

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-проректор
по научной работе Российского
университета дружбы народов



А.А. КОСТИН

12 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» на диссертацию Сукиасян Астгик Рафиковны по теме:
«Основные геоэкологические задачи распространения тяжелых металлов в окружающей среде и пути их решения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 24.04.01 - «Геоэкология»

Актуальность темы диссертации. Тяжелые металлы (ТМ) играют особую роль в биосфере. Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, они могут образовывать локальные аккумуляции, где их концентрация в сотни и тысячи раз превышает среднепланетарные уровни. Присутствуя в живых организмах в ничтожно малых количествах, металлы выполняют весьма важные функции, входя в состав биологически активных веществ. Соотношение концентраций металлов в организмах выработалось на протяжении всего хода эволюции органического мира. Значительные отклонения от этих соотношений вызывают отрицательные, часто губительные, последствия для живых организмов. Наконец, являясь одним из главных природных ресурсов, непременным условием поддержания и развития современной цивилизации, металлы образуют группу наиболее опасных загрязнителей биосферы. Поэтому выяснение закономерностей, определяющих содержание и миграцию тяжелых металлов в биосфере, занимает одно из важнейших мест в комплексе задач по охране природы.

Кроме этого, в условиях крайне напряженной экологической ситуации, сложившейся во многих регионах мира, повышение продуктивности растениеводства должно быть неразрывно связано с контролем качества получаемой сельскохозяйственной продукции. Для ведения сельского хозяйства в условиях техногенного загрязнения необходимо обладать достоверной

информацией о токсическом действии тяжелых металлов и закономерностях их поступления и накопления в растениях. Решение поставленных в этой связи задач представляется довольно сложным, поскольку оно связано с изучением большого числа разнообразных факторов, обуславливающих особенности поведения тяжелых металлов в процессе их биологической миграции. Большое значение при этом имеют исследования по изучению механизмов поступления тяжелых металлов в растения и их влияния на рост и развитие растений, на качество растениеводческой продукции в зависимости от содержания металлов в почвах, сформированных в различных природно-климатических условиях и, как следствие этого, обладающих разными физико-химическими и биологическими свойствами.

В настоящее время перед экологами Армении стоит множество задач, требующих скорейшего решения, при этом проблемы, связанные с распространением и накоплением в окружающей среде соединений тяжелых металлов (далее ТМ) входят в число первоочередных. При этом важнейшей задачей при изучении металлов в окружающей среде является оценка пространственно-временных изменений их соединений, а также выявление закономерностей распределения элементов в различных экологических системах, в частности в системе вода-почва-растение.

Исходя из изложенного выше, можно заключить, что актуальность исследований, проведенных А.Р. Сукиасян, несомненна.

Научная новизна диссертационной работы заключается в комплексной оценке закономерностей и особенностей распределения тяжелых металлов в системе вода-почва-растение в зависимости от почвенных и природно-климатических условий различных регионов Республики Армения. Автором обоснован новый подход к определению фактора экологического риска для данной системы по биогеохимическим коэффициентам. Впервые показано распределение ТМ в растительном организме в зависимости от осмотического давления и водного потенциала, что имеет большое значение для прогнозирования уровней накопления металлов в разных органах растений при изменении климатических условий. Не менее важно и изучение антиоксидантного статуса растений как одного из показателей их адаптации к изменениям уровней загрязнения системы вода-почва-растение тяжелыми металлами.

Практическая значимость результатов исследований вытекает как из их научной новизны, так и из производственной направленности многих аспектов диссертационной работы. Предложенный соискателем метод хемилюминесценции может быть рекомендован для осуществления мониторинга экологического состояния биоценозов в условиях загрязнения. Полученные в работе результаты

являются научной основой для организации природоохранных мероприятий и принятия управленческих решений, связанных с охраной окружающей среды.

Достоверность результатов, полученных А.Р. Сукиасян, обеспечена большим количеством экспериментальных данных, всесторонним теоретическим анализом проблемы и применением обширного набора методов. Автором широко использованы современные статистические процедуры, что усиливает значимость полученных результатов и облегчает их восприятие.

Структура и содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, приложения А, приложения Б и списка использованной литературы, состоящего из 358 наименований. Работа написана на русском языке на 224 страницах, включает 25 рисунков, 31 таблицу и два приложения.

Оценка работы по главам

Введение включает обоснование актуальности темы, формулировку основной цели и задач исследования, изложение положений к защите, научную новизну и практическую значимость работы, а также предложения и рекомендации.

В первой главе «Биогеохимические аспекты загрязнения биоты тяжелыми металлами» (обзоре литературы) обозначен ряд аспектов накопления и распределения тяжелых металлов в окружающей среде, приведена характеристика основных типов почв, расположенных на территории Армении, а также дан обзор уровней содержания ряда токсических элементов в водах рек Армении.

Во второй главе «Тяжелые металлы в системе вода-почва-растение» представлены методические подходы к определению содержания тяжелых металлов в системе вода-почва-растение. Систематизированы полученные в работе значения кларков концентраций (КК) для различных тяжелых металлов в четырех почвенно-климатических регионах Республики Армения: Ушакерт, Одзун, Шнох и Техут. Исследованы уровни содержание металлов в зернах кукурузы (мг/кг), выращенной в вышеперечисленных регионах. В проведенных соискателем экспериментах в качестве растений индикаторов для оценки экологической нагрузки ТМ на биоту изучены как однолетнее, так и многолетнее растения. В качестве представителя первой группы исследована сахарная кукуруза армянской популяции (*Zea mays* L.), которая широко распространена в прибрежных территориях ряда крупных рек Армении.

С целью оценки накопительной активности химических элементов в зернах образцов кукурузы армянской популяции в работе рассчитан удельный коэффициент биологического накопления химических элементов с учетом генетического аналога (*Zea mays* ssp. *mays* var. B73). Согласно полученным результатам, значение удельного коэффициента биологического накопления близко

к единице для Sb, Pb, Ag, Se, Ni, Co, Th, Sc вне зависимости от региона произрастания образцов кукурузы. То есть диссертантом показано, что кукуруза проявляет свойства растения-аккумулятора для данных химических элементов. С другой стороны, значение $K_{уд.}$ в пределах от 0,3 до 0,7 указывает на пассивное накопление для Ba, Cu, Fe, Cr, V, S.

Кроме этого, во второй главе представлены данные по концентрациям химических элементов в поливочной воде из рек Дебет, Шнох и Аракс. Для проб воды из региона Техут установлено высокое содержание (≥ 1) таких элементов как Mo, Sr, W, Ni, Co, Fe, Mn и Ti; для Шноха – Sr, Fe и Ti; для Одзуна – Sr, Fe и Ti; для Ушакерта – Sr, Co, Fe, Mn, Cr, V и Ti.

Третья глава «Сравнительное изучение миграции тяжелых металлов в системе вода-почва-растение по биогеохимическим коэффициентам» посвящена комплексному, системному изучению миграционной способности ТМ в различных компонентах окружающей среды.

Для изучения геохимической ситуации, складывающейся на прибрежных территориях ряда рек Армении в различных почвенно-климатических регионах, а также для оценки фактора экологического риска, обусловленного загрязнением тяжелыми металлами системы вода-почва-растение, автором рассчитаны следующие биогеохимические показатели и/или коэффициенты:

- потенциальная биохимическая подвижность металлов в системе почва-растение (K_n);
- коэффициент концентраций (K_k);
- водно-растительный корневой коэффициент (K_v);
- относительное содержание ТМ в видах растений, растущих в сопоставимых условиях (K_p);
- суммарный показатель загрязненности (Z_c);
- индекс загрязнения ($I_{загр.}$);
- количественное выражение фактора экологического риска (ФЭК);
- индекс геоаккумуляции для классификации почв по степени загрязненности ТМ.

Полученные значения показателей и/или коэффициентов позволили автору дать сравнительную оценку токсичности широкого ряда тяжелых металлов для различных природно-климатических условий.

Весьма интересной как с научной, так и с практической точки зрения, представляется выявленная в результате исследований предрасположенность растений кукурузы к поглощению и накоплению таких металлов как Cd, Mo, Zn и Hg. Благодаря этому появилась возможность расширения использования кукурузы и в качестве растения-индикатора, и в качестве природного фильтра прибрежных территорий на пути миграции ТМ.

Четвертая глава «Миграционные особенности ряда тяжелых металлов в различных почвенно-климатических условиях» содержит обоснование использования однолетних и многолетних растений для фиторемедиации загрязненных металлами почв, данные по оценке степени загрязненности почвы с помощью биоиндикации и генотоксичности различных растительных тест-объектов; результаты изучения пространственно-временной миграция ряда тяжелых металлов в системе вода-почва-растение.

Необходимо отметить, что важное значение для оценки распределения тяжелых металлов в природных средах, а также для составления прогнозов уровней накопления металлов в сельскохозяйственных культурах в условиях загрязнения имеют полученные диссертантом сравнительные ряды подвижности металлов: $Zn < Cu < Mn$ – для воды, $Zn < Cu < Mn$ – для почвы, $Zn > Cu > Mn$ – для зерен кукурузы.

Пятая глава «Оценка влияния дефицита воды в системе вода-почва-растение», наряду с шестой главой, является наиболее важной в практическом отношении разделом работы и посвящена проблеме нехватки воды в системе вода-почва-растение. В данной главе представлены результаты исследования по влиянию абиотического стресса (засухи) на рост растений на примере сахарной кукурузы из различных регионов Армении. При этом автором подробно изучены экологические аспекты толерантности растений к абиотическим стрессам (различным уровням засухи). Получены данные по интенсивности транспирации бразцов кукурузы из различных почвенно-климатических регионов Республики Армения (*Zea mays* L.) при моделируемой засухе.

Значительный раздел в главе посвящен оценке влияния тяжелых металлов на водный обмен растений. На основе экспериментальных исследований рассчитаны коэффициенты парной корреляции между накопительной активностью ТМ (по индексу геоаккумуляции) и реакцией на засуху (по интенсивности транспирации), показывающие наличие сильной обратной связи между данными показателями. Показано, что увеличение содержания ТМ в окружающей среде значительно снижает количество воды в клетках растений. То есть, загрязнение тяжелыми металлами усугубляет нарушение процесса поглощения воды растением в условиях засухи.

Представлены данные по изучению регуляция водного баланса по тургору, то есть по напряженному состоянию внутриклеточной мембраны, которое зависит от осмотического давления внутриклеточной жидкости и внешнего раствора, а также от эластичности клеточной мембраны.

Шестая глава «Биогеохимические особенности миграции ряда тяжелых металлов в различных природно-климатических условиях» содержит данные по исследованию зависимости антирадикальной активности от содержания тяжелых металлов в растении, по изучению связи дефицита воды с

антиоксидантным статусом растений, по биохимическому анализу антиоксидантной активности. В главе представлены результаты определения свободно-радикальных и антиоксидантных показателей исследования растений при стресс-факторах (засуха и загрязнение ТМ).

Дан сравнительный анализ антиоксидантных показателей и индексов загрязненности кукурузы (*Zea mays* L.) из различных почвенно-климатических регионов Армении.

Выводы, представленные в диссертационной работе, обоснованы большим экспериментальным материалом и соответствуют поставленной цели.

Материалы диссертации представлялись на научных конференциях и семинарах, по теме диссертации опубликовано 40 научных работ, из которых 9 в международных базах WoS и Scopus, в том числе 11 публикаций без соавторов. На основании полученных данных зарегистрировано 5 патентов в Агентстве интеллектуальной собственности Министерства экономики Республики Армения.

Диссертация написана профессиональным языком, свидетельствующим о великолепном владении диссертантом предметом исследования.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

В порядке **замечания** целесообразно отметить неудачное структурирование диссертационной работы, затрудняющее восприятие полученных диссертантом масштабных и значимых материалов. Первая глава, представляющая собой обзор литературы по теме работы, недостаточно информативна в силу малого объема. Информация из литературных источников приводится соискателем в каждой главе наряду с собственными исследованиями, что часто не дает возможности сконцентрироваться на экспериментальных исследованиях и выводах, сделанных им самим. Отсутствует отдельная глава «Объекты и методы исследования», сведения об объектах и методах даются в виде разделов во второй главе, что вносит некоторый сумбур в логику изложения.

Следует отметить, что данное замечание не снижает научной и практической ценности диссертационной работы.

Общий вывод

Диссертационная работа Сукиасян Астгик Рафиковны по теме: «**Основные геоэкологические задачи распространения тяжелых металлов в окружающей среде и пути их решения**», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 24.04.01 - «Геоэкология», соответствует требованиям данной специальности согласно списку присуждения ученых степеней («Специализированный совет 054» по направлению «Геология», индекс:

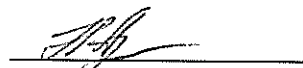
24.04.01), и требованиям пунктов 6 и 8 «Положения регламента присуждения ученых степеней ВКК Республики Армения», а ее автор Сукиасян Астгик Рафиковна заслуживает присуждения искомой степени.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета экологического факультета РУДН (Протокол № 0800-08/5 от 17.12.2020 г.).

Заведующая кафедрой судебной экологии с курсом экологии человека, доктор биологических наук (шифр специальности – 06.01.04 – агрохимия),

профессор Черных Наталья Анатольевна

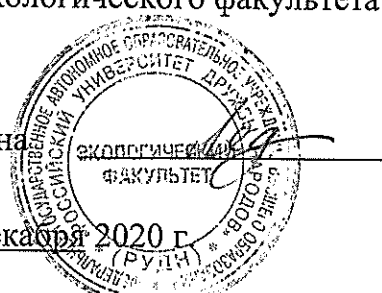
Е-адрес: chernykh-na@rudn.ru; тел. +7(903)133-42-30



Подпись доктора биологических наук,
профессора Н.А. Черных ЗАВЕРЯЮ

Заместитель декана по научной работе экологического факультета РУДН

Ледащева Татьяна Николаевна



«17» декабря 2020 г.