

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Цыганкова Василия Юрьевича

«Хлорорганические загрязняющие вещества в организмах рыб, морских млекопитающих и птиц северо-западной Пацифики и экологический риск для человека», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15 – Экология (биологические науки)

Активное воздействие человека на окружающую среду, создание новых промышленных и сельскохозяйственных химикатов создает опасность для устойчивого функционирования экосистем и здоровья человека. Однако наряду с новыми соединениями, опасность представляют и уже давно вышедшие из широкого применения вещества. Часть из них, ввиду высокой биодоступности, низкой устойчивости и токсичности довольно быстро разлагается в окружающей среде и довольно скоро перестают быть опасными. Другие же, будучи высокоперсистентными токсикантами длительное время циркулируют в окружающей среде, перетекают из одних экосистем в другие и создают опасность для их нормального функционирования. В своей работе Цыганков Василий Юрьевич исследует представителей хлорированных стойких органических загрязнителей (СОЗ), использовавшихся ранее в большинстве стран мира. Кроме того, проведен расчет риска для здоровья населения, а также нецелевой скрининговый анализ новых соединений, которые могут быть включены в список «новых» СОЗ.

Актуальность работы. Стойкие органические загрязнители являются одними из самых устойчивых соединений, когда-либо созданных человеком. Открытие пестицидных свойств отдельных представителей хлорированных углеводородов открыло новый период в борьбе с насекомыми-вредителями. Повсеместное применение ДДТ, ГХЦГ, альдрина, дильдрина, гептахлора и других соединений привело к существенному загрязнению окружающей среды этими химикатами или их производными. За счет своего продолжительного

периода полураспада, гидрофобности, тропности к органическому веществу и липидам, эти соединения во многом «хранятся» в тканях живых организмов, не выходясь окончательно из экосистемы. Кроме того, за счет своей летучести, СОЗ способны переноситься между различными регионами с помощью атмосферного переноса, что указывает на необходимость международного контроля этих высоко опасных поллютантов. Регулярные мониторинговые исследования СОЗ, в основном, касаются грудного молока отдельных регионов, абиотических компонентов экосистем и некоторых морских и пресноводных акваторий РФ. При этом Дальний Восток является одним из наименее исследованных в этой области. Работа Цыганкова В. Ю. направлена на исследование судьбы и превращений хлорорганических загрязняющих веществ (хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов) в организмах рыб, морских млекопитающих и птиц северо-западной Пацифики, а также оценку риска здоровью жителей прибрежных районов Дальнего Востока от воздействия СОЗ. Это крайне актуально и вносит значительный вклад в понимание ранее мало исследованной проблемы.

Научная новизна. Установлены современные уровни содержания «классических» СОЗ в организмах гидробионтов Охотского, Японского и Берингова морей, а также биологических жидкостях человека (грудное молоко, кровь). Оценен биотранспорт СОЗ тихоокеанскими лососями на побережье Дальнего Востока России во время нерестовой миграции. Впервые на Дальнем Востоке проведен качественный анализ образцов и составлен список «новых» СОЗ. Обнаружена зона «фоновых» концентраций СОЗ (Охотское и Берингово моря) и область с повышенной антропогенной нагрузкой (Японское море).

Практическая значимость. Явная практическая значимость работы выражается в исполнении многочисленных нормативно-правовых актах РФ, а также возможности использования результатов работы для исполнения обязательств России в Рамках Стокгольмской конвенции. Кроме того, полученные данные могут использоваться для принятия мер по обеспечению охраны окружающей среды и здоровья человека от воздействия органических

токсикантов, предприятиями пищевой промышленности в области контроля, развития пищевых производств и биотехнологических комплексов по переработке объектов аквакультуры. Результаты исследований включены в учебные пособия «Химические и экологические аспекты СОЗ» (Владивосток, ДВФУ, 2013, 2015, 2019) и «Морская экотоксикология» (Владивосток, ДВФУ, 2017), используются в учебных дисциплинах «Промышленная экология», «Стойкие органические загрязняющие вещества в гидробионтах дальневосточных морей» и «Экологическая эпидемиология и токсикология» для бакалавров и магистрантов Дальневосточного федерального университета. В экономическом и экологическом отношении важен результат низких рисков здоровью от СОЗ, содержащихся в тихоокеанских лососях.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность обуславливается большим объемом экспериментального материала и подтверждена результатами статистической обработки. Полученные результаты дополняют и не противоречат данным других авторов. Результаты работы представлены на всероссийских и международных конференциях. В рамках исследования издано 80 публикаций, в том числе 28 статей в журналах, рекомендуемых ВАК, две монографии; получено 5 патентов на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация представлена на 286 страницах машинописного текста, состоит из введения, семи глав, заключения, выводов и списка литературы. Последний содержит 303 источника литературы, из них 223 – иностранные.

В главе 1 «Стойкие органические загрязняющие вещества в окружающей среде (обзор литературы)» приводится обзор информации о свойствах СОЗ. Подробно рассмотрены физико-химические свойства, токсичность и биохимические преобразования поллютантов в организме животных. Проанализированы имеющиеся данные об исследовании СОЗ в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

В главе 2 «Районы работ. Материалы и методы» приведена краткая физико-географическая характеристика исследуемых водоемов. Подробно

описаны лабораторные и инструментальные методы анализа: методы отбора образцов, экстракция СОЗ из образцов тканей гидробионтов и биологических жидкостей человека, параметры и режим оборудования, расчет рисков для здоровья человека.

Объектами исследования являлись 60 образцов чавычи и нерки, 36 – кеты, 96 – горбуши, 42 – симы, 88 – камбалы, 8 – тихоокеанской чайки, 8 – большой конюги, 20 – глупыша, 3 – конюги крошки, 2 – серой качурки, 14 – серого кита, 16 – тихоокеанского моржа, 284 – крови и грудного молока жителей Приморского края, 52 – крови и грудного молока жителей Чукотской автономной области.

В главе 3 «Содержание СОЗ в морских организмах Японского, Охотского и Берингова морей» представлены концентрации СОЗ в органах и тканях тихоокеанских лососей, камбал, морских птиц и млекопитающих. Проведены внутри- и межвидовые сравнения полученных концентраций, проведены корреляции между токсикантами для определения их «судьбы» в окружающей среде. Уровни поллютантов выше в тихоокеанских лососях, выловленных в 2010–2012 гг., по сравнению с 2017–2018 гг. Наблюдается тенденция к снижению антропогенной нагрузки на моря Дальнего Востока России. Обнаруженные корреляции позволяют предположить, что ксенобиотики активно деградируют как под действием абиотических факторов окружающей среды, так и посредством защитных функций организма гидробионтов. На примере камбал показано, что Восточная часть Охотского моря может приниматься в качестве «фоновой» зоны за счет низких концентраций СОЗ в тканях обитающих там рыб. Также подчеркивается, что экосистемы Японского моря подвержена серьезному антропогенному воздействию. Показано влияние особенностей биологии и экологии птиц и млекопитающих на аккумуляцию СОЗ в их органах и тканях. Рассчитаны переносимые на тихоокеанское побережье РФ тихоокеанскими лососями объемы пестицидов и полихлорированных бифенилов. В 2008 г. поступление пестицидов за счет лососей в различные районы тихоокеанского побережья

России доходило до 4, в 2009 – до 13 кг, в 2010 – до 7,75, в 2011 – до 19,1, а в 2012 – до 14,4 кг. В 2018 г. ситуация поменялась коренным образом и переносимые объемы пестицидов снизились до 1 кг, а ПХБ составили до 15,1 кг.

В главе 4 «Биотрансформация СОЗ в морских организмах дальневосточных морей» описаны базовые принципы взаимных превращений СОЗ. Приведены метаболические схемы разрушения ПХБ в организме животных. Представлены доминирующие изомеры, метаболиты и конгенеры СОЗ в различных гидробионтах: донные и пелагические рыбы в большей степени накапливают продукты распада пестицидов (ДДД, ДДЕ, α - и β -ГХЦГ), морские птицы больше подвержены воздействию α -ГХЦГ и ДДЕ, морские млекопитающие также могут аккумулировать значительные концентрации «материнских» соединений – γ -ГХЦГ (до 23 %) и ДДТ (до 34 %). Для всех морских организмов морей Дальнего Востока характерна высокая аккумуляция 101, 118, 153 и 138 конгенов ПХБ. Автор делает вывод об отсутствии значимых поступлений «свежего» загрязнения пестицидами, а наличие ПХБ связывает с существованием действующих электротрансформаторов, диэлектриком в которых является указанная группа соединений.

Глава 5 «Нецелевой скрининговый анализ «новых» СОЗ» является одним из наиболее коротких, но весьма важным разделов работы. Здесь автор приводит типичные хроматограммы исследуемых образцов при использовании газового хроматомасс спектрометра. Подобный анализ позволяет определить качественный состав образца и на основе этого принимать решение о необходимости дальнейшего исследования того или иного соединения. Согласно данным автора, во всех исследованных образцах, отобранных на Дальнем Востоке России наблюдается сходная картина качественного состава, что говорит о необходимости количественного мониторинга таких соединений. Следует отметить, что 20.01. 2022 г. Европейская экономическая комиссия ООН приняла более строгие меры регулирования СОЗ и в протокол включены 5 новых веществ - гексахлорбутадиен, октабромдифенилового эфира,

пентахлорбензола, пентабромдифенилового эфира, перфтороктановых сульфонов и еще два вещества - полихлорированные нафталины и короткоцепочечные хлорированные парафины находятся в стадии рассмотрения. Это свидетельствует о том, что диссертант работает даже на опережение

В главе 6 «Аккумуляция и биотрансформация СОЗ в организме жителей прибрежных районов» приведены результаты исследования концентраций СОЗ в биологических жидкостях жителей Приморского края и Чукотской автономной области. В крови жителей Приморского края обнаруженные уровни СОЗ не превышают международных нормативов и являются одними из самых низких, по сравнению с другими странами, что говорит об отсутствии острой опасности для их здоровья. Также не выявлено статистических различий между уровнями поллютантов в крови разных полов и возрастных групп. При исследовании грудного молока рожениц Приморского края выявлено увеличение концентраций ГХЦГ с 2017 по 2018 г, что автор связывает с наличием полигонов захоронения пестицидов, влиянием атмосферного переноса и применением запрещенных препаратов в отдельных азиатских странах. Аналогично пестицидам, уровни ПХБ также выросли, что указывает на увеличение их воздействия на здоровье населения. Автор подчеркивает, что это может существенно повлиять на здоровье новорожденных, вскармливаемых грудным молоком, но это предположение нуждается в подтверждении на основании дальнейшего мониторинга.

При исследовании грудного молока женщин ЧАО достоверные различия между возрастными группами до 30 и старше 30 лет обнаружены только для β -ГХЦГ (у последней группы концентрации достоверно выше). При обсуждении уровне ПХБ автор подчеркивает, что, как и в случае с гидробионтами, в грудном молоке доминировали более высокохлорированные конгенеры, что может быть следствием биомагнификации.

При сравнении данных с результатами исследований СОЗ авторов России и других стран, автор акцентирует внимание на существенно меньших уровнях

СОЗ в молоке женщин ЧАО и Приморского края, по сравнению с Республикой Бурятия, Индией, Вьетнамом, Японией, Китаем и рядом других стран.

В главе 7 «Экологический риск от СОЗ для здоровье человека» описываются базовые понятия и принципы оценки рисков для здоровья человека. Также, в главе приводится таблица нормативов различных стран в отношении СОЗ, проводится сравнение разных систем нормирования по качественному и количественному признаку. Описываются преимущества риск-ориентированного метода, относительно стандартной нормативной системы. Согласно расчетам автора, для людей существовал риск развития рака в течение жизни от употребления тихоокеанских лососей 2010–2012 гг. вылова. Последующие исследования 2017–2018 гг. не выявили риск здоровью от потребления тихоокеанских лососей. В отношении камбал риск обнаружен только в рыбах из Японского моря, в связи с чем автор указывает на необходимость снижения антропогенного пресса на этот регион и продолжение мониторинга СОЗ. В отношении млекопитающих автор избрал несколько иной способ расчета и вместо интегральных значений попытался рассчитать допустимое потребление серого кита и тихоокеанского моржа для коренных народов малого севера. Согласно его расчетам, безопасное потребление мяса и печени морских млекопитающих ограничивается 5 и 0,11 кг/год, что крайне мало для коренных народов, основу рациона которого составляют традиционные источники. Полученные данные показывают несовершенство существующей методики оценки безопасности пищевой продукции и могут быть использованы для актуализации существующих нормативных документов. В. А. Цыганков справедливо акцентирует необходимость оценки потребления КМНС мяса морских млекопитающих, учитывая накопление в них СОЗ. Кроме того, в главе рассчитаны риски для здоровья младенцев, находящихся на грудном вскармливании. Автором обнаружено превышение допустимого поступления ПХБ в организм детей в Приморском крае и ЧАО, относительно рекомендаций ВОЗ. Тот факт, что большинство исследований связывают ПХБ с такими последствиями, как развитие врожденной патологий, снижение

иммунитета, снижение веса новорожденных детей, делает эту ситуацию тревожной и требует постоянного контроля этих веществ в рыбе, особенно с высоким содержанием жира в мясе морских животных.

Заключение диссертации реферирует результаты работы автора.

Выводы соответствуют поставленным задачам.

Осуществленное автором исследование, в т.ч. поиск новых СОЗ в организме рыб, птиц, морских животных свидетельствует о высоком профессионализме диссертанта, обоснована достоверность полученных результатов. Материалы диссертационного исследования представлены на многих конференциях различного уровня и опубликованы в 28 статьях и двух монографиях, получено 5 патентов.

Принципиальных замечаний по тексту диссертации нет, но можно сделать следующие комментарии.

1. Желательно было привести более подробное описание выборки обследованных жителей Приморского края и Чукотского округа с указанием особенностей их пищевого рациона.


2. При исследовании грудного молока для определения СОЗ ВОЗ рекомендует определенный протокол. Это должны быть практически здоровые первородящие женщины в возрасте до 30 лет, кормящие только одного ребенка и не курящие.

3. В Российской Арктике в рамках международной программы Арктического мониторинга (АМАР) длительное время проводится определение СОЗ в крови, продуктах питания и результаты этих работ отражены во многих публикациях. В диссертации указаны три публикации, что нам представляется неполной информацией по исследуемой проблеме.


Диссертационная работа В. Ю. Цыганкова по актуальности, объему исследований, новизне, теоретической и практической значимости является законченной научной работой и соответствует требованиям пп. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного


Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявленным к докторским диссертациям, а соискатель заслуживает искомой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15 Экология (биологические науки).

Доктор медицинских наук (3.2.1. Гигиена), профессор, лауреат Нобелевской премии мира в составе ИРСС, главный научный сотрудник и заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук (ИНП РАН)

 Ревич Борис Александрович

Подпись Б.А.Ревича заверяю

Ученый секретарь ИНП РАН 

 Н.Е.Терентьев

117418, г. Москва, Нахимовский пр., д. 47
ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования
Российской академии наук (ИНП РАН),
Телефон: +7 916 874 80 05,
Электронная почта: brevich@yandex.ru
Сайт ИНП РАН <https://ecfor.ru/>

14 марта 2022 г.