у отдельных особей некоторых видов растений адаптационных признаков: образование укороченных побегов и отсутствие генеративных органов у *Spiraea hypericifolia*, укороченных стеблей

и деформированных метелок у *Artemisia marschalliana*, деформированных стеблей и соцветий у *Phlomis tuberosa*.

Список литературы

1. Смагулов С.Г., Тухватулин Ш.Т., Черепнин Ю.С. Семипалатинский полигон// Доклад Национального ядерного центра РК комиссии ООН, Курчатов, 1998.- 7 с. (не опубликовано).

Section

Radiation ecology and methods of analysis (Section 3)

Primary author: PLISSAK, Rimma (Republican State Enterprise on the Right of Economic Management “Institute of Botany and Phytointroduction” of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan)

Presenter: PLISSAK, Rimma (Republican State Enterprise on the Right of Economic Management “Institute of Botany and Phytointroduction” of the Committee of Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan)

Track Classification: The V International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”: Radiation ecology and methods of analysis (Section 3)