

ОТЗЫВ

**официального оппонента о диссертации Соболева Никиты Андреевича
«Разработка научных основ системного мониторинга миграции
токсичных и эссенциальных микроэлементов в пищевой цепи в
условиях Арктики», представленной на соискание ученой степени
кандидата химических наук по специальности 03.02.08 – Экология
(химические науки)**

Диссертационная работа Соболева Никиты Андреевича посвящена разработке научных основ системного мониторинга миграции жизненно необходимых и токсичных микроэлементов в пищевой цепи в условиях Арктики.

Растущая антропогенная нагрузка на Арктическую зону Российской Федерации (АЗРФ) ставит новые задачи экологического мониторинга. Особенно важным является выявление взаимосвязи между миграцией по пищевой цепи и накоплением в организме человека жизненно необходимых и токсичных микроэлементов. Таким образом, сформулированная и успешно решаемая Соболевым Н.А. задача является крайне **актуальной**.

Диссертационная работа состоит из введения и трех глав: обзора литературы, экспериментальной части, результатов и их обсуждения, а также заключения, выводов, приложений, списка принятых сокращений и цитируемой литературы (240 наименований).

В обзоре литературы рассмотрены источники и пути поступления жизненно необходимых и токсичных микроэлементов на территории АЗРФ. Отмечена тенденция к увеличению антропогенного воздействия и выбросов токсичных элементов в окружающую среду. Приведены основные сведения о содержании, биологических функциях жизненно необходимых и токсичных микроэлементов в организме человека, рассмотрены физико-химические методы определения элементов в биологических образцах. Представлена также информация об антагонизме жизненно необходимых и токсичных

микроэлементов. Обоснована важность определения данных элементов при проведении системного экологического мониторинга на территории АЗРФ.

Для решения поставленной задачи диссертантом выбран метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП), достоинствами которого являются высокая чувствительность, широкий круг определяемых элементов и малый объем пробы. Диссертанту также было необходимо выбрать способ подготовки образцов крови человека и мышечной ткани рыб, обеспечивающий экспрессность анализа и надежность результатов. Наиболее приемлемым способом пробоподготовки, по мнению автора, оказалось разложение в открытой системе.

Научная новизна диссертационной работы. Диссертантом показано, что минимальные уровни накопления токсичных элементов (Hg, As, Cd, Pb) характерны для проходной рыбы, которая составляет основную часть рациона питания местного населения как в исследуемом регионе Ненецкого автономного округа, так и в остальной части АЗРФ. Установлено, что молярные соотношения элементов-антагонистов (Se/Hg) достигают максимального значения для проходных рыб. При этом во всей исследованной выборке рыб обнаружены сходные зависимости для молярных соотношений Se/Hg и Cu/Hg, что может указывать на неописанный ранее антагонизм Cu и Hg как еще один механизм снижения токсичности ртути при ее миграции по пищевой цепи.

Определены референсные уровни содержания токсичных и жизненно необходимых микроэлементов в крови населения Российской Арктики (на примере региона НАО). Предложена прогностическая модель для дифференцированной оценки содержания ртути в крови населения на основании данных о структуре потребления рыбы (экологическая группа и количество) и концентрации ртути в мышечной ткани рыбы с учетом содержания жизненно важных элементов-антагонистов (Se и Cu).

Практическая значимость. Диссертантом разработано методическое обеспечение для экспресс-анализа проб крови человека и мышечной ткани

рыбы на содержание токсичных (Hg, Pb, Cd, As) и жизненно необходимых (Se, Co, Mn, Cu, Zn) элементов методом МС-ИСП, которое предполагает использование разложение образцов в открытой системе, что позволяет проводить подготовку одновременно 36 проб рыбы или 72 проб крови за 2 часа. Внедрение данного методического обеспечения позволит существенно повысить пропускную способность лабораторий, выполняющих мониторинговые анализы.

Предложен проект ГСО содержания токсичных (Hg, Pb, Cd, As) и жизненно необходимых (Cu, Se, Zn, Ni, Co) элементов в мышечной ткани рыб, не имеющих аналогов в РФ.

Создана и опубликована в открытом доступе база данных о содержании токсичных и жизненно необходимых микроэлементов в наиболее потребляемых населением НАО видах рыб, основанная на результатах проведённых исследований.

Степень достоверности. Достоверность настоящей работы подтверждена результатами применения предложенных методик к реальным объектам, хорошей повторяемостью и правильностью полученных при этом данных, их согласованностью сертифицированными значениями. Материалы диссертации опубликованы в 3-х статьях и в 5 тезисах докладов.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, хорошо обоснованы.

Диссертация и автореферат оформлены согласно требованиям действующих нормативных документов. Работа прошла широкую апробацию. Содержание автореферата и опубликованных трудов диссертанта отвечает содержанию диссертации.

Тем не менее к работе есть вопросы и замечания.

1. Медь и цинк являются жизненно необходимыми элементами, в то же время они относятся ко второму классу опасности и в повышенных

концентрациях становятся токсичными. Этому вопросу в работе не уделено должного внимания.

2. Выбор масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (кстати, русскоязычная аббревиатура все-таки «МС-ИСП», а не «ИСП-МС») как оптимального метода анализа выглядит недостаточно убедительно. Конечно, чувствительность МС-ИСП выше, чем атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП), однако МС-ИСП сложнее, дороже и вдобавок в большей степени подвержена матричным эффектам.

3. В таблице 3.4 проведено сопоставление полученных автором результатов определения элементов в аттестованных образцах рыбы с сертифицированными значениями. В ряде случаев полученные результаты не попадают в доверительный интервал сертифицированных значений. Это нужно было хотя бы обсудить.

4. Положения, выносимые на защиту, сформулированы размыто и не отражают сути результатов, достигнутых в работе. Например, положение 1 «Определение многоэлементного статуса коренного населения является неотъемлемой частью системного биоэкологического мониторинга негативного воздействия растущей антропогенной нагрузки на регион Российской Арктики» скорее годится для постановки задачи исследования.

5. В диссертационной работе неверно использованы некоторые термины. Например, автор пишет об «анализе элементов». Элементы анализировать нельзя, их можно определять, а анализируют образцы. Есть небрежности в оформлении, в частности, грамматические ошибки и разный размер шрифта.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации

соответствует паспорту специальности 03.02.08 – Экология (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Работа оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Соболев Никита Андреевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 03.02.08 – Экология (химические науки).

Официальный оппонент:
Доктор химических наук
и.о. главного научного сотрудника

Федотов Петр Сергеевич

30.03.2021

Контактные данные:

e-mail

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

02.00.02 – Аналитическая химия

Адрес места работы:

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

Федеральное государственное учреждения науки Ордена Ленина и Ордена
Октябрьской Революции геохимии и аналитической химии им. Вернадского
Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)

Тел.: ; e-mail:

Подпись руки
удостоверяю
Зав. канцелярией ГЕОХИ РАН

Федотов Петр Сергеевич

