

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Шешницана Сергея Сергеевича «Биогенная миграция селена в экосистемах долины Среднего и Нижнего Днестра», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)

Актуальность темы диссертационного исследования.

Геохимическая роль живых организмов в миграции химических элементов в биосфере чрезвычайно важна для поддержания ее организованности и динамического равновесия. Являясь звеньями биогеохимических пищевых цепей, живые организмы обеспечивают непрерывный круговорот химических элементов и их соединений в биогеохимических циклах. Среди жизненно важных элементов особое место занимает селен с его важной антиоксидантной функцией в биосфере. Неоднородность его распределения в разных регионах, наличие обширных территорий как с дефицитом микроэлемента, так и с его избытком в компонентах окружающей среды, а также растущая антропогенная эмиссия селена обуславливают необходимость изучения характера его биогенной миграции и возможностей мониторинга в биогеохимических пищевых цепях в регионах с разным экологическим статусом элемента. Поэтому диссертационное исследование Шешницана С.С., направленное на выявление и изучение закономерностей биоаккумуляции и миграции селена в биогеохимических пищевых цепях в эколого-геохимических условиях долины Среднего и Нижнего Днестра, не вызывает сомнения в своей актуальности.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Основные положения и выводы, сформулированные соискателем, научно обоснованы и аргументированы. Они логически вытекают из результатов проведенных исследований. Обоснованность разработанных в диссертации научных положений и выводов подтверждается, во-первых, анализом фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области

биогеохимии, почвоведения, геохимии ландшафта, геохимической экологии и гидроэкологии, на что указывают многочисленные ссылки в тексте диссертационной работы; во-вторых, применением системного подхода к изучаемой проблеме ввиду ее комплексности и многофакторности; в-третьих, соблюдением принципов научной преемственности с предшествующими работами по данной проблематике и согласованности полученных в ходе исследования результатов с уже имеющимися в литературе данными.

Достоверность результатов исследования. В соответствии с поставленной целью автором были намечены четыре основные задачи исследования, для решения которых выбраны адекватные современные методы экологического исследования. Отбор проб воды, донных отложений, почв и биоматериала проводился в соответствии с общепринятыми методами (ГОСТ 31861–2012; Практикум по агрохимии, 2008; Руководство по методам гидробиологического анализа..., 1983; Ковальский, Гололобов, 1969; Фасулати, 1971). Определение содержания селена в пробах воды проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе AAnalyst800 (Perkin-Elmer, USA) с проточно-инжекционной системой FLAS-400. Кислотное озонирование проб меда, перги, прополиса и пчел (для многоэлементного анализа) проводили в микроволновой печи в соответствии со стандартными методиками (Скальный и др., 2009). Фракционирование почвенных образцов проводили по методике, приведенной в работе (Wang et al., 2012). Содержание селена определяли флуориметрическим методом (Alfthan, 1984). Элементный состав продуктов пчеловодства (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Hg, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, I, Sn, Sr, V, Zn, Si, P, Fe) определяли с помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на квадрупольном масс-спектрометре Nexion 300D (Perkin-Elmer, USA) в лаборатории Центра Биотической медицины (г. Москва).

Достоверность проведенного автором исследования подтверждается статистической обработкой полученных данных с использованием классических методик и современных компьютерных программ MS Office Excel 2007 и STATISTICA 10.

Научная новизна диссертационной работы заключается в приоритете проведения на обследуемой территории комплексного изучения биогенной миграции селена в биогеохимических пищевых цепях, одним из звеньев которых являются беспозвоночные животные, в т.ч. насекомые. Автором выявлена высокая подвижность элемента в почвах, его биоаккумуляция на разных трофических уровнях естественных и антропогенных экосистем, подробно изучено накопление селена насекомыми разных трофических и систематических групп. Подробно рассмотрены вопросы миграции селена в биогеохимической пищевой цепи медоносных пчел. В водных экосистемах долины Днестра впервые обнаружено влияние антропогенного фактора на миграцию и аккумуляцию элемента и показана возможность достижения токсического уровня его концентраций в компонентах водного биоценоза.

Практическая значимость полученных автором результатов состоит в выявлении закономерностей распределения жизненно важного микроэлемента селена в различных экосистемах у организмов разных систематических групп и трофических уровней, что может быть использовано для оптимизации различных технологий (агротехника при освоении залежных земель, разработка пищевых добавок и др.), экологического контроля, а также организации биогеохимического мониторинга природно-антропогенных экосистем долины Днестра. Накопленный фактический материал может являться основой для более детальных исследований биогеохимии селена в акватории Кучурганского водохранилища и оценки рисков возможного токсического действия элемента в водной пищевой цепи. Полученные данные могут быть в дальнейшем использованы природоохранными организациями при проведении экологического мониторинга в других регионах, а также разработке мероприятий по рациональному природопользованию и обеспечению экологической безопасности.

Соответствие критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней». Структура и оформление диссертации С.С. Шешницана соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Работа выполнена на актуальную тему, представляющую не только научный, но и практический

интерес. Она изложена на 217 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4-х глав, заключения, выводов, списка цитированной литературы и двух приложений, в которых отражены первичные данные полевых и лабораторных исследований, а также результаты статистических расчетов. Основной текст диссертации содержит 29 рисунков и 18 таблиц, список литературы включает 355 литературных источников, из которых 261 – на иностранном языке.

Во *введении* (с. 4–11) обосновывается актуальность исследования, приводится оценка степени разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту, охарактеризована степень достоверности результатов, их апробация.

В *первой главе* (с. 12–36) «Биологическая роль и особенности биогеохимии селена» представлен обстоятельный литературный обзор, касающийся различных аспектов биогеохимии селена. Глава начинается с описания истории изучения биологической роли селена. Далее существенное внимание уделяется распределению, подвижности и биодоступности элемента в почвах, закономерностям его накопления растениями, а также биогенной миграции селена в водных экосистемах. В заключительной части главы автор обобщает результаты исследований, опубликованные преимущественно в зарубежных литературных источниках за последние 10 лет, касающиеся роли насекомых в процессах биогенной миграции селена и минерального состава продуктов пчеловодства.

Во *второй главе* (с. 37–47) «Особенности природно-территориальной организации и биогеохимических условий района исследования» на основе литературных данных рассматривается эколого-географическая характеристика долины Среднего и Нижнего Днестра, описываются климатические условия, дается характеристика почвенно-растительных условий. Ввиду сильного антропогенного преобразования территории для обоснованного выбора полигонов для проведения исследований автором предпринята попытка картографического изображения коренных типов

естественных экосистем до их хозяйственного освоения. Во второй части главы дана оценка степени изученности биогеохимии селена в регионе, а также в общих чертах охарактеризована биогеохимическая обстановка для миграции элемента. В целом, представленные в главах 1 и 2 обзор подтверждает недостаточную разработанность изучаемой проблемы и актуальность ее изучения.

В *третьей главе* (с. 48–57) «Материалы и методы» дана краткая характеристика ключевых участков, где произведен отбор проб, достаточно подробно изложены методики сбора проб и пробоподготовки, методы лабораторно-аналитических исследований элементного состава, а также использованные в работе методы статистического анализа полученных данных.

В самой объемной *четвертой главе* диссертации «Селен в экосистемах Среднего и Нижнего Днестра» и его биоаккумуляция в пищевых цепях» (с. 58–139), изложены результаты проведенного исследования и их обсуждение. В своей структуре глава логически разделена на три раздела, соответствующие трем основным направлениям проведенного исследования: миграции и аккумуляции селена в наземных экосистемах, биогеохимической пищевой цепи медоносных пчел, а также в пресноводных водоемах с разным уровнем и характером антропогенной нагрузки.

В *заключении* (с. 144–148) автор проводит обобщение и формулирует выводы, соответствующие цели и задачам проведенного исследования.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 23 научных работах, 5 из которых в отечественных журналах из Перечня ВАК и 2 – в зарубежных изданиях, включенных в базу данных научного цитирования Scopus. Результаты работы докладывались и обсуждались на различных международных конференциях.

Содержание автореферата соответствует содержанию рукописи диссертационной работы.

Отмечая достоинства диссертационной работы С.С. Шешницана, следует отметить ряд вопросов и замечаний:

1. В работе встречаются опечатки (например, на стр. 9 диссертации).

2. Считаю необоснованным выделение первых двух глав диссертации: «БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ОСОБЕННОСТИ БИОГЕОХИМИИ СЕЛЕНА» и «ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ». Целесообразнее было бы включение их в традиционный «ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР» в качестве подразделов.

3. В подписи к рисунку 4 (стр. 8 автореферата) употреблён некорректный термин «Профильное распределение валовых форм Se...». Очевидно, автором имелся в виду валовый селен.

4. На стр.70-71 диссертации (и в таблице А.4 приложения А) приведен анализ различий содержания селена в вегетативных и генеративных органах подсолнечника и пшеницы. В то же время для кукурузы и пырея приведены данные только для надземной части растений. Не ясно в чем состоит целесообразность такого различия в методическом подходе?

5. Почему отсутствуют выборки для трофических групп копрофагов и некрофагов (приведены данные по единственной варианте) в таблице 10 на стр. 83 диссертации? Также нет данных и по содержанию селена в зоопланктоне Кучурганского водохранилища (рисунок 25 на стр. 130 диссертации), и в фитопланктоне Ягорлыкской заводи (рисунок 26 на стр. 131 диссертации).

6. Во второй части вывода № 2 автором отмечается, что «...интенсивность биоаккумуляции селена растениями снижается с увеличением запасов его подвижных водорастворимых форм в почвах». Хотелось бы знать мнение автора относительно причины этого явления.

7. В отношении классификации почвенных разностей автором употребляются термины «чернозём типичный» и «чернозём обыкновенный». В чём здесь разница?

8. Как следует из результатов исследования, в биогеохимической цепи медоносной пчелы происходит некоторое снижение уровней селена в растениях-медоносах и продуктах пчеловодства, по сравнению с почвой. В организме пчёл наблюдается увеличение валовых количеств этого элемента. Изменение концентраций происходит в широком диапазоне. Уровни

значимости различий также варьируют. Какое из трёх верхних трофических звеньев, по мнению автора, наиболее подходит для целей экологического мониторинга статуса селена в регионе исследования? В выводе № 5 автор однозначно отдаёт предпочтение организму пчёл. Связано ли это исключительно с величиной коэффициента биологического поглощения?

9. В выводе № 7 автор указывает, что «...в лентических водных экосистемах Ягорлыкской заводи и Кучурганского водохранилища происходит активная биомагнификация селена в пищевой цепи, причем в последнем случае ввиду антропогенного загрязнения возможна аккумуляция элемента до *токсических уровней...*» (курсив мой). На основании чего делается столь смелое утверждение? Как автором в данных условиях оцениваются уровни ртути – наиболее токсичного биогеохимического антагониста селена?

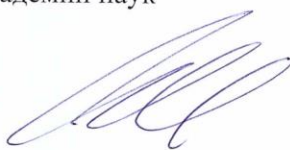
Вышеотмеченные вопросы и замечания носят рекомендательный или дискуссионный характер. Они не снижают общей положительной оценки исследования, выполненного С.С. Шешницаном. Принципиальных замечаний по существу работы нет.

Заключение. Диссертация Шешницана Сергея Сергеевича «Биогенная миграция селена в экосистемах долины Среднего и Нижнего Днестра» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Научные положения и выводы обоснованы и подтверждены экспериментальными данными. Работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 02.08.2016 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор Шешницан Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).

Официальный оппонент,

доктор биологических наук (03.02.08 – экология (биология), старший научный сотрудник по кафедре экологии и охотоведения, ведущий научный сотрудник лаборатории биогеохимии окружающей среды Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук

21.01.2019 г.



Тютиков Сергей Фёдорович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук

Адрес: 119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19.

Телефон: 7(499) 137-47-73

Факс: 7(495) 938-20-54

E-mail: tyutikov-sergey@rambler.ru

Подпись _____
удостоверен _____
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН

