

## ОТЗЫВ

официального оппонента Касатикова Виктора Александровича на диссертационную работу Писаревой Азы Валерьевны «Экологическая оценка состояния тяжелых металлов и микробиоты в почвах техногенно – трансформированных земель», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)

### **Актуальность темы**

Техногенное загрязнение урбанизированных территорий тяжелыми металлами (ТМ) является одной из основных причин ухудшения экологической обстановки в городе. В геохимии ТМ выделяются в особую группу, поскольку при их повышенной концентрации в почве они могут оказывать токсическое действие на растения. Среди приоритетных загрязнителей биосферы наибольшую опасность из группы ТМ представляют свинец, цинк, медь, кадмий, трехвалентный хром ввиду их интенсивного техногенного накопления в окружающей среде. В связи с этим комплексные исследования в области экологического мониторинга становятся все более актуальными, в частности на территориях крупных городов, характеризующихся высоким антропогенным воздействием.

Диссертационная работа Писаревой А.В., в которой рассматриваются вопросы по комплексной экологической оценке интенсивности накопления тяжелых металлов и состояния микробиоценоза в антропогенно-преобразованных почвах городов и почв земельных угодий сельскохозяйственного назначения в зонах экстремальных техногенных воздействий, является актуальной по существу, так как она связана с решением проблем экологического мониторинга на территориях крупных городов и в зонах экстремальных техногенных воздействий.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

подтверждена многолетними экспериментальными данными, точным соблюдением методик проведения исследований, статистической обработкой результатов. Исследования выполнялись соискателем в течении трех лет (2010-2016 гг.) в ОрелГАУ. Научные положения и выводы диссертационной работы соискателя основаны на достаточном для решения поставленных задач объеме научно-обоснованного материала.

Соискателем впервые проведены комплексные научно-экспериментальные исследования оценки экотоксикологического состояния почв антропогенно-трансформированных территорий (урбанозёмов г. Москвы) и светло-серых лесных почв в зонах экстремальных техногенных воздействий шлаковых отходов. Впервые системно показано влияние высоких концентраций загрязняющих веществ в урбанозёмах вблизи автомагистралей на изменение интенсивности протеолитической, уреазной, каталазной и инвертазной активности, установлена высокая чувствительность ферментов к воздействию химических токсикантов, таких, как окислительно-восстановительный фермент каталаза и гидролитические ферменты уреазы (фермент азотного обмена) и инвертазы. Установлено изменение степени накопления и подвижности тяжёлых металлов и эколого-трофических групп микроорганизмов в урбанозёмах и светло-серых лесных почвах в зависимости от характера источников загрязнения и свойств антропогенно-преобразованных почв. Впервые проведено комплексное изучение целесообразности использования в качестве тест-культур основные группы организмов: продуценты (автотрофные растения), консументы (потребители) и редуценты или «восстановители» и показана надёжность и возможность применения таких методов оценки экологического качества окружающей среды.

**Достоверность** получаемых результатов подтверждается использованием дисперсионного анализа.

**Новизна** исследований состоит в проведении комплексной научно-экспериментальной оценки эко-токсикологического состояния почв антропогенно-трансформированных территорий (урбанозёмов г. Москвы) и

светло-серых лесных почв в зонах экстремальных техногенных воздействий шлаковых отходов. Соискателем впервые системно показано влияние высоких концентраций загрязняющих веществ в урбанозёмах вблизи автомагистралей на изменение интенсивности протеолитической, уреазной, каталазной и инвертазной активности. Установлено изменение степени накопления и подвижности тяжёлых металлов и эколого-трофических групп микроорганизмов в урбанозёмах и светло-серых лесных почвах в зависимости от характера источников загрязнения и свойств антропогенно-преобразованных почв. В результате исследований выявлена целесообразность использования в качестве тест-культур продуценты (автотрофные растения), консументы (потребители) и редуценты или «восстановители» и показана надёжность и возможность применения таких методов оценки экологического качества окружающей среды.

#### **Значимость для науки и практики**

Полученные автором научные результаты вносят существенный вклад в практику и теорию мониторинговых экологических наблюдений в части уточнения закономерностей пространственного варьирования экологического состояния почв фоновых территорий Москвы и уровня загрязнения светло-серых лесных почвах в зависимости от характера источников загрязнения и свойств. Полученные результаты важны для разработки природоохранных мероприятий, а также системы мероприятий по уменьшению химических выбросов.

#### **Соответствие диссертации критериям на присуждение ученой степени кандидата биологических наук**

Диссертационная работа Писаревой Азы Валерьевны «Экологическая оценка состояния тяжелых металлов и микробиоты в почвах техногенно – трансформированных земель» полностью соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, и соответствует паспорту специальности 03.02.08 – экология (биология).



### **Личный вклад соискателя (репрезентативность)**

Представленная диссертация свидетельствует о личном участии соискателя Писаревой А.В. в выполнении данной работы. Автором получен информативный материал, детально проанализированный и грамотно представленный. Результаты исследований были доложены на конференциях различного уровня, включая международные, опубликованы в 19 печатных работах, из которых 10 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 1 - на иностранном языке.

### **Оценка содержания диссертации (завершенность)**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов, изложенных на 171 страницах, из которых 116 страниц основного текста, 18 таблиц, шести рисунков, библиографического списка, 8 приложений на 15 страницах. Библиография содержит 363 источника, в том числе 10 на иностранных языках.

**В обзоре литературы** сформированы основные вопросы, посвящённые оценке интенсивности загрязнения почв тяжёлыми металлами, требования к организации и проведению экологического мониторинга почв антропогенно-трансформированных земель при характеристике интегрального экологического состояния урбанизированных территорий и техногенных ареалах почв земельных угодий сельскохозяйственного назначения.

Показано, что процессу возникновения природно-антропогенных урбоэкосистем, особенностям взаимодействия их составляющих и рациональному использованию ресурсов мегаполисов уделяется мало внимания, при том, что почвы урбоэкосистем испытывают интенсивный антропогенный прессинг и для них характерна максимальная степень нарушенности гумусового горизонта почвы. В результате обзора отечественной и зарубежной научной литературы, а также проведённых исследований, автором получен обширный экспериментальный материал.

**Во второй главе** приведено описание объектов исследования, их географические и морфологические характеристики. Представлено подробное

описание контрольных (фоновых) дерново-подзолистых, светло-серых лесных почв и фиксированных пробных площадей. Даны описания методов и методик экспериментальных исследований и статистической обработки данных.

**В третьей главе** изложены систематизированные результаты исследований экологической оценки антропогенных воздействий на показатели плодородия урбанозёмов и антропогенно-преобразованных светло-серых лесных почв. Проведена оценка интенсивности накопления тяжёлых металлов в антропогенно-трансформированных почвах с увеличением расстояния от источника загрязнения.

**В подразделах 3.1-3.3** автором выявлено, что в условиях антропогенной трансформации происходят значительные изменения в распределении и количественном содержании фракций механических элементов и в гранулометрическом составе преобразованных почв и их физико-химических свойствах. Ежегодное обновление верхних горизонтов урбанозёмов органоминеральными компонентами питательных грунтов и воздействие противогололёдных средств обуславливает супесчаный гранулометрический состав урбанозёмов в непосредственной близости к источникам загрязнения, нейтральную реакцию среды, низкую гумусированность, высокую насыщенность основаниями и обеспеченность доступными формами фосфора и калия.

Для антропогенно-преобразованной светло-серой лесной почвы установлено утяжеление гранулометрического состава вблизи шлакового отвала, что обусловлено техногенной деградацией почвы и снятием верхнего гумусового слоя.

**В подразделе 3.4** рассмотрены вопросы эколого-геохимических особенностей урбанозёмов на территориях опытных площадок, заложенных в разной удалённости источников загрязнения, и подвергающихся существенной техногенной трансформации, показало значительные различия в уровнях содержания валовых форм тяжёлых металлов, накапливающихся в верхнем слое изучаемых урбанозёмов. Установлено влияние источников загрязнения на



накопление тяжёлых металлов в зависимости от интенсивности поступающих загрязняющих веществ и свойств урбанозёмов. Так, для урбанозёмов на территории, прилегающих к Московской кольцевой автодороги, установлено значительное накопление валовых форм кадмия, концентрация которого в 5–13 раз превышала его содержание в почвах опытных площадок в разном удалении от шоссе Энтузиастов и Каширского шоссе. Вблизи шоссе Энтузиастов в почвах отмечается в 2-2,5 накопление свинца, цинка и меди раза в сравнении с интенсивностью накопления этих же металлов в почвах на разном удалении от Московской кольцевой автодороги.

Из всех исследуемых тяжёлых металлов установлено самое максимальное содержание валовых форм цинка, в урбанозёмах, расположенных на разном удалении от Каширского шоссе, которое достигало 106,9 мг/кг вблизи источника загрязнения, что обусловило увеличение коэффициента концентрации до 3,1 ед., а с удалением от источника загрязнения, количество валовых форм цинка снижалось в 1,5 раза, но в 2,1-2,2 раза превышало его содержание в фоновой почве.

Воздействие шлакового отвала на почвы прилегающих территорий привело к увеличению количества валовых форм свинца в 3,1 раза с 10,84 мг/кг в 2010 г. до 68,3 мг/кг в 2016 г. При большем удалении от источника загрязнения количество валовых форм свинца возросло в 2 раза (с 9,2 мг/кг до 18,9 мг/кг). Установлено, что с течением времени происходит изменение в количественном содержании тяжёлых металлов в верхнем гумусовом слое светло-серой лесной почве в зависимости от удалённости шлакового отвала и свойств самого металла.

Доказано, что происходят значительные изменения в содержании валовых форм тяжёлых металлов в почвах с наибольшим удалением от источника загрязнения, что подтверждается значениями суммарного коэффициента загрязнения (Zс). В почвах, удалённых на 300 м от источника загрязнения, коэффициент суммарного загрязнения за период 2010-2016 гг. снизился в 3,4 раза (с 18,29 ед. до 5,41 ед.). В непосредственной близости к источнику

загрязнения наблюдается значительное накопление тяжёлых металлов, что обуславливает увеличение суммарного коэффициента загрязнения с 23,96 ед. до 43,11 ед.

Установлено значительное варьирование количества тяжёлых металлов в гумусовых горизонтах антропогенно преобразованных урбанозёмов в зонах воздействия автотранспорта и светло-серой лесной почвы в зоне экстремального техногенного воздействия шлакового отвала по ключевым участкам с закономерным снижением количества как валовых, так и подвижных форм исследуемых тяжёлых металлов и величины коэффициента суммарного загрязнения ( $Z_c$ ) с увеличением удалённости от источника загрязнения: в зоне действия автотранспорта мегаполиса с 13,08 до 2,43 ед. (вал.) и с 13,24 ед. до 2,6 ед. (подв.), а в зоне действия шлакового отвала ( $Z_c$ ) с 43,1 до 5,41 ед. (вал.) и с 9,6 до 6,1 ед. (подв.).

Исследованиями показано, что в оценке степени опасности источника загрязнения шлаковый отвал оказывает наибольшее воздействие на загрязнение и накопление тяжёлых металлов в почве в сравнении с воздействием автотранспорта в условиях мегаполиса.

**В подразделе 3.5** рассмотрены результаты микробиологических исследований. Соискателем выявлена зависимость биологической активности от высоких концентраций токсикантов. С увеличением интенсивности накопления тяжёлых металлов в антропогенно-изменённых почвах мегаполиса и почвах территорий с экстремальным техногенным воздействием отходов металлургического производства доказано закономерное снижение общей численности микроорганизмов с  $5,72 \cdot 10^7$  до  $2,34 \cdot 10^7$  КОЕ/г для урбанозёмов и от  $1,4 \cdot 10^7$  КОЕ/г до  $0,72 \cdot 10^7$  КОЕ/г для зоны действия шлакового отвала, изменение структуры микробного сообщества и характера метаболизма населяющих её живых организмов. Это позволило автору охарактеризовать исследуемую территорию, как зону экологического риска.

Установлены влияния высоких концентраций загрязняющих веществ в урбанозёмах на изменение интенсивности протеолитической, уреазной,

каталазной и инвертазной активности. Доказана высокая чувствительность ферментов к воздействию химических токсикантов, таких, как окислительно-восстановительный фермент каталаза и гидролитические ферменты уреазы (фермент азотного обмена) и инвертазы.

**В подразделе 3.6** показано, что почвы вблизи автомагистралей отличаются самой высокой степенью накопления нефтепродуктов, бенз(а)пирена и тяжёлых металлов и, как следствие, повышением фитотоксичности.

**В подразделе 3.7** приведены результаты оценки степени фитотоксичности исследуемых почв по ингибированию роста и развития проростков травосмесей клевера красного и смеси рыхлокустовых злаковых трав. С увеличением интенсивности накопления тяжёлых металлов и величины коэффициента суммарного показателя загрязнения в урбаноэмах и светло-серой лесной почве обуславливают ингибирование роста и развития растений клевера и злаковой травосмеси, ухудшение их физиологического состояния.

Диссертационная работа Писаревой А.В. завершена выводами, которые логично вытекают из чётко поставленных цели и задач, ясно отражают результаты проведенных исследований. Выводы соответствуют содержанию работы, достоверны и обоснованы. Автореферат полностью отражает структуру и содержание диссертации. Диссертация написана грамотно, оформлена в соответствии с требованиями государственного стандарта, иллюстрирована цветными рисунками и фотографиями, которые даны в приложениях, главы диссертации логически связаны. Основные научные результаты соискателя опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК, в тексте диссертации имеются ссылки на публикации, входящие в библиографический список.

Основные идеи и выводы, представленные в диссертации изложены в автореферате.



Таким образом, проведенные соискателем полевые и лабораторные исследования по экологической оценке состояния тяжелых металлов и микробиоты в почвах техногенно – трансформированных земель, квалифицированная интерпретация результатов исследований в сочетании с детальным аналитическим обзором подтверждает высокую значимость проведенных исследований, продолжающих экологическое направление в проблематике работ связанных с исследованиями городских и техногенно – трансформированных экосистем. Все это свидетельствует о серьезной научной подготовке соискателя. В тоже время по диссертационной работе имеется ряд замечаний.

1. Автор в своих исследованиях по удельной поверхности городских и техногенно - загрязненных почв выявил положительную зависимость ее величин и показателей накопления тяжелых металлов. Однако соискатель не рассматривает возможность использования данного фактора при разработке рекультивационных мероприятий.

2. В разделе 3.4 диссертации соискателем приводятся результаты исследований по степени накопления тяжелых металлов в гумусовых горизонтах почв без рассмотрения вопросов, связанных с миграцией тяжелых металлов в профилях почв.

3. В выводах по диссертации соискателем не приведены различия в вопросах формирования геохимических ассоциаций в городских и техногенно – загрязненных почвах.

Приведенные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

#### **Заключение**

По актуальности темы, степени ее экспериментальной и теоретической значимости для проблемы экологического мониторинга городских территорий и техногенно – трансформированных земель, а также стилю изложения и оформления диссертация Писаревой Азы Валерьевны «Экологическая оценка состояния тяжелых металлов и микробиоты в почвах техногенно –

трансформированных земель» является законченной исследовательской работой, выполненной на высоком экспериментальном уровне.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор - Писарева Аза Валерьевна заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).

Ведущий научный сотрудник  
ФГБНУ ВНИИОУ доктор с.-х наук  
(06.01.04. – агрохимия), профессор

 В.А. Касатиков

Подпись В.А. Касатикова заверяю  
Начальник отдела кадров  
ФГБНУ ВНИИОУ

 О.В. Евдокимова

Касатиков Виктор Александрович  
ФГБНУ ВНИИОУ  
601390, Владимирская область,  
Судогодский район, п. Вяткино  
Тел: 8(4922) 42-61-50  
e-mail: kasv47@yandex.ru

18.09.2017г