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

**Плисак Р.П.1, Аралбай Н.К.2, Полевик В.В3**

1. РГП ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХиЖМ МЭПР РК, г. Алматы, Республика Казахстан
2. Международный Казахско-Турецкий университет им. К. А. Ясауи, НИИ естествознания, г.Туркестан, Республика Казахстан
3. НАО «Университет имени Шакарима», г. Семей, Республика Казахстан

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 межсопочных 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** | **Разме-щение** | **Фенофаза** | **Жизнен ность** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | *Stipa sareptana* | I-II | 35-83 | 25-30 | cop^2 | df | плодоношение | 4 | |
| 2 | *Artemisia marschalliana* | I-II | 54-67 | 10-15 | sp-cop^1 | ggr | бутонизация | 4 | |
| 3 | *A. sublessingiana* | I-III | 15-65 | 5-10 | sp | ggr | бутонизация | 4 | |
| 4 | *A. austriaca* | III | 10-20 | 1-3 | sol | ggr | вегетация | 4 | |
| 5 | *Festuca valesiaca* | III | 5-12 | 10-15 | sp-cop^1 | df | конец плодоношения | 4 | |
| 6 | *Ceratocarpus arenarius* | 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 ignaria)* 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*** | |
| **1х** | **2х** | **1х** | **2х** |
| Содержание Аm241 в золе надземной части растений | 37-38 | <8-20 | 15-43 | <10-18 |
| Содержание Аm241 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: 1х-загрязненный участок, 2х-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* укороченыстебли и деформированы метёлки. Они превратились в уплотненные шаровидные образования (с диаметром 1,0-1,5 см). У отдельных особей *Phlomis* *tuberosа* 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 tuberosа.*

**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).