

Use of free range chicken eggs as the indicator of the pollution in Kazakhstan

Results of sampling conducted in 2013 – 2016

Prague – Karaganda – Aktau – 2016

Arnika – EU – CEPO – BBJ – Transition – Ecomuseum – CINEST – EcoMangystau

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

Арника – ЕС – СЕРО – ВВЖ – Transition – ЭкоМузей – CINEST – Эко Мангистау

Use of free range chicken eggs as the indicator of the pollution in Kazakhstan

Results of sampling conducted in 2013 – 2016

An updated report based on the results of environmental sampling conducted in Kazakhstan in 2015–2016 as a part of the project “Enforcing citizens’ rights and public participation in decision making on environmental issues – practical implementation of Aarhus Convention in Mangystau” financially supported by the European Union and Transition Promotion Programme of the Czech Republic.

Использования яиц 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 «Обеспечение прав граждан и участие общественности в процессе принятия решений по экологическим вопросам - практическое осуществление Орхусской конвенции в Мангистау», финансовая поддержка которого осуществляется Европейским Союзом и Программой содействия развитию Чешской Республики.

This report is published in English and Russian languages.

Authors:

RNDr. Jindrich Petrlik, Arnika – Toxics and Waste Programme, the Czech Republic

Dmitriy Kalmykov, Karaganda regional Ecological museum, Kazakhstan

Dr. Peter Behnisch, BioDetection System, the Netherlands

Mgr. Zuzana Vachunova, Arnika – Citizens Support Centre, the Czech Republic

Picture courtesy: Majda Slamova, Martin Plocek, Martin Skalsky/Arnika

English proofreading: Martina Duskova

Russian translation: Olga Morozova, Galina Rasparkina, proofreading: Dmitriy Kalmykov

Graphic design and typography: Typonaut (www.typonaut.cz)

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 Сламова, Мартин Плочек, Мартин Скальски/Арника

Английская корректура [правка]: Мартина Дускова

Русский перевод: Ольга Морозова, Галина Распаркина, корректура: Дмитрий Калмыков

Графический дизайн и типография: Typonaut (www.typonaut.cz)

This report does not reflect the attitude of the donors – the European Union and the Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic. Its content is the sole responsibility of the authors.

Prague – Karaganda – Aktau, 2016

ISBN: 978-80-87651-28-5

More information:

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

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

Arnika – EU – CEPO – BBJ – Transition – Ecomuseum – CINEST – EcoMangystau

Данный отчет не отражает позицию доноров - Европейского Союза и Министерства иностранных дел Чешской Республики. Его содержание является исключительной ответственностью авторов.

Прага – Караганда – Актау, 2016

ISBN: 978-80-87651-28-5

Дополнительная информация:

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

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

Арника – EU – СЕРО – ВВJ – Transition – Экомuзей – CINEST – Эко

Contents

Contents	Ошибка! Закладка не определена.
1. Introduction.....	9
1.1. Acknowledgements	11
1.2. Abbreviations	11
2. Sampling and analytical methods.....	14
2.1. Sampling sites.....	16
2.1.1. Balkhash	17
2.1.2. Ekibastuz – abandoned electrical power substation.....	18
2.1.3. Karaganda city	20
2.1.4. Nura (river)	20
2.1.5. Shabanbai Bi	22
2.1.6. Temirtau	23
2.1.7. Shetpe.....	24
2.1.8. Aktau: Baskuduk	26
2.1.9. Tauchik.....	28
2.2. Sampling and analytical methods.....	29
3. The Kazakhstani, EU, and other limits for POPs in eggs	36

4. Results	39
4.1. Dioxins (PCDD/Fs) and dioxin-like PCBs measured by DR CALUX	40
4.2. Dioxins (PCDD/Fs), PCBs and other POPs measured by gas chromatography methods.....	46
4.2.1. Dioxins (PCDD/Fs) and dioxin-like PCBs (DL PCBs)	50
4.2.2. Polychlorinated biphenyls (PCBs).....	52
4.2.3. Other U-POPs: Hexachlorobenzene (HCB), pentachlorobenzene (PeCB) and hexachlorobutadiene (HCBD)	56
4.2.4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	58
4.2.5. BFRs in eggs	62
4.2.6. Organochlorinated pesticides (OCPs).....	65
4.3. Mercury	69
5. Discussion	70
5.1. Background levels of POPs in eggs	70
5.2. Dioxin congener patterns and putative sources	71
5.2.1. Balkhash	74
5.2.2. Area of river Nura and Shabanbai Bi	77
5.2.3. Ekibastuz.....	80
5.3. OCPs and their putative sources	80
5.4. BFRs and their putative sources.....	81

6. Dietary intake	82
7. Conclusions and recommendations	89
8. Limitations of the study.....	92
9. References	95

Содержание

Содержание

1. Введение

1.1. Благодарности

1.2. Сокращения

2. Методы опробования и анализа

2.1. Места отбора проб

2.1.1. Балхаш

2.1.2. Екибастуз – заброшенная электроподстанция

2.1.3. Караганда

2.1.4. р.Нура

2.1.5. Шабанбай Би

2.1.6. Темиртау

2.1.7. Шетпе

2.1.8. Актау (Баскудук)

2.1.9. Таучик

2.2. Методы опробования и анализа

3. Предельно допустимые содержания СОЗ в Казахстане, ЕС и других странах

4. Результаты

4.1. Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД по методу DR CALUX

4.2. Диоксины (ПХДД/Ф), ПХД и другие СОЗ, измеренные газовой хроматографией

4.2.1. Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД

4.2.2. Полихлорированные дифенилы (ПХД)

4.2.3. Другие непреднамеренно-произведенные СОЗ: гексахлорбензол (ГХБ), пентахлорбензол (ПeХБ) и гексахлорбутадиен (ГХБД)

4.2.4. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)

4.2.5. Бромированные антипирены в яйцах

4.2.6. Хлорорганические пестициды (ХОП)

4.3. Ртуть

5. Обсуждение результатов

5.1. Фоновые уровни СОЗ в яйцах

5.2. Наборы диоксиновых конгенов и их гипотетические источники

5.2.1. Балхаш

5.2.2. Участок возле реки Нура и села Шабанбай Би

5.2.3. Экибастуз

5.3. ХОП и их гипотетические источники

5.4. Бромированные антипирены и их гипотетические источники

6. Поступление с пищей

7. Выводы и рекомендации

8. Ограничения исследований

9. Используемая литература

1. Introduction

In this study, we present the results of the monitoring of the free-range chicken eggs from selected sites in Kazakhstan contamination by persistent organic pollutants (POPs). Free range chicken eggs were used for monitoring levels of contamination by POPs at certain places in many previous studies (Pless-Mulloli, Schilling et al. 2001, Pirard, Focant et al. 2004, DiGangi and Petrlik 2005, Shelepchikov, Revich et al. 2006, Aslan, Kemal Korucu et al. 2010, Arkenbout 2014).

1. Введение

В настоящем исследовании мы представляем результаты мониторинга яиц кур свободного содержания, собранных в выбранных нами местах Казахстана, 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).

Eggs have been found to be sensitive indicators of POP contamination in soils or dust and are an important exposure pathway from soil pollution to humans, and eggs from contaminated areas can readily lead to exposures which exceed thresholds for the protection of human health (Van Eijkeren, Zeilmaker et al. 2006, Hoogenboom, ten Dam et al. 2014, Piskorska-Pliszczyńska, Mikolajczyk et al. 2014). Chickens and

eggs might therefore be ideal “active samplers” and indicator species for evaluation of the level of contamination of sampled areas by POPs, particularly by dioxins (PCDD/Fs) and PCBs.

Ранее было обнаружено, что яйца являются чувствительными индикаторами загрязнения СОЗ в почвах или пыли, и представляют собой важный путь воздействия от загрязненной почвы на человека, и что яйца из загрязненных участков могут легко привести к превышению порога вредного воздействия на здоровье человека (Van Eijkeren, Zeilmaker et al. 2006, Hoogenboom, ten Dam et al. 2014, Piskorska-Pliszczyńska, Mikołajczyk et al. 2014). Таким образом, куры и яйца могут быть использованы в качестве идеальных «активных пробоотборников» и Биологических видов-индикаторов для оценки уровня загрязненности СОЗ опробуемых участков, в частности, загрязненности диоксинами (ПХДД/Ф) и ПХД.

Based on this assumption, we have chosen sampling of free range chicken eggs and their analyses for selected POPs as one of the monitoring tools within the projects “Empowering the civil society in Kazakhstan in improvement of chemical safety” and “Enforcing citizens’ rights and public participation in decision making on environmental issues – practical implementation of Aarhus Convention in Mangystau” (further information about the project can be found at <http://english.arnika.org/kazakhstan>).

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 «Обеспечение прав граждан и участие общественности в принятии решений по экологическим вопросам - практическое внедрение Орхусской конвенции в Мангистау» (дополнительную информацию о проекте можно найти на сайте <http://english.arnika.org/kazakhstan>).

The data and analyses of free range chicken eggs discussed in this report were obtained during the period of the two above mentioned joint projects of Kazakhstani and Czech NGOs. They were obtained during several field visits in 2013 – 2016. The sampled localities are the same or similar as in some previous reports by Dvorská (2015), Šír (2015) and Petrлік et al. (2016). A general description of samples and sampled localities can be found in chapter 2.

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

1.1. Acknowledgements

The field survey, sampling, analysis, writing, designing and printing of this publication was conducted as a part of the project “Enforcing citizens’ rights and public participation in decision making on environmental issues – practical implementation of Aarhus Convention in Mangystau” financed by EU AID (EuropeAid 2013/331-117). This project was co-financed by the Transition Promotion Programme of the Czech Ministry of Foreign Affairs and individual donors of each of the participating organization in the project. We are also grateful for the cooperation of laboratories for their kind cooperation on chemical analyses which often required extra time of their workers, and for their expert advice. The team of authors also thanks and appreciates the work of invisible assistance of many people helping us to put this publication together, and let us namely thank at least some of them: Martin Skalský – coordinator of the projects on behalf of Arnika, Alena Pankova and Anna Andreychuk – coordinators of the project on behalf of CINEST and EcoMuseum, Martina Blazkova, assistant of Arnika – Toxics and Waste Programme and Mark Sixsmith, B.Sc. – Director of Environmental English who helped us to keep this publication in understandable English.

1.1. Благодарности

Полевые исследования, опробование, анализ, написание, создание и печать этой публикации проводились в рамках проекта «Обеспечение прав граждан и участие общественности в принятии решений по экологическим вопросам - практическое осуществление Орхусской конвенции в Мангистау», финансируемом EU AID (EuropeAid 2013/331-117). Настоящий проект также финансирован Transition Promotion Programme Министерства иностранных дел Чешской Республики и отдельными лицами каждой из организаций, участвующих в проекте. Мы также благодарны за сотрудничество лабораториям за их работу по химическому анализу, в ходе которой от их сотрудников зачастую требовались дополнительные сверхнормативные трудозатраты, а также за их экспертные рекомендации. Коллектив авторов также высоко ценит внешне незаметную поддержку многих людей, помогших нам собрать эту публикацию, и хотел бы поблагодарить хотя бы некоторых из них: Мартину Скальски - координатора проектов от имени Арники, Алену Панкову и Анну Андрейчук - координаторов проекта от имени CINEST и ЭкоМузей, Мартину Блазкову, ассистента программы Arnika - Toxics and Waste Programme и Марка Сиксмита, B.Sc. - директора Environmental English, который помог нам обеспечить для этой публикации понятный английский язык.

1.2. Abbreviations

Сокращения

AAC – Approximately allowed concentrations Ориентировочно-допустимые концентрации

AMA – Advanced Mercury Analyser [Продвинутый анализатор ртути](#)
BDS – BioDetection Systems (laboratory in Netherlands) [BioDetection System \(лаборатория в Нидерландах\)](#)
BGMK – Balkhash Non-Ferrous Metals Processing Plant [Балхашский завод по обработке цветных металлов](#)
BEQ – bioanalytical toxic equivalent [Биоаналитический токсический эквивалент](#)
CALUX – chemically activated luciferase gene expression [Химически активированная экспрессия гена люциферазы](#)
CAS – chemical abstracts service registry number (a unique numerical identifier assigned to every chemical substance described in the open scientific literature) [Номер CAS, Химической реферативной службы \(уникальный числовой идентификатор, присвоенный каждому химическому веществу, описанному в открытой научной литературе\)](#)
BTBPE – 1,2-bis(2,4,6-tribromo-phenoxy)ethane [1,2-бис \(2,4,6-трибром-фенокси\) этан](#)
DDD – dichlorodiphenyldichloroethane (a metabolite of DDT) [ДДД - Дихлордифенилдихлорэтан \(метаболит ДДТ\)](#)
DDE – dichlorodiphenyldichloroethylene (a chemical compound formed by the loss of hydrogen chloride from DDT) [ДДЭ - Дихлордифенилдихлорэтилен \(химическое соединение, образованное в результате потери молекулы хлорида водорода из ДДТ\)](#)
DDT – dichlorodiphenyltrichloroethane (pesticide) [ДДТ - Дихлордифенилтрихлорэтан \(пестицид\)](#)
DI – dietary intake поступление с [диетой](#)
DL PCBs – dioxin-like PCBs [ДП ПХД - диоксиноподобные ПХД](#)
d.w. – dry weight [сухая масса](#)
EFSA – European Food Safety Agency [Европейское Агентство по безопасности продовольствия](#)
EU – European Union [Европейский Союз](#)
f.w. – fresh weight [сырая масса](#)
GC – gas chromatography [газовая хроматография](#)
GEF – Global Environment Facility [Глобальный Экологический Фонд](#)
GoK – Government of Kazakhstan [Правительство Республики Казахстан](#)
GPC - gel permeation chromatography [гель-проникающая хроматография](#)
GPS - global positioning system [GPS - глобальная навигационная спутниковая система](#)
HBCD – Hexabromocyclododecane [ГБЦД - гексабромциклододекан](#)
HBB - hexabromobenzene [ГББ - гексабромбензол](#)
HCB – hexachlorobenzene [ГХБ - гексахлорбензол](#)
HCBD – hexachlorobutadiene [ГХБД - гексахлорбутадиен](#)
HCHs – hexachlorocyclohexanes (pesticides and their metabolites) [ГХЦГ - гексахлорциклогексан \(пестициды и их метаболиты\)](#)
HpCDD – heptachlorodibenzo-p-dioxin [ГпХДД - Гептахлордibenzo-п-диоксин](#)

HrCDF – heptachlorodibenzo-p-furan [ГпХДФ - Гептахлордibenзо-п-фуран](#)

HRGC-HRMS – high resolution gas chromatography – high resolution mass spectroscopy [Газовая хроматография высокого разрешения - масс-спектропия высокого разрешения](#)

HxCDD – hexachlorodibenzo-p-dioxin [ГХДД - Гексахлордibenзо-п-диоксин](#)

HxCDF – hexachlorodibenzo-p-furan [ГХДФ - Гексахлордibenзо-п-фуран](#)

IPEN – International POPs Elimination Network [IPEN Международная сеть по ликвидации СОЗ](#)

IARC - International Agency for Research on Cancer [Международное агентство по исследованию рака](#)

INC – Intergovernmental Negotiating Committee (normaly set up for negotiations of new international convention) [Межправительственный комитет для ведения переговоров \(обычно создаваемый для переговоров о новой международной конвенции\)](#)

LOD – limit of detection [Предел обнаружения](#)

LOQ – limit of quantification [Предел количественного определения](#)

MAC – maximum acceptable (allowable) concentration [Предельно допустимая концентрация](#)

ML – maximum level [Максимальный уровень](#)

MRL – maximum residue level [Максимальный уровень остатков](#)

NA – not analyzed [Не анализировался](#)

NGO – non-governmental organization (civil society organization) [Неправительственная организация \(организация гражданского общества\)](#)

NIP – National Implementation Plan of the Stockholm Convention НПВ - [Национальный план по выполнению обязательств по Стокгольмской конвенции](#)

OBIND – octabromotrimethylfenylindane [Октабромтриметилфенилindан](#)

OCPs – organochlorinated pesticides [ХОП - Хлорорганические пестициды](#)

OCDD – octachlorodibenzo-p-dioxin [ОХДД - Октахлордibenзо-п-диоксин](#)

OCDF – octachlorodibenzo-p-furan [ОХДФ - Октахлордibenзо-п-фуран](#)

PBDD/Fs – polyfrominated dibenzo-p-dioxins and furans [ПБДД/Ф - Полибромированные дibenзо-п-диоксины и фураны](#)

PBEB – pentabromoethylbenzene [Пентабромэтилбензол](#)

PBT – pentabromotoluen [Пентабромтолуол](#)

PCBs – polychlorinated biphenyls [ПХД - Полихлорированные дифенилы](#)

PCDD/Fs – polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans [ПХДД/Ф – Полихлорированные дibenзо-п-диоксины и фураны](#)

PCDDs – polychlorinated dibenzo-p-dioxins [ПХДД - Полихлорированные дibenзо-п-диоксины](#)

PCDFs – polychlorinated furans [ПХДФ - Полихлорированные дibenзо-п-фураны](#)

PeCB – pentachlorobenzene [ПeXB - Пентахлорбензол](#)
PeCDD – pentachlorodibenzo-p-dioxin [ПeXДД - Пентахлордibenzo-п-диоксин](#)
PeCDF – pentachlorodibenzo-p-furan [ПeXДФ - Пентахлордibenzo-п-фуран](#)
POPs – persistent organic pollutants [COЗ - Стойкие органические загрязнители](#)
SC – Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants [Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях](#)
TEQ – toxic equivalent [ТЭ - Токсический эквивалент](#)
TCDD – tetrachlorodibenzo-p-dioxin [ТХДД - Тетрахлордibenzo-п-диоксин](#)
TCDF – tetrachlorodibenzo-p-furan [ТХДФ - Тетрахлордibenzo-п-фуран](#)
TDI – tolerable daily intake [Переносимое суточное поступление](#)
TEQ – Toxic equivalent [Токсический эквивалент](#)
TWI – tolerable week intake [Переносимое недельное поступление](#)
UHPLC - ultra-high performance liquid chromatography [Ультра-эффективная жидкостная хроматография](#)
UNDP – United Nations Development Programme [ПРООН - Программа развития ООН](#)
UNECE – United Nations Economic Commission for Europe [Европейская Экономическая Комиссия ООН](#)
US EPA – United States Environmental Protection Agency [EPA - Агентство по охране окружающей среды Соединенных Штатов Америки](#)
WHO – World Health Organization [ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения](#)
WHO-TEQ – toxic equivalent defined by WHO experts panel in 2005 [ВОЗ-TEQ - Токсический эквивалент, определенный группой экспертов ВОЗ в 2005 году](#)
w.w. – wet weight [масса во влажном состоянии](#)

2. Sampling and analytical methods

[Методы опробования и анализа](#)

Samples of free range chicken eggs were collected at seven localities in Central Kazakhstan and at three localities in Western Kazakhstan from which one (Shabanbai Bi) was expected to be clean and one was sample from a supermarket in the city of Karaganda, considered as a background sample for Kazakhstan as suggested by Dvorská (2015). Shabanbai Bi village in Kyzyl Arai Natural Protected Area (zakaznik) was originally chosen as a potentially clean background site, while five others in Central Kazakhstan were expected to be contaminated by POPs to a certain level. The cities of Balkhash and Temirtau were expected to be polluted by POPs as cities with large metallurgical plants. This assumption was also based on data from the Kazakhstani National Implementation Plan for the Stockholm Convention (Republic of Kazakhstan 2009). The villages of Rostovka and Chkalovo are located on the Nura River, downstream from abandoned chemical facility Karbid (production

of acetaldehyde) located near and on the territory of the city of Temirtau. This facility polluted the river Nura with mercury. The same chemical plant can also be a source of pollution by POPs (e.g. PCBs). The neighbourhood of former electricity substation was sampled in the city of Ekibastuz. This abandoned facility is assumed to be a potential source of contamination by PCBs and partially also by PCDD/Fs as impurities in PCB oils (see also Dvorská (2015)).

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 расположенное в особо охраняемой природной территории - заказнике Кызыларай, было изначально выбрано в качестве потенциально чистого фонового участка, тогда как пять других мест ожидалось быть загрязненными СОЗ до определенного уровня. Города Балхаш и Темиртау также ожидалось быть загрязненными СОЗ 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 территориально близки к городу Темиртау. Деятельность этого завода привела к загрязнению реки Нура ртутью. Этот же химический завод также может быть источником загрязнения СОЗ (напр., ПХД). Окрестности бывшей электрической подстанции были исследованы в районе города Экибастуз. Предполагается, что этот заброшенный объект является потенциальным источником загрязнения ПХД, а также частично ПХДД/Ф, содержавшимися в виде примесей в ПХД-жидкостях (см. также Dvorská (2015)).

There were three locations selected in Mangystau Region, Western Kazakhstan: Shetpe, Tauchik and Baskuduk. All of them were also localities, where camel milk was sampled for chemical analyses evaluated in the report by Petrлік et al. (2016), and levels of POPs observed in chicken eggs can be compared with those found in camel milk samples, although locations of free range chicken eggs sampling are different within these settlements. Some potential sources of contamination were determined in Shetpe and Baskuduk (see subchapter 2.1.). There was no obvious source of chicken eggs contamination observed in Tauchik.

More information about selected sites is in the following subchapter 2.1.

В Западном Казахстане, в Мангистауской области было выбрано три местоположения: Шетпе, Таучик и Баскудук. В этих же местах были отобраны пробы верблюжьего молока для химического анализа, описанные в отчете Петрлик и др. (2016). Уровни СОЗ, наблюдаемые в куриных яйцах, можно сравнить с уровнями, обнаруженными в пробах верблюжьего молока, хотя в этих поселениях различаются места отбора проб яиц кур свободного содержания и верблюжьего молока. Некоторые потенциальные источники

загрязнения были определены в Шетпе и Баскудук (см. П. 2.1.). В Таучике не наблюдался очевидный источник загрязнения куриных яиц.

Дополнительная информация о выбранных местоположениях приведена в подразделе 2.1.

2.1. Sampling sites

Места опробования

Detail description of the sampled sites and information about samples taken are provided in the following text and tables. The location of sampled localities is also shown on the maps of Kazakhstan in Figures 1 and 2.



Figures 1, 2 and 3: Maps with locations where the samples were taken.

Подробное описание выбранных участков и информация о взятых пробах представлены в нижеследующем тексте и таблицах.

Расположение опробованных местностей также показано на картах Казахстана на рисунках 1 и 2.

Рисунки 1, 2 и 3: Карты с местами опробования.

2.1.1. Balkhash

Geographical coordinates - 46°32'27" N 74°52'44" E

Balkhash is a city in Karaganda Region (Oblast), located on the northern shore of Lake Balkhash, at the Bay Bertys. Balkhash city (76,000 inhabitants) and its surroundings (30-50,000 inhabitants) are dominated by mining and nonferrous metallurgical enterprises. The major enterprise is Balkhashtsvetmet (the earlier [in Russian] Balkhashski Gorno-Metallurgicheski Kombinat). Further, the Balkhash Non-Ferrous Metals Processing Plant (in Russian Zavod Obrabotki Tsvetnych Metallov) is former part of the Kazakhmys Corporation LLC. Kazakhmys is a UK-registered copper mining company and the largest producer of copper in Kazakhstan. The Balkhashtsvetmet smelter is estimated to be the 22nd largest in the world and is one of only three plants in the world which still use the stationary Vanyukov submerged-tuyere furnaces developed in the former Soviet Union (Schlesinger 2011). In the early 1990s, emission levels were reported to be 280–320 thousand tonnes per year, depositing 76 tonnes of copper, 68 tonnes of zinc and 66 tonnes of lead on the surface of the lake. Since then, emissions have almost doubled (Wikipedia 2015).

2.1.1. Балхаш

Географические координаты: 46°32'27"с.ш., 74°52'44"в.д.

Балхаш – это город в Карагандинской области, расположенный на северном побережье озера Балхаш у залива Берты. В городе Балхаш (население 76 тыс. жителей) и его окрестностях (население от 30 до 50 тыс. жителей) преобладают горнодобывающие и предприятия цветной металлургии. Крупнейшим предприятием является Балхашцветмет (ранее Балхашский горно-металлургический комбинат, БГМК). Следующим по размеру является Балхашский «Завод по обработке цветных металлов», ранее являвшийся частью ООО «Корпорация Казахмыс». «Казахмыс» является зарегистрированной в Великобритании компанией по добыче меди и крупнейшим производителем меди в Казахстане. Завод Балхашцветмет, по оценкам, занимает 22-е место в мире и является одним из трех заводов в мире, которые до сих пор используют стационарные печи Ванюкова с погружными фурмами, разработанные в бывшем Советском Союзе (Schlesinger 2011). В начале 1990-х годов уровень эмиссий загрязнителей составлял 280-320 тыс. тонн меди в год, в результате чего в озере Балхаш ежегодно попадало 76 тонн меди, 68 тонн цинка и 66 тонн свинца. С тех пор эмиссии почти удвоились (Wikipedia 2015).

Among the largest enterprises, the Balkhashtsvetmet is considered to be the largest atmospheric polluter and contributes about 20% of all pollution in the Republic (UNECE and KAZHYDROMET 2003); in spite of this the city is only ranked 16th on the UNECE priority list. Wikipedia confirms that emissions due to

mining and metallurgical processes are a key factor affecting the ecology of the Ili-Balkhash basin and that it is mainly associated with pollution from the Balkhash BGMK Plant operated by Kazakhmys (Wikipedia 2015).

Среди крупнейших предприятий завод Балхашцветмет считается наибольшим 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 БГМК, управляемого Казахмыс (Wikipedia 2015).

Chemicals unintentionally produced in these industrial processes that are subject to Annex C of the SC (PCDD/Fs, PCBs and HCB) are reported to be one of major subjects of health concerns in Balkhash city.

The waste of the both Balkhash smelters is stored at tailing ponds occupying the 25 km², twice as large as Balkhash city itself.

Figure 4: Map of Balkhash city showing sampled egg locations. The map displays the city's layout with a grid of streets. Red dots indicate the locations where eggs were sampled. The locations are distributed across the city, with a higher concentration in the central and southern areas. The map also shows the city's boundaries and surrounding areas.

Сообщается, что химические вещества, непреднамеренно производимые в этих промышленных процессах, которые подпадают под действие Приложения С Стокгольмской конвенции (ПХДД/Ф, ПХД и ГХБ), являются одним из основных вопросов, вызывающих озабоченность в области состояния здоровья в городе Балхаш.

Отходы Балхашских заводов по производству меди и других цветных металлов хранятся в хвостохранилищах площадью 25 км², что вдвое больше, чем занимает сам город Балхаш.

Рисунок 4. Карта §§§§§§§§§§§§§§§§§§ Места опробования в районе города Балхаш. §§§§§§§§§§§§

2.1.2. Ekibastuz – abandoned electrical power substation

Geographical coordinates - 51°48'59.10" N 75°18'46.00" E

The Ekibastuz electrical power substation was constructed for modifying alternating current (AC) to direct current (DC) using 15,000 capacitors placed in two outdoor areas. After the collapse of the Soviet Union the substation was left without an owner or guard. During the economic crisis, local residents illegally dismantled capacitors in order to remove copper scrap and this resulted in PCB leakage into the soil. During emergency clean-up works in 2002 the

capacitors were dismantled and "sealed" with foam by the new owner of the area of former substation. Part of the PCB contaminated soil was removed and packed in bags. Capacitors and contaminated soil were removed and placed in underground storage at the former Semipalatinsk nuclear testing site (technical test area Opytnoe Pole).

2.1.2 Екибастуз – заброшенная электроподстанция

Географические координаты: 51°48'59,10"с.ш., 75°18'46,00"в.д.

Экибастузская электрическая подстанция была построена для преобразования переменного тока в постоянный ток с использованием 15 000 силовых электрических конденсаторов, размещенных на двух открытых площадках. После распада Советского Союза подстанция осталась без владельца и охраны. Во время экономического кризиса местные жители нелегально демонтировали конденсаторы для извлечения медного лома, и это привело к утечке ПХД в почву. Во время аварийных очистных работ в 2002 году конденсаторы были демонтированы и «герметизированы» монтажной строительной пеной новым владельцем участка бывшей подстанции. Часть почвы, загрязненной ПХД была удалена и упакована в мешки. Конденсаторы и загрязненный грунт были вывезены и помещены в подземное хранилище на бывшем Семипалатинском ядерном полигоне (техническая испытательная площадка «Опытное Поле»).

The substation is on the edge of Ekibastuz city in Pavlodar Oblast with a population of more than 125,000. In the vicinity of the site there are large areas of suburban gardens – “dachas” (minimum distance is 500 m, total area is about 3 km²). In the guarded and fenced area of the facility (300 m from the object) resides a family whose job is to guard the site. The family grows and grazes their livestock on the site - cows, sheep and poultry.

Figure 5: Map of sampled eggs locations in the vicinity of the abandoned electrical power substation in Ekibastuz.

Подстанция находится на окраине города Экибастуз Павлодарской области с населением более 125 тысяч человек. В непосредственной близости от участка есть большие площади пригородных дач (минимальное расстояние 500 м, общая площадь около 3 км²). На охраняемой и огороженной территории объекта (300 м вокруг здания объекта) проживает семья, чья работа заключается в охране объекта. Семья выращивает и пасет свой домашний скот (коровы, овцы и домашняя птица) на участке.

Рисунок 5. Карта Место опробования яиц в окрестностях заброшенной электрической подстанции в Экибастузе.

2.1.3. Karaganda city

Geographical coordinates – 49°48'40.76" N 73°05'27.37" E

We only sampled eggs from a poultry farm in a supermarket in order to get an idea about background levels of POPs.

2.1.3. Караганда

Географические координаты: 49°48'40,76"с.ш., 73°05'27,37"в.д.

Чтобы получить представление о фоновых уровнях СОЗ, мы отобрали яйца из супермаркета, произведенные на птицефермах.

2.1.4. Nura (river)

Geographical coordinates - 50°07'45.82"с.ш., 72°50'27.62" E

The Nura River is the main river of Central Kazakhstan. The river rises in the Kyzyltas Mountains in the northeast of Karaganda oblast and passes through the heavily industrialized area of Karaganda oblast, and then flows another 260 km to the capital Astana and Korgalzhyn State Nature Reserve, international important as the birds area and included in Sary-Arka UNESCO World Heritage Site. The total length of the river is 978 km. The river is a typical steppe river: 80% of the flow is caused by the spring thaw. Water is widely used for household water supply, irrigation, industrial use and also for recreation and commercial fishing. Nura is also a potential source of drinking water for the capital Astana.

2.1.4 Река Нура

Географические координаты: 50°07'45.82"с.ш., 72°50'27.62"в.д.

Река Нура является крупнейшей рекой Центрального Казахстана. Река начинается в горах Кызылтас на северо-востоке Карагандинской области и проходит через сильно индустриализированный район Карагандинской области, а затем течет еще 260 км мимо Астаны, - столицы Казахстана, в Коргалжынский государственный природный заповедник, имеющий международное значение как местообитание птиц и включенный в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Общая длина реки составляет 978 км. Это типичная степная река: 80% стока вызвано весенним таянием снегов. Вода широко используется для промышленного и хозяйственно-бытового водоснабжения, орошения, а также для отдыха и коммерческого рыболовства. Нура также является потенциальным источником питьевой воды для Астаны.

The Nura has received high inputs of mercury since the 1950s, the source being the former Karbid chemical factory in the city of Temirtau near Karaganda. This chemical factory produced acetaldehyde by direct hydration of acetylene in the presence of a catalyst - mercuric sulphate. Development of the project was carried out by the Hiprokauchuk Company. Wastewater from the acetaldehyde factory with a high content of mercury was discharged into the river without treatment for a period of approximately 25 years. During that time, total mercury concentrations in the effluent are suspected to have reached up to 50 mg/L and the average annual input of mercury to the river between 1950 and 1976 has been estimated as 22-24 tons. Until 1969 sludge containing mercury was discharged into Zhaur swamp. Preliminary investigations of the extent of pollution on the Nura carried out in the 1980s revealed extremely high levels of contamination.

С 1950-х годов Нура получила большие объемы ртути, источником которой является бывший химический завод «Карбид» в городе Темиртау под Карагандой. Этот химический завод производил ацетальдегид путем прямой гидратации ацетилена в присутствии катализатора - сульфата ртути. Разработка проекта была выполнена организацией ГИПРОКаучук. Сточные воды ацетальдегидной фабрики с высоким содержанием ртути сбрасывались в реку без обработки в течение 25 лет. Предполагается, что в это время общие концентрации ртути в сточных водах достигали 50 мг/л, а среднегодовые поступления ртути в реку в период с 1950 по 1976 год оцениваются в 22-24 тонны. До 1969 г. шламы, содержащие ртуть, сбрасывались в болото Жаур. Предварительные исследования степени загрязнения на Нуре, проведенные в 1980-х годах, показали чрезвычайно высокие уровни загрязнения.

This non-statistical based study of mercury in the silt of 33 river profiles showed that the sediments are highly polluted, with average total mercury concentrations in excess of 200 mg kg⁻¹ in the first 9 km downstream of the source. On the basis of the detected concentrations, it was estimated that the total amount of mercury in the bed of the river could be in the order of 140 tons. During the period when the mercury was discharged, up to 5 million tonnes of fly ash was also discharged into the river by a local coal power station. During the spring floods, large amounts of these highly contaminated sediments were transported down the river and dispersed over the floodplain and caused widespread pollution.

Это нестатистическое исследование содержаний ртути в речном иле по 33 речным профилям, показало, что донные осадки сильно загрязнены, а средние общие концентрации ртути превышают 200 мг·кг⁻¹ на первых 9 км ниже по течению от источника сбросов. Исходя из обнаруженных концентраций, было подсчитано, что общее количество ртути в русле реки может составлять порядка 140 тонн. В течение периода сброса ртути, местной угольной электростанцией было также сброшено в реку до 5 млн. тонн летучей золы уноса. Во время весенних паводков, большое количество, этих, сильно загрязненных осадков, было перемещено вниз по реке, рассеялось по пойме и вызвало широкое загрязнение.

Шабанбай 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 простой деревенской жизнью и попробовать традиционную казахскую кухню (visitkazakhstan.kz 2014). Мы выбрали это место в качестве чистого фонового района, однако результаты анализа яиц показали наличие скрытых проблем, которые описаны в настоящем отчете.

Рисунок 7. Космический снимок §§§§§§§§§§§§§§§§ участка Шабанбай би с отмеченным местоположением места опробования яиц.
§§§§§§§§§§§§§§§§

2.1.6. Temirtau

Geographical coordinates - 50°03'5.77" N 72°57'58.58" E

Temirtau city (170,000 inhabitants) and its surroundings (100,000 – 200,000 inhabitants) are dominated by industries including a coal-fired power stations, chemical production plants, foundries, forges and large steelworks belonging to the ArcelorMittal group. The steel mill Arcelor Mittal Temirtau (AMT) is located a distance of 500 m from the nearest houses. According to the Kazakhstani NIP of the Stockholm Convention from 2009, there were 105 transformers filled with Sovtol (commercial PCB mixture marketed in the former USSR) and 1,024 capacitors containing PCBs in use in AMT (NIP of Republic of Kazakhstan 2009). The situation was addressed under the UNDP project “Development and implementation of the comprehensive plan on the management of PCBs” in 2014, when the Sovtol liquid was relocated to France. However, EcoMuseum and CINEST, two NGOs based in Karaganda, report some PCB containing electrical equipment to still be in use in AMT.

2.1.6. Темиртау

Географические координаты: 50°03'5.77"с.ш., 72°57'58.58"в.д.

В городе Темиртау (170 тыс. жителей) и его окрестностях (от 100 до 200 тыс. жителей) преобладает тяжелая промышленность, включая угольные электростанции, химические заводы, литейные и металлообрабатывающие предприятия, и крупнейший металлургический комбинат, принадлежащие группе ArcelorMittal. Сталелитейный завод Arcelormittal Temirtau (AMT) расположен на расстоянии 500 м от ближайших жилых домов. Согласно казахстанскому НПВ Стокгольмской конвенции, в 2009 года здесь на АМТ имелось в использовании 105 трансформаторов, заполненных совтолом (коммерческая ПХД-смесь, использовавшаяся в бывшем СССР), и 1 024 электрических конденсатора, содержащих ПХД (НПВ Стокгольмской конвенции, Республика Казахстан 2009). Ситуация была рассмотрена в рамках проекта ПРООН «Разработка и реализация комплексного плана по управлению ПХД» в 2014 году, когда жидкий совтола была перевезен во Францию. Однако Экомузей и CINEST, две неправительственные организации, базирующиеся в Караганде,

сообщают, что некоторое ПХД-содержащее электрооборудование, все еще используется в АМТ.

Industries unintentionally producing PCDD/Fs include coke and foundry productions, both taking place in AMT as the only such enterprise in Kazakhstan. The processes of unloading and coke extinction, when PCDD/Fs can be released, are taking place in open air without a gas trapping and cleaning device. Formation of PCDD/Fs is also possible during limestone burning in shaft kilns. In Kazakhstan, lime is produced in the JS Temirtau Electro-Metallurgical Plant (former Temirtau Chemical Metallurgical Plant), (Republic of Kazakhstan 2009). The Bashkortastan Republican Scientific Ecological Center carried out the first sampling campaign focused on PCDD/Fs in Kazakhstan in 2005. The PCDD/Fs concentration in indoor air sampled at the AMT sinter machine no. 5 was 42.64 pg m^{-3} ($3.77 \text{ pg WHO-TEQ m}^{-3}$), in the dust (wall scrapes) 5419.7 pg g^{-1} ($607.7 \text{ pg WHO-TEQ g}^{-1}$). According to the Kazakhstani NIP (2009), wastes produced by these industries may be a source of environmental pollution with POPs.

Samples were taken in surrounding of the Samarkand water reservoir on Nura river.

Типы промышленности, которые являются источниками непреднамеренно производимых ПХДД/Ф, включают в себя коксохимическое и литейное производства, причем оба они сосуществуют в АМТ, и это единственное такое предприятие в Казахстане. Процессы разгрузки и гашения кокса, когда ПХДД/Ф могут быть выброшены в окружающую среду, происходят на открытом воздухе без устройств для улавливания и очистки образующихся газов. Образование ПХДД/Ф возможно также при обжиге известняка в шахтных печах. В Казахстане известь производится на АО Темиртауский электрометаллургический комбинат (ТЭМК, ранее ТОО «Химико-металлургический завод Темиртау» (Республика Казахстан 2009). Республиканский научно-экологический центр Башкортостана провел первую пробоотборную кампанию по ПХДД/Ф в Казахстане в 2005 году. Концентрация ПХДД/Ф в воздухе в помещении, отобранная на агломерационной машине АМТ №5 составила $42,64 \text{ пг} \cdot \text{м}^{-3}$ ($3,77 \text{ пг ВОЗ-ТЕК} \cdot \text{м}^{-3}$), в пыли (соскоб со стен) - $5419,7 \text{ пг} \cdot \text{г}^{-1}$ ($607,7 \text{ пг ВОЗ-ТЕК} \cdot \text{г}^{-1}$). Согласно казахстанскому НПВ (2009), отходы, производимые этими отраслями промышленности, могут быть источником загрязнения окружающей среды СОЗ.

Пробы были взяты в окрестностях Самаркандского водохранилища на реке Нура.

2.1.7. Shetpe

Geographical coordinates - $44^{\circ}05'21.3'' \text{ N } 52^{\circ}07'16.0'' \text{ E}$

Shetpe is a town with population of 13,364 (according data from 2012)¹ – administrative centre of the Mangystau District of the Mangystau Region, lies 108 km from the city of Aktau, and a settlement at important rail junction. Its economy is based on agriculture and especially cattle breeding, mining and cement

¹ 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>.

production (there are 16 stone quarries surrounding the town). Shetpe is slowly becoming an important starting point of the tourism, as the majority of natural and cultural sites of Mangystau Region can be easily reached from here – such as Ustyurt Plateau, Adai Ata Monument or legendary mountain Sharkala. See also map at Figure 8.

Figure 8: Satellite map of Shetpe with marked locations of sampled free range chicken eggs.

2.1.7. Шетпе

Географические координаты: 44°05'21.3"с.ш., 52°07'16.0" в.д.

Шетпе - город с населением 13 364 человек (по данным на 2012 год)¹ - административный центр Мангистауского района Мангистауской области и важный железнодорожный узел, находится в 108 км от города Актау. 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 для местного 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. 8.

Рисунок 8. Спутниковый снимок Шетпе с отмеченными местами опробования яиц кур свободного содержания.

Possible source of the pollution might be the CaspiCement plant which is situated 7 kilometers from the centre of Shetpe. CaspiCement is a new plant constructed in the multinational HeidelbergCement corporate group, officially opened in July 2014. It is the only cement production site in Mangystau with production capacity of 800 thousand tons of cement per year. It is one of the first plants in the world using dry chalk for clinker production. The plant is using oil as a fuel. Local people state that the factory often releases uncontrolled exhaust gases during nights and weekends, when the state authorities cannot thoroughly control the facility.

Возможным источником загрязнения может быть завод «Каспийцемент», расположенный в 7 км от центра Шетпе. «Каспийцемент» - это новый завод, построенный многонациональной корпоративной группой HeidelbergCement и официально открытый в июле 2014 года. Это единственное место в Мангистау, где есть производство цемента (мощность 800 тыс. тонн цемента в год). Это одно из первых в мире предприятий по производству клинкера из сухого мела. Завод использует нефть в качестве топлива. Местные жители заявляют, что завод часто производит неконтролируемые выбросы отходящих газов в ночное время и в выходные дни, когда государственные органы не могут полностью контролировать объект.

2.1.8. Aktau: Baskuduk

Geographical coordinates - 43°41'50.5" N 51°12'28.4" E

The pooled sample of free range chicken eggs was taken from a north-western part of the Baskuduk, fast growing suburb of Aktau approximately 5 kilometers north of centre of Aktau. The settlement is inhabited mainly by Kazakh minorities repatriated from the surrounding countries (Uzbekistan - Karakalpakstan, Turkmenistan). A substantial part of the newcomers had illegally occupied land on outskirts of the city, because of insufficiency of the state housing programme. The area is located in the northern part of Aktau city, squeezed between an industrial tailing pond Koshkar Ata and a municipal landfill in the north and an industrial zone including chemical industry in the east (see map at Figure 9).

2.1.8. Актау (Баскудук)

Figure 9: Map of situation in surrounding of sampling site in Baskuduk.

Географические координаты: 43°41'50.5"с.ш., 51°12'28.4" в.д.

Объединенная проба яиц кур свободного содержания была взята в северо-западной части Баскудука, быстро растущего пригорода Актау, примерно в 5 км к северу от центра Актау. В населенном пункте проживают главным образом казахские переселенцы, репатриированные из соседних стран (Узбекистан - Каракалпакстан, Туркменистан). Значительная часть новоприбывших нелегально заняла 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 свалкой на севере и промышленной зоной, включая химическую промышленность на востоке (см. карту на рис. 9).

Рисунок 9. Ситуационная карта окрестностей места опробования в Баскудуке.

The potential source of pollution is a tailing pond **Koshkar Ata** (77 km²). Its southern border is located about 7 kilometers from the sampling point. During the Soviet era the Koshkar Ata depression was chosen as a convenient location to accumulate liquid industrial waste from Aktau industrial zone. After dozens of years of the wastewater discharge, a large artificial lake was formed. Lake is considered to be the most hazardous object in Mangystau Region (Kadyrzhanov, Kuterbekov et al. 2002), although some more recent studies concluded that *"The negative impact is registered only in the immediate vicinity of the perimeter of the tailing lake in the first hundreds of metres"* (Zhanpeissova, Kuterbekov et al. 2005). The lake allegedly contains almost 360 millions tons of radioactive waste by weight (Akhmetov, Kadyrzhanov et al. 1999).

Потенциальным источником загрязнения является хвостохранилище Кошкар-Ата (77 км²). Его южная граница находится примерно в 7 километрах от точки опробования. В советские времена природная котловина Кошкар-Ата была выбрана в качестве удобного места для накопления жидких промышленных отходов промышленной зоны Актау. После нескольких десятков лет сброса сточных вод, здесь 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).

One of major operators in the industrial zone was a uranium processing plant, and thus the wastewaters are contaminated by radiation. Another large factory located in the area was the Aktau Plastics Plant (Aktau Zavod Plastmass produced polystyrene, styrene, ethylene, ethylbenzene, polysulfones, polyethersulfones). There are also a number of other factories, mainly from the chemical sector emitting various toxic pollutants. One of the biggest polluters operating to this day, is KazAzot. The only chemical plant in Kazakhstan producing ammonia, nitric acid ammonium nitrate.

Одним из крупнейших предприятий этой промышленной зоны был завод по извлечению урана и, поэтому, - сточные воды были загрязнены радиоактивностью. Другим крупным заводом, расположенным в этом районе, был Актауский завод пластмасс (ЗПМ), производивший стирол, полистирол, этилен, этилбензол, полисульфоны, полиэфирсульфоны. Существует также ряд других заводов, в основном из химического сектора, производящих различные эмиссии токсичных загрязняющих веществ. Одним из крупнейших загрязнителей, действующим по сей день, является KazAzot, - единственный химический завод в Казахстане, производящий аммиак и азотнокислый нитрат аммония.

Nowadays, the wastewater from industrial zone is still discharged to the lake by open canal. Sewage water is also discharged into the lake because the city failed to finish the construction of wastewater treatment plant for its northern part including new districts being under construction nowadays (2016). Surrounding of Koshkar Ata is widely used as an illegal dumping ground for industrial and household waste. Dumpsite contains a diverse mixture of waste: used furniture, animal carcasses, fluorescent tubes, food leftovers, glass bottles, oil sludge, etc. The animals such as sheeps, horses and camels come here to drink as the Mangystau land is short on water. The highest concentration of contaminants, solid waste and high levels of radioactivity are concentrated in the southern part of the lake.

В настоящее время, сточные воды из промышленной зоны все еще сбрасываются в озеро через открытый канал. Канализационные стоки также сбрасываются в озеро, потому что город так и 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, в т.ч. использованную мебель, тела павших животных, ртутьсодержащие лампы, остатки пищи, стеклянные бутылки, нефтяные шламы и т.д. Домашний скот, -- овцы лошади и верблюды, приходят сюда, чтобы пить, так как на Мангистауской земле повсеместный дефицит воды. Наибольшая концентрация загрязняющих веществ, твердых отходов и высокий уровень радиоактивности сосредоточены в южной части озера.

More information about broader area can be found in previous report on contaminants in camel milk by Petrlík et al. (2016).

Municipal waste dump located right on the edge of Baskuduk may also contribute to overall pollution of the site. During our visit we found also an old leaking transformer by the entrance to the landfill (see Photo 1).

Больше информации о прилегающих территориях можно найти в предыдущем отчете о загрязняющих веществах в верблюьем молоке Petrlík et al. (2016 г.).

Свалка муниципальных отходов, расположенная прямо на краю Баскудука, также может способствовать общему загрязнению участка. Во время нашего визита мы также обнаружили старый протекающий трансформатор у входа на свалку (см. Фото 1).

Фото 1: Устаревший протекающий трансформатор при входе на свалку в Баскудук, §§§§§§§§§§§§§§§§ с места отбора проб. Фото Арники.

2.1.9. Tauchik

Geographical coordinates - 44°20'54.1" N 51°21'11.2" E

The sampling site is located within the Tauchik village, which is a settlement in the Tuparkagan district, 100 km north from Aktau. The population of Tauchik is about 2,600 people as of the 2009 census.² It was founded at the beginning of the 30s of the 20th century near the deep coal reserves in vicinity. In the

² 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>.

period 1932 - 39 the coal mining flourished, and later on it produced coal for supply in the World War II but it stopped operation after the 1950 - 60s period.³

2.1.9. Таучик

Географические координаты: 44°20'54.1"с.ш., 51°21'11.2" в.д.

Место опробования расположено в селе Таучик, - поселении в Тупаркаганском районе, в 100 км к северу от Актау. Население Таучика составляет около 2 600 человек на момент переписи 2009 года. Таучик был основан в начале 30-х годов 20-го века вблизи глубоких залежей угля. Угольная промышленность расцвела в период с 1932 по 1939 гг. , и в дальнейшем поставляла уголь в ходе Второй мировой войны, но прекратила свою деятельность после 60-х годов прошлого века.

The area is also associated with oil extraction and transport, which could be another pollution source. Nearby oil fields are called Karazhanbas, Karakuduk, Buzachi. About 4 km from Tauchik to the South, there is a small settlement with the KazMunaiGaz Gas station at the junction of the road Tauchik-Zhyngyldy and a larger road connecting Aktau and Kiyakty and the Khalamkhas oil field, operating on the shelf of the Caspian sea, owned by the MangystauMunaiGaz company and operating together with the KazMunaiGaz at the northern extraction site. A pipeline Khalamkhas-Karazhanbas-Aktau stretches along the road.

Данная местность также связана с добычей и транспортировкой нефти, которые могут быть еще одним источником загрязнения. Близлежащие нефтяные месторождения называются Каражанбасмунай, Каракудук Мунай, Бузачи. Примерно в 4 км к югу от Таучика есть небольшое поселение с АЗС КазМунайГаз на перекрестке дороги Таучик-Жынгылды и более крупной дороги, соединяющей Актау, Киякты и нефтепромысел Каламкас, который действует на шельфе Каспийского моря и принадлежит компании МангыстауМунайГаз, и управляемый ею совместно с КазМунайГаз на северном участке добычи. Трубопровод Каламкас-Каражанбас-Актау пролегает вдоль этой дороги.

2.2. *Sampling and analytical methods*

³ Wikipedia. (2015, 17-05-2015). "Таушық." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D1%83%D1%88%D1%8B%D2%9B>.

Pooled samples of more individual egg samples were collected at each of the selected sampling sites in order to get more a representative sample. Table 1 summarizes the basic data about size of samples and measured levels of fat content in each of the pool samples. Twenty pool samples of free range chicken eggs were taken in total plus one sample was taken in 2015 in Karaganda, where we bought chicken eggs in a supermarket as suggested by Dvorská (2015). The last one of above mentioned samples is used to exhibit background levels of POPs because a remote location in Shabanbai Bi didn't prove to be clean, as explained further. Eleven samples were taken in 2013 and ten in following year 2014. Another sample in Shabanbai Bi was taken in 2015 in order to re-examine high levels of POPs found in this location, and four samples in Mangystau Region were taken during field visit in September 2016.

2.2. Методы опробования [отбора проб] и анализа

Были сформированы объединенные пробы отдельных отобранных проб яиц на каждом исследуемом участке, с целью получения более репрезентативных проб. В Таблице 1 сведены базовые данные об объеме проб и измеренных уровнях содержания жира в каждой из объединенных проб. Было взято двадцать проб яиц кур свободного содержания и одна проба яиц от кур клеточного содержания была взята в 2015 году в Караганде, в супермаркете, следуя методике Dvorská (2015). Эта проба используется для демонстрации фоновых уровней СОЗ, 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 2014 году. Еще одна выборка в Шабанбай Би была взята в 2015 году с целью повторной оценки высоких уровней СОЗ, найденных в этом месте, и еще четыре пробы в Мангистауской области были сделаны во время полевого визита в сентябре 2016 года.

Table 1: Overview of free range chicken egg samples from selected sites in Kazakhstan.

No	Sample	Locality	Year of sampling	Number of eggs in pooled samples	Fat content
1	BAL-EGG-14-1	Balkhash - southwest	2014	6	12.45
2	BAL-EGG-14-2	Balkhash - southwest	2014	6	9.95
3	BAL-EGG-14-3	Balkhash - Rembaza	2014	6	10.15
4	BAL-EGG-14-4	Balkhash - Rembaza	2014	4	11.35
5	B 1	Balkhash - Rembaza	2013	6	13.2

6	B 2	Balkhash - Rembaza	2013	6	16.4
7	B 3	Balkhash - southwest	2013	6	18.6
8	B 4	Balkhash - north	2013	4	13.5
9	B 5	Balkhash - southwest	2013	10	14.9
10	EKI egg 1	Eikbastuz - substation	2013	4	10.5
11	EKI egg 2	Eikbastuz - Soyuz	2013	4	16.4
12	EKI-14-1-egg and EKI-27-egg	Ekibastuz - substation	2014	6	12.4
13	EKI-14-2-egg	Ekibastuz - Soyuz	2014	6	11.7
14	EKI-14-3-EGG	Ekibastuz - Soyuz	2014	6	13.3
15	NUR-EGG-14/2	Chkalovo; Nura	2014	6	13.7
16	NUR egg 24-2	Chkalovo; Nura	2013	6	12.5
17	KAR-SU	Karaganda - supermarket	2015	6	14.0
18	NUR-EGG-14/1	Rostovka; Nura	2014	6	15.0
19	NUR egg 24-1	Rostovka; Nura	2013	6	16.2
20	NUR egg 1	Samarkand village; Nura	2013	6	18.0
21	NUR egg dam	Temirtau; Samarkand dam	2013	6	24.1
22	ARAI EGG	Shabanbai Bi	2014	6	10.15

23	Shabanbai Bi-2	Shabanbai Bi	2015	6	28.8
24	BAS 02	Baskuduk	2016	3	15.6
25	TA E-1	Tauchik	2016	2	16.2
26	SH E-1/1-2	Shetpe	2016	4	15.4
27	SH E-2	Shetpe	2016	3	12.5

Таблица 1. Обзор проб яиц кур свободного содержания, взятых на выбранных участках опробования в Казахстане.

№	Проба	Местоположение	Год опробования	Количество яиц в объединенной пробе	Содержание жира, в %
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	В 1	Балхаш - Рембаза	2013	6	13,2
6	В 2	Балхаш - Рембаза	2013	6	16,4
7	В 3	Балхаш – юго-запад	2013	6	18,6
8	В 4	Балхаш - север	2013	4	13,5
9	В 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
----	--------	-------	------	---	------

Free range chicken eggs from the first field visit determined for the analysis of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs using the DR CALUX® method were sent to a Dutch ISO 17025 accredited laboratory (BioDetection Systems B.V., Amsterdam). The procedure for the BDS DR CALUX bioassay has previously been described in detail (Besselink H 2004) but, briefly, H4IIE cells stably transfected with an AhR-controlled luciferase reporter gene construct were cultured in α -MEM culture medium supplemented with 10% (v/v) FCS under standard conditions (37°C, 5% CO₂, 100% humidity). Cells were exposed in triplicate on 96-well microtiter plates containing the standard 2,3,7,8-TCDD calibration range, a reference material (tested by GC-HRMS), a procedure blank and a DMSO blank according EC/589/2014 guideline (European Commission 2014). Following a 24 hour incubation period, cells were lysed, a luciferin containing solution (illuminate Mix) was added and the luminescence was measured using a luminometer (Berthold Centro XS3).

Яйца кур свободного содержания, взятые в ходе первого визита предназначенные для анализа на ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД по методу DR CALUX, были отправлены в голландскую лабораторию аккредитованную по ISO 17025 (BioDetection Systems B.V., Амстердам). Процедура проведения биотестирования BDS DR CALUX® была ранее подробно описана (Besselink H 2004). Вкратце можно сообщить, что клетки H4IIE, стабильно трансфицированные репортерным генным конструктом, контролируемым AhR, культивировали в культуральной среде α -МЕМ, дополненной 10% (об./об.) FCS в стандартных условиях (37°C, 5% CO₂, влажность 100%). 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 EC/589/2014 (Европейская комиссия, 2014 г.). После 24-часовой инкубации клетки лизировали, добавляли раствор, содержащий люциферин (illuminate Mix), и измеряли люминесценцию с помощью люминометра (Berthold Centro XS3).

The DR CALUX bioassay method is proven for screening analyses which can give a good figure about the level of pollution⁴; however, for confirmation it is necessary to go for more specific PCDD/Fs and DL PCBs congener analyses, which also allows examination of finger prints of

⁴ “Bioanalytical methods” means methods based on the use of biological principles like cell-based assays, receptorassays or immunoassays. They do not give results at the congener level but merely an indication of the TEQ level, expressed in Bioanalytical Equivalents (BEQ) to acknowledge the fact that not all compounds present in a sample extract that produce a response in the test may obey all requirements of the TEQ-principle. European Commission (2012). Commission Regulation (EU) No 252/2012 of 21 March 2012 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EC) No 1883/2006 (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Communities: L 84, 23.83.2012, p. 2011–2022.

«Биоаналитические методы» — это методы, основанные на использовании биологических принципов, такие как исследования клеток, рецепторов или иммунологические исследования. Они не дают результатов уровней содержания конгенов, а лишь только указывают на уровень токсического эквивалента

dioxins (PCDD/F congener patterns), specific for different sources of pollution. Most of the samples from the second and third sampling period (September 2014 and September 2016) were analyzed for content of individual PCDD/Fs and an extended list of PCB congeners by HRGC-HRMS at the accredited laboratory of the State Veterinary Institute in Prague, Czech Republic. PAHs were analyzed by the HPLC-FLD method in the same laboratory. Some of the samples were from at least the same area as those from the first field sampling.

Доказана пригодность метод биотестирования DR CALUX 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 уникальные «отпечатки» диоксинов (типичный 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 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.

Egg samples were also analyzed for content of non-dioxin-like PCBs, OCPs and BFRs in a Czech certified laboratory (Institute of Chemical Technology, Department of Food Chemistry and Analysis). The analytes were extracted by a mixture of organic solvents hexane:dichloromethane (1:1). The extracts were cleaned by means of gel permeation chromatography (GPC). The identification and quantification of the analyte was conducted by gas chromatography coupled with tandem mass spectrometry detection in electron ionization mode. The method of ultra-high performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry detection (UHPLC–MS/MS) was chosen for the analysis of isomers of HBCD. The other BFRs were analyzed via previously mentioned technique. The mercury content in the samples was analyzed with atomic absorption spectrometry in an Advanced Mercury Analyser (AMA 254,Altec) using standard operating procedure SOP 70.4 (AAS-AMA) at the State Veterinary Institute, Prague.

Пробы яиц также были проанализированы на содержание не-диоксиноподобных ПХД, хлорорганических пестицидов (ХОП) и бромированных антипиренов в чешской сертифицированной лаборатории (Институт химических технологий, кафедра пищевой химии

(TEQ), выраженного в биоаналитических эквивалентах (BEQ), как признание того факта, что не все представленные в пробном экстракте соединения, которые дают отклик в ходе теста, отвечают всем требованиям принципа TEQ, Европейская комиссия (2012 год). Постановление Комиссии (ЕС) №252/2012 от 21 марта 2012 года, устанавливающее методы отбора проб и анализа для официального контроля уровней диоксинов, диоксиноподобных ПХД и нетоксичных ПХД в определенных продуктах питания и отмена Постановления (ЕС) № 1883/2006, текст релевантен документам Европейского экологического агентства. Официальный журнал Европейских сообществ: L 84, 23.83.2012, стр. 2011-2022.

и анализа). Анализируемые пробы были экстрагированы смесью органических растворителей, гексана и дихлорометана (1:1). Экстракты прошли очистку в ходе гель-проникающей хроматографии (ГПХ). Идентификация и количественный анализ проб были проведены 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 tandemе с масс-спектрометрическим детектированием (UHPLC-MS/MS). Другие бромированные антипирены 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. The Kazakhstani, EU, and other limits for POPs in eggs

Chicken eggs are a quite common part of the diet in Kazakhstan and it is also common that people in Kazakhstan raise their own chicken and partly sell left over chicken eggs at markets as raw eggs or as food in cafes. One should expect that for such a common food there would be limits for the content of certain contaminants; however, we didn't find any limit values set up for chicken eggs in Kazakhstani legislation for any POPs. We had to compare the results of analyses for POPs with other than Kazakhstani national legislation limit values for contaminants in food. Those we used for free range chicken eggs are summarized in Table 2. There is a Kazakhstani limit value for the content of mercury in chicken eggs (see Table 2).

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 излишек яиц на рынках в виде сырых яиц или в кафе в составе приготовленных блюд. 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. В связи с этим, мы сравнивали результаты анализов на СОЗ с предельными нормативными значениями для этих загрязнителей в продуктах питания, принятыми не в Казахстане, а в других странах. В Таблице 2 приведены те пределы, которые мы использовали для яиц кур свободного содержания. В Казахстане есть установленная предельно допустимая концентрация ртути в куриных яйцах (см. Таблицу 2).

Table 2: Limit concentration values for OCPs, mercury, PCBs and PCDD/Fs TEQs in chicken eggs

	Hen eggs				
	Kazakhstani MAC ⁷	Russian MAC ¹	Russian MAC ⁴	EU ML ²	EU MRL ³
Unit	ng g ⁻¹ *	pg g ⁻¹ fat	ng g ⁻¹ *	pg g ⁻¹ fat	ng g ⁻¹ fat
WHO-PCDD/Fs TEQ		3.0		2.5	
WHO-PCDD/Fs-dl-PCB TEQ				5.0	
PCBs ⁵				40	
DDT total ⁶					50
p,p'-DDT			100		
γ-HCH (lindane)			100		10
α-, β-HCH			100		20, 10**
HCB					20
Mercury	20				

¹Current Russian СанПиН 2.3.2. 2401-08 Hygienic safety and nutrition value requirements for food. Sanitary-epidemiologic rule and normatives (СанПиН 2.3.2. 2401-08 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы)

²EU Regulation (EC) N°1259/2011

³Regulation (EC) N°149/2008. Maximum residue level (MRL) means the upper legal level of a concentration for a pesticide residue in or on food or feed set in accordance with the Regulation, based on good agricultural practice and the lowest consumer exposure necessary to protect vulnerable consumers.

⁴Russian Federation GN 1.2.2701-10 Hygienic normatives (standards) pesticides concentration in environmental media (ГН 1.2.2701-10 "Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды")

⁵sum of PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 and PCB180

⁶sum of p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE and p,p'-DDD

⁷Kazakhstan SanPin Hygienic safety requirement and nutrition value for food since 11.06.2003.

*not clear whether calculated for fat content or not

**for each congener is MRL set separately

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

	Куриные яйца				
	Казахстан ПДК ⁷	Россия ПДК ¹	Россия ПДК ⁴	ЕС Предельный	ЕС ³ Предельный

				уровень (ML) ²	остаточный уровень (MRL)
Ед.изм.	нг г ⁻¹ *	нг г ⁻¹ жир	нг г ⁻¹ *	нг г ⁻¹ жир	нг г ⁻¹ жир
ВОЗ-ТЕQ ПКДД/Ф		3,0		2,5	
ВОЗ-ТЕQ ПКДД/Ф -ДП ПХД				5,0	
ПХД ⁵				40	
ДДТ всего ⁶					50
р,р'-ДДТ			100		
γ-ГХЦГ (линдан)			100		10
α-, β- ГХЦГ			100		20, 10**
ГХБ					20
Ртуть	20				

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

²Регламент Европейской Комиссии N°1259/2011

³Регламент Европейской Комиссии N°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.

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

⁵сочетание PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 и PCB180

⁶сочетание р,р'-ДДТ, о,р'-ДДТ, р,р'-ДДЭ и р,р'-ДДД

⁷Казахстанские 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 конгенера, MRL устанавливается отдельно

4. Results

The results of the analyses by using DR CALUX are summarized in Table 3 and the graph in Figure 10. The results of the analyses for other POPs and congener analyses by using HRGC-HRMS are summarized in Table 4. There are also few results for analyses of mercury content in selected samples of eggs in Table 4. The graph in Figure 11 compares the results of the analyses for 6 PCB indicator congeners. The graph also shows a comparison with EU limit value for PCBs content in chicken eggs. Free range chicken eggs from China and Belarus were also analyzed by using the same methods. So we can compare data from Kazakhstan hot spots with similar locations in other countries as well. The results for samples from China and Belarus are presented in Tables 3 and 4 together with the results for samples from Kazakhstan.

The results for OCPs on fresh weight basis are summarized in Table 7 and compared with respective EU limit values.

4. Результаты

Результаты анализов с использованием DR CALUX сведены в Таблице 3 и на гистограмме на Рисунке 10. 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 яиц. В графике на Рисунке 11 сопоставляются результаты анализов 6 индикаторных конгенеров ПХД. На графике также представлено сравнение с европейскими предельными уровнями содержания ПХД в куриных яйцах. Таким образом, мы также можем сопоставить данные казахстанских загрязненных мест 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. Яйца кур свободного содержания из Китая и Беларуси были проанализированы с использованием тех же методов.

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

4.1. Dioxins (PCDD/Fs) and dioxin-like PCBs measured by DR CALUX

All samples of chicken eggs collected at Kazakhstani hot spots during a field visit in 2013 were screened for dioxins and dioxin-like PCBs by using the DR CALUX method in BDS laboratory, Amsterdam. Two samples from a second sampling period in 2014 were also analyzed there. The results are summarized in Table 3 together with selected results for the eggs from China and Belarus.

4.1. Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД по методу DR CALUX

Все пробы куриных яиц, собранные в загрязненных местах Казахстана в ходе визита в 2013 году, были проверены на содержания диоксинов и диоксиноподобных ПХД, используя метод DR CALUX в BDS laboratory, в городе Амстердам. Там также были исследованы две пробы из второго периода отбора проб 2014 года. Результаты преведены в Таблице 3 совместно с результатами проб яиц из Китая и Белоруси.

Table 3: Results of DR CALUX bioassay analyses for both PCDD/Fs and DL PCBs for samples from Kazakhstan, China and Belarus. Data are in pg BEQ g⁻¹ fat.

Sample	Locality	Country	PCDD/Fs and DL PCBs (DR CALUX)	PCDD/Fs (DR CALUX)
EKI-14-3-EGG	Ekibastuz - Soyuz	Kazakhstan	3.8	1.3
eki egg 2	Eikbastuz – dachas South	Kazakhstan	4.8	
eki egg 1	Eikbastuz – substation	Kazakhstan	6.4	
NUR egg 1	Samarkand village; Nura	Kazakhstan	9.2	
NUR egg 24-1	Rostovka; Nura	Kazakhstan	9.4	
B 2	Balkhash - Rembaza	Kazakhstan	12	
B 3	Balkhash -	Kazakhstan	15	

	southwest			
ARAI EGG	Shabanbai Bi	Kazakhstan	16	7.6
NUR egg 24-2	Chkalovo; Nura	Kazakhstan	18	
B 1	Balkhash - Rembaza	Kazakhstan	24	
NUR egg dam	Temirtau; Samarkand dam	Kazakhstan	28	
B 5	Balkhash - southwest	Kazakhstan	33	
B 4	Balkhash - north	Kazakhstan	101	
LN 321/14	Beijing - supermarket	China	1.2	NA
LN 272/14	Gatovo	Belarus	8.1	5.2
Beihai 3 and 4	Beihai II	China	8.9	7.4
Likeng	Likeng	China	17	
Beihai 5 and 6	Beihai III	China	24	20
Beihai 1 and 2	Beihai I	China	37	30
LN 273/14	Wuhan 1	China	35	31

Таблица 3. Результаты биотестирования DR CALUX ПХДД/Ф и ПХД для проб из Казахстана, Китая и Беларуси. Данные приведены в пг BEQ г⁻¹ жир.

Проба	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	

Eki egg 1	Экибастуз – подстанция	Казахстан	6,4	
NUR egg 1	Село Самарканд; р.Нура	Казахстан	9,2	
NUR egg 24-1	Ростовка, р. Нура	Казахстан	9,4	
B 2	Балхаш – Рембаза	Казахстан	12	
B 3	Балхаш – Юго- запад	Казахстан	15	
ARAI EGG	Шабанбай Би	Казахстан	16	7,6
NUR egg 24-2	Чкалово, р. Нура	Казахстан	18	
B 1	Балхаш – Рембаза	Казахстан	24	
NUR egg dam	Темиртау, Самаркандская плотина	Казахстан	28	
B 5	Балхаш – Юго- запад	Казахстан	33	
B 4	Балхаш – Север	Казахстан	101	
LN 321/14	Пекин – супермаркет	Китай	1,2	NA
LN 272/14	Гатово	Беларусь	8,1	5,2
Beihai 3 and 4	Бэйхай II	Китай	8,9	7,4
Likeng	Ликенг	Китай	17	
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

When PCDD/Fs and dl-PCB levels determined by the DR CALUX method are discussed, the following has to be considered. This cell based reporter gene assay is a validated method for screening for PCDD/Fs and dl-PCBs contents in food according to EU Commission Regulation EC/589/2014 (European Commission 2014). Screening methodologies are usually used to exempt those samples that are below the maximum permitted limit (i.e. are compliant with the limit) and that can, therefore, be released to the market. In addition, one needs to select those samples that require confirmation (i.e. are suspected to be non-compliant) of their PCDD/F/dl-PCB-TEQ level.

Во время обсуждения уровней ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, определенных методом DR CALUX, необходимо учитывать следующее. Этот клеточный анализ, основанный на репортерном гене, является проверенным (валидированным) 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 проб, концентрация в которых находится ниже максимально допустимого предела (то есть соответствуют требованиям лимита), и поэтому могут быть выпущены на рынок. Кроме того, во время скрининга необходимо отобрать те пробы, которые требуют подтверждения их уровня ТЭ ПХДД/Ф/ДП ПХД (т.е. предположительно не соответствующие требованиям лимита).

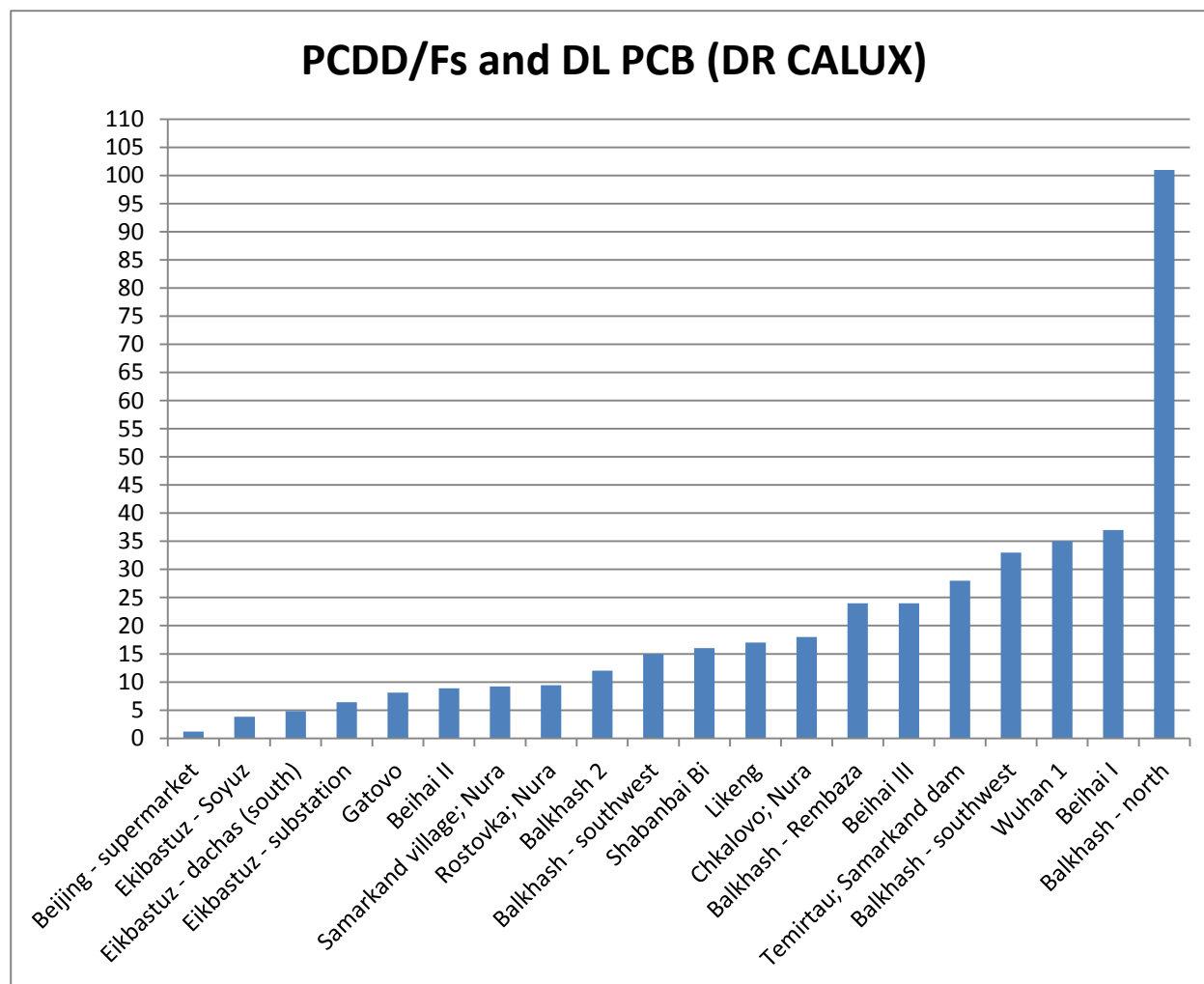
Thirteen pool egg samples were analyzed using the DR CALUX method for determination of dioxin/DL PCB-TEW activity in total. Among those only two samples from Ekibastuz were below limits set up by the EU also used for consideration of results obtained by DR CALUX analyses. All other eleven samples were above 5 pg BEQ g⁻¹ fat level for total PCDD/Fs and DL PCBs content, as it is shown by the graph in Figure 1. The highest level of 101 was measured in chicken eggs from Balkhash city, north from the metallurgical plant. The sample was taken in 2013 at the site where we were not able to repeat sampling in 2014. All other samples from Balkhash city were also high, between 12 and 33 pg BEQ g⁻¹ fat. These levels are comparable to those obtained for free range chicken eggs from Beihai, a similar hot spot with a metallurgical plant in China (8.9 – 37 pg BEQ g⁻¹ fat).

Тринадцать объединенных проб яиц были проанализированы методом DR CALUX на предмет активности диоксинов и ДП ПХД в целом. Из общего количества проб только в двух пробах из Экибастуза уровни были ниже установленных ЕС норм, которые использовались для оценки результатов анализов DR CALUX. Показатели остальных одиннадцати проб были выше 5 пг БЕК г⁻¹ жира по общему содержанию ПХДД/Ф и ДП ПХД, как показано на графике на Рисунке 1. Наивысшая концентрация была зафиксирована в куриных яйцах из города Балхаш, отобранных к северу от металлургического комбината. Проба была взята в 2013 году на участке, на котором

впоследствии, в 2014 году, мы не смогли взять ее повторно. Все остальные пробы из города Балхаш также имели высокие показатели, между 12 и 33 пг BEQ г⁻¹ жира. Эти уровни сопоставимы с уровнями, полученными для яиц кур свободного содержания из Бэйхай, аналогичной «горячей точки» на металлургическом заводе в Китае (8,9 - 37 пг BEQ г⁻¹ жира).

Samples for Temirtau broader area show slightly lower levels, between 9.2 and 28 pg BEQ g⁻¹ fat, however not significantly lower than those from Balkhash. The sample from Shabanbai Bi which was considered to be a clean area and sampled as such in 2014 has shown high content of dioxins and DL PCBs at a total level of 16 pg BEQ g⁻¹ fat, although the results suggest higher levels of DL PCBs rather than PCDD/Fs, which is the complete opposite compared to the locality of, for example, a waste incinerator in Wuhan, China and/or metallurgical site of Beihai, China (see results for PCDD/Fs share on total BEQ in Table 3). The sample from Shabanbai Bi was also analyzed by GC-HRMS for specific congeners and results have shown an even higher total TEQ content of PCDD/Fs plus DL PCBs and confirmed that the PCB share is higher than PCDD/Fs. This difference is in agreement with findings by Gasparini et al. (2011) who suggested that: "From a preliminary evaluation of the contamination profile, it should seem that the major differences between screening and confirmation results, are present in those sample where the contribution to total TEQ is due overall to dl-PCBs rather than to PCDDs and PCDFs."

Пробы из более обширной области опробования, возле Темиртау, показывают несколько более низкие уровни между 9,2 и 28 пг жира BEQ г⁻¹, но не значительно ниже, чем у Балхаша. В пробе из села Шабанбай Би, которое изначально предполагалось как экологически чистый район (и проба в 2014 была взята именно как чистая), была обнаружена высокая концентрация диоксинов/ДП ПХД, - общий уровень 16 пг BEQ г⁻¹ жира, хотя результаты указывают на более высокие уровни ПХД, а не ПХДД/Ф, что является полной противоположностью по сравнению, например, с местом расположения мусоросжигательного завода в Ухане (Китай) и металлургического центра в Бэйхае (Китай) (см. общие результаты для ПХДД/Ф BEQ в таблице 3). Проба из села Шабанбай Би был также проанализирован GC-HRMS на конкретные конгенеры, и результаты показали еще более высокое общее содержание TEQ ПХДД/Ф и ДП ПХД и подтвердили, что доля ПХД выше, чем ПХДД/Ф. Это различие подтверждает выводы Gasparini et al. (2011), которые предположили следующее, - «Из предварительной оценки типичной картины загрязнения должно показаться, что основные различия между скринингом и подтверждающими результатами присутствуют в той пробе, где вклад в общую TEQ обусловлен в целом ДП ПХД, а не ПХДД и ПХДФ».



ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX)

Рисунок 10. График показывает сравнение показателя ПХДД/Ф и ДП ПХД в pg BEQ g^{-1} жира для различных объединенных проб куриных яиц из Казахстана, Китая и Беларуси (все результаты приведены в Таблице 3).

4.2. Dioxins (PCDD/Fs), PCBs and other POPs measured by gas chromatography methods

GCMS-HRMS analyses were chosen for confirmation of contamination by dioxins and dioxin-like PCBs of chicken eggs at the same localities where they have been shown to be suspected for potentially high levels of these POPs after the first year of sampling. The same samples were also analyzed for other POPs, group of OCPs: hexachlorobenzene (HCB), hexachlorocyclohexanes (HCHs) and DDT and its metabolites. HCB is also considered to be unintentionally produced POP (U-POP) in the same processes as dioxins and DL PCBs (Stockholm Convention on POPs 2008), although it is commonly measured together with other OCPs. Also two other U-POPs, pentachlorobenzene (PeCB) and hexachlorobutadiene (HCBD) were analyzed in some samples. Thirteen pooled samples of eggs were analyzed for PCDD/Fs and DL PCBs in total and sixteen samples for other POPs. A few samples were also measured for mercury content. The results are summarized in Table 4.

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 загрязнения диоксинами и диоксиноподобными ПХД куриных яиц из тех участков, в отношении которых имелись подозрения на наличие высоких уровней загрязнения СОЗ по результатам взятия проб первого года исследований. Те же самые пробы также прошли анализ на другие СОЗ группы ХОП: гексахлорбензол (ГХБ), гексахлорциклогексаны (ГХЦГ) и ДДТ и его метаболиты. ГХБ также считается непреднамеренно-произведенным СОЗ, который получается в тех же процессах, как и диоксины и ДП ПХД (Стокгольмская конвенция, 2008), хотя он обычно измеряется вместе с другими ХОП. Десять объединенных проб яиц были подвергнуты анализу на содержание ПХДД/Ф и ДП ПХД, и одиннадцать проб — на другие СОЗ. Несколько проб также были проверены на содержание ртути. Результаты приведены в Таблице 4.

Table 4: Summarized results of analyses for POPs and mercury for ten pooled free range chicken eggs samples from the second year of sampling (2014), plus a background sample from a supermarket in Karaganda sampled in 2015. There are also results for selected samples from China and Belarus, and EU limit values for comparison.

Таблица 4. Сводка результатов анализов на содержание СОЗ и ртути в десяти объединенных пробах яиц кур свободного содержания, взятых на втором году исследований (2014), и фоновой пробе из супермаркета в Караганде, взятой в 2015 г. Также представлены результаты анализов для Китая и Беларуси и предельные значения ЕС для сравнения.

Locality	Balkhash - southwest	Balkhash – southwest	Balkhash - Rembaza	Balkhash - Rembaza	Ekibastuz - substation	Ekibastuz - Soyuz	Ekibastuz - Soyuz	Rostovka	Chkalovo	Shabanbai Bi	Karaganda - superm.
Sample	BAL-EGG-14-1	BAL-EGG-14-2	BAL-EGG-14-3	BAL-EGG-14-4	EKI 14-1-EGG/EKI-27-EGG	EKI-14-2-EGG	EKI-14-3-EGG	NUR-EGG-14-1	NUR-EGG-14-2	ARAI-EGG	KAR-SUP
Fat content	12.45	9.95	10.15	11.35	12.4	11.7	13.3	15	13.7	10.15	14.0
PCDD/Fs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	7.69	9.81	7.73	4.25	5.73	1.57	NA	2.79	1.82	9.26	0.90
DL PCBs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	7.66	2.88	22.33	13.70	6.45	2.89	NA	26.51	25.94	28.62	0.00
Total PCDD/F + DL PCBs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	15.35	12.70	30.06	17.96	12.18	4.46	NA	29.30	27.76	37.88	0.90
PCDD/Fs and DL PCB (DR CALUX); (pg BEQ g ⁻¹ fat)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.8	NA	NA	16	NA
PCDD/Fs (DR CALUX); (pg BEQ g ⁻¹ fat)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.3	NA	NA	7.6	NA
HCB (ng g ⁻¹ fat)	1.68	2.62	4.39	2.13	5.40	1.28	1.58	2.33	5.04	6.25	1.09
PeCB (ng g ⁻¹ fat)	<0.27	3.2	<0.34	<0.36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.86
HCBD (ng g ⁻¹ fat)	<0.27	<0.34	<0.34	<0.36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0.36
7 PCB (ng g ⁻¹ fat)	23.37	11.54	76.64	52.19	27.18	29.49	13.76	319.40	395.18	2001.87	0.99
6 PCB (ng g ⁻¹ fat)	17.47	10.12	58.84	42.74	22.98	21.71	10.45	275.47	360.44	1975.97	0.99
Sum of HCH (ng g ⁻¹ fat)	6.84	114.14	20.71	34.40	11.05	13.25	33.76	45.67	15.33	860.80	0.36
Sum of DDT (ng g ⁻¹ fat)	10.10	34.05	318.87	1057.80	14.52	168.72	126.09	136.40	111.24	287.03	1.03
Hg (ng g ⁻¹)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10.00	NA	1.00	NA

Locality	Shabanbai Bi	Baskuduk	Tauchik	Shetpe	Shetpe	Beijing –	Wuhan	Wuhan	Gatovo	EU stand.
----------	--------------	----------	---------	--------	--------	-----------	-------	-------	--------	-----------

						supermarket (China)	(China)	(China)	(Belarus)	
Sample	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	
Fat content	28.8	15.6	16.2	15.4	12.5	10.14	12.46	15.5	15.4	
PCDD/Fs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	4.90	2.16	NA	1.07	NA	0.20	8.59	12.17	4.25	2.50
DL PCBs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	150.37	11.48	NA	5.34	NA	0.28	4.70	3.79	11.33	
Total PCDD/F + DL PCBs (pg WHO TEQ g ⁻¹ fat)	155.27	13.64	NA	6.41	NA	0.48	13.29	15.96	15.58	5.00
PCDD/Fs and DL PCB (DR CALUX); (pg BEQ g ⁻¹ fat)	NA	NA	NA	NA	NA	1.2	8.8	35	8.1	5.00
PCDD/Fs (DR CALUX); (pg BEQ g ⁻¹ fat)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.8	31	5.2	2.50
HCB (ng g ⁻¹ fat)	1.35	2.94	2.75	6.29	1.30	3.52	28.90	480.65	2.86	20.00
PeCB (ng g ⁻¹ fat)	2.92	0.34	0.39	34.53	0.67	NA	NA	NA	NA	
HCBD (ng g ⁻¹ fat)	<0.03	<0.32	<0.31	<0.32	<0.4	NA	NA	NA	NA	
7 PCB (ng g ⁻¹ fat)	374.00	33.87	11.07	14.20	11.74	2.10	5.29	1.03	66.36	-
6 PCB (ng g ⁻¹ fat)	204.00	26.85	8.67	11.35	9.73	2.10	5.29	1.03	52.92	40.00
sum HCH (ng g ⁻¹ fat)	276.32	52.64	759.53	1451.19	503.00	1.34	5.23	2.32	4.94	-
sum DDT (ng g ⁻¹ fat)	19.17	155.69	229.00	59.29	45.19	0.21	26.25	33.23	230.65	-
Hg (ng g ⁻¹)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.00	-

Местоположение	Балхаш - юго-запад	Балхаш - юго-запад	Балхаш - Рембаза	Балхаш - Рембаза	Экибастуз - подстанция	Экибастуз - Союз	Экибастуз - Союз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Караганда - супермаркет
Проба	BAL-EGG- 14-1	BAL-EGG- 14-2	BAL-EGG- 14-3	BAL-EGG- 14-4	EKI 14-1- EGG/EKI- 27-EGG	EKI-14-2- EGG	EKI-14-3- EGG	NUR-EGG- 14-1	NUR-EGG- 14-2	ARAI-EGG	KAR-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 ⁻¹ жира)	7,69	9,81	7,73	4,25	5,73	1,57	нет	2,79	1,82	9,26	0,90*
ДП ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ г ⁻¹ 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+ ДП ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ г ⁻¹ 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 ДП ПХД (DR CALUX); (пг BEQ г ⁻¹ жира)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	3,8	нет	нет	16	нет
ПХДД/Ф (DR CALUX), (пг BEQ г ⁻¹ жира)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	1,3	нет	нет	7,6	нет
ГХБ (нг г ⁻¹ жира)	1,68	2,62	4,39	2,13	5,40	1,28	1,58	2,33	5,04	6,25	1,09
ПeХБ (нг г ⁻¹ жира)	<0,27	3,2	<0,34	<0,36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,86
ГХБД (нг г ⁻¹ жира)	<0,27	<0,34	<0,34	<0,36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0,36
7 ПХД (нг г ⁻¹ 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 ⁻¹ 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 ⁻¹ 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 ⁻¹ 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 ⁻¹)	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	10,00	нет	1,00	нет

Местоположение	Шабанбай Би	Баскудук	Таучик	Шетпе	Шетпе	Пекин – супермаркет (Китай)	Ухань (Китай)	Ухань (Китай)	Гатово (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 ТЕQ г ⁻¹ жира)	4,90	2,16	NA	1,07	NA	0,20	8,59	12,17	4,25	2,50
Диоксоподобные ПХД (пг ВОЗ ТЕQ г ⁻¹)	150,37	11,48	NA	5,34	NA	0,28	4,70	3,79	11,33	

жира)										
Общее число ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД (пг ВОЗ ТЕQ г ⁻¹ жира)	155,27	13,64	NA	6,41	NA	0,48	13,29	15,96	15,58	5,00
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (DR CALUX); (пг БЕQ г ⁻¹ жира)	NA	NA	NA	NA	NA	1,2	8,8	35	8,1	5,00
ПХДД/Ф (DR CALUX); (пг БЕQ г ⁻¹ жира)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,8	31	5,2	2,50
ГХБ (нг г ⁻¹ жира)	1,35	2,94	2,75	6,29	1,30	3,52	28,90	480,65	2,86	20,00
ПeХБ (нг г ⁻¹ жира)	2,92	0,34	0,39	34,53	0,67	NA	NA	NA	NA	
ГХБД (нг г ⁻¹ жира)	<0,03	<0,32	<0,31	<0,32	<0,4	NA	NA	NA	NA	
7 ПХД (нг г ⁻¹ жира)	374,00	33,87	11,07	14,20	11,74	2,10	5,29	1,03	66,36	-
6 ПХД (нг г ⁻¹ 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 ⁻¹ жира)	276,32	52,64	759,53	1451,19	503,00	1,34	5,23	2,32	4,94	-
Сумм. ДДТ (нг г ⁻¹ жира)	19,17	155,69	229,00	59,29	45,19	0,21	26,25	33,23	230,65	-
Ртуть (нг г ⁻¹)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,00	-

4.2.1. Dioxins (PCDD/Fs) and dioxin-like PCBs (DL PCBs)

4.2.1 Диоксины (ПХДД/Ф) и диоксиноподобные ПХД

Dioxins belong to a group of 75 polychlorinated dibenzo-p-dioxin (PCDD) congeners and 135 polychlorinated dibenzofuran (PCDF) congeners, of which 17 are of toxicological concern. Polychlorinated biphenyls (PCBs) are a group of 209 different congeners which can be divided into two groups according to their toxicological properties: 12 congeners exhibit toxicological properties similar to dioxins and are therefore often referred to as 'dioxin-like PCBs' (DL PCBs). The other PCBs do not exhibit dioxin-like toxicity but have a different toxicological profile and are

referred to as 'non dioxin-like PCB' (NDL PCBs) (European Commission 2011). Levels of PCDD/Fs and DL PCBs are expressed in total WHO-TEQ calculated according toxic equivalency factors (TEFs) set by WHO experts panel in 2005 (Van den Berg, Birnbaum et al. 2006). These new TEFs were used to evaluate dioxin-like toxicity in thirteen pooled samples of chicken eggs from Kazakhstan.

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» (ДП ПХД), (Европейская Комиссия 2011). Уровни содержания ПХДД/Ф и ДП ПХД выражаются в суммарном показателе ВОЗ-ТЕQ, рассчитываемому в соответствии с факторами токсической эквивалентности (TEF), 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.

Eight out of thirteen and seven out of thirteen samples from Kazakhstan exceeded EU and Russian MAC of PCDD/Fs congeners in chicken eggs, respectively (compare Tables 4 and 2) and ten out of total thirteen samples exceeded EU limit value for both PCDD/Fs and DL PCBs in chicken eggs (European Commission 2011). The background levels for PCDD/Fs and DL PCBs measured in chicken eggs from a supermarket in Karaganda were 0.90 and 0.00 pg WHO-TEQ g⁻¹ fat, respectively (see also discussion about background levels further in text). The highest level of dioxins (9.81 pg WHO-TEQ g⁻¹ fat) was measured in eggs from Balkhash – southwest (BAL-EGG-14-2) and almost the same level was measured in the sample from Shabanbai Bi, which had the second highest level of total WHO-TEQ (37.88 pg WHO-TEQ g⁻¹ fat), and toxicity of DL PCBs has prevailed in that sample (see graph in Figure 3). The other sample from Shabanbai Bi taken one year later contained even higher concentration of DL PCBs and showed the highest total TEQ level among all samples in this study (155.27 pg WHO-TEQ g⁻¹ fat). Most of the egg samples showing high levels of total WHO-TEQ had a prevalence of DL PCBs share over PCDD/Fs on total WHO-TEQ, as shown by the graph in Figure 3. It shows how big the impact is of potential PCBs sources of pollution such as for example obsolete transformers with PCBs containing oils or their creation in industrial processes such as metallurgical plants. Only in two egg samples from Balkhash – southwest was the balance between PCDD/Fs and PCBs in total WHO-TEQ opposite, and PCDD/Fs prevailed.

Восемь из тринадцати и семь из тринадцати проб из Казахстана превысили концентрации, превосходящие европейские и российские ПДК концентрации конгенов ПХДД/Ф в куриных яйцах, соответственно (Таблицы 4 и 2 для сравнения), а десять из тринадцати проб показали содержания, превосходящие европейскую предельную концентрацию как по ПХДД/Ф, так и ДП ПХД в куриных яйцах (Европейская Комиссия 2011). Фоновые уровни ПХДД/Ф и ДП ПХД, измеренные в куриных яйцах из супермаркета в Караганде, составили 0,89812 и 0,00026 пг ВОЗ-ТЕQ г⁻¹ жира, соответственно (см. тж. обсуждение фоновых уровней далее по тексту). Наиболее

высокая концентрация диоксинов (9,81 пг ВОЗ-ТЕQ на г⁻¹ жира) была зафиксирована в яйцах на участке «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⁻¹ жира), а также повышенную токсичность ДП ПХД (см. график в Рис. 3). В другой пробе из Шабанбай Би, которая была отобрана через год, содержалась еще более высокая концентрация диоксиноподобных ПХД, и он показал самый высокий общий уровень ТЕQ среди всех проб 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 ДП ПХД по сравнению с ПХДД/Ф по суммарному параметру ВОЗ-ТЕQ, как показано на графике на Рис. 3. Это демонстрирует, насколько большое воздействие оказывают потенциальные источники загрязнения ПХД, такие как устаревшие трансформаторы с ПХД-жидкостями или их образование в промышленных процессах, например таких, как на металлургических заводах. Только в двух пробах яиц из участка «Балхаш юго-запад» соотношение значений ВОЗ-ТЕQ по ПХДД/Ф и ПХД было обратным, и ПХДД/Ф преобладали над ПХД.

Total WHO-TEQ levels of PCDD/Fs and DL PCBs in samples from Kazakhstani hot spots are higher than in selected samples from Chinese and Belorussian hot spots; however, higher levels of PCDD/Fs were observed in eggs from the surroundings of the Wuhan waste incinerator in China. Samples from Shabanbai Bi, Rostovka, Chkalovo and Balkhash – Rembaza would belong to those with rather high levels of dioxins and DL PCBs, also in comparison with collection of samples from IPEN's The Egg Report from 2005, and comparable with samples from Dandora, Kenya (mixed waste dumpsite), Lucknow, India (medical waste incinerator site) or Mbeubeuss, Senegal (mixed waste dumpsite) (DiGangi and 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). Putative sources of dioxin and dioxin-like PCBs contamination at selected Kazakhstani hot spots are considered in the discussion part below.

Суммарные уровни ВОЗ-ТЕQ ПХДД/Ф и ДП ПХД в пробах из казахстанских загрязненных мест оказались выше, чем в пробах, взятых в таких же местах Китая и Беларуси, однако, в окрестностях инсинератора отходов в Вухань (Китай), были зафиксированы еще более высокие уровни концентрации. Пробы из Шабанбай Би, Ростовки, Чкалово и рембазы Балхаша можно отнести к группе проб с достаточно высокими концентрациями диоксинов и ДП ПХД, также в сравнении с набором проб из отчета «The Egg Report» IPEN 2005 года, а также сравнимы с пробами из Дандоры, Кения (полигон смешанных отходов), Лакнау, Индия (полигон сжигания медицинских отходов) или Мбеубюс, Сенегал (полигон смешанных 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 загрязнения диоксинами и диоксиноподобными ПХД в выбранных «горячих точках» Казахстана представлены в аналитической части ниже.

4.2.2. Polychlorinated biphenyls (PCBs)

Six out of a total of fifteen free range chicken eggs samples from Kazakhstani hot spots exceeded the EU limit for 6 PCB indicator congeners in hen eggs. An extremely high level of 1976 ng g^{-1} fat was observed in eggs from Shabanbai Bi sampled in 2014 and exceeded the EU limit by almost 50 fold. Six PCB congener levels in the samples from Rostovka and Chkalovo on river Nura exceeded the EU limit by seven and nine fold, respectively. Also more recent sample of free range chicken eggs from Shabanbai Bi from the same farm exceeded the EU limit by five fold. All these samples can be considered as highly contaminated by PCBs and potential sources of contamination should be found. Also, dioxin-like PCBs were high in all these three samples and were major contributors to the overall WHO-TEQ level in these pooled egg samples (see the graph in Figure 3). The highest level of 6 PCB indicator congeners (26.85 ng g^{-1} fat) among samples from Mangystau Region was found in free range chicken eggs sampled nearby the landfill site in Baskuduk, although it didn't exceeded the EU limit (see Figuer 11).

4.2.2. Полихлорированные дифенилы (ПХД)

Шесть из общих пятнадцати проб яиц кур свободного содержания из казахстанских загрязненных мест превышают европейскую предельно допустимой концентрацию по 6 индикаторным конгенерам ПХД в яйцах. Чрезмерно высокая концентрация, равная 1976 нг г^{-1} 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, а это означает, что необходимо найти и изолировать возможные источники загрязнения. Содержание ДП ПХД было также высоко во всех этих трех пробах, что явилось основным фактором повышения общего показателя ВОЗ-TEQ в этих объединенных пробах яиц (см. Рис. 11). Самый высокий уровень индикаторных конгенов ПХД ($28,85 \text{ нг г}^{-1}$ жира) среди всех проб из Мангистауской области был обнаружен среди яиц кур свободного содержания, взятых близи Баскудука, хотя они и не превышали допустимые пределы ЕС (см. Рис. 11).

6 PCB indicator congeners

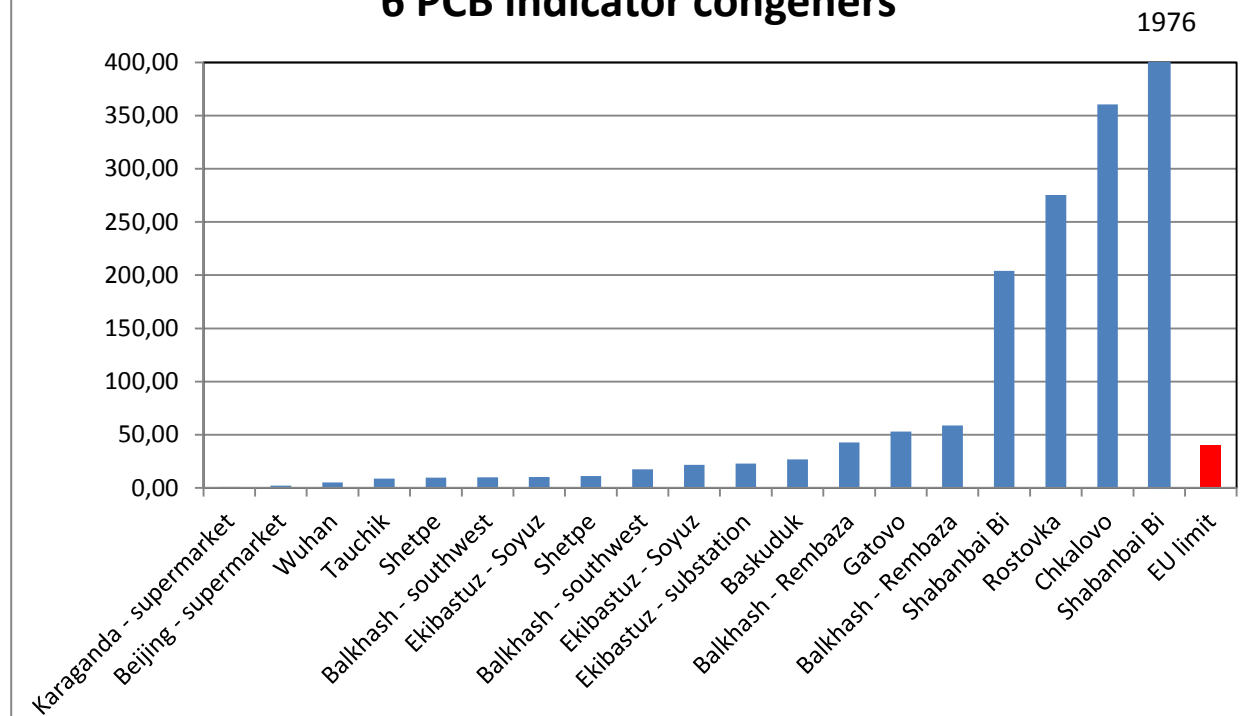


Figure 11: Graph comparing 6 PCB congener levels in different pooled chicken eggs samples from Kazakhstan, China and Belarus (full set of results is in Table 3).

Рисунок 11. График сопоставления уровней содержания 6 конгенов ПХД в различных объединенных пробах куриных яиц из Казахстана, Китая и Беларуси (общая сводка результатов представлена в Таблице 3).

Two samples from Balkhash – Rembaza also exceeded the EU limit value for 6 PCB congeners, although not so significantly. Also in this case DL PCBs were major contributors to total TEQ in eggs (see graph at Figure 3). Prevalence of PCBs upon PCDD/Fs in total TEQ was also measured in samples from Ekibastuz, where an electricity substation contaminated by PCBs is a putative source of egg contamination by U-POPs.

В двух пробах из местоположения «Балхаш - рембаза» также зафиксировано превышение европейской нормы концентрации 6 конгенов ПХД, хотя и не столь значительное. При чем, и в этом случае, ДП ПХД оказались основными факторами повышения показателя TEQ в яйцах (см. Рис. 3). Превалирование ПХД над ПХДД/Ф в общем TEQ было также измерено в пробах из Экибастуза, где электрическая подстанция, загрязненная ПХД, является предположительным источником загрязнения яиц непреднамеренно-произведенными СОЗ.

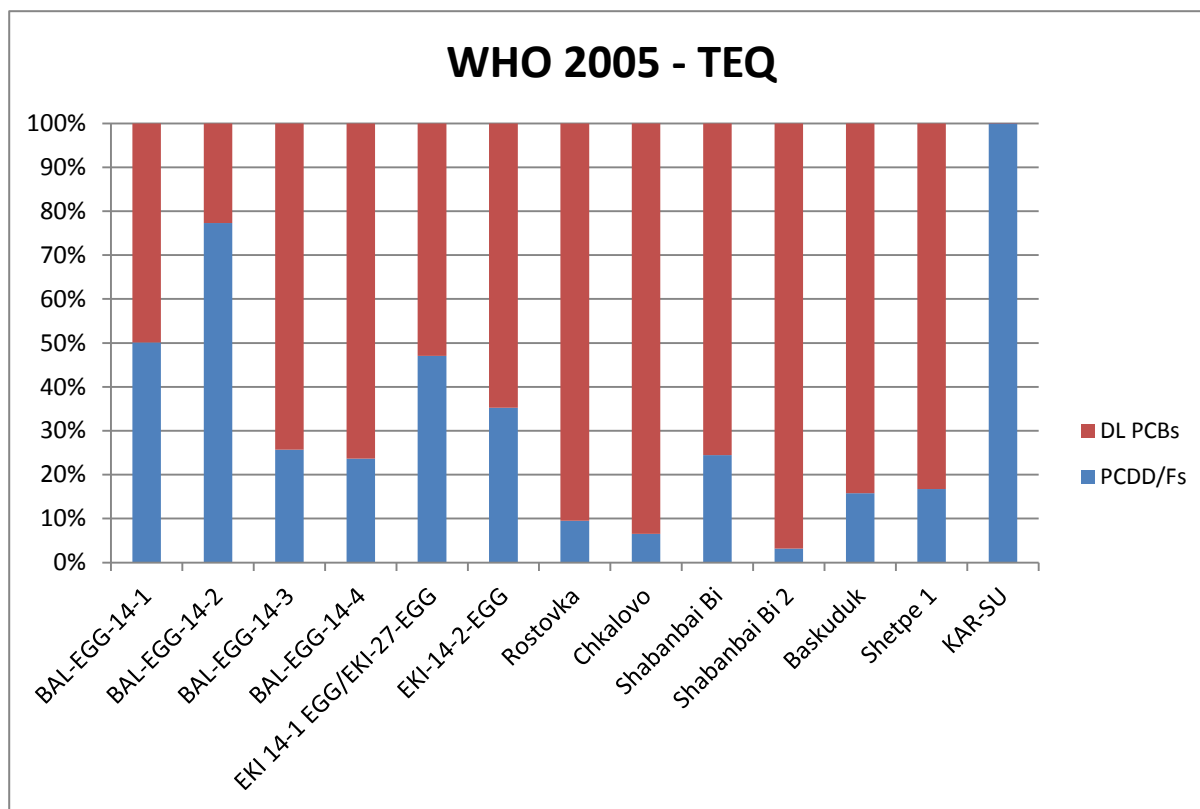


Figure 12: Balance between PCDD/Fs and DL PCBs on total WHO-TEQ levels in chicken egg samples from Kazakhstan.

Рисунок 12. Соотношение ПХДД/Ф и ДП ПХД в общих уровнях ВОЗ-ТЕQ в пробах куриных яиц из Казахстана

4.2.3. Other U-POPs: Hexachlorobenzene (HCB), pentachlorobenzene (PeCB) and hexachlorobutadiene (HCBD)

Hexachlorobenzene and pentachlorobenzene were listed as U-POPs in Annex C to the Stockholm Convention (Stockholm Convention 2010). Their unintentional formation in chemical and combustion processes is similar to that described for PCDD/Fs and DL PCBs. The highest levels of

HCB were observed in samples from Shetpe, a sample closer to the cement kiln, and Shabanbai Bi (in sample taken in 2014). The sample from Shetpe (SH-E-1/1-2) contained also the highest level of PeCB ($34.5 \text{ ng g}^{-1} \text{ fat}$).

4.2.3. Другие непреднамеренно-произведенные СОЗ - гексахлорбензол (ГХБ), пентахлорбензол (ПeХБ) и гексахлорбутадиен (ГХБД)

Гексахлорбензол и пентахлорбензол указаны в качестве непреднамеренно-произведенных СОЗ в Приложении С к Стокгольмской конвенции (Стокгольмская конвенция, 2010). Их непреднамеренное образование в химических процессах и процессах сжигания аналогично образованию ПХДД/Ф и ДП ПХД. Самые высокие уровни ГХБ наблюдались в пробах из Шетпе (в пробе, отобранной недалеко от цементного завода), и из Шабанбай Би (в пробе, взятой в 2014 г.). Проба из Шетпе (SH-E-1/1-2) содержала также самый высокий уровень ПeХБ ($34,5 \text{ нг г}^{-1} \text{ жира}$).

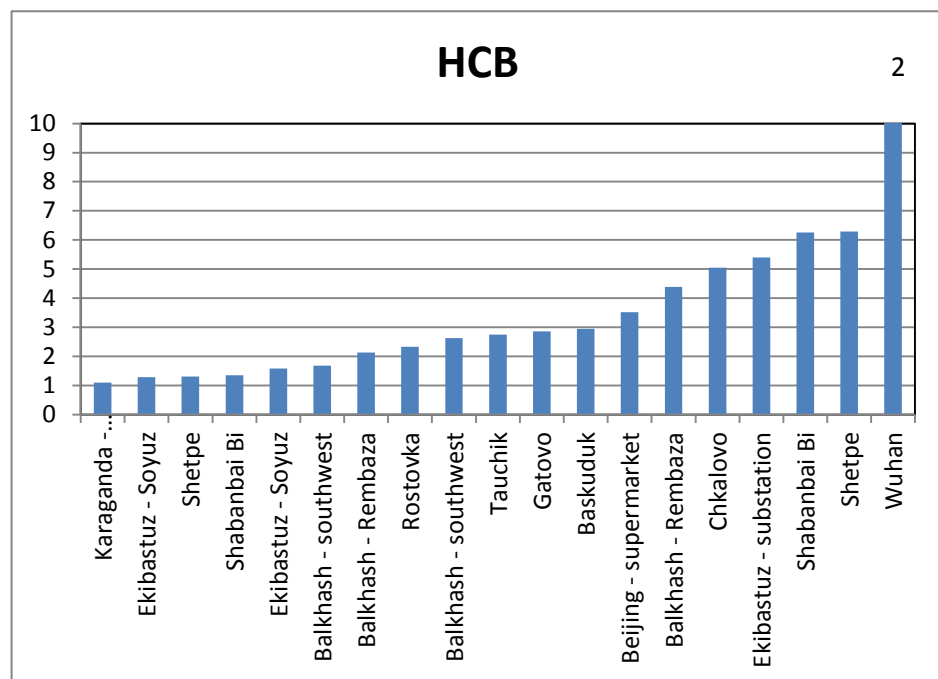


Figure 13: Hexachlorobenzene levels in different pooled samples of free range chicken eggs from Kazakhstani hot spots in comparison with selected sites in China (Wuhan) and Belarus (Gatovo).

Рисунок 13. Уровни гексахлорбензола в различных объединенных пробах яиц кур свободного содержания из загрязненных мест Казахстана по сравнению с выбранными местами в Китае (Ухань) и Беларуси (Гатово).

Hexachlorobutadiene (HCBD) is considered to be a U-POP as well, although it was listed in Annex C to the Stockholm Convention yet. None of the free range chicken eggs samples analyzed for this chemical from Kazakhstani hot spots had level above LOQ of HCBD (see Table 4).

Гексахлорбутадиен (ГХБД) также считается непреднамеренно-произведенным СОЗ, хотя он еще не был включен в приложение С Стокгольмской конвенции. Ни одна из проб яиц кур свободного содержания из загрязненных мест Казахстана, проанализированная по этому химическому веществу, не имела уровня выше LOQ ГХБД (см. Таблицу 4).

4.2.4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) were analyzed only in free range chicken eggs from Mangystau Region however we have results of analyses also in chicken eggs from Thailand and one sample from China for comparison. These results are summarized in Table 5. We don't have results for analysis of PAHs in chicken eggs from supermarket in Kazakhstan we only have it for chicken eggs from supermarket in Bangkok which cannot be considered as background level for Kazakhstan. Samples from Mangystau hot spots don't show high levels of PAHs in comparison within presented collection of pooled free range chicken egg samples. The highest level of 6 PAHs ($385 \text{ ng g}^{-1} \text{ fat}$) among four samples from Mangystau was found in Tauchik. It is also slightly elevated in comparison with sample from supermarket in Bangkok ($233 \text{ ng g}^{-1} \text{ fat}$), however it is still much lower in comparison with highest concentrations among presented collection of samples (above $1000 \text{ ng g}^{-1} \text{ fat}$).

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, но

можно использовать для сравнения. Пробы из Мангыстау не показывают высоких уровней ПАУ в сравнении с вышеуказанной выборкой объединенных проб яиц кур свободного содержания из других стран. Самый высокий уровень 6 ПАУ (385 нг г^{-1} жира) среди четырех проб из Мангыстау был найден в Таучике. Он также немного повышен по сравнению с пробой 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).

Table 5: Summarized results of analyses for 6 PAHs in 4 free range chicken eggs samples from Mangystau Region collected in 2016 in comparison with some samples from Thailand and China collected in 2015 – 2016 (in ng g^{-1} fat).

Таблица 5. Обобщенные результаты анализов на 6 ПАУ в четырех пробах яиц кур свободного содержания из Мангистауской области, собранных в 2016 году, по сравнению с некоторыми пробами из Таиланда и Китая, собранными в 2015-2016 годах (в нг г^{-1} жира).

Sample	BAS 02	TA-E-1	SH-E-1/1-2	SH-E-2	SMS2-13	SAR1	MTP2-18	MTP2-19	MTP1-11	Control group, supermarket	Samui 01	Likeng
	Baskuduk	Tauchik	Shetpe	Shetpe	Samut Sakhon (Thailand)	Saraburi (Thailand)	Map Tha Put (Thailand)	Map Tha Put (Thailand)	Map Tha Put (Thailand)	Bangkok (Thailand)	Koh Samui (Thailand)	Likeng (China)
Naphthalene	97	322	107	116	690	1300	170	110	86	140	220	430
Phenanthrene	124	59	54	31	1200	150	110	88	700	93	160	250
Benzo[a]anthracene	1.1	1	<0.4	<0.5	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	< 3
Chrysene	1.6	2.6	<0.4	<0.5	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	3
Benzo[b]fluoranthene	<0.9	<0.8	<0.9	<1.1	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	3
Benzo[a]pyrene	0.5	0.9	0.6	0.9	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	94	< 3

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 Пут (Таиланд)	Мап Та Пут (Таиланд)	Мап Та Пут (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
Хризен	1,6	2,6	<0,4	<0,5	< 30	< 40	< 30	< 30	< 20	< 30	110	3
Бензо[b] 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. BFRs in eggs

Broad family of brominated flame retardants including those used as alternatives to older ones such as polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and/or hexabromocyclododecane (HBCD) was analyzed in free range chicken eggs from Balkhash city, Baskudu, Shetpe and sample from supermarket in Karaganda. Results for all measured BFRs in these samples and samples from Thailand and China for comparison are summarized in Table 6.

Table 6: Summarized results of analyses for different BFRs in chicken eggs samples from Central Kazakhstan in comparison with selected samples from Thailand and China (in ng g⁻¹ fat). The levels below LOQ were counted as “0” for calculation of sums of the groups of BFRs.

Locality	Balkhash - southwest	Balkhash - southwest	Balkhash - Rembaza	Balkhash - Rembaza	Karaganda - superm.	Baskuduk	Shetpe	Map Tha Put (Thailand)	Koh Samui (Thailand)	Bangkok – supermarket (Thailand)	Qihua (China)
Sample	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	MTP 2-19	SAMUI 01	SUPERM	QIHUA 2
HBB	<0.16*	<0.20*	<0.20*	0.22	<0.21*	<0.33*	<0.31*	<0.16*	<0,21*	<0.26*	<0.17*
Sum of PBDEs**	3.51	25.78	234.56	16.04	9.50	28.10	0.00	3.30	0,92	3.10	1.94
PBEB	<0.16*	<0.20*	<0.20*	<0.22*	<0.21*	<0.33*	<0.31*	<0.16*	<0,21*	<0.26*	<0.17*
α-HBCD	<0.69*	197.28	<0.88*	225.40	1035.71	179.08	18320.75	165.41	<0,92*	<1.12*	139.44
β-HBCD	<0.69*	<0.88*	<0.88*	<0.94*	<0.93*	<1.63*	<1.57*	<0.70*	<0,92*	<1.12*	<0.72*
γ-HBCD	<0.69*	<0.88*	<0.88*	<0.94*	<0.93*	7.25	<1.57*	<0.70*	<0,92*	<1.12*	<0.72*
Sum HBCD	0.00	197.28	0.00	225.40	1035.71	187.97	18320.75	165.41	0,00	0.00	139.44
BTBPE	0.16	<0.20*	<0.20*	<0.22*	0.29	3.46	<0.31*	0.27	<0,21*	<0.26*	<0.17*
OBIND	<1.33*	<1.70*	<1.70*	<1.80*	<1.79*	<3.27*	<3.27*	<1.35*	<1,77*	<2.16*	<1.39*
DBDPE	<2.66*	<3.40*	<3.40*	<3.60*	<3.57*	<6.54*	<6.29*	<2.70*	<3,55*	<4.31*	<2.78*
Sum - new BFRs	0.16	0.00	0.00	0.00	0.29	3.46	0.00	0.27	0,00	0.00	0.00

*below LOQ

4.2.5 Бромированные антипирены в яйцах

Широкое семейство бромированных огнестойких добавок (антипиренов, ретардантов) в том числе тех, которые использовались в качестве замены старых антипиренов, таких как полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ) и/или гексабромциклододекан (ГБЦД), анализировали в яйцах кур свободного содержания из г. Балхаш, поселков Баскудук, Шетпе и в пробе из супермаркета в Караганде. Результаты для всех измеренных бромированных антипиренов в этих пробах и пробах из Таиланда и Китая для сравнения собраны в Таблице 6.

Таблица 6. Обобщенные результаты анализов для разных бромированных антипиренов в пробах куриных яиц из Центрального Казахстана по сравнению с некоторыми пробами из Таиланда и Китая (в нг г^{-1} жира). Уровни ниже LOQ принимались как нулевые значения при расчете суммарных групп веществ.

Местоположение	Балхаш – Юго-запад	Балхаш – Юго-запад	Балхаш - Рембаза	Балхаш - Рембаза	Караганда - супермаркет	Баскудук	Шетпе	Мап Та Пут (Таиланд)	Самуи (Таиланд)	Бангкок – супермаркет (Таиланд)	Цихуа (Китай)
Проба	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	MTP 2-19	SAMUI 01	SUPERM	QINUA 2
ХББ	<0,16*	<0,20*	<0,20*	0,22	<0,21*	<0,33*	<0,31*	<0,16*	<0,21*	<0,26*	<0,17*
Сумма ПБДЭ**	3,51	25,78	234,56	16,04	9,50	28,10	0,00	3,30	0,92	3,10	1,94
ПБЭБ	<0,16*	<0,20*	<0,20*	<0,22*	<0,21*	<0,33*	<0,31*	<0,16*	<0,21*	<0,26*	<0,17*
α -ГБЦД	<0,69*	197,28	<0,88*	225,40	1035,71	179,08	18320,75	165,41	<0,92*	<1,12*	139,44
β -ГБЦД	<0,69*	<0,88*	<0,88*	<0,94*	<0,93*	<1,63*	<1,57*	<0,70*	<0,92*	<1,12*	<0,72*
γ -ГБЦД	<0,69*	<0,88*	<0,88*	<0,94*	<0,93*	7,25	<1,57*	<0,70*	<0,92*	<1,12*	<0,72*
Сумма ГБЦД	0,00	197,28	0,00	225,40	1035,71	187,97	18320,75	165,41	0,00	0,00	139,44
ВТВРЕ	0,16	<0,20*	<0,20*	<0,22*	0,29	3,46	<0,31*	0,27	<0,21*	<0,26*	<0,17*
ОВИНД	<1,33*	<1,70*	<1,70*	<1,80*	<1,79*	<3,27*	<3,27*	<1,35*	<1,77*	<2,16*	<1,39*
ДВДРЕ	<2,66*	<3,40*	<3,40*	<3,60*	<3,57*	<6,54*	<6,29*	<2,70*	<3,55*	<4,31*	<2,78*
Сумма - новые бромир. ант	0,16	0,00	0,00	0,00	0,29	3,46	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00

ипирены										
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Surprisingly high levels of α -HBCD isomer of 18320.75 respectively 1036 ng g⁻¹ fat were found in chicken eggs obtained from Shetpe respectively supermarket in Karaganda. Level above 18 ppm is the highest level of HBCD ever measured in fat of chicken eggs. Also level in chicken eggs from supermarket is one of the highest concentrations of HBCD found in chicken eggs. Both are higher than those observed in free range chicken eggs from different hot spots sampled by IPEN in 2005 (Blake 2005). Pool sample from supermarket contained lower level of HBCD than high concentration of 2000 ng g⁻¹ fat found in German free range chicken eggs in 2007 (Hiebl and Vetter 2007). Pool sample from Shetpe nine times exceeded that level. It is not very clear how this contamination got into eggs from the large poultry farm, where chicken mostly don't have access to open space. Potential contamination route might be some use of polystyrene somewhere on the place accessible to chicken at the farm and/or contaminated feed for chicken. The sample from supermarket in Karaganda cannot be considered as one showing background level for BFRs in chicken eggs from Kazakhstan. Repeated sampling and monitoring of BFRs in chicken eggs from supermarkets in Karaganda can help to address the source of serious pollution of food chain by HBCD. Polystyrene or car upholstery treated by HBCD as flame retardant is most likely source of contamination of free range chicken eggs sampled in Shetpe. It has to be noted that in Shetpe these eggs were sampled near cement kiln.

Неожиданно высокие уровни изомера α -ГБЦД 18320,75, - соответственно 1036 нг г⁻¹ жира, были обнаружены в куриных яйцах, полученных из Шетпе и из супермаркета в Караганде. Уровень выше 18 ppm является самым высоким уровнем ГБЦД, когда-либо измеренным в жире куриных яиц. Такой уровень в яйцах кур из супермаркета – также одна из самых высоких измеренных концентраций ГБЦД в куриных яйцах. Оба результата выше, чем те, которые наблюдаются в яйцах кур свободного содержания из разных загрязненных мест, отобранных IPEN в 2005 году (Blake 2005). В пробе из супермаркета содержится более низкий уровень ГБЦД, чем концентрация в 2000 нг г⁻¹, обнаруженная в немецких яйцах кур свободного содержания 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 условиях большой птицефабрики, где куры, как правило, не имеют доступа к открытому пространству. Потенциальным маршрутом загрязнения может быть использование полистирола в таком месте, которое доступно для кур в условиях птицефабрики и/или использование для кормления кур загрязненного корма. Результат по пробе из супермаркета в Караганде не может рассматриваться как фоновый уровень бромированных антипиренов в куриных яйцах из Казахстана. Повторный отбор проб и мониторинг бромированных антипиренов в куриных яйцах из магазинов в г. Караганде могут помочь устранить источник серьезного загрязнения пищевой цепи ГБЦД. Полистирол или автомобильная обивка, обработанные ГБЦД в качестве ингибитора воспламенения (антипирена), скорее всего, являются

источником загрязнения пробы яиц кур свободного содержания, отобранной в Шетпе. Следует отметить, что в Шетпе эта проба яиц была отобрана в районе цементного завода.

Significant levels of HBCD were also observed in other pooled eggs samples BAL-EGG-14-4 from Balkhash – Rembaza (225 ng g⁻¹ fat), BAL-EGG-14-2 from Balkhash – Southwest (197 ng g⁻¹ fat), and BAS 02 from Baskuduk (188 ng g⁻¹ fat). In IPEN report focused on different hot spots the maximum level of HBCD (160 ng g⁻¹ fat) in free range chicken eggs was observed in sample from Dandora landfill in Nairobi. Highest level of PBDEs (107 ng g⁻¹ fat) in that report was observed in sample from the vicinity of hazardous waste incinerator in Turkey. Much higher level, exceeding that one more than twice was found in sample BAL-EGG-14-3 from Balkhash – Rembaza (235 ng g⁻¹ fat). Four results with respective seven times higher levels were observed in poultry eggs in the vicinity of Chinese municipal solid waste incinerator (Petrлік 2015) respective e-waste recycling site in Eastern China (Labunska, Harrad et al. 2013).

We looked for BFRs also in sediments of Balkhash Lake during our research in 2014. PBDEs and HBCD isomers were not found in levels above LOQ in four analyzed pooled sediment samples taken near the tailing pond (VŠCHT - Ústav analýzy potravin a výživy 2014).

Значительные уровни ГБЦД наблюдались также в других объединенных пробах яиц: BAL-EGG-14-4 «Балхаш-Рембаза» (225 нг г⁻¹ жира), BAL-EGG-14-2 «Балхаш Юго-запад» (197 нг г⁻¹ жира) и BAS 02 из Баскудука (188 нг г⁻¹ жира). В отчете IPEN, посвященном различным загрязненным местам, максимальный уровень ГБЦД (160 нг г⁻¹ жира) в яйцах кур свободного содержания был обнаружен в пробе на свалке Dandora в Найроби. Самый высокий уровень ПБДЭ (107 нг г⁻¹ жира) в этом отчете был обнаружен в пробе из окрестностей инсинератора опасных отходов в Турции. В пробе BAL-EGG-14-3 «Балхаша Рембаза» (235 нг·г⁻¹ жира) обнаружен намного более высокий уровень, превышающий этот результат более чем в два раза. Четыре пробы с семикратным превышения уровня, обнаруженного в Турции, были обнаружены в яйцах птиц, в окрестностях инсинератора твердых бытовых отходов (Petrлік, 2015) на площадке по рециклированию электронных отходов в Восточном Китае (Labunska, Harrad et al., 2013).

Мы искали бромированные антипирены 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, расположенного на берегу оз. Балхаш и не превысили уровень LOQ (VŠCHT - Ústav analýzy potravin a výživy 2014).

4.2.6. Organochlorinated pesticides (OCPs)

EU limits for pesticide residues, including OCPs in chicken eggs, are set per fresh weight of egg. A comparison of OCPs in eleven samples of chicken eggs from Kazakhstan is in Table 7. EU limits were exceeded only in two samples: the limit for the sum of DDT was exceeded in eggs from Balkhash – Rembaza (BAL-EGG-14-4) by more than two fold, and the limit for β-HCH was exceeded in the sample from Shabanbai Bi by

more than six fold. Levels of p,p'-DDT were 124 and 441 ng g⁻¹ fat respectively in two samples from Balkhash – Rembaza, which is over MAC according Russian legislation (see Table 2).

4.2.6. Хлорорганические пестициды (ХОП)

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 на участке «Балхаш - рембаза» (BAL-EGG-14-4) более чем вдвое, а предельная концентрация β-ГХЦГ была превышена в пробе из села Шабанбай Би более чем в шесть раз. Концентрация p,p'-ДДТ составила 124 и 441 нг г⁻¹ жира соответственно, в двух пробах из «Балхаш - рембаза», что превышает предельно допустимую концентрацию по законодательству Российской Федерации (см. Таблицу 2).

Table 7: Summarized results of analyses for OCPs for ten pooled free range chicken egg samples from the second year of sampling (2014) plus a background sample from a supermarket in Karaganda sampled in 2015. There are also EU limit values (European Commission 2008) for comparison. These results are expressed in ng g⁻¹ fresh weight because EU limits are set for fresh weight for OCPs.

Locality	Ekibastuz - substation	Ekibastuz - Soyuz	Ekibastuz - Soyuz	Shabanbai Bi	Shabanbai Bi	Rostovka	Chkalovo	Karaganda – superm.	EU stand.
Sample	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	
HCB	0.67	0.15	0.21	0.63	0.39	0.35	0.69	0.15	20.00
α-HCH	0.07	0.16	0.75	18.47	3.62	0.48	0.14	0.01	20.00

γ-HCH	0.01	0.45	0.41	2.52	0.96	0.34	0.16	0.05	10.00
β-HCH	1.30	0.94	3.33	66.38	75.00	6.03	1.80	0.01	10.00
sum-4DDT (EU)	1.82	19.68	16.77	29.02	5.52	20.46	15.24	0.17	50.00

Locality	Balkhash - southwest	Balkhash - southwest	Balkhash - Rembaza	Balkhash – Rembaza	Baskuduk	Tauchik	Shetpe	Shetpe	EU stand.
Sample	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	
HCB	0.21	0.26	0.45	0.24	0.46	0.45	0.97	0.16	20.00
α-HCH	0.13	1.30	0.26	0.80	0.20	0.79	12.5	1.56	20.00
γ-HCH	0.00	0.71	0.28	0.51	0.13	0.15	1.95	0.31	10.00
β-HCH	0.72	9.34	1.56	2.60	7.88	122	209	61.0	10.00
sum-4DDT (EU)	1.28	3.39	32.30	119.83	24.11	36.78	8.82	5.33	50.00

Таблица 7. Обобщенные результаты анализа ХОП в десяти пробах яиц кур свободного содержания отобранных на втором году опробования (2014 г.) и в пробе из супермаркета в Караганде, отобранной в 2015 году. Для сравнения предоставляем предельные значения ЕС (European Commission 2008). Результаты выражены в нг г-1 на «свежий вес», поскольку пределы ЕС установлены для ХОП на «свежий вес» 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 -HCH	0,07	0,16	0,75	18,47	3,62	0,48	0,14	0,01	20,00
γ -HCH	0,01	0,45	0,41	2,52	0,96	0,34	0,16	0,05	10,00
β -HCH	1,30	0,94	3,33	66,38	75,00	6,03	1,80	0,01	10,00
sum-4DDT (EU)	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	Стандрат 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	
ГХЦГ	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

All free range chicken egg samples exceeded the background level of DDT in the eggs bought in the supermarket. Significantly higher levels of DDT were in the sample from Balkhash – Rembaza (BAL-EGG-14-3), the sample from Shabanbai Bi, two samples from Ekibastuz – Soyuz, and in samples from Rostovka, Chkalovo, Baskuduk and Tauchik. A comparable level of DDT was also found in free range chicken eggs from Gatovo, Belarus.

Все пробы яиц кур свободного содержания превысили фоновый уровень концентрации ДДТ в яйцах, купленных в супермаркете. Значительно более высокий уровень ДДТ наблюдался в пробе «Балхаш - рембаза» (BAL-EGG-14-3), в пробе из Шабанбай Би, в двух

пробах из «Экибастуз – Союз», и пробах из Ростовки, Чкалово, Баскудука и Таучика. Сравнимый уровень ДДТ был также обнаружен в яйцах кур свободного содержания из Гатова, Беларусь.

High levels of HCHs were observed in two samples from Shabanbai Bi, and in three of total four samples from Mangystau Region. Concentration of β -HCH in sample SH-E-1/1-2 from Shetpe exceeded an EU limit more than twenty times (see Tables 2 and 7) as well as it exceeded Russian limit value twice (see Tables 2 and 7). An elevated level of β -HCH near to the EU limit value was also found in eggs from Balkhash – southwest (BAL-EGG-14-2). β -HCH is an isomer of pesticide lindane. Potential source of this contamination can be either feed or water provided to chicken. High levels of β -HCH were observed for example in dairy milk in Saco Valey, Italy where fodder provided to cattle was found to be a source of contamination (Sala, Caminiti et al. 2012). Contrary to the findings in free range chicken eggs there were very low concentrations of OCPs in camel milk samples from Mangystau Region (Petrlik, Kalmykov et al. 2016). Significant level of β -HCH was also observed in some samples of animal products (butter) and human tissues samples from the surrounding of Aral Sea in Uzbekistan (Ataniyazova, Baumann et al. 2001).

Высокие уровни ГХЦГ наблюдались в двух пробах из Шабанбай Би и в трех из четырех проб из Мангистауской области. Концентрация β -ГХЦГ в пробе 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 β -ГХЦГ, близкий к предельному значению ЕС, был обнаружен в яйцах из «Балхаш - юго-запад» (BAL-EGG-14-2). β -ГХЦГ является изомером пестицида «линдан». Потенциальным источником этого загрязнения может быть либо корм, либо вода, которые употребляют куры. Высокие уровни β -ГХЦГ наблюдались, также, например, в фермерском 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 в пробах яиц кур свободного содержания, в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области были очень низкие концентрации ХОП (Петрлик, Калмыков и др., 2016). Значительный уровень β -HCH наблюдался также в некоторых пробах продуктов животного происхождения (сливочное масло) и тканей человека из окрестностей Аральского моря в Узбекистане (Ataniyazova, Baumann et al., 2001).

4.3. Mercury

Mercury levels in the two analyzed pooled samples of eggs were below the Kazakhstani limit. The level in eggs from Rostovka on the river Nura was 10-times higher than in the sample from Shabanbai Bi.

4.3. Ртуть

Концентрация ртути в двух проанализированных 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. Discussion

5.1. *Background levels of POPs in eggs*

The locality of Shabanbai Bi as a remote area in Kazakhstan has shown high levels of certain POPs in free range chicken eggs and therefore cannot be considered as a background locality for POPs. As this was discovered at a very late stage in our research; we sampled chicken eggs from a supermarket in Karaganda from chickens raised in a large farm without access to open air space in April 2015 in order to obtain information about background levels of POPs in chicken eggs from Kazakhstan. The results of the analyses for this sample are in Tables 4 and 7. The levels of POPs in this sample were similar for PCDD/Fs and DL PCBs (DiGangi and Petrlik 2005) or lower, e.g. for HCB, non-ortho PCBs or DDT (DiGangi and Petrlik 2005, IPEN Pesticides Working Group 2009), compared to those observed in the background samples from other studies of POPs in chicken eggs. For PeCB the level of almost 3 ng g⁻¹ fat was measured in sample from supermarket in Karaganda of chicken eggs. Lower levels were analyzed in some other samples (see Table 4). HCBd was found at level below LOQ (<0.36 ng g⁻¹ fat) in this sample.

While for above mentioned POPs sample from supermarket can be considered as showing background levels it is not possible to say for BFRs as the second highest level of HBCD among all samples collected in Kazakhstan for this study was measured in this sample (see Chapter 4.2.5, Table 6).

5. Разбор результатов

5.1. Фоновые уровни содержания СОЗ в яйцах.

Участок Шабанбай Би, расположенный в отдаленном районе Казахстана, показал высокие концентрации отдельных СОЗ в яйцах свободно пасущихся кур, что сделало этот участок непригодным в качестве фонового участка при оценке загрязнения СОЗ. Так как это было установлено на самых последних этапах исследования, то в апреле 2015 года мы взяли пробы яиц из супермаркета в Караганде, от кур, выращенных на крупной птицефабрике без доступа к открытому 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 результатами фоновых проб других исследований СОЗ в куриных яйцах. Для ПеХБ уровень почти 3 нг г^{-1} жира был измерен в пробе куриных яиц из супермаркета в Караганде. Более низкие уровни были обнаружены в некоторых других пробах (см. Таблицу 4). Значения ГХБД оказались в этой пробе ниже уровня LOQ ($<0,36 \text{ нг г}^{-1}$ жира).

Хотя вышеупомянутая проба из супермаркета, может рассматриваться в качестве фонового уровня для СОЗ, нельзя сказать тоже самое и о бромированных антипиренах, поскольку второй наивысший уровень ГБЦД среди всех проб, собранных в Казахстане для этого исследования, был измерен в этой пробе (см. Главу 4.2.5, Таблица 6).

5.2. Dioxin congener patterns and putative sources

We can compare dioxin congener patterns in free range chicken eggs with their typical patterns for certain types of pollution sources in order to get closer to discovery of their sources at the studied sites. The graph in Figure 4 shows the balance between PCDDs and PCDFs in egg samples and two non-egg samples (air emissions from a lead smelter and the content of PCDD/Fs in asbestos cement fibre plates). There are egg samples from a previous IPEN report where the most likely dioxin sources were identified. The division between PCDD and PCDF congeners in toxic equivalents is used as one of the criteria for a basic classification of potential sources (Sam-Cwan 2003, Yoon-Seok 2003). However, it can be only used as basic information; further analysis of the dioxin congener pattern is needed.

5.2 Наборы диоксиновых конгенов и их гипотетические источники

Мы можем сопоставить выявленные наборы (паттерны) диоксиновых конгенов в яйцах кур свободного содержания с наборами, характерными для отдельных категорий источников загрязнения, для того, чтобы приблизиться к выявлению источников загрязнения на исследуемых участках. График на рисунке 4 показывает соотношение между ПХДД и ПХДФ в пробах яиц и двух пробах других веществ (выбросы в атмосферу свинцового плавильного завода и содержание ПХДД/Ф в пластинах из асбестоцементных волокон). Имеются результаты для проб 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 исходной информации. Необходим дальнейший анализ модели происхождения типичных наборов диоксинов.

Balance of PCDD/PCDF in WHO-TEQ values

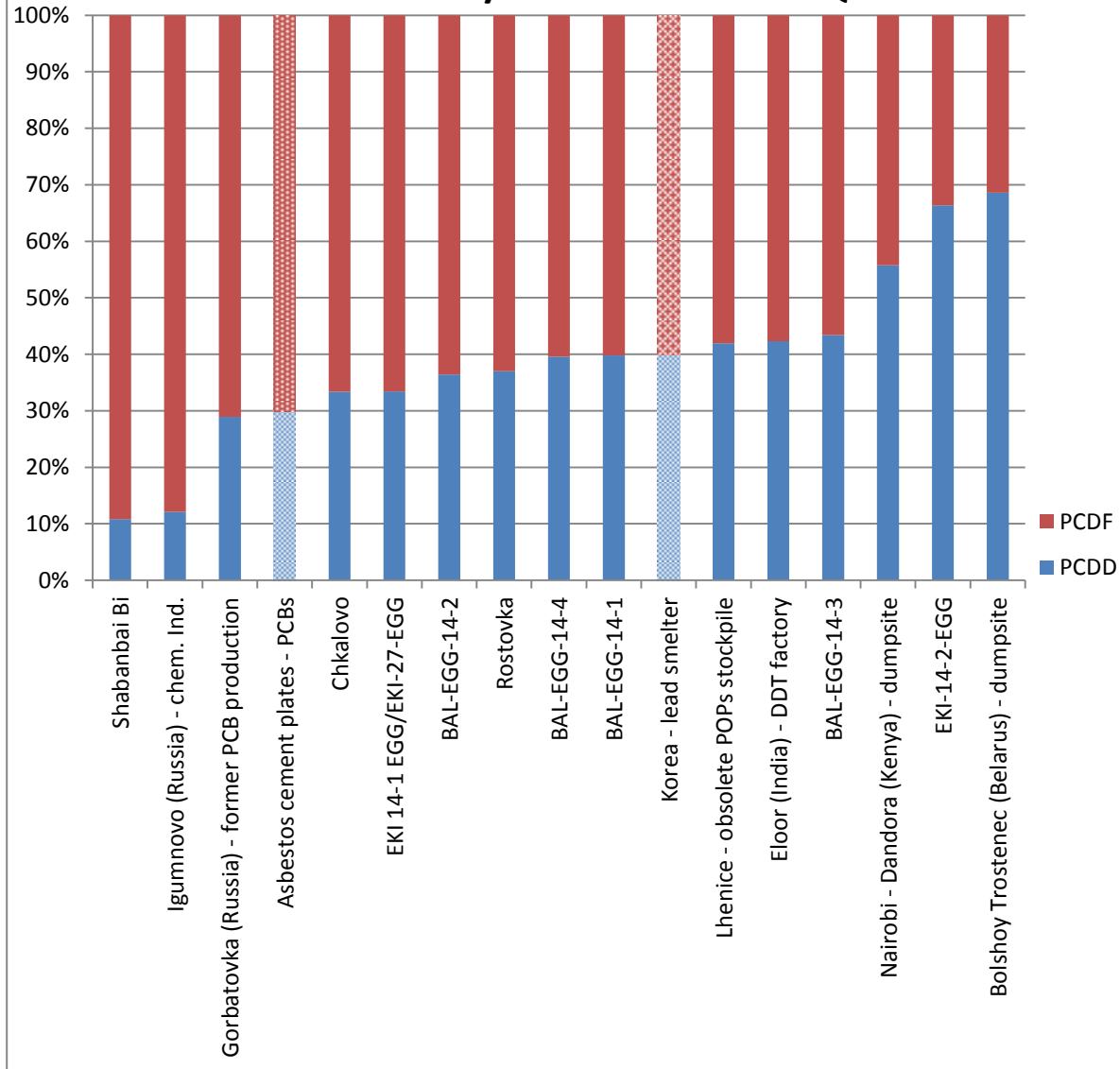


Figure 4: Share of PCDD and PCDF congeners on total WHO-TEQ values in different free range chicken eggs (in darker colours) and two other matrix samples (bars in less intense colour). Sources of information: for data on eggs (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Eco-SPES et al. 2005, IPEN Dioxin 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); for other data (Sam-Cwan 2003, Winkler 2015).

Рисунок 4. Доля конгенов ПХДД и ПХДФ в общих значениях ВОЗ-ТЕQ в разных пробах яиц кур свободного содержания (более темный тон заливки) и в двух пробах других материалов (менее интенсивный тон заливки). 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).

5.2.1. Balkhash

It is clear that there is not only one single source of contamination of free range chicken eggs in Balkhash city when we compare dioxin congener patterns for these samples (see graphs in Figures 5 – 8) although they are close to each other from Balkhash – southwest and Balkhash – Rembaza. A similar dioxin congener pattern to sample BAL-EGG-14-4 can be found in the eggs collected in Lhenice, Czech Republic (see graph in Figure 9), where the putative source of contamination is an old environmental burden, obsolete PCBs and pesticide storage. There is also a certain similarity in the relatively high levels of DDT and its metabolites in sample BAL-EGG-14-4 and Lhenice, although the total values of DDT in each pooled egg sample is different.

5.2.1. Балхаш

Очевидно, что в городе Балхаш присутствует сразу несколько источников загрязнения яиц свободно пасущихся кур, особенно если сравнить наборы диоксиновых конгенов из этих проб (см. Рис. 5 - 8), хотя и они расположены близко друг к другу, участок «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. 9), 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.

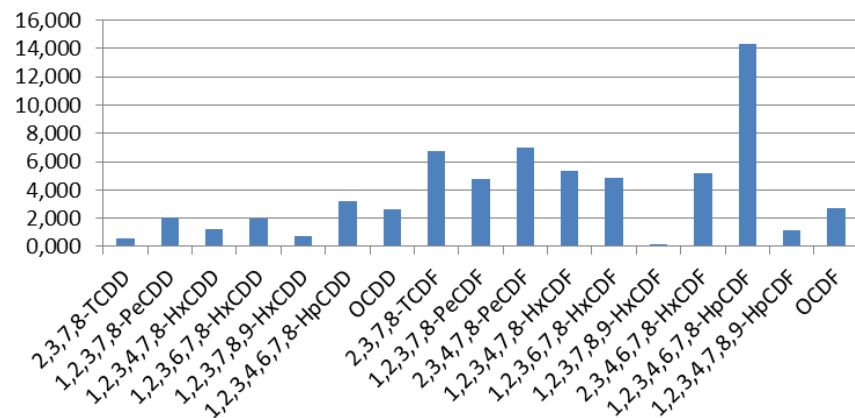
BAL-EGG-14-3 is close to the PCDD/Fs pattern in a sample from Helwan, Egypt (see graph in Figure 10) (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Day Hospital Institute et al. 2005). Combustion sources, including the metallurgic industry, were marked as potential contamination sources in the case of the Helwan egg sample. We didn't find any potential single pattern for the rest of the samples from the Balkhash city area, but the prevalence of PCDFs show on some combustion sources or obsolete POPs stockpiles as sources of dioxins which can vary from open burning of waste to metallurgy.

Проба BAL-EGG-14-3 близка по набору ПХДД/Ф к пробе из г. Хелуан (Египет) (см. Рис. 10) (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Day Hospital Institute et al. 2005). Источники выбросов продуктов 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 набор, характерный для остальных проб из района города Балхаш, но превалирование ПХДФ указывает на какие-то источники выбросов продуктов горения, или заброшенные склады СОЗ, в качестве вероятных источников диоксинов, которые могут оказаться как местами открытого сжигания отходов, так и предприятиями металлургической отрасли.

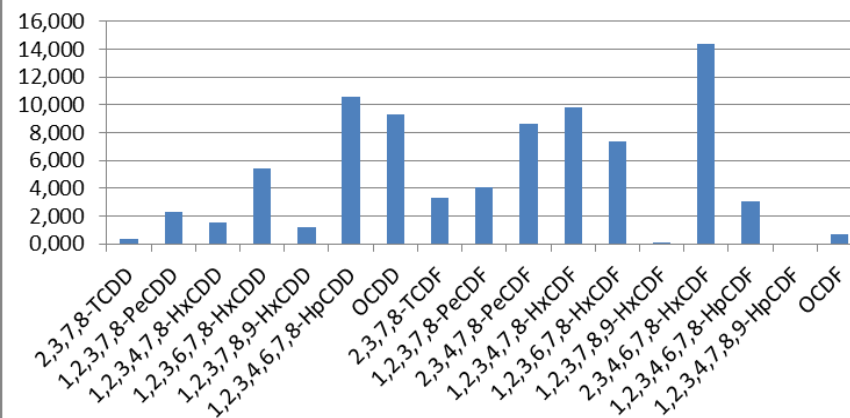
A high level of dioxins of 263.78 pg WHO-TEQ/g was found in dust from a copper smelter in Balkhash, according to data published in the Kazakhstani National Implementation Plan on the Stockholm Convention (Republic of Kazakhstan 2009); however, raw data about the analysis are not publicly available. A significant level was also measured in an air sample in the smelter.

Высокий уровень диоксинов, - 264 пг ВОЗ-ТЕК г⁻¹, был зафиксирован в пыли, выбрасываемой медеплавильным заводом в Балхаше, согласно данным, опубликованным в Национальном плане выполнения обязательств Республики Казахстан по Стокгольмской конвенции (2009), тем не менее, первичные данные анализов не были опубликованы. Значительная концентрация также была зафиксирована в пробе воздуха на заводе.

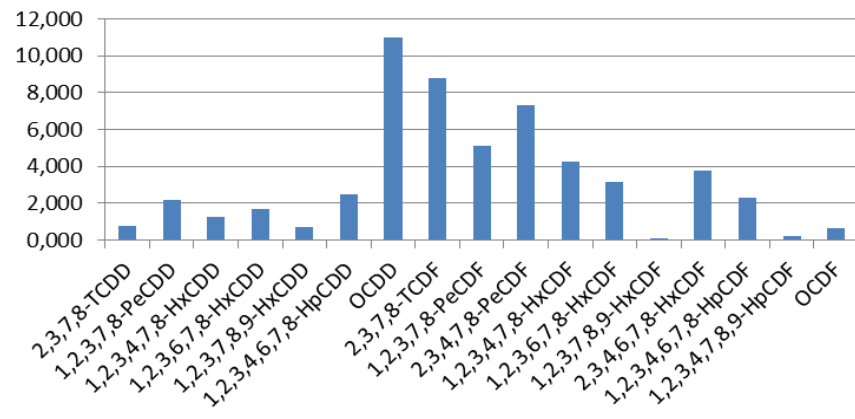
BAL-EGG-14-1



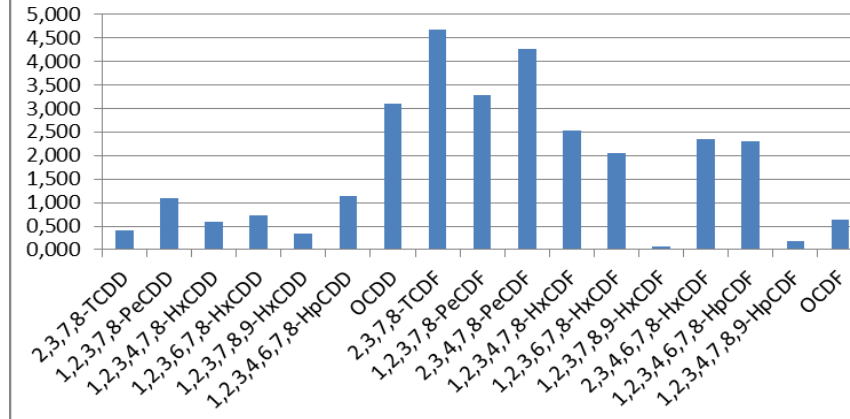
BAL-EGG-14-2



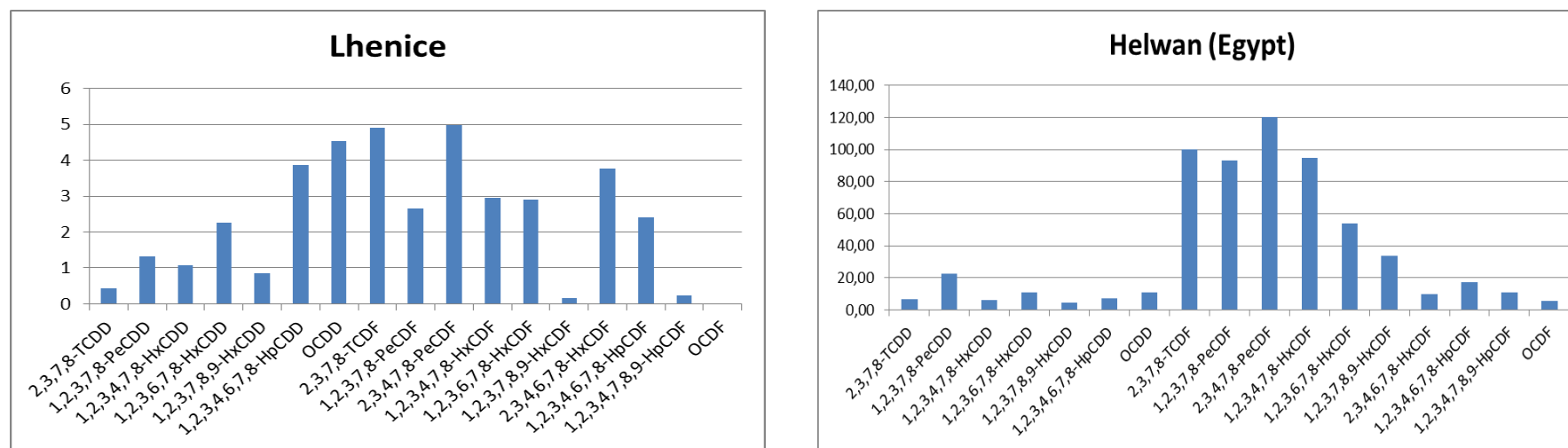
BAL-EGG-14-3



BAL-EGG-14-4



Figures 5 – 8: Dioxin congener patterns for free range chicken samples from the Balkhash city area.



Figures 9 - 10: Dioxin congener patterns in free range chicken eggs in a sample from Lhenice, Czech Republic (left graph) and in samples from Helwan, Egypt (right).

Рисунки 5 – 8. Наборы диоксиновых конгенов, обнаруженные в пробах яиц кур свободного содержания в зоне города Балхаш.

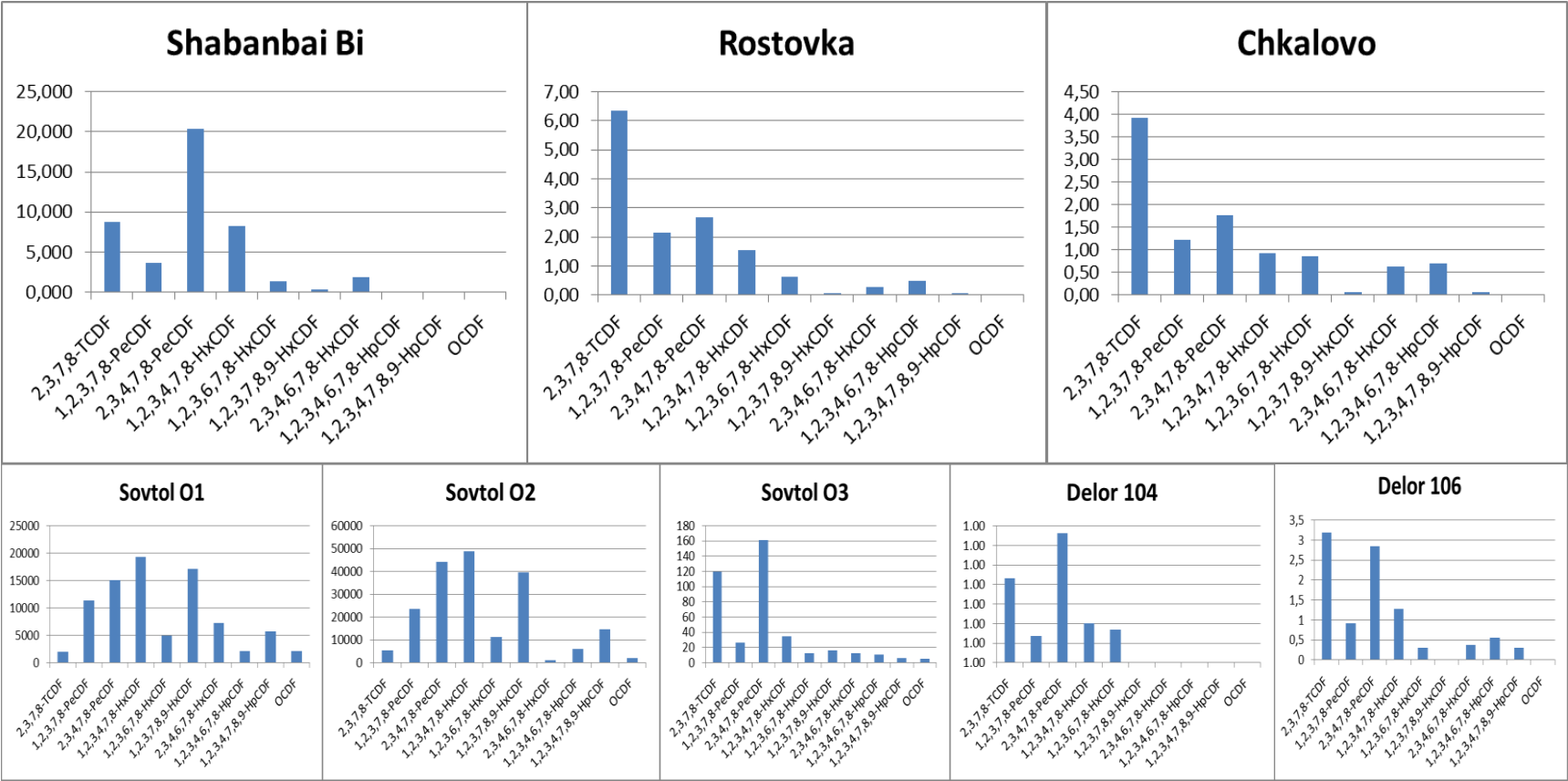
Рисунки 9 – 10. Наборы диоксиновых конгенов в яйцах кур свободного содержания из пробы, взятой в Лхеньице, Чешская Республика (левый график) и из пробы, взятой в г. Хелуан, Египет (правый график).

5.2.2. Area of river Nura and Shabanbai Bi

Polychlorinated dibenzofuran (PCDF) congener patterns in samples from Kazakhstan were compared with those for mixtures of PCBs: Sovtol described by Brodsky et al. (2005), Delor 103, 104, 105 and 106 as described by Taniyasu et al. (2003). A similar profile for PCDF congener fingerprints for a free range chicken egg sample from Shabanbai Bi is very close to the Sovtol O3 sample or Delor 104, while profiles for chicken egg samples from Rostovka and Chkalovo are closer to Delor 106 (see graphs in Figures 11 – 15). In all of these three samples, DL PCBs also prevailed in comparison with PCDD/Fs as major contributors to total WHO-TEQ (see graph in Figure 3).

5.2.2. Участок возле реки Нура и села Шабанбай Би

Наборы конгенов полихлорированного дибензофурана (ПХДФ) в пробах, взятых в Казахстане, были сопоставлены с наборами смесей ПХД, - Совтол, описанный Бродским и соавт. (2005), Delor 103, 104, 105 и 106, описанные Taniyasu и соавт. (2003). Похожий набор конгенов ПХДФ из пробы яиц кур свободного содержания из Шабанбай Би очень близок к набору в пробах Совтол ОЗ или Delor 104, тогда как наборы в пробах куриных яиц из Ростовки и Чкалово ближе к Delor 106 (см. Рисунки 11–15). Во всех этих трех пробах, диоксиноподобные ПХД также превалировали над ПХДД/Ф, выступая основными вкладчиками в общий показатель ВОЗ-TEQ (см. Рис. 3).



Figures 11 – 18: PCDF congeners patterns for free range chicken egg samples from

Shabanbai Bi, Rostovka and Chkalovo in comparison with Delor 104 and Delor 106, according to data available in Taniyasu et al. (2003), and Sovtol O1, O2 and O3 samples (Brodsky, Evdokimova et al. 2005)

Рисунки 11 – 18. Наборы конгенов ПХДФ для проб яиц кур свободного содержания из Шабанбай Би, Ростовки и Чкалово, в сравнении с Delor 104 и Delor 106, по данным исследования Taniyasu и соавт. (2003) и пробами Sovtol O1, O2 и O3 (Бродский, Евдокимова и соавт. 2005).

It seems that potential obsolete PCBs used in transformer oils or their stockpiles can be potential source of free range chicken egg contamination in Shabanbai Bi and river Nura area, or they can be present in feed used for chicken. A team from EcoMuseum has visited Shabanbai Bi in order to find the potential source of high contamination of eggs in this village, but its search was not successful. It could also be from an already removed obsolete POP stockpile, but contamination of buildings or soil left in the village. There are obsolete PCBs stockpiles as well as old transformers used in Temirtau and the river Nura area.

Можно сделать предположение о том, что ПХД, используемые в трансформаторных жидкостях (маслах) или их запасы, могут служить возможными источниками загрязнения яиц кур свободного содержания в Шабанбай Би и в районе реки Нура, или же они могут находиться в составе корма для кур. Исследовательская группа 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, после которых сохранилось остаточное загрязнение складских помещений или почвы на территории населенного пункта. В Темиртау и в зоне реки Нура все еще имеются запасы неиспользуемого ПХД, а также старые ПХД-трансформаторы, находящиеся в эксплуатации.

The highest mean level of 6 indicator PCB congeners was measured in ambient air in Temirtau 884.58 pg m^{-3} in comparison with 5 other locations in Kazakhstan in 2008 (UNEP GMP 2013). A high level of dioxins $607.7 \text{ pg WHO-TEQ/g}$ was found in dust from a sinter plant of Mittal Steel in Temirtau, according to data published in the Kazakhstani National Implementation Plan on the Stockholm Convention (Republic of Kazakhstan 2009). A significant level was also measured in an air sample in the plant. Detailed PCDD/F congener patterns for these measurements were not available to us.

В Темиртау, в воздухе этого населенного пункта, в 2008 году было измерено наивысшее среднее значение по 6 индикаторным конгенерам ПХД - 885 пг м⁻³, в сравнении с 5 другими местами в Казахстане (UNEP GMP 2013). Высокий уровень диоксинов — 607,7 пг ВОЗ-ТЕQ г⁻¹ — 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 наборы конгенеров ПХДД/Ф по этим измерениям.

5.2.3. Ekibastuz

There are different PCDD/F congener patterns in pooled samples from Ekibastuz, which also shows in more different sources of contamination by dioxins at this locality; however, DL PCBs cause a bigger portion of total dioxin-like toxicity in egg samples. It can be linked to historic contamination by PCBs at abandoned Ekibastuz electricity substation, although no specific PCB mixture pattern for PCDF congeners matched that found in chicken eggs in Ekibastuz.

5.2.3. Экибастуз

В объединенных пробах, собранных на территории Экибастуза, фигурируют различные наборы конгенеров ПХДД/Ф. Это также свидетельствует о наличии различных источников загрязнения диоксинами в данной зоне. Тем не менее, на ДП ПХД приходится основная доля диоксиноподобной токсичности в пробах яиц. Это можно отнести к известному источнику ПХД-загрязнения - заброшенной электрической подстанции Экибастуза, - однако в пробах куриных яиц не был обнаружен соответствующий набор конгенеров ПХДФ.

5.3. *OCPs and their putative sources*

High levels of currently banned POPs pesticides, such as DDT or HCHs, in samples from Shetpe, Tauchik, Shabanbai Bi and Balkhash show a potential presence of ongoing use of these obsolete pesticides or their presence in unknown stockpiles, either at the sites or at the location of origin of feed used for chickens.

5.3. ПХД, ХОП и их предполагаемые источники

Высокая концентрация в настоящее время запрещенных СОЗ-пестицидов, таких как ДДТ или ГХЦГ, в пробах из Шабанбай Би и Балхаша, указывает на возможное продолжающееся использование этих устаревших и запрещенных пестицидов, или на наличие в каких-то местах их неизвестных запасов, - либо на их присутствие на объектах изготовления корма для кур.

5.4. *BFRs and their putative sources*

Findings of high levels of HBCD and PBDEs in free range chicken samples from Balkhash, Shetpe and Baskuduk show that chicken most likely have access to sites contaminated with BFRs such as for example places with car wrecks, plastic waste (including polystyrene) and/or e-waste. Another potential source of contamination could be re-processing of these wastes in some facility in the city which can emit BFRs in dust as result of handling these wastes. BFRs are most likely not used intentionally in metallurgic industries located in Balkhash but can be in metal scrap processed in metallurgic plants. BFRs should be further monitored in Balkhash city environment compartments and more attention should be paid to waste management in the city and all facilities.

High level of HBCD in chicken eggs from controlled farm sold in supermarket in Karaganda is hard to explain without further investigation. It also requires attention of state food control, although there are no limits established for BFRs in food in Kazakhstan.

5.4. Бромированные антипирены и их предполагаемые источники

Результаты высокого уровня ГБЦД и ПБДЭ в пробах яиц кур свободного содержания из Балхаша, Шетпе и Баскудука показывают, что у кур, скорее всего, есть доступ к участкам, загрязненным бромированными антипиренами, таким как, например, места с фрагментами автомобилей, пластмассовыми отходами (включая полистирол) и/или отходами электрического или электронного оборудования. Другим потенциальным источником загрязнения может быть повторная переработка этих отходов на каком-либо объекте в городе, который может выделять бромированные антипирены в пыль в результате обращения с этими отходами. Бромированные антипирены, скорее всего, не используются намеренно на металлургических предприятиях, расположенных в Балхаше, но могут находиться в металлоломе, перерабатываемом на металлургических заводах. Должен проводиться дальнейший мониторинг бромированных антипиренов в окружающей среде города Балхаш, и следует уделять больше внимания управлению отходами в городе и на всех предприятиях.

Высокий уровень ГБЦД в куриных яйцах из птицефабрики, продаваемых в супермаркете в Караганде, трудно объяснить без дальнейшего расследования. Это ситуация требует внимания со стороны государственного контроля за пищевыми продуктами, хотя в Казахстане и нет установленных пределов для бромированных антипиренов в продуктах.

6. Dietary intake of selected POPs through consumption of free range chicken eggs

The egg share in total food consumption in Kazakhstan in 2007 was close to 1% of total food basket per day according World Atlas – Food Security data ⁵ (Knoema 2012), and raised by approximately 1/3 of it total amount per day (18 g per person per day) every 5 years. It would mean that 2017 consumption can be about 28 g per person per day if the trend remained. If we count 50 g per one chicken egg as average weight it would mean consumption of ½ egg per person per day as general consumption pattern for Kazakhstani population these days.

6. Поступление с пищей некоторых СОЗ через употребление яиц кур свободного содержания

Доля яиц в общем потреблении продуктов питания в Казахстане в 2007 году была близка к 1% от общей ежедневной продовольственной корзины согласно данным World Atlas - Food Security (Knoema 2012), и увеличивалась примерно на 1/3 каждые 5 лет (18 г на человека в день). Это означает, что потребление яиц в 2017 г. может составить 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 сейчас типичное среднее потребление составляет для казахстанского населения половину яйца в день.

⁵ The food consumption refers to the amount of food available for human consumption as estimated by the FAO Food Balance Sheets. However the actual food consumption may be lower than the quantity shown as food availability depending on the magnitude of wastage and losses of food in the household. Food consumption per person is the amount of food, in terms of quantity, for each individual in the total population. Food from eggs relates to the quantity of eggs used also for preparation the food such as bakery products. Потребление пищи относится к количеству продовольствия, имеющегося в распоряжении для потребления людьми, согласно оценкам ФАО по балансам продовольствия. Однако фактическое потребление пищи может быть ниже, чем количество, показанное в качестве доступности пищи, в зависимости от величины потерь и потерь пищи в домашнем хозяйстве. Потребление продуктов питания на одного человека - это количество пищи в натуральном выражении для каждого человека в общей численности населения. Пища, в состав которой входят яйца, также относится к общему числу яиц, как например хлебобулочные изделия.

We tried to calculate dietary intake for the following groups of contaminants per day: 1) PCDD/Fs plus DL PCBs; 2) HCHs, 3) PBDEs and 4) HBCD. Calculation was made by using measured levels of certain chemical(-s) per gram of fresh weight and calculation of its daily intake by consumption of half egg per day (25 grams of eggs weight). An average was calculated in case of more samples per municipality. Results are summarized in Table 8.

Мы попытались рассчитать поступление с пищей в день, для следующих групп загрязняющих веществ: 1) ПХДД/Ф и ДП ПХД; 2) ГХЦГ; 3) ПБДЭ; 4) ГБЦД. Расчет производился с использованием измеренных уровней определенных веществ на грамм «свежего веса» и расчета его суточного потребления при потреблении половины яйца в день (25 граммов яиц). Среднее значение высчитывалось в случае наличия нескольких проб для одного поселения. Результаты представлены в Таблице 8.

Results were then compared with available information about daily intake of evaluated chemicals: 1) **HCHs**: We used dietary intake data available for population of two Chinese cities: Beijing and Shenyang (Yu, Wang et al. 2013). 2) **PCDD/Fs + DL PCBs**: Calculations for PCDD/Fs and DL PCBs were compared with TWI suggested by WHO at level of 14 pg WHO-TEQ/kg of body weight per week = 2 pg WHO-TEQ/kg of b. w. per day (European Commission 2001, Gies, Neumeier et al. 2007). 3) **PBDEs and HBCD**: There is an estimate available of daily intake of these two groups of BFRs in Sweden at the beginning of this century (Lind, Aune et al. 2002). We compared our data with those available in Swedish study for eggs consumption. See the comparison in Table 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 ДП ПХД. Расчеты для ПХДД/Ф и ДП ПХД были сопоставлены с TWI, предложенными ВОЗ на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ/кг веса тела в неделю, что соответствует 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 бромированных антипиренов в Швеции (Lind, Aune et al., 2002). Мы сравнили наши данные с данными, полученными в шведском исследовании потребления яиц. См. сравнение в Таблице 8.

Table 8: Summarized results of calculation of dietary intake of selected POPs by eating half egg (25 g) from chicken raised at some Kazakhstani hot spots or eggs bought in supermarket in Karaganda from chicken raised at a large commercial farm. Half of chicken egg is approximate current average consumption per person per day in Kazakhstan based on calculation from available data (Knoema 2012). Total daily intakes of selected POPs from literature are given for comparison (see explanation in third paragraph of Chapter 6). Dietary intake data just for eggs were available only for BFRs in Sweden (Lind, Aune et al. 2002).

Таблица 8. Обобщенные результаты подсчета поступления с пищей некоторых СОЗ при употреблении половины яйца (25 г) кур, выращенных в некоторых загрязненных местах Казахстана и яиц, купленных в супермаркете в Караганде, от кур выращенных в крупном коммерческом хозяйстве. Половина куриного яйца - приблизительное текущее среднее потребление на человека в день в Казахстане на основе расчета на имеющихся данных (Кноема 2012). Для сравнения приводятся литературные данные о суммарном ежедневном потреблении отдельных СОЗ (см. Пояснение в третьем абзаце главы 6). Данные о поступлении бромированных антипиренов с яйцами были доступны только о Швеции (Lind, Aune et al., 2002).

Dietary intake from 1/2 egg	Balkhash	Ekibastuz	Rostovka	Chkalovo	Shabanbai Bi	Baskuduk	Tauchik	Shetpe	Karaganda superm.	Total DI Beijing (China)	Total DI Sehnyang (China)	EFSA TWI	Sweden DI from eggs
β-HCH (ng)	81	46	151	45	1767	197	3053	3376	0,25				
sum of HCHs (ng)	114	62	171	53	2087	217	3087	3594	1,75	4620	6580		
PCDD/Fs + DL PCBs (pg WHO-TEQ)	52	25	110	95	607	53	NA	25	3			140	
PBDEs (ng)	257	NA	NA	NA	NA	108	NA	0	33				1.88
HBCD (ng)	377	NA	NA	NA	NA	713	NA	72825	3625				42

Поступление с ½ яйца	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Баскудук	Таучик	Шетпе	Супермаркет Караганды	Общее потребление Пекин (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				
Сумм. ГХЦГ (нг)	114	62	171	53	2087	217	3087	3594	1,75	4620	6580		
ПХДД/Ф и ДП ПХД (нг ВОЗ-ТЕQ)	52	25	110	95	607	53	NA	25	3			140	
ПБДЭ (нг)	257	NA	NA	NA	NA	108	NA	0	33				1,88
ГБЦД (нг)	377	NA	NA	NA	NA	713	NA	72825	3625				42

Dietary intake of HCHs is most critical in Shetpe followed by Tauchik and Shabanbai Bi. By consumption of single half egg from these locations people can reach one third respectively half of total daily intake of these chemicals in Chinese cities Shenyang respectively Beijing per person (calculated for 70 kg weight of adult). The same comparison with situation in western European countries would look very different as in Germany in 1995 median levels of three HCH isomers in total for 70 kg man could be approximately 882 ng (Wilhelm, Schrey et al. 2002).⁶ This level would be then several times exceeded by eating half free range chicken eggs from above mentioned localities in Kazakhstan.

Поступление ГХЦГ с пищей наиболее критично для Шетпе, затем следуют Таучик и Шабанбай Би. При потреблении одной половины яйца из этих мест, человек может получить от одной трети, до, соответственно, половины от общего ежедневного поступления этих химических веществ в китайских городах Шэньян и Пекин (расчет на 70 кг веса взрослого человека). Аналогичное сравнение с ситуацией в западноевропейских странах будет выглядеть совсем по-другому, так как в Германии, например, в 1995 году общее медианное содержание трех изомеров HCH, в человеке массой 70 кг, может составлять приблизительно 882 нг (Wilhelm, Schrey et al., 2002). Этот уровень был бы в несколько раз превышен при употреблении одной половины яйца кур свободного куриного содержания из вышеупомянутых мест в Казахстане.

Brominated flame retardants were measured at the end of our research and therefore we were able to receive analyses only for limited number of four samples from Balkhash, one sample from Baskuduk, one from Shetpe, and Karaganda – supermarket sample. By eating half egg from all these sites one should exceed many times total daily intake by eating eggs in Sweden in 1998 – 99 as researched by Lind, Aune et al. (2002). Intake of HBCD from eggs obtained in part of Shetpe respectively bought in supermarket in Karaganda is 1734-fold respectively 86-fold in comparison with Swedish ones at the end of 20-th century (see Table 8).⁷

⁶ In ng kg⁻¹ b.w. per day: 1.9 for α-HCH, 1.2 for β-HCH, 9.5 for γ-HCH. These levels were calculated for children at North Sea island Amrum.

В нг кг⁻¹ веса тела в день: 1,9 для α-ГХЦГ, 1,2 для β-ГХЦГ, 9,5 для γ-ГХЦГ. Эти уровни были рассчитаны для детей на острове Северного моря Амрум.

⁷ The study by Törnkvist et al. (2011) shows that the levels, and intake, of different POPs (including HBCD) from food of animal origin, in the Swedish market basket of 2005 seem to have decreased since the market basket study in 1999. 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..

Бромированные антипирены были измерены в конце нашего исследования, и поэтому мы смогли получить анализы только для ограниченного количества проб - четыре пробы из Балхаша, одна пробы из Баскудука и по одной из Шетпе и Караганды (проба из супермаркета). При потреблении только одной половины яйца из этих мест, можно многократно превысить, например, ежедневное поступление ГБЦД в Швеции в 1998-1997 гг., как исследовал Lind, Aune et al. (2002). Поступление ГБЦД с яйцом из Шетпе превысит дневные шведские показатели конца 20-го века в 1734 раза, а при потреблении яйца, купленного в супермаркете в Караганде - в 86 раз.

These figures are assumptions based on limited number of samples, although in some localities were taken several pooled samples of eggs as documented in chapter 2 of this study but they illustrate how serious is the pollution by dioxins and DL PCBs at evaluated hot spots. Most serious contamination was found in Shabanbai Bi, where mainly DL PCB congeners contribute to overall dioxin-like toxicity in both samples taken from the same farm in the period of two year. Also contamination of eggs from pooled samples in Rostovka and Chkalovo followed by Baskuduk and Balkhash is alarming.

Эти величины являются предположениями, основанными на ограниченном числе проб, хотя в некоторых местах и были взяты несколько объединенных проб яиц, как было описано в главе 2 настоящего исследования, но рассчитанные значения иллюстрируют, насколько серьезным является загрязнение диоксинами и диоксиноподобными ПХД в оцененных загрязненных местах. Наиболее серьезное загрязнение было обнаружено в Шабанбай Би, где конгенеры ПХД вносят основной вклад в общую диоксиноподобную токсичность в обоих пробах, взятых в одном и том же хозяйстве в течение двух лет. Также вызывает тревогу загрязнение яиц в объединенных пробах в Ростовке и Чкалово, за которыми следуют Баскудук и Балхаш.

Исследование, проведенное Törnkvist et al. (2011) показывает, что уровни и потребление различных СОЗ (включая ГХБД) из пищи животного происхождения в шведской рыночной корзине 2005 года, по-видимому, уменьшились после изучения корзины рынков в 1999 году. (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.)

Analyses by DR CALUX method were not included in these calculations in Table 9 as they might reflect dioxin-like effects of some other chemicals as well. The same calculation for DR CALUX analyses results are summarized in Table 10. Samples from Balkhash seem to be more contaminated in this table because they include also sample with very high concentration of PCDD/Fs and DL PCBs 101 pg BEQ g⁻¹. Also dietary intake of dioxin-like compounds from eggs in samples from Temirtau – Samarkand seem to be very high. Eggs from Ekibastuz seemed to be less risky in comparison with measured levels by GCMS-HRMS. We need to take into account that we were not able to take samples at exactly same places as during first round of sampling so the information obtained by this additional evaluation draws Ekibastuz as less contaminated locality with regards to dioxin-like compounds.

Анализы по методу DR CALUX не включены в расчеты в Таблице 9, поскольку они могли бы отражать диоксиноподобные эффекты некоторых других химических веществ. Такой расчет результатов анализа DR CALUX представлен в Таблице 10. Пробы из Балхаша кажутся более загрязненными в этой таблице, поскольку они включают также пробу с очень высокой концентрацией ПХДД/Ф и ДП ПХД (101 пг BEQ г⁻¹). Также представляется очень высоким поступление с пищей диоксиноподобных соединений в яйцах проб из «Темиртау – Самарканд». Употребление яиц из Экибастуза оказалось менее рискованным по сравнению с уровнями, измеренными GCMS-HRMS. Необходимо принять во внимание, что мы не смогли отобрать пробы 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.

The eggs from Shabanbai Bi do not seem to be so polluted according DR CALUX analysis. It could be explained by fact that only first pooled sample was analyzed by this method while the second one was not (see explanation in chapter 8) so Table 10 can show results calculated only for first sample (ARAI-EGG). First pooled sample from Shabanbai Bi had much lower concentration of DL PCBs (28.6 pg WHO-TEQ g⁻¹) in comparison with second one (150.4 pg WHO-TEQ g⁻¹), however still DR CALUX method has shown lower BEQ toxicity than WHO-TEQ toxicity measured by GCMS-HRMS. This result just underlines need to do more research in this locality at which unexpectedly high levels of PCBs and obsolete OCPs were discovered.

Яйца из Шабанбай Би не кажутся очень загрязненными по результатам анализа DR CALUX. Это можно объяснить тем, что только первая объединенная проба была проанализирована этим методом, а вторая не была (см. Объяснение в главе 8), поэтому в таблице 10 представлены результаты, рассчитанные только для первой пробы (ARAI-EGG). Первая объединенная проба из Шабанбай Би имела гораздо более низкую концентрацию диоксиноподобных ПХД (28,6 пг ВОЗ-ТЕQ г⁻¹) по сравнению с последующей пробой (150,4 пг ВОЗ-

TEQ г⁻¹), однако метод DR CALUX показал меньшую токсичность BEQ, чем токсичность ВОЗ-TEQ, измеренная GCMS-HRMS. Этот результат лишь подчеркивает необходимость проведения дополнительных исследований в этой местности, на которой были обнаружены неожиданно высокие уровни ПХД и ХОП.

Table 9: Total number of eggs according concentrations of PCDD/Fs and DL PCBs needed to be consumed in order to reach tolerable daily dose derived from TWI suggested by EFSA at level of 14 pg WHO-TEQ kg⁻¹ b.w.

Localities	Balkhash	Ekibastuz	Rostovka	Chkalovo	Shabanbai Bi	Baskuduk	Shetpe	Karaganda superm.
PCDD/Fs + DL PCBs (pg WHO-TEQ in half egg)	52	25	110	95	607	53	25	3
Number of eggs to reach 14 pg WHO-TEQ per day	1.4	2.8	0.6	0.7	0.1	1.3	2.8	22.3

Таблица 9. Общее количество яиц в соответствии с концентрациями ПХДД/Ф и ДП ПХД, необходимое для достижения допустимой приемлемой суточной дозы, полученной из TWI, предложенной EFSA на уровне 14 пг ВОЗ-TEQ кг⁻¹ веса тела.

Местность	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Баскудук	Шетпе	Супермаркет Караганды
ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД (пг ВОЗ-TEQ в половине яйца)	52	25	110	95	607	53	25	3
Количество яиц в день для достижения 14 пг ВОЗ-TEQ	1,4	2,8	0,6	0,7	0,1	1,3	2,8	22,3

Table 10: Total number of eggs according concentrations of PCDD/Fs and DL PCBs as measured by DR CALUX (see Table 3) needed to be consumed in order to reach tolerable daily dose derived from TWI suggested by EFSA at level of 14 pg WHO-TEQ kg⁻¹ b.w.

Localities	Balkhash	Ekibastuz	Rostovka	Chkalovo	Shabanbai Bi	Temirtau - Samarkand	Karaganda superm.
PCDD/Fs + DL PCBs (pg WHO-TEQ in half egg)	132	16	38	56	41	105	0
Number og eggs to reach 14 pg WHO-TEQ per day	0.5	4.3	1.8	1.2	1.7	0.7	NA

Таблица 10. Общее количество яиц в соответствии с концентрациями ПХДД/Ф и ДП ПХД, измеренных DR CALUX (см. Таблицу 3), необходимое для достижения допустимой приемлемой суточной дозы, полученной из TWI, предложенной EFSA на уровне 14 пг ВОЗ-ТЕQ кг⁻¹ веса тела.

Местность	Балхаш	Экибастуз	Ростовка	Чкалово	Шабанбай Би	Темиртау - Самарканд	Супермаркет Караганды
ПХДД/Ф и ДП ПХД (пг ВОЗ-ТЕQ в половине яйца)	132	16	38	56	41	105	0
Количество яиц в день для достижения 14 пг ВОЗ-ТЕQ	0,5	4,3	1,8	1,2	1,7	0,7	NA

7. Conclusions and recommendations

POPs contamination in some free range chicken eggs from Kazakhstani hot spots shows potentially undiscovered obsolete POPs stockpiles, or so far publicly unknown sources of contamination. These results suggest the same conclusion as Muntean made for Uzbekistan in 2003:

"Second, although this study and others provide some provisional data, not enough is known about the environmental fate of historical pesticide use and its current impact on human health. Research should therefore be conducted to document the environmental transformation and fate of certain pesticides and to assess their health impact. Environmental analysis should evaluate the degradation and environmental behavior of parent pesticides and their degradation or transformation products." (Muntean, Jermini et al. 2003). We can only add that for Kazakhstan such research should also be done more properly for obsolete PCB oils and other potential use of PCBs (paints, plaster etc.) although we are aware that a basic PCBs inventory is underway. Sites contaminated by POPs should be properly remediated afterwards in order to get rid of POP contamination sources throughout the country.

7. Выводы и рекомендации

Загрязнение СОЗ в яйцах кур свободного содержания из загрязненных мест Казахстана может указывать на наличие неизвестных заброшенных запасов СОЗ или на другие, ранее неизвестные общественности, источники загрязнения. Эти результаты подводят к тому же выводу, который сделал Muntean в случае с Узбекистаном в 2003 году: «Во-вторых, хотя это и другие исследования приводят некоторые предварительные данные, пока еще недостаточно известно об экологической судьбе использования пестицидов в прошлом и его текущем влиянии на здоровье населения. Соответственно, необходимо провести исследования экологической трансформации и судьбы определенных пестицидов и оценить их воздействие на здоровье. Экологический анализ должен оценить деградацию и экологические особенности «поведения» первичных пестицидов и продуктов их деградации или трансформации». (Muntean, Jermini и соавт. 2003). От себя мы можем только добавить, что Казахстану необходимо провести такие исследования также в отношении устаревших ПХД-жидкостей, и других возможных форм применения ПХД (краски, гипс, асбестовые крыши и т.д.), хотя мы осведомлены о том, что основной учет ПХД проводится в настоящее время. Участки загрязненные СОЗ должны быть соответствующим образом очищены для того, чтобы избавиться от источников загрязнения СОЗ по всей стране.

High levels of PCDD/Fs and DL PCBs were found in free range chicken egg samples. Four-fifths of the samples exceeded EU MAC for PCDD/Fs and DL PCBs in chicken eggs. More regular monitoring of dioxins and DL PCBs in food samples should be undertaken by national authorities. Taking into account its limitations, the DR CALUX method has shown to be effective for estimation of overall contamination of food stuff (eggs) by PCDD/Fs and DL PCBs collected from Kazakhstani hot spots.

Высокая концентрация ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД была зафиксирована в пробах яиц кур свободного содержания. Четыре пятых от всех проб превысили европейскую предельно допустимую концентрацию ПХДД/Ф и ДП ПХД в куриных яйцах.

Государственными ведомствами должны проводиться регулярные мероприятия по мониторингу диоксинов и ДП ПХД в пробах пищевых продуктов. Клеточный исследовательский метод DR CALUX продемонстрировал свою эффективность в выявлении новых загрязненных участков, а также в оценке общей загрязненности ПХДД/Ф и ДП ПХД пищевых продуктов (яиц), собранных в казахстанских загрязненных местах.

Both Russian and EU MAC for PCDD/Fs and DL PCBs for chicken eggs used in this study were exceeded more often than those for 6 PCB congeners and OCPs. One-third of the samples exceeded EU MAC for β -HCH.

High levels of dioxins and dioxin-like PCBs in free range chicken eggs from Balkhash confirm serious contamination of the city by these pollutants. Our finding is in agreement with Kazakhstani NIP, which suggests the results of epidemiological studies among Balkhash population provide proof of the cancerogenicity and malignancy of POPs. The highest oncological disease rate in the period of 1999 – 2003 was observed in Balkhash (in comparison with several other locations and the Kazakhstani average) (Republic of Kazakhstan 2009). Measures to reduce dioxin and dioxin-like PCB releases from the metallurgic industry in Balkhash city, as well as in Temirtau, are crucial to overall reduction of releases of U-POPs in the studied region of Kazakhstan.

Как российские, так и европейские ПДК для ПХДД/Ф и ДП ПХД в пробах куриных яиц, проанализированных в настоящем исследовании, были превышены чаще, чем ПДК для 6 конгенов ПХД и ХОП. Высокие уровни концентрации диоксинов и диоксиноподобных ПХД в яйцах кур свободного содержания из Балхаша подтверждают серьезную загрязненность города. Результаты нашего исследования подтверждают результаты казахстанского Плана выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции, согласно которому, эпидемиологические данные исследований здоровья населения города Балхаш 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 ДП ПХД на металлургических предприятиях городов Балхаш и Темиртау, являются абсолютно необходимыми, для обеспечения общего сокращения выбросов преднамеренно-произведенных СОЗ в исследованном регионе Казахстана.

This study revealed serious contamination of free range chicken eggs from Balkhash city with brominated flame retardants (BFRs), PBDEs and α -HBCD in particular. Also commercially distributed eggs sample from supermarket in Karaganda contained surprisingly high level of α -HBCD. The level of 18 ppm (in fat) of α -HBCD, to our knowledge ever measured highest concentration of HBCD in chicken eggs was found in free range chicken eggs from Shetpe. These chemicals are not regularly monitored in Kazakhstani environment. They should be monitored although they are not probably widely used in industrial facilities but imported products such as cars, electronics, products from recycled plastics and/or insulation materials can contain these chemicals and they can appear in waste afterwards and contaminate food chain when they are not controlled and regulated.

Настоящее исследование выявило в городе Балхаш серьезное загрязнение яиц кур свободного содержания бромированными антипиренами (огнезащитными веществами), в частности ПБДЭ и α -ГБЦД. Также проба яиц, купленных в свободной продаже в супермаркете в Караганде, содержала удивительно высокий уровень α -ГБЦД. Насколько нам известно, в яйцах из Шетпе было обнаружено наибольшее из когда-либо измеренных содержаний ГБЦД, равное 18 ppm (в жирах). Эти химические вещества не контролируются в окружающей среде Казахстана. Они должны контролироваться, хотя они, вероятно, не повсеместно используются в промышленности Казахстана, но многочисленные импортируемые товары, такие как автомобили, электроника, изделия из переработанных пластмасс и/или изоляционные материалы могут содержать эти химические вещества, и они впоследствии могут появляться в отходах и загрязнять пищевые цепочки, если их не контролировать и не регулировать.

Chicken eggs are important part of diet. The eggs from localities polluted by POPs can significantly contribute to body burden by these chemicals as demonstrated in chapter 6 of this report, although the eggs are less common in food of Kazakhstani population in comparison with some other countries. Solution is not to discourage public from eating chicken eggs, close the chicken farms down or start punishing the farmers, but to prevent further contamination of food chain at certain hot spots as well as in food from large commercial farms. We used chicken eggs as they were proven as good indicator of potential contamination of food chain. We didn't sample meat but results of other study focused on camel milk (Petrlik, Kalmykov et al. 2016) have shown that problem is broader and products from fatty tissues of animals raised at certain hot spots can be contaminated as well. Some other studies demonstrated simultaneous contamination of chicken eggs and meat from contaminated sites (Chang, Hayward et al. 1989, Lovett, Foxall et al. 1998).

Куриные яйца являются важной частью рациона питания. Яйца из местностей, загрязненных СОЗ, могут оказывать значительный вклад в нагрузку на организм 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 проблемы загрязнения яиц СОЗ заключается не в том, чтобы препятствовать тому, чтобы население питалось куриными яйцами, закрывать птицефермы или наказывать фермеров, но в том, чтобы предотвратить дальнейшее загрязнение продуктов крупных коммерческих птицефабрик, а также пищевых цепочек в определенных загрязненных районах. Мы использовали для исследования 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 загрязнения СОЗ очень широкая, и продукты из жировых тканей животных, выращенных в загрязненных местах, также могут быть загрязнены СОЗ. В некоторых других исследованиях было продемонстрировано наличие одновременного загрязнения куриных яиц и мяса на загрязненных участках (Chang, Hayward et al., 1989, Lovett, Foxall et al., 1998).

8. Limitations of the study

Ограничения исследования

The major limitations of the study were the limited financial, temporal and personal resources. Therefore, only limited number of chicken egg samples could be taken and limited scale of analyses could be done. We couldn't repeat whole range of analyses for each sample what created some loopholes in data available for our final evaluation.

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

We also lack data about level of total dietary intake of different contaminants in Kazakhstan as well as information about average diet of Kazakhstani population. We worked with limited information available instead. Still, an impression of the situation including the identification of major issues in relation to potential pathways of contaminants into food chain (represented by free range chicken eggs in this study) in Central and Western Kazakhstan was obtained. However, future investigations in this field are still necessary. The results presented here cannot be considered exhaustive, rather expressing the need for an extended research in future.

Нам также не хватает данных об уровне общего поступления различных загрязняющих веществ в организм человека в Казахстане, а также информации о среднем рационе питания населения Казахстана. Мы работали с ограниченным количеством доступной информации. Тем не менее, для Центрального и Западного Казахстана было получено общее впечатление о ситуации, включая выявленные основные проблемы, связанные с потенциальными путями попадания загрязнений в пищевую цепь (в этом исследовании представленную пробами яиц кур свободного содержания). Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования этой проблемы. Представленные здесь результаты не могут считаться исчерпывающими, а скорее выражают необходимость расширенных исследований в будущем.

The comparison of pollutant concentration levels found in the samples with legal standards has also its limitations. Each of the legal standards is defined in a different way and for a different purpose. In addition, there are no existing legal standards for some of the pollutants and some legal limits or TDI levels might be outdated. The estimation of a potential risk to humans and the environment cannot be conducted by consulting legal standards only, an extensive risk analysis based on a sufficient number of samples and detailed description of the state of the area and the potential risk receivers is crucial. We tried to draw basic evaluation of health risk expressed as daily intake of some crucial pollutants through consumption of eggs from free range chicken raised at selected hot spots in order to give at least basic idea about level of human exposure to different pollutants.

We believe that most important is to start to address overall pollution by such contaminants as PCBs, PCDD/Fs, OCPs as well as by some BFRs in Kazakhstan.

Сравнение уровней концентрации загрязнителей, обнаруженных в пробах, с установленными законодательными нормативами, также имеет свои ограничения. Каждая из таких правовых норм была определена по-разному и для разных целей. Кроме того, отсутствуют какие-либо правовые нормы для некоторых загрязнителей, а некоторые установленные пределы или уровни переносимого суточного поступления (TDI) устарели. Оценка потенциального риска для людей и окружающей среды не может быть проведена только путем сравнения с правовыми нормами, - необходим тщательный анализ рисков на основе достаточного количества проб и подробного описания состояния районов исследования и потенциальных получателей рисков. Мы попытались провести базовую оценку риска для здоровья, выраженного в виде количеств ежедневного поступления в организм человека некоторых важнейших загрязнителей, за счет потребления яиц кур свободного содержания, выращиваемых на загрязненных территориях, чтобы дать хотя бы общее представление об уровне воздействия на человека различных загрязняющих веществ.

Мы верим, что наиболее важным является начать в Казахстане борьбу с загрязнением такими веществами, как ПХД, ПХДД/Ф, ХОП, а также некоторыми бромированными антипиренами.

9. References

- 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." Organohalog 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." Organohalog 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, Balkhash 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 1881/2006**: 18-23.

European Commission (2012). Commission Regulation (EU) No 252/2012 of 21 March 2012 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EC) No 1883/2006 Text with EEA relevance European Commission. Official Journal of the European Communities: L 84, 23.83.2012, p. 2011–2022.

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 Trostenec 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. Chew (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. Anklaam, 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.

Petrlik, 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. Sergeyev (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. Petrлік. 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.

van Overmeire, I., J. van Loco, P. Roos, S. Carbonnelle and L. Goeyens (2004). "Interpretation of CALUX results in view of the EU maximal TEQ level in milk." Talanta **63**: 1241-1247.

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.

Wikipedia. (2015, 08-09-2015). "Таушық." 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). "Таушық." 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.

Similar publications available on-line:

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

<http://ecocitizens.kz/publications>

COVERPAGES HERE OF:

- Contaminated sites and their management
- Contaminated sites RUSSIAN
- Camel milk ENGLISH and RUSSIAN
- Toxic hot spots
- Kazakhstan: No information, no public, no justice

More information:

English: www.english.arnika.org/kazakhstan

Russian, Kazakh: www.ecocitizens.kz

[ISBN: 978-80-87651-28-5](http://www.ecocitizens.kz)

Эта публикация доступна он-лайн:

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

<http://ecocitizens.kz/publications>

Больше информации:

English: www.english.arnika.org/kazakhstan

Русский, Казак, www.ecocitizens.kz

[ISBN: 978-80-87651-28-5](http://www.ecocitizens.kz)