

УТВЕРЖДАЮ

и.о. директора ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России
доктор химических наук, доцент
Новиков Сергей Васильевич

«25» 05 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации
Федерального государственного унитарного предприятия
Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены
Федерального медико-биологического агентства
на диссертационную работу Кудрявцевой Анастасии Дмитриевны
«Биоиндикация загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-*n*-диоксинами и дибензофуранами с использованием яиц кур на свободном выгуле (на примере Вьетнама)»,
представленную в диссертационный совет 24.1.109.01 при ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН) на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки).

Актуальность исследования. Диссертационная работа Кудрявцевой Анастасии Дмитриевны посвящена проблеме биоиндикации загрязнения окружающей среды стойкими органическими загрязнителями, такими как полихлорированные дибензо-*n*-диоксины и дибензофураны (ПХДД/Ф), входящими в список Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, ратифицированной в России в 2011 г. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью мониторинга загрязнения окружающей среды ПХДД/Ф, выявления источников этих загрязнений, оценки загрязнений на территориях применения гербицидов, содержащих 2,3,7,8-ТХДД в качестве примеси, выявления биодоступной части загрязнений. Применение методов биоиндикации предусмотрено возможностью проводить характеристику загрязнения окружающей среды по содержанию и профилю загрязняющих веществ в тканях организмов. Актуальность работы отражена в цели исследования: изучить возможность использования яиц кур на свободном выгуле в качестве биоиндикатора для оценки и характеристики загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-*n*-диоксинами и дибензофуранами (на примере Вьетнама).

Научная новизна работы состоит в масштабном проведении исследования величины и характера загрязнения ПХДД/Ф яиц кур, находящихся на свободном выгуле, и

почв в хозяйствах, где находились куры. Исследование проведено в различных районах Вьетнама. Выявлена корреляция суммарной концентрации и концентраций большинства индивидуальных конгенов ПХДД/Ф в яйцах кур на свободном выгуле и в почвах в этих хозяйствах в неконтролируемых условиях, которые потенциально влияют на особенности бионакопления этих веществ. Проведена оценка разброса значений содержания ПХДД/Ф в яйцах кур в пределах отдельных хозяйств. Подтверждено более интенсивное бионакопление конгенов с низкой степенью хлорирования по сравнению с высокохлорированными в натуральных условиях. Показана возможность идентификации первичных источников ПХДД/Ф в почве по анализу профиля конгенов в яйцах кур, а также поступления ПХДД/Ф в организм кур из дополнительных источников (помимо почвы).

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов для разработки нормативов допустимого содержания ПХДД/Ф в почвах приусадебных хозяйств и иных территорий, используемых для свободного выгула птицы и других животных, оценке риска для здоровья человека. Данным исследованием заложена база для проведения многолетних мониторинговых исследований диоксинового загрязнения на обширной территории Вьетнама, в том числе идентификации первичных источников ПХДД/Ф.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 177 страницах и состоит из введения, трех глав, заключения и приложения, включающего четыре таблицы. Список литературы содержит 358 источников, из которых 315 на иностранных языках. Диссертация проиллюстрирована 48 рисунками и 15 таблицами, имеется список использованных в тексте сокращений и условных обозначений, а также список терминов и определений, принятых в работе

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы.

В **первой главе** представлен обзор литературы по теме диссертации. В главе приведена подробная характеристика ПХДД/Ф как загрязняющих веществ, включая их строение, физико-химические свойства, особенности токсического воздействия и накопления в живых организмах. Также в главе перечислены основные источники поступления ПХДД/Ф в окружающую среду, включая как промышленные, так и природные, рассмотрены современные подходы к идентификации ПХДД/Ф. Отдельный раздел обзора литературы посвящен краткой истории развития биоиндикации загрязнений и терминологии в этой области. Особое внимание уделено специфике биоиндикации загрязнения окружающей среды ПХДД/Ф, являющихся высокотоксичными веществами,

присутствующими в следовых количествах в виде сложной смеси большого количества индивидуальных соединений. Приведен обзор используемых в качестве биоиндикаторов диоксинового загрязнения биологических видов и обоснование выбора яиц кур, находящихся на свободном выгуле, в качестве объекта диссертационного исследования.

Автором представлен достаточно полный и подробный обзор литературы по проблеме, проведено всестороннее обсуждение и обоснование использованной терминологии.

Во **второй главе** «Объекты и методы» приведена характеристика района исследования с точки зрения диоксинового загрязнения, приведены списки отобранных проб, описаны использованные методы пробоподготовки и определения содержания ПХДД/Ф, процедуры контроля качества и методы статистической обработки данных.

Третья глава «Результаты и обсуждение» посвящена описанию результатов исследования и состоит из шести самостоятельных подглав: «Содержание и профиль ПХДД/Ф в почвах», «Содержание и профиль ПХДД/Ф в золе», «Загрязнение ПХДД/Ф яиц кур на свободном выгуле», «Связь загрязнения яиц домашних кур на свободном выгуле с загрязнением почвы», «Идентификация возможных источников ПХДД/Ф», «Возможность использования яиц других видов птиц для биоиндикации диоксинового загрязнения Вьетнама». Автором описаны уровни и характер загрязнения исследованных почв, проб золы от сжигания бытовых отходов на территории хозяйств в зоне, доступной для кур, а также яиц кур на свободном выгуле. Проведено сравнение полученных данных с уровнями загрязнения ПХДД/Ф, обнаруженными в других странах по данным литературы. Проанализирован разброс содержания и профилей ПХДД/Ф в яйцах кур в пределах отдельных хозяйств, продемонстрировано их сходство в большей части хозяйств, обсуждаются причины наблюдаемых различий. В подразделе, посвященном оценке связи уровней и профилей загрязнений почв и яиц, рассчитаны коэффициенты бионакопления 7 токсичных конгенов ПХДД и 10 токсичных конгенов ПХДФ, подтвердилась более высокая степень бионакопления наиболее токсичных низкохлорированных конгенов. Проведенный корреляционный анализ показал наличие статистически значимой связи между суммарными показателями загрязнения яиц и почвы, а также между содержанием большинства индивидуальных конгенов ПХДД/Ф. Обсуждены возможные причины более слабой корреляции фуранов по сравнению с диоксиновыми конгенерами. Показано, что в процессе конгенер-специфичного бионакопления исходный профиль ПХДД/Ф в почве трансформируется и, таким образом, прямое использование профиля ПХДД/Ф в биоте для суждения о первичных источниках эмиссии ПХДД/Ф, не всегда оправдано. Автором проведена оценка остаточного влияния Оранжевого Агента на территориях,

подвергавшихся распылению данного гербицида в годы войны во Вьетнаме. Впервые применен метод положительной матричной факторизации для идентификации источников ПХДД/Ф и оценки их вкладов в общее загрязнение яиц кур на свободном выгуле, применен подход трансформации выделенных модельных факторов с использованием коэффициентов бионакопления для сравнения модельных факторов с профилями известных источников. Обсуждается вклад источников открытого сжигания бытовых и растительных отходов в современное загрязнение территории южной части Вьетнама. Проанализирована потенциальная возможность использования яиц других видов птиц, а именно домашних уток и двух видов диких птиц, острохвостой бронзовой амадины (*Lonchura striata*) и бюльбюля Блэнфорда (*Pycnonotus blanfordi*), в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды ПХДД/Ф.

В заключении А.Д. Кудрявцева подводит итог проделанной работы и перечисляет основные полученные результаты.

Шесть выводов работы полностью соответствуют представленным в ней результатам, хотя сформулировано только три задачи исследования. Такое количество выводов оправдано большим числом проанализированных параметров. Автореферат соответствует содержанию работы, публикации достаточно полно характеризуют работу. Следует отметить высокий научно-методический уровень диссертации.

Однако к работе есть некоторые замечания и вопросы, а именно:

1. Небрежность в оформлении диссертационной работы, наличие грамматических ошибок, пропуски слов, различие шрифтов заголовков и основного текста, погрешности в оформлении таблиц. В тексте диссертации имеется небольшое количество опечаток.

2. Очень сложно для понимания представлена информация об отобранных пробах. В работе заявлено, что «Для оценки воспроизводимости метода, а также временной динамики загрязнения яиц в 2013 году отбирали по возможности в тех же хозяйствах, в которых производился отбор проб яиц в 2010 году», но при этом нет указания в каких хозяйствах образцы были отобраны повторно в 2013 году. Сравнение списков проб 2013 и 2010-11 годов, представленных в диссертации, не позволило обнаружить точки отбора пробы с идентичным названием. В главе «Результаты» обсуждаются данные по конкретным хозяйствам (например, стр. 76, 78), при этом приводятся результаты анализа проб еще и 2007, 2008 года, про которые ничего не сказано при описании отобранных проб. Таким образом, крайне сложно составить представление о количестве повторно отобранных проб. Изучение карты с нанесенными точками отбора проб также не вносит ясность в этот вопрос. Автору следовало в списке

проб, обсуждаемых в работе, указать точки повторного отбора, а на карте при указании проб, выделить пробы, отобранные в разные годы.

3. В работе указано, что в 2013 году, когда проводили анализ разброса содержания и профилей ПХДД/Ф в яйцах в пределах одного хозяйства, в хозяйстве отбирали 3-5 яиц, но достаточно ли такой выборки для оценки разброса?

4. На стр. 56 не приведено обоснование, почему в качестве критерия для отнесения участка к обработанным Оранжевым Агентом использовалось именно расстояние 400 м от траектории боевого вылета.

5. В разделе методов статистической обработки данных хотелось бы увидеть более подробное описание принципов метода положительной матричной факторизации.

6. Проанализировано всего 2 пробы золы от сжигания бытового мусора, отобранных в «горячей точке» вблизи аэродрома Бьенхоа. Будут ли уровни ПХДД/Ф и профили конгенеров в золе в других хозяйствах, не относящихся к «горячей точке», аналогичными? Можно ли заключение, сделанное по двум участкам, отличающимся от остальной выборки данных (автор исключает эти точки из общего рассмотрения и описывает отдельно) распространять на всю выборку?

7. Почему не проводили определение ПХБ?

8. В разделе «Отбор и подготовка проб» не указана масса навески яиц, используемая для экстракции ПХДД/Ф.

Перечисленные замечания, тем не менее, не влияют на общее положительное восприятие работы.

Общее заключение. Работа выполнена на современном научном и методическом уровне, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. Выводы в работе соответствуют поставленным задачам, цель исследования достигнута. Основные результаты диссертационной работы в полной мере представлены в публикациях автора, в том числе в трех статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 публикациях в материалах конференций. Работа была апробирована на всероссийских и международных конференциях.

Тема, содержание и результаты диссертации Кудрявцевой А.Д. отвечают паспорту специальности 1.5.15 – экология.

Вывод: диссертационная работа Кудрявцевой А.Д. на тему «Биоиндикация загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-п-диоксинами и дибензофуранами с использованием яиц кур на свободном выгуле (на примере Вьетнама)» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований решена научная задача обоснованного выбора

биоиндикатора для оценки и характеристики загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-*n*-диоксинами и дибензофуранами, что имеет важное научно-практическое значение для экологии. Диссертационная работа отвечает критериям пунктов 9-11, 13 и 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор, Кудрявцева Анастасия Дмитриевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 – экология.

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании лаборатории физико-химических исследований, протокол № 1 от 25.05.2022.

Заведующий лабораторией
физико-химических исследований
ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России,
кандидат химических наук

Зыкова Галина Васильевна

Старший научный сотрудник лаборатории
физико-химических исследований
ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России,
кандидат биологических наук

Мазина Светлана Евгеньевна

Федеральное государственное унитарное предприятие
Научно-технический центр
радиационно-химической безопасности и гигиены
Федерального медико-биологического агентства
Российская Федерация, 123182, г. Москва ул. Щукинская, д. 40
+7(499)193-00-15
ntc_rhgb@fmbamail.ru
<http://ntcrhgb.ru>