

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу 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)

Актуальность работы. Вторая половина 20-го века характеризовалась мировой промышленной революцией, связанной с возрастающей ролью технологического применения химических веществ и их соединений. Из публикаций в печати можно почерпнуть, что в настоящее время человечеству известно около 10 млн. химических соединений. Их количество продолжает расти примерно на 1000 наименований ежегодно. Большая их часть может попадать в моря и оказывать негативное воздействие на живые компоненты экосистем.

Применение сельскохозяйственных химикатов получило широкое распространение после открытия свойств ДДТ для борьбы против вредителей и переносчиков малярии. Затем последовало распространение гексахлорциклогексана (ГХЦГ), альдрина, дильдрина, гептахлора, конгенов ПХБ и других хлорсодержащих веществ в различных отраслях промышленности. Все эти соединения относятся к стойким органическим загрязняющим веществам (СОЗ). СОЗ имеют продолжительный период полураспада в окружающей среде, который может составлять годы или десятилетия. Они являются липофильными соединениями и в большей степени накапливаются в жировой ткани живых организмов и могут аккумулироваться в пищевых цепях. Они способны переноситься на большие расстояния, включая территории, значительно удаленные от источника использования. Пути их переноса достаточно обширны: атмосферные потоки, океанические течения, поверхностные воды, зоомиграции и др. Географическое распространение поллютантов зависит от их способности к переносу, климатических условий и характера атмосферной циркуляции.

Для определения и нормирования допустимого риска использования СОЗ в народном хозяйстве для населения необходимы знания закономерностей взаимодействия этих загрязнителей с живыми и косными компонентами экосистем. Это особенно важно в связи с тем, что СОЗ имеют антропогенное происхождение, и в экосистемах еще эволюционно не сформировались адаптационные механизмы их трансформации, минерализации и элиминации.

Изучение вещественного, энергетического и химического баланса показало, что химическое загрязнение живых компонентов экосистем происходит в результате сорбционных и метаболических взаимодействий. Оно в основном зависит от соотношения потребления пищи на соматический и генеративный рост организмов, а также от степени потребления контаминантов из пищи. Установлено, что потребление энергетических компонентов пищи, как правило, превышает степень извлечения из нее загрязняющих веществ. Поэтому концентрация загрязняющих веществ по трофическим цепям, как правило, снижается. Однако для ряда загрязняющих веществ, в том числе для СОЗ, отмечено повышение степени загрязнения ими организмов более высоких трофических уровней. Это объясняется тем, что СОЗ концентрируются, в основном, в органах, ответственных за метаболические функции организмов: в печени и жировых тканях. Механизмы минерального обмена организмов в отношении СОЗ еще недостаточно изучены. Для их познания необходимо определить уровни содержания хлорорганических загрязняющих веществ в организмах различных трофических уровней, изучить степень трансформации поллютантов. Именно на достижение этих целей направлена работа Цыганкова В.Ю. Она посвящена высоко актуальной теме - исследованию хлорорганических загрязняющих веществ (хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов) в организмах рыб, морских млекопитающих и птиц северо-западной Пацифики и оценке экологического риска для жителей прибрежных районов Дальнего Востока России.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы (Глава 1), описания объектов и методов исследования (Глава 2), пяти глав собственных исследований соискателя (Главы 3–7), заключения, выводов, списка цитируемой литературы, включающего 303 наименования, из которых 233 на английском языке. Текст работы изложен на 286 страницах, включая 65 таблиц и 81 рисунок.

Во введении отмечена актуальность исследования, определена цель работы, сформулированы задачи и основные положения, выносимые на защиту. Указана научная новизна и практическая значимость выполненных исследований. Показано, что достоверность полученных результатов обеспечена репрезентативными выборками объектов исследований, применением современных аналитических приборов и собственных апробированных методик проведения экспериментов. Описан личный вклад соискателя в работу. Приведен перечень научных мероприятий, где и когда были доложены и обсуждены результаты исследований. Отмечено, что результаты диссертации опубликованы в 80 научных работах, в том числе в 28 статьях в журналах, рекомендуемых ВАК, в двух монографиях. Получено 5 патентов на изобретения. Приведен существенный список грантов и конкурсов, при финансовой поддержке которых выполнена диссертация, и список коллег, кому автор благодарен за помощь и участие в проведении работ и консультативную помощь.

В главе 1 приводится обзор литературных данных о свойствах СОЗ. Подробно рассмотрены физико-химические свойства хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов, их распределение в окружающей среде, токсичность, метаболизм и деградация. Проведен анализ имеющихся данных по содержанию СОЗ в различных компонентах экосистем Азиатско-Тихоокеанского региона.

В главе 2 приведена краткая физико-географическая характеристика районов работ. Подробно описаны методы сбора проб и экстракции СОЗ из образцов, а также расчета рисков для здоровья человека. Сообщено, что

объектами исследования являлись 789 образцов морских животных, птиц и биологических жидкостей человека. Всего определено 7642 индивидуальных соединения.

В главе 3 представлены концентрации СОЗ в органах и тканях тихоокеанских лососей (род *Oncorhynchus*), камбал (*Hippoglossoides robustus*), птиц (тихоокеанская чайка (*Larus schistisagus*), большая конюга (*Aethia cristatella*), конюга-крошка (*Aethia pusilla*), глупыш (*Fulmarus glacialis*), серая качурка (*Oceanodroma furcata*)) и морских млекопитающих (серый кит (*Eschrichtius robustus*) и тихоокеанский морж (*Odobenus rosmarus divergens*)). Проведен внутривидовой и межвидовой сравнительный анализ полученных концентраций, проведены корреляции между токсикантами. Показано, что уровни СОЗ выше в тихоокеанских лососях, выловленных в 2010–2012 гг., по сравнению с 2017–2018 гг. Отмечена тенденция к снижению антропогенной нагрузки на дальневосточные моря России. Обнаруженные корреляции позволили автору предположить, что токсиканты активно деградируют под действием абиотических факторов окружающей среды и посредством защитных функций организма гидробионтов. Показано, что восточная часть Охотского моря может приниматься в качестве «фоновой» района за счет самых низких концентраций СОЗ в тканях локальных видов камбал. Также обсуждена антропогенная нагрузка на экосистемы Японского моря. Показаны особенности влияния экологических характеристик районов обитания птиц и млекопитающих на аккумуляцию СОЗ в их органах и тканях. Определены переносимые объемы пестицидов и полихлорированных бифенилов тихоокеанскими лососями. Рассчитано, что поступление пестицидов за счет лососей в 2008–2012 гг. доходило до 20 кг. В 2018 г. объемы ХОП снизились до 1 кг, а ПХБ составили до 15,1 кг.

В главе 4 описаны характеристики биотрансформации СОЗ в морских организмах дальневосточных морей. Представлены доминирующие формы СОЗ в различных гидробионтах. Показано, что исследованные морские организмы в большей степени накапливают продукты распада ДДТ, ГХЦГ и

высокохлорированных ПХБ. Соискатель делает вывод об отсутствии значимого «свежего» загрязнения пестицидами и ПХБ.

В глава 5 автор описывает нецелевой скрининговый анализ «новых» СОЗ. Приводятся хроматограммы исследуемых проб при использовании газового хроматомасс-спектрометра и различных библиотек – баз данных органических соединений, что позволяет определить качественный набор соединений в образце. Показано, что во всех исследованных образцах, отобранных на Дальнем Востоке России, наблюдаются 23 «приоритетных» новых соединения, в основном относящихся к группам пестицидов (инсектицидам, гербицидам, акарицидам, фунгицидам и др.) и пластификаторов полимерных масс (фталаты). Большинство этих поллютантов не являются запрещенными, поэтому их количество в окружающей среде должно постоянно отслеживаться и быть строго регламентировано для предотвращения негативных последствий.

В главе 6 приведены результаты исследования СОЗ в биологических жидкостях жителей Приморского края и Чукотской автономной области (ЧАО). Определено, что в крови жителей Приморского края обнаруженные уровни СОЗ не превышают международных нормативов и являются одними из самых низких. При исследовании грудного молока женщин Приморского края выявлено увеличение концентраций ГХЦГ с 2017 по 2018 гг., что вероятно связано с наличием полигонов захоронения пестицидов, влиянием атмосферного переноса и применением запрещенных соединений в отдельных странах АТР. Автором сделано заключение, что повышенные уровни ПХБ также указывает на увеличение их воздействия на здоровье населения. Это может существенно повлиять на здоровье новорожденных, вскармливаемых грудным молоком. При исследовании автором грудного молока женщин ЧАО достоверные различия между возрастными группами до 30 и старше 30 лет были обнаружены только для β -ГХЦГ (у последней группы концентрации достоверно выше). Автором подчеркивается, что более высокохлорированные конгенеры преобладали как следствие

биомагнификации. При сравнении данных с результатами исследований СОЗ других российских и зарубежных специалистов отмечено, что СОЗ в молоке женщин ЧАО и Приморского края был значительно меньше по сравнению, с Республикой Бурятия, Индией, Вьетнамом, Японией, Китаем и рядом других стран.

В главе 7 описываются базовые понятия и принципы оценки рисков для здоровья человека. Также, здесь приводится таблица нормативных значений разных стран в отношении СОЗ. Описываются преимущества риск-ориентированного метода, относительно стандартной нормативной системы. Анализ автора по содержанию СОЗ в тканях тихоокеанских лососей как пищевых объектах человека показал, что реального риска развития онкологических заболеваний именно от этих соединений нет, кроме потенциального риска от ГХЦГ. Риск от потребления камбал Японского моря возможен от ПХБ. Потенциальный риск отравления и развития рака у Чукотского населения обусловлен употреблением мяса и печени морских млекопитающих за счет α -ГХЦГ. Кроме того, в главе рассчитаны риски для здоровья младенцев, находящихся на грудном вскармливании, и обнаружено превышение допустимого поступления ПХБ, относительно нормативов Всемирной организации здравоохранения, что требует постоянного контроля.

Рассмотрение диссертации в целом позволило заключить, что соискателем получены следующие новые научные результаты:

- установлены уровни содержания традиционных СОЗ (ДДТ, ГХЦГ, ПХБ) в организмах рыб, морских млекопитающих и птиц Японского, Охотского и Берингова морей, подтверждающие наличие глобального фона СОЗ и давность циркуляции поллютантов в экосистемах;
- проанализирован биотранспорт СОЗ мигрирующими видами рыб из моря на сушу;
- определено содержание поллютантов в биологических жидкостях жителей Дальнего Востока России;
- выполнены расчеты экологического риска возможного развития рака у критических групп населения в течение жизни;

- сформирован перечень новых приоритетных токсикантов, поступающих в экосистемы; - показано, что значения концентраций ХОП и ПХБ в живых организмах Охотского и Берингова морей можно использовать в качестве фоновых показателей в Северной Пацифике, а в Японском море уровни СОЗ указывают на наличие антропогенной нагрузки.

Полученные автором новые научные результаты имеют высокую практическую значимость. Они являются основанием для принятия мер по обеспечению охраны окружающей среды и здоровья человека от воздействия органических поллютантов, а также могут быть использованы в области контроля, развития пищевых производств и биотехнологических комплексов по переработке объектов аквакультуры.

К диссертационной работе есть ряд замечаний и вопросов:

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. Периодически в тексте автор упоминает понятие «концентрироваться» в отношении поллютантов, но в данном случае правильнее говорить «накапливаться» или «аккумулироваться».

2. В разделе «Материалы и методы» автор не указывает метод отбора проб. Как отбирались пробы?

3. Периодически в диссертации появляется термин «органы и ткани». Что он означает в данном контексте?

4. Некоторые выводы достаточно объемны, их количество можно было увеличить, несмотря на соответствие пунктов поставленных задач.

5. В нескольких местах диссертации встречаются слова о переносе СОЗ лососями из моря на сушу, что не совсем корректно – перенос поллютантов осуществляется все-таки из морской среды в пресноводную (в районы нереста). При этом возникает вопрос, была ли проведена оценка уровней загрязнения компонентов экосистем рек на нерестилищах, где происходит гибель отнерестившихся рыб?

6. На некоторых рисунках неудачно выбран масштаб.

7. По тексту диссертации имеются орфографические и синтаксические ошибки.

Приведенные замечания носят рекомендательный характер и не меняют общего положительного впечатления о диссертации соискателя.

По мнению оппонента, полученные Василием Юрьевичем Цыганковым новые научные результаты существенно дополняют и расширяют мировые знания об уровнях содержания СОЗ в живых организмах и экотоксикологических свойствах хлорорганических загрязнителей. Однако они только приоткрывают завесу прояснения механизмов взаимодействия антропогенных, ранее не существующих в природе контаминантов, с живыми компонентами биосферы. Поэтому диссертационную работу В.Ю.Цыганова можно рассматривать как важный, но только один из первых этапов решения проблемы изучения сорбционных и метаболических взаимодействий между живым веществом и антропогенными загрязнениями окружающей среды. В то же время, отсутствие обсуждения этой проблемы в тексте следует отнести к недостаткам диссертационной работы.

Заключение

По глубокому убеждению оппонента диссертация В.Ю.Цыганова является завершенным исследованием, объединяющим многолетние исследования автора. Ее выводы вытекают из общего содержания работы и соответствуют поставленным задачам. Автореферат соответствует тексту диссертации. На основании анализа представленной диссертации, можно заключить, что работа: «Хлорорганические загрязняющие вещества в организмах рыб, морских млекопитающих и птиц северо-западной Пацифики и экологический риск для человека», выполненная Василием Юрьевичем Цыганковым, актуальна и содержит высокий уровень новизны. Она поднимает большой пласт почти незатронутый исследованиями темы о стойких органических поллютантах в дальневосточных морях, лаконична, хорошо и строго написана и легко читается. Работу отличает убедительная

доказательность, основанная на современных методах анализа. Диссертационное исследование ориентировано на охрану здоровья людей, живущих в обширном дальневосточном регионе. Работа достаточно широко представлена научной общественности, как российской, так и зарубежной, ее выполнение было поддержано немалым количеством грантов, что также свидетельствует о ее актуальности.

Учитывая все вышесказанное, можно заключить, что данная диссертационная работа отвечает требованиям пп. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Цыганков Василий Юрьевич, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Академик РАН, доктор биологических наук
по специальности 1.5.1. Радиобиология, профессор
Научный руководитель ФИЦ ИнБЮМ,
главный научный сотрудник
отдела радиационной и химической биологии
ФГБУН Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
(ФИЦ ИнБЮМ)

Егоров Виктор Николаевич

299011, г. Севастополь, проспект Нахимова, д. 2
ФГБУН Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
(ФИЦ ИнБЮМ),
Телефон: +7 (8692) 54-48-98,
Электронная почта: egorov.ibss@yandex.ru
Сайт ФИЦ ИнБЮМ: <https://ibss-ras.ru/>

10 марта 2022 г.

Подпись *Березова В. Л.* заверяю
Начальник управления кадрами и
трудовыми отношениями ФИЦ ИнБЮМ
В. А. Мельник

10.03.2022

