УДК 504.4.054.(470.319)

Л.П. Степанова, д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры земледелия, агрохимии и агропочвоведения ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

E-mail: [Elenavalerevna79@yandex.ru](mailto:Elenavalerevna79@yandex.ru), тел. 8(4862)45-40-86

Е.В. Яковлева, к.с.х.н., доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности на производстве ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

E-mail: [Elenavalerevna79@yandex.ru](mailto:Elenavalerevna79@yandex.ru), тел. 8(4862)76-11-07.

А.В. Писарева, старший преподаватель кафедры медико-технического менеджмента ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»

E-mail: [pavpav.06@mail.ru](mailto:pavpav.06@mail.ru), тел. 8(495) 632-22-38

И.Э. Федотова, к.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и прикладной биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» E-mail: [fedotovaie@mail.ru](mailto:fedotovaie@mail.ru), тел. 8(4862)75-29-19

L.P. Stepanova, doctor of agricultural sciences, professor, professor of department of agriculture, agrochemistry and agrology Orel state agricultural university named after N.V. Parakhin" E-mail: [Elenavalerevna79@yandex.ru](mailto:Elenavalerevna79@yandex.ru), telephone number 8(4862)45-40-86

E.V. Yakovleva, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of department of health and safety on production agrology Orel state agricultural university named after N.V. Parakhin" E-mail: [Elenavalerevna79@yandex.ru](mailto:Elenavalerevna79@yandex.ru), telephone number 8(4862)76-11-07

A.V. Pisareva, senior teacher of department of medico-technical management Bauman Moscow State Technical University E-mail: [pavpav.06@mail.ru](mailto:pavpav.06@mail.ru), telephone number 8(495) 632-22-38

I.E. Fedotova, candidate of agricultural sciences, associate professor, manager of department of soil science and applied biology Orel State University named after I.S. Turgenev E-mail: [fedotovaie@mail.ru](mailto:fedotovaie@mail.ru), telephone number 8(4862)75-29-19

**ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ANTHROPOGENIC TRANSFORMED SOILS IN ZONES OF TECHNOGENIC INFLUENCE**

**АННОТАЦИЯ**

Проведена оценка экологического состояния почв на различной удалённости от источника загрязнения. Во всех пробах урбанозёмов установлено допустимое содержание тяжёлых металлов и превышение содержания бенз(а)пирена в сравнении с предельно допустимыми концентрациями. Показано закономерное снижение загрязняющих веществ в почвах с увеличением расстояния от шоссе, увеличение сырой и сухой массы проростков газонных растений.

**SUMMARY**

Assessment of an ecological condition of soils on various remoteness from a polluter is carried out. In all tests of urbanozem the admissible content of heavy metals and excess of contents benzapiren in comparison with threshold limit values is established. Natural decrease in pollutants in soils with increase in distance from the highway, increase in crude and dry mass of lawn plant sprouts is shown.

**КЛЮЧЕВЫЕСЛОВА:**

санитарное состояние почв, тяжелые металлы, экотоксикология, урбаноземы, светло-серые почвы.

**KEYWORDS:**

the sanitary condition of soils, heavy metals, ecotoxicology, urbanozem, light gray soil.

Среди загрязняющих веществ особое место отводится тяжелым металлам, отличающихся такими специфическими свойствами, как способность к накоплению, в десятки и сотни раз превышающего фоновое содержание в незагрязненных территориях, их недостаток или высокое содержание в растениях, животных, организме человека, может вызвать не только снижение неизмененных функций, но и привести к гибели; тяжелые металлы обладают высокой технофильностью и приводят к активному загрязнению жизнеобеспечивающих природных сред. Усиление химического загрязнения обусловливает снижение самоочищающей способности почвы, повышение ее токсичности и негативного влияния на состояние окружающей среды и состояние здоровья населения. В связи с этим оценка санитарного состояния почвы в условиях мегаполиса является обязательной при разработке комплексных природоохранных программ [3,4].

Согласно ГОСТ 17.4.2.01-81 (Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния) санитарное состояние почвы–это совокупность физико-химических и биологических свойств, которые определяют потенциальное влияние почвы на здоровье человека. Санитарное состояние почвы в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 (Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания)–это совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих качество и степень её безопасности в эпидемиологическом и гигиеническом отношении [1,2].

Оценку санитарного состояния урбанозёмов в различной удаленности от шоссе Энтузиастов (г. Москва) проводили по степени их химического загрязнения химическими веществами в сравнении с предельно допустимыми уровнями их содержания в почве. Во всех пробах урбанозёмов установлено превышение содержания бенз(а)пирена в сравнении с предельно допустимыми концентрациями их содержания в почве (таблица 1).

Таблица 1- Результаты химического анализа пробы урбанозёмов (0-20см) в разной удаленности от шоссе Энтузиастов (г. Москва).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели  мг/кг | Удаленность | | | Нормативы ПДУ |
| 5м | 50м | 300м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Мышьяк | ˂0,01 | ˂0,01 | ˂0,01 | 2,0 |
| Никель | ˂0,01 | ˂0,01 | ˂0,01 | 40,0 |
| Кадмий | ˂0,01 | ˂0,01 | ˂0,01 | 1,0 |
| Медь | 14 | 8,8 | 15,0 | 33,0 |
| Свинец | 19,0 | 16,0 | 9,5 | 32,0 |
| Цинк | 46,0 | 40,0 | 56,0 | 110,0 |
| Ртуть | 0,2 | 0,11 | 0,084 | 2,1 |
| Нефтепродукты | 900,0 | 190 | 150,0 | - |
| Бенз(а)пирен | 130,0 | 102,0 | 54,0 | 0,02 |

Как видно из данных таблицы, в непосредственной близости к автотрассе концентрация бенз(а)пирена достигала 130мг/кг, что в 6500 раз превышало предельно допустимый уровень. С увеличением удаленности от шоссе количество бенз(а)пирена снижается до 102мг/кг при удалении на 50м от автотрассы, но и это количество превышало допустимый уровень в 5100 раз. На большем удалении от автотрассы 300м концентрация бенз(а)пирена снижается почти в 2,5 раза до 54мг/кг, однако такая концентрация бенз(а)пирена в урбанозёме превышала предельно допустимый уровень в 2700 раз.

Отсюда следует вывод, что исследованные урбанозёмы не соответствуют требованиям ГН 2.1.7.2014-06 вследствие превышения содержания бенз(а)пирена [2].

По всем исследуемым металлам в пробах урбанозёмов с различной удаленностью от шоссе не установлены концентрации тяжелых металлов, превышающих предельно допустимые уровни их содержания в почве в соответствии с ГН 2.1.7.2014-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы».

При этом показано закономерное снижение загрязняющих веществ с увеличением расстояния от шоссе, так содержание меди в пробах снижается с 14мг/кг в непосредственной близости до 8,8мг/кг при удалении от автотрассы на 50м; на большем удалении от трассы–300м количество меди возрастает до 15мг/кг. Концентрация свинца изменяется в пределах от 19мг/кг в непосредственной близости к шоссе, с удалением от дороги количество свинца снижается на 3мг/кг и составляет 16мг/кг, а в наибольшем удалении концентрация свинца сокращается в 2,5 раза и составляет 9,5мг/кг. Такая закономерность повторяется и в отношении концентрации в урбанозёмах такого металла как ртуть, его содержание снижалось от 0,2мг/кг вблизи шоссе до 0,11мг/кг с удалением в 10 раз от шоссе и значительном уменьшении до 0,084 мг/кг в пробах с увеличением удаленности в 60 раз. Для такого металла, как цинк показано наибольшее содержание 56 мг/кг в пробах урбанозёма с удалением от шоссе на 300м.

Особое место среди загрязняющих веществ занимают нефтепродукты, самая высокая степень их накопления установлена в непосредственной близости к шоссе–900 мг/кг, с увеличением расстояния места размещения пробных площадок от шоссе на 50м количество нефтепродуктов снижается до 190мг/кг, то есть, почти в 4,7 раза. При удалении от шоссе на 300м концентрация нефтепродуктов снижается в 6 раз до 150мг/кг.

Оценку санитарного состояния исследуемых урбанозёмов осуществляли по величине осуществляли по величине санитарного числа «С», которое косвенно характеризует процесс гумификации органического вещества и позволяет оценить самоочищающую способность почвы от органических загрязнений. Санитарное число определяют отношением количества азота гуминовых веществ почвы «А» к количеству органического азота «В», то есть С=А:В (таблица 2).

Таблица 2. Оценка чистоты урбанозёмов по санитарному числу (шоссе Энтузиастов).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Удаленность взятия пробы, м | Азот гумусовых веществ, %  (А) | Азот органических веществ,%  (В) | Санитарное число,  (С) | Характеристика почвы |
| 5 | 0,16 | 0,21 | 0,76 | Загрязненная |
| 50 | 0,28 | 0,32 | 0,88 | Слабозагрязненная |
| 300 | 0,14 | 0,15 | 0,93 | Слабозагрязненная |

Величина санитарного числа показывает, что урбанозёмы вблизи шоссе являются загрязненными, с большим удалением от шоссе степень загрязнения снижается, а величина санитарного числа возрастает. Наибольшее содержание азота гумусовых веществ (в %) и азота органических веществ наблюдали в пробах, удалённых от шоссе на 50 м.

Оценку санитарного состояния исследуемых проб урбанозёмов по степени биологического загрязнения проводили с использованием санитарно-бактериологических (косвенных и прямых) показателей (таблица 3).. Косвенные санитарно-бактериологические показатели отражают интенсивность биологической нагрузки на почву и характеризуются наличием санитарно-показательных организмов группы кишечной палочки (БГКП - колииндекс) и фекальных стрептококков (индекс энтерококков). Прямые санитарно-бактериологические показатели отражают эпидемиологическую опасность почвы и выражаются через обнаружение, идентификацию возбудителей кишечных инфекций, патогенных энтеробактерий, энтеровирусов.

Таблица 3— Результаты микробиологического исследования.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Удален-ность от источника загрязне-ния, м | Определяемые показатели | | | |
| бактерии групп кишечных палочек, индекс | энтерококки,  индекс | патогенные микроорганизмы,  индекс | Яйца и личинки гельминтов, экз/кг |
| 5 | 10 | Менее 1 | не обнаружены | не обнаружены |
| 50 | 10 | Менее 1 | не обнаружены | не обнаружены |
| 300 | 10 | Менее 1 | не обнаружены | не обнаружены |

Результаты микробиологических исследований, представленные в таблице, показывают, что все пробы урбанозёмов оцениваются как «чистые без ограничений» по санитарно-бактериологическим показателям при отсутствии патогенных бактерий и индексе санитарно-показательных микроорганизмов до 10 клеток на 1 г почвы.

Исследованные пробы урбаноземов по микробиологическим и паразитологическим показателям соответствуют СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» относится к категории загрязнения почв «Чистая».

Теоретической основой организации системы экологического контроля и мониторинга почв служат представления об их структурно функциональной роли в биогеоценозах и биосфере. Необходимость диагностики качества почвы по биотическим показателям обоснована тесной взаимозависимостью “косного” и “биологического” начал. Биотические показатели могут дать информацию о трансформировании почвенной экосистемы, о состоянии организмов и степени приемлемости воздействий для сохранения разнообразия форм жизни и их сбалансированного развития. Аналитический контроль загрязнения, проводимый химическим методом, показывает наличие лишь “маркеров”–определенных концентраций загрязнителей, которые могут иметь неодинаковые последствия в регионах с разнообразными условиями среды обитания и разным составом обитающих видов живых организмов. Такая информация имеет ограниченное значение для прогноза структурно функциональных изменений и оценки состояния биоты, а следовательно, экосистем в целом.

Качество почвы, ее геохимические показатели, избыточное количество токсических веществ, пестицидов, удобрений и т.п. влияют на всхожесть, созревание растений, развитие биомассы и качество продукции. Выбор определяемых химических и биотических показателей зависит от характера близлежащих предприятий (источников выбросов токсичных компонентов), состава средств химизации, применяемых в конкретной сельскохозяйственной местности, специфики природных географических, геологических условий и других факторов. При обосновании контрольных видов работ ориентируются на соответствующие нормативные документы.

В нашей стране в разных сферах производственной деятельности (сельскохозяйственной, медицинской и природоохранной) используются наборы биотестов, регламентированные к применению для оценки качества почв приказами соответствующих министерств, методическими указаниями и руководствами. Установлены реестры методик экотоксикологического анализа в трех разных сферах: контроле агроценозов (при оценке безопасности продукции и плодородия почв), санитарно-эпидемиологическом контроле (при определении уровня вредного воздействия относительно безопасности для здоровья человека) и экологическом контроле природных экосистем (с целью характеристики биоразнообразия и сбалансированного развития) [5,6]..

Для анализа почв в агроценозах обычно применяются семена высших растений. Тест-параметрами для них служат показатели прорастания: всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания, а также показатели интенсивности начального роста семян (длина корней, длина зеленых проростков, масса корней, масса зеленых проростков).

Деградация почв вызывает ухудшение состояния растений и уменьшения периода их биологической активности. При загрязнении почв тяжелыми металлами изменяется ряд биологического поглощения и интенсивность накопления элементов растениями из твердой фазы почвы. При загрязнении почв в связи с ухудшением условий произрастания отмечается увеличение доли корневой части в сравнении с наземной, уменьшение продолжительности жизни растений. При этом поглощая тяжелые металлы и другие токсиканты, растительный покров в значительной степени влияет на устойчивость почв к деградации под влиянием антропогенных воздействий. В связи с этим возрастает экологическая роль разных типов насаждений и отдельных растений в создании экологически безопасных условий в антропогенно-напряженных территориях мегаполиса [7].

Среди тяжелых металлов, не относящихся к необходимым питательным элементам, наиболее распространены кадмий и свинец. Большая же часть тяжелых металлов, таких как медь, цинк, марганец, железо, никель и другие металлы в небольших количествах необходимы как животным, так и растениям. Связываясь на поверхности клеток или проникая в них, тяжелые металлы могут взаимодействовать с функциональными группами белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и других соединений, а так же замещать ионы других металлов, связанные с этими группами. В результате возникают различные нарушения метаболизма, начинающиеся с момента поступления тяжелых металлов в растения. Токсическое действие металлов четко проявляется по ингибированию роста, что широко применяется для тестирования их присутствия в окружающей среде.

В связи с этим для оценки характера действия тяжелых металлов в окружающей среде и степени их токсичности широко используются методы биоиндикации.

В наших исследованиях была сделана попытка установить степень фитотоксичности урбаноземов и антропогенно-нарушенных почв по ингибированию роста и развития проростков травосмесей – клевер луговой (красный) «Малиновый лужок», трава газонная «Полисад» рыхлокустовых злаковых трав, широко используемых для озеленения газонов и установления их устойчивости к тяжелым металлам при проведении фиторемедиации почв.

Скорость поглощения металлов зависит от рН почвенного раствора, содержания органических веществ, гранулометрического состава, а также концентрации других ионов.

Проведенными исследованиями показана зависимость роста и развития всходов семян клевера и злаковой травосмеси от интенсивности накопления тяжелых металлов в верхнем горизонте урбанозёмов на разной удаленности от автотрасс г. Москвы и светло-серой лесной почвы, испытывающей воздействие шлакового отвала п. Думчино, а также величины рН, содержания органического вещества, гранулометрического состава, степени подвижности кадмия и свинца (таблица 4). Установлено, что с увеличением степени подвижности кадмия снижается всхожесть семян клевера, как в условиях автомагистрали МКАД, так и в зависимости от степени подвижности свинца, что хорошо проявляется в урбанозёмах для шоссе Энтузиастов и Каширского шоссе.

Высокая степень подвижности кадмия в условиях сильнокислой среды и супесчаного гранулометрического состава дерново–подзолистой фоновой почвы Лосиный остров обусловили не только низкую всхожесть семян клевера 65,9%, но и низкую сырую и сухую массу проростков 0,77г и 0,09г соответственно.

Таблица 4 — Влияние степени загрязнения тяжелыми металлами слоя 0-20см урбаноземов г. Москва и светло-серой лесной почвы на массу, высоту проростков клевера красного.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Удаленность от источника загрязнения, м | Сыраямасса проростков,г | Сухая масса  проростков, г | Количество  растений, шт | Всхожесть, % | Гумус, % | рНксl | Физическая глина, % | Zc | Степень подвижности, % | |
| Cd | Pb |
| **МКАД** | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,76 | 0,11 | 72 | 84,7 | 2,84 | 6,90 | 20,20 | 7,85 | 56,5 | 9,09 |
| 50 | 1,84 | 0,17 | 83 | 97,6 | 3,37 | 6,37 | 34,84 | 4,27 | 50,0 | 14,52 |
| 300 | 1,61 | 0,14 | 76 | 89,4 | 3,39 | 7,10 | 17,52 | 6,98 | 60,0 | 10,19 |
| **Шоссе Энтузиастов** | | | | | | | | | | |
| 5 | 1,90 | 0,12 | 65 | 76,5 | 3,0 | 7,30 | 12,96 | 13,08 | 72,0 | 11,09 |
| 50 | 0,75 | 0,09 | 45 | 52,9 | 4,7 | 5,10 | 13,48 | 5,25 | 78,9 | 6,69 |
| 300 | 0,99 | 0,14 | 68 | 80,0 | 2,8 | 4,35 | 17,08 | 2,45 | 48,57 | 23,01 |
| **Каширское шоссе** | | | | | | | | | | |
| 5 | 1,48 | 0,12 | 66 | 77,6 | 9,89 | 6,65 | 17,92 | 9,64 | 10,0 | 48,76 |
| 50 | 1,70 | 0,24 | 68 | 80,0 | 2,38 | 5,50 | 37,56 | 9,36 | 4,76 | 27,92 |
| 300 | 2,11 | 0,20 | 78 | 91,8 | 1,98 | 6,70 | 35,10 | 7,74 | 5,65 | 49,74 |
| **п. Думчино** | | | | | | | | | | |
| 20 | 0,47 | 0,12 | 58 | 68,2 | 1,43 | 6,50 | 39,02 | 43,11 | 5,22 | 15,9 |
| 300 | 0,53 | 0,09 | 52 | 61,2 | 2,34 | 6,90 | 27,54 | 5,41 | 4,09 | 58,73 |
| **Лосиный остров**(фоновая дерново- подзолистая почва) | | | | | | | | | | |
| ФДП\* | 0,26 | 0,18 | 69 | 66,9 | 1,27 | 4,75 | 14,0 | - | 50,0 | 8,21 |
| **п. Думчино** (фоноваясеро-лесная почва) | | | | | | | | | | |
| ФСЛП\*\* | 0,39 | 0,09 | 49 | 57,6 | 1,55 | 4,9 | 28,1 | - | 33,3 | 2,36 |

\*— Фоновая дерново-подзолистая почва

\*\*— Фоновая серо-лесная почва

Влияние гранулометрического состава на интенсивность роста и развития проростов клевера и их всхожесть хорошо проявляется в урбанозёмах Каширского шоссе на разном удалении. Супесчаный гранулометрический состав этого урбанозёма при высокой загрязненности органическими веществами обусловливает низкую всхожесть 77,6% и низкие значения сырой массы проростков 1,48г и сухой массы проростов 0,12г. С утяжелением гранулометрического состава не только изменяются биометрические показатели проростков, увеличение их высоты, сырой и сухой массы проростков, но и возрастание всхожести семян клевера от 80% до 91,8%. При этом степень подвижности и кадмия и свинца снижалась в условиях слабокислой среды и повышалась в нейтральной среде. Для светло-серой лесной почвы, антропогенно-измененной под действием шлакового отвала, отмечается изменение всхожести семян клевера от 68,2% в близи отвала до 62,2% с удалением от отвала на 300м, что связано с изменением гранулометрического состава от среднесуглинистого в непосредственной близости к отвалу до легкосуглинистой на удалении 300 м, при этом величина кислотности колеблется в пределах рН 6,5-6,9.Степень подвижности кадмия была наибольшей в непосредственной близости к отвалу, а степень подвижности свинца самая наибольшая при удалении почвы от отвала на 300м и составила, 58,73%, что и обусловило колебания в высоте растений от 3,5см до 2,98см и изменения сырой массы растений от 0,47г до 0,53г, а сухой массы растений 0,12 до 0,09г, при удалении шлакового отвала на 20м и 300м, соответственно. Исследования состояния проростков клевера красного на изучаемых почвогрунтах, отличающихся интенсивностью накопления валовых и подвижных форм тяжелых металлов показало различную реакцию растений на концентрацию тяжелых металлов, таких как кадмий и свинец.

Поскольку в газонном ландшафтном строительстве широко используются злаковые травосмеси нами была изучена отзывчивость проростков злаковых растений на уровень загрязнения верхних гумусовых горизонтов урбанозёмов и антропогенно-деградированных серых лесных почв и их агрохимические показатели (таблица 5). Так, для урбанозёмов на разном удалении от МКАД, отличающихся нейтральной средой, изменением содержания гумуса от 2,8% до 3,4% и изменением суммарного коэффициента загрязнения от 7,85ед. в непосредственной близости до 6,98ед. на участках удаленных на 300м от автотрассы количество проросших растений и величина их сухой и сырой массы изменялась следующим образом: для растений, выросших на почвогрунте, в непосредственной близостик МКАД установлена самая низкая величина сырой массы 0,14г и самое низкое значение сухой массы 0,10г, с увеличением от источника загрязнения установлено увеличение проросших растений до 58шт. на участках с наибольшим удалением от автотрассы для которых показаны самая наибольшая величина сырой массы проростков 0,33г и самая высокая величина сухой массы проростков 0,20 г.

Таблица 5 — Влияние степени загрязнения тяжелыми металлами слоя 0-20 см урбаноземов г. Москва и светло-серой лесной почвы на массу, высоту проростков рыхлокустовых злаковых трав (трава газонная «Полисад»).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Удаленность от источника загряз-нения | Сырая масса проростков, г | Сухая масса проростков, г | Коли-чество расте-ний, шт. | Всхо-жесть % | Гумус % | рНксl | Физическая глина, % | Zc | Степень подвижности, % | |
| Cd | Pb |
| **МКАД** | | | | | | | | | | |
| 5м | 0,14 | 0,10 | 48 | 46,6 | 2,84 | 6,90 | 20,20 | 7,85 | 56,5 | 9,09 |
| 50м | 0,16 | 0,13 | 45 | 43,7 | 3,37 | 6,37 | 34,84 | 4,27 | 50,0 | 14,52 |
| 300м | 0,33 | 0,20 | 58 | 56,3 | 3,39 | 7,10 | 17,52 | 6,98 | 60,0 | 10,19 |
| **Шоссе Энтузиастов** | | | | | | | | | | |
| 5м | 0,28 | 0,14 | 57 | 55,3 | 3,0 | 7,30 | 12,96 | 13,08 | 72,0 | 11,09 |
| 50м | 0,31 | 0,21 | 72 | 69,9 | 4,7 | 5,10 | 13,48 | 5,25 | 78,9 | 6,69 |
| 300м | 0,24 | 0,19 | 74 | 71,8 | 2,8 | 4,35 | 17,08 | 2,45 | 48,57 | 23,01 |
| **Каширское шоссе** | | | | | | | | | | |
| 5м | 0,27 | 0,15 | 64 | 62,1 | 9,89 | 6,65 | 17,92 | 9,64 | 10,0 | 48,76 |
| 50м | 0,21 | 0,19 | 74 | 71,8 | 2,38 | 5,50 | 37,56 | 9,36 | 4,76 | 27,92 |
| 300м | 0,28 | 0,16 | 69 | 66,9 | 1,98 | 6,70 | 35,10 | 7,74 | 5,65 | 49,74 |
| **п. Думчино** | | | | | | | | | | |
| 20м | 0,17 | 0,14 | 63 | 61,2 | 1,43 | 6,50 | 39,02 | 43,11 | 5,22 | 15,9 |
| 300м | 0,14 | 0,12 | 68 | 66,0 | 2,34 | 6,90 | 27,54 | 5,41 | 4,09 | 58,73 |
| **Лосиный остров** | | | | | | | | | | |
| ФДП\* | 0,26 | 0,18 | 69 | 66,9 | 1,27 | 4,75 | 14,0 | - | 50,0 | 8,21 |
| **п. Думчино** | | | | | | | | | | |
| ФСЛП\*\* | 0,21 | 0,15 | 71 | 68,9 | 1,55 | 4,9 | 28,1 | - | 33,3 | 2,36 |

\*— Фоновая дерново-подзолистая почва

\*\*— Фоновая серо-лесная почва

В условиях урбанозёма на разном удалении от Каширского шоссе установлена самое высокое количество проросших злаковых растений, в непосредственной близости к Каширскому шоссе в урбанозёме с высоким уровнем коэффициента загрязнения 9,64 ед., высокой гумусированностью 9,89%, нейтральной средой, но супесчаного гранулометрического состава, общее количество проростков составило 64шт., сырая масса которых достигала 0,27г, а сухая масса – 0,16г с удалением от источника загрязнения на 50м при высоком уровне загрязнения Zc =9,36ед, низкой гумусированности 2,38%, слабокислой среде pH5,5 и среднесуглинистом гранулометрическом составе общее количество проростков увеличилось до 74шт., однако их сырая масса составила 0,21 г, а сухая масса 0,19г.

В условиях большей удаленности от автотрассы и снижения интенсивности загрязнения Zc=7,74; при низком содержании гумуса 1,98%, нейтральной среде и гранулометрическом составе урбанозёма общее количество проростков снижалось до 69 штук, но их сырая масса была самой высокой 0,28г, сухая масса составила 0,16г.

При изучении влияния выбросов автотранспорта на состояние урбанозёмов и условия произрастания на них растений злаковой смеси на разном удалении от шоссе Энтузиастов установлено самое наименьшее количество проростков в гумусовом слое 0-20 см урбанозёма в непосредственной близости к шоссе (5м), для которого характерна самая высокая степень накопления тяжелых металлов Zc=13,08ед. при супесчаном гранулометрическом составе и самом низком содержании частиц физической глины в условиях нейтральной среды, общее количество проростков составило 57шт., сырая масса которых достигала 0,28г, а сухая 0,15 г.

С увеличением удаленности от источника загрязнения отмечается закономерное увеличение числа проростков растений злаковой смеси и их биометрических показателей. Так, для урбанозёма с удалением от шоссе Энтузиастов на 50м отмечается снижение суммарного коэффициента накопления тяжелых металлов в 2,5 раза, но при супесчаном гранулометрическом составе и слабокислой среде, с увеличением в 1,5 раза гумуса количество проросших растений достигало 72шт., сырая масса которых была самой наибольшей-0,31г, а сухая масса проростков 0,21г. В условиях снижения концентрации тяжелых металлов в урбанозёме с удалением от автотрассы на 300м почти в 6 раз и низком содержании гумуса 2,6%, среднекислой среде рН4,35, супесчаном гранулометрическом составе, установлено увеличение количества проростков до 74шт., однако их сухая и сырая масса были ниже, чем масса проростков, выросших на урбанозёме, удаленном на 50 м от шоссе. Так, общее количество проростков достигало 74шт., сырая масса которых составила 0,24г, а сухая масса 0,19г.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с увеличением интенсивности накопления тяжелых металлов и величины коэффициента суммарного накопления их в урбанозёме, отмечается снижение количества проросших растений и ухудшение их физиологического состояния.

В условиях светло-серых лесных почв, испытывающих воздействие шлаковых отходов металлургического производства, показано, что, чем выше уровень накопления тяжелых металлов, тем ниже общее количество проросших растений злаковой травосмеси и величина их сырой и сухой массы.

Так, в непосредственной близости к отвалу общее количество проросших растений составило 63шт., сырая масса которых достигала 0,18г, а сухая масса 0,15г. При большем удалении от шлакового отвала количество проросших растений увеличивалось до 68шт., а величина их сырой и сухой массы изменялась незначительно и составила 0,14г и 0,13г соответственно. Для фоновых дерново-подзолистой почвы (Лосиный остров) и светло-серой лесной почвы (п. Думчино) отмечается сходство в количестве проросших растений злаковой смеси: 69шт. проростков-Лосиный остров, 71шт. проростков-п. Думчино, и незначительное различие в их сырой и сухой массе, для проростков, выросших на дерново-подзолистой почве сырая масса составила 0,27 г, а на светло-серой лесной почве сырая масса составила 0,21г, сухая масса проростков изменялась от 0,18г на дерново-подзолистой почве, до 0,15г на светло-серой лесной почве.

Для проростков клевера условия дерново-подзолистой супесчаной почвы и светло-серой легкосуглинистой почвы были менее благоприятными для всхожести и развития растений клевера, на светло серых лесных почвах установлено самое наименьшее количество проросших растений 49шт. проростков и самая низкая всхожесть 57,6%, в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы общее количество проростков возрастало до 56шт., а всхожесть достигала 65,9%. По величине сырой массы проростки клевера вусловиях дерново-подзолистой почвы превышали величину сырой массы проростков клевера на светло-серой лесной почве, а величина сухой массы проростков была практически одинаковой 0,9г.

Таким образом, почва, как чрезвычайно гетерогенная среда с большим количеством питательных элементов, представляют собой сложный объект для биотестирования. Результат экспериментального тестирования почв во многом зависит от условий биотестирования, свойств самой почвы и выбора тест-организма. Нашими исследованиями показано, что для повышения эффективности биотестирования необходимо четко отрабатывать условия подготовки проб с учетом особенностей химического и агрегатного состава почвенных образцов и выбора биотест-систем, то есть, для разных видов поллютантов необходимо подбирать методы с учетом диапазона их чувствительности и расширять спектр методик биотестирования, предназначенных для экотоксикологической оценки почв.

**Библиографический список**

1. ГН 2.1.7.2014—06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. — М.: Минздрав России, 2001
2. ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
3. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А. и др. Научно-теоретические основы природно-антропогенной деградации и эколого-экономического оздоровления земель / Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Таракин А.В. учебное пособие // Орел- 2016.
4. Степанова Л.П., Кружков Н.К., Яковлева Е.В. и др. Организация производства сельскохозяйственной продукции на эколого-ландшафтной основе в условиях центральной России / Степанова Л.П., Кружков Н.К., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Тихойкина И.М. учебное пособие // Орел,- 2013.
5. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Геохимическая характеристика антропогенно - преобразованных ландшафтов / Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. //Агрохимия №10,- 2016 - С. 96-103
6. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А. Роль паспорта почвы в агроэкологической оценке природно - антропогенной эволюции серых лесных почв на примере ЗАО «Сахарный комбинат «Отрадинский» Мценского района Орловской Области/ Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А. //Вестник ОрелГАУ. 2015 - №4 с.70-79
7. Яковлева Е.В., Степанова Л.П., Писарева А.В. Агрономическая оценка антропогенных воздействий на изменение пахотных серых лесных почв Орловской области / Яковлева Е.В., Степанова Л. П., Писарева А. В. // Вестник Мичуринского ГАУ» №2, 2016 - с.41-45

**Bibliography**

1. GN 2.1.7.2014—06. The Threshold Limit Values (TLV) of chemicals in the soil. — M.: Russian Ministry of Health, 2001

2. GOST 17.4.2.01-81 Conservation. Soils. Product indicators of a sanitary state.

3. Stepanova L.P., Yakovleva E.V., Korenkova E.A., etc. Scientific-theoretical bases of natural and anthropogenic degradation and ekologo-economic improvement of grounds / Stepanov L.P., Yakovlev E.V., Korenkov E.A., Stepanova E.I., Tarakin A.V. the manual//Orel - 2016.

4. Stepanova L.P., N.K. Circles, Yakovlev E.V., etc. The organization of production of agricultural production on an ecological and landscape basis in the conditions of the central Russia / Stepanov L.P., N.K., Yakovlev E.V., Korenkov E.A. Circles., Stepanova E.I., Tikhoykina I.M. the manual//Orel, - 2013.

5. Stepanova L.P., Yakovleva E.V., Pisareva A.V. The geochemical characteristic anthropogenically - the transformed Landscapes / Stepanov L.P., Yakovlev E.V., Pisarev A.V.//Agrochemistry No. 10, - 2016 - Page 96-103.

6. Stepanova L.P., Yakovleva E.V., Korenkova E.A. A role of the soil passport in agroecological assessment of natural - anthropogenic evolution of gray forest soils on the example of Sugar Plant Otradinsky of the Mtsensk district of the Orel Region / Stepanov L.P., Yakovleva E.V., Korenkova E.A.//Messenger of ORELGAU. 2015 - No. 4 of page 70-79.

7.Yakovleva E.V., Stepanova L.P., Pisareva A.V. Agronomical assessment of anthropogenic impacts on change of arable gray forest soils of the Orel region / Yakovlev E.V., Stepanova L. P., Pisareva A. V.// Messenger of Michurinsk GAU" No. 2, 2016 - page 41-45

Статья публикуется впервые

