

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу

Троц Натальи Михайловны «Транслокация тяжелых металлов в агроландшафтах Самарской области под влиянием природных и техногенных факторов», представленную к защите на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальностям 06.01.04 – агрохимия

**Актуальность исследований.** Анализ поступления тяжелых металлов в агроландшафты показал, наиболее опасным является полиметаллическое загрязнение пахотных почв и сельскохозяйственной продукции. Повышенные концентрации тяжелых металлов негативно влияют на рост и развитие сельхозкультур, существенно снижают качество продукции растениеводства, являются причиной деградации сельскохозяйственных земель. Это требует проведения постоянного контроля над содержанием тяжелых металлов в почве и растительной продукции, а результаты служат одним из важнейших параметров устойчивости агроценозов. Проведенные автором исследования, направлены на изучение особенностей аккумуляции и миграции тяжелых металлов в агроландшафтах Самарской области, а также поиск технологических приемов снижения их поступления в биологический кругооборот, представляют особую актуальность, поскольку регион имеет достаточно высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами, достигающий  $6,5 \text{ т/км}^2$  в год.

**Научная новизна.** Впервые на основании проведенных комплексных исследований определены научные основы накопления тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственных культурах агроландшафтов Самарской области. Установлены количественные показатели поступления в растения и выноса тяжелых металлов из почвы для оценки конкретной экологической обстановки в агроэкосистемах, позволяющие прогнозировать их подвижность в почве и содержание в растениях. Выявлена возможность использования природных адсорбентов, биологически активных веществ,

минеральных удобрений в качестве инактиваторов тяжелых металлов и разработаны приемы их использования. Впервые для региона подтверждено негативное влияние объектов нефтедобычи на почвы сельскохозяйственных угодий. Предложены научно обоснованные приёмы по ликвидации негативных последствий антропогенного воздействия на агроландшафты.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Автором изучены и теоретически обоснованы закономерности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственных растениях региональных агроландшафтов в зависимости от природно-климатических, агроэкологических особенностей и техногенных условий. В работе представлены различные агротехнические приемы снижения биоаккумуляции наиболее токсичных металлов в продукции растениеводства и эколого-экономическая и агроэнергетическая оценка технологии ремедиации почв.

**Достоверность** полученных результатов обоснована объемом проведенных анализов и наблюдений, использованием общепринятых методик и математических методов статистического анализа экспериментальных данных.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены и представлены в материалах региональных, всероссийских, международных научно-практических конференций.

Результаты исследований, полученные автором, получили внедрение в хозяйствах области. Исследования, связанные с агроэкологической оценкой сои сорта Самар 3, возделываемой на площади 1000 га, используются в хозяйстве ЗАО «Бобровское», Кинельского района с 2013 г. и учтены при разработке технологии возделывания культуры.

Исследованиями автора выявлено, что инокуляция семян сочетанием биологически активных веществ ризоторфина и гумариза, дает максимальный условно чистый доход - 32378 руб/га, лучшую рентабельность - 207% при наименьшей себестоимости 1 тонны зерна - 6509 руб/т.



Разработка эффективных приемов возделывания земляники садовой при условии капельного орошения в степной зоне Самарского Заволжья внедрена в ООО «Сад» Приволжского района Самарской области, что позволило повысить уровень экономической эффективности на 16% и получить прибыль с 1 га до 140 тыс.руб.

Данные мониторинга, проведенного в КФХ «Е.П. Цирулев» Приволжского района по 14 элитным сортам картофеля, позволили выявить наиболее устойчивые к накоплению тяжелых металлов сорта КоLETTE, Розалинд, Лиони. О получении положительного эффекта свидетельствуют акты внедрения.

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 64 работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 58 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликована 31 работа, 2 работы в журналах, включенных в Международную базу цитирования Scopus.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, предложений производству, списка литературы и приложений. Работа содержит 84 таблицы, 8 рисунков, 2 приложения, изложена на 337 страницах компьютерного текста. Список литературы включает 560 источников, в том числе 69 – зарубежных авторов.

#### **Общая характеристика работы**

**Во введении** кратко отражена актуальность темы, под которую формулируются цель и задачи исследований. Выделены основные наиболее значимые результаты работы: научная новизна, практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту, масштаб реализации результатов исследований и уровень их апробации.

**Первая глава** излагает состояние изученности вопроса по проблеме загрязнения агроландшафтов и продукции растениеводства тяжелыми металлами. Сделан вывод о том, что особенности накопления ТМ почвами и растениями агроландшафтов активно изучались как в нашей стране, так и за рубежом. Подобные исследования были проведены и на территории

Самарской области, но к настоящему времени большая часть этих данных уже устарела, а часть касается лишь локальных территорий и не может быть использована для сравнительного анализа по агроландшафтам разных агроклиматических районов региона. Эти обстоятельства подчеркивают актуальность осуществленных автором исследований.

**Во второй главе** показаны агроклиматические условия Самарской области. Представлено подробное описание почвенного покрова и его агрохимическая характеристика. Изложена схема опыта, методика наблюдений, учетов и анализа. Из содержания второй главы можно заключить, что результаты исследований получены с использованием стандартных, хорошо зарекомендовавших себя и официально утвержденных методик. Схема опыта позволяет достичь поставленной цели и выполнить задачи исследования.

**Третья глава** посвящается изучению агроэкологических показателей почв Самарской области. Изложены результаты агрохимических характеристик типов почв и подтипов черноземов, а также валовое содержание и содержание подвижных форм тяжелых металлов. Выделен раздел по эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в различных агроландшафтах Сыртовой степи Заволжской провинции. Определено, что максимальное содержание гумуса обнаружено в почвах Лесостепи Высокого Заволжья (почвы залежи) и составляет в среднем 6,70 %, минимальное на Приволжской возвышенности – 2,24 %. Содержание гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий максимально преимущественно под лесополосами. Реакция среды почвенного раствора связана варьирует от слабокислой (5,2) в почвах под пастбищами Приволжской возвышенности до слабощелочной (7,7) в почвах лесополосы Низменного лесостепного Заволжья и благоприятно для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур. Значения содержания подвижного фосфора минимальные в верхнем слое почв пастбищ во всех обследованных ландшафтах, очень высокая обеспеченность подвижным



фосфором наблюдается в верхнем слое почв пашни и пара низменного степного Заволжья. Обеспеченность почв обменным калием для обследованных агроландшафтов принимает высокие значения.

Содержание легкогидролизуемого азота в изучаемых почвах колеблется от очень низкого (29,0-29,8 мг/кг почвы) до среднего (41,3-50,0), в средних значениях соответствует низкому уровню для выращивания основных видов сельскохозяйственных растений.

По содержанию ТМ в разных типах почв нами выявлена закономерность, которая выражается в минимальном значении их для чернозема оподзоленного, максимальном (в 2,7 раза выше) – для чернозема типичного.

**В четвертой главе** приводятся результаты исследований аккумуляции тяжелых металлов основными сельскохозяйственными культурами в Самарской области. Изучение распределения тяжелых металлов представлено в зерновых, зернофуражных, зернобобовых, крупяных, пропашных, ягодных культурах и клубнеплодах (картофель).

Автором выполнено полевое почвенное обследование на производственных плантациях земляники садовой и сортового картофеля, расположенных в южной агроклиматической зоны Самарского Заволжья. Изучены три интродуцированных сорта земляники садовой : Мармолада, Хоней и Эльсанта, и 14 сортов картофеля.

Как показали расчеты коэффициента концентрации в органах растений земляники садовой, более активно концентрирует тяжелые металлы сорт Мармолада, несколько ниже сорта Эльсанта и Хоней. Наименьшее количество тяжелых металлов накапливают сорта Колетте (16,37 мг/кг), Лиани(13,42 мг/кг), Розалинд (15,19 мг/кг). Наибольшее количество тяжелых металлов накапливают сорта Спринт элита (19,35 мг/кг), Желли (16,4 мг/кг).

У исследованных сельскохозяйственных растений выявлена высокая кадмиево-цинковая физиологическая активность. Максимальная величина биотичности по кадмию обнаружена у группы пропашных культур: кукурузы

(Cd 1,1) и подсолнечника (Cd 1,1), минимальная у чечевицы - группа зерновых бобовых (Cd 0,2); по цинку самое высокое значение ПБЭ у многолетней травы – эспарцета (0,5), низкое у картофеля (клубнеплоды) – 0,1. Автором рассчитаны коэффициенты перехода, за счет чего доказано, что корневая система служит мощным барьером на пути движения элементов к надземной части. Минимальные значения транспортировки веществ из ботвы в клубни картофеля – средний  $K_p$  равен 0,12; низкие механизмы защиты корневой системы у многолетних трав – эспарцета, в среднем  $K_p = 0,56$  и козлятника восточного, в среднем  $K_p = 0,43$ , а также у подсолнечника (пропашные культуры), в среднем  $K_p = 0,95$ . Соотношение полученных данных позволяет сделать вывод о преимущественно акропетальном поступлении элементов в изученные растения.

**Пятая глава** содержит результаты исследований по влиянию приемов агротехники и ремедиации на качество и продуктивность сельскохозяйственных растений. Автором показано положительное влияние систем обработки почвы, внесения в качестве адсорбентов навоза, опоки, древесного угля, биологически активных веществ (агрики, ризоторфина и гумариза, а также их сочетания) на продуктивность посевов культур.

Расчетами автора установлено, что при всех видах обработки наименьшее количество надземной воздушно-сухой фитомассы растениями выносятся Cd. Выявлены закономерности снижения индексов выноса с увеличением глубины обработки: от прямого посева к поверхностной обработке и от прямого посева к вспашке в 1,1-3,3 раза.

Доказано, что при систематическом внесении расчетных доз минеральных удобрений повышает содержание в почве валовых форм Cd, Pb и Co в среднем на 36,1%, а Zn, Cu и Mn - на 10,9% и увеличивает мобильность Zn, Cu, Co и Mn в среднем на 25,9%.

При использовании биологически активных веществ наблюдается снижение относительно контроля концентрации меди, цинка и железа. Снижение по Cd обнаружено у варианта с применением ризоторфина и



гумариза. Автором рассмотрено использование местного сырья Балашейского месторождения - опал-кристаллитовой породы (опоки) в качестве адсорбента. Выявлено, что опока по сравнению снижает в почве валовую концентрацию кадмия, меди, цинка, марганца, железа, сочетании с минеральными подкормками способствует снижению содержания в ягодах земляники садовой сорта Эльсанта кадмия, марганца, хрома.

**В шестой главе** анализируется влияние объектов нефтедобычи на аккумуляцию тяжелых металлов в нефтепродуктах в агроландшафтах Самарской области. Автором впервые отмечено, что нефтедобыча оказывает влияние на содержание тяжелых металлов в почвах региона. Последствия могут привести к выводу почв из сельскохозяйственного оборота.

В результате проведенных исследований почв под Смагинским месторождением обнаружено превышение регионального фона тяжелых металлов для цинка в 3,25 раза, для Со в 3,76 раза.

Изучение почвенного покрова после воздействия нефтяного производства выявило в исследуемых образцах почв Михайловско-Коханского месторождения недостаточное содержание жизненно важных необходимых для растений доступных форм Zn, Cu, Co. Для нормального роста и развития растений необходимо увеличить содержание подвижного Zn в 6,56 раза, подвижного кобальта в 16 раз. Содержание подвижных форм меди необходимо контролировать, поскольку содержание этого элемента находится на уровне нижней границы необходимой концентрации.

На пастбищных почвах Горбатовского месторождения концентрация валовых форм цинка, меди, кобальта не превышает допустимых норм, подвижность микроэлементов возросла и по меди и кобальту

**В седьмой главе** приведена оценка эколого-экономической и агроэнергетической оценки приемов ремедиации почв. Показано, что наиболее эффективным приемом является обработка семян перед посевом сочетанием биологических препаратов Ризоторфин и Гумариз, эффективным природным сорбентом является навоз, который вносится под глубокую

отвальную вспашку. Экономически выгодным при возделывании земляники садовой в условиях орошения является применение минеральных удобрений, его отличают низкая себестоимость продукции, высокая рентабельность. Добавление опоки улучшает энергетические характеристики продукции: чистый энергетический доход, равный 10,3 ГДж/га, высокий коэффициент энергетической эффективности.

Выводы и предложения производству конкретны и отражают результаты исследований. Автореферат отражает основные положения работы.

При изучении диссертации и автореферата возникли некоторые вопросы и замечания, которые сводятся к следующему:

1. Как объяснить высокое накопление хрома черноземом выщелоченным?
2. Почему больные растения на плантациях земляники садовой содержат больше тяжелых металлов, чем здоровые?
3. В опытах с адсорбентами, возможно, добавить вариант извлечения тяжелых металлов зелеными растениями и последующим их удалением за пределы поля.
4. Накопления тяжелых металлов при различной обработке почвы изучить при послойной обработке на глубину пахотного горизонта без перемешивания слоев.
5. Почему автор не исследовала отношение лесных биоценозов к тяжелым металлам?
6. Изучалось ли действие полевых лесополос на накопление тяжелых металлов в агроландшафтах?
7. В работе встречаются опечатки, неудачные в литературном отношении места и отступления от ГОСТа

**Заключение.** Диссертационная работа Троц Натальи Михайловны «Транслокация тяжелых металлов в агроландшафтах Самарской области под влиянием природных и техногенных факторов» представляет собой



целостную и законченную научную работу, имеет большой научный интерес и практическую значимость. Она содержит решение задач, имеющих существенное значение в области агрохимии и агроэкологии. Работа выполнена на высоком научно-методическом уровне по актуальности, достоверности и значимости полученных результатов, диссертация отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, а Троц Наталья Михайловна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 - агрохимия.

Официальный оппонент,

Заместитель директора по научной работе

ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», доктор с.-х. наук

Специальность: 06.01.04 – агрохимия

433315, Ульяновская область, Ульяновский район,

П. Тимирязевский, ул. Институтская, 19

Тел.: 8(84 - 254)34 – 1 – 33

E – mail: S\_nikitin@mail.ru

16 августа 2018 г.



Никитин Сергей Николаевич

Подпись С.Н. Никитина заверяю:

ученый секретарь ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

кандидат с.-х. наук

Власов Валерий Геннадьевич