

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯИЦ

кур свободного содержания в качестве индикатора загрязнения в Казахстане

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННОГО В ПЕРИОД В 2013 ПО 2016 ГГ.

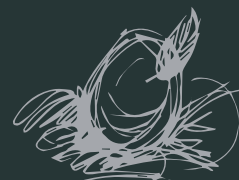
Прага - Караганда - Актау - 2016



TRANSITION



ECO  
mangystau



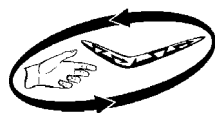
# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯИЦ КУР СВОБОДНОГО СОДЕРЖАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННОГО  
В ПЕРИОД В 2013 ПО 2016 ГГ.

Прага - Караганда - Актау - 2016



**TRANSITION**



**ECO**  
mangystau 



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУР СВОБОДНОГО СОДЕРЖАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

### РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННОГО В ПЕРИОД С 2013 ПО 2016 ГГ.

Обновленный отчет, основанный на результатах экологического опробования, проведенного в Казахстане в период с 2015 по 2016 гг. в рамках проекта «Реализация прав граждан и общественное участие в процессе принятия решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистау», финансовая поддержка которого осуществляется Европейским Союзом и Программой содействия развитию Чешской Республики. Мы хотели бы также выразить признательность за финансовую поддержку со стороны правительства Швеции, которая позволила провести часть химических анализов и подготовку отчета за счет гранта IPEN. Настоящий отчет публикуется на английском и русском языках.

#### Авторы:

Д-р е.н. Йиндрих Петрлик, Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская Республика

Дмитрий Калмыков, Карагандинский областной экологический музей, Казахстан

Д-р Питер Бениш, BioDetection System, Нидерланды

Магистр Зузана Вачунова, Арника, центр поддержки граждан, Чешская Республика

**Фото предоставили** Майда Сламава, Мартин Плочек, Мартин Скальски / Арника

**Английская корректура [правка]:** Мартина Дускова

**Русский перевод:** Ольга Морозова, корректура: Дмитрий Калмыков

**Графический дизайн и типография:** Typonaut ([www.typonaut.cz](http://www.typonaut.cz))

**Картографические данные:** Ёсеф Дивин

*Данный отчет не отражает позицию доноров – Европейского Союза, Министерства иностранных дел Чешской Республики и правительства Швеции. Его содержание является исключительной ответственностью авторов.*

**Прага - Караганда - Актау, 2016**

**ISBN: 978-80-87651-29-2**

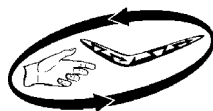
#### Дополнительная информация:

English: <http://english.arnika.org/kazakhstan>

Russian, Kazakh: <http://ecocitizens.kz>



**TRANSITION**



**ECO mangystau**



# СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	4
1.1.	Благодарности	4
1.2.	Сокращения	5
2.	Методы опробования [отбора проб] и анализа	7
2.1.	Места опробования [отбора проб]	7
2.1.1.	Балхаш	8
2.1.2.	Екибастуз – заброшенная электроподстанция	9
2.1.3.	Караганда	9
2.1.4.	р.Нура	9
2.1.5.	Шабанбай би	10
2.1.6.	Темиртау	11
2.1.7.	Шетпе	12
2.1.8.	Актау: Баскудук	13
2.1.9.	Таучик	14
2.2.	Методы опробования [отбора проб] и анализа	14
3.	Предельно допустимое содержание СОЗ в Казахстане, ЕС и других странах	17
4.	Результаты	18
4.1.	Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД по методу DR CALUX	18
4.2.	Диоксины (ПХДД/Ф), ПХД и другие СОЗ, содержание которых измерялось методом газовой хроматографии.	20
4.2.1.	Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД	20
4.2.2.	Полихлорированные дифенилы (ПХД)	21
4.2.3.	Другие побочные СОЗ: гексахлорбензол (ГХБ), пентахлорбензол (ПeХБ) и гексахлорбутадиен (ГХБД)	24
4.2.4.	Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	24
4.2.5.	BFR в яйцах	26
4.2.6.	Органохлорированные пестициды (ХОП)	27
4.3.	Ртуть	28
5.	Разбор результатов	28
5.1.	Фоновые уровни содержания СОЗ в яйцах.	28
5.2.	Профили диоксиновых конгенов и гипотетические источники	29
5.2.1.	Балхаш	30
5.2.2.	Зона реки Нура и села Шабанбай би	31
5.2.3.	Экибастуз	32
5.3.	ХОП и их гипотетические источники	32
5.4.	BFR и их гипотетические источники	32
6.	Рациональные нормы потребления	32
7.	Выводы и рекомендации	34
8.	Ограничения исследования	35
9.	Источники	36
10.	Фотографическое приложение	41

---

# 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем исследовании мы представляем результаты мониторинга яиц кур свободного содержания из выбранных мест в Казахстане, загрязненных стойкими органическими загрязнителями (СОЗ). Яйца кур свободного содержания использовались для мониторинга уровней загрязнения СОЗ во многих предшествующих исследованиях (Aslan, Kemal Korucu et al. , Pless-Mulloli, Schilling et al. 2001, Pirard, Focant et al. 2004, DiGangi and Petrlik 2005, Shelepchikov, Revich et al. 2006, Arkenbout 2014). В ходе исследований выяснилось, что яйца являются чувствительными индикаторами загрязнения СОЗ в почвах или пыли, и представляют собой важный путь воздействия от загрязненной почвы и человеком, и яйца из загрязненных участков могут привести к превышению порога вредного воздействия на здоровье человека (Van Eijkeren, Zeilmaker et al. 2006, Hoogenboom, ten Dam et al. 2014, Piskorska-Pliszczynska, Mikołajczyk et al. 2014). Таким образом, куры и яйца могут быть использованы в качестве идеальных «сборщиков проб» и биологических видов-индикаторов для оценки уровня загрязненности СОЗ исследуемых участков, в частности, загрязненности диоксинами (ПХДД/Ф) и ПХД. Исходя из этого предположения, мы выбрали пробоотбор яиц кур свободного содержания и их анализ на предмет наличия некоторых СОЗ в качестве одного из инструментов мониторинга в рамках проекта «Расширение прав и возможностей гражданского общества по улучшению химической безопасности в Республике Казахстан» и «Реализация прав граждан и общественное участие в принятии решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистау» (дополнительную информацию о проекте можно найти на сайте <http://english.arnika.org/kazakhstan>).

Данные и анализы яиц кур свободного содержания, обсуждаемые в настоящем отчете, были получены в ходе двух вышеуказанных проектов совместно с казахстанскими и чешскими НПО. Они были получены в ходе нескольких полевых визитов в период с 2013 по 2016 гг. Отобранные населенные пункты являются такими же или похожими, как в некоторых предыдущих отчетах Dvorská (2015), Šír (2015) и Petrlik et al. (2016). Общее описание проб и исследуемых участков представлено в Главе 2.

---

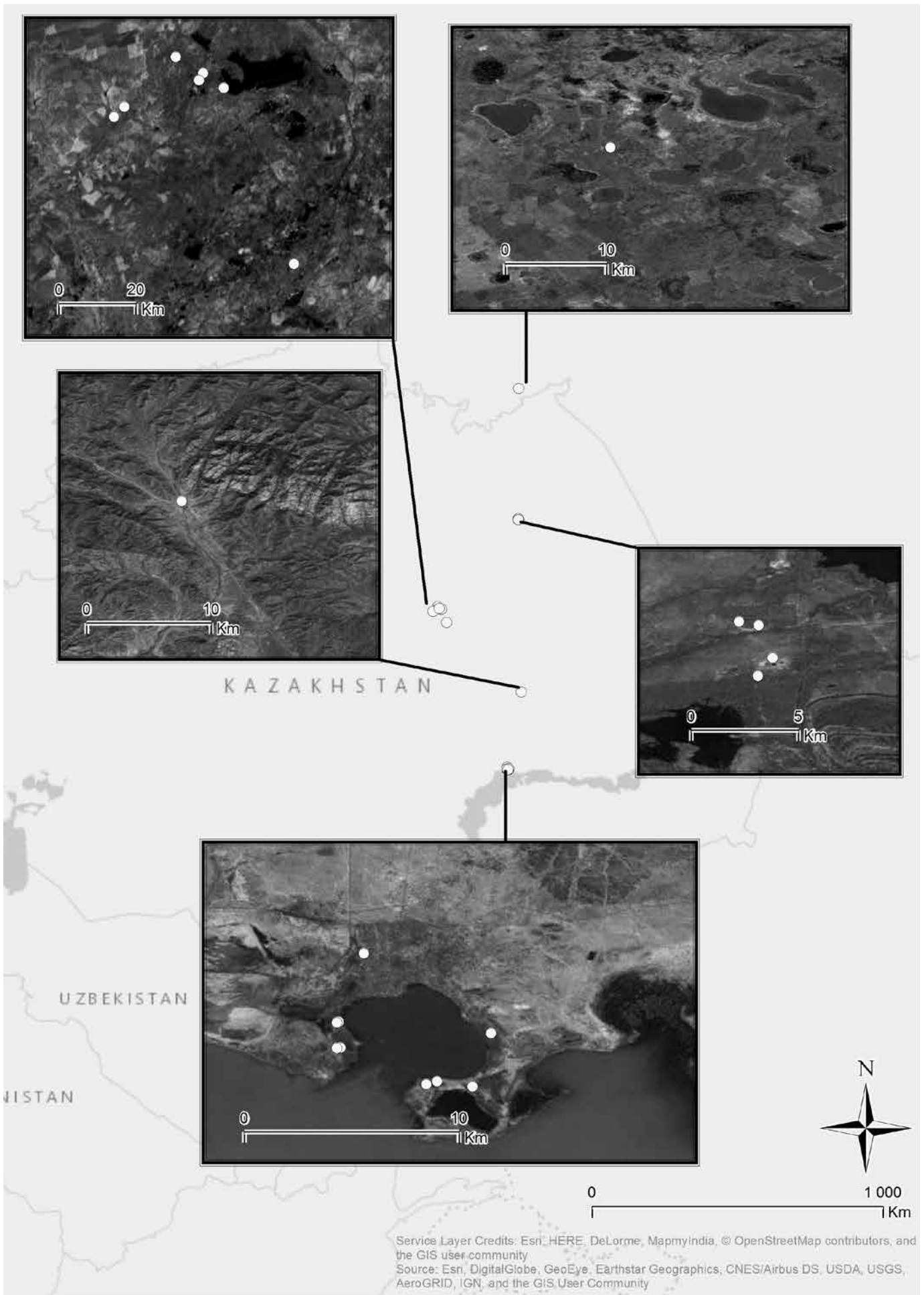
## 1.1. БЛАГОДАРНОСТИ

Проведение полевого исследования, опробование, анализ, написание, проектирование и печать этой публикации проводились в рамках проекта «Реализация прав граждан и общественное участие в принятии решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистау», финансируемом EU AID (EuropeAid 2013 / 331-117). Настоящий проект также финансируется Transition Promotion Programme министерством иностранных дел Чешской Республики и отдельными лицами из каждой участвующей организации проекта. Мы также благодарны за сотрудничество лабораторий за их работу в области химического анализа, в ходе которой часто требовалась дополнительное время, и их экспертные заключения. Коллектив авторов также благодарит и ценит работу невидимой помощи многих людей, помогающую нам объединить эту публикацию, а также поблагодарить хотя бы некоторых из них: Мартина Скальски – координатора проектов от имени Арники, Алену Панкову и Анну Андрейчук – координаторов проекта от имени CINEST и ЭкоМузей, Мартина Блазкова, ассистента программы Arnika – Toxics and Waste Programme и Марка Сиксмита, B.Sc. – директора экологического английского языка, который помог нам сохранить эту публикацию на понятном английском языке.

## 1.2. СОКРАЩЕНИЯ

ААС – Ориентировочно-допустимая концентрация (уровень)	ML – Максимальный уровень
АМА – Расширенный анализатор ртути	MRL – Максимальный уровень остатков
BDS – BioDetection System (лаборатория в Нидерландах)	NA – Не проанализированный
BGMK – Балхашский завод по обработке цветных металлов	NGO – Неправительственная организация (организация гражданского общества)
BEQ – Биоаналитический токсический эквивалент	NIP – Национальный план осуществления Стокгольмской конвенции
CALUX – Химически активированная экспрессия гена люциферазы	OBIND – Октабромтриметилфенилдан
CAS – Химическая реферативная служба (уникальный числовой идентификатор, присвоенный каждому химическому веществу, описанному в открытой научной литературе)	ХОП – Хлорорганические пестициды
ВТВРЕ – 1,2-бис (2,4,6-трибром-фенокси) этан	ОХДД – Октахлордибензо-п-диоксин
ДДД – Дихлордифенилдихлорэтан (метаболит ДДТ)	ОХДФ – Октахлордибензо-п-фуран
ДДЭ – Дихлордифенилдихлорэтилен (химическое соединение, образованное в результате потери хлористого водорода от ДДТ)	ПБДД/Ф – Полибромированные дибензо-п-диоксины и фураны
ДДТ – Дихлордифенилтрихлорэтан (пестицид)	ПБЭБ – Пентабромэтилбензол
DI – диетическое потребление	ПБТ – Пентабромтолуол
DL PCBs – диоксиноподобные ПХД	ПХД – Полихлорированные дифенилы
d.w. – сухая масса (вещества)	ПХДД/Ф – Полихлорированные дибензо-п-диоксины и фураны
EFSA – Европейское Агентство по безопасности продовольствия	ПХДД – Полихлорированные дибензо-п-диоксины
EU – Европейский Союз	ПХДФ – Полихлорированные фураны
f.w. – сырая масса (вещества)	ПeХБ – Пентахлорбензол
GC – газовая хроматография	ПeХДД – Пентахлордибензо-п-диоксин
GEF – глобальный экологический фонд	ПeХДФ – Пентахлордибензо-п-фуран
GoK – правительство Казахстана	СОЗ – Стойкие органические загрязнители
GPC – гель-проникающая хроматография	SC – Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях
GPS – глобальная навигационная спутниковая система	TEQ – Токсический эквивалент
ГББ – гексабромбензол	ТХДД – Тетрахлордибензо-п-диоксин
ГХБ – гексахлорбензол	ТХДФ – Тетрахлордибензо-п-фуран
ГХБД – гексахлорбутадиев	TDI – Переносимое суточное потребление
ГБЦД – гексабромциклододекан	TEQ – Токсический эквивалент
ГХЦГ – гексахлорциклогексан (пестициды и их метаболиты)	TWI – Переносимое недельное потребление
ГпХДД – Гептахлордибензо-п-диоксин	UNDP – Программа развития ООН
ГпХДФ – Гептахлордибензо-п-фуран	UNECE – Европейская Экономическая Комиссия ООН
HRGC-HRMS – Газовая хроматография высокого разрешения – масс-спектрометрия высокого разрешения	US EPA – Агентство по охране окружающей среды Соединенных Штатов
ГХДД – Гексахлордибензо-п-диоксин	ВОЗ – Всемирная организация здоровья
ГХДФ – Гексахлордибензо-п-фуран	ВОЗ-TEQ – Токсический эквивалент, определенный группой экспертов ВОЗ в 2005 году
IPEN – Международная сеть по ликвидации СОЗ	w.w. – масса во влажном состоянии
IARC – Международное агентство по исследованию рака	
INC – Межправительственный комитет для ведения переговоров (обычно созданный для переговоров о новой международной конвенции)	
LOD – Предел обнаружения	
LOQ – Предел количественного определения	
MAC – Предельно допустимая концентрация	

Рисунки 1: Карта с местами опробования (2014)



## 2. МЕТОДЫ ОПРОБОВАНИЯ (ОТБОРА ПРОБ) И АНАЛИЗА

Пробы яиц кур свободного содержания были собраны в семи местоположениях в Казахстане, из которых одна проба ожидалась быть «чистой», а еще одна была пробой из супермаркета в Караганде, рассматриваемой как фоновая проба, как это было предложено Dvorská (2015). Село Шабанбай би в особо охраняемой природной территории – заказнике Кызыларай, было изначально выбрано в качестве потенциально чистого фонового участка, тогда как в пяти других ожидалось быть загрязненными СО<sub>3</sub> до определенного уровня. Города Балхаш и Темиртау также ожидалось быть загрязненными СО<sub>3</sub> как города с крупными металлургическими предприятиями. Данное предположение было также основано на данных Национального плана выполнения обязательств Республики Казахстан по Стокгольмской конвенции (2009). Были выбраны также села Ростовка и Чкалово, расположенные на реке Нура, вверх по течению которой располагается заброшенный химический завод «Карбид» (производство ацетальдегида), поскольку они относятся к городу Темиртау. Деятельность этого завода привела к заражению реки Нура ртутью. Этот же химический завод может также быть источником заражением СО<sub>3</sub> (напр., ПХД). Окрестности электрической подстанции были исследованы в районе города Экибастуз. Предполагается, что этот заброшенный объект является потенциальным источником загрязнения ПХД, а также частично ПХДД / Ф в качестве примесей в масле ПХД (см. также Dvorská (2015)).

В Западном Казахстане Мангистауской области было отобрано три местности: Шетпе, Таучик и Баскудук. Также в данных местах были отобраны образцы верблюжьего молока для химического анализа в отчете Петрлик и др (2016). Уровни СО<sub>3</sub>, наблюдаемые в куриных яйцах, можно сравнить с уровнями, обнаруженными в образцах верблюжьего молока, хотя в этих поселениях различаются места отбора проб яиц кур свободного содержания. Некоторые потенциальные источники заражения были определены в Шетпе и Баскудук (см. П. 2.1.). В Таучике не было очевидного источника загрязнения куриных яиц.

Дополнительная информация об отобранных местностях приведена в подразделе 2.1.

### 2.1. МЕСТА ОПРОБОВАНИЯ [ОТБОРА ПРОБ]

Подробное описание отобранных участков и информация о взятых образцах представлены в следующем тексте и таблицах. Расположение выборочных местностей также показано на картах Казахстана на рисунках 1 и 2.

Рисунки 2: Карта с местами опробования (2016)





## 2.1.1. БАЛХАШ

Географические координаты: 46°32'27» N 74°52'44» E

Балхаш – это город в Карагандинской Области, расположенный на северном побережье озера Балхаш у залива Бертты. В городе Балхаш (население 76000 человек) и его окрестностях (население 30-50000 человек) преобладают горнодобывающие и цветные металлургические предприятия. Крупнейшим предприятием является Балхашцветмет (ранее Балхашский горно-металлургический комбинат). Далее, Балхашский завод по обработке цветных металлов («Завод цветных металлов») является частью ООО «Корпорация Казахмыс». «Казахмыс» является зарегистрированной в Великобритании компанией по добыче меди и крупнейшим производителем меди в Казахстане. Балхашский завод, по оценкам, занимает 22-е место в мире и является одним из трех заводов в мире, которые до сих пор используют стационарные печи Ванюкова, погруженные в воду, разработанные в бывшем Советском Союзе (Schlesinger 2011). В начале 1990-х годов уровень добычи составлял 280-320 тыс. тонн в год, в результате чего на поверхность озера было поставлено 76 тонн меди, 68 тонн цинка и 66 тонн свинца. С тех пор выбросы почти удвоились (Wikipedia 2015).

Среди крупнейших предприятий Балхашский завод по обработке цветных металлов считается крупнейшим загрязнителем атмосферы и вносит около 20% всех загрязнений в республике (ЕЭК ООН и КАЗГИДРОМЕТ 2003). Несмотря на это город занимает лишь 16-е место в списке приоритетов ЕЭК ООН. Википедия подтверждает, что выбросы, связанные с горнодобывающими и металлургическими процессами, являются ключевым фактором, влияющим на экологию Или-Балхашского бассейна, и что он в основном связан с загрязнением от Балхашского завода по обработке цветных металлов, управляемым Казахмыс (Wikipedia 2015).

Сообщается, что химические вещества, непреднамеренно производимые в этих промышленных процессах, которые подпадают под действие Приложения С of the SC (ПХДД / Ф, ПХД и ГХБ), являются одним из основных вопросов, вызывающих озабоченность в области здравоохранения в городе Балхаш. Отходы Балхашского завода по переработке цветных металлов хранятся в хвостохранилищах площадью 25 км<sup>2</sup>, вдвое больше, чем сам город Балхаш.

Рисунок 3: Места опробования в районе города Балхаш.



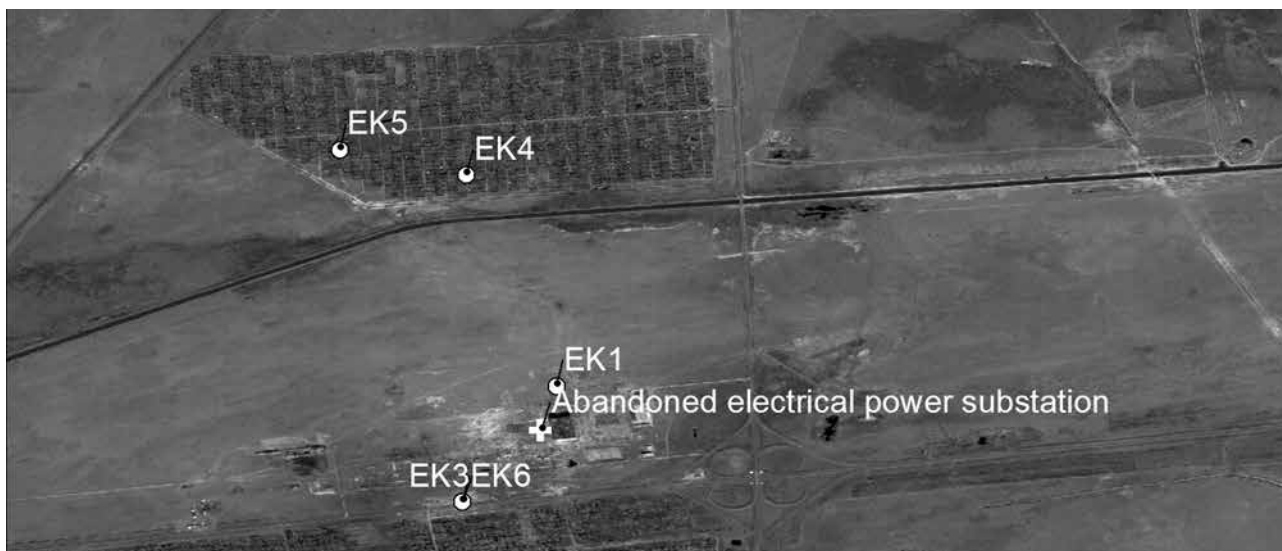
## 2.1.2. ЕКИБАСТУЗ – ЗАБРОШЕННАЯ ЭЛЕКТРОПОДСТАНЦИЯ

Географические координаты: 51°48'59.10» N 75°18'46.00» E

Экибастузская электрическая подстанция была построена для изменения переменного тока (АС) на постоянный ток (DC) с использованием 15 000 конденсаторов, размещенных в двух наружных зонах. После распада Советского Союза подстанция была оставлена без владельца или охраны. Во время экономического кризиса местные жители незаконно демонтировали конденсаторы для удаления медного лома, и это привело к утечке ПХД в почву. Во время аварийных очистных работ в 2002 году конденсаторы были демонтированы и «заклеены» пеной новым владельцем подстанции. Часть загрязненной ПХД почвы была удалена и упакована в пакеты. Конденсаторы и зараженный грунт были вывезены и помещены в подземное хранилище на бывшем Семипалатинском ядерном полигоне (полигон «Опытное Поле»).

Подстанция находится на окраине города Экибастуз в Павлодарской области с населением более 125 тысяч человек. В непосредственной близости от участка есть большие площади пригородных садов – «дачи» (минимальное расстояние 500 м, общая площадь около 3 км<sup>2</sup>). На охраняемой и огороженной территории объекта (300 м от объекта) находится семья, чья работа заключается в охране объекта. Семья растет и пасет свой домашний скот на участке – коровы, овцы и домашняя птица.

**Рисунок 4: Место опробования яиц в окрестностях заброшенной электрической подстанции в Экибастузе.**



## 2.1.3. КАРАГАНДА

Географические координаты: 49°48'40.76» N 73°05'27.37» E

Чтобы получить представление об исходных уровнях CO<sub>2</sub>, мы брали яйца только с птицеферм, представленных в супермаркете.

## 2.1.4 РЕКА НУРА

Географические координаты: 50°07'45.82» N 72°50'27.62» E

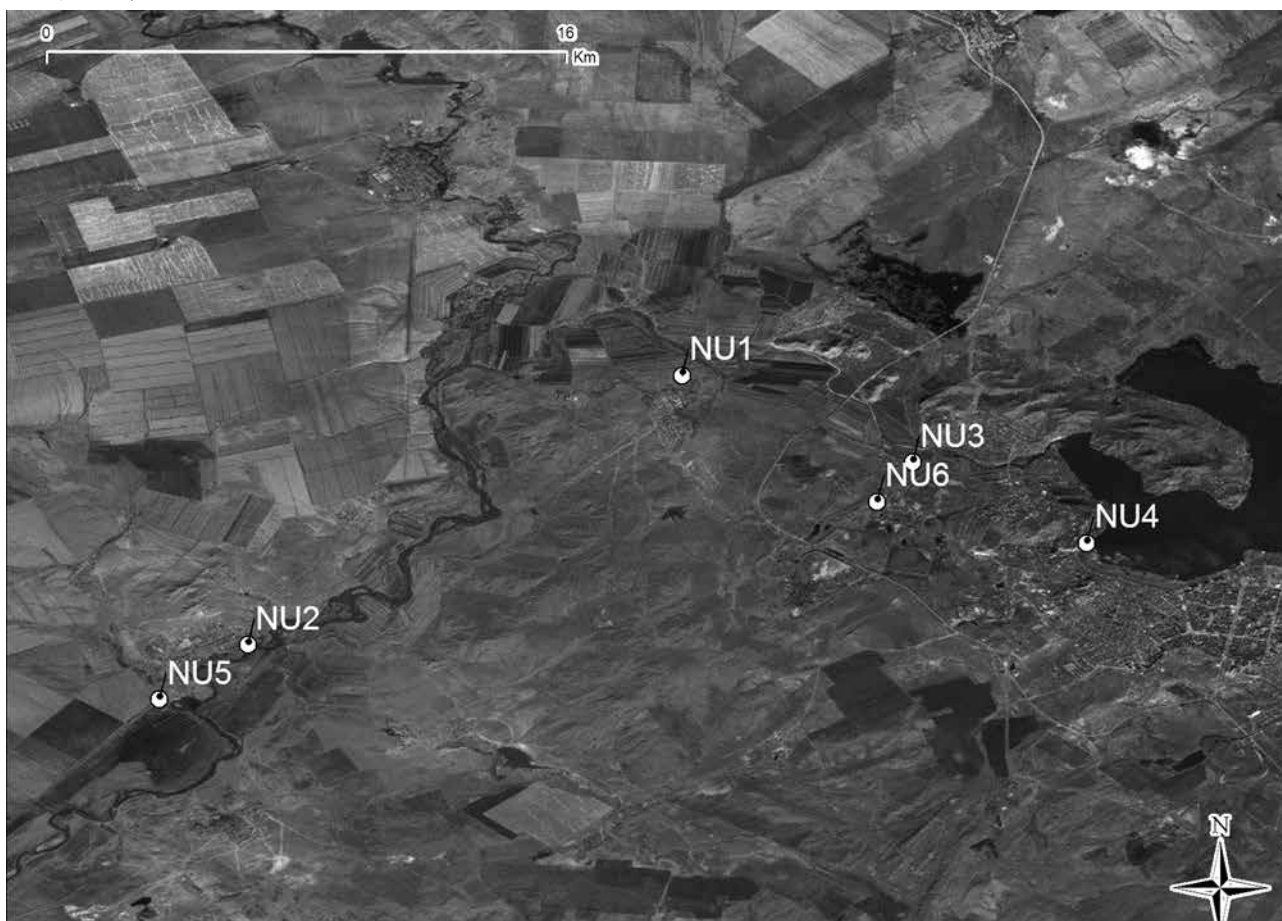
Река Нура является главной рекой Центрального Казахстана. Река поднимается в Каркаралинских горах на северо-востоке и проходит через сильно индустриализованный район Караганды, а затем течет еще 260 км в столицу Астану и Коргалжинский государственный природный заповедник, имеющий международное значение как местообитание птиц и включенный во всемирное наследие ЮНЕСКО. Общая длина реки составляет 978 км. Это типичная степная река: 80% стока вызвано весенним таянием снегов. Вода широко используется для бытового водоснабжения, орошения, промышленного использования, а также для отдыха и коммерческого рыболовства. Нура также является источником питьевой воды для столицы Астаны.

С 1950-х годов «Нура» получила высокие объемы ртути, источником которой является химический завод «Карбид» в городе Темиртау под Карагандой. Этот химический завод производил ацетальдегид путем прямой гидратации ацетиленов в присутствии катализатора – сульфата ртути. Разработка проекта осуществлялась компанией Hiprokauchuk. Сточные воды

с ацетальдегидной фабрики с высоким содержанием ртути сбрасывались в реку без обработки в течение 25 лет. Предполагается, что за это время общие концентрации ртути в сточных водах достигают 50 мг / л, а среднегодовые поступления ртути в реку в период с 1950 по 1976 год оцениваются в 22-24 тонны. До 1969 г. шлак, содержащий ртуть, сбрасывался в болото Жаур. Предварительные исследования степени загрязнения на Нуре, проведенной в 1980-х годах, показали чрезвычайно высокие уровни загрязнения. Это нестатистическое исследование ртути в иле из 33 речных профилей показало, что осадки сильно загрязнены, а средние общие концентрации ртути превышают 200 мг кг<sup>-1</sup> в первые 9 км ниже по течению от источника. Исходя из обнаруженных концентраций, было подсчитано, что общее количество ртути в русле реки может составлять порядка 140 тонн. В течение периода сброса ртути на местную электростанцию было сброшено до 5 млн. тонн летучей золы в реку. Во время весенних паводков большое количество этих сильно загрязненных осадков было перемещено вниз по реке и рассеялось по пойме и вызвало широкое загрязнение.

Проектная группа взяла образцы грунта, отложений, куриных яиц и рыбы в местах реки Нура и поселений на этой реке, однако оценка этих образцов не является частью этой публикации, но содержится в проекте, который называется «Загрязненные участки и их управление», за исключением образцов куриных яиц, которые приведены ниже. Основные сведения о других образцах можно найти в отчете Šír (Šír 2015).

**Рисунок 5: Места опробования яиц в более обширном районе реки Нура ниже по течению у заброшенного завода по производству ацетальдегида и Самаркандского водохранилища в окрестностях города Темиртау (см. Главу 2.1.6).**



### **2.1.5. ШАБАНБАЙ БИ**

*Географические координаты: 48°24'13.76» N 75°23'42.65» E*

**Ш**абанбай Би – это село, расположенное в южной части Карагандинской области. Село расположено у подножия Аксорана, самой высокой вершины Кызыларайских гор (охраняемая природная территория – «заказник»), является одним из мест в Центральном Казахстане, где экотуризм развит на основе местного сообщества. Туристам предлагается поселиться в домах местных жителей, чтобы познакомиться с простым способом деревенской жизни и попробовать традиционную казахскую кухню ([visitkazakhstan.kz](http://visitkazakhstan.kz) 2014). Мы выбрали это место в качестве чистого фонового района, однако результаты анализа яиц показали скрытые проблемы, которые описаны в настоящем отчете.

**Рисунок 6: Спутниковый снимок зоны Шабанбай Би с отмеченным расположением места опробования яиц.**



## **2.1.6. ТЕМИРТАУ**

*Географические координаты: 50°03'5.77» N 72°57'58.58» E*

**В** городе Темиртау (170 000 жителей) и его окрестностях (100 000 – 500 000 жителей) преобладают отрасли промышленности, включая электростанцию на угле, химические заводы, литейные заводы, кузницы и крупные металлургические заводы, принадлежащие группе ArcelorMittal. Сталелитейный завод Arcelormittal Temirtau (АМТ) расположен на расстоянии 500 м от ближайших домов. Согласно казахстанскому НПВ Стокгольмской конвенции с 2009 года всего было 105 трансформаторов, заполненных совтолом (коммерческая ПХД-смесь, продававшаяся на рынке бывшего СССР), и 1,024 конденсаторов, содержащих ПХД, используемые в АМТ (Республика Казахстан 2009). Ситуация была рассмотрена в рамках проекта ПРООН «Разработка и реализация комплексного плана по управлению ПХД» в 2014 году, когда жидкость «Совтола» была переведена во Францию. Однако Экомусей и CINEST, две неправительственные организации, базирующиеся в Караганде, сообщают, что некоторые ПХД, содержащиеся в электрооборудовании, все еще используются в АМТ.

Непреднамеренно производящие ПХДД / Ф отрасли включают в себя коксохимическое и литейное производство, причем обе они осуществляются в АМТ как единственное такое предприятие в Казахстане. Процессы разгрузки и угасания кокса, когда ПХДД / Ф могут быть выпущены, происходят на открытом воздухе без устройства для улавливания и очистки газа. Образование ПХДД / Ф возможно также при горении известняка в шахтных печах. В Казахстане известь производится на ООО «Химико-металлургический завод Темиртау» (Республика Казахстан 2009). Республиканский научно-экологический центр Башкортостана провел первую выборочную кампанию по ПХДД / Ф в Казахстане в 2005 году. Концентрация ПХДД / Ф в воздухе в помещении, отобранная на агломерационной машине АМТ №5 составляло 42,64 пкм-3 (3,77 пг ВОЗ-ТЕQ м-3), в пыли (настенные царапины) 5419,7 пг г-1 (607,7 пг ВОЗ-ТЕQ г-1). Согласно казахстанскому НПВ (2009), отходы, производимые этими отраслями промышленности, могут быть источником загрязнения окружающей среды.

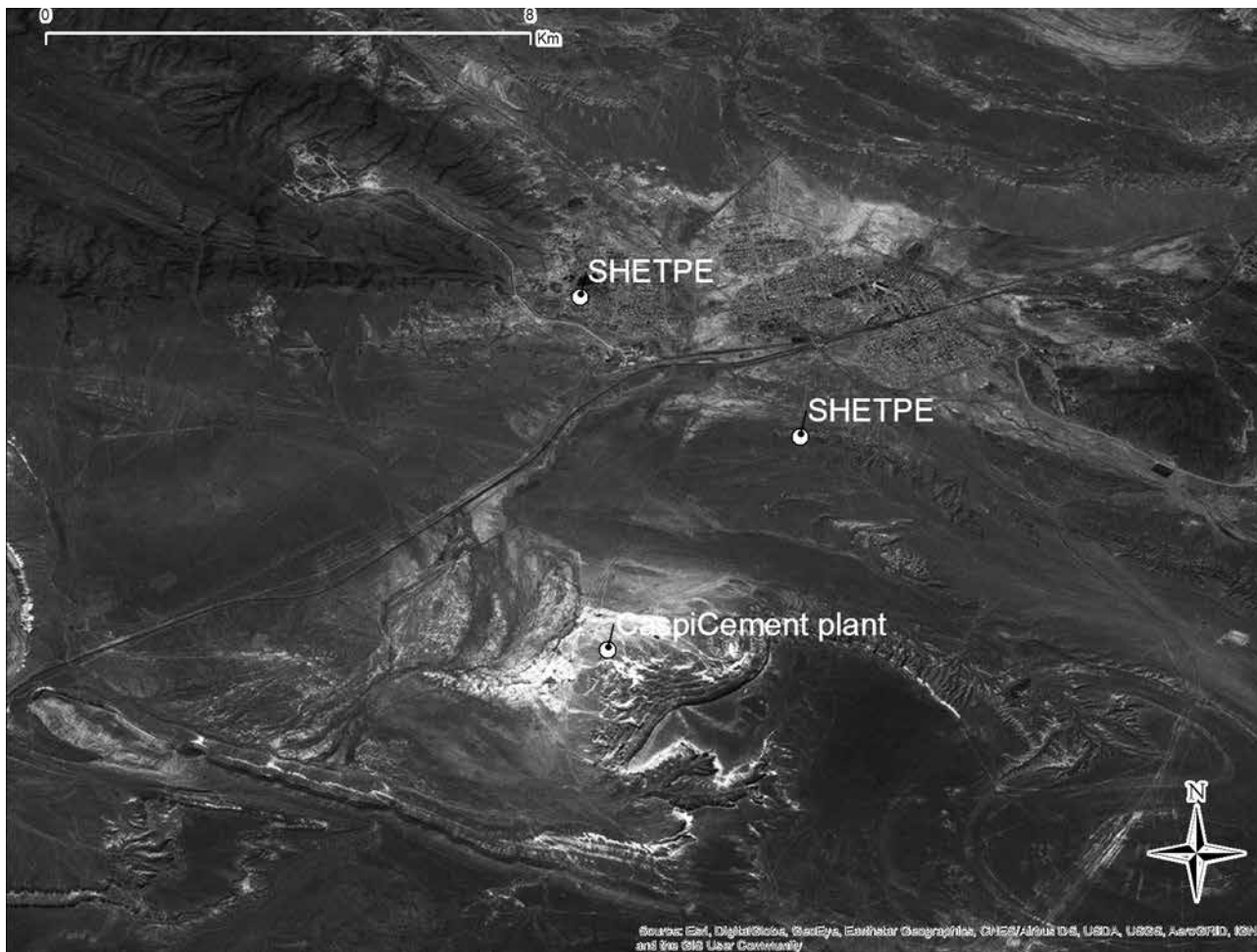
Пробы были взяты в окрестностях Самаркандского водохранилища на реке Нура.

## 2.1.7. ШЕТПЕ

Географические координаты: 44°05'21.3» N 52°07'16.0» E

**Ш**етпе – город с населением 13364 человек (по данным на 2012 год) – административный центр Мангистауского района Мангистауской области, находится в 108 км от города Актау и поселка на важном железнодорожном узле. Его экономика основана на сельском хозяйстве и особенно животноводстве, горнодобывающей промышленности и производстве цемента (вокруг города находится 16 каменных карьеров). Шетпе постепенно становится важной отправной точкой туризма, поскольку отсюда можно легко добраться до большинства природных и культурных объектов Мангистауской области – таких как Устюртское плато, памятник Адай-Ата или легендарная гора Шаркала. См. также карту на рис. 7.

**Рисунок 7: Спутниковый снимок Шетпе с отмеченными местами опробования яиц кур свободного содержания.**



Возможным источником загрязнения может быть завод «Каспийцемент», расположенный в 7 км от центра Шетпе. «Каспийцемент» – это новый завод, построенный в многонациональной корпоративной группе HeidelbergCement, официально открытый в июле 2014 года. Это единственный участок по производству цемента в Мангистау с производственной мощностью 800 тыс. тонн цемента в год. Это одно из первых в мире предприятий по производству сухого мела для производства клинкера. Завод использует нефть в качестве топлива. Местные жители заявляют, что завод часто выпускает неконтролируемые выхлопные газы в ночное время и в выходные дни, когда государственные органы не могут полностью контролировать объект.



## 2.1.8. АКТАУ: БАСКУДУК

Географические координаты: 43°41'50.5» N 51°12'28.4» E

Объединенное опробование яиц кур свободного содержания было взято из северо-западной части города Баскудук, быстро растущего пригорода, примерно в 10 км к северу от центра Актау. В населенном пункте проживают главным образом казахстанские меньшинства, репатриированные из соседних стран (Узбекистан – Каракалпакстан, Туркменистан). Значительная часть новоприбывших незаконно оккупировала землю на окраине города из-за недостаточности государственной жилищной программы. Этот район расположен в северной части города Актау, зажатый между промышленным хвостохранилищем Кошкар-Ата и муниципальной свалки на севере и промышленной зоной, включая химическую промышленность на востоке (см. карту на рис. 8).

Рисунок 8: Карта ситуации в окрестностях места опробования в Баскудуке.



Потенциальным источником загрязнения является хвостохранилище **Кошкар-Ата** (77 км<sup>2</sup>). Его южная граница находится примерно в 7 километрах от точки опробования. В советские времена бывшая котловина Кошкар-Ата была выбрана в качестве удобного места для накопления жидких промышленных отходов из промышленной зоны Актау. После нескольких десятков лет сброса сточных вод образовалось большое искусственное озеро. Озеро считается наиболее опасным объектом в Мангистауской области (Кадыржанов, Кутербеков и др. 2002), хотя в некоторых более поздних исследованиях было сделано заключение, что «отрицательное воздействие зарегистрировано только в непосредственной близости от периметра хвостохранилища в первых сотнях метров» (Жанпейсова, Кутербеков и др. 2005). Озеро якобы содержит около 360 миллионов тонн радиоактивных отходов (Ахметов, Кадыржанов и др., 1999).

Основным оператором в промышленной зоне был завод по переработке урана, и поэтому сточные воды были загрязнены радиацией. Другой крупной фабрикой, расположенной в этом районе, был завод по производству ПВХ. Существует также ряд других заводов, в основном из химического сектора, сбрасывающих различные токсичные отходы. Одним из крупнейших загрязнителей, действующим по сей день, является KazAzot. Единственный химический завод в Казахстане, производящий аммиак, азотнокислый нитрат аммония.

В настоящее время сточные воды из промышленной зоны все еще выгружаются в озеро открытым каналом. Сточная вода также сбрасывается в озеро, потому что город не смог закончить строительство очистных сооружений для своей северной части, включая новые районы, находящиеся в стадии строительства в настоящее время (2016 г.). Окрестности Кошкар-Ата широко используются в качестве нелегальной свалки промышленных и бытовых отходов. Свалка содержит разнообразную смесь отходов: использованная мебель, туши животных, люминесцентные трубки, остатки пищи, стеклянные бутылки, масляный шлам и т.д. Животные, такие как лошади и верблюды, приходят сюда, чтобы пить, так как на Мангистауской земле мало воды. Наибольшая концентрация загрязняющих веществ, твердых отходов и высокий уровень радиоактивности сосредоточены в южной части озера.

Более подробную информацию можно найти в предыдущем отчете о загрязняющих веществах в молоке из верблюжьей шерсти Petrlik et al. (2016 г.).

Свалка муниципальных отходов, расположенная прямо на краю Баскудук, также может способствовать общему загрязнению площадки. Во время нашего визита мы обнаружили старый протекающий трансформатора у входа на свалку (см. Фото 1, раздел 10).

## 2.1.9. ТАУЧИК

*Географические координаты: 44°20'54.1» N 51°21'11.2» E*

**М**есто опробования расположено в селе Таучик, в Тупаркаганском районе, в 100 км к северу от Актау. Население Таучика составляет около 2600 человек на момент переписи 2009 года. Он был основан в начале 30-х годов 20-го века вблизи глубоких залежей угля. В период с 1932 по 39 гг угольная промышленность процветала, позже уголь добывался для нужд Второй мировой войны, но деятельность прекратилась после 1950-60-х годов.

Этот район также связан с добычей и транспортировкой нефти, которая может быть другим источником загрязнения. Близлежащие нефтяные месторождения называют Каражанбас, Каракудук, Бузачи. Примерно в 4 км от Таучика на юг есть небольшой поселок с АЗС «КазМунайГаз» на стыке дороги Таучик-Жынгылды и более крупной дороги, соединяющей Актау и Киякты и Каламкаское нефтяное месторождение, действующие на шельфе Каспийского моря, принадлежащей компании «МангистауМунайГаз» и действующей совместно с «КазМунайГазом» на северном участке добычи. По трассе тянется трубопровод Каламкас-Каражанбас-Актау.

## 2.2. МЕТОДЫ ОПРОБОВАНИЯ [ОТБОРА ПРОБ] И АНАЛИЗА

Была сформирована объединенная выборка отдельных проб яиц в каждом исследуемом участке с целью получения более репрезентативных проб. В Таблице 1 представлены базовые данные о размере проб и измеренных уровнях содержания жира в каждой из проб выборки. В целом было взято двадцать проб яиц кур на свободном выпасе и, плюс одна последняя проба была взята в 2015 году в Караганде, где мы купили куриные яйца в супермаркете, следуя методике Dvorská (2015). Используется последний из вышеупомянутых образцов для отображения фоновых уровней CO<sub>3</sub>, поскольку удаленный участок в селе Шабанбай би не подтвердился как «чистый» (как будет разъяснено ниже). Одиннадцать проб было взято в 2013 году и еще десять в следующем 2014 году. Еще одна выборка в Шабанбай-Би была взята в 2015 году с целью пересмотреть высокие уровни CO<sub>3</sub>, найденные в этом месте, а четыре образца в Мангистауской области были сделаны во время полевого визита в сентябре 2016 года.

Яйца кур свободного содержания, взятые в ходе первого визита предназначенные для анализа на ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД по методу DR CALUX, были отправлены в голландскую аккредитованную лабораторию ISO 17025 (BioDetection Systems B.V., Амстердам). Процедура проведения биотестирования BDS DR CALUX® была ранее подробно описана (Besselink H 2004), но коротко, клетки H4IIE, стабильно трансфицированные репортерным генным конструктом, контролируемым AhR, культивировали в культуральной среде α-MEM, дополненной 10% (об. / Об.) FCS в стандартных условиях (37°C, 5% CO<sub>2</sub>, 100% -ная влажность). Клетки подвергали трехкратному воздействию 96-луночными титрационными микропланшетами, содержащими стандартный диапазон калибровки 2,3,7,8-TCDD, эталонный материал (проверенный GC-HRMS), бланк процедуры и заготовку DMSO в соответствии с директивой ЕС / 589/2014 (Европейская комиссия, 2014 г.). После 24-часовой инкубации клетки лизировали, добавляли раствор, содержащий люциферин (illuminate Mix), и люминесценцию измеряли с помощью люцинометра (Berthold Centro XS3).

Метод биотестирования DR CALUX зарекомендовал себя для скрининговых анализов, которые могут дать хорошую картину уровня загрязнения, однако, для подтверждения результатов необходимо провести более специфические анализы конгенов ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, что также позволит проверить характерные признаки диоксинов (специфический набор ПХДД/Ф конгенов), специфичные для различных источников загрязнения. Большинство проб, взятых во второй и третий периоды отбора проб (сентябрь 2014 и сентябрь 2016) были проанализированы на содержание отдельных

**Таблица 1: Обзор проб яиц кур свободного содержания из выбранных участков в Казахстане.**

<b>№</b>	<b>Проба</b>	<b>Местоположение</b>	<b>Год опробования</b>	<b>Количество яиц в объединенной пробе</b>	<b>Содержание жира, в %</b>
1	BAL-EGG-14-1	Балхаш - юго-запад	2014	6	12.45
2	BAL-EGG-14-2	Балхаш - юго-запад	2014	6	9.95
3	BAL-EGG-14-3	Балхаш - Рембаза	2014	6	10.15
4	BAL-EGG-14-4	Балхаш - Рембаза	2014	4	11.35
5	B 1	Балхаш - Рембаза	2013	6	13.2
6	B 2	Балхаш - Рембаза	2013	6	16.4
7	B 3	Балхаш - юго-запад	2013	6	18.6
8	B 4	Балхаш - север	2013	4	13.5
9	B 5	Балхаш - юго-запад	2013	10	14.9
10	EKI egg 1	Экибастуз - подстанция	2013	4	10.5
11	EKI egg 2	Экибастуз - Союз	2013	4	16.4
12	EKI-14-1-egg and EKI-27-egg	Экибастуз - подстанция	2014	6	12.4
13	EKI-14-2-egg	Экибастуз - Союз	2014	6	11.7
14	EKI-14-3-EGG	Экибастуз - Союз	2014	6	13.3
15	NUR-EGG-14/2	Чкалово; р. Нура	2014	6	13.7
16	NUR egg 24-2	Чкалово; р. Нура	2013	6	12.5
17	KAR-SU	Караганда - супермаркет	2015	6	14.0
18	NUR-EGG-14/1	Ростовка; р. Нура	2014	6	15.0
19	NUR egg 24-1	Ростовка; р. Нура	2013	6	16.2
20	NUR egg 1	Село Самарканд; р. Нура	2013	6	18.0
21	NUR egg dam	Темиртау; Самарканд	2013	6	24.1
22	ARAI EGG	Шабанбай Би	2014	6	10.15
23	Shabanbai Bi-2	Шабанбай Би	2015	6	28.8
24	BAS 02	Баскудук	2016	3	15.6
25	TA E-1	Таучик	2016	2	16.2
26	SH E-1/1-2	Шетпе	2016	4	15.4
27	SH E-2	Шетпе	2016	3	12.5



ПХДД/Ф и расширенного списка конгенов ПХД с использованием высокоразрешающих масс-спектрометрии и газовой хроматографии в аккредитованной лаборатории в Государственном ветеринарном Институте (Прага, Чешская Республика). Некоторые из проб были взяты в той же местности, где было проведено первое полевое опробование

Пробы яиц также были проанализированы на содержание не-диоксиноподобных ПХД, хлорорганических пестицидов (ХОП) и BFR в чешской сертифицированной лаборатории (Институт химических технологий, кафедра пищевой химии и анализа). Анализируемые образцы были экстрагированы смесью органических растворителей, гексана и дихлорометана (1:1). Экстракты прошли очистку в ходе с помощью гель-проникающей хроматографии (ГПХ). Идентификация и количественная оценка образцов была проведена при помощи газовой хроматографии в связке с tandemной масс-спектрометрией в режиме электронной ионизации. Для анализа изомеров ГБЦД был выбран метод ультраэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с детектированием tandemной масс-спектрометрии (UHPLC-MS / MS). Другие BFR анализировали с помощью ранее упомянутой методики.

Содержание ртути в пробах анализировалось атомно-абсорбционной спектрометрией на приборе Advanced Mercury Analyser (AMA 254, Altec), с применением типовой инструкции по эксплуатации SOP 70.4 (AAS-AMA) в Государственном ветеринарном институте, г. Прага.

### 3. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ СОЗ В КАЗАХСТАНЕ, ЕС И ДРУГИХ СТРАНАХ

Куриные яйца составляют значительную часть рациона в Казахстане, и жители Казахстана также зачастую сами разводят кур и продают избыток яиц на рынках в виде сырых яиц или в кафе в составе приготовленной пищи. Следовало бы ожидать, что для такого распространенного продукта питания будут установлены пределы концентрации определенных загрязнителей, однако, мы не смогли найти каких-либо предельных значений, установленных для куриных яиц в казахстанском законодательстве для каких-либо СОЗ. Мы сравнивали результаты анализов на СОЗ с предельными нормативными значениями для этих загрязнителей в продуктах питания, принятыми не в Казахстане, но в других странах. В Таблице 2 приведены те пределы, которые мы использовали для яиц кур свободного содержания. В Казахстане установлена предельно допустимая концентрация ртути в куриных яйцах (см. Таблицу 2).

**Таблица 2: Предельные концентрации ХОП, ртути, ПХД и ТЕQ ПХДД/Ф в куриных яйцах.**

	Яйца несушки				
	Казахстанская ПДК <sup>7</sup>	Российская ПДК <sup>1</sup>	Российская ПДК <sup>4</sup>	Предел. уровень в ЕС (ML) <sup>2</sup>	Предельный остаточный уровень (MRL) в ЕС <sup>3</sup>
Ед. изм.	нг г <sup>-1</sup> *	нг г <sup>-1</sup> жир	нг г <sup>-1</sup> *	нг г <sup>-1</sup> жир	нг г <sup>-1</sup> жир
ВОЗ-ТЕQ ПКДД/Ф		3.0		2.5	
ВОЗ-ТЕQ ПКДД/Ф -д/п ПХД				5.0	
ПХД <sup>5</sup>				40	
ДДТ всего <sup>6</sup>					50
р,р'-ДДТ			100		
γ-ГХГ (линдан)			100		10
α-, β-ГХГ			100		20, 10**
ГХБ					20
Ртуть	20				

<sup>1</sup> Текущее издание российских СанПиН 2.3.2. 2401-08, 2401-08 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы)

<sup>2</sup> Регламент Европейской Комиссии №1259/2011

<sup>3</sup> Регламент Европейской Комиссии №149/2008. Предельный остаточный уровень (MRL) — это предельно допустимая концентрация остатков пестицида внутри или на поверхности продуктов питания или кормов, в соответствии с Регламентом, исходя из передовой сельскохозяйственной практики и минимального воздействия на население, с целью защиты уязвимых слоев населения.

<sup>4</sup> ГН 1.2.2701-10 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды» Российской Федерации

<sup>5</sup> сочетание РСВ28, РСВ52, РСВ101, РСВ138, РСВ153 и РСВ180

<sup>6</sup> сочетание р,р'-ДДТ, о,р'-ДДТ, р,р'-ДДЭ и р,р'-ДДД

<sup>7</sup> Казахстанские санитарные правила и нормы СанПиН «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» от 11 июня 2003 г

\* неясно, рассчитывается для содержания жира, или нет

\*\* для каждого Изомер, MRL устанавливается отдельно

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты анализов с использованием DR CALUX приведены в Таблице 3 и на гистограмме на Рисунке 9. Результаты анализов на другие СОЗ и анализы конгенеров с использованием высокоразрешающих масс-спектрометрии и газовой хроматографии приведены в Таблице 4. Также в Таблице 4 приведены некоторые результаты анализов на содержание ртути в отдельных пробах из яиц. В графике на Рисунке 10 сопоставляются результаты анализов 6 индикаторных конгенеров ПХД. В графике также представлено сравнение с европейскими предельными уровнями содержания ПХД в куриных яйцах. Также анализу были подвергнуты яйца кур на свободном выпасе из Китая и Беларуси, с использованием тех же методов. Таким образом мы также можем сопоставить данные казахстанских «горячих точек» с аналогичными участками в других странах. Результаты исследования проб из Китая и Беларуси представлены вместе с результатами анализа казахстанских проб в Таблицах 3 и 4.

Результаты анализов на ХОП в пересчете на массу свежей продукции представлены в Таблице 7 с сопоставлением с соответствующими нормами, принятыми в Евросоюзе.

### 4.1. ДИОКСИНЫ (ПХДД/Ф) И ДИОКСИНОПОДОБНЫЕ ПХД ПО МЕТОДУ DR CALUX

Все пробы куриных яиц, собранные в «горячих точках» Казахстана в ходе визита в 2013 году, были проверены на предмет содержания диоксинов и диоксиноподобных ПХД, используя метод DR CALUX в BDS laboratory, в городе Амстердам. Там так-

**Таблица 3: Результаты биоанализа DR CALUX ПХДД / Ф и ПХД для образцов из Казахстана, Китая и Беларуси. Данные приведены в  $\mu\text{g BEQ g}^{-1}$  жир.**

Образец	Местоположение	Страна	ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX)	ПХДД/Ф (DR CALUX)
EKI-14-3-EGG	Экибастуз - Соз	Казахстан	3.8	1.3
eki egg 2	Экибастуз - дачный поселок «Южный»	Казахстан	4.8	нет
eki egg 1	Экибастуз - подстанция	Казахстан	6.4	нет
NUR egg 1	Село Самарканд; р.Нура	Казахстан	9.2	нет
NUR egg 24-1	Ростовка; р. Нура	Казахстан	9.4	нет
B 2	Балхаш - Рембаза	Казахстан	12	нет
B 3	Балхаш - Юго-запад	Казахстан	15	нет
ARAI EGG	Шабанбай би	Казахстан	16	7.6
NUR egg 24-2	Чкалово; р. Нура	Казахстан	18	нет
B 1	Балхаш - Рембаза	Казахстан	24	нет
NUR egg dam	Темиртау; Самаркандская плотина	Казахстан	28	нет
B 5	Балхаш - Юго-запад	Казахстан	33	нет
B 4	Балхаш - Север	Казахстан	101	нет
LN 321/14	Пекин - супермаркет	Китай	1.2	нет
LN 272/14	Гатово	Беларусь	8.1	5.2
Beihai 3 and 4	Бэйхай II	Китай	8.9	7.4
Likeng	Ликенг	Китай	17	нет
Beihai 5 and 6	Бэйхай III	Китай	24	20
Beihai 1 and 2	Бэйхай I	Китай	37	30
LN 273/14	Ухань 1	Китай	35	31

же были исследованы две пробы из второго периода отбора проб 2014 года. Результаты приведены в Таблице 3 совместно с результатами проб яиц из Китая и Беларуси.

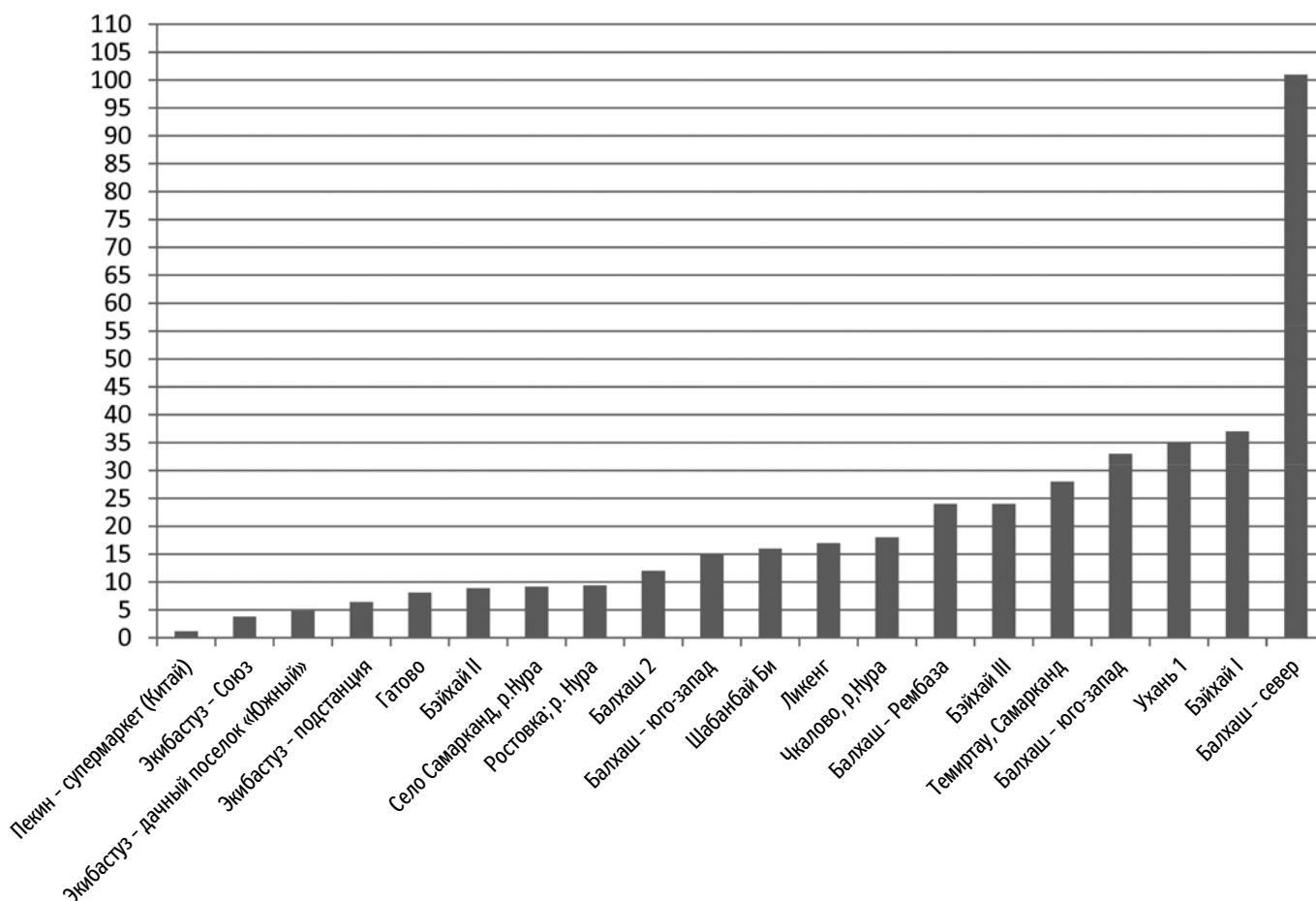
Во время обсуждения уровней ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, определенных методом DR CALUX, необходимо учитывать следующее. Этот анализ, основанный на клеточного репортерного гена является проверенным методом скрининга пищевых продуктов на содержание ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД согласно Постановлению Комиссии ЕС ЕС / 589/2014 (Европейская комиссия 2014). Методы скрининга обычно используются для исключения тех образцов, которые ниже максимально допустимого предела (то есть равны лимиту), и поэтому могут быть выпущены на рынок. Кроме того, во время скрининга необходимо отобрать те образцы, которые требуют подтверждения (т.е. предположительно не соответствуют) их ПХДД/Ф/диоксиноподобных ПХБ ТЕQ уровня.

Тринадцать проб яиц объединенной выборки были проанализированы методом DR CALUX на предмет активности диоксинов и диоксиноподобных ПХД в целом. Из этого числа только две пробы из Экибастуза были ниже установленных ЕС норм, которые также использовались для результатов анализов DR CALUX. Показатели остальных одиннадцати проб были выше 5 пг ВЕQ /г<sup>-1</sup> жира по общему содержанию ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, как показано на графике на Рисунке 9. Наивысшая концентрация была зафиксирована в куриных яйцах из города Балхаш, к северу от металлургического комбината. Проба была взята в 2013 году на участке, на котором впоследствии, в 2014 году, мы не сумели снова ее взять. Все остальные пробы из города Балхаш также имели высокие показатели, между 12 и 33 пг ВЕQ на г<sup>-1</sup> жира. Эти уровни сопоставимы с уровнями, полученными для яиц кур свободного содержания из Бэйхай, аналогичного «горячей точки» на металлургическом заводе в Китае (8,9 - 37 пг ВЕQ г<sup>-1</sup> жира).

Образцы из более широкой области Темиртау показывают несколько более низкие уровни между 9,2 и 28 пг жира ВЕQ г<sup>-1</sup>, но не значительно ниже, чем у Балхаша. В пробе из села Шабанбай би, которое изначально предполагалось как эколо-

**Рисунок 9: График показывает сравнение показателя ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД в пг ВЕQ /г<sup>-1</sup> жира для различных объединенных проб куриных яиц из Казахстана, Китая и Беларуси (все результаты приведены в Таблице 3).**

## ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX)



гически чистый район (и проба в 2014 была взята именно как чистая), была обнаружена высокая концентрация диоксинов / диоксиноподобных ПХД: общий уровень 16 пг ВЕQ /г<sup>1</sup> жира, хотя результаты указывают на более высокие уровни ПХД, а не на ПХДД / Ф, что является полной противоположностью по сравнению, например, с местоположением мусоросжигательным заводом в Ухане, Китай и/или металлургического центра в Бэйхае (Китай) (см. общие результаты для ПХДД / Ф ВЕQ в таблице 3). Образец из села Шабанбайби был также проанализирован GC-HRMS для конкретных конгенов, и результаты показали еще более высокое общее содержание ТЕQ в ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД и подтвердили, что доля ПХД выше, чем ПХДД/Ф. Это различие подтверждает выводы Gasparini et al. (2011), которые предположили следующее: «Из предварительной оценки профиля загрязнения должно показаться, что основные различия между скринингом и результатами подтверждения присутствуют в той выборке, где вклад в общую ТЕQ обусловлен в целом диоксиноподобными ПХД, а не ПХДД и ПХДФ».

## **4.2. ДИОКСИНЫ (ПХДД/Ф), ПХД И ДРУГИЕ СОЗ, СОДЕРЖАНИЕ КОТОРЫХ ИЗМЕРЯЛОСЬ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.**

Анализы с использованием газовой хроматографии и масс-спектрометрии высокого разрешения были проведены для подтверждения фактов заражения диоксинами и диоксиноподобными ПХД куриных яиц из тех участков, в отношении которых имелись подозрения на наличие высоких уровней заражения СОЗ по результатам взятия проб первого года. Те же самые пробы также прошли анализ на другие СОЗ, группы ХОП: гексахлорбензол (ГХБ), гексахлорциклогексаны (ГХЦГ) и ДДТ и его метаболиты. ГХБ также считается побочным СОЗ, который получается теми же процессами, как и диоксины и д/п ПХД (Стокгольмская конвенция по СОЗ 2008), хотя его уровень обычно замеряется вместе с другими хлорорганическими пестицидами. Десять объединенных проб яиц были подвернуты анализу на содержание ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, и одиннадцать проб — на другие СОЗ. Несколько проб также были проверены на содержание ртути. Результаты приведены в Таблице 4.

### **4.2.1 ДИОКСИНЫ (ПХДД/Ф) И ДИОКСИНОПОДОБНЫЕ ПХД**

Диоксины относятся к группе 75 конгенов полихлорированных дибензо-п-диоксинов (ПХДД) и 135 конгенов полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ), из которых 17 представляют токсикологическую опасность. Полихлорированные дифенилы (ПХД) — это группа 209 различных конгенов, которых можно разделить на две группы по их токсикологическим признакам: 12 конгенов обладают токсикологическими свойствами, схожими со свойствами диоксинов, и, соответственно, называются «диоксиноподобными ПХД» ( д/п ПХД); (Европейская Комиссия 2011). Уровни содержания ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД выражаются в суммарном показателе ВОЗ-ТЕQ, рассчитываемому в соответствии с факторами токсической эквивалентности (ТЕF), установленными экспертной комиссией ВОЗ в 2005 году (Van den Berg, Birnbaum et al. 2006). Именно эти новые TEF были использованы для оценки диоксиноподобной токсичности в десяти объединенных пробах куриных яиц из Казахстана.

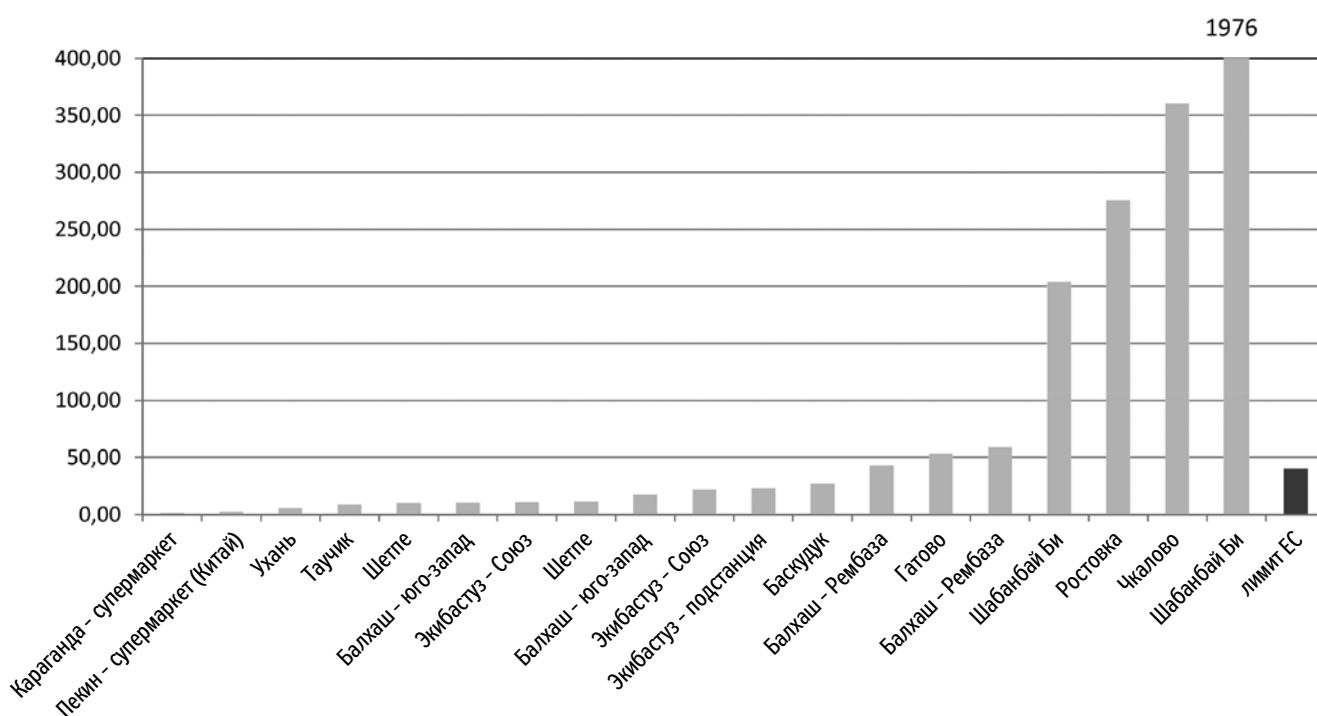
В восьми из тринадцати и в семи из тринадцати проб из Казахстана была установлена концентрация, превосходящая европейскую и российскую предельно допустимые концентрации конгенов ПХДД/Ф в куриных яйцах, соответственно (Таблицы 4 и 2 для сравнения), а восемь из суммарных десяти проб показали концентрацию, превосходящую европейскую предельную как по ПХДД/Ф, так и диоксиноподобных ПХД в куриных яйцах (Европейская Комиссия 2011). Фоновые уровни ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, измеренные в куриных яйцах из супермаркета в Караганде, составили 0,89812 и 0,00026 пг ВОЗ-ТЕQ /г<sup>1</sup> жира, соответственно (см. тж. обсуждение фоновых уровней далее по тексту). Наиболее высокая концентрация диоксинов (9,81 пг ВОЗ-ТЕQ на г<sup>1</sup> жира) было зафиксировано в яйцах из участка «Балхаш – юго-запад» (BAL-EGG-14-2), и практически тот же уровень был зафиксирован в пробе из села Шабанбай би, которая имела наивысшую суммарную концентрацию по ВОЗ-ТЕQ (37,88 пг ВОЗ-ТЕQ /г<sup>1</sup> жира), а также повышенную токсичность диоксиноподобных ПХД (см. график в Рис. 11). В другом образце из Шабанбай Би, который был проведен через год, содержалась еще более высокая концентрация диоксиноподобных ПХД, и он показал самый высокий общий уровень ТЭК среди всех образцов в этом исследовании (155,27 пг ВОЗ-ТЕQ г-1 жира). В большинстве проб яиц с высокой суммарной концентрацией по ВОЗ-ТЕQ наблюдалось превалирование доли диоксиноподобных ПХД по сравнению с ПХДД/Ф по суммарному параметру ВОЗ-ТЕQ, как показано на графике на Рис. 11. Это демонстрирует, насколько большое воздействие оказывают источники загрязнения ПХД или их промышленное производство, как, например, на металлургических комбинатах. Только в двух пробах яиц из участка «Балхаш – юго-запад» баланс значений ВОЗ-ТЕQ между ПХДД/Ф и ПХД был противоположен, и ПХДД/Ф преобладали.

Суммарные уровни ВОЗ-ТЕQ ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД в пробах из казахстанских «горячих точек» оказались выше, чем в пробах, взятых в «горячих точках» Китая и Беларуси; однако, в окрестностях отходосжигательной установки Вухан, в Китае, были зафиксированы еще более высокие уровни концентрации Дандоры, Кения (полигон смешанных отходов), Лакнау, Индия (полигон сжигания медицинских отходов) или Мбеубюс, Сенегал (полигон смешанных ПХДД/Ф. Пробы из Шабанбай би, Ростовки, Чкалово и рембазы Балхаша можно отнести к группе проб с достаточно высокими концентрациями диоксинов и д/п ПХД, также в сравнении с набором проб из отчета «The Egg Report» IPEN 2005 года, а также провести параллели с пробами из отходов) (DiGangi и Petrlik 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Envilead et al. 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Pesticide Action Network (PAN) Africa et al. 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Toxics Link et al. 2005). Гипотетические источники заражения диоксинами и диоксиноподобными ПХД в выбранных «горячих точках» Казахстана представлены в аналитической части ниже.

## 4.2.2 ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ ДИФЕНИЛЫ (ПХД)

У шести из общих пятнадцати проб яиц кур свободного содержания из казахстанских «горячих точек» зафиксировано превышение европейской предельно допустимой концентрации 6 индикаторных конгенов ПХД в яйцах несушки. Чрезмерно высокая концентрация, равная 1976 нг /г<sup>1</sup> жира была зафиксирована в яйцах из села Шабанбай би — она превосходит европейскую предельно допустимую почти в 50 раз. Содержание шести конгенов ПХД в пробах, взятых в Ростовке и Чкалово на реке Нура, превысили европейские пределы в семь и девять раз, соответственно. Все эти три пробы можно считать сильно загрязненными ПХД, и необходимо найти возможные источники загрязнения. Также, содержание диоксиноподобных ПХД было высоко во всех этих трех пробах, что явилось основным способствующим фактором повышения общего показателя ВОЗ-ТЕQ у данных объединенных проб яиц (см. Рис. 11). Самый высокий уровень индикаторных конгенов ПХД (28.85 нг г<sup>-1</sup> жира) среди общего числа проб Мангистауской Области был обнаружен среди яиц кур свободного содержания, взятых близи Баскудука, хотя они и не превышали допустимые пределы ЕС.

**Рисунок 10: График, в котором сопоставляются уровни содержания 6 конгенов ПХД в различных объединенных пробах куриных яиц из Казахстана, Китая и Беларуси (общая сводка результатов представлена в Таблице 3).**



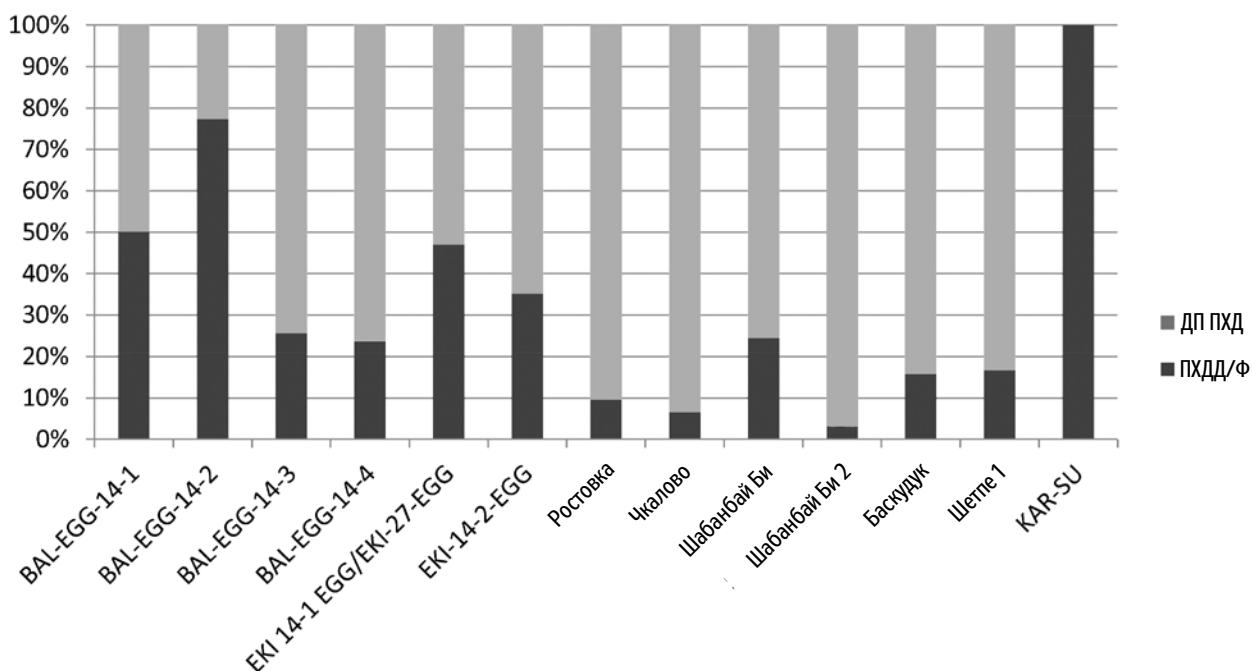
В двух пробах из «Балхаш - рембаза» также зафиксировано превышение европейской нормы концентрации 6 конгенов ПХД, хотя и не столь значительное. При чем и в этом случае диоксиноподобные ПХД оказались основными факторами повышения показателя ТЕQ в яйцах (см. Рис. 11). Распространенность ПХД под ПХДД / Ф в общем ТЕQ была также измерена в пробах из Экибастуза, где электрическая подстанция, загрязненная ПХД, является предположительным источником загрязнения яиц побочных СОЗ.

**Таблица 4: Сводка результатов анализов на содержание СО<sub>3</sub> и ртути в десяти объединенных пробах яиц кур на свободном выпасе, взятых во втором году (2014), плюс фоновая проба из супермаркета в Караганде, взятая в 2015 г. Также представлены результаты анализов для Китая и Беларуси и предельные значения ЕС для сравнения.**

Местоположение	Балхаш - юго-запад	Балхаш - юго-запад	Балхаш - Рембаза	Балхаш - Рембаза	Экибастуз - подстанция	Экибастуз - Союз	Экибастуз - Союз	Ростовка	Цкалово	Шабанбай би	Караганда - супермаркет
Проба	ВАЛ-ЕГГ-14-1	ВАЛ-ЕГГ-14-2	ВАЛ-ЕГГ-14-3	ВАЛ-ЕГГ-14-4	ЕКІ 14-1-ЕГГ/ЕКІ-27-ЕГГ	ЕКІ-14-2-ЕГГ	ЕКІ-14-3-ЕГГ	НUR-ЕГГ-14-1	НUR-ЕГГ-14-2	АРАІ-ЕГГ	КАR-SUP
Содержание жира	12.45	9.95	10.15	11.35	12.4	11.7	13.3	15	13.7	10.15	14.0
ПХДД/Ф (пг ВОЗ ТЕQ /г <sup>-1</sup> жира)	7.69	9.81	7.73	4.25	5.73	1.57	нет	2.79	1.82	9.26	0.90
диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ /г <sup>-1</sup> жира)	7.66	2.88	22.33	13.70	6.45	2.89	нет	26.51	25.94	28.62	0.00
Суммарно ПХДД/Ф + диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ /г <sup>-1</sup> жира)	15.35	12.70	30.06	17.96	12.18	4.46	нет	29.30	27.76	37.88	0.90
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX); (пг BEQ /г <sup>-1</sup> жира)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	3.8	нет	нет	16	нет
ПХДД/Ф (DR CALUX); (пг BEQ /г <sup>-1</sup> жира)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	1.3	нет	нет	7.6	нет
ГХБ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	1.68	2.62	4.39	2.13	5.40	1.28	1.58	2.33	5.04	6.25	1.09
ПеХБ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	<0.27	3.2	<0.34	<0.36	нет	нет	нет	нет	нет	нет	2.86
ГБЦД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	<0.27	<0.34	<0.34	<0.36	нет	нет	нет	нет	нет	нет	<0.36
7 ПХД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	23.37	11.54	76.64	52.19	27.18	29.49	13.76	319.40	395.18	2001.87	0.99
6 ПХД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	17.47	10.12	58.84	42.74	22.98	21.71	10.45	275.47	360.44	1975.97	0.99
сумм. ГХЦГ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	6.84	114.14	20.71	34.40	11.05	13.25	33.76	45.67	15.33	860.80	0.36
сумм. ДДТ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	10.10	34.05	318.87	1057.80	14.52	168.72	126.09	136.40	111.24	287.03	1.03
ртуть (нг /г <sup>-1</sup> )	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	10.00	нет	1.00	нет

Местоположение	Шабанбай би	Баскудук	Таучик	Шетле	Шетле	Пекин - супермаркет (Китай)	Ухань (Китай)	Ухань (Китай)	Гатowo (Беларусь)	Стандарт ЕС
Проба	Shabanbai Bi-2	BAS 02	TA E-1	SH-E-1/1-2	SH-E-2	LN 321/14	LN 324/14	LN 273/14	LN 272/14	
Содержание жира	28.8	15.6	16.2	15.4	12.5	10.14	12.46	15.5	15.4	
ПХДД/Ф (пг ВОЗ TEQ /г <sup>-1</sup> жира)	4.90	2.16	нет	1.07	нет	0.20	8.59	12.17	4.25	2.50
диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-TEQ /г <sup>-1</sup> жира)	150.37	11.48	нет	5.34	нет	0.28	4.70	3.79	11.33	
Суммарно ПХДД/Ф + диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-TEQ /г <sup>-1</sup> жира)	155.27	13.64	нет	6.41	нет	0.48	13.29	15.96	15.58	5.00
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX); (пг BEQ /г <sup>-1</sup> жира)	нет	нет	нет	нет	нет	1.2	8.8	35	8.1	5.00
ПХДД/Ф (DR CALUX); (пг BEQ /г <sup>-1</sup> жира)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	5.8	31	5.2	2.50
ГХБ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	1.35	2.94	2.75	6.29	1.30	3.52	28.90	480.65	2.86	20.00
ПeХБ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	2.92	0.34	0.39	34.53	0.67	нет	нет	нет	нет	
ГБЦД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	<0.03	<0.32	<0.31	<0.32	<0.4	нет	нет	нет	нет	
7 ПХД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	374.00	33.87	11.07	14.20	11.74	2.10	5.29	1.03	66.36	-
6 ПХД (нг /г <sup>-1</sup> жира)	204.00	26.85	8.67	11.35	9.73	2.10	5.29	1.03	52.92	40.00
сумм. ГХЦГ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	276.32	52.64	759.53	1451.19	503.00	1.34	5.23	2.32	4.94	-
сумм. ДДТ (нг /г <sup>-1</sup> жира)	19.17	155.69	229.00	59.29	45.19	0.21	26.25	33.23	230.65	-
ртуть (нг /г <sup>-1</sup> )	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	2.00	-





**Рисунок 11: Баланс между ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД на общих уровнях ВОЗ-ТЕQ в пробах куриных яиц из Казахстана**

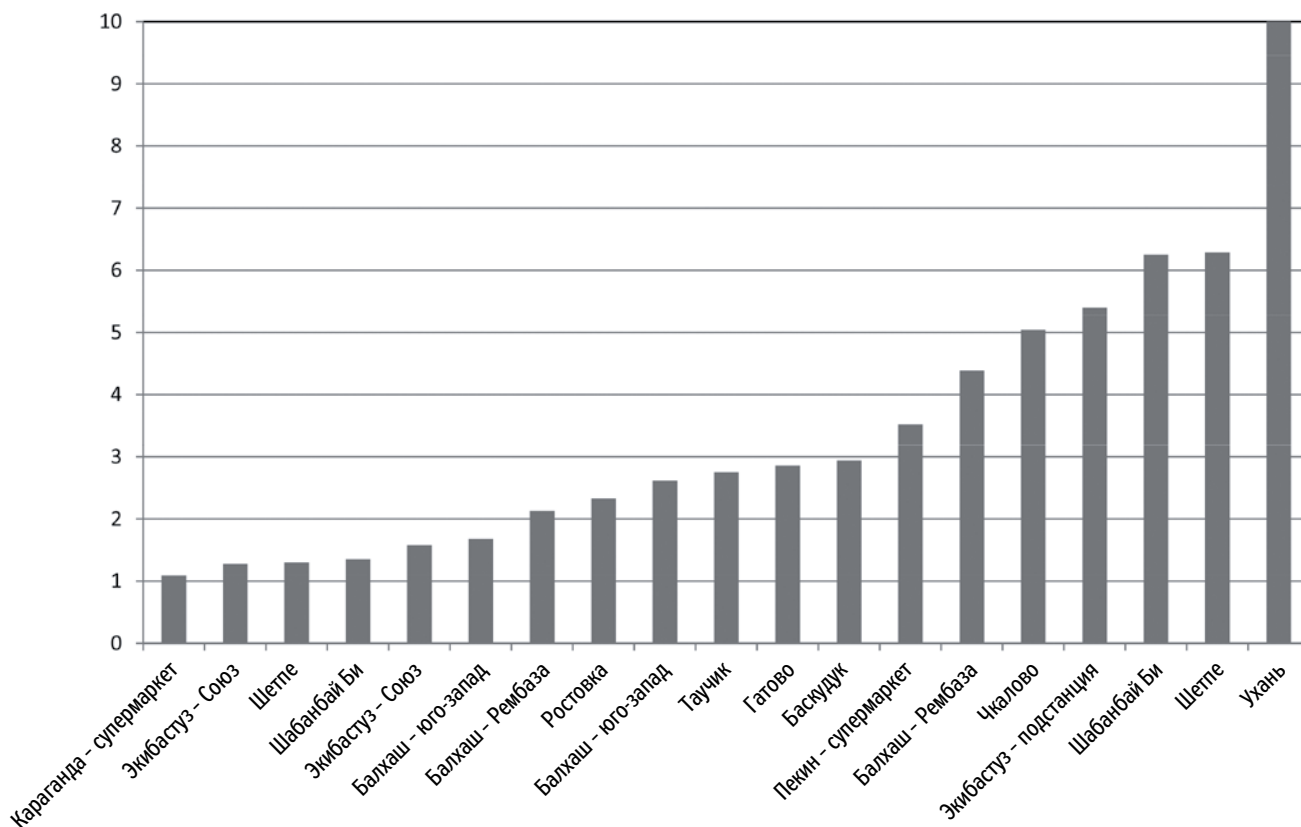
#### **4.2.3. ДРУГИЕ ПОБОЧНЫЕ СОЗ: ГЕКСАХЛОРБЕНЗОЛ (ГХБ), ПЕНТАХЛОРБЕНЗОЛ (ПЕХБ) И ГЕКСАХЛОРБУТАДИЕН (ГХБД)**

Гексахлорбензол и пентахлорбензол были указаны в качестве побочных СОЗ в Приложении С к Стокгольмской конвенции (Стокгольмская конвенция 2010 года). Их случайное образование в химических процессах и процессах сжигания аналогично образованию ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД. Самые высокие уровни ГХБ наблюдались в пробах из Шетпе, пробах, находящихся близ цементной печи, и Шабанбай Би (в пробе, взятой в 2014 г.). Проба из Шетпе (SH-E-1 / 1-2) содержала также самый высокий уровень ПЕХБ (34,5 нг г-1 жира).

Гексахлорбутадиен (ГХБД) также считается побочным СОЗ, хотя он еще не был включен в приложение С к Стокгольмской конвенции. Ни одна из проб яиц кур свободного содержания, проанализированная для этого химического вещества из горячих точек Казахстана, не имела уровня выше LOQ ГХБД (см. Таблицу 4)

#### **4.2.4. ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (ПАУ)**

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) анализировали только в пробах яиц кур свободного содержания из Мангистауской области, однако у нас есть результаты анализов куриных яиц из Таиланда и одна проба из Китая для сравнения. Результаты приведены в Таблице 5. У нас нет результатов анализа на содержание ПАУ яиц из казахстанского супермаркета, хотя мы имеем результаты анализов яиц из супермаркета в Бангкоке, которые нельзя принимать как фоновый уровень для Казахстана. Пробы из горячих точек Мангыстау не показывают высоких уровней ПАУ в сравнении с объединенными пробами яиц кур свободного содержания. Самый высокий уровень б ПАУ (385 нг г-1 жира) среди четырех проб из Мангыстау был найден в Таучике. Он также немного повышен по сравнению с образцом из супермаркета в Бангкоке (233 нг г-1 жира), однако он все еще намного ниже по сравнению с самыми высокими концентрациями среди представленных проб (более 1000 нг г-1 жира).



**Рисунок 12: Уровни гексахлорбензола в различных объединенных пробах яиц кур свободного содержания из горячих точек Казахстана по сравнению с выбранными местами в Китае (Ухань) и Беларуси (Гатово).**

**Таблица 5: Обобщенные результаты анализов на 6 ПАУ в четырех пробах яиц кур свободного содержания из Мангистауской области, собранные в 2016 году, по сравнению с некоторыми образцами из Таиланда и Китая, собранными в 2015-2016 годах (в нг г<sup>-1</sup> жира).**

Проба	BAS 02	TA-E-1	SH-E-1/1-2	SH-E-2	SMS2-13	SAR1	MTP2-18	MTP2-19	MTP1-11	Контрольная группа, супермаркет	Самуи 01	Ликенг
	Баскудук	Таучик	Шетпе	Шетпе	Самут Сакхон (Таиланд)	Сарабури (Таиланд)	Мап Та Пуг (Таиланд)	Мап Та Пуг (Таиланд)	Мап Та Пуг (Таиланд)	Бангкок (Таиланд)	Самуи (Таиланд)	Ликенг (Китай)
Нафталин	97	322	107	116	690	1300	170	110	86	140	220	430
Фенантрен	124	59	54	31	1200	150	110	88	700	93	160	250
Бензо[а]антрацен	1.1	1	<0.4	<0.5	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	< 3
Хризан	1.6	2.6	<0.4	<0.5	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	3
Бензо[б] флуорантен	<0.9	<0.8	<0.9	<1.1	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	3
Бензо[а]пирен	0.5	0.9	0.6	0.9	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	94	< 3

## 4.2.5 BFR В ЯЙЦАХ

Широкое семейство бромированных огнестойких добавок [антипиренов] в том числе тех, которые использовались в качестве замены старых, такие как полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ) и / или гексабромциклододекан (ГБЦД), анализировали в яйцах кур свободного содержания из города Балхаш, Баскудук, Шетпе, Таучик и пробы из супермаркета в Караганде. Результаты для всех измеренных BFR в этих образцах и образцах из Таиланда и Китая для сравнения собраны в таблице 6.

**Таблица 6: Обобщенные результаты анализов для разных BFR в образцах куриных яиц из Центрального Казахстана по сравнению с отобранными образцами из Таиланда и Китая (в нг g-1 жира). Уровни ниже LOQ считались «0» для расчета сумм групп BFR.**

Местоположение	Балхаш - Юго-запад	Балхаш - Юго-запад	Балхаш - Рембаза	Балхаш - Рембаза	Караганда - супермаркет	Баскудук	Шетпе	Шетпе	Таучик	Мап Та Пуг (Таиланд)	Самуи (Таиланд)	Бангкок - супермаркет (Таиланд)	Цижуа (Китай)
Образец	BAL-EGG-14-1	BAL-EGG-14-2	BAL-EGG-14-3	BAL-EGG-14-4	KAR-SUP	BAS 02	SH-E-1/1-2	SH-E-2	TA-E-1	MTP 2-19	SAMUI 01	SUPERM	QIHUA 2
ХББ	<0.16*	<0.20*	<0.20*	0.22	<0.21*	<0.33*	<0.31*	<0.01*	<0.01*	<0.16*	<0.21*	<0.26*	<0.17*
Сумма ПБДЭ**	3.51	25.78	234.56	16.04	9.50	28.10	0.00	0.00	3.03	3.30	0.92	3.10	1.94
ПБЭБ	<0.16*	<0.20*	<0.20*	<0.22*	<0.21*	<0.33*	<0.31*	<0.01*	<0.01*	<0.16*	<0.21*	<0.26*	<0.17*
α- ГБЦД	<0.69*	197.28	<0.88*	225.40	1035.71	179.08	18320.75	430.11	143.47	165.41	<0.92*	<1.12*	139.44
β-ГБЦД	<0.69*	<0.88*	<0.88*	<0.94*	<0.93*	<1.63*	<1.57*	<0.025*	<0.025*	<0.70*	<0.92*	<1.12*	<0.72*
γ-ГБЦД	<0.69*	<0.88*	<0.88*	<0.94*	<0.93*	7.25	<1.57*	<0.025*	<0.025*	<0.70*	<0.92*	<1.12*	<0.72*
Сумма ГБЦД	0.00	197.28	0.00	225.40	1035.71	187.97	18320.75	430.11	143.47	165.41	0.00	0.00	139.44
ВТВРЕ	0.16	<0.20*	<0.20*	<0.22*	0.29	3.46	<0.31*	<0.01*	1.07	0.27	<0.21*	<0.26*	<0.17*
ОВИИД	<1.33*	<1.70*	<1.70*	<1.80*	<1.79*	<3.27*	<3.27*	<0.1*	<0.1*	<1.35*	<1.77*	<2.16*	<1.39*
ДВДРЕ	<2.66*	<3.40*	<3.40*	<3.60*	<3.57*	<6.54*	<6.29*	<10.00*	<10.00*	<2.70*	<3.55*	<4.31*	<2.78*
Сумма - новые BFR	0.16	0.00	0.00	0.00	0.29	3.46	0.00	0.00	1.07	0.27	0.00	0.00	0.00

\* Ниже LOQ

\*\* После конгенеры анализировались: BDE 28 BDE BDE 47 49 66 BDE BDE 85 99 BDE BDE 100 BDE 153, 154, BDE BDE

Неожиданно высокие уровни изомера α-ГБЦД 18320,75 соответственно (1036 нг г<sup>-1</sup> жир) были обнаружены в куриных яйцах, полученных из Шетпе и из супермаркета в Караганде. Уровень выше 18 ppb является самым высоким уровнем ГБЦД, когда-либо измеренным в жире куриных яиц. Также этот уровень в яйцах кур из супермаркета – одна из самых высоких концентраций ГБЦД в куриных яйцах. Оба показателя выше, чем те, которые наблюдаются в яйцах кур свободного содержания из разных горячих точек, отобранных IPEN в 2005 году (Blake 2005). В образце из супермаркета содержится более низкий уровень ГБЦД, чем в 2000 году концентрация гликогена в 1 га, обнаруженная в немецких куриных яйцах в 2007 году (Hiebl and Vetter 2007). Проба яйца из Шетпе превышала данный уровень в 9 раз. Не совсем ясно, как это загрязнение попало в яйца в большой птицефабрике, где курица в основном не имеет доступа к открытому пространству. Потенциальным маршрутом заражения может быть использование полистирола где-нибудь на месте, доступном для цыплят на ферме и / или зараженном корме для цыпленка. Образец из супермаркета в Караганде не может рассматриваться как показатель, показывающий фоновый уровень BFR в куриных яйцах из Казахстана. Повторный отбор проб и мониторинг BFR в куриных яйцах из супермаркетов в Караганде могут помочь устранить источник серьезного загрязнения пищевой цепи ГБЦД. Полистирол или автомобильная обивка, обработанные ГБЦД в качестве ингибитора воспламенения, скорее всего, являются источником загрязнения пробы яиц кур свободного содержания, отобранной в Шетпе. Следует отметить, что в Шетпе эти яйца отбирались у цементной печи.

Значительные уровни ГБЦД наблюдались также в других образцах объединенных яиц BAL-EGG-14-4 из Балхаш-Рембаза (225 нг нг г<sup>-1</sup> жира), а в образце BAL-EGG-14-2 из Балхаша - Юго-запад (197 нг нг г<sup>-1</sup> жира), SH-E-2 из Шетпе, на некотором расстоянии от цементной печи (430 нг г<sup>-1</sup> жира), и BAS 02 из Баскудука (188 нг г<sup>-1</sup> жира). В отчете IPEN, посвященном различным горячим точкам, максимальный уровень ГБЦД (160 нг г<sup>-1</sup> жира) в яйцах кур свободного содержания был обнаружен в образце на свалке Dandora в Найроби. Самый высокий уровень ПБДЭ (107 нг г<sup>-1</sup> жира) в этом отчете был обнаружен в образце из окрестностей установки для сжигания опасных отходов в Турции. В образце BAL-EGG-14-3 из Балхаша-Рембазы (235 нг г<sup>-1</sup> жира) обнаружен намного более высокий уровень, превышающий этот показатель более чем в два раза. Четыре соответствующих семикрантных уровня были обнаружены в яйцах птиц в окрестностях китайской установки для сжигания твердых бытовых отходов (Petrlik, 2015), на соответствующей площадке по рециркуляции электронных отходов в Восточном Китае (Labunska, Harrad et al., 2013).

Мы искали BFR также в отложениях озера Балхаш во время наших исследований в 2014 году. ПБДЭ и изомеры ГБЦД не были обнаружены в четырех проанализированных пробах осадков, взятых у хвостохранилища и не превышали уровня выше LOQ (VŠCHT - Ústav analýzy potravin a výživy 2014).

## 4.2.6. ХЛОРОГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ (ХОП)

**Таблица 7: Обобщенные результаты анализа ХОП для десяти проб яиц кур свободного содержания со второго года выборки (2014 г.) плюс фоновая выборка из супермаркета в Караганде, отобранная в 2015 году. Для сравнения предоставляем предельные значения ЕС (European Commission 2008). Эти результаты выражаются в свежем весе нг г<sup>-1</sup>, поскольку пределы ЕС установлены для нового веса ХОП.**

Местность	Экибастуз - подстанция	Экибастуз - Союз	Экибастуз - Союз	Шабанбай би	Шабанбай би	Ростовка	Чкалово	Караганда - супермаркет	Стандарт ЕС
Проба	EKI-14-1-EGG; EKI-27-EGG	EKI-14-2-EGG	EKI-14-3-EGG	ARAI-EGG	Shabanbai Bi 2	NUR-EGG-14-1	NUR-EGG-14-2	KAR-SUP	
ГХБ	0.67	0.15	0.21	0.63	0.39	0.35	0.69	0.15	20.00
α-ГХЦГ	0.07	0.16	0.75	18.47	3.62	0.48	0.14	0.01	20.00
γ-ГХЦГ	0.01	0.45	0.41	2.52	0.96	0.34	0.16	0.05	10.00
β-ГХЦГ	1.30	0.94	3.33	66.38	75.00	6.03	1.80	0.01	10.00
Сумм. 4 ДДТ (ЕС)	1.82	19.68	16.77	29.02	5.52	20.46	15.24	0.17	50.00

Местность	Балхаш - Юго-запад	Балхаш - Юго-запад	Балхаш - Рембаза	Балхаш - Рембаза	Баскудук	Таучик	Шетпе	Шетпе	Стандарт ЕС
Проба	BAL-EGG-14-1	BAL-EGG-14-2	BAL-EGG-14-3	BAL-EGG-14-4	BAS 02	TA E - 1	SH-E-1/1 - 2	SH-E-2	
ГХБ	0.21	0.26	0.45	0.24	0.46	0.45	0.97	0.16	20.00
α-ГХЦГ	0.13	1.30	0.26	0.80	0.20	0.79	12.5	1.56	20.00
γ-ГХЦГ	0.00	0.71	0.28	0.51	0.13	0.15	1.95	0.31	10.00
β-ГХЦГ	0.72	9.34	1.56	2.60	7.88	122	209	61.0	10.00
Сумм. 4 ДДТ (ЕС)	1.28	3.39	32.30	119.83	24.11	36.78	8.82	5.33	50.00

Европейские предельно допустимые концентрации остатков пестицидов, включая ХОП, в куриных яйцах, устанавливаются на массу яйца в сыром виде. Сопоставление содержания ХОП в одиннадцати пробах куриных яиц из Казахстана представлено в Таблице 7. Европейские пределы были превышены только в двух пробах: предельно допустимая суммарная концентрация ДДТ была превышена в яйцах из участка «Балхаш – рембаза» (BAL-EGG-14-4) более чем вдвое, а предельная концентрация  $\beta$ -ГХЦГ была превышена в пробе из села Шабанбай би более чем в шесть раз. Концентрация  $p,p'$ -ДДТ составила 124 и 441 нг /г<sup>-1</sup> жира, соответственно, в двух пробах из «Балхаш – рембаза», что превышает предельно допустимую концентрацию по законодательству Российской Федерации (см. Таблицу 2).

Во всех пробах яиц свободного содержания были зафиксированы концентрации ДДТ, которые превосходили фоновые концентрации ДДТ в яйцах, купленных в супермаркете. Значительно более высокий уровень ДДТ наблюдался во втором образце Балхаш – Рембаза (BAL-EGG-14-3), в первом образце из Шабанбай би, в двух образцах Экибастуз – Союз, Ростовки, Чкалово, Баскудука и Таучика. Сравнительный уровень ДДТ был также обнаружен в яйцах кур свободного содержания в Гатово, Беларусь.

Высокие уровни ГХЦГ наблюдались в двух образцах от Шабанбай Би и в трех из четырех образцов Мангистауской области. Концентрация  $\beta$ -ГХЦГ в образце SH-E-1 / 1-2 из Шетпе превышала предел ЕС более чем в 20 раз (см. Таблицы 2 и 7), а также дважды превысила российское предельное значение (см. Таблицы 2 и 7). Повышенный уровень  $\beta$ -ГХЦГ вблизи предельного значения ЕС был обнаружен в яйцах из Балхаша – юго-запад (BAL-EGG-14-2).  $\beta$ -ГХЦГ является изомером пестицидного линдана. Потенциальным источником этого загрязнения может быть либо корм, либо вода, которые употребляют куры. Высокие уровни  $\beta$ -ГХЦГ наблюдались, например, в молочном молоке в долине Сако, Италия, где было обнаружено, что корм для скота является источником загрязнения (Sala, Caminiti et al., 2012). В отличие от результатов, полученных от проб яиц кур свободного содержания, в образцах верблюжьего молока из Мангистауской области были очень низкие концентрации ХОП (Петрлик, Калмыков и др., 2016). Значительный уровень  $\beta$ -НСН наблюдался также в некоторых образцах продуктов животного происхождения (масло) и тканей человека из окрестностей Аральского моря в Узбекистане (Ataniyazova, Baumann et al., 2001).

### **4.3. РТУТЬ**

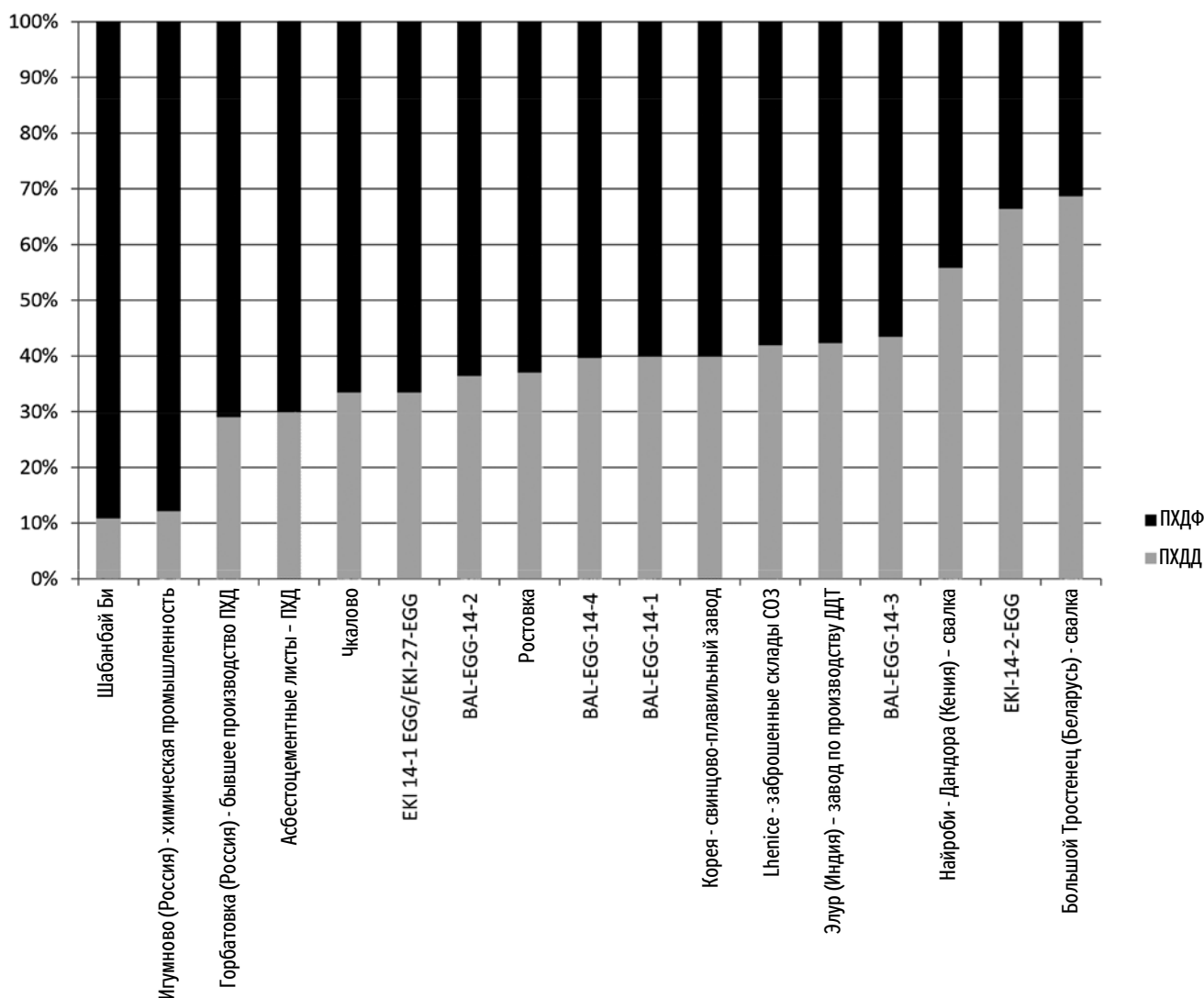
Концентрация ртути в двух анализированных объединенных пробах яиц были ниже казахстанского предельно допустимого значения. Уровни концентрации в яйцах из Ростовки, на реке нура, в 10 раз превышали концентрацию пробы из Шабанбай би.

## **5. РАЗБОР РЕЗУЛЬТАТОВ**

### **5.1. ФОНОВЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ СОЗ В ЯЙЦАХ.**

На участке «село Шабанбай би», выбранном в качестве удаленной зоны Казахстана, были зафиксированы высокие концентрации отдельных СОЗ в яйцах свободно пасущихся кур, что делает этот участок непригодным в качестве фонового участка при оценке загрязнения СОЗ. Это было установлено на самых последних этапах исследования; в апреле 2015 года мы взяли пробы яиц из супермаркета в Караганде, от кур, выращенных в крупном фермерском хозяйстве без доступа к открытому воздушному пространству, с целью получения информации о фоновом уровне загрязнения СОЗ в куриных яйцах в Казахстане. Результаты анализов данной пробы представлены в Таблицах 4 и 7. Уровни концентрации СОЗ в данной пробе, конкретно по ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД (DiGangi and Petrlik 2005) были схожими, или более низкими, например по ГХБ, неорто-ПХД или ДДТ (DiGangi and Petrlik 2005, IPEN Pesticides Working Group 2009), в сравнении с показателями фоновых проб других исследований СОЗ в куриных яйцах. Для ПехБ уровень почти 3 нг г<sup>-1</sup> жира был измерен в образце из супермаркета в Караганде куриных яиц. Более низкие уровни были проанализированы в некоторых других образцах (см. Таблицу 4). ГХБД был обнаружен на уровне ниже LOQ (<0,36 нг г<sup>-1</sup> жира) в этом образце.

Хотя вышеупомянутый образец СОЗ из супермаркета можно рассматривать в качестве фонового уровня, нельзя сказать тоже самое и о BFR, поскольку второй самый высокий уровень ГБЦД среди всех образцов, собранных в Казахстане для этого исследования, был измерен в этом образце (см. Главу 4.2.5, Таблица 6).



**Рисунок 13: Доля конгенов ПХДД и ПХДФ в общих значениях BOD-TEQ в разных яйцах кур свободного содержания (в более темных тонах) и двух других матричных образцах (в менее интенсивном цвете). Источник информации: для данных о яйцах (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Eco-SPES et al. 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Envilead et al. 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Foundation for Realization of Ideas et al. 2005, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Periyar Malineekarana Virudha Samithi - PMVS et al. 2005); для других данных (Sam-Cwan 2003, Winkler 2015).**

## 5.2 ПРОФИЛИ ДИОКСИНОВЫХ КОНГЕНЕРОВ И ГИПОТЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ

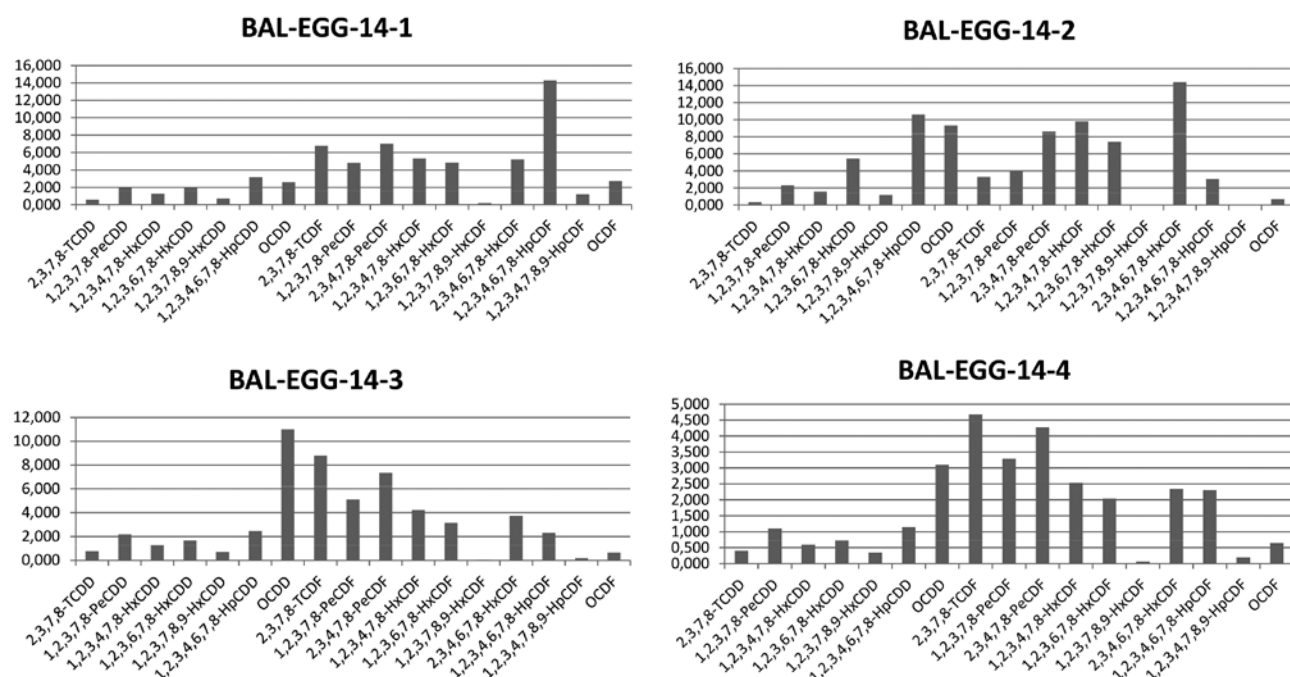
Мы можем сопоставить выявленные профили диоксиновых конгенов в яйцах свободно пасущихся кур с профилями, характерными для отдельных категорий источников загрязнения, с тем чтобы приблизиться к выявлению источников загрязнения на исследуемых участках. График на рисунке 13 показывает баланс между ПХДД и ПХДФ в образцах яиц и двумя образцами без яиц (выбросы в атмосферу свинцового плавильного завода или содержание ПХДД / Ф пластинах из асбестоцементных волокон). Имеются образцы яиц из предыдущего отчета IPEN, в котором были определены наиболее вероятные источники диоксинов. В качестве одного из критериев базовой классификации потенциальных источников используется разделение между конгенерами ПХДД и ПХДФ в токсичных эквивалентах (Sam-Cwan 2003, Yoon-Seok 2003). Однако его можно использовать только в качестве базовой информации. Необходим дальнейший анализ модели происхождения диоксинов.

## 5.2.1. БАЛХАШ

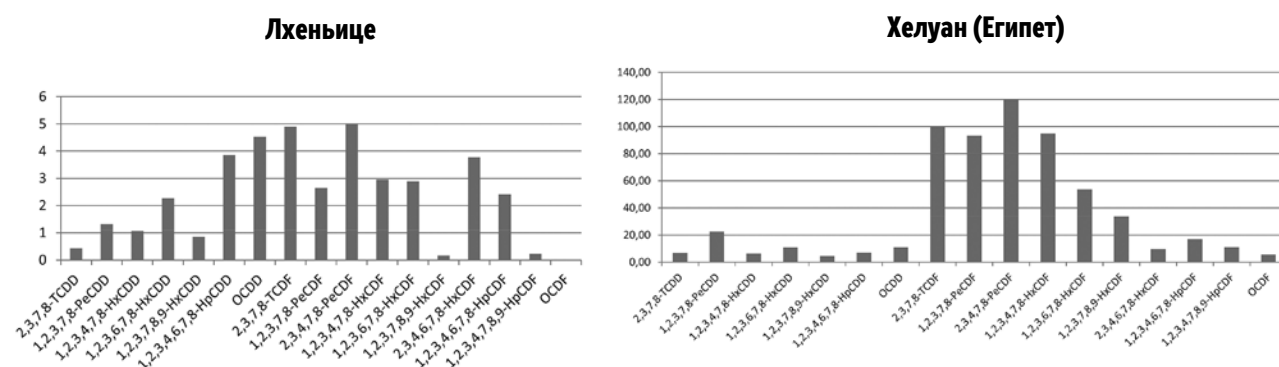
Очевидно, что в городе Балхаш присутствует сразу несколько источников загрязнения яиц свободно пасущихся кур, особенно если сравнить профили диоксиновых конгенов из этих проб (см. Рис. 14 – 17), хотя и они расположены близко друг к другу, от участка «Балхаш - юго-запад» и «Балхаш - рембаза». Профиль диоксиновых конгенов, схожий с тем, что характерен для пробы BAL-EGG-14-4, был зафиксирован также у яиц, собранных в Лхеньице, Чешская Республика (см. Рис. 18), где предполагаемым источником загрязнения являлся заброшенный склад ПХД и пестицидов. Также прослеживается определенная схожесть в относительно высоких уровнях концентрации ДДТ и его метаболитов у проб BAL-EGG-14-4 и пробы из Лхеньице.

BAL-EGG-14-3 близка по профилю ПХДД/Ф к пробе из г. Хелуан, Египет (см. Рис. 19) (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Day Hospital Institute et al. 2005). Источники выбросов горения, в том числе предприятия металлургической отрасли, были определены в качестве возможных источников загрязнения в случае с пробой яиц в Хелуане. Мы не смогли найти какой-либо один профиль, характерный для остальных проб из зоны города Балхаш, но превалирование ПХДФ указывает на некоторые источники выбросов горения, или заброшенные склады CO<sub>2</sub>, в качестве вероятных источников диоксинов, которые могут оказаться как открытыми местами сжигания отходов, так и предприятиями металлургической отрасли.

Высокая концентрация диоксинов — 264 пг ВОЗ-ТЕQ /г<sup>-1</sup> — была зафиксирована в пыли, выбрасываемой медеплавильным заводом в Балхаше, согласно данным, опубликованным в Национальном плане выполнения обязательств Республики Казахстан по Стокгольмской конвенции(2009); тем не менее, исходные данные, используемые в анализах, не были обнаружены. Значительная концентрация также была зафиксирована в пробе воздуха на заводе.



Рисунки 14 – 17: Профили диоксиновых конгенов, обнаруженные в пробах яиц свободно пасущихся кур в зоне города Балхаш.

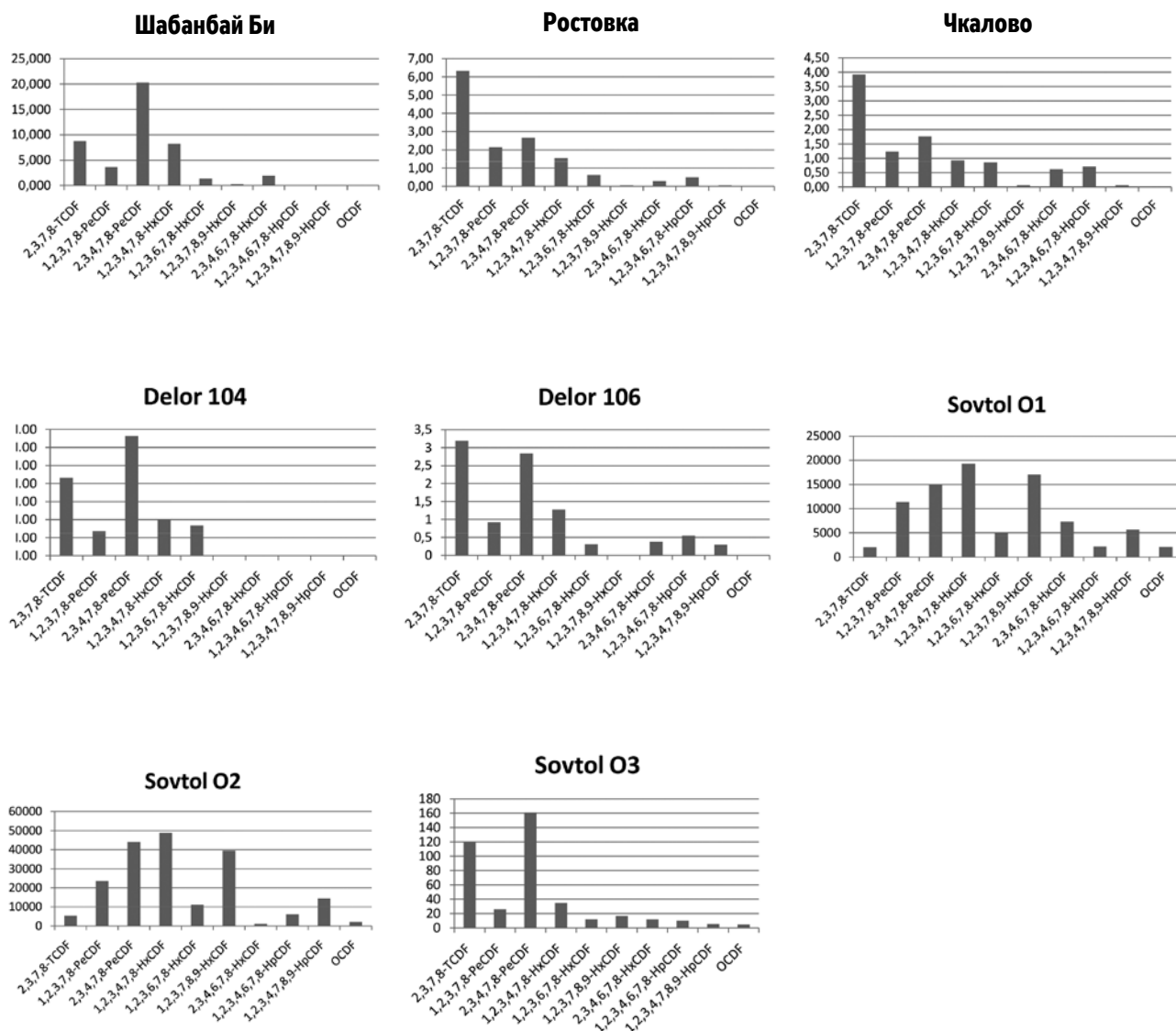


Рисунки 18 – 19: Профили диоксиновых конгенов в яйцах свободно пасущихся кур из пробы, взятой в Лхеньице, Чешская Республика (левый график) и из пробы, взятой в г. Хелуан, Египет (правый график).



## 5.2.2. ЗОНА РЕКИ НУРА И СЕЛА ШАБАНБАЙ БИ

Профили конгенов полихлорированного дибензофурана (ПХДФ) в пробах, взятых в Казахстане, были сопоставлены с профилями смесей ПХД: марка Совтол, описанная Бродским и соавт. (2005), Delor 103, 104, 105 и 106, описанный Taniyasu и соавт. (2003). Похожий профиль конгенов ПХДФ из пробы яиц свободно пасущихся кур из Шабанбай би очень близок к пробе марок Совтол 03 или Delor 104, тогда как профили проб куриных яиц из Ростовки и Чкалово ближе к Delor 106 (см. Рисунки 20–24). Во всех этих трех пробах, диоксиноподобных ПХД также преобладали над ПХДД/Ф, выступая основными способствующими факторами роста показателя ВОЗ-TEQ (см. Рис. 11).



**Рисунки 20 – 27: Профили конгенов ПХДФ для проб яиц свободно пасущихся кур из Шабанбай би, Ростовки и Чкалово, в сравнении с Delor 104 и Delor 106, по данным исследования Taniyasu и соавт. (2003), пробами Sovtol 01, 02 и 03 (Бродский, Евдокимова и соавт. 2005).**

Можно сделать предположение о том, что ПХД, используемые в трансформаторном масле, или запасы ПХД, могут служить возможными источниками заражения яиц свободно пасущихся кур в Шабанбай би и зоне реки Нура, или же могут быть в составе корма для кур. Группа из «ЭкоМузея» посетила Шабанбай би для поиска возможного источника повышенного загрязнения яиц в этом селе, но поиски оказались безрезультатными. Также источником могут являться уже удаленные запасы СОЗ, но с остаточным загрязнением складских помещений или почвы на территории населенного пункта. В Темиртау и в зоне реки Нура все еще имеются заброшенные запасы ПХД, а также старые трансформаторы, находящиеся в эксплуатации.

В Темиртау в воздушной среде было замерено наивысшее среднее значение по 6 индикаторным конгенам ПХД — 885  $\text{пг м}^{-3}$ , в сравнении с 5 другими местами в Казахстане, в 2008 году (UNEP GMP 2013). Высокий уровень диоксинов — 607.7  $\text{пг}$



VO<sub>3</sub>-TEQ /г<sup>-1</sup> — был зафиксирован в пылевых выбросах агломерационной установки предприятия Mittal Steel в Темиртау, по данным, опубликованным в Национальном плане выполнения обязательств Республики Казахстан по Стокгольмской Конвенции (, 2009). Значительная концентрация была также зафиксирована в пробе воздуха на территории предприятия. Нам не были доступны подробные профили конгенеров ПХДД/Ф по этим измерениям.

### **5.2.3. ЭКИБАСТУЗ**

В объединенных пробах, собранных на территории Экибастуза, фигурируют различные профили конгенеров ПХДД/Ф. Это, опять же, свидетельствует о наличии различных источников загрязнения диоксинами в данной зоне; тем не менее, на диоксиноподобных ПХД приходится основная доля диоксиноподобной токсичности в пробах яиц. Это можно отнести к известному источнику ПХД-загрязнения — электрической подстанции Экибастуза — однако в пробах куриных яиц не был установлен соответствующий профиль конгенеров ПХДФ.

## **5.3. ПХД, ХОП И ИХ ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ**

Высокая концентрация на данный момент запрещенных СОЗ-пестицидов, таких как ДДТ или ГХЦГ, в пробах из Шабанбай би и Балхаша, указывает на возможное использование этих устаревших и запрещенных пестицидов, или на наличие их запасов — либо на конкретных объектах, либо на объектах изготовления корма для кур.

## **5.4. BFR И ИХ ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ**

Результаты высокого уровня ГБЦД и ПБДЭ в образцах яиц кур свободного содержания из Балхаша, Шетпе, Таучик и Баскудука показывают, что у кур, скорее всего, есть доступ к участкам, загрязненным BFR, таким как, например, места с обломками автомобилей, пластмассовые отходы (включая полистирол) и / или отходы электрического или электронного оборудования. Другим потенциальным источником загрязнения может быть повторная переработка этих отходов на каком-либо объекте в городе, который может выделять BFR в пыль в результате обработки этих отходов. BFR, скорее всего, не используются намеренно в металлургических предприятиях, расположенных в Балхаше, но могут находиться в металлоломе, перерабатываемом на металлургических заводах. Дальнейший мониторинг BFR должен проводиться в окружающей среде города Балхаш, и больше внимания следует уделять управлению отходами в городе.

Высокий уровень ГБЦД в куриных яйцах контролируемой фермы, продаваемых в супермаркете в Караганде, трудно объяснить без дальнейшего расследования. Тут тоже необходимо внимание государственного контроля за пищевыми продуктами, хотя в Казахстане нет пределов для BFR в продуктах.

## **6. РАЦИОНАЛЬНЫЕ НОРМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ СОЗ ЧЕРЕЗ ЯЙЦА КУР СВОБОДНОГО СОДЕРЖАНИЯ.**

Доля яйца в общем потреблении продуктов питания в Казахстане в 2007 году была близка к 1% от общей продовольственной корзины в день согласно данным World Atlas - Food Security (Кноета 2012), и увеличивалась примерно на 1/3 от ее общего количества в день (18 г на человека в день) каждые 5 лет. Это означает, что потребление яиц в 2017 года может составлять около 28 г на человека в день, при условии сохранения такой тенденции. Если мы примем 50 г как средний вес одного яйца, это значит, что на сегодня человек в Казахстане в среднем потребляет половину яйца в день.

Мы попытались рассчитать потребление пищи с содержанием следующих групп загрязняющих веществ в день: 1) ПХДД / Ф и диоксиноподобные ПХД; 2) ГХЦГ, 3) ПБДЭ и 4) ГБЦД. Расчет производился с использованием измеренных уровней определенных веществ на грамм чистого веса и расчета его суточного потребления при потреблении половины яйца в день (25 граммов яиц). Было высчитано среднее значение на случай других образцов. Результаты представлены в Таблице 8.

Затем результаты сравнивались с имеющейся информацией о ежедневном потреблении оцениваемых веществ: 1) ГХЦГ: мы использовали данные о потреблении пищи для населения двух китайских городов: Пекина и Шэньяна (Yu, Wang et al., 2013). 2) ПХДД / Ф и диоксиноподобные ПХД: расчеты для ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД были сопоставлены с TWI, предложенными ВОЗ на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ / кг веса тела в неделю = 2 пг ВОЗ-ТЕQ / кг веса тела в день (Европейская комиссия, 2001, Gies, Neumeier и др., 2007). 3) ПБДЭ и ГБЦД. В начале этого столетия появилась оценка ежедневного потребления этих двух групп BFR в Швеции (Lind, Aune et al., 2002). Мы сравнили наши данные с данными, полученными в шведском исследовании потребления яиц. См. Сравнение в Таблице 8.

**Таблица 8: Обобщенные результаты подсчета диетического потребления отдельных СОЗ путем употребления половины яйца (25 г) курица, выращенной в некоторых горячих точках Казахстана или яйца, купленных в супермаркете в Караганде, где куры выращены в крупном коммерческом хозяйстве. Половина куриного яйца - приблизительное текущее среднее потребление на человека в день в Казахстане на основе расчета из имеющихся данных (Кпоета 2012). Для сравнения приводятся данные о суммарном ежедневном потреблении отдельных СОЗ из литературы (см. Пояснение в третьем абзаце главы 6). Данные о потреблении яиц были доступны только о BFR в Швеции (Lind, Aune et al., 2002).**

Потребление ½ яйца	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай би	Баскудук	Таучик	Шетпе	Супермаркет Караганды	Общее потребление Шэньян (Китай)	Общее потребление Шэньян (Китай)	EFSA TWI	Нормы потребления яиц в Швеции
β-ГХЦГ (нг)	81	46	151	45	1767	197	3053	3376	0.25	нет	нет	нет	нет
Сумм. НХЦГ (нг)	114	62	171	53	2087	217	3087	3594	1.75	4620	6580	нет	нет
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (нг ВОЗ-ТЕQ)	52	25	110	95	607	53	нет	25	3	нет	нет	140	нет
ПБДЭ (нг)	257	нет	нет	нет	нет	108	12	0	33	нет	нет	нет	1.88
ГБЦД (нг)	377	нет	нет	нет	нет	713	514	37 004	3625	нет	нет	нет	42

Диетическое потребление ГХЦГ является наиболее важным в Шетпе, затем следуют Таучик и Шабанбай Би. При потреблении одной половины яйца из этих мест люди могут достигать одной трети, соответственно, половины от общего ежедневного потребления этих химических веществ в китайских городах Шэньян и Пекине на человека (рассчитанных на 70 кг веса взрослого человека). Аналогичное сравнение с ситуацией в западноевропейских странах будет выглядеть совсем по-другому, так как в Германии в 1995 году средний уровень трех изомеров НСН в целом для человека массой 70 кг может составлять приблизительно 882 нг (Wilhelm, Schrey et al., 2002). Этот уровень был бы в несколько раз превышен при употреблении половины яйца кур свободного куриного содержания из вышеупомянутых мест в Казахстане.

Бромированные антипирены были измерены в конце нашего исследования, и поэтому мы смогли получить анализы только для ограниченного количества четырех проб из Балхаша, одной пробы из Баскудука, Таучик, Две пробы из Шетпе и Караганды - проба из супермаркета. При потреблении половины яйца из этих мест, нужно многократно превышать общее ежедневное потребление, съедая яйца в Швеции в 1998-1997 гг., как исследовал Lind, Aune et al. (2002). Потребление ГБЦД из яиц, полученных в Шетпе превышает шведские показатели конца 20-го века в 881 раза, а купленные в супермаркете в Караганде - в 86 раз.

Диетическое потребление диоксинов (ПХДД / Ф) и диоксиноподобных ПХД в половине яйца для разных местностей показано в Таблице 8. Потребление половины яйца из Шабанбай Би будет превышать суточное потребление, получаемое от допустимого еженедельного потребления (TWI), предложенного EFSA, более чем в 4 раза, и половина яйца из Ростовки и Чкалово были близки к этому уровню. В Таблице 9 рассчитывается общее количество яиц в соответствии с концентрациями ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД, которые необходимо потреблять, чтобы достичь приемлемой суточной дозы, полученной из TWI, предложенной EFSA на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ кг<sup>-1</sup> веса тела (European Commission 2001, Gies, Neumeier et al., 2007).

Эти цифры являются предположениями, основанными на ограниченном числе образцов, хотя в некоторых местах были взяты несколько сгруппированных образцов яиц, как описано в главе 2 настоящего исследования, но они иллюстрируют, насколько серьезным является загрязнение диоксинами и диоксиноподобными ПХД в оцененных горячих точках. Наиболее серьезное загрязнение было обнаружено в Шабанбай-би, где главным образом конгенеры ПХД-клеток вносят вклад в общую токсичность диоксинов в обоих образцах, взятых из одной фермы в течение двух лет. Также вызывает тревогу заражение яиц из объединенных проб в Ростовке и Чкалово, за которыми следуют Баскудук и Балхаш.

Анализы по методу DR CALUX не были включены в эти расчеты в Таблице 9, поскольку они могли бы отражать диоксиноподобные эффекты некоторых других химических веществ. Тот же расчет результатов анализа DR CALUX представлены в Таблице 10. Образцы из Балхаша кажутся более загрязненными в этой таблице, поскольку они включают также образец

с очень высокой концентрацией ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД 101 пг BEQ g<sup>-1</sup>. Также диетическое потребление диоксиноподобных соединений из яиц в образцах из Темиртау – Самарканд представляется очень высоким. Употребление яиц из Экибастуза оказалось менее рискованным по сравнению с измеренными уровнями GCMS-HRMS. Необходимо принять во внимание, что мы не смогли брать образцы в тех же местах, что и в первом отборе проб, поэтому информация, полученная в ходе этой дополнительной оценки, подтверждает Экибастуз как менее загрязненную местность в отношении диоксиноподобных соединений.

Согласно данным DR CALUX, яйца из Шабанбай Би не так загрязнены. Это можно объяснить тем, что только первая объединенная выборка была проанализирована этим методом, а вторая не была (см. Объяснение в главе 8), поэтому в таблице 10 могут быть представлены результаты, рассчитанные только для первого образца (ARAI-EGG). Первая объединенная выборка из Шабанбай Би имела гораздо более низкую концентрацию диоксиноподобных ПХД (28,6 пг ВОЗ-ТЕQ г<sup>-1</sup>) по сравнению со второй (150,4 пг ВОЗ-ТЕQ г<sup>-1</sup>), однако метод DR CALUX показал меньшую токсичность BEQ, чем токсичность ВОЗ-ТЕQ, измеренная GCMS-HRMS. Этот результат лишь подчеркивает необходимость проведения дополнительных исследований в этой местности, на которых были обнаружены неожиданно высокие уровни ПХД и ХОП.

**Таблица 9: Общее количество яиц в соответствии с концентрациями ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД необходимых для потребления для достижения приемлемой суточной дозы, полученной из TWI, предложенной EFSA на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ кг<sup>-1</sup> веса тела.**

Местность	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Баскудук	Шетпе	Супермаркет Караганды
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ в половине яйца)	52	25	110	95	607	53	25	3
Количество яиц в день для достижения 140 пг ВОЗ-ТЕQ	1.4	2.8	0.6	0.7	0.1	1.3	2.8	22.3

**Таблица 10: Общее количество яиц в соответствии с концентрациями ПХДД / Ф и диоксиноподобных ПХД, измеренных DR CALUX (см. Таблицу 3), необходимых для потребления для достижения приемлемой суточной дозы, полученной из TWI, предложенной EFSA на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ кг<sup>-1</sup> веса тела.**

Местность	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Темиртау - Самарканд	Супермаркет Караганды
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ в половине яйца)	132	16	38	56	41	105	0
Количество яиц в день для достижения 140 пг ВОЗ-ТЕQ	0.5	4.3	1.8	1.2	1.7	0.7	нет

## 7. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Обнаружение СОЗ в некоторых яйцах кур свободного содержания из «горячих точек» Казахстана может указывать на наличие неизвестных заброшенных запасов СОЗ, или доселе неизвестных общественности источников загрязнения. Эти результаты наводят на тот же вывод, который сделал Muntean в случае с Узбекистаном в 2003 году: «Во-вторых, хотя в настоящем и других исследованиях приводятся некоторые предварительные данные, пока еще недостаточно известно об экологической судьбе прошлого использования пестицидов и его настоящем влиянии на здоровье населения. Соответственно, необходимо провести исследования экологического преобразования и судьбы отдельных пестицидов и оценить их воздействие на здоровье населения». (Muntean, Jermiñi и соавт. 2003). От себя мы можем только добавить, что Казах-

стану необходимо провести такие исследования также в отношении устаревших ПХД-масел, и других возможных форм применения ПХД (краска, гипс, асбестовые крыши и т.д.), хотя мы осведомлены о том, что основной учет ПХД уже был проведен, или в настоящее время проводится. На участках загрязнения СОЗ должны быть затем применены соответствующие меры очистки для устранения источников заражения СОЗ по всей стране.

Высокая концентрация ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД была зафиксирована в пробах яиц кур на свободном выпасе. Четыре пятых проб превысили европейскую предельно допустимую концентрацию ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД в куриных яйцах. Государственными ведомствами должны проводиться более регулярные мероприятия по мониторингу диоксинов и диоксиноподобных ПХД в пробах пищевых продуктов. Клеточный исследовательский метод DR CALUX(R) продемонстрировал свою эффективность в выявлении новых загрязненных участков, а также в оценке общей загрязненности ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД собранных в казахстанских «горячих точках» пищевых продуктов (яиц).

Превышение как российских, так и европейских предельно допустимых концентраций ПХДД/Ф и д/п ПХД в пробах куриных яиц, использованных в настоящем исследовании, были превышены чаще, чем нормы для 6 конгенов ПХД и ХОП. Высокие уровни концентрации диоксинов и диоксиноподобных ПХД в яйцах свободно пасущихся кур из Балхаша подтверждают серьезную загрязненность города. Результаты нашего исследования подтверждают результаты казахстанского Плана выполнения обязательств, согласно которому, эпидемиологические исследования населения Балхаша свидетельствуют о канцерогенности и вредности СОЗ. В Балхаше наблюдалась наибольшая онкозаболеваемость в период с 1999 по 2003 гг. (в сравнении с некоторыми другими регионами и средней заболеваемостью по Казахстану) (Республика Казахстан 2009). Меры по сокращению выбросов диоксинов и диоксиноподобных ПХД на металлургических предприятиях города Балхаша, а также Темиртау, являются абсолютно необходимыми для обеспечения общего сокращения выбросов побочных СОЗ в исследуемом регионе Казахстана.

Настоящее исследование выявило серьезное загрязнение яиц кур свободного содержания в городе Балхаш бромированными огнезащитными веществами (BFR), в частности ПБДЭ и  $\alpha$ -ГБЦД. Также коммерчески распространенный образец яиц из супермаркета в Караганде содержал удивительно высокий уровень  $\alpha$ -ГБЦД. Насколько нам известно, уровень содержания ГБЦД в куриных яйцах в 18 ppm (в жирах) был обнаружен в яйцах кур свободного содержания в Шетпе. Эти химические вещества постоянно не контролируются в окружающей среде Казахстана. Они должны контролироваться, хотя они, вероятно, не широко используются в промышленных объектах, но импортные продукты, такие как автомобили, электроника, изделия из переработанных пластмасс и / или изоляционные материалы могут содержать эти химические вещества, и они могут появляться в отходах впоследствии и загрязнять пищевую цепь, в то время как они не контролируются и не регулируются.

Куриные яйца являются важной частью рациона. Яйца из местностей, загрязненных СОЗ, могут значительно способствовать нагрузке организма из-за этих химических веществ, как показано в главе 6 настоящего доклада, хотя яйца менее распространены в продуктах питания населения Казахстана по сравнению с некоторыми другими странами. Решение заключается не в том, чтобы препятствовать тому, чтобы общественность питалась куриными яйцами, закрывала куриные фермы или начинала наказывать фермеров, но, чтобы предотвратить дальнейшее загрязнение пищевой цепи в определенных горячих точках, а также в продуктах крупных коммерческих ферм. Мы использовали куриные яйца, поскольку было доказано, что они являются хорошими индикаторами потенциального загрязнения пищевой цепи. Мы не исследовали мясо, но результаты других исследований, посвященных верблюжьему молоку (Петрлик, Калмыков и др., 2016), показали, что проблема шире, и продукты из жировых тканей животных, выращенных в определенных горячих точках, также могут быть загрязнены. В некоторых других исследованиях было продемонстрировано одновременное загрязнение куриных яиц и мяса в загрязненных участках (Chang, Hayward et al., 1989, Lovett, Foxall et al., 1998).

## **8. ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Основными ограничениями исследования были ограниченные финансовые, временные и личные ресурсы. Поэтому можно было использовать только ограниченное количество образцов куриных яиц и провести ограниченное количество анализов. Мы не смогли повторить весь спектр анализов для каждого образца, что создало некоторые пробелы в данных, доступных для нашей окончательной оценки.

Нам также не хватает данных об уровне общего рациона питания различных загрязняющих веществ в Казахстане, а также информации о среднем питании населения Казахстана. Мы работали с ограниченным количеством информации, доступной вместо этого. Тем не менее, в Центральном и Западном Казахстане было получен отклик на ситуацию, включая выявление основных проблем, связанных с потенциальными путями попадания загрязнений в пищевую цепь (представленную образцами яиц кур свободного содержания в этом исследовании). Однако дальнейшие исследования в этой области по-прежнему необходимы. Представленные здесь результаты не могут считаться исчерпывающими, а скорее выражают потребность в расширенных исследованиях в будущем.

Сравнение уровней концентрации загрязнителей, обнаруженных в образцах, с правовыми нормами также имеет свои ограничения. Каждая из правовых норм определяется по-разному и для разных целей. Кроме того, отсутствуют существующие правовые нормы для некоторых загрязнителей, и некоторые правовые ограничения или уровни TDI устарели. Оценка потенциального риска для людей и окружающей среды не может быть проведена только путем консультаций с правовыми нормами; необходим тщательный анализ рисков на основе достаточного количества образцов и подробного описания состояния района и потенциальных получателей риска. Мы попытались провести базовую оценку риска для здоровья, выраженного в виде ежедневного потребления некоторых важнейших загрязнителей, за счет потребления яиц кур свободного содержания, выращиваемых в выбранных горячих точках, чтобы дать хотя бы общее представление об уровне воздействия человека на различные загрязняющие вещества.

Мы считаем, что наиболее важным является начало борьбы в Казахстане с общим загрязнением такими загрязняющими веществами, как ПХД, ПХДД / Ф, ХОП, а также некоторыми BFR.

## 9. ИСТОЧНИКИ

- Akhmetov, E. Z., K. K. Kadyrzhanov, K. A. Kuterbekov, M. Dotri, D. S. Eleukenov and K. B. Musabekov (1999). About ecological situation of Koshkar-Ata tailing pond seashore and possibilities for long-term ground immobilization under water and wind erosion. 2-nd International conference on nuclear and radiation physics. (II Mezhdunarodnaya konferetsiya po yadernoj i raditsionnoj fizike). Almaty, Kazakhstan; 7-10 Jun 1999, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan); National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan); Institute of Nuclear Physics (Kazakhstan);
- Arkenbout, A. (2014). "Biomonitoring of Dioxins/dl-PCBs in the north of the Netherlands; eggs of backyard chickens, cow and goat milk and soil as indicators of pollution." Organohalogen Compd **76**: 1407-1410.
- Aslan, S., M. Kemal Korucu, A. Karademir and E. Durmusoglu (2010). "Levels of PCDD/Fs in local and non-local food samples collected from a highly polluted area in Turkey." Chemosphere **80**(10): 1213-1219.
- Ataniyazova, O. A., R. A. Baumann, A. K. Liem, U. A. Mukhopadhyay, E. F. Vogelaar and E. R. Boersma (2001). "Levels of certain metals, organochlorine pesticides and dioxins in cord blood, maternal blood, human milk and some commonly used nutrients in the surroundings of the Aral Sea (Karakalpakstan, Republic of Uzbekistan)." Acta Paediatr **90**(7): 801-808.
- Besselink H, J. A., Pijnappels M, Swinkels A, Brouwer B (2004). "Validation of extraction, clean-up and DR CALUX® bioanalysis. Part II: foodstuff." Organohalogen Compd **66**: 677-681.
- Blake, A. (2005). The Next Generation of POPs: PBDEs and Lindane. Keep the Promise, Eliminate POPs Report, IPEN: 18.
- Brodsky, E. S., G. V. Evdokimova, S. G. Zlotin, N. A. Kluyev, D. P. Samsonov, N. A. Shinkova and S. S. Yufit (2005). Disposal of electric technological fluids containing polychlorinated biphenyls (PCB). Green Chemistry in Russia. V. Lunin, P. Tundo and E. Lokteva. Venezia, INCA: 107-122.
- DiGangi, J. and J. Petrlik (2005). The Egg Report - Contamination of chicken eggs from 17 countries by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene.
- Dvorská, A. (2015). Persistent Organic Pollutants in Ekibastuz, Blakhash and Temirtau. Final report on the results of environmental sampling conducted in Kazakhstan in 2013 and 2014 as a part of the project „Empowering the civil society in Kazakhstan in improvement of chemical safety”. Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports. Prague-Karaganda, Arnika - Toxics and Waste Programme.
- European Commission (2001). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament and the Economic and Social Committee: Community strategy for dioxins, furans and polychlorinated biphenyls. (2001/C 322/02). (COM(2001) 593 final). Official Journal of the European Communities. **C 322**: 2-18.
- European Commission (2008). Commission Regulation (EC) No 149/2008 of 29 January 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council by establishing Annexes II, III and IV setting maximum residue levels for products covered by Annex I thereto. Text with EEA relevance European Commission. Official Journal of the European Communities: L 58, 51.53.2008, p. 2001-2398.
- European Commission (2011). Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs (Text with EEA relevance). European Commission. Official Journal of the European Union. **EC 1259/2011**: 18-23.
- European Commission (2014). Commission Regulation (EU) No 589/2014 of 2 June 2014 laying down methods of sampling and analysis for the control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing

Regulation (EU) No 252/2012 (Text with EEA relevance). European Commission. Official Journal of the European Union. **EC 589/2014**: 18-40.

- Gasparini M, B. B., Schinetti M, Di Millo S, Tilola M, Maccabiani G, Menotta S, Losio MN, Ferretti E (2011). "Application of DR-CALUX to Milk and Egg Samples: Comparison Between HRGC-HRMS and Screening Data." *Organohalogen Compounds* **73**: 2120-2123.
- Gies, A., G. Neumeier, M. Rappolder and R. Konietzka (2007). "Risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food - Comments by the German Federal Environmental Agency." *Chemosphere* **67**(9): S344-S349.
- Hiebl, J. and W. Vetter (2007). "Detection of Hexabromocyclododecane and Its Metabolite Pentabromocyclododecene in Chicken Egg and Fish from the Official Food Control." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **55**(9): 3319-3324.
- Hoogenboom, R., M. ten Dam, M. van Bruggen, M. Zeilmaker, S. Jeurissen, W. Traag and S. van Leeuwen (2014). Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders. Wageningen, RIKILT (University & Research centre): 25.
- Chang, R., D. Hayward, L. Goldman, M. Harnly, J. Flattery and R. Stephens (1989). "Foraging farm animals as biomonitors for dioxin contamination." *Chemosphere* **19**(1-6): 481-486.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Day Hospital Institute and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs from Helwan in Egypt by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Cairo, Prague, IPEN, Arnika Association, Day Hospital Institute: 30.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Eco-SPES, Eco-Accord and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs from the Dzerzhinsk region, Russia by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Dzerzhinsk, Moscow, Prague, IPEN, Arnika Association, Spolocnost priatelov Zeme: 30.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Envilead and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs near the Dandora dumpsite in Kenya by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Nairobi, Prague, IPEN, Arnika Association, Envilead: 22.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Foundation for Realization of Ideas and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs near the Bolshoi Trostenech dumpsite in Belarus by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Minsk, Prague, IPEN, Arnika Association, Foundation for Realization of Ideas: 26.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Periyar Malineekarana Virudha Samithi - PMVS, Thanal and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs from Eloor in Kerala, India, by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Kochi, Prague, IPEN, Arnika Association, Thanal: 29.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Pesticide Action Network (PAN) Africa and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs near the Mbeubeuss dumpsite in a suburb of Dakar, Senegal by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. Dakar, Prague, IPEN, Arnika Association, PAN Africa: 29.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Toxics Link and Arnika Association (2005). Contamination of chicken eggs near the Queen Mary's Hospital, Lucknow medical waste incinerator in Uttar Pradesh (India) by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene. *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. New Delhi, Prague, IPEN, Arnika Association, Toxics Link: 25.
- IPEN Pesticides Working Group (2009). DDT in Eggs. A Global Review. *Keep the Promise, Eliminate POPs*. Prague: 32.
- Kadyrzhanov, K. K., K. A. Kuterbekov, S. Lukashenko, M. Melentiev, V. Stromov and V. Shaitarov (2002). *Overall Examination of the Ecological Situation in the Toxic and Radioactive Wastes Storage "Koshkar-Ata" and Development of Rehabilitation Actions*. International Conference on Radiation Legacy of the 20th Century: Environmental Restoration. Proceedings of an Inter. Conference (Radleg-2000). IAEA-TECDOC-1280. IAEA, Vienna.
- Knoema. (2012, June 2012). "World Data Atlas Kazakhstan Topics Food Security (in 2007)." Retrieved 04-08-2016, from <https://knoema.com/atlas/Kazakhstan/topics/Food-Security/Food-Consumption/Milk-Excluding-Butter>.
- Labunska, I., S. Harrad, D. Santillo, P. Johnston and L. Yun (2013). "Domestic Duck Eggs: An Important Pathway of Human Exposure to PBDEs around E-Waste and Scrap Metal Processing Areas in Eastern China." *Environmental Science & Technology* **47**(16): 9258-9266.
- Lind, Y., M. Aune, S. Atuma, W. Becker, R. Bjerselius, A. Glynn and P. O. Darnerud (2002). "Food intake of brominated flame retardants PBDEs and HBCD in Sweden" *Organohalogen Compounds* **58**(2002): 181-184.
- Lovett, A., C. Foxall, C. Creaser and D. Chewe (1998). "PCB and PCDD/DF concentrations in egg and poultry meat samples from known urban and rural locations in Wales and England." *Chemosphere* **37**(9-12): 1671-1685.
- Muntean, N., M. Jermini, I. Small, D. Falzon, P. Furst, G. Migliorati, G. Scortichini, A. F. Forti, E. Anklam, C. von Holst, B. Niyazmatov, S. Bahkridinov, R. Aertgeerts, R. Bertollini, C. Tirado and A. Kolb (2003). "Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the Republic of Karakalpakstan of Uzbekistan." *Environ Health Perspect* **111**(10): 1306-1311.



- Petrlík, J. (2015). Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chicken Eggs from Hot Spots in China. Beijing-Gothenburg-Prague, Arnika - Toxics and Waste Programme, IPEN and Green Beagle: 25.
- Petrlik, J., D. Kalmykov and K. Zatloukalova (2016). Toxic pollutants in camel milk from the Mangystau Region of Kazakhstan. Results of sampling conducted in 2015–2016. Prague – Aktau, Arnika - Citizens Support Centre, EcoMuseum Karaganda: 50.
- Pirard, C., J. Focant, A. Massart and E. De Pauw (2004). "Assessment of the impact of an old MSWI. Part 1: Level of PCDD/Fs and PCBs in surrounding soils and eggs." *Organohalogen Compounds* **66**: 2085-2090.
- Piskorska-Pliszczynska, J., S. Mikolajczyk, M. Warenik-Bany, S. Maszewski and P. Strucinski (2014). "Soil as a source of dioxin contamination in eggs from free-range hens on a Polish farm." *Science of The Total Environment* **466-467(0)**: 447-454.
- Pless-Mulloli, T., B. Schilling, O. Paepke, N. Griffiths and R. Edwards (2001). "Transfer of PCDD/F and heavy metals from incinerator ash on footpaths in allotments into soil and eggs." *Organohalogen Compounds* **51**: 48-52.
- Republic of Kazakhstan (2009). National Implementation Plan of the Republic of Kazakhstan on the Obligations under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Astana: 36.
- Sala, M., A. Caminiti, P. Rombola, A. Volpe, C. Roffi, O. Caperna, M. Miceli, A. Ubaldi, A. Battisti and P. Scaramozzino (2012). "[Beta-hexachlorocyclohexane contamination in dairy farms of the Sacco River Valley, Latium, Italy, 2005. A retrospective cohort study]." *Epidemiol Prev* **36(5 Suppl 4)**: 34-43.
- Sam-Cwan, K., Jin-Gyun, N., Sung-Hun, C., Jung-Hee, L., Yeon-Ho, K., Seung-Ryu, H., Chang-Han, J., Dong-Ho, M., Jae-Cheon, Y., Sang-Won, L., Sang-Eun, J. (2003). "PCDDs/PCDFs Emission from Nonferrous Metal Industry." *Organohalog Compd* **63**: 81-85.
- Shelepchikov, A., B. Revich, D. Feshin, S. Brodsky, V. Zilnikov and O. Sergeev (2006). "Contamination of chicken eggs from different Russian regions by PCBs and chlorinated pesticides." *Organohalogen Compounds* **68**: 1959-1962.
- Schlesinger, M. (2011). *Extractive Metallurgy of Copper*. Elsevier, Amsterdam - Boston.
- Stockholm Convention (2010). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) as amended in 2009. Text and Annexes. Geneva: 64.
- Stockholm Convention on POPs (2008). Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Geneva, Secretariat of the Stockholm Convention on POPs.
- Šír, M. (2015). Results of environmental sampling in Kazakhstan: heavy metals in sediments and soils. (Final report). *Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports*. Prague-Karaganda, Arnika - Toxics and Waste Programme.
- Šír, M. (2015). Results of environmental sampling in Kazakhstan: mercury, methylmercury, PCBs and OCPs contamination of the River Nura (Final report). *Contaminated sites and their management. Case studies: Kazakhstan and Armenia*. J. Petrlik. Prague-Karaganda, Arnika - Toxics and Waste Programme.
- Taniyasu, S., K. Kannan, I. Holoubek, A. Ansorgova, Y. Horii, N. Hanari, N. Yamashita and K. M. Aldous (2003). "Isomer-specific analysis of chlorinated biphenyls, naphthalenes and dibenzofurans in Delor: polychlorinated biphenyl preparations from the former Czechoslovakia." *Environmental Pollution* **126(2)**: 169-178.
- Törnkvist, A., A. Glynn, M. Aune, P. O. Darnerud and E. H. Ankarberg (2011). "PCDD/F, PCB, PBDE, HBCD and chlorinated pesticides in a Swedish market basket from 2005 - Levels and dietary intake estimations." *Chemosphere* **83(2)**: 193-199.
- UNECE and KAZHYDROMET (2003). Report on Air Emissions Inventory and Atmospheric Air Pollution Monitoring and Modeling in Kazakhstan. Almaty: United Nations Economic Commission for Europe: 88.
- UNEP GMP. (2013). "POPs GMP data visualization and analysis. (Data for Kazakhstan)." Retrieved 25-April-2015, 2015.
- Van den Berg, M., L. S. Birnbaum, M. Denison, M. De Vito, W. Farland, M. Feeley, H. Fiedler, H. Hakansson, A. Hanberg, L. Haws, M. Rose, S. Safe, D. Schrenk, C. Tohyama, A. Tritscher, J. Tuomisto, M. Tysklind, N. Walker and R. E. Peterson (2006). "The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds." *Toxicol Sci* **93(2)**: 223-241.
- Van Eijkeren, J., M. Zeilmaker, C. Kan, W. Traag and L. Hoogenboom (2006). "A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs." *Food Additives & Contaminants: Part A* **23(5)**: 509 - 517.
- visitkazakhstan.kz. (2014). "Shabanbai-Bi Village." Retrieved 25-04-2015, 2015, from <http://visitkazakhstan.kz/en/guide/places/view/482/>.
- VŠCHT - Ústav analýzy potravin a výživy (2014). Protokol o zkoušce č. LN 102 - 106/14 - Stanovení bromovaných retardérů hoření a HCB ve vzorcích sedimentů. (Chemical analysis protocol No LN 102 - 106/14; Analysis for brominated flame retardants and HCB in samples of sediments).

- Wikipedia. (2015). "Lake Balkhash." Retrieved 23-04-2015, 2015, from [http://en.wikipedia.org/wiki/Lake\\_Balkhash](http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Balkhash).
- Wikipedia. (2015, 08-09-2015). "Таушык." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D1%83%D1%88%D1%8B%D0%BA>.
- Wikipedia. (2015, 17-05-2015). "Таушы . " Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D1%83%D1%88%D1%8B%D2%9B>.
- Wikipedia. (2016, 30-03-2016). "Шетпе." Retrieved 31-07-2016, 2016, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B5%D1%82%D0%BF%D0%B5>.
- Wilhelm, M., P. Schrey, J. Wittsiepe and B. Heinzow (2002). "Dietary intake of persistent organic pollutants (POPs) by German children using duplicate portion sampling." *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **204**(5-6): 359-362.
- Winkler, J. (2015). "High levels of dioxin-like PCBs found in organic-farmed eggs caused by coating materials of asbestos-cement fiber plates: A case study." *Environment International* **80**: 72-78.
- Yoon-Seok, C., Byeong-Woon, Y., Young-Hoon, M., Min-Kwan, K., Jong-Dai, K. (2003). "Inventory Study of PCDD/Fs for Metal Industries in South Korea." *Organohalogen Compd* **63**: 94-97.
- Yu, Y., B. Wang, X. Wang, W. Liu, J. Cao, M. Wong and S. Tao (2013). "Temporal trends in daily dietary intakes of DDTs and HCHs in urban populations from Beijing and Shenyang, China." *Chemosphere* **91**(10): 1395-1400.
- Zhanpeissova, G. S., K. A. Kuterbekov, S. N. Lukashenko, V. N. Glushchenko, K. K. Kadyrzhanova and G. N. Chumikov (2005). Assessment of the contribution of the Koshkar-Ata tailing dump in contamination by radionuclides and heavy metals of ambient air in the area of Aktau city. Uranium production and raw materials for the nuclear fuel cycle: Supply and demand, economics, the environment and energy security. Proceedings of an international symposium, Vienna, 20-24 June 2005.



---

# **ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ**

---



**Старевший протекающий трансформатор при входе на свалку в Баскудуке, на севере от места отбора проб.**

**Отбор проб яиц кур.**







**Отбор проб яиц кур.**

**Старый городской полигон отходов в Актау не был утилизирован и даже не огорожен.**







**Кошкар Ата, хвостохранилище завода на переработку урана в Актау открыто доступен для домашних животных. Они сюда приходят из-за отсутствия воды в окружающей полупустынь.**

**Внизу: «Каспийцемент», единственный участок по производству цемента в Мангистау с производственной мощностью 800 тыс.**





## ПУБЛИКАЦИИ НА ПОДОБНЫЕ ТЕМЫ ДОСТУПНЫ НА САЙТАХ:

<http://english.arnika.org/kazakhstan/publications>

<http://ecocitizens.kz/publications>

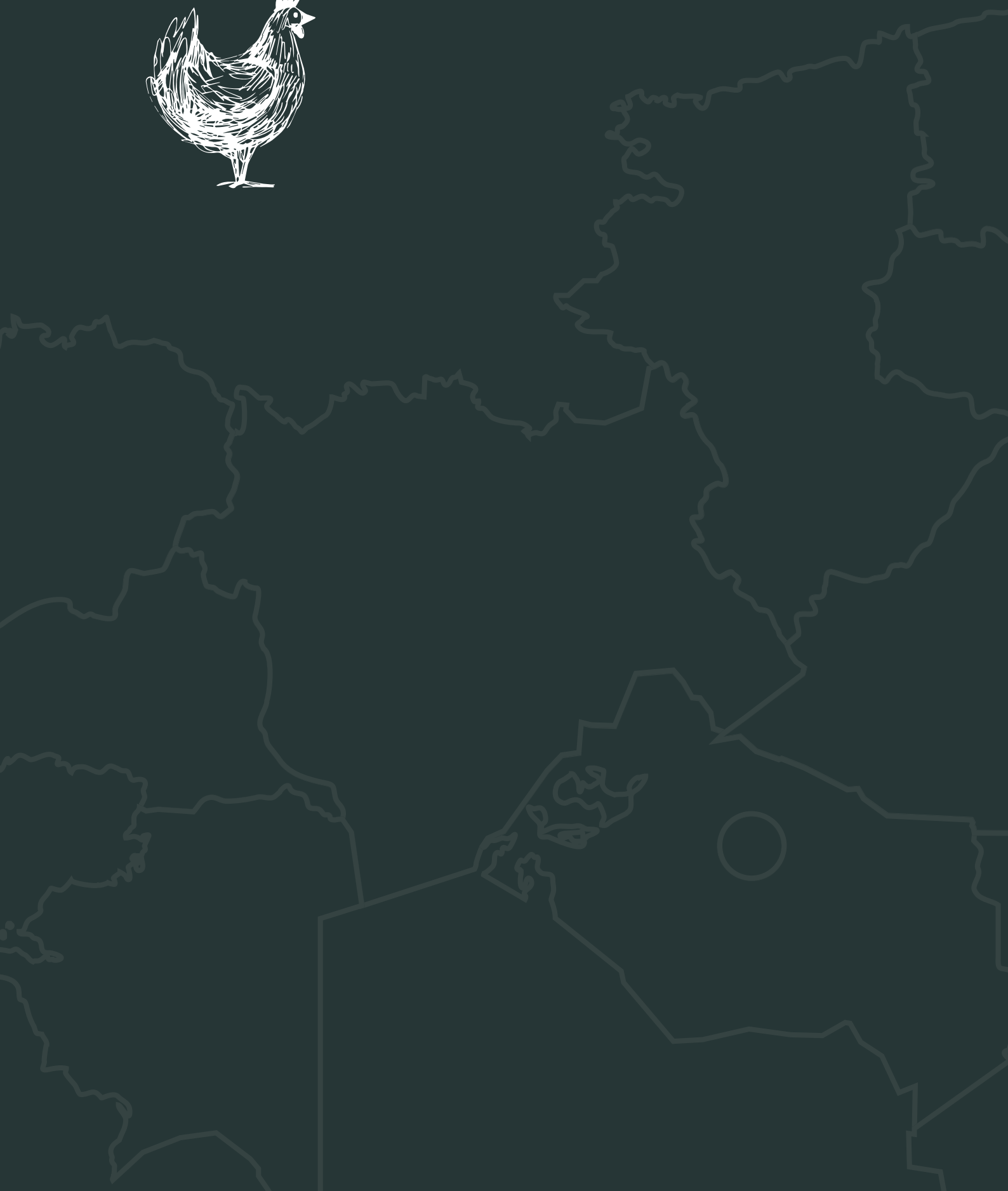
### Больше информации:

English: [www.english.arnika.org/kazakhstan](http://www.english.arnika.org/kazakhstan)

Russian, Kazakh: [www.ecocitizens.kz](http://www.ecocitizens.kz)

ISBN: 978-80-87651-29-2





**TRANSITION**

Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic



**ECO**  
mangystau



**IPEN**  
a toxics-free future