

# Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в куриных яйцах из г.Алаверди, Армения

Авторы:

Йиндржих Петрлик, Арника – Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская республика

Йитки Страковой, Арника – Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская республика

Ереван – Прага – 2018





# Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в куриных яйцах из г.Алаверди, Армения

Авторы:

Йиндржих Петрлик, Arnika – Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская республика

Йитки Страковой, Arnika – Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская республика  
Ереван – Прага – 2018

Данный отчет был подготовлен и опубликован как часть проекта «Вовлеченность Гражданского Общества в принятие решений, касающихся горной промышленности Армении» с финансовой поддержкой Министерства иностранных дел Чешской республики в рамках программы по содействию в преобразованиях. Также, данная публикация была осуществлена благодаря IPEN и фонду Global Greengrants. Проект был осуществлен программой по токсичным веществам и отходам «Arnika», расположенной в Праге, Чешской республике, программой «Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду» (AWHNE), расположенную в Ереване, Армении и программой «Ecolur», расположенной в Ереване, Армении.

Содержание данной публикации не отражает официальную точку зрения Министерства иностранных дел Чешской республики или любого иного учреждения, предоставляющего финансовую поддержку. Ответственность за содержание на себя полностью берут авторы.

Arnika – Программа по токсичным веществам и отходам, ул. Делница 13, CZ 170 000, Прага 7, Чешская республика  
Тел.: + 420 774 406 825  
«Армянские женщины за здоровье и здоровую окружающую среду» (AWHNE), Баграмян Авеню, 24В, Ереван, Армения  
Тел.: +374 105 236 04  
Ecolur – ул. Ханрапетунян. 49/2, Ереван, Армения  
Тел.: + 374 105 620 20  
Графический дизайн: Павел Ялошевски



**Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в  
куриных яйцах из г. Алаверди, Армения**

Результат отбора проб в 2018 г.

Ереван – Прага – 2018

**Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в куриных яйцах из г. Алаверды, Армения/Результат отбора проб за 2018год.**

Данный отчет основан на результатах исследования отбора проб из окружающей среды, проведенного в Республике Армения в июле 2018 года, в качестве отдельной части проекта «Окружающая среда Гражданского общества в принятии решения процесса добычи полезных ископаемых в Республике Армения», при финансовой поддержке Министерства иностранных дел Чешской Республики, и Мировым Фондом гражданской инициативы (Global Greengrants Fund).

**Данный доклад опубликован на русском и английском языке.**

Доклад подготовили:

Доктор естественных наук **Йиндрих Петрлик**, «Арника - Программа по борьбе с токсичными отходами», Чешская Республика

Магистр **Йитка Стракова**, «Арника - Программа по борьбе с токсичными отходами», Чешская Республика

Графический дизайн и типография: **Павел Яновский, Кристина Жулковска**

Данный доклад не имеет прямого отношения к спонсорам – Министерству иностранных дел Чешской Республики, и Мировому фонду гражданской инициативы. Отчет основан на индивидуальных интересах и ответственности авторов.

Ереван- Прага, 2018г.

**Больше информации на:**

English: <https://english.arnika.org/armenia>,

Armenian: <http://www.awhhe.am/>, <https://www.ecolur.org/>

Russian: <https://arnika.org/ru/armeniya-2>

Czech: <https://arnika.org/armenie>

## Obsah

1	Введение .....	4
1.1	Благодарность.....	4
1.2	Аббревиатуры .....	5
2	Объекты исследования .....	7
2.1	Места исследования.....	7
2.2	Отбор проб и аналитические методы.....	8
2.3	PCDD / F и dl-PCB анализ .....	9
3	Ограничения в Армении, России и ЕС для CO <sub>3</sub> в яйцах .....	10
4	Результаты.....	11
4.1	Непреднамеренно производимые CO <sub>3</sub> .....	11
4.1.1	Диоксины (PCDD/ F) и PCB.....	11
4.1.2	Потенциальный источник (и) диоксинов и диоксиноподобных PCB в куриных яйцах из Алаверди.....	14
4.2	Органохлорированные пестициды .....	19
5	Обсуждение потенциального воздействия диоксинов и диоксиноподобных ПХБ из куриных яиц .....	21
6	Выводы и рекомендации.....	23
7	Ограничения исследования.....	24
8	Фотографии .....	25
9	Ссылки .....	25

## **1 Введение**

Данное исследование освещает результаты тестирования яиц от кур свободного выгула из г. Алаверди, города располагающегося на близ границ с Грузией. Данные куриные яйца считаются потенциально загрязненными стойкими органическими загрязнителями (СОЗ). Яйца кур свободного выгула были использованы для мониторинга уровня загрязнения стойкими органическими веществами и нескольких ранних исследованиях [1-6]. Куриное яйцо считается наиболее чувствительным индикатором стойких органических загрязнителей (СОЗ), например, в почве и пыли. А также одним из способов передачи этих самых загрязнителей к человеческому организму. Куриные яйца из загрязненных регионов могут легко привести к влиянию на повышение пороговых значений естественной защиты здоровья человека, то есть иммунитет человека понижается. Таким образом, куры и их яйцо могут быть идеальным активным пробником: разновидность индикатора для оценки уровня загрязнения, в частности диоксидами и тяжелыми металлами. На основе выше упомянутых заключениях, выбранные яйца кур свободного выгула и их тестирование на СОЗ, стало одним из инструментов мониторинга связанного с проектом «Окружающая среда Гражданского общества в принятии решения процесса добычи полезных ископаемых в Армении» (более расширенную информацию о проекте вы можете найти на сайте <https://arnika.org/armenie>).

Данные анализа яиц, кур свободного выгула, описываемые в докладе, были собраны в ходе визита Армении в июле 2018 года, и в качестве результата - совместного проекта двух стран, Армении и Чехии. Более подробное описание образцов и объектов исследования вы можете найти во второй главе данной работы.

### **1.1 Благодарность**

Исследования, сбор экземпляров, их анализ, написание работы, дизайн и печать данной публикации проводилось в рамках проекта «Окружающая среда Гражданского общества в принятии решения процесса добычи полезных ископаемых в Армении». Большой вклад в поддержку проекта привнесло министерство иностранных дел Чешской Республики, IPEN, Мировой фонд гражданской инициативы, и некоторые физические лица. Мы также благодарны за содействие сотрудникам лаборатории, за их экспертную, квалифицированную помощь в проведении и исследовании химических анализов, которые зачастую требовали использование ресурсов лаборатории в сверхурочное время. Автор также глубоко признателен всем тем, кто так или иначе принял участие в написании данной работы. Позвольте поименно перечислить здесь некоторых из участников: Кристина Жулковская, «Арника – Программа по борьбе с

токсичными отходами», Марк Сир и Мартин Быстрианский - эксперты в области химии, которые помогли нам в исследовании экземпляров яиц из Армении.

## **1.2 Аббревиатуры**

BDS – Система биодетекции (лаборатория в Нидерландах)

BEQ – Международный эквивалент токсичности

CALUX – Биотестирование используемое для нахождения особо токсичных химических элементов

CAS - уникальный цифровой идентификатор, присвоенный каждому химическому веществу, описываемому в научной литературе

DDD – дихлордифенилдихлоэтан(метаболит ДДТ)

DDE - дихлордифенилдихлоэтилен (химическое соединение, образованное дигидрацией хлористого водорода из DDT)

DDT- дихлордифенилтрихлоэтан (пестицид)

DI - диетическое потребление

DL PCB - диоксиноподобные PCB

d.w. - сухой вес

EFSA - Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов

ЕС - Европейский Союз

f.w. - свежий вес

GC- газовая хроматография

GEF- Глобальный экологический фонд

GPC- гелепроникающая хроматография

GPS - глобальная система позиционирования

HCB - гексахлорбензол

HCBD- гексахлорбутадиев

HCH- гексахлорциклогексаны (пестициды и их метаболиты)

HrCDD - гептахлорбензо-п-диоксин

HrCDF - гептахлордибензо-п-фуран

HRGC-HRMS - газовая хроматография высокого разрешения - спектроскопия высокого разрешения

HxCDD - гексахлордибензо-п-диоксин

HxCDF - гексахлордибензо-п-фуран

IPEN - Международная сеть ликвидации CO<sub>2</sub>

IARC - Международное агентство по изучению рака

INC - Межправительственный комитет для ведения переговоров (созданный для переговоров по новой международной конвенции)

iPCB - индикаторные печатные платы (в основном это охватывает 6 конгенов PCB (PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 и PCB180)

LOD - предел обнаружения

LOQ - предел количественной оценки

MAC - максимально допустимая концентрация

ML - максимальный уровень

MRL - максимальный уровень остатка

NA - не анализируется

NGO - неправительственная организация (организация гражданского общества)

NIP- Национальный план осуществления Стокгольмской конвенции

OCP- органохлорированные пестициды

OCDD - октахлордibenзо-п-диоксин

OCDF - октахлордibenзо-п-фуран

PBDD / F - полибромированные дibenзо-п-диоксины и фураны

PCB - полихлорированные бифенилы

PCDD/F - полихлорированные дibenзо-п-диоксины и фураны

PCDD- Полихлорированные дифенилы

PCDF- полихлорированные фураны

PeCB- пентахлорбензол

PeCDD - пентахлордibenзо-п-диоксин

PeCDF - пентахлордibenзо-п-фуран

POP- стойкие органические загрязнители

SC - Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях

TCDD - тетрахлордibenзо-п-диоксин

TCDF - тетрахлордibenзо-п-фуран

TDI - допустимое ежедневное потребление

TEF - коэффициент токсичности

TEQ - токсический эквивалент

TWI - допустимый недельный прием

UNDP - Программа развития Организации Объединенных Наций

UNECE- Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций

U-POP- непреднамеренно производимые СОЗ (побочные продукты различных процессов, включая сжигание и / или сжигание галогенизированных материалов)

US EPA - Агентство по охране окружающей среды США

WHO - Всемирная организация здравоохранения

WHO-TEQ - токсический эквивалент, определенный группой экспертов ВОЗ в 2005 году

w.w - влажный вес



## **2 Объекты исследования**

Один экземпляр яиц кур свободного выгула был собран в г. Алаверды, расположенном на севере Армении. Контрольный экземпляр был взят прямо из супермаркета г. Еревана. По решению госпожи Дворской [10]. Экземпляр из Ереванского супермаркета был взят за основной – как фоновый показатель по Армении в целом. Предполагалось, что на выбранные населенные пункты оказывает влияние загрязнение от медеплавильного завода, так как они находятся в пределах его общей площади шлейфа выбросов. Первичное производство меди указывается в качестве одного из потенциальных источников диоксинов (ПХДД / Ф) и диоксиноподобных ПХД [11-13]

### **2.1 Места исследования**

Согласно Армянскому национальному плану осуществления Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (СОЗ): «Крупные горнодобывающие, горнодобывающие и перерабатывающие предприятия были расположены в городах Алаверди и Зангезур. Цветная металлургия была одной из важнейших отраслей промышленного развития. С начала 1970-х годов в Армении началось развитие черной металлургии».

ЗАО «Программа – Армянская медь» - это металлургический завод, являющийся частью Vallex Group. Он расположен в городе Алаверди, который находится в регионе Лори на северо-востоке Армении. Город расположен на дне ущелья реки Дебед. В городе проживает примерно 11 000 человек (2016 год). С конца XVIII века завод по выплавке меди, является градообразующим.

Алавердинский медеплавильный завод способен производить около 12 000 тонн блистерной меди в год. Пик производства был достигнут в 1980-х годах, когда ежегодно производилось около 55 000 тонн рафинированной меди. В компании работает более 500 сотрудников.

Доминантой фабрики является непрерывно работающая дымовая труба. Дым из нее обволакивает большую часть города Алаверди и его окрестности. Завод является потенциальным загрязнителем воды, почвы и атмосферы, тяжелыми металлами.

Несколько исследований [14-16] показали более высокую концентрацию свинца, мышьяка, меди и цинка в почве, воде и даже образцах человеческой ткани в Алаверди. Этот город также был выбран в качестве одного из изученных токсичных горячих точек в совместном проекте «Арника» и «Армянские женщины для здоровья и здоровой окружающей среды» (AWHNE), проведенного в 2010 и 2011 годах [17].

## 2.2 Отбор проб и аналитические методы

Чтобы получить правильные образцы, куриные яйца были собраны в разных местах. Все яйца происходили от кур свободного выгула за исключением яиц, купленных в супермаркете. В таблице 1., приведены основные данные о выборке и измеренных уровнях содержания жира в каждом образце. В общей сложности были взяты и проанализированы два образца куриных яиц с фермы, а также один образец, взятый в Ереване, купленный в супермаркете. Последний из вышеупомянутых образцов используется для определения фоновых уровней СОЗ, предложенных г-й Дворской [10]. Все образцы были взяты в июле 2018 года.

No	Образец	Место нахождения	Месяц\год	Куриные яйца в долях	Содержание жира
1	Алаверди 1	Алаверди	07/2018	3	14.3
2	Алаверди 3	Алаверди	07/2018	4	13.1
3	Ереван - супермаркет	Ереван	07/2018	4	8.7

*Таблица 1: Обзор образцов куриного яйца на выбранных участках Армении*

Участок отбора проб «Алаверди-1» расположен в 900 метрах от медеплавильного завода. Проба «Алаверди-3» была взята в новой части г. Алаверди, на вершине холма, на расстоянии 1300 метрах от медеплавильного завода на юге. Образец «Алаверди-3» был выбран потому, что ветры в основном идут точно в направлении к месту отбора проб (см. Рис. 1).

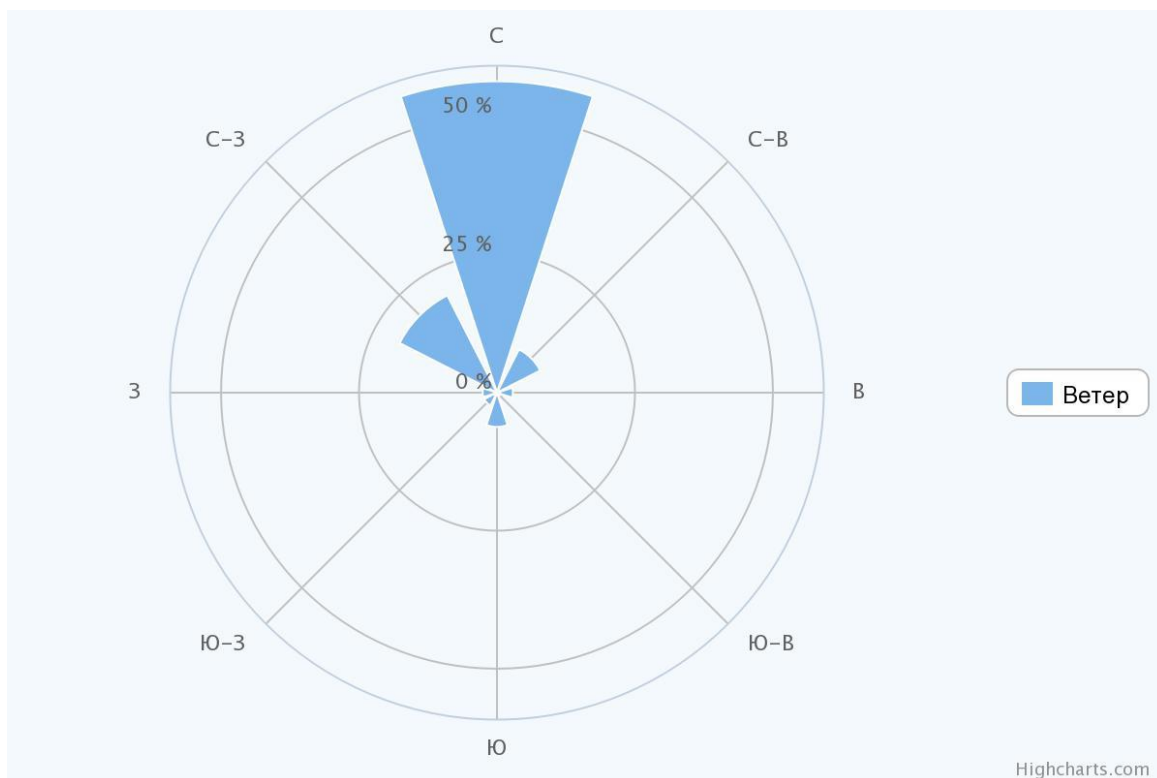


График 1. Роза ветров для Алаверди. Источник: [18].

Яйца собирали в обычную пластиковую упаковку. Их кипятили примерно 7 (семь) минут, сразу после отбора. Затем они были помещены в холодильник. Их выдерживали в холодных условиях также и во время транспортировки в лабораторию. В первой лаборатории часть яиц была гомогенизирована. Для анализа в обеих лабораториях использовался один и тот же образец гомогенизированных яиц. Все образцы были проанализированы на предмет содержания отдельных PCDD/F и диоксиноподобных PCB (DL PCB) с помощью GC / HRMS, ISO 17025 в аккредитованной лаборатории Государственного ветеринарного института, Прага, Чешская Республика, с разрешением >10 000 с использованием <sup>13</sup>C стандартов, обозначенных изотопами.

### 2.3 PCDD / F u dl-PCB анализ

PCDD / F и dl-PCB анализирование было проведено по стандартам обусловленным Европейским Союзом (ЕС) для контроля уровней PCDD / F и dl-PCB в пищевых продуктах, по Регламенту Регуляционной Комиссии (ЕС) № 252/2012 [19].

Образцы были также проанализированы на содержание индикаторов уровня PCB (iPCB), OCP, PeCB и HCBd в сертифицированной чешской лаборатории (Институт химических технологий, Отдел химии и анализа пищевых продуктов). Анализы экстрагировали смесью органических растворителей гексан : дихлорметан (1: 1).

Экстракты очищали с помощью гель-проникающей хроматографии (GPC). Идентификацию и качественную оценку проводили с помощью газовой хроматографии, связанной с обнаружением тандема масс-спектрометрии в режиме электронной ионизации.

### 3 Ограничения в Армении, России и ЕС для СОЗ в яйцах

Куриное яйцо является общей составляющей диетического стола почти в каждом уголке мира. Их доля в диетической корзине варьируется в зависимости от страны. Армения относится к странам с меньшей долей потребления куриных яиц, однако их доля в рационе увеличилась с начала этого столетия [20]. Для армянского народа также распространена практика выращивать своих цыплят.

В Армении установлены предельные значения СОЗ в куриных яйцах. Мы также обратили внимание на ограничения в России, поскольку Армения является одной из стран Евразийского экономического союза (EAEU), где Российская Федерация является ведущей страной. В дополнение к этому мы также сравнили ограничения СОЗ, и допустимый недельный прием куриных яиц установленными в Европейском союзе (ЕС), для оценки воздействия PCDD/FiDL PCB, содержащихся в яйцах из Алаверди (см. раздел 5), предельные значения, которые мы использовали для исследования яиц кур свободного выгула, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

	Куриные яйца			
	Армения <sup>1</sup>	Россия <sup>2,3</sup>	Европейский Союз ML <sup>4</sup> /MRL <sup>5</sup>	
<b>В общем</b>	pg g <sup>-1</sup> жиры	pg g <sup>-1</sup> жиры	pg g <sup>-1</sup> жиры	ng g <sup>-1</sup> жиры
<b>WHO-PCDD/F TEQ</b>	3.0	3.0	2.5	-
<b>WHO-PCDD/F-dl-PCB TEQ</b>	Нет	Нет	5.0	-
<b>PCB<sup>6</sup></b>	Нет	Нет	-	40
	ng g <sup>-1</sup> свежий вес			
<b>DDT<sup>7</sup></b>	100	100 <sup>8</sup>	-	50 (свежесть) <sup>9</sup>
<b>γ-НСН (Линдан)</b>	Нет	100	-	10 свежесть
<b>α-, β-НСН<sup>**</sup></b>	Нет	100	-	20, 10
<b>НСН<sup>10</sup></b>	100	Нет		Нет
<b>НСВ</b>	Нет	Нет	-	20 (свежесть)



1. Гигиенические требования к пищевому сырью и пищевой ценности: гигиенические рекомендации N 2-III-4.9-01-2010 [21].

2. Согласно российскому СанПиН 2.3.2. 2401-08 Гигиенические требования к безопасности и питанию для пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологическое правило и нормативные акты (СанПиН 2.3.2.) 2401-08 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы)

3. Русская Федерация GN 1.2.2701-10 Гигиенические нормативы (стандарты) концентрация пестицидов в средах окружающей среды (ГН 1.2.2701-10 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды»)

4. Регулирования ЕС № 1259/2011 [22] устанавливает максимальные уровни для диоксинов, диоксиноподобных РСВи недоксиноподобных РСВв пищевых продуктах.

5. Регулирования ЕС № 149/2008 [23]. Максимальный уровень остатка (MRL) означает верхний юридический уровень концентрации для остатка пестицида в или на пище или корме, установленном в соответствии с Регламентом, на основе хорошей сельскохозяйственной практики и минимального потребительского воздействия, необходимого для защиты уязвимых потребителей.

6sum PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 и PCB180

7sum p, p'-DDT, o, p'-DDT, p, p'-DDE, o, p'-DDE, p, p'-DDD и o, p'-DDD

8p, P'-DDT 9sum p, p'-DDT, o, p'-DDT, p, p'-DDE и p, p'-DDD

10 сумм HCH-альфа, HCH-бета, HCH-гамма и HCH-дельта

\*\* для каждого изомера устанавливается MRL отдельно.

## **4 Результаты**

Все образцы яиц были проанализированы для ОCP и U-POP. Анализ GCMS-HRMS был выбран для подтверждения загрязнения диоксинами и диоксиноподобными РСВв отобранных куриных яйцах. Выше упомянутые образцы были также проанализированы для других СОЗ (включая индикаторные РСВ) и ОCP: гексахлорбензол (HCB), гексахлорциклогексаны (HCHs) и DDT и его метаболиты. HCB также считается непреднамеренно произведенным POP (U-POP) в тех же процессах, что и диоксины и DL PCB [24], хотя, он обычно измеряется вместе с другими ОCP. Кроме того, во всех образцах были проанализированы два других U-POP, пентахлорбензол (PeCB) и гексахлорбутадиев (HCBД). Результаты для U-POP и ОCP приведены в таблице 3.

### **4.1 Непреднамеренно производимые СОЗ**

#### **4.1.1 Диоксины (PCDD/ F) и РСВ**

Диоксины относятся к группе из 75 полихлорированныхдифенилов(PCDD) и 135 полихлорированных дибензофурановых (PCDF) конгенов, из которых 17 токсичны. Полихлорированные бифенилы (PCB) представляют собой группу из 209 различных конгенов, которые могут быть разделены на две группы по их токсикологическим свойствам: 12 конгенов проявляют токсикологические свойства, подобные диоксинам, и поэтому часто называются «диоксиноподобными РСВ» (DL PCB) ). Другие РСВ не проявляют диоксиноподобную токсичность, но имеют различный

токсикологический профиль и называются «недиоксиноподобными PCB» (PCB NDL) [22]. Уровни PCDD / Fs и DL PCB выражены в общей сумме WHO-TEQ, рассчитанной на основе коэффициентов токсической эквивалентности (TEF), установленных группой экспертов ВОЗ в 2005 году [25]. Эти новые TEF использовались для оценки токсичности диоксинов в образцах куриных яиц из Армении в данном исследовании.

*Таблица 3. Обобщенные результаты анализа СОЗ для трех собранных образцов куриных яиц из Армении, отобранных в июле 2018 года.*

Место нахождения	Алаверди	Алаверди	Ереван	Армения/ЕСстандарты/ лимиты
Пробник	Алаверди 1	Алаверди 3	Ереванский супермаркет	
Содержание жиров (%)	14.4	13.1	8.7	-
PCDD/F (pg WHO TEQ g <sup>-1</sup> fat)	7.54	4.45	0.20	3.0/2.50
DL PCB (pg WHO TEQ g <sup>-1</sup> fat)	19.31	9.05	0.14	-
Общее PCDD/F + DL PCB (pg WHO TEQ g <sup>-1</sup> fat)	26.85	13.50	0.34	ND/5.00
НСВ (ng g <sup>-1</sup> fat)	0.9	1.7	< 0.1	-
PeCB (ng g <sup>-1</sup> fat)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
НСВД (ng g <sup>-1</sup> fat)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
7 PCB (ng g <sup>-1</sup> fat)	24.10	13.20	0.50	-
6 PCB (ng g <sup>-1</sup> fat)	16.20	8.30	0.50	ND/40.00
Суммарное количество HCH (ng g <sup>-1</sup> fat)	54.50	10.90	2.00	-
Суммарное количество DDT (ng g <sup>-1</sup> fat)	599.00	77.80	3.80	-

Фоновый уровень для PCDD / F и DL PCB, измеренный в куриных яйцах из супермаркета в Ереване, составляли соотношение 0,20 и 0,14 п.л. WHO-TEQ g<sup>-1</sup>. Наивысший уровень диоксинов (7,54 пг WHO-TEQ g<sup>-1</sup> жиры) и DL PCD(19,31 пг WHO TEQ g<sup>-1</sup> жиры), измерялся из образцов куриных яиц с участка «Alaverdi-1», отобранного в долине на юго-востоке от медеплавильного завода.

Общее количество WHO- TEQ от PCDD/Fи ВД ЗСИ в образцах из Алаверди сопоставимо с уровнями, наблюдаемыми вблизи металлургических заводов в Балхаше или Темиртау, как в Казахстане [26, 27], так и в Бэйхай, Китай [28, 29 ]. Более высокий уровень почти 27 пг WHO-TEQ / г жира представляет собой результат, представленный в докладе IPEN «Доклад о куриных яйцах» [3]. Его можно сравнить с уровнями, наблюдаемыми в таких горячих точках, как Горбатовка, Россия [30] , участок вблизи завода по сжиганию медицинских отходов Лакхнау, Индия [31] и вблизи нефтехимического комплекса в Коацакоалькос, Мексика [32] с уровнями 22, 29 и 26 мкг WHO-TEQ / г жиров. Он также близок к уровню, наблюдаемому в последнее время в

яйцах кур свободного выгула на территории, серьезно загрязненной древесиной или обработанной пентахлорфенолом в Польше [33].

Оба образца куриных яиц на открытом воздухе из Алаверди имели уровни PCDD / F и DL PCB, выше, чем те, что наблюдались в образце разрезанных яиц, купленных в ереванском супермаркете, которые использовались в качестве контрольного образца, показывающего фоновый уровень PCDD/ F и DL PCB в куриных яйцах Армении.

АРНИКА и АWHHE уже отбирали и анализировали яйца кур свободного выгула для СОЗ в 2010 году в местах, где в то время хранились пестициды. Алаверди также являлся одной из горячих точек СОЗ в отчете от 2011 года [17]. Куриные яйца подвергали анализам на общую активность диоксинов с помощью анализа DR CALUX, результаты которого можно сравнить с результатами анализа GC-HRMS в этом отчете. Уровни общего содержания PCDD/ F и DL PCB в BEQ (= биоаналитический токсический эквивалент), наблюдаемого в яйцах, отобранных в Армении в 2010 году, суммированы в таблице 4. Уровень жиров, измеренный в куриных яйцах из Алаверди в 2010 году, ниже найденного в настоящее время уровня диоксинов и диоксиноподобных PCB. Образец был взят на 1 км дальше в направлении к юго-востоку от плавильного завода, в отличии от «Алаверди 1», но он все еще находился под влиянием выбросов из плавильных печей.

Таблица 4.

Место нахлждения	Год (месяц)	Кол-во яиц	Содержание жиров	PCDD/Fs и DL PCB (DR CALUX) в pg BEQ/g fжиров
Алаверди	2010 (XI)	5	12.6	11.9
Эчмиадзин - Бейрут	2010 (XI)	5	12.7	20.9
Грибоедов	2010 (XI)	5	11.7	24.8
Деревня Кобайр	2010 (XI)	5	15.5	7.3
Мушаван	2010 (XI)	5	12.9	<LOQ (0.79)
Нубарашен	2010 (XI)	5	13.7	37

Гексахлорбензол (HCB), пентахлорбензол (PeCB) и гексахлорбутадиен (HCBД) являются тремя химическими веществами, перечисленными здесь как

непреднамеренно производимые СОЗ в соответствии с Приложением «С» к Стокгольмской конвенции. Они также перечислены в Приложении «А» к Конвенции, поскольку они также были преднамеренно изготовлены и использовались в основном в качестве пестицидов [35].

#### **4.1.2 Потенциальный источник (и) диоксинов и диоксиноподобных РСВ в куриных яйцах из Алаверди**

PCDD / F имеют специфический шаблон, который может выявить их наиболее вероятный источник. Рисунок двух разрезанных образцов яиц из Алаверди показан на графиках рисунков 2 и 3. Он очень похож в обоих образцах, но не идентичен. Отличается в пропорции 2,3,7,8 TCDD и 1,2,3,7,8 PeCDD и в балансе между PCDD и PCDF. Конъюгаты дибензо-п-диоксина преобладают в образце из местоположения «Алаверди 3», в то время как в яйцах из «Alaverdi 1» дибензопрофан рассчитывается для большей части TEQ. DL PCB также имеют немного большую долю от общего уровня TEQ в яйцах от «Alaverdi 1» по сравнению с «Alaverdi 3», а это 72% и 67%.

Хотя мы можем считать, что основным источником загрязнения диоксинами является выше перечисленное, могут существовать дополнительные источники загрязнения, которые могут повлиять на уровни PCDD/F и DL PCBs в куриных яйцах в Алаверди. Значительно более высокая доля общего уровня WHO-TEQ относится к DL PCB в обоих образцах, и их источник остается неизвестным, поскольку мы не можем сказать, что диоксины и диоксиноподобные PCD медеплавильного завода являются основным источником загрязнения Алаверди. У нас также мало информации о выбросах PCDD/F и DL PCB, и других выбросах от первичного производства меди в целом.

Хотя мы можем считать, что основным источником загрязнения диоксинами является выше перечисленное, могут существовать дополнительные источники загрязнения, которые могут повлиять на уровни PCDD/F и DL PCBs в куриных яйцах в Алаверди. Более высокая доля общего уровня WHO-TEQ относится к DL PCB в обоих образцах, и их источник остается неизвестным, поскольку мы не можем сказать, что диоксины и диоксиноподобные PCD медеплавильного завода являются основным источником загрязнения Алаверди. У нас также мало информации о выбросах PCDD/F и DL PCB, и других выбросах от первичного производства меди в целом.

Следует также учесть влияние между различными конгенерами PCDD/ F и DL PCB и биодоступностью кур. «Биотрансфер dl-PCB намного выше, чем для PCDD/ F. Это



означает, что они могут представлять собой значительный риск в пищевой цепочки, даже если уровни TEQ окружающей среде ниже, чем для PCDD/F. В наборе данных dl-PCB в среднем составляли 47% от общего количества TEQ в яйцах, тогда как средний TEQ в почве составлял 17% . [37] «Биодоступность диогениновых конгенов зависит от хлорирования в пределах от 80% для тетрахлорированных до менее, чем 10% для октахлорированных конгенов », - говорится в исследовании Stephens et al. [38]. Это означает, что рисунок диоксино-подобных веществ в яйцах не обязательно должен быть таким же, как и в источнике загрязнения.

Мы должны учитывать все эти ограничения. Однако, в Алаверди, нет другого очевидного источника диоксинов и диоксиноподобных PCB, за исключением медеплавильного завода. Да, мы не можем исключать потенциальное загрязнение окружающей среды от топки в бытовых печах, где также сжигаются отходы. Но высокое влияние на загрязнение среды от этого не наблюдалось. Мы можем видеть итоги наблюдения на металлургических заводах в Южной Корее [39], и схемы образования PCDD/F меди (и производство вторичного металла, как такового), на графике № 4. А также, открытое сжигание отходов, наблюдаемое в Восточном Китае [40]. Уровень содержания PCDD/F в куринных яйцах из Алаверди близок к уровню элементов, обнаруженных в анализах куринных яиц взятых вблизи производств медной металлургической промышленности в Южной Корее, чем к уровню элементов обнаруженном при открытом сжигании отходов в бытовых печах. Следует отметить, что это сравнение имеет определенные ограничения, среди которых мы учитываем также возможные региональные различия между странами, а также влияние различных видов топлива, используемых в плавильных заводах и т.д. В руководящих принципах BAT / BEP, для источников, включенных в приложение C, из раздела «Непреднамеренно производимых CO<sub>3</sub>» Стокгольмской конвенции отмечается: «Поскольку медь является наиболее эффективным металлом для каталитического образования PCDD/PCDF, особая проблема возникает при плавке меди» [24].

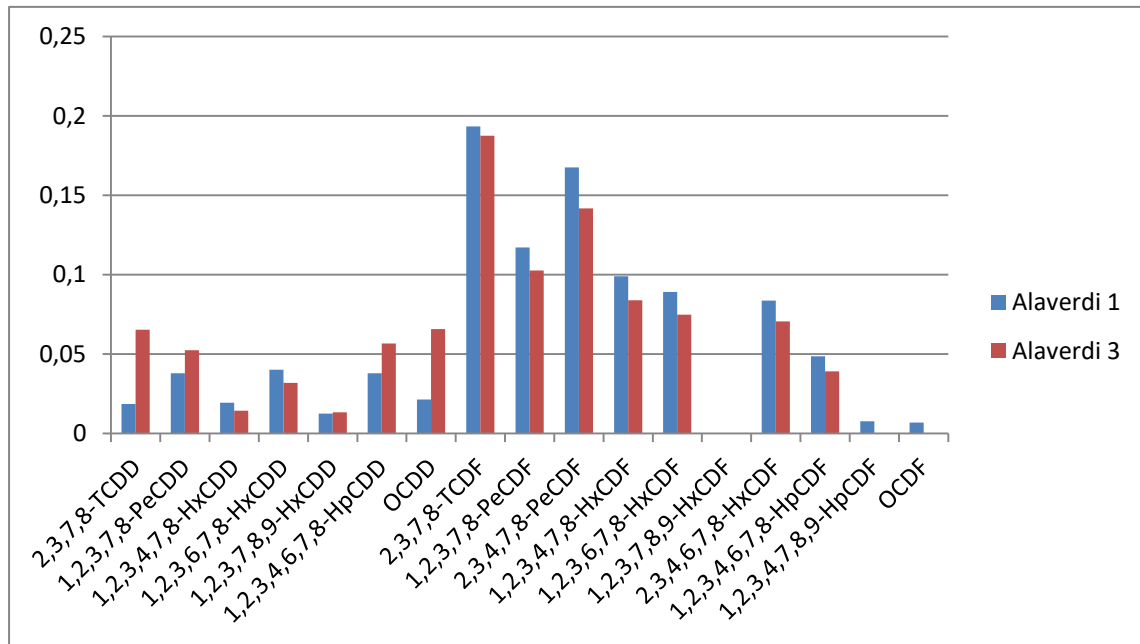


График 2. Схемы сходства PCDD / F в образцах яиц из Алаверди, выраженные в абсолютных уровнях.

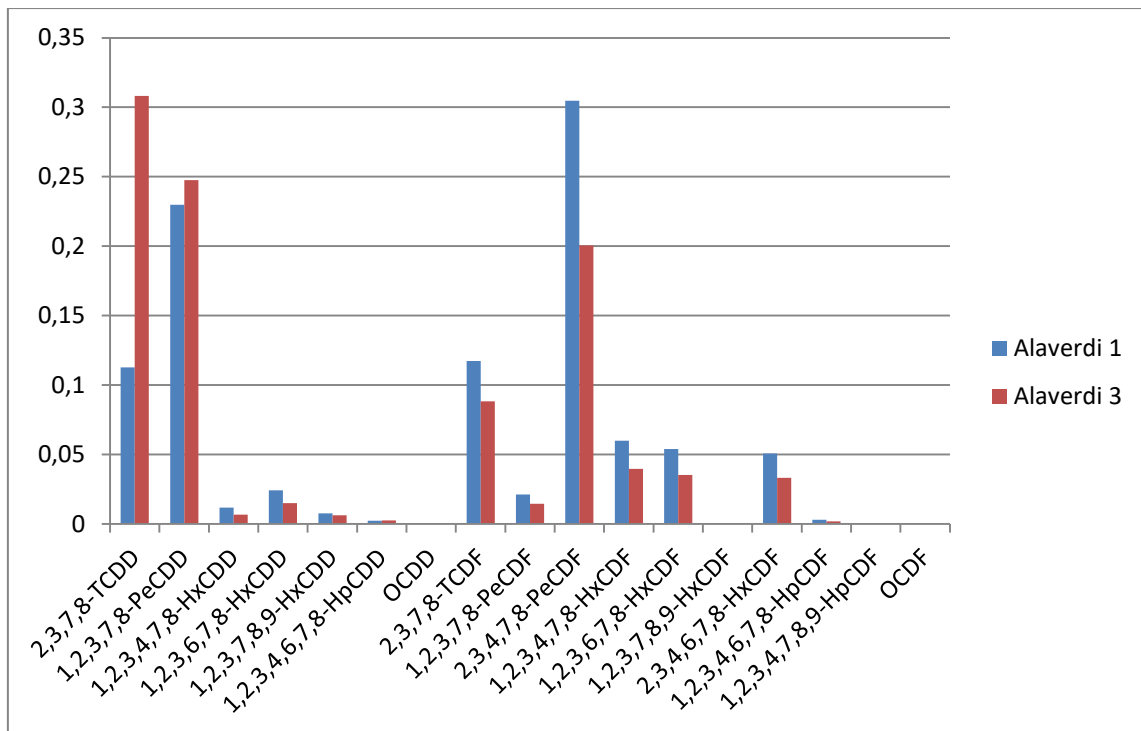


График 3. Схемы сходства PCDD/F в образцах яиц из Алаверди, выраженные в уровнях TEQ.

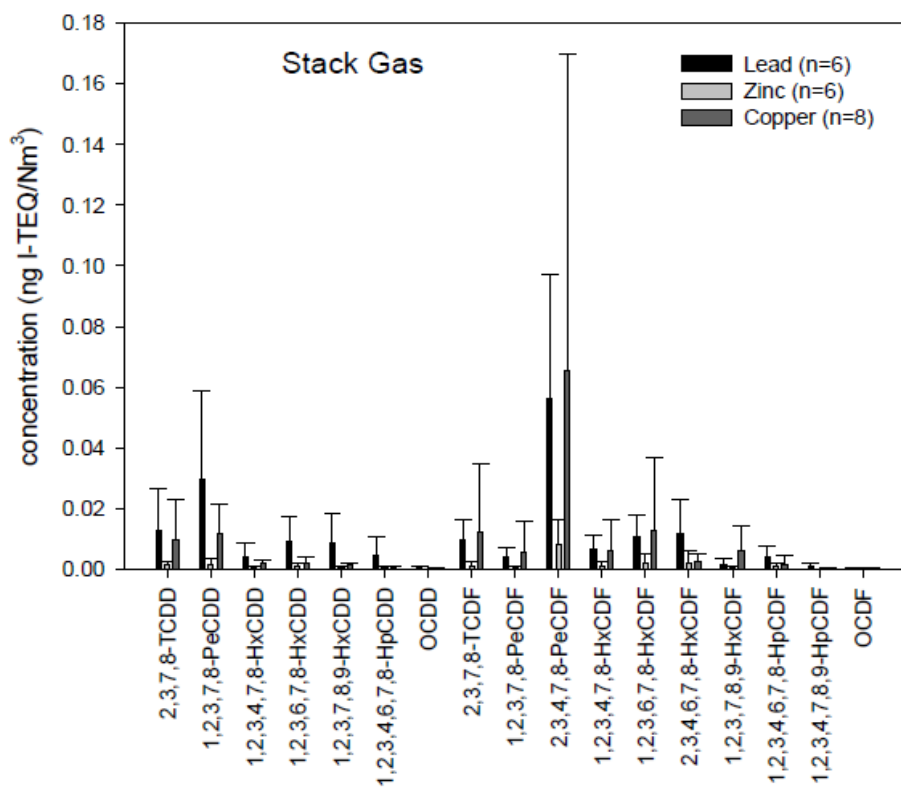


График 4. Схемы распределения пенообразования ПХДД / Ф в образцах стального газа и летучей золы из цветных металлов. Выражается в  $\text{ng TEQ} / \text{m}^3$ . Источник: [39]

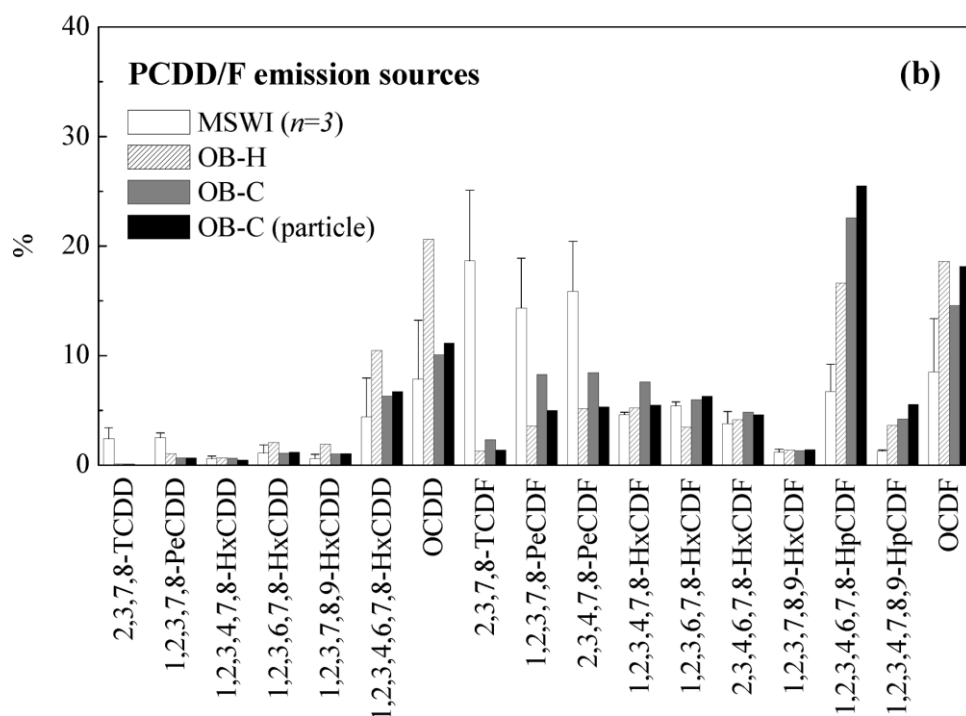


Рисунок 5: Открытое сжигание отходов и схемы муниципального сжигания твердых отходов, как по наблюдениям в Восточном Китае. Здесь выражен процент конгенов на уровне TEQ диоксинов (PCDD / Fs). Источник: [40]

#### Полихлорированные бифенилы (PCB)

Основные описания PCB мы уже произвели в главе 4.1.1. Они также перечислены в Стокгольмской конвенции в двух приложениях, поскольку в эту группу входят, как непреднамеренно произведенные химикаты (12 конгенов PCB), так и те, которые производятся и используются намеренно в различных областях применения, среди которых наиболее известны PCB, содержащиеся в маслах, используемых в трансформаторах и конденсаторах. Непреднамеренно произведенные PCB перечислены в Приложении С к Стокгольмской конвенции. Там также описаны случаи преднамеренного производства PCB в соответствии с Приложением А, их запрещается вновь выпускать и использовать [35]. Загрязнение намеренно производимыми и используемыми PCB представлено уровнем так называемых индикаторных конгенов PCB или PCB NDЛ (см. Главу 4.1.1 для объяснения). Конгенераторы индикаторной PCB представлены на несколько уровней выше, чем наблюдаются на промышленных объектах, например в Таиланде. Но они сопоставимы с уровнями на некоторых промышленных объектах в Казахстане [26]. Уровень конгенов индикаторов PCB был выше в выборке яиц из Алаверди 1 и



достиг более одной трети ЕС ML, который составляет 40 нг г-1 жиров [22], поэтому он все еще значительно ниже предела ЕС для РСВ в яйцах. Устаревшее оборудование с просачивающимися маслами РСВ в районе объекта или в других приложениях в городе может способствовать токсическому загрязнению куриных яиц свободного выгула по показателям РСВ.

#### 4.2 Органохлорированные пестициды

Химические вещества Дихлордифенилтрихлорэтан (DDT) и его метаболиты, HCB и гексахлорциклогексан (HCH) изомеры  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH и  $\gamma$ -HCH из группы хлорорганических пестицидов были проанализированы в полевых яичных образцах в этом исследовании. Результаты суммированы в таблицах № 3 (выраженных на грамм жира) и № 5 (выраженных в граммах свежего веса яиц). Объединенный образец яиц из Алаверди 1 почти превысил лимит армянских яиц и превысил лимит ЕС для предлагаемого уровня DDT в яйцах. Уровень  $\beta$ -HCH почти достиг предела предельного значения ЕС в том же образце яйца, но он значительно ниже армянского предела для суммы HCH.

*Таблица 5. Суммарные результаты анализа для ОСП для трех образцов куриных яиц из Армении. Сравнение предельных значений с ЕС [23] и Армении. Результаты выражены в нг г-1 свежего веса, потому что ограничения ЕС и Армении устанавливаются на свежий вес для ОСП.*

Место нахождения	Алаверды	Алаверды	Ереван	ЕС/Армения - стандарты
Пробник	Алаверды 1	Алаверды 3	Ереван - супермаркет	
HCB	0.1	0.2	0.0	20.0*
$\alpha$ -HCH	0.0	0.0	0.0	20.0*
$\gamma$ -HCH	0.1	0.1	0.1	10.0*
$\beta$ -HCH	7.7	1.3	0.1	10.0*
sum-4DDT (EU)	<b>86.0</b>	10.0	0.3	50.0*
sum HCH	7.8	1.4	0.2	100.0
sum DDT	86.0	10.2	0.3	100.0

Уровень DDT имеет давнюю историю в странах бывшего Советского Союза, в том числе и Армении. Он производился в Армении до 1962 года в ограниченных количествах (50 тонн в год). [12] «С 1970 года, в бывшем СССР и Армении применение DDT было вовсе запрещено. Однако, есть свидетельства незаконного использования пестицидов СОЗ владельцами мелких и средних хозяйств в Армении. Несмотря на запретительные действия, остаточные количества DDT продолжают

проявляться в окружающей среде (в почве, поверхностных водах, воде Севанского озера), пищевых продуктах и человеческом организме. По данным мониторинга, частота определения СОЗ (линдан, DDE) составила 87-97% в образцах грудного молока, взятых у кормящих матерей в сельских районах Армении »[12].

DDT и другие ОСР контролировались в куриных яйцах, в Армении, в 2002-2003 годах. Результаты были опубликованы в NIP и приведены здесь в таблице 6. Как видно из данных, представленных в таблице 5, все исследованные пестициды присутствовали в куриных яйцах. Выводы также свидетельствуют о новом применении DDT и HCH. [12]

*Таблица 6. Результаты мониторинга нескольких СОЗ в куриных яйцах в Армении в 2002 и 2003 годах. Источник: [12]*

Места отбора экземпляров	$\Sigma$ Гептахлор	$\Sigma$ HCh	$\Sigma$ DDT	HCB	PCB
Сюник, Мергинский район	NR*	1.72	6.03	0.26	NS**
Лори, Алавердинский район	0.04	0.12	0.48	1.47	2.78
Лори, район Гугарк	0.006	0.07	0.75	0.41	1.61
Арарат, Арташатский район	NR	1.53	2.29	0.04	NS
Армавир, Эчмиадзинский район	NR	0.71	2.29	4.53	NS
Арагацотн, Аштаракский район	NR	1.01	2.46	NR	NS

\* NR - не выявлено; \*\* NS - не изучено

Уровни общего DDT в образцах из Алаверди ниже, чем измеренные в объединенном образце из Алаверди (91 нг / г фут) в 2010 году, и он намного ниже, чем самый высокий уровень 730 нг / г фута, проанализированный в яйцах от Эчмиадзина - Берриютюн, отобранных в районе бывшего устаревшего хранилища DDT в 2010 году. Однако уровни суммы DDTи его метаболитов в яйцах из Алаверди 1 и 3, выше, чем те, которые наблюдаются государственными органами и опубликованы в армянском NIP (см. таблицу 6). Сумма HCH в Алаверди превысила остатки этого пестицида,

обнаруженные государственными органами в образцах яиц из Армении/, в несколько раз.

Похоже, что в регионе Лори должен быть некоторый источник постоянного использования ДДТ, и корм для курицы может быть заражен этим устаревшим и многолетним запретом на пестицид.

НСВ- еще один ОСР, который был обнаружен в яйцах государственными органами в Армении [12]. В этом исследовании наблюдались более низкие уровни ГХБ в яйцах, чем в куриных яйцах в свободном ассортименте, собранных с разных мест в Армении в 2010 году. ГХБ был обнаружен на уровне 0,3 нг / г и 2,4 нг / г жира соответственно в яйцах, отобранных в Алаверди в 2010 году, тогда как в более свежих образцах, представленных в этом исследовании, мы наблюдали уровни 0,1; 0,2 нг / г fw (см. Таблицу 5) и 0,9; 1,7 нг / г жира (см. Таблицу 3.) соответственно. Эти уровни ниже всех образцов с 2010 года, которые находились в пределах 0,3 - 1,4 нг / г fw и 2,4 - 10,2 нг / г жира соответственно. Уровни ГХБ в яйцах из Алаверди 1 и 3 также ниже, чем в большинстве образцов, представленных в армянском НПВ (см. Таблицу 6.); [12].

## **5 Обсуждение потенциального воздействия диоксинов и диоксиноподобных ПХБ из куриных яиц**

Согласно данным World Atlas - Food Security, доля яиц в общем потреблении продовольствия в Армении в 2007 году была близка к 0,8% от общей продовольственной корзины в день, а изменения ее доли в основном не увеличивались с 2002 года. Это означает, что 2017 год потребление может оставаться примерно таким же, примерно 16 г на человека в день, если дальнейшее увеличение тенденции прекратится, и оно может составлять около 20 г на человека в день в случае продолжения роста потребления яиц. В наших расчетах мы использовали среднее значение 18 г потребляемого яйца на человека в день. Если мы считаем 50 г на одно куриное яйцо в качестве среднего веса, это будет означать потребление 1/3 яйца на человека в день в качестве общей модели потребления для нынешнего армянского населения. Потребление яиц в семьях, выращивающих цыпленка на отобранных участках, согласуется с этим предположением, которое они подтвердили во время нашей выборки.

Мы попытались рассчитать потребление диеты, для группы загрязняющих веществ PCDD / Fs plus DL PCB, в день, для двух образцов - с курицей и куриного яйца, собранных в свободной форме из Алаверди, и сравнить их с яйцами из ереванского супермаркета, которые считаются фоновым уровнем для Армении. Расчет суточных уровней потребления производился по следующей формуле:

$$DI \text{ взрослые} = (((C \cdot F\%) / 100) \cdot 18) / 70;$$

$$DI \text{ дети} = (((C \cdot F\%) / 100) \cdot 18) / 35$$

где DI = ежедневное потребление; C = концентрация определенной группы химических веществ (PCDD / Fs, DL PCB и т. Д.) И F% = содержание жира в образце. Объяснение для цифр, используемых в формуле расчета: 18 г потребляемых яиц в день в Армении, 70 и 35 - вес тела для взрослого человека и ребенка соответственно в кг. Результаты приведены в таблице 7.

*Таблица 7. Обобщенные результаты расчета диетического потребления выбранных СОЗ путем употребления суточной порции яиц (18 г) у цыплят, поднятых на двух участках в Алаверди или яиц, купленных в супермаркете в Ереване от цыплят, поднятых на коммерческой ферме. 18 граммов яиц представляют собой приблизительное текущее среднее потребление на человека в день в Армении на основе нашего предположения и имеющихся данных [20].*

Образец	Алаверди 1	Alaverdi 3	Ереван - Супермаркет	Предлагаемые уровни
Содержание жира	14.4	13.1	8.7	-
PCDD/Fs + DL PCBs (pg WHO-TEQ g <sup>-1</sup> )	26.85	13.50	0.34	5*
PCDD/Fs + DL PCBs (pg kg <sup>-1</sup> bw) - взрослые	0.99	0.45	0.008	0.29**
PCDD/Fs + DL PCBs (pg kg <sup>-1</sup> bw) - дети	1.98	0.91	0.015	0.29**
Процент полученных TDI - взрослые	347%	159%	2.7%	-
Процент полученных TDI - дети	694%	318%	5.4%	-

\* Постановление ЕС (ЕС) № 1881/2006 с поправками, внесенными в более поздние положения [41], устанавливает максимальные уровни для диоксинов, диоксиноподобных ПХБ и недоксиноподобных ПХБ в пищевых продуктах.

\*\* TDI, полученный из TWI, предложенный EFSA [42] - рассчитан как один седьмой из 2 по WHO-TEQ / кг массы тела в неделю, хотя в тексте мнения EFSA предлагается 0,25 pg WHO-TEQ pg / kg bw / day

Затем результаты сравнивались с допустимым ежедневным потреблением, полученным из допустимого еженедельного потребления, недавно установленного в ЕС по EFSA CONTAM на уровне 2 пг WHO-TEQ / кг bw / week [42]. Потребление диоксинов и диоксиноподобных ПХБ в обоих образцах яиц приводит к превышению предложенных TWI их потребителями. Это очень тревожный результат, если мы считаем, что PCDD / Fs и DL PCB наверняка также находятся в других продуктах питания, потребляемых жителями Алаверди. Источники PCDD / Fs и DL PCB должны быть рассмотрены в этом городе и его окрестностях. Риск здоровья потребления яиц, загрязненных ДДТ и его метаболита.

## **6 Выводы и рекомендации**

Это исследование обнаружило серьезное загрязнение образцов куриного яйца, взятых из разного ассортимента в двух местах Алаверди, диоксинами и диоксиноподобными ПХБ. Можно ожидать, что это загрязнение может происходить и в других домашних источниках пищи в районе Алаверди, и это может представлять серьезную угрозу здоровью населения в этом городе. Конечно, это предположение должно быть подтверждено гораздо более широким мониторингом PCDD / Fs и DL PCB местных продуктов питания.

Медный завод, по-видимому, является наиболее вероятным источником этого загрязнения, однако эту гипотезу следует подтвердить путем мониторинга диоксинов в выбросах и неорганизованных источниках пыли. Следует также придерживаться некоторых основных предложений по совершенствованию технологии очистки. Наилучшие доступные технологии очистки и наилучшие экологические показатели в металлургическом секторе описаны в Руководящих принципах BAT / BEP для основных источников диоксинов в приложении С [24]. Вопрос об источниках DL PCB в Алаверди должен быть дополнительно исследован, так как, мало известно о выбросах DL PCB в результате первичного производства меди. Это может быть какое-то количество устаревшего оборудования с просачивающимися маслами ПХД в районе исследуемого объекта, которые могут способствовать токсическому загрязнению куриных яиц в свободном диапазоне. Потенциальные источники загрязнения необходимо дополнительно изучить.

Уровни DDT в одном из яичных образцов взятого в Алаверди в этом году, а также образец из Алаверди, отобранный в 2010 году [17], показывают о потенциальном и постоянном загрязнении кормов или местности, где куры живут в течение этого длительного времени, хотя данный пестицид запрещен к использованию, и этот источник загрязнения должен быть обнаружен, поскольку это добавляет к общей

нагрузке на организм вредных веществ, через домашнюю еду, как в городе, так и в его окрестностях.

Другие СОЗ, такие как ПeХБ, ГХБ, ГХБД или ГХГ, проанализированные в куриных яйцах из Алаверди, не были обнаружены в уровнях, вызывающих серьезные проблемы со здоровьем для местного населения.

Мы использовали куриные яйца, поскольку они являются проверенным показателем потенциального загрязнения в пищевой цепочке. Мы не пробовали мясо кур, но результаты некоторых других исследований показали одновременное заражение куриных яиц и мяса из зараженных мест [44, 45].

## **7 Ограничения исследования**

Основными ограничениями исследований были: финансовые, временные и личные ресурсы. Таким образом, можно было провести анализ лишь минимально допустимого для исследований количество проб куриных яиц. Также, мы не могли включить в это исследование большее число населенных пунктов. Мы предпочли сосредоточиться на одном регионе и взять там по меньшей мере два образца яиц.

Сравнение уровней концентрации загрязнителей, обнаруженных в образцах, с правовыми стандартами, также имеет свои ограничения. Каждый из правовых норм определяется по-разному и для разных целей. Кроме того, не существует определенных правовых норм для некоторых загрязнителей и других правовых ограничений.

Разрешенный уровень TDI для PCDD / Fs и DL PCB недавно изменился в ЕС, однако он не применяется в Армении и соседних с ней странах. Стандарты, установленные для определенных типов продуктов питания, не всегда следуют новой концепции, установленной EFSA CONTAM, что и наблюдалось в то время, когда мы работали над этим исследованием, и, когда публиковали его в ноябре 2018 года [42].

Оценка потенциального риска для человека и окружающей среды не может быть проведена только путем ознакомления с правовыми стандартами; обширный анализ рисков, основанный на достаточном количестве образцов и подробном описании состояния района и потенциальных приемников риска, имеет решающее значение. Мы попытались провести базовую оценку риска для здоровья, выражаемого в ежедневном потреблении ПХДД / ПФ и ПЛК DL через потребление куриных яиц в свободном диапазоне двух участков в Алаверди, чтобы дать хотя бы базовое представление об уровне воздействия на человека различных загрязнителей.

Мы считаем, что крайне важно начать борьбу с общим загрязнением и с такими загрязнителями, как ПХДД / Ф или ПХД в Армении.

## 8 Фотографии



## 9 Ссылки

1. Arkenbout, A., *Biomonitoring of Dioxins/dl-PCBs in the north of the Netherlands; eggs of backyard chickens, cow and goat milk and soil as indicators of pollution*. Organohalogen Compd, 2014. **76**: p. 1407-1410.
2. Aslan, S., et al., *Levels of PCDD/Fs in local and non-local food samples collected from a highly polluted area in Turkey*. Chemosphere, 2010. **80**(10): p. 1213–1219.
3. DiGangi, J. and J. Petrlik, *The Egg Report – Contamination of chicken eggs from 17 countries by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*. 2005: Available at: <http://english.arnika.org/publications/the-egg-report>.
4. Pirard, C., et al., *Assessment of the impact of an old MSWI. Part 1: Level of PCDD/Fs and PCBs in surrounding soils and eggs*. Organohalogen Compounds, 2004. **66**: p. 2085-2090.
5. Pless-Mulloli, T., et al., *Transfer of PCDD/F and heavy metals from incinerator ash on footpaths in allotments into soil and eggs*. Organohalogen Compounds, 2001. **51**: p. 48-52.
6. Shelepchikov, A., et al., *Contamination of chicken eggs from different Russian regions by PCBs and chlorinated pesticides*. Organohalogen Compounds, 2006. **68**: p. 1959-1962.
7. Hoogenboom, R., et al., *Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders*. 2014, RIKILT (University & Research centre): Wageningen. p. 25.



8. Piskorska-Pliszczynska, J., et al., *Soil as a source of dioxin contamination in eggs from free-range hens on a Polish farm*. Science of The Total Environment, 2014. **466–467**(0): p. 447-454.
9. Van Eijkeren, J., et al., *A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs*. Food Additives & Contaminants: Part A, 2006. **23**(5): p. 509-517.
10. Dvorská, A., *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”*, in *Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports*. 2015, Arnika – Toxics and Waste Programme: Prague-Karaganda.
11. Yu, B.-W., et al., *Emission of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs from metallurgy industries in S. Korea*. Chemosphere, 2006. **62**(3): p. 494-501.
12. Republic of Armenia, *National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. 2005: Yerevan. p. 104.
13. UNEP Chemicals, *Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases. Version 1.2*. 2013, Geneva, Switzerland: UNEP Chemicals Branch.
14. Grigoryan, R., et al., *Risk factors for children’s blood lead levels in metal mining and smelting communities in Armenia: a cross-sectional study*. BMC Public Health, 2016. **16**(1): p. 945.
15. Suvaryan, Y., V. Sargsyan, and A. Sargsyan. *The Problem of Heavy Metal Pollution in the Republic of Armenia: Overview and Strategies of Balancing Socioeconomic and Ecological Development*. 2011. Dordrecht: Springer Netherlands.
16. Gevorgyan, G.A., et al., *Environmental Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Armenian River Ecosystems: Case Study of Lake Sevan and Debed River Catchment Basins*. Polish Journal of Environmental Studies, 2016. **25**(6).
17. Dvorská, A., et al., *Toxic Hot Spots in Armenia. Monitoring and Sampling Reports*, ed. J. Petrlik (editor). 2011, Prague – Yerevan. Available at: <http://english.arnika.org/publications/toxic-hot-spots-in-armenia>: Arnika – Toxics and Waste Programme, Armenian Women for Health and a Healthy Environment (AWHHE). 44.
18. World Weather. *Архив погоды в Алаверди - Роза ветров в Алаверди (Weather Archive for Alaverdi - Wind rose)*. 2018 [cited 2018 30-07-2018]; Available from: <https://world-weather.ru/archive/armenia/alaverdi/>.
19. European Commission, *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, Editor. 2012: Official Journal of the European Communities. p. L 84, 23.3.2012, p. 1-22.
20. Knoema. *World Data Atlas Armenia Topics Food Security (in 2007)*. 2012 June 2012 31-10-2018]; Available from: <https://knoema.com/atlas/Armenia/topics/Food-Security/Food-Consumption/Eggs-consumption>.
21. MoH, *Hygienic Requirements for Food Raw Material and Food Value: Hygienic Guidelines N 2-III-4.9-01-2010*, (approved by the Order N 06N of 10.03.2010 of the RA Minister of Health), Editor. 2010.
22. European Commission, *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, Editor. 2011: Official Journal of the European Union. p. 18-23.
23. European Commission, *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, Editor. 2008: Official Journal of the European Communities. p. L 58, 1.3.2008, p. 1-398.
24. Stockholm Convention on POPs, *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*. 2008, Secretariat of the Stockholm Convention on POPs: Geneva.
  25. van den Berg, M., et al., *The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds*. *Toxicol Sci*, 2006. **93**(2): p. 223-41.
  26. Petrlík, J., et al., *PCDD/Fs and PCBs in eggs – data from China, Kazakhstan and in Abstracts Book of the Dioxin 2018: 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants & 10th International PCB Workshop*. 2018: Kraków, Poland. p. 794-798.
  27. Petrlík, J., et al., *Hens' eggs as an indicator of the pollution of the environment in Kazakhstan. Results of sampling conducted in 2013-2016 (Использование яиц кур свободного содержания в качестве индикатора загрязнения в Казахстане. Результаты опробования, проведенного в период в 2013 по 2016 гг.)*. 2017, Arnika – Citizens Support Centre, EcoMuseum Karaganda, Eco Mangystau: Prague – Karaganda –Aktau. p. 46.
  28. Petrlík, J., P.A. Behnisch, and A. Teebthaisong, *Dioxin Contamination of Free Range Chicken Eggs from Selected Hot Spots – Based on CALUX Bioassay Analyses*, in *11th BioDetectors Conference 2018*. 2018: Aachen. p. 14-15.
  29. Petrlík, J., *Persistent Organic Pollutants (POPs) in Chicken Eggs from Hot Spots in China*. 2015, Arnika – Toxics and Waste Programme, IPEN and Green Beagle: Beijing – Gothenburg – Prague. p. 25.
  30. IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, et al., *Contamination of chicken eggs from the Dzerzhinsk region, Russia by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*, in *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. 2005, IPEN, Arnika Association, Spolocnost priatelov Zeme: Dzerzhinsk, Moscow, Prague. p. 30.
  31. IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, Toxics Link, and Arnika Association, *Contamination of chicken eggs near the Queen Mary's Hospital, Lucknow medical waste incinerator in Uttar Pradesh (India) by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*, in *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. 2005, IPEN, Arnika Association, Toxics Link: New Delhi, Prague. p. 25.
  32. IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group, RAPAM, and Arnika Association, *Contamination of chicken eggs near the Pajaritos Petrochemical Complex in Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene*, in *Keep the Promise, Eliminate POPs Reports*. 2005, IPEN, Arnika Association, Secretariat, Red de Acción Sobre Plaguicidas y Alternativas en México – RAPAM: Mexico City, Prague. p. 29.
  33. Piskorska-Pliszczynska, J., et al., *Pentachlorophenol from an old henhouse as a dioxin source in eggs and related human exposure*. *Environmental Pollution*, 2016. **208, Part B**: p. 404-412.
  34. Fries, G.F., et al., *Treated wood in livestock facilities: relationships among residues of pentachlorophenol, dioxins, and furans in wood and beef*. *Environmental Pollution*, 2002. **116**(2): p. 301-307.
  35. Stockholm Convention, *Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) as amended in 2009. Text and Annexes*. 2010: Geneva. p. 64.
  36. UNEP and Stockholm Convention, *Toolkit for Identification and Quantification of Releases of Dioxins, Furans and Other Unintentional POPs under Article 5 of the Stockholm Convention*. 2013, United Nations Environment Programme & Stockholm Convention Secretariat: Geneva. p. 445.
  37. Watanabe, M., et al., *Bioaccumulation of organochlorines in crows from an Indian open waste dumping site: evidence for direct transfer of dioxin-like congeners from the contaminated soil*. *Environ Sci Technol*, 2005. **39**(12): p. 4421-30.

38. Stephens, R., M. Petreas, and D. Hayward, *Biotransfer and bioaccumulation of dioxins and furans from soil: chickens as a model for foraging animals*. *Sci Total Environ*, 1995. **175**(3): p. 253-73.
39. Yoon-Seok, C., Byeong-Woon, Y., Young-Hoon, M., Min-Kwan, K., Jong-Dai, K., *Inventory Study of PCDD/Fs for Metal Industries in South Korea*. *Organohalog Compd*, 2003. **63**: p. 94-97.
40. Xu, M., et al., *Concentrations, profiles and sources of atmospheric PCDD/Fs near a municipal solid waste incinerator in Eastern China*. *Environ Sci Technol*, 2009. **43**(4): p. 1023-1029.
41. European Commission, *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance) (OJ L 364, 20.12.2006, p. 5)*. 2016: Official Journal. p. 1-40.
42. EFSA CONTAM, *Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food*. *EFSA Journal*, 2018. **16**(11): p. 331.
43. Dvorská, A., et al., *Obsolete pesticide storage sites and their POP release into the environment – an Armenian case study*. *Environmental Science and Pollution Research*, 2012. **19**(6): p. 1944-1952.
44. Lovett, A., et al., *PCB and PCDD/DF concentrations in egg and poultry meat samples from known urban and rural locations in Wales and England*. *Chemosphere*, 1998. **37**(9-12): p. 1671-1685.
45. Chang, R., et al., *Foraging farm animals as biomonitors for dioxin contamination*. *Chemosphere*, 1989. **19**(1-6): p. 481-486.

