

## СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ (СОЗ) В МЕСТНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ПЕЧЕНГСКОГО РАЙОНА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Дударев<sup>1</sup>, Е.В. Душкина<sup>1</sup>,  
Ю.Н. Сладкова<sup>1</sup>, Д.В. Бурова<sup>1</sup>, И.В. Гушчин<sup>2</sup>,  
Л.В. Талыкова<sup>2</sup>, А.Н. Никанов<sup>2</sup>,  
Л.А. Лукичева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup> НИЛ Федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 184250, г. Кировск Мурманской области, Российская Федерация

<sup>3</sup> Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области, 183038, г. Мурманск, Российская Федерация

**В** рамках международного проекта КолАрктик «Безопасность пищи и здоровье в приграничных районах России, Финляндии и Норвегии» в Печенгском районе Мурманской области осенью 2013 проведен отбор проб местных продуктов питания животного происхождения, включая 9 видов рыбы из 5 озер на различных расстояниях от п. Никель; также проведено анкетирование 400 жителей. Местные продукты питания (прежде всего рыба) в Печенгском районе составляют значительную долю в рационе питания населения. Анализ содержания в продуктах 40 стойких органических загрязнителей (СОЗ) выполнен в лаборатории северо-западного филиала НПО «Тайфун». Уровни ГХБ, ДДТ и ПХБ (доли-единицы мкг/кг сырого веса) в исследованных образцах были в десятки-сотни раз ниже соответствующих ПДК. Из пятнадцати исследованных конгенов ПХБ во всех образцах фауны преобладали пять конгенов: #118, #99, #101, #138 и #153. Для большинства видов рыбы получены высокие величины соотношения ДДЕ/ДДТ, что характеризует давнее загрязнение ДДТ водоемов. Отмечено снижение уровней СОЗ в озерной рыбе с ростом расстояния от комбината Печенганикель. Рыба из озера Куэтсъярви, куда сбрасываются сточные воды комбината, наиболее загрязнена СОЗ. Из всех исследованных видов местной фауны семга содержит максимальные концентрации СОЗ, из озерной рыбы - сиг. Невысокие уровни присутствия СОЗ в местных продуктах питания, полученные в данном исследовании, могут рассматриваться как незначительный вклад в общую экспозицию к вредным веществам населения Печенгского района.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, рыбам стойкие органические загрязнители, СОЗ, ДДТ, ПХБ, ГХБ, экспозиция, Мурманская область, Российская Арктика.

**Дударев Алексей Анатольевич (Dudarev Alexey Anatolievich)**, доктор медицинских наук, руководитель отдела гигиены ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, alexey.d@inbox.ru

**Душкина Евгения Валерьевна (Dushkina Eugenia Valerievna)**, аспирант отдела гигиены ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, dushka9005@mail.ru

**Сладкова Юлия Николаевна (Sladkova Yulia Nikolaevna)**, научный сотрудник отдела гигиены ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, sladkova.julia@mail.ru;

**Бурова Дарья Владимировна (Burova Darja Vladimirovna)**, аспирант ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, prohorova\_dasha@inbox.ru

**Гушчин Илья Валентинович (Gushin Ilya Valentinovich)**, главный врач НИЛ ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 184250, г. Кировск Мурманской области, Российская Федерация, gushin51@mail.ru

**Талыкова Людмила Васильевна (Talykova Lyudmila Vasilievna)**, доктор медицинских наук, руководитель отдела гигиены и профпатологии НИЛ ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 184250, г. Кировск Мурманской области, Российская Федерация, talyuk@mail.ru

**Никанов Александр Николаевич (Nikanov Alexander Nikolaevich)**, кандидат медицинских наук, директор НИЛ ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 184250, г. Кировск Мурманской области, Российская Федерация, valeriysh@arpec.ru

**Лукичева Лена Александровна (Lukicheva Lena Alexandrovna)**, кандидат медицинских наук, руководитель Управления Роспотребнадзора по Мурманской области, 183038, г. Мурманск, Российская Федерация, adm@murmanpotrebndzor.ru

**Введение.** Мурманская область является наиболее индустриализованным регионом российского заполярья. Население Печенгского района проживает на территории, испытывающей значительное техногенное загрязнение, обусловленное промышленными выбросами, прежде всего горнодобывающей и металлургической отраслей. Существенное загрязнение окружающей среды соединениями серы и взвешенными веществами, содержащими токсичные металлы, вблизи п. Никель и г. Заполярный, расположенных в непосредственной близости от промышленных площадок комбината «Печенганикель» ОАО «Кольской горно-металлургической компании», привело к вовлечению этих поллютантов в местные пищевые цепи (как водные, так и наземные). Недавнее наше исследование в Печенгском районе показало присутствие повышенных концентраций металлов в местных пищевых продуктах, в некоторых из них – значительно превышающих гигиенические пределы [4].

Помимо проблем загрязнения окружающей среды промышленными выбросами, когда достаточно понятны источники и пути контаминации, отдельного изучения требуют вопросы, связанные с глобальными поллютантами в Арктических пищевых цепях. Стойкие органические загрязнители (СОЗ) попадают в Арктику, где они никогда не производились и активно не применялись, с глобальными воздушными, океаническими, морскими и речными потоками, в основном из регионов средних и южных широт. Исследования СОЗ в российской Арктике начались относительно недавно. Международный GEF/AMAP проект «Стойкие токсичные вещества, безопасность питания и коренные народы Российской Арктики» [5] при активном участии Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья, впервые охватывавший параллельно несколько полярных регионов РФ в период 2001-2003 годы и сфокусированный, прежде всего на СОЗ, продемонстрировал разнородные данные по загрязнению местной пищи на разных территориях. В Мурманской области полигоном исследований являлся Ловозерский район, где оценивались уровни загрязнения СОЗ традиционных продуктов питания саамов-оленьеводов.

Также в рамках международного сотрудничества в 2004-2005 годах проводились норвежско-российские исследования с участием НПО «Тайфун» (г. Обнинск) и Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН (г. Апатиты) [6] по оценке и сопоставлению уровней СОЗ в пресноводной рыбе четырех приграничных к Печенгскому району озер Норвегии и находящемуся на российской территории рядом с комбинатом Печенганикель оз. Куэтсъярви, куда с комбината поступают сточные воды.

Сопоставление материалов вышеозначенных проектов с результатами нашего нынешнего исследования в Печенгском районе будет приведено ниже.

Актуальность исследования определяется тем, что местные пищевые продукты (за исключением рыбы в оз. Куэтсъярви) в Печенгском районе прежде никогда не исследовались на предмет загрязнения СОЗ.

*Целью данного фрагмента комплексного исследования безопасности местной пищи для населения Печенгского района Мурманской области являлось изучение содержания СОЗ в местных продуктах питания и оценка пищевого пути экспозиции к СОЗ (и, следовательно, риска здоровью) населения района.*

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились осенью 2013 года силами сотрудников Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья в рамках международного проекта КолАрктик «Безопасность пищи и здоровье в приграничных районах России, Финляндии и Норвегии». Из 200 человек, проанкетированных в г. Заполярный (52,5% мужчин и 47,5% женщин) и 200 – в п. Никель (34% мужчин и 66% женщин), примерно половина занята в местной индустрии, и половина – в общественном секторе. Анкеты содержали (в том числе) подробные вопросы о питании с акцентом на местные продукты.

В ходе экспедиции были отобраны пробы местных продуктов питания, включая рыбу, мясо, птицу, грибы, дикие ягоды, садовые ягоды и овощи. Во всех видах отобранных продуктов определялось содержание металлов [4]; анализ СОЗ производился только в продуктах животного происхождения (рыбе, мясе и птице), где СОЗ подвергаются биомагнификации в пищевых цепях, в отличие от продуктов растительного происхождения.

Отбор проб рыбы осуществлялся в пяти озёрах Печенгского района на различном удалении от п. Никель (Куэтсъярви – в 2 км, Шуониярви – в 17 км, Раякоски – в 64 км, Виртуовошъяур – в 90 км, Кочяур – в 108 км). Было отобрано 9 видов рыбы: 4 вида пресноводных лососевых – голец, сиг, кумжа, хариус; 3 вида пресноводных не-лососевых – окунь, щука, налим; 1 вид проходного лосося (семга) и 1 вид морской рыбы (треска). Семга и треска, пойманные в Баренцевом море, были предоставлены местными жителями.

За исключением отдельных видов местной фауны, отобранных в единичных экземплярах (лось, глухарь, семга, треска, хариус, кумжа) в силу объективной сложности получения большего количества проб в данное время года в данной местности, при отборе проб производилось внутривидовое пулирование; каждый пул содер-

жал по 5 экземпляров пресноводной рыбы. Пул куропатки состоял из трех экземпляров данной птицы.

Некоторые виды рыбы были отобраны только в одном водоеме (и объединены в единичные пулы) по причине отсутствия аналогичных видов в соседних водоемах (налим, голец). По четыре пула рыбы из разных водоемов были получены для щуки, окуня и сига. Замороженные пробы продуктов питания были доставлены в термоконтейнерах в лабораторию Северо-Западного филиала НПО «Тайфун», где был проведен химический анализ содержания в них следующих СОЗ: гексахлорбензол (ГХБ), 3 изомера гексахлорциклогексана ( $\beta$ -ГХЦГ,  $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХ ЦГ), 6 метаболитов дихлородифенилтрихлорэтана (4.4ДДЕ, 4.4ДДТ, 2.4ДДЕ, 2.4ДДТ, 2.4ДДД, 4.4ДДД), 3 изомера тетрахлорбензола (1,2,3,4-ТХБ, 1,2,3,5-ТХБ, 1,2,4,5-ТХБ), пентахлорбензол, гептахлор, гептахлорэпоксид, транс-хлордан, цис-хлордан, транс-нонахлор, цис-нонахлор, альдрин, оксихлордан, фотомирекс, мирекс, 15 конгенов полихлорированных бифенилов (#28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153, #156, #170, #180, #183, #187) и суммарный ПХБ.

**Результаты и обсуждение.** Результаты анкетирования свидетельствуют о достаточно активном использовании в пищу жителями Печенгского района местных продуктов питания. Что касается местной рыбы, то лишь 8% опрошенных никогда ее не употребляют, при этом 49% употребляют рыбу относительно часто (до 3 раз в неделю). Доля местной рыбы среди 39% респондентов составляет до половины рыбного рациона семей, у 17% – более половины. Мясо диких животных и птиц респонденты употребляют реже, хотя доля местного мяса у 22% респондентов и местной дичи у 10% опрошенных составляет до половины от совокупного рациона питания семей.

Результаты химического анализа 40 хлороорганических соединений в местных продуктах питания Печенгского района показали отсутствие в отобранных образцах пищи почти половины

изучаемых поллютантов; детектируемыми были только ГХБ, 6 метаболитов ДДТ и весь спектр ПХБ.

Рассматривая действующие в РФ гигиенические нормативы содержания СОЗ в мясе, птице и рыбе [2], следует отметить недостаточность нормируемых соединений, особенно применительно к оценке загрязнения «wildlife food» (пищи, имеющей природное, не фермерское происхождение) – ГХБ не нормируется вовсе, ПХБ имеет ПДК только для рыбы (табл. 1).

Результаты анализа содержания СОЗ в местных продуктах питания Печенгского района представлены на рис. 1-3.

Уровни ГХБ (рис. 1) во всех обследованных образцах не превышали 0.25 мкг/кг сырого веса, за исключением семги, продемонстрировавшей гораздо более высокую степень загрязненности (0.82 мкг/кг), что вероятно определяется особенностями миграции проходной рыбы, которая подолгу задерживается в устьях рек (потенциально загрязненных различными поллютантами) перед заходом в них на нерест из Баренцева моря. Содержание же ГХБ в морской треске находится в диапазоне концентраций, выявленных в пресноводных озерных видах рыбы, как лососевых, так и нерососевых пород.

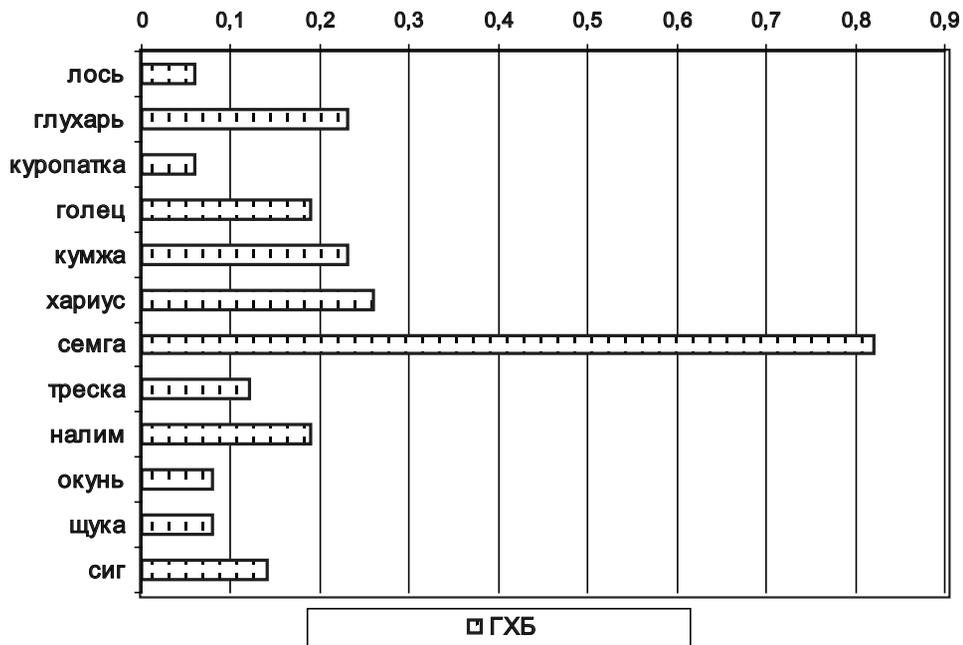
Сумма ДДТ (рис. 2) в большинстве обследованных образцов не превышала 1.7 мкг/кг сырого веса, за исключением семги, сига и налима, в образцах которых сумма ДДТ достигала 3.5-4.5 мкг/кг. Максимальный уровень суммарного ДДТ был зарегистрирован в одной из пулированных проб сига – 8.3 мкг/кг, что в 36 раз ниже ПДК для пресноводной рыбы и в 24 раза ниже ПДК для морской рыбы. В мясе лосося уровень суммарного ДДТ был ниже ПДК для мяса млекопитающих в 125 раз, в мясе обследованных проб птицы – в 150 раз ниже соответствующего ПДК.

Определенные умозаключения о «давности» экспозиции к ДДТ обследованных видов фауны можно сделать, используя соотношение ДДЕ/ ДДТ (рис. 2), как индикатор процессов на-

Таблица 1

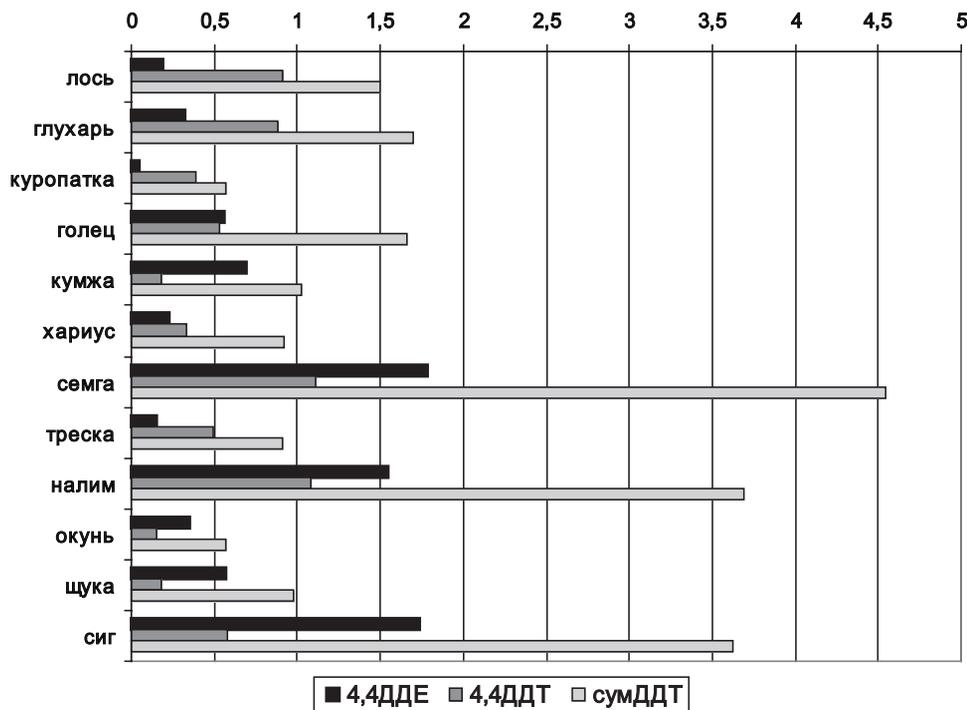
ПДК СОЗ в сырых пищевых продуктах, мг/кг сырого веса [2]

	ДДТ	ГХЦГ ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ )	Линдан	ПХБ	ГХБ	Хлордан	Гептахлор	Альдрин, дильдрин	Эндрин
Мясо млекопитающих	1.0	0.1	0.1	-	-	0.05	0.2	0.2	-
Мясо птицы	0.3	0.1	0.05	-	-	0.5	0.2	0.2	0.1
Рыба (мышцы)	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-
Пресноводная рыба (мышцы)	0.3	0.03	-	-	-	-	-	-	-
Морская рыба (мышцы)	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-



**Рис. 1.** Концентрации ГХБ (среднее, мкг/кг сырого веса) в местных продуктах питания в Печенгском районе Мурманской области.

Пояснения: ГХБ - гексахлорбензол  
 ОСЬ АБСЦИСС – концентрации ГХБ (среднее, мкг/кг сырого веса);  
 ОСЬ ОРДИНАТ – наименование местных продуктов питания.



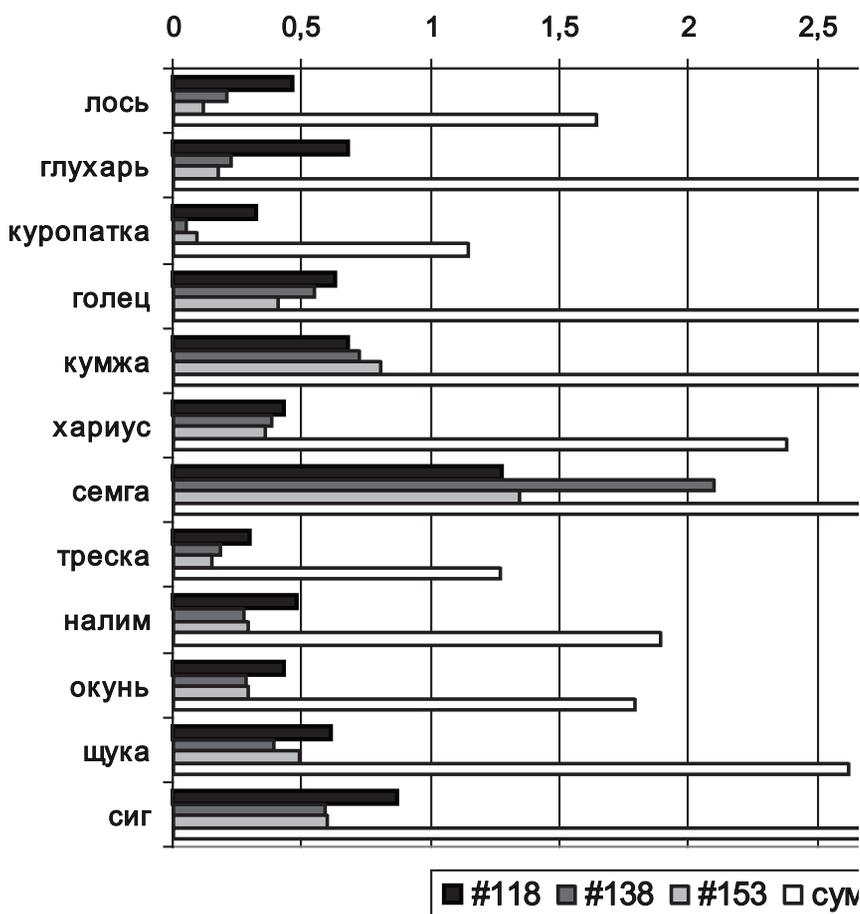
**Рис. 2.** Концентрации метаболитов и суммы ДДТ (среднее, мкг/кг сырого веса) в местных продуктах питания в Печенгском районе Мурманской области.

Пояснения:  
 ДДТ - дихлородифенилтрихлорэтан  
 4,4ДДЕ - дихлородифенилдихлорэтилен  
 ОСЬ АБСЦИСС – концентрации метаболитов и суммы ДДТ (среднее, мкг/кг сырого веса);  
 ОСЬ ОРДИНАТ – наименование местных продуктов питания.

копления-выведения метаболитов ДДТ в организме животных – чем выше уровень 4,4ДДЕ (наиболее стойкий метаболит) по отношению к 4,4ДДТ, тем более «давнее» загрязнение наблюдается. В то время как в лосе, глухаре и куропатке отношение ДДЕ/ДДТ очень низкое, что свидетельствует о недавнем поступлении в организм «свежего» ДДТ (вероятно по причине интенсивной миграции лосей и птиц и возможного контакта с загрязненной кормовой базой), в шести видах рыбы (кроме гольца, хариуса и трески) отношение ДДЕ/ДДТ весьма высокое, характеризующее давнее загрязнение ДДТ водоемов, где были отобраны образцы рыбы.

Выявленные в исследованных образцах концентрации суммы ПХБ (рис. 3) находились в диапазоне 1.2-4.3 мкг/кг, за исключением семги, где уровень суммы ПХБ достигал 8.8 мкг/кг. При этом максимальные уровни ПХБ, обнаруженные в семге, оказались в 220 раз ниже действующей ПДК. Конгенерный состав суммарного ПХБ в образцах местной фауны представлен в таблице 2.

В целом во всем видовом составе отобранных образцов мяса, птицы и рыбы преобладали (табл. 2) пять конгенов ПХБ (из пятнадцати исследованных): планарный диоксиноподобный #118 (22% в среднем по всем пробам) и четыре непланарных: #99, #101, #138 и #153. Низкохлорированные #28 и #31, непланарный #128, диоксиноподобный #156, а также высокохлорированные #170, #180, #183 и #187 конгенеры редко детектировались в отобранных пробах. Обращает на себя внимание особенно высокий процент #99, #101 и #118 конгенов в куропатке при практическом отсутствии других конгенов. Интересен факт наличия почти полного перечня конгенов ПХБ у проходной семги и озерной кумжи (у последней не регистрируются лишь низкохлорированные) при меньшей доле #118 конгенера, в отличие от остальных видов рыбы, в том числе от морской трески, для которой характерен высокий уровень #99 конгенера – в 6 раз выше, чем у семги. Выявленные различия в содержании отдельных конгенов ПХБ в отобранных образцах местной фауны определяются, прежде всего, разницей в кормовой базе отдельных ее видов, которая, в свою очередь, имеет неодинаковую



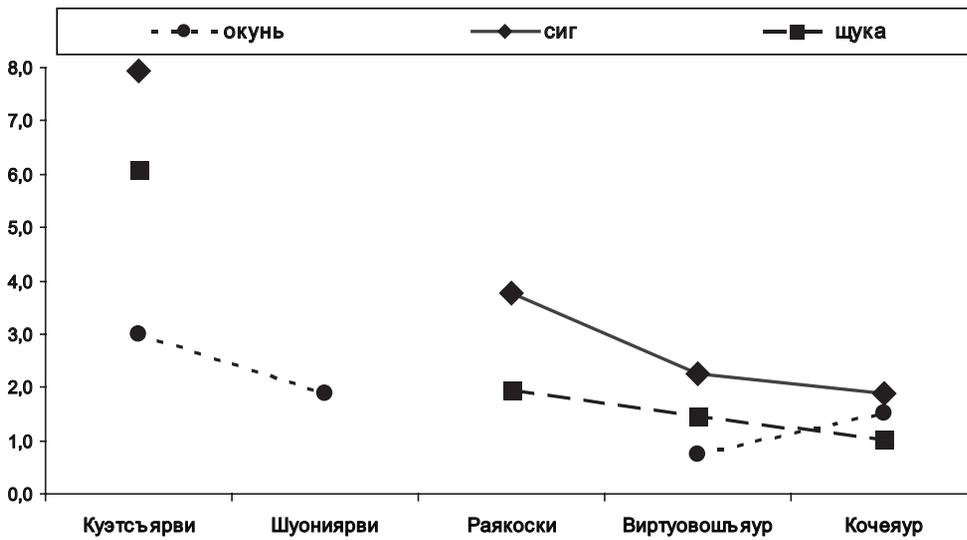
**Рис. 3.** Концентрации конгенов #118, #138, #153 и суммы ПХБ (среднее, мкг/кг сырого веса) в местных продуктах питания в Печенгском районе Мурманской области.

Пояснения:  
 ПХБ - полихлорированные бифенилы  
 Ось АБСЦИСС – концентрации конгенов и суммы ПХБ (среднее, мкг/кг сырого веса);  
 Ось ОРДИНАТ – наименование местных продуктов питания.

степень загрязненности поллютантами разных звеньев пищевых цепей (из-за различий в интенсивности процессов биоаккумуляции-биомагнификации), а также видовыми (у разных пород рыбы) особенностями метаболизма СОЗ.

**Географические различия содержания СОЗ в озерной рыбе.** Для оценки географических различий уровней СОЗ в отдельных видах рыбы использовались данные только по трем видам: окунь, сиг и щука – в силу того, что пулированные образцы только этих видов были получены минимум по четырем из пяти обследованных озер, находящихся на разной удаленности от производств Печенганикеля.

Уровни ГХБ в сравниваемых трех видах рыбы были низкими (в пределах 0,15 мкг/кг сырого веса) и схожими во всех исследуемых озерах независимо от географического положения. Более высокий уровень ГХБ (0,25 мкг/кг) был отмечен



**Рис. 4.** Концентрации суммы ПХБ (среднее, мкг/кг сырого веса) в окуне, сиге и щуке в пяти озерах Печенгского района Мурманской области.

Пояснения:

ПХБ - полихлорированные бифенилы

ОСЬ АБСЦИСС - наименования озер, откуда были взяты пробы трех видов рыбы;

ОСЬ ОРДИНАТ - концентрации суммы ПХБ (среднее, мкг/кг сырого веса).

в сиге из оз. Раякоски, куда впадают воды из финского оз. Инари. Ситуация с ДДТ была несколько иной – уровни суммарного ДДТ, максимальные во всех трех видах рыбы из оз. Куэтсъярви (принимающего стоки с комбината Печенганикель), постепенно снижались по мере нарастания удаленности озер от комбината, достигая разницы в 2-2,5 раза в оз. Кочьяур в 108 км от производственных площадок. При этом концентрации ДДТ в сиге были наиболее высокими во всех озерах, особенно в оз. Раякоски (до 8 мкг/кг), от которого выше по течению р. Патсойоки (вытекающей из финского оз. Инари) расположены 3 гидроэлектростанции, эксплуатируемые с 1950-х годов.

Географические различия уровней ПХБ в пяти озерах представлены на рис. 4 – прослеживается очевидное трех-четырёхкратное снижение суммарного ПХБ в трех видах рыбы с ростом расстояния от комбината, возле которого (оз. Куэтсъярви) все отобранные образцы оказались наиболее загрязненными.

Результаты по рыбе оз. Куэтсъярви, полученные нами в нынешнем исследовании, прямо перекликаются с данными норвежско-российского проекта 2004-2005 годов [6], где тоже были выявлены наиболее высокие (в сравнении с четырьмя приграничными к Печенгскому району озерами Норвегии) концентрации СОЗ в пулированных образцах сига оз. Куэтсъярви: ГХБ – 0,6 мкг/кг сырого веса мышц, сумма ДДТ – 17,5 мкг/кг, сумма ПХБ – 21 мкг/кг; кроме того в сиге были об-

наружены следовые количества хлорданов и ГХЦГ. Наше исследование по прошествии восьми лет демонстрирует несколько меньшие концентрации СОЗ в рыбе оз. Куэтсъярви, что вряд ли может объясняться снижением промышленных сбросов комбината «Печенганикель», т.к. по официальным данным Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области [3] в бассейне реки Патсойоки наиболее загрязненным водотоком является река Колос-йоки (впадает в оз. Куэтсъярви), куда в основном сбрасываются недостаточно-очищенные сточные воды ОАО «Кольская ГМК» с промплощадки в п.Никель; сброс этих вод в 2011г. увеличился до 5,1 млн.м<sup>3</sup>.

Здесь важно подчеркнуть, что еще никем не было показано присутствие СОЗ в сточных водах комбината, хотя металлургическое производство (особенно, процессы плавки металлов) потенциально может сопровождаться выделением хлорорганических соединений; в данном контексте нельзя исключить и иные непроизводственные источники СОЗ в самом п. Никель, откуда вместе с промышленными выбросами СОЗ попадают в оз. Куэтсъярви. Результаты эколого-геоморфологических исследований [1] говорят о том, что оз. Куэтсъярви и протока Сальмиярви, представляет собой, по сути, коллектор в системе водных бассейнов, где постоянно сохраняется высокоопасный уровень загрязнения донных отложений и воды (следовательно, и рыбы). Принимая во внимание строение водных бассейнов в окрестностях п. Никель, можно констатировать, что данная территория является «накопителем» поллютантов, когда вынос загрязняющих веществ за ее пределы минимален. Таким образом, в дальнейшем можно ожидать ухудшения экологической обстановки на данной территории [1].

При сопоставлении полученных нами результатов анализа СОЗ в пресноводной рыбе и курапатке Печенгского района с соответствующими результатами, полученными в рамках GEF/АМАР проекта 2001-2003 годов [7] по аналогич-

**Долевой состав конгенов ПХБ (%) в местных продуктах питания в Печенгском районе Мурманской области**

конгены ПХБ	лось	глухарь	куро-патка	голец	кумжа	хариус	семга	треска	налим	окунь	щука	СМГ
#28		8,4					3,5					
#31							2,0					
#52	4,4	13,9	8,3	3,1	1,7	6,5	7,1	4,6		11,4	9,8	4,4
#99	11,2	19,8	33,1	12,5	10,6	17,3	4,2	24,9	10,5	9,9	10,3	11,6
#101	11,8	12,5	22,1	10,7	12,3	11,4	10,8	11,5	10,4	9,5	11,6	13,5
#105	13,4	9,4		8,6	7,3	11,2	9,1	9,4	12,0	8,9	9,8	8,3
#118	27,8	23,0	28,2	19,1	15,6	18,1	13,9	23,6	25,4	21,2	23,6	23,8
#156				1,8	1,6		2,3		3,2	5,6		4,2
#128				8,5	6,4		2,2		3,3			
#138	12,8	7,3		16,7	16,6	16,2	23,0	14,3	14,3	14,0	16,6	14,3
#153	7,6	5,7	8,3	12,5	18,5	15,2	14,6	11,8	15,4	14,0	18,3	15,6
#170					1,8							
#180	11,0			6,6	3,9	4,1	1,3		5,6	5,5		4,2
#183					1,6		1,6					
#187					2,1		4,3					
∑ПХБ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

ным видам фауны в Ловозерском районе (бассейн реки Воронья севернее с.Ловозеро), следует отметить, что видоспецифичные средние уровни основных СОЗ (ДДТ, ПХБ, ГХБ) низки и находятся в одних и тех же диапазонах в обоих сравниваемых районах (рис. 1-3), что подтверждает глобальность источников и путей переноса изучаемых СОЗ на Кольском полуострове. Исключения для Печенгского района составляют два из обследованных нами пяти озер, где в трех видах рыбы выявлены повышенные в 2-4 раза уровни СОЗ относительно соответствующих уровней в рыбе «чистых» озер Шуониярви, Виртуовошъяур и Кочеяур. Повышенные уровни СОЗ в рыбе озер Куэтсъярви и Раякоски, очевидно, связаны с их расположением в зонах промышленного влияния.

#### Выводы.

- Местные продукты питания (прежде всего рыба) в Печенгском районе Мурманской области составляют значительную долю в рационе питания населения.

- Из 40 проанализированных СОЗ в местных продуктах питания (мясе лосося, глухаря, куропатки и девяти видов рыбы) концентрации половины изучаемых поллютантов были ниже предела определения; детектируемыми были только ГХБ, 6 метаболитов ДДТ и весь спектр ПХБ.

- Сопоставление выявленных концентраций СОЗ во всем видовом составе отобранных проб местной фауны с действующими в РФ гигиеническими нормативами показало, что уровни ГХБ, ДДТ и ПХБ (доли-единицы мкг/кг сырого веса) в исследованных образцах были в десятки-сотни раз ниже соответствующих ПДК.

- Из пятнадцати исследованных конгенов ПХБ во всех образцах фауны преобладали пять конгенов: #118, #99, #101, #138 и #153.

- При анализе метаболитов ДДТ в большинстве видов рыбы получены высокие величины соотношения ДДЕ/ДДТ, что характеризует давнее загрязнение ДДТ водоемов, где были отобраны образцы рыбы.

- Схожесть видоспецифичных средних уровней основных СОЗ в пробах рыбы и птицы, отобранных в Печенгском и Ловозерском районах (на территориях вдали от промышленного влияния), подтверждает глобальность источников и путей переноса изучаемых СОЗ на Кольском полуострове.

- Отмечено снижение уровней СОЗ в озерной рыбе с ростом расстояния от комбината Печенганикель. Рыба из озера Куэтсъярви (вблизи п. Никель), куда сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды комбината, наиболее загрязнена СОЗ.

• Проходную семгу следует считать наиболее контаминированной всей палитрой исследованных СОЗ. Среди озерной рыбы наиболее загрязненным видом оказался сиг.

• Невысокие уровни присутствия СОЗ в местных продуктах питания, полученные в данном исследовании, могут рассматриваться как незначительный вклад в общую экспозицию

к вредным веществам населения Печенгского района Мурманской области. При этом обнаруженные ранее высокие уровни содержания некоторых токсичных металлов в этих же (и других) местных продуктах в Печенгском районе, предполагают разработку рекомендаций по ограничению их потребления населением.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.В. Эколого-геоморфологические исследования в речных бассейнах на северо-западе Мурманской области. В кн.: Труды 3-й Междунар. науч.-практ. конф. «Экология речных бассейнов». Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. Владимир; 2005:111-113.

2. ГН 1.2.3111-13 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды». Москва; 2014.

3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2011 году. Мурманск: ООО «Ростсервис»; 2012.

4. Дударев А.А., Душкина Е.В., Чупахин В.С., Сладкова Ю.Н., Бурова Д.В., Гущин И.В. и др. Содержание металлов в местных продуктах питания Печенгского района Мурманской области. Медицина труда и промышленная экология. 2015;

2:35-40.

5. AMAP, 2004. Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2004.

6. Christensen G.N., Savinov V., Savinova T., Alexeeva L., Kochetkov A., Konoplev A. et al. Screening studies of POP levels in fish from the selected lakes in Paz

watercourse. Akvaplan-niva report no: APN-514.3665.02. Tromso, Norway; 2007.

7. Klopov V., Bulgakov A. PTS levels in biota and biomagnifications in food chains // Chapter 6 in the AMAP 2004: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2004:81-122.

## REFERENCES:

1. Volkov A.V. Ecological-geomorphological research in river basins in northwestern Murmansk oblast. In: Proceedings of the 3rd Intern. scientific and practical "Ecology of river basins". Conf. Under edition of prof. T.A. Trifonova; Vladimir state Univ. Vladimir; 2005:111-113 (in Russian)

2. GN 1.2.3111-13. Hygienic normatives of pesticides content in environmental objects. Moscow, 2014 (in Russian)

3. Report on the status and protection of environment in Murmansk oblast in 2011. - Murmansk: "Rostservice"; 2012 (in Russian)

4. Dudarev A.A., Dushkina E.V., Chupakhin V.S., Sladkova Y.N., Burova D.V., Gushchin I.V. et al. Metal content in local food in Pechenga district of Murmansk oblast. Occupational Medicine and industrial ecology. 2015; 2:35-40 (in Russian).

5. AMAP, 2004. Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2004.

6. Christensen G.N., Savinov V., Savinova T., Alexeeva L., Kochetkov A., Konoplev A. et al. Screening studies of POP levels in fish from the selected lakes in Paz

watercourse. Akvaplan-niva report no: APN-514.3665.02. Tromso, Norway, 2007.

7. Klopov V., Bulgakov A. PTS levels in biota and biomagnifications in food chains. In: Chapter 6 in the AMAP 2004: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2004:81-122.

A.A. Dudarev<sup>1</sup>, E.V. Dushkina<sup>1</sup>, Y.N. Sladkova<sup>1</sup>, D.V. Burova<sup>1</sup>, I.V. Gushchin<sup>2</sup>, L.V. Talykova<sup>2</sup>, A.N. Nikanov<sup>2</sup>, L.A. Lukicheva<sup>3</sup>

## PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPs) IN LOCAL FOOD IN THE PECHENGA DISTRICT OF THE MURMANSK REGION

<sup>1</sup>Northwest Scientific Center of Hygiene and Public Health, 191036, Saint-Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Kola Research Laboratory of Occupational Health of Northwest Scientific Center of Hygiene and Public Health, Kirovsk, 184250, Murmansk region, Russian Federation

<sup>3</sup> Murmansk Region Department of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, 183038, Murmansk, Russian Federation

Within the framework of the International Project KolArctic «Food and health security in the Norwegian, Finnish and Russian border region» carried out in the Pechenga district of the Murmansk region in Autumn 2013, a selection of local foods of animal origin was performed including 9 kinds of fish from 5 lakes at different distances away from the Nickel settlement; a survey of 400 inhabitants was also carried out. Local foods (primarily fish) make a significant part of the population's dietary. The concentration of 40 persistent organic pollutants (POPs) in foods was analyzed in a laboratory of the Scientific-Production Association «Typhoon». Levels of HCB, DDT, PCB (units mkg/kg fresh weight) in samples investigated were tenfold to hundredfold lower than corresponding MACs. Of 15 congeners investigated, five congeners #118, #99, #101, #138 and #153 prevailed in all fauna samples. For the majority of types of fish, high magnitudes of DDE/DDT ratios were found out which evidences of a long-ago pollution of water basins with DDT. It was noted a decrease of POPs levels in lake fishes with the increase in distance from Pechenga Nickel. The fish from the lake Kuetsyarvi into which waste water is discharged is the most polluted with POPs. Of all kinds of local fauna, salmon contains a maximum concentration of POPs and of lake fishes, it is cisco. Low levels of POPs in local foods found out in the present investigation may be considered as a small contribution to the general exposition of the Pechenga district population to harmful substances.

**Keywords:** foodstuff, fish, persistent organic pollutants (POPs), DDT, PCB, HCB, exposure, Murmansk region, Russian Arctic.

Материал поступил в редакцию 21.07.2015 г.