

# Токсичные загрязнители в верблюжьем молоке Мангистауской области

—  
Результаты анализов проб,  
отобранных в 2015–2016 гг.

—  
Прага – Актау, 2016



**TRANSITION**



# Токсичные загрязнители в верблюжьем молоке Мангистауской области

Результаты анализов проб, отобранных в 2015–2016 гг.

Прага – Актау, 2016



## TRANSITION



## **Токсичные загрязнители в верблюжьем молоке Мангистауской области Результаты анализов проб, отобранных в 2015–2016 гг.**

На основании результатов анализа проб объектов окружающей среды, проведенного в Казахстане в 2015–2016 годы в рамках проекта «Реализация прав граждан и общественное участие в принятии решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистауской области», финансируемого Европейским Союзом и Программой продвижения перехода Чешской республики.

**Данный отчет опубликован на английском и русском языках.**

Авторы:

Магистр естественных наук, Йиндрих Петрлик,

Арника – Программа по токсичным веществам и отходам, Чешская Республика

Бакалавр точных и естественных наук, Камила Затлоукалова,

Арника – Центр поддержки граждан, Чешская Республика

Дмитрий Калмыков, Карагандинский областной Экологический Музей, Республика Казахстан

Авторы фотографий: Майда Сламова, Мартин Плоцек, Мартин Скальский/Арника

Перевод на русский: Ольга Морозова, Дмитрий Калмыков

Графический дизайн: Типонавт ([www.tyronaut.cz](http://www.tyronaut.cz))

Данный отчет не обязательно отражает точку зрения доноров.

Содержание является ответственностью авторов.

Прага – Актау, 2016

ISBN: 978-80-87651-25-4

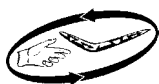
**Больше информации:**

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

**Русский, Казахский:** <http://ecocitizens.kz>



**TRANSITION**



**ECO**  
mangystau

# Содержание

<b>1. Введение</b>	<b>4</b>
1.1 Загрязнение молока токсичными веществами – краткий обзор исследований	4
<b>2. Участки пробоотбора, методика отбора проб и химических анализов</b>	<b>5</b>
2.1 Участки пробоотбора	5
2.1.1 <i>Жармыш, Шетпе</i>	6
2.1.2 <i>Баскудук, Актау</i>	6
2.1.3 <i>Курык</i>	8
2.1.4 <i>Акшукур</i>	9
2.1.5 <i>Таучик</i>	9
2.1.6 <i>Кызыл-Тобе</i>	10
2.2 Методы отбора проб и проведения анализов	10
2.2.1 <i>Отбор проб</i>	10
2.2.2 <i>Химические анализы</i>	11
<b>3. Казахстанские, европейские и другие нормативы предельно-допустимых концентраций для СОЗ и тяжелых металлов в молоке.</b>	<b>12</b>
<b>4. Результаты и обсуждение</b>	<b>14</b>
4.1 Непреднамеренно произведенные СОЗ (НП СОЗ) – диоксины (ПХДД/Ф), диоксин-подобные ПХД (ДП ПХД) и хлорбензолы	15
4.2 Полихлорированные дифенилы (ПХД)	16
4.2.1 <i>Индикаторные ПХД</i>	16
4.2.2 <i>Диоксиноподобные ПХД (ДП ПХД)</i>	18
4.2.3 <i>Потребление ПХД и других СОЗ различными видами жвачных животных</i>	20
4.2.4 <i>Типичные наборы конгенов ПХД в пробах верблюжьего молока Мангистауской области</i>	22
4.2.5 <i>Потенциальный вклад загрязненного верблюжьего молока в общее ежедневное потребление ПХД и ПХДД/Ф жителями Мангистауской области</i>	22
4.3 Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	24
4.4 Хлорорганические пестициды (ХОП)	27
4.5 Тяжелые металлы	28
4.6 Обсуждение уровней и потенциальных источников загрязнения верблюжьего молока в Мангистауской области	29
4.7 Обсуждение потенциальных решений проблемы загрязнения ПХД	31
<b>5. Выводы и рекомендации</b>	<b>34</b>
5.1 Непреднамеренно произведенные СОЗ (ПХДД/Ф, ДП ПХД)	34
5.2 ПХД	34
5.3 ПАУ	35
5.4 ХОП	35
5.5 Тяжелые металлы	35
5.6 Рекомендации по решению проблемы загрязнения ПХД	35
<b>6. Ограничения проведенных исследований</b>	<b>36</b>
<b>7. Фотографическое приложение</b>	<b>37</b>
<b>8. Источники</b>	<b>41</b>

# 1. Введение

Мангистауская область относится к тем частям Казахстана, где действует крупная нефтяная и горнодобывающая промышленность и есть места, где встречается токсичное наследие советской эпохи в виде значительно загрязненных мест. На пути к стабильному будущему, серьезной проблемой для данного региона может стать загрязнение продуктов питания токсичными веществами. Нурсеитова, Конуспаева и др. (2016) недавно пытались оценить риски загрязнения продукции животноводства токсичными веществами в Казахстане, являющейся основным источником продуктов питания и пришли к выводу, что «пока еще нет оценок риска загрязнения в Казахстане». Также Арника, ЭкоМузей и CINEST выявили серьезные проблемы в знаниях об уровне загрязнения пищевых продуктов ПХД, ПХДД/Ф и ПАУ в Казахстане. Мы считаем, что это исследование и предыдущие доклады, опубликованные Арникой, ЭкоМузеем и CINEST (Arnika, AWHNE et al. 2015, Arnika, EcoMuseum et al. 2015) вносят свой вклад в общую оценку рисков загрязнения токсичными веществами в некоторых регионах Казахстана.

В данном исследовании мы сосредоточили свое внимание на загрязнении верблюжьего молока, так как оно является значительной частью рациона питания в Мангистауской области, которая является основной областью реализации проекта – «Реализация прав граждан и общественное участие в принятии решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистауской области». Это совместный проект чешских и казахстанских НПО, финансируемый Европейским Союзом и другими донорами.

## 1.1 Загрязнение молока токсичными веществами – краткий обзор исследований

Верблюжье молоко как объект проведения мониторинга уровня загрязнения стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) и токсичными тяжелыми металлами используется нечасто, но, тем не менее, в Казахстане несколько проведенных исследований изучали содержание различных химических веществ в верблюьем молоке (Diacono, Faye et al. 2008, Meldebekova, Konuspayeva et al. 2008, Konuspayeva, Faye et al. 2009, Konuspayeva, Jurjanz et al. 2011, Konuspayeva, Faye et al. 2011 a). Верблюжье молоко является важной частью рациона питания южных и западных областей Казахстана.<sup>1</sup> Его потребление можно сравнить с потреблением коровьего молока в некоторых других странах.

Загрязнение коровьего молока различными химическими веществами изучалось в отношении конкретных загрязненных участков (Braga, Krauss et al. 2002), определенных источников загрязнения (Liem, Hoogerbrugge et al. 1990, Riss, Hagenmaier et al. 1990, Grova, Feidt et al. 2002, Andre, Marchand et al. 2004, Diletti, Ceci et al. 2008, Esposito, Cavallo et al. 2009) или в отдельных странах (De Fre and Wevers 1998, Cerkvénik, Doganoc et al. 2000, Hamm, Fuchs et al. 2001, Schaum, Schuda et al. 2003, Schmid, Gujer et al. 2003, Thanner and Moche 2004, Hsu, Chen et al. 2005, Durand, Dufour et al. 2008, Amirova and Shahtamirov 2011, Mocanu, Nistor et al. 2012, Iwegbue and Basse 2013, Concannon 2014, Pietrzak-Fiećko, Gałgowska et al. 2014). Коровье молоко также является объектом более широких исследований, направленных на изучение поступающих в организм с пищей определенных загрязняющих веществ или мониторинг загрязнения пищевых продуктов и кормов (Theelen, Liem et al. 1993, Muntean, Jermini et al. 2003, BiPRO 2004, Schecter, Pärke et al. 2004, Taioli, Marabelli et al. 2005, European Food Safety Authority 2010, Martorell, Perelló et al. 2010, European Food Safety Authority 2012, Husain, Gevaio et al. 2014). Одно из исследований в Ирландии было сфокусировано на определении влияния на содержание в коровьем молоке тяжелых металлов, ПАУ и ПХД от потребления кормов, в которые добавлена измельченная газетная бумага (O'Connell and Meaney 1997). Несколько других исследований направлены на изучение загрязнения козьего или овечьего молока (Schulz, Wiesmuller et al. 2005, Costera, Feidt et al. 2006, Perugini, Nuñez et al. 2012, Storelli, Scarano et al. 2012, Arkenbout 2014, Pietrzak-Fiećko, Gałgowska et al. 2014). Также было проанализировано коровье масло на содержание диоксинов в районе Аральского моря, в Узбекистане (Ataniyazova, Baumann et al. 2001).

Было установлено, что молоко крупного рогатого скота или овечье молоко являются чувствительными индикаторами загрязнения СОЗ в кормах, почве или пыли, и являются путем воздействия загрязнения от потребляемых кормов (Schulz, Wiesmuller et al. 2005, Malisch and Kotz 2014) или загрязнения почвы (Rychen, Ducoulombier-Crépineau et al. 2005, Schulz, Wiesmuller et al. 2005, Diletti, Ceci et al. 2008, Perugini, Nuñez et al. 2012) на человека, и что такое молоко из загрязненных районов может стать причиной воздей-

<sup>1</sup> Количество молока в 2008 г. достигло 240 литров на человека в год. Meldebekova, A., G. Konuspayeva, E. Diacono and B. Faye (2008). Heavy Metals and Trace Elements Content in Camel Milk and Shubat from Kazakhstan. Impact of Pollution on Animal Products. B. Faye and Y. Sinyavskiy. Dordrecht, Springer Netherlands: 117-123.



ствия с превышением пороговых уровней для безопасности здоровья (Riss, Hagenmaier et al. 1990, Malisch and Kotz 2014). Некоторые исследования были направлены на изучение биоаккумуляции или переноса различных СОЗ в козьем молоке (Costera, Feidt et al. 2006, Lapole, Rychen et al. 2007, Ounnas, Feidt et al. 2010), коровьем молоке (McLachlan 1993, McLachlan 1996, McLachlan and Richter 1998, Thomas, Sweetman et al. 1999) или даже верблюжьем молоке (Nurseitova, G. et al. 2014). Таким образом, лактирующие животные могут быть идеальными «активными пробоотборниками» и биологическими индикаторными видами для оценки уровня загрязнения СОЗ на опробуемых территориях, в частности – диоксинами (ПХДД/Ф) и ПХД. Загрязненное верблюжье молоко в Казахстане, также как и загрязненное коровье молоко в других странах, может привести к значительной нагрузке на организм человека, поскольку молоко представляет собой значительную часть рациона питания. Исходя из этого предположения, мы выбрали верблюжье молоко в Мангистауской области (западный Казахстан, Прикаспийский регион) и его анализы на содержание ряда СОЗ в качестве одного из средств мониторинга в рамках проекта «Реализация прав граждан и общественное участие в принятии решений по экологическим вопросам – практическая реализация Орхусской конвенции в Мангистауской области».

Данные и анализы верблюжьего молока, представленные в настоящем докладе, были получены в результате трехлетнего совместного проекта казахстанских и чешских неправительственных организаций. Данные были получены в ходе трех полевых выездов в 2015 и 2016 годах. Описание территорий, где были отобраны пробы молока, можно найти в разделе 2.1 данного отчета. Общее описание отбора проб и аналитических методов можно найти в разделе 2.2 настоящего отчета.

## 2. Участки пробоотбора, методика отбора проб и химических анализов

### 2.1 Участки пробоотбора

Детальное описание территорий отбора проб и информация об отобранных пробах представлены в ниже следующем тексте и таблицах. Расположение точек отбора проб также показано на спутниковом снимке на Рисунке 1, а также, для некоторых мест, на Рисунке 2.



Рисунок 1. Карта расположения точек отбора проб верблюжьего молока/шубата в Мангистауской области, Казахстан.



Рисунок 2. Спутниковый снимок с расположением населенных пунктов Баскудук, Акишукур, Кызыл-Тобе, основных урановых рудников и озера Кошкар-Ата в окрестностях города Актау.

### 2.1.1 Шетпе – Жармыш

Координаты: 44,08926 с.ш., 52,12111 в.д.

Проба KZ-M-15-1

Ферма Жармыш, где была отобрана проба, находится в Мангистауской области, примерно в 28 километрах от села Шетпе (население 13 364 чел. по данным 2012 г.)<sup>2</sup>, и связана с Актау дорогой А33, (см. также Рисунок 3).

Возможным источником загрязнения здесь может быть цементный завод **КаспийЦемент** (CaspriCement), который находится в 7 км от центра Шетпе. Завод КаспийЦемент – это новый завод, построенный транснациональной группой HeidelbergCement и официально открытый в июле 2014 года. Это единственное место по производству цемента в Мангистауской области с производственной мощностью 800 тысяч тонн цемента в год. Это один из первых заводов в мире, использующих сухой мел для производства клинкера. Завод использует нефтепродукты в качестве топлива. Местные жители утверждают, что на заводе часто происходят неконтролируемые выбросы отходящих газов и пыли в ночное время и в выходные дни, когда государственные органы это не контролируют.

### 2.1.2 Баскудук, Актау

Координаты: 43,69735 с.ш., 51,20789 в.д.

Проба KZ-M-15-2.

Смешанная проба верблюжьего молока (в виде шубата) была отобрана на ферме в селе Баскудук, расположенной в быстро растущем пригороде города Актау приблизительно в 10 километрах к северу от центра города. Поселок заселен в основном этническими казахами-репатриантами из соседних стран (Узбекистан (Каракалпакстан), Туркменистан и др.). Значительная часть приезжих незаконно заняли участки на окраинах города из-за недостаточности государственной программы по обеспечению их жильем. Эта местность расположена в северной части города Актау, и ограничена хвостохранилищем Кошкар-Ата и городской свалкой на севере, и промышленной зоной, включающей также химическую промышленность – на востоке (см. Рисунки 2 и 4).

<sup>2</sup> Wikipedia. (2016, 30-03-2016). "Шетпе." Retrieved 31-07-2016, 2016, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шетпе>.





Рисунок 3.  
Спутниковый снимок фермы Жармыш, участок отбора пробы возле Шетпе

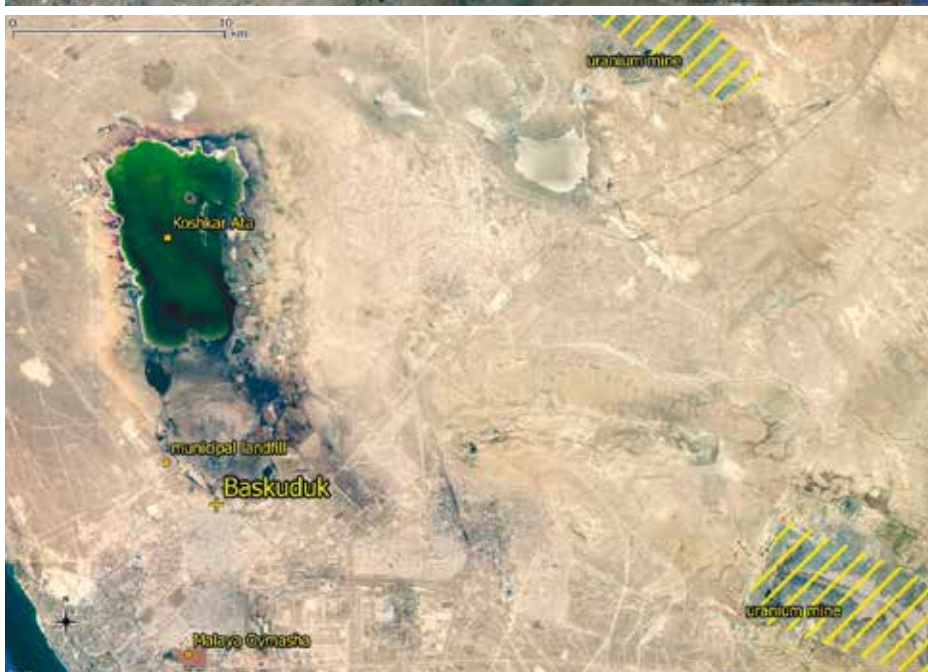


Рисунок 4.  
Спутниковый снимок района расположения места отбора пробы в Баскудуке

Потенциальным источником загрязнения в этом месте является хвостохранилище<sup>3</sup> **Кошкар-Ата** (площадь 77 км<sup>2</sup>), южная граница которого находится примерно в 7 км от точки отбора проб. В советское время котловина Кошкар-Ата была выбрана как удобное место для накопления промышленных отходов (в том числе жидких, твердых и шламообразных) из промышленной зоны Актау. После десятков лет сброса загрязненных сточных вод образовалось большое искусственное озеро. Озеро считается самым опасным объектом в Мангистауской области (Kadyrzhanov, Kuterbekov et al. 2002), хотя некоторые более поздние исследования показали, что «отрицательное воздействие было зафиксировано только в непосредственной близости к периметру хвостохранилища на расстоянии в первые сотни метров» (Zhanpreissova, Kuterbekov et al. 2005). Озеро по некоторым данным содержит почти 360 миллионов тонн радиоактивных отходов (Akhmetov, Kadyrzhanov et al. 1999).

Основным действующим предприятием в промышленной зоне был завод по переработке урана, таким образом сточные воды и взвешенные вещества были загрязнены радиоактивными веществами. Еще

3 Котловина Кошкар-Ата использовалась и как хвостохранилище и как пруд-накопитель для сточных вод, но исторически за ней закрепилось название «хвостохранилище», которое, по сути своего значения является хранилищем для твердых отходов обогащения (так называемые «хвосты обогащения»).



одним крупным заводом, расположенным на этой площади, был Актауский завод пластмасс (ЗПМ). Существовал также ряд других производств, в основном, химической отрасли, образывавших различные токсичные отходы.

В настоящее время сточные воды из промышленной зоны по-прежнему сбрасываются в озеро по открытому каналу. Канализация некоторых районов города Актау также сбрасывается в озеро, так как строительство очистных сооружений так и не было закончено. Окрестности впадины Кошкар-Ата широко используются в качестве незаконных свалок промышленных и бытовых отходов. Свалки содержат разнообразную смесь отходов: старая мебель, останки животных, люминесцентные ртутьсодержащие лампы, пищевые остатки, стеклянные бутылки, нефтешламы и т.д. Животные, например лошади и верблюды, приходят сюда пить воду, так как земли Мангистау характеризуются недостатком водных источников. Самая высокая концентрация загрязняющих веществ, твердых отходов и высокий уровень радиоактивности сосредоточены в южной части озера.

Другие источники загрязнения на этой территории включают в себя несколько **бывших и ныне действующих химических заводов**, расположенных в промышленной зоне города Актау. Например, бывший завод по извлечению урана (Прикаспийский горно-металлургический комбинат, ПГМК) и бывший завод по производству серной кислоты в 6 километрах от точки отбора. В прессе сообщалось, что на территории сернокислотного завода было найдено около 4 тысяч тонн серы и около 96 тысяч тонн других химических отходов. Это место никак не охраняется, легко доступно, и ветер может переносить химические вещества по окрестностям (Kazakhstan today, 2013). Бывший завод азотных удобрений (АТЗ) находится примерно в 13 километрах от точки пробоотбора. Завод в свое время был одним из крупнейших производителей азотных удобрений в Советском Союзе, и теперь это производство возобновлено. Этот завод с новым названием КазАзот является единственным подобным заводом в Республике Казахстан.

Также на территории города Актау, и в непосредственной близости от Баскудука, находится еще одна точка загрязнения, – так называемое **«Мертвое озеро» или озеро Малая Оймаша**, расположенное примерно в 10 километрах от точки отбора пробы. Озеро не имеет впадающих в него водотоков и разделено на две части, различающиеся по цвету – красную (розовую) и голубовато-зеленую (бирюзовую) части. Вода в озере соленая, но, тем не менее, используется местным населением для несанкционированного водопоя скота. Некоторые источники сообщали о превышении в пробах воды из этого озера допустимых уровней радиоактивности, что может быть как результатом сброса сточных вод завода по извлечению урана, работавшего в советское время в Актау, так и результатом повышенной природной радиоактивности, естественной для ураноносного региона. Также на берегу озера находится незаконная свалка строительных и бытовых отходов.

Полигон коммунальных отходов, находящийся на окраине Баскудука, также может вносить свой вклад в загрязнение окружающей территории.

### 2.1.3 Курык

*Координаты: 43,17441 с.ш., 51,67954 в.д.*

*Проба KZ-M-15-3*

Село Курык расположено в 70 километрах к югу от города Актау и соединено с ним асфальтированной дорогой. Курык является административным центром Каракиянского района Мангистауской области. Согласно данным 2015 года население Курыка составляет 10 318 жителей<sup>4</sup>.

Наиболее значительной причиной загрязнения в этом месте является **недостаточное управление коммунальными отходами**. Контейнеры для мусора, как правило, переполнены, не имеют крышек или открыты, и легко доступны для домашних животных. Так как в районе полупустынь существует нехватка растительности, домашние животные часто рыщут по мусорным контейнерам в поисках пропитания. Неорганизованные свалки часто расположены по всему городу. Местные жители сообщают, что в зимний период, когда остро ощущается нехватка растительности, фермеры кормят коров и верблюдов картоном от коробок, которые можно легко и недорого достать.

4 Wikipedia. (2016, 31-07-2016). "Құрық" Retrieved 02-08-2016, 2016, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/Құрық>



## 2.1.4 Акшукур

Координаты: 43,77333 с.ш., 51,06527 в.д.

Проба KZ-M-15-4

Акшукур – это село, расположенное на берегу Каспийского моря, в 20 км к северу от Актау и около 8 км от **хвостохранилища Кошкар-Ата**. В 2009 году население села составляло 6 230 человек<sup>5</sup>, и, вероятно, стало намного больше в 2016 году, так как в селе наблюдается массовое строительство новых частных жилых домов.

Возможным источником загрязнения здесь может являться хвостохранилище Кошкар-Ата, о котором было написано выше (см. раздел 2.12 и Рисунок 2). Другой, очень вероятной, причиной загрязнения молока здесь может быть неправильное управление отходами.

В Акшукуре нет никакого официального управления отходами, организованного местными властями. Жители могут либо возить их мусор в Актау, и, так как они не жители Актау, выбрасывать его «незаконно» в контейнеры для отходов в городе, или просто «незаконно» сваливать отходы в Акшукуре. Часть отходов сжигается открытым способом в домашних хозяйствах, во внутренних дворах домов.

**Незаконная свалка отходов** находится в 2 километрах к северо-востоку от места отбора проб рядом с местным кладбищем. Свалка не имеет каких-либо ограждений, поэтому животные могут свободно бродить по территории, которая содержит как промышленные, так и коммунальные отходы, обломки автомобилей, люминесцентные лампы, а также скелеты животных (верблюдов, собак, лошадей и коров). Было замечено, что стада коров свободно пасутся на этой территории, поэтому можно предположить, что верблюды делают то же самое.

В 2016 году, местные власти объявили в прессе о проекте по очистке территории и строительству официального полигона для отходов.

## 2.1.5 Таучик

Координаты: 44,34837 с.ш., 51,3531 в.д.

Проба KZ-M-15-5

Место отбора проб находится в пределах села Таучик. Это поселение находится в Тупкараганском районе в 100 км к северу от Актау. Согласно переписи 2009 года население Таучик составляет 2 600 человек<sup>6</sup>.

Таучик был основан в начале 30-х годов XX века вблизи глубокозалегающего **угольного месторождения**. С 1932 г. здесь началась активная добыча угля, который позднее поставлялся также во время Великой Отечественной Войны, но добыча прекратилась в период 1950-1960-х годов<sup>7</sup>. Огромные шахтные стволы и связанные с ними сооружения находятся примерно в 3 км от точки отбора проб (см. карту на Рисунке 5), и в настоящее время заброшены.

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.

5 Wikipedia. (2016, 22-02-2016). "Акшукур." Retrieved 31-07-2016, 2016, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Акшукур>.

6 Wikipedia. (2015, 08-09-2015). "Таушык." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Таушык>.

7 Wikipedia. (2015, 17-05-2015). "Таушык." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/Таушык>.



Рисунок 5.  
Спутниковый снимок участка проботбора Таучик и прилегающей территории

## 2.1.6 Кызыл-Тобе

Координаты: 44,75444 с.ш., 51,53333 в.д.

Проба KZ-M-16-6

Место отбора проб находится в открытой степи, к северо-востоку от Актау, примерно в 18,5 км от ближайшего населенного пункта – села Баянды с населением около 2 050 жителей (по переписи 2009 г.<sup>8</sup>) и примерно в 20 км от села Мангыстау (14,8 тысяч жителей по данным переписи 2009 года<sup>9</sup>), расположенного на окраине города Актау. В 10 км от точки отбора проб, пролегает дорога Актау-Караман-Ата, а также, на расстоянии 9 км, расположены железнодорожные пути Актау-Шетпе (см. Рисунок 2).

Совсем рядом находятся два **зброшенных урановых рудника**<sup>10</sup>, поставлявших урановую руду на завод по извлечению урана и для ядерного реактора, в СССР. Рудники не работают с 1990 г., их оборудование не сохранилось. Объем добытого здесь урана не известен. В прямой видимости от точки пробоотбора видны также скважины нефтедобычи.

## 2.2 Методы отбора проб и проведения анализов

### 2.2.1 Отбор проб

Пробы верблюжьего молока, в основном в форме кисломолочного продукта – шубата<sup>11</sup>, были отобраны в шести населенных пунктах в Мангистауской области (см. Рисунок 1 и раздел 2.1). Была отобрана только одна проба сырого верблюжьего молока.

В случаях, когда это было возможно, отбирались смешанные пробы от нескольких лактирующих верблюдиц в каждом из выбранных мест отбора проб, для получения более репрезентативных проб. На фермах Баскудука и Акшукура на момент пробоотбора имелся уже готовый смешанный продукт – шубат от большого количества верблюдов (до 200 особей). В Таучике была доступна только одна лактирующая верблюдица, молоко которой было опробовано осенью 2015 г., а в Кызыл-Тобе опробование произведено весной 2016. Это различие должно быть принято во внимание при оценке наблюдаемых уровней

8 Wikipedia. (2015, 22-02-2015). "Баянды (Мангистауская область)." Retrieved 31-07-2016, 2015, from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Баянды\\_\(Мангистауская\\_область\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Баянды_(Мангистауская_область)).

9 Wikipedia. (2015, 04-04-2015). "Mangistau." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Mangistau>.

10 Около 8 км на северо-запад, есть урановая шахта No. 2,3 и 12 км юго-западнее есть Уран No 4

11 Шубат или Чал – популярные, соответственно в Казахстане и Турмении игристые напитки белого цвета с кисловатым вкусом, приготавливаемые с помощью ферментации верблюжьего молока. Продаются, обычно смешанными с некоторым количеством воды и таким образом, содержание жира в них ниже, чем в сыром верблюьем молоке.



определенных химических веществ, так как верблюды могут выделять в молоко различные химические вещества, в различных пропорциях в разные сезоны года (Nurseitova, G. et al. 2014).

Все лактирующие (дойные) верблюдицы в теплое время года большую часть времени свободно пасутся. Зимой они получают дополнительно закупаемый корм и/или смешанные остатки с кухни фермеров. Верблюдицы были разного возраста, как отмечено в Таблице 1 для каждого из места отбора проб. Все фермеры и их семьи потребляют молоко и шубат своего производства и продают остатки на рынках.

В Таблице 1 приведены основные данные об объеме проб и измеренных уровнях содержания жира в каждой из проб. В общей сложности было взято 5 смешанных проб верблюжьего молока и одна индивидуальная проба от одной кормящей верблюдицы. Смешанные пробы были собраны на фермах и местном рынке, и уже были смешаны к моменту пробоотбора. Один литр молока, взятый из смешанной пробы, хранился замороженным (при температуре около -10 градусов С), пока не был доставлен в лабораторию для анализа.

**Таблица 1. Обзор проб сырого верблюжьего молока из Курыка и проб шубата, отобранных в разных точках.**

Проба	Населенный пункт	Количество верблюдиц, от которых получено молоко в смешанных пробах	Возраст верблюдиц	Процент содержания жира	Дата отбора пробы	Источник шубата/ молока
KZ-M-15-1	Шетпе	3	5 – 8	0,62%	30/09/2015	ферма
KZ-M-15-2	Баскудук	до 200	Различный	0,85%	05/10/2015	ферма
KZ-M-15-3	Курык	3	3 – 5	3,13%	07/10/2015	ферма
KZ-M-15-4	Акшукур	до 200	Различный	2,21%	08/10/2015	ферма
KZ-M-15-5	Таучик	1	5	1,06%	08/10/2015	семья
KZ-M-16-6	Кызыл-Тобе	25	2 – 20	1,63%	25/05/2016	ферма

## 2.2.2 Химические анализы

Химические анализы на содержание диоксинов, ПХД, ПАУ и ХОП были сделаны в Чешской Республике в лаборатории Axys Varilab<sup>12</sup>. Навеска материала пробы весом 30 г высушивалась с помощью безводного сульфата натрия, меченного добавками внутренних стандартных маркеров, и в дальнейшем подвергавшаяся извлечению толуолом в аппарате Сокслета. Небольшая часть экстракта использовалась для гравиметрического определения жира. Остальную часть экстракта очищали на колонке с силикагелем, пропитанным H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH и AgNO<sub>3</sub>. Экстракт в дальнейшем очищался и фракционировался на колонке с активированным углеродом. Фракции, содержащие диоксины (ПХДД/Ф), ПХД, ХОП и ПАУ анализировались с помощью хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения (Autospec Ultima NT). Анализ ПХДД/Ф соответствует требованиям европейского стандарта EN 1948 1,2 и 3 (выбросы загрязняющих веществ из стационарных источников – Определение массовой концентрации ПХДД/Ф).

В ходе анализирования содержаний ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД в продуктах питания и кормах, лаборатория соответствует следующим требованиям Европейского Союза:

- Директива комиссии 2002/70/ЕС от 26 июля 2002 года, установившая требования для определения предельного уровня диоксинов и диоксиноподобных ПХД в кормах;
- Директива совета ЕС 2001/102/ЕС от 27 ноября 2001 года, внесшая поправки в Директиву 1999/29/ЕС о веществах и продуктах, нежелательных для питания животных;
- Постановление Совета (ЕС) No 2375/2001 от 29 ноября 2001 года, внесшее поправки в Постановление Еврокомиссии (ЕС) No 466/2001, устанавливающее максимальные уровни для некоторых загрязняющих веществ в пищевых продуктах.

Анализ содержания тяжелых металлов был проведен специализированной химической лабораторией

<sup>12</sup> Лаборатория Axys Varilab, принадлежащая чешско-канадской компании, которая обеспечила проведение анализов, – это лаборатория, сертифицированная Институтом технического нормирования, метрологии и испытаний Министерства промышленности и торговли Чешской Республики для проведения анализа на содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере, окружающей среде, отходах, продуктах питания и биологических материалах. Услуги данной лаборатории широко используются промышленностью и государственными институтами Чехии. Лаборатория также ведет работы для других организаций за пределами Чешской Республики.

Государственного Ветеринарного Института в Праге. Общее содержание ртути (Hg) определяли непосредственно в анализируемых пробах с помощью селективного анализатора ртути (Advanced mercury analyser, AMA-254) на основе метода атомно-абсорбционной спектроскопии. Другие токсичные металлы (Pb, Cd и Cr) были измерены с помощью средств электротермической (беспламенной) атомно-абсорбционной спектрометрии с фоновой коррекцией Зеемана (атомно-абсорбционная спектрометрия с графитовой печью (GF-AAS, SpectrAA 220Z, Varian) после микроволновой минерализации проб (EN 13804, 13805 и 14084). Оставшиеся тяжелые металлы (Al, Zn, Cu и Mn) определены с помощью метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS, Varian) после микроволновой минерализации проб (EN 13804, 13805 и 14084). Концентрации всех определяемых веществ в пробах определяли и выражали в пересчете на сырой вес пробы.

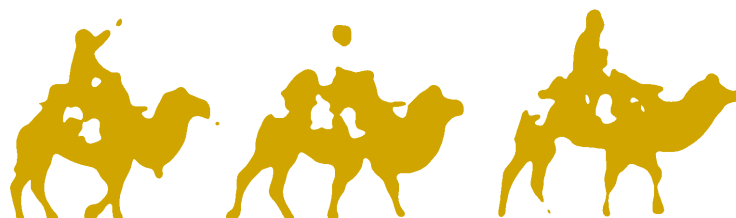
### 3. Казахстанские, европейские и другие нормативы предельно-допустимых концентраций для СОЗ и тяжелых металлов в молоке

Верблюжье молоко (приготовленное в форме шубата или добавляемое в свежем виде в чай) является обычной частью рациона питания южного и западного регионов Казахстана. Зачастую казахстанцы продают излишки верблюжьего молока на рынках или в специализированных магазинах. Шубат от крупных сельскохозяйственных предприятий можно также приобрести в бутилированном виде в обычных магазинах.

Для верблюжьего молока нет специальных предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных соединений, однако существуют ПДК для коровьего молока и/или молочных продуктов в разных странах, которые могут быть применены и для верблюжьего молока, как это делается для молока других жвачных животных. ПДК для различных СОЗ и тяжелых металлов приведены в Таблице 2.

Таблица 2. ПДК для СОЗ, тяжелых металлов, ПАУ, ПХД и ТЭ ВОЗ для ПХДД/Ф в молоке

Предельные значения для СОЗ / Вещество	ПДК для молока				
	Казахстан <sup>7</sup>	Россия <sup>1</sup>	Россия <sup>4</sup>	EU ML <sup>2</sup>	EU MRL <sup>3</sup>
Единицы измерения	нг г <sup>-1</sup> *	нг г <sup>-1</sup> жира	нг г <sup>-1</sup> *	нг г <sup>-1</sup> жира	нг г <sup>-1</sup> сырого веса
ТЭ ВОЗ-ПХДД/Ф	0,003	0,003		0,0025	
ТЭ ВОЗ-ПХДД/Ф и ДП ПХД				0,005	
ПХД <sup>5</sup>				40	
ДДТ и его метаболиты	50 (1 000 для сливок)	10			40 <sup>6</sup>
р,р'-ДДТ			50		
гама-ГХЦГ (линдан)					1
альфа-, бета-ГХЦГ					4; 3 <sup>**</sup>
Сумма альфа-, бета-, гамма-ГХЦГ	50 (1 250 для сливок)	20	50		
ГХБ					10
ААлдрин					10 <sup>***</sup>
Гептахлор					4 <sup>****</sup>
	ПДК для молокосодержащих детских смесей, в т.ч. для смесей для начального и дальнейшего вскармливания и их производных <sup>8</sup>				
4 ПАУ					1,0



Предельные значения для тяжелых металлов	Молоко			
	Казахстан <sup>7</sup>	Россия <sup>1</sup>	Россия <sup>1</sup>	EU ML <sup>10</sup>
Единица	нг г <sup>-1</sup> *	ng g <sup>-1</sup> жира	нг г <sup>-1</sup> *	нг г <sup>-1</sup> сырого веса
Ртуть	5	5	5	
Медь	300–600 в адаптированных молочных смесях для детей в возрасте 0–5 месяцев; 400–1 400 в продуктах на молочной основе для недоношенных детей; 400–1 000 в молоке для детей 5–12 месяцев; 400–1 000 в смесях для прикорма на основе молока для детей младшего возраста; 600–1 000 в продуктах питания на основе молока для кормящих матерей и беременных женщин; 400 в молочном жире (масле) для длительного хранения	300–600 для детей 0–5 месяцев  400–1 000 для детей в возрасте 5–12 месяцев; 300–1 000 для детей в возрасте 0–12 месяцев;	1 000 (для детей и взрослых)	
Свинец	100	20	100	20
Цинк		4 000–10 000 для детей в возрасте 0–12 месяцев для всех продуктов) <sup>11</sup>	5 000	
Кадмий	30	20	30	
Мышьяк	50	50	50	

<sup>1</sup> СанПин 2,3,2, 2401-08, СанПин 2,3,2, 2401-08 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, Россия

<sup>2</sup> Постановление ЕС (ЕС) №1259/2011

<sup>3</sup> Постановление (ЕС) №149/2008, Максимальный остаточный уровень (MRL/MOY) – означает верхний законодательно разрешенный уровень концентрации для остатков пестицидов в продуктах питания или кормах, установленный в соответствии с Постановлением на основе надлежащей сельскохозяйственной практики и самого низкого воздействия на потребителя, необходимого для защиты уязвимых потребителей

<sup>4</sup> РФ ГН 1,2,2701-10 ГН 1,2,2701-10, Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды

<sup>5</sup> Сумма ПХД28, ПХД52, ПХД101, ПХД138, ПХД153 и ПХД180

<sup>6</sup> Сумма р,р'-ДДТ, о,р'-ДДТ, р,р'-ДДЕ и р,р'-ДДД

<sup>7</sup> СанПин Казахстана, Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности для продуктов питания от 6 августа 2010 г. № 611

<sup>8</sup> Постановление Комиссии (ЕС) No 835/2011 от 19 августа 2011, внесшее изменения в Постановление (ЕС) No 1881/2006 в отношении максимальных уровней для полициклических ароматических углеводородов в пищевых продуктах

<sup>9</sup> Сумма бензпирена, бензантрацена, бензофлуорантена и хризена

<sup>10</sup> Постановление (ЕС) No 1881/2006

<sup>11</sup> Верхний предел потребления цинка для детей 1-3 лет составляет 7 мг/день

\* не ясно, для какого материала рассчитан показатель, – для жира, для общего сырого или сухого веса

\*\* для каждого конгенера MOY/MRL устанавливается отдельно

\*\*\* для сочетания альдрина и дильдрина

\*\*\*\* сумма гептахлора и гептахлорэпоксида пересчитанная на гептахлор

## 4. Результаты и обсуждение

Наиболее точный метод хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения был выбран для определения загрязнения диоксинами, диоксино-подобных ПХД и 6 индикаторных конгенов ПХД в верблюжьем молоке. Эти же методы применялись для определения в пробах для 16 конгенов ПАУ и для других СОЗ, в т.ч. для группы хлорорганических пестицидов (ХОП) – гексахлорбензол (ГХБ), другие хлорбензолы (TeClB, 1,2,3,4-TeClB, QClB), гексахлорциклогексаны (ГХЦГ), ДДТ и его метаболиты, гептахлор, альдрин, октахлорстирол, гептахлорэпоксид (транс- и цис-формы), хлордан (транс- и цис-формы), оксихлордан, метоксихлор (4,4'-диметоксидифенилтрихлорэтан) и мирекс. В пробе из Кызыл-Тобе ХОП не анализировались.

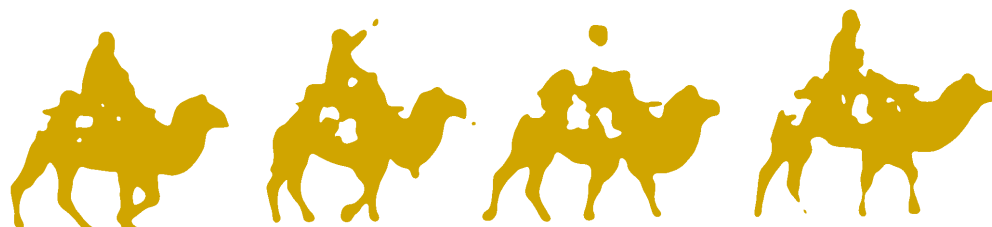
Результаты данных по СОЗ с использованием методов высокоразрешающих газовой хроматографии (ГХ) и масс-спектрометрии (МС) – (HRGC-HRMS) собраны в Таблице 3. В Таблице 4 сравниваются результаты анализов для 6 индикаторных ПХД-конгенов. В Таблице 5 сравниваются анализы для 12 ДП ПХД конгенов. В Таблице 8 содержатся результаты для конгенов ПАУ. Результаты по сырому весу для ХОП показаны в Таблице 9 и сравниваются с соответствующими лимитами ЕС. Результаты анализа на содержание тяжелых металлов в пробах верблюжьего молока показаны в Таблице 10.

Уровни анализированных хлорбензолов, кроме ГХБ (TeClB, 1,2,3,4-TeClB, QClB), гептахлора, альдрина, октахлорстирола, гептахлорэпоксида (транс- и цис- формы), хлордана (транс- и цис-формы), оксихлордана, метоксихлора и мирекса были ниже предела количественного обнаружения (LOQ, 0,1 нг г<sup>-1</sup> жира) во всех пробах, поэтому они не были включены в Таблицы 3 и 8.

Таблица 3. Обобщенные результаты анализа СОЗ в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области, отобранных в 2015-2016 гг

Вещество	Измеренные концентрации, номера проб и места их отбора						Стандарты/лимиты ЕС
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	KZ-M-16-6	
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе	
Жир	0,62 %	0,85 %	3,13 %	2,21 %	1,06 %	1,63 %	–
ПХДД/Ф (пг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)	0,45	1,33	1,30	0,01	0,31	0,24	2,50
ДП ПХД (пг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)	3,02	14,94	5,25	2,07	47,30	3,24	–
ПХДД/Ф + ДП ПХД (пг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)	3,47	16,27	6,55	2,08	47,61	3,48	5,00
ГХБ (нг г <sup>-1</sup> жира)	3,60	3,40	0,52	1,20	1,80	NA*	–
6 ПХД конгенов (нг г <sup>-1</sup> жира)	15,70	22,20	7,98	3,54	44,61	0,82	40,00
Сумма ГХЦГ (нг г <sup>-1</sup> жира)	20,40	13,74	8,42	1,38	3,91	NA	–
Сумма ДДТ (нг г <sup>-1</sup> жира)	1,74	2,32	0,28	0,57	0,88	NA	–
Сумма 16 ПАУ (нг г <sup>-1</sup> жира)	717,80	481,10	421,00	392,20	389,30	< LOQ**	–

\* NA – не анализировано; \*\* < LOQ – ниже предела количественного обнаружения



#### 4.1 Непреднамеренно произведенные СОЗ (НП СОЗ) – диоксины (ПХДД/Ф), диоксин-подобные ПХД (ДП ПХД) и хлорбензолы

Диоксины принадлежат группе из 75 полихлорированных дибензо-п-диоксиновых (ПХДД) и 135 полихлорированных дибензофурановых (ПХДФ) конгенов, из которых 17 являются токсикологически значимыми. Полихлорированные дифенилы (ПХД) представляют собой группу из 209 различных конгенов, которые можно разделить на две группы в соответствии с их токсическими свойствами: 12 конгенов проявляют токсикологические свойства, аналогичные диоксинам, поэтому их часто называют «диоксиноподобные ПХД» (ДП ПХД). Другие ПХД не проявляют диоксиноподобную токсичность, но имеют различный токсикологический профиль и упоминаются как «не диоксиноподобные ПХД» (NDL PCBs) (European Commission 2011). Уровни концентраций ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД выражаются суммарной величиной ТЭ ВОЗ, вычисляемой в соответствии с коэффициентами (факторами) токсического эквивалента (ФТЭ, TEF), установленные экспертным советом ВОЗ в 2005 году (Van den Berg, Birnbaum et al. 2006). Эти новые ФТЭ были использованы для оценки диоксиноподобной токсичности в 6 пробах верблюжьего молока из Мангистауской области.

Ни в одной из этих шести проб не превышены ПДК ЕС и/или России для ПХДД/Ф конгенов в молоке, однако три из шести проб превысили предельно допустимые нормы ЕС для общего ТЭ обоих ПХДД/Ф и ДП ПХД в молоке (European Commission 2011).

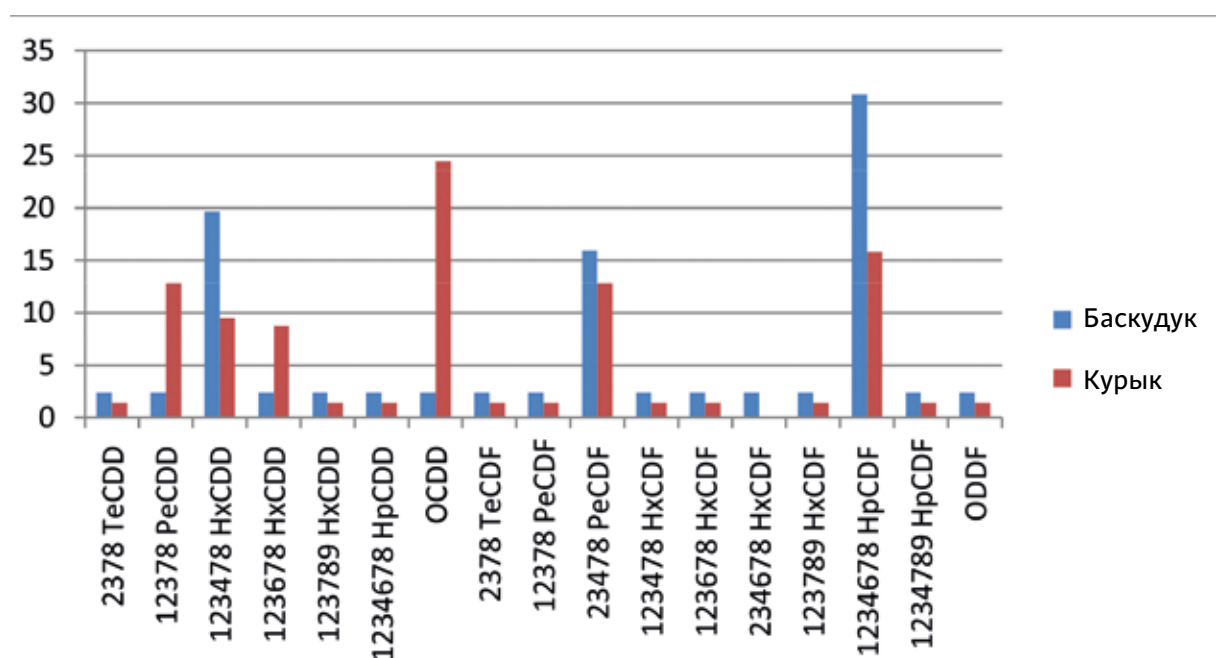


Рисунок 6. График наборов конгенов ПХДД/Ф в пробах верблюжьего молока из Баскудука и Курыка. Конгенеры, с концентрацией ниже LOQ, показаны как половина LOQ. Выражено как % из содержания 17 токсичных конгенов ПХДД/Ф.

Токсичность ДП ПХД превалировала над токсичностью ПХДД/Ф конгенов во всех пробах верблюжьего молока, собранных для этого исследования. Проба, взятая у одной из дойных верблюдиц из Таучика, показала наиболее высокий уровень ДП ПХД (47,30 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира). Это почти в 23 раза больше, чем самый низкий уровень ДП ПХД (2,07 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира) в пробе из Акшукура, сопровождаемого также низким уровнем ПХДД/Ф (0,01 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира). Также проба из Баскудука содержала высокий уровень ДП ПХД (14,94 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира), сопровождаемого самым высоким уровнем ПХДД/Ф среди 6 проб (1,33 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира). Одинаково высокий уровень ПХДД/Ф наблюдается в пробах из Курыка (1,30 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира), однако наборы конгенов диоксина у них разные, как видно на графике Рисунка 6. Это означает, что потенциальный источник загрязнения верблюжьего молока диоксинами, скорее всего, отличаются или это может быть смешанный источник.



Общий уровень ТЭ ВОЗ ПХДД/Ф и ДП ПХД в пробах, собранных для этого исследования, значительно выше, чем в тех, что были собраны в работе Kopusrayeva, Faye et al. (2011 a). Самый высокий уровень ДП ПХД, выраженный в ТЭ ВОЗ, более чем в 8,5 раза выше, чем максимальные уровни (5,33 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира), о которых сообщали Kopusrayeva, Faye et al. (2011 a), хотя указанные там уровни ПХДД/Ф были представлены в схожем диапазоне (0,53 – 1,49 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира) или немного выше, чем в данном исследовании.

В целом у Kopusrayeva, Faye et al. (2011) было отмечено, что уровни были выше в районе Атырау, и что «это может быть обусловлено в главной степени добычей нефти в области, которая является наибольшим риском для загрязнения воздуха и почвы в степных районах.» Наши результаты согласуются с этим выводом, так как мы тоже наблюдали значительно высокие уровни, в частности для ДП ПХД.

Уровни фона для ПХДД/Ф и ДП ПХД в верблюьем молоке еще не установлены, и ни одна из наших проб не может рассматриваться в качестве чистой пробы из окружающей среды без влияния промышленной и горно-добывающей деятельности работ (см. раздел 2.1). Хотя целью их исследования у Kopusrayeva, Faye et al. (2011) было определение фоновых уровней для ПХДД/Ф и для ДП ПХД в верблюьем молоке в Казахстане, но такого уровня не было установлено из-за отсутствия информации о потенциальных источниках загрязнения молока НП СОЗ. Чтобы получить некоторое представление о реальном фоновом уровне НП СОЗ в верблюьем молоке, необходимо опробование верблюжьего молока в более отдаленной области без какой-либо промышленной, в т.ч. горнодобывающей деятельности, в том числе и без потенциального влияния обращения с отходами.

Наиболее низкий уровень для всех ПХДД/Ф и для ДП ПХД, наблюдаемых в обоих исследованиях, находятся между 1,31 в исследовании Kopusrayeva, Faye et al. (2011) и 2,08 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира в настоящем отчете, обнаруженные в пробах из Акшукура. Мы полагаем, что фоновый уровень для Казахстана может быть предварительно установлен в диапазоне 2 – 3 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира, который находится между самым низким уровнем в данном отчете и средней концентрации проб, собранных Kopusrayeva, Faye et al. (2011). Для сравнения результатов обоих исследований см. Таблицу 11.

Гексахлорбензол (ГХБ) также рассматривается как СОЗ непреднамеренно произведенный (НП СОЗ) в одних и тех же процессах, что и диоксины и диоксино-подобные ПХД (Stockholm Convention on POPs 2008), хотя его концентрация обычно измеряется вместе с другими ХОП, для которых установлены гигиенические нормативы по весу сырого вещества (см. Таблицу 2). Содержание ГХБ во всех пробах было значительно ниже значения предельного уровня (см. Таблицу 9). Наиболее высокие уровни ГХБ, выраженные на грамм жира в молоке, были в пробах из Шетпе и Баскудука.

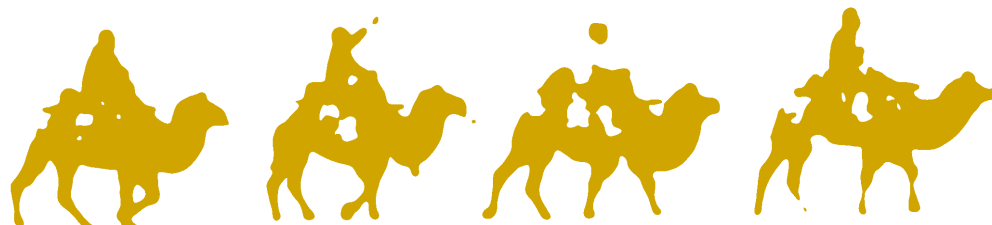
Другой группой НП-СОЗ являются ПАУ, выбрасываемые, например, во время переработки нефти или в результате неполного сгорания. Результаты анализов их конгенов рассматриваются ниже в разделе 4.3.

## 4.2 Полихлорированные дифенилы (ПХД)

### 4.2.1 Индикаторные ПХД

Концентрации 6 индикаторных ПХД-конгенов соответствуют обнаруженному высокому уровню ДП ПХД, и значительно выше в сравнении с исследованием Kopusrayeva, Faye et al. (2011 a), которые установили уровень для 6 ПХД в пробах верблюжьего молока в диапазоне 0,60–17,44 нг г<sup>-1</sup> жира. Результаты анализа 6 отдельных ПХД-конгенов в пробах, отобранных в рамках нашего исследования, приведены в Таблице 4 и на графике на Рисунке 7. Сумма этих конгенов была в диапазоне 3,54–44,61 нг г<sup>-1</sup> жира. Это значительно более высокие уровни, чем те, что были установлены в предыдущих исследованиях. Среднее значение 15,8±16,2 нг г<sup>-1</sup> жира в 2,5 раза выше, чем 6,3 ± 2,7 нг г<sup>-1</sup> жира, и, соответственно медиана 11,84 2 нг г<sup>-1</sup> жира почти в 2,5 раза выше, чем 5,1 нг г<sup>-1</sup> жира, установленного Kopusrayeva, Faye et al. (2011 a), хотя наше исследование было проведено в меньшем количестве пунктов, и самый высокий уровень был найден только в одной индивидуальной пробе в одном из выбранных местоположений. Пробы были также взяты нами в сезон, когда наблюдалось более высокое выделение определенных конгенов ПХД в молоко (Nurseitova, G. et al. 2014), однако в работе Kopusrayeva, Faye et al. (2011) наблюдалось более высокие уровни ДП ПХД в весенних пробах по сравнению с осенними пробами.

Перенос различных СОЗ и их выделение из организма жвачных животных через молоко может варьироваться. Поэтому очень сложно отслеживать специфические наборы конгенов от определенных источников загрязнения молока жвачных животных. Данная тема также обсуждается в разделе 4.2.3.



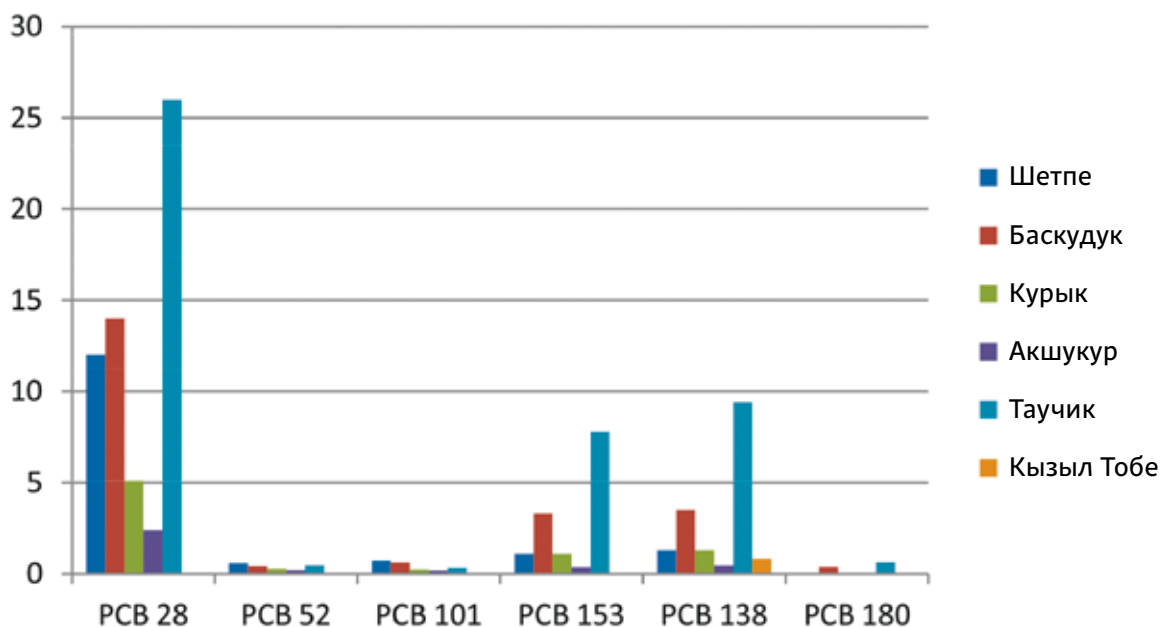


Рисунок 7. Типичные наборы конгенов индикаторных ПХД (недиоксиноподобные ПХД) в шести пробах верблюжьего молока из Мангистау. Для конгенов с концентрацией ниже LOQ приняты нулевые значения на этом графике. В  $\text{нг г}^{-1}$  жира.

Таблица 4. Общие результаты анализа 6 индикаторных ПХД-конгенов в 6 пробах верблюжьего молока из Мангистауской области, собранных в 2015–2016 гг. и их сравнение с результатами анализов, представленных в трудах Kopysrayeva, Faye et al. (2011 a). Уровень указан в  $\text{нг г}^{-1}$  жира. Уровни концентрации ниже МОУ/LOQ были приняты равными нулю для вычисления среднего значения.

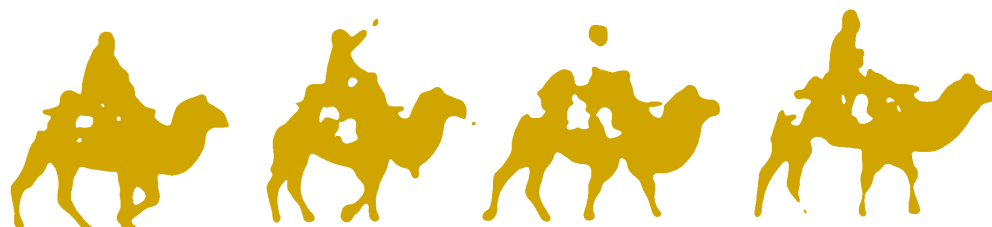
Вещество	Измеренные концентрации, номера проб и места их отбора						Среднее значение	Среднее значение из нескольких местоположений по данным Kopysrayeva, Faye et al. (2011 a)
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	KZ-M-16-6		
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе		
Жир	0,62%	0,85%	3,13%	2,21%	1,06%	1,63%		
ПХД 28	12,00	14,00	5,10	2,40	26,00	< 0,8	9,92	0,80
ПХД 52	0,58	0,41	0,26	0,18	0,46	< 0,8	0,32	2,61
ПХД 101	0,72	0,62	0,22	0,16	0,32	< 0,8	0,34	1,32
ПХД 153	1,10	3,30	1,10	0,35	7,80	< 0,8	2,28	0,80
ПХД 138	1,30	3,50	1,30	0,45	9,40	0,82	2,80	0,52
ПХД 180	< 0,3	0,37	< 0,2	< 0,05	0,63	< 0,8	0,17	0,21
Сумма 6 ПХД	15,70	22,20	7,98	3,54	44,61	0,82	15,81	6,26

## 4.2.2 Диоксиноподобные ПХД (ДП ПХД)

Концентрации диоксино-подобных ПХД в верблюжьем молоке, представленные в данном исследовании, были почти в 10 раз выше среднего уровня предыдущего исследования Koprusayeva, Faye et al. (2011 а). Для более подробного сравнения данных исследований см. Таблицу 5. Уровни ДП конгенов ПХД представлены на графике Рисунка 8, Результаты для ДП ПХД уже были представлены в разделе 4.1.

Таблица 5. Обобщенные результаты анализов для 12 конгенов ДП ПХД в 6 пробах верблюжьего молока из Мангистауской области, собранных в 2015–2016 гг. и их сравнение с результатами анализов, представленных Koprusayeva, Faye et al. (2011 а). Уровни ниже МОУ/LOQ были приняты за ноль для вычисления средних значений.

Вещество	Измеренные концентрации, номера проб и места их отбора						Среднее значение	Среднее значение из нескольких местоположений по данным Koprusayeva, Faye et al. (2011 а)
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	KZ-M-16-6		
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе		
ПХД 81	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ПХД 77	0,150	0,046	0,025	0,011	0,028	0,003	0,044	0,000
ПХД 126	0,029	0,140	0,051	0,020	0,450	3,200	0,648	0,017
ПХД 169	0,000	0,013	0,000	0,000	0,010	0,000	0,004	0,001
ПХД 123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014
ПХД 118	2,300	11,000	2,900	1,200	38,000	0,036	9,239	0,974
ПХД 114	0,000	0,000	0,000	0,050	1,100	0,000	0,192	0,041
ПХД 105	1,100	5,000	1,400	0,680	20,000	0,000	4,697	0,509
ПХД 167	0,000	0,730	0,250	0,100	1,800	0,000	0,480	0,038
ПХД 156	0,000	1,300	0,380	0,130	4,100	0,000	0,985	0,089
ПХД 157	0,000	0,240	0,000	0,058	1,400	0,000	0,283	0,022
ПХД 189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Сумма 12 ДП ПХД	3,579	18,469	5,006	2,249	66,888	3,239	16,572	1,711



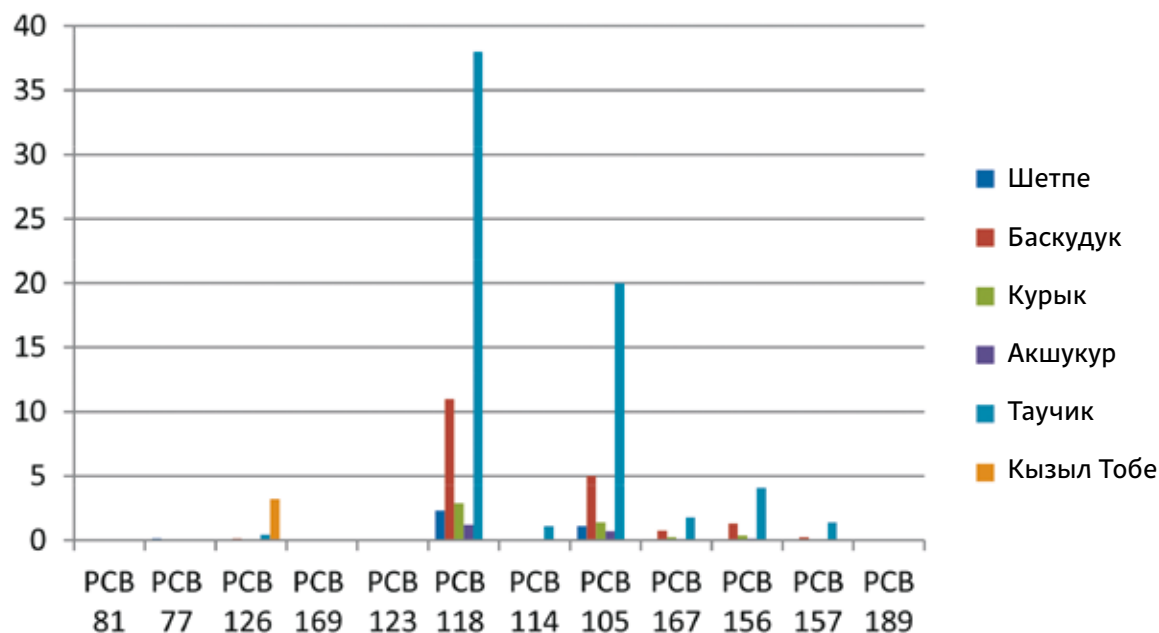


Рисунок 8. Типичные наборы конгенов ДП ПХД в шести пробах верблюжьего молока из Мангистауского региона. В  $\text{нг г}^{-1}$  жира.

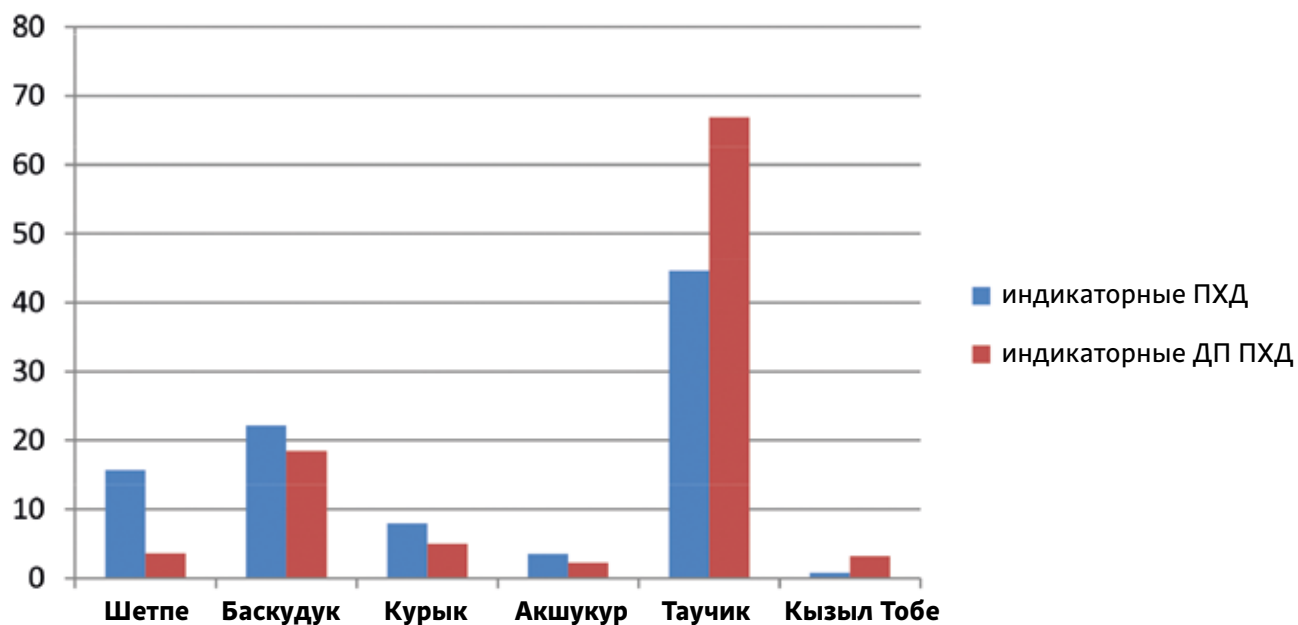


Рисунок 9. Сравнение всех индикаторных ПХД и ДП ПХД в шести пробах верблюжьего молока из Мангистауского региона. В  $\text{нг г}^{-1}$  жира.

## 4.2.3 Потребление ПХД и других СОЗ различными видами жвачных животных

Для идентификации источников загрязнения некоторых молочных продуктов, таких как, например, молоко, важно проследить присутствие и количественную оценку некоторых конгенов, поскольку некоторые промышленные источники могут показать специфичные профили (наборы конгенов), сравнимые по уникальности с отпечатками пальцев в криминалистике. Поэтому также важно взглянуть на кинетику каждого химического соединения. Такой подход не кажется простым в случае с молоком жвачных животных, так как могут изменяться как потребление различных СОЗ, состав их конгенов, так и метаболиты жвачных животных. Специфические наборы конгенов СОЗ, определяемые в почве, пыли или других экологических матрицах, могут быть существенно изменены в молоке из-за специфического метаболизма жвачных животных. McLachlan (1993), например, заключил следующее: «поглощение загрязнителей в организме коровы и, следовательно, интенсивность переноса стойких соединений в выделения жвачных животных (COR<sup>13</sup>) оказалась функцией коэффициента распределения Kow<sup>14</sup>, с приблизительно постоянным значением  $\log Kow$  6,5 и обратной зависимостью абсорбции от липофильности загрязнителя».

Costera, Feidt et al. (2006) изучали перенос 17 ПХДД/Ф и 18 ПХД из кормов в молоко у коз, которые в течение 10 недель принимали загрязненное сено, собранное в непосредственной близости от мусоросжигательного завода муниципальных отходов. Они заключили следующее: «ПХДД/Ф 2,3,7,8-тетрахлородибензо-п-диоксида проявилось как соединение с самым высоким уровнем COR (38,8%). В диоксин-подобных ПХД самый высокий COR был обнаружен на том же уровне (выше 80%) для ПХД 105, 118 и 157. Что касается индикаторных ПХД, COR колебалась от 5% (ПХД 101) до >40% (ПХД 118, 153 и 180). Интенсивность переноса оказалась функцией физико-химических свойств (степень хлорирования или  $\log Kow$ ) молекул и особенностей их метаболического поведения». Rychen, Jurjanz et al. (2008) подтвердили эти выводы: «Были установлены следующие интенсивности перехода в молоко, – для ПХД интенсивность перехода варьируется от 5% до 90%, для ПХДД/Ф от 1% до 40%, а для ПАУ от 0,5% до 8%».

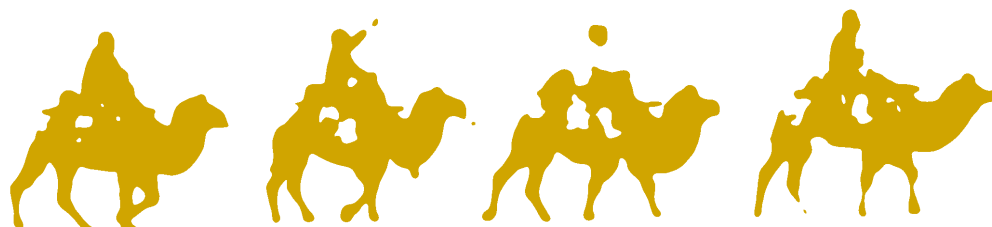
Nurseitova et al. (2014) сосредоточились на переходе индикаторных ПХД-конгенов и ДДТ метаболита ДДЕ, и их выделении в верблюжье молоко в Казахстане. Они подвергали трех двугорбых верблюдов воздействию контролируемых доз ПХД и ДДТ в течение 56 дней после 4-х месяцев периода очищения в конце лета и осенью. Испытание проводилось в Сузакском районе на юге Казахстана, недалеко от пустыни Мойынкум, где ежегодно выпадает около 100 мм осадков.

Основные выводы их исследования были обобщены следующим образом: «Количество ежедневно выделяемых из организма три- или тетрахлорированных конгенов ПХД (ПХД 28, 52) статистически не увеличились за период исследования в сравнении с ранее измеренными фоновыми уровнями. Тем не менее, гораздо меньшее выделение после периода обеззараживания позволили предположить повышенный фоновый уровень, возможно, связанный с присутствием этих конгенов в окружающей среде. В итоге, ежедневно выделяемое количество низкохлорированных конгенов вновь повысилось осенью, когда животные восстановили запасы жира в горбах на зиму. Это предполагает промежуточное хранение жира и липофильных соединений, таких как СОЗ, в других тканях (например, висцеральном или окологепаточном жире, который может составлять до 30% от жировых отложений верблюда, Faue et al. (2001)) перед тем, как они будут возвращены в систему кровообращения, что позволит транспортировать их не только в горбы, но и к вымени и, следовательно, увеличить их выделение в молоко.

Концентрация пента- (ПХД 101 и 118), гекса- (ПХД 138 и 153) и гептахлорированных конгенов (ПХД 180) значительно увеличилась за период воздействия (Таблица 6). Выделение значительно понизилось в течении двух месяцев, снова достигнув численных значений фонового уровня ежедневного выделения. Выведение этих конгенов также повысилось с сентября в то же время, когда выросло накопление жира в горбах верблюдов. Насколько нам известно, такое явление не было обнаружено у других млекопитающих, но Kopustmaу, Jurjanz et al. (2011) сообщили удивительно низкое или отсутствующее ПХД-загрязнение в верблюьем молоке в районах, где, по крайней мере, вероятно есть фоновое загрязнение».

13 Carry-over rate (COR) – доля определенного загрязнителя по отношению к общему количеству загрязнителя, поступившего с пищей (кормами).

14 «Kow» или «log Kow» Коэффициент распределения октанол/вода. Коэффициент распределения октанол/вода – это очень важный показатель в биологической, токсикологической и экологической сферах. Тела животных состоят из воды и липидов. Если знать коэффициент распределения химических веществ в октанол, то можно оценить биоаккумуляцию. Yamamoto, H. (2011, 28-06-2011). "Properties Estimation: logP, logKow: Octanol-water partition coefficient." 2016y.



Рассчитанные коэффициенты степени перехода  $COR^{15}$ , основанные на стабильном выделении в конце периода воздействия из исследования Nurseitova et al. (2014) в сравнении с другими исследованиями, сфокусированными на жвачных животных, приведены в Таблице 6.

Таблица 6.  $COR$  (%) индикаторных ПХД и ДДТ в верблюжьем молоке в сравнении с молоком других по литературным источникам Nurseitova et al. (2014).

Вещества	COR по результатам ранее проведенных исследований, виды и кол-во наблюдаемых животных и продолжительность исследований				
	Nurseitova et al. (2014), 3 двугорбых верблюда, 56 дн.	McLachlan (1993), 1 корова, долговременно	Thomas et al. (1999), 5 коров, долговременно	Costera, Feidt et al. (2006), 3 козы, 70 дн.	Ounnas, Feidt et al. (2010), 3 козы, 45 дн.
ПХД 28	нд	нд	нд	25	нд
ПХД 52	6	нд	< 2	10	нд
ПХД 101	2	нд	4	5	нд
ПХД 118	19	33	94	85	59
ПХД 138	14	63	69	41	36
ПХД 153	13	78	75	45	нд
ПХД 180	71	63	63	55	нд
ДДТ (в том числе и ДДЕ)	3,6	4	на	на	на

Nurseitova et al. (2014) прокомментировала результаты, представленные в Таблице 6 следующим образом: «Хотя иерархический порядок  $COR$  конгенов кажется таким же, общая степень перехода заметно ниже, чем в других исследованиях. Некомпланарные, низкохлорированные ПХД (например, ПХД 52 и 101) слабо переходят (<10%) в верблюжье молоко, как наблюдалось ранее у коров и коз. Напротив, только моно-орто конгенер (ПХД 118) переносился в верблюжье молоко в значительно меньшей степени (19%), чем у коз и коров. Та же тенденция наблюдается для гексахлорированных ПХД – степень перехода, выглядит явно ниже по сравнению с другими жвачными животными, и, наконец, гептахлорированный ПХД 180 был передан с интенсивностью, по крайней мере, столь же высокой, как и у других жвачных животных. И в заключение, степень перехода ДДТ у наших верблюдов выглядит низкой, но соответствующей закономерностям, как о них сообщает McLachlan (1993).

Это означает, что хлорсодержащие соединения с низкой степенью хлорированности и гептахлорированный ПХД 180 имеют аналогичные модели перехода в молоко верблюдов, по сравнению с другими жвачными животными, а компланарный ПХД 118 и гексахлорированные конгенеры переходят в меньшей степени. Это различие может быть вызвано, частично разницей в дозе воздействия в данных исследованиях. В действительности, мы использовали намного большую дозу (2,2 мкг  $кг^{-1}$  живого веса в день) для наших верблюдов в сравнении с исследованиями коз, для которых использовалось только 0,03 мкг  $кг^{-1}$  живого веса в день (Costera, Feidt et al. 2006, Ounnas, Feidt et al. 2010) в течение одинаковой длительности экспозиции (56 дней для наших верблюдов в сравнении с 45-70 днями для изучения коз). Нельзя исключать, что некоторые механизмы передачи, особенно для легко переходящих соединений, достигли уровня насыщения для поглощения (абсорбции), что могло привести к численному сокращению скорости перехода».

15  $COR$  в определении Costera, A., C. Feidt, P. Marchand, B. L. Bizet and G. Rychen (2006). "PCDD/F and PCB transfer to milk in goats exposed to a long-term intake of contaminated hay." *Chemosphere* 64(4): 650-657. „ $COR = [m.fy/f.F].100$ , где  $COR$  – доля определенного загрязнителя по отношению к общему количеству загрязнителя, поступившего с пищей (кормами), %;  $m$  – концентрация загрязнителя в молочном жире в стабильном состоянии ( $нг\ кг^{-1}$ );  $fy$  – суточное выделение молочного жира ( $г\ д^{-1}$ );  $f$  – это концентрация загрязнителя в рационе ( $нг\ кг^{-1}$  сухой массы);  $F$  – дневное потребление корм ( $г\ д^{-1}$ )

#### 4.2.4 Типичные наборы конгенов ПХД в пробах верблюжьего молока Мангистауской области

Преобладание индикаторных конгенов в пробах верблюжьего молока, представленных в этом докладе, было отмечено в следующем порядке: ПХД 28>ПХД 138>ПХД 153>(ПХД 101; ПХД 52)>ПХД 180. Это может быть результатом влияния следующих факторов: 1) особенности метаболизма лактирующих верблюдиц, как описано выше, и 2) уровень загрязнения окружающей среды. Порядок доминирующих конгенов, наблюдаемых в пробах верблюжьего молока в этом отчете, отчасти противоречит значениям COR обнаруженных Nurseitova et al. (2014), где уровень ПХД 180 был очень низким, и были обнаружены очень высокие концентрации конгенера ПХД 28. Это также отличается по сравнению с результатами Kopuspayeva, Faye et al. (2011 a), которые нашли более высокие уровни ПХД 52 и 101, и в то же время гораздо более низкий уровень конгенера ПХД 28 среди других не диоксиноподобных конгенов ПХД, чем наблюдаемые в этом отчете (см. Таблицу 4). Это может быть показано на специфическом наборе конгенов в ПХД-загрязнении в тех районах, где разводят верблюдов. Такой набор характеризуется преобладанием конгенера ПХД 28.

Соотношение между присутствием ДП ПХД-конгенов в пробах верблюжьего молока, собранных для нашего исследования, были схожи с теми, что были обнаружены Kopuspayeva, Faye et al. (2011 a), где «ПХД 105 и ПХД 118 присутствуют в более высоких концентрациях в верблюьем молоке (> 80% от суммы 12 ДП-ПХД)». Все три, наиболее доминирующие в наших пробах верблюжьего молока не диоксино-подобные ПХД-конгены (ПХД 28, 138 и 153), как, и два других, доминирующих не диоксиноподобных ПХД-конгенера (ПХД 118 и 105), также присутствовали в высоких концентрациях в промышленных ПХД-смесях (маслах) на основе Совола, произведенных в бывшем СССР (Brodsky, Evdokimova et al. 2005). О некотором количестве электрических конденсаторов (323 шт.), содержащих ПХД-жидкости, и находящихся в Мангистауской области, уже сообщалось ранее в Национальном Плане Реализации обязательств РК по Стокгольмской конвенции (Republic of Kazakhstan 2009). Также компания КазМунайГаз, действующая в этом регионе, близком к Таучику (см. Раздел 2.1.5) сообщала в 2009 году о наличии 682 конденсаторов, содержащих ПХД-жидкости (Republic of Kazakhstan 2009).<sup>16</sup>

#### 4.2.5 Потенциальный вклад загрязненного верблюжьего молока в общее ежедневное потребление ПХД и ПХДД/Ф жителями Мангистауской области

Люди могут подвергаться воздействию ПХД, вдыхая загрязненный воздух и потребляя загрязненную воду и пищу. Пища является одним из основных путей воздействия на человека ПХД. Верблюжье молоко и/или шубат представляют значительную часть ежедневного рациона населения Казахстана. Поэтому важно оценивать риск, связанный с потреблением верблюжьего молока, загрязненного ПХД. Сделать это можно путем расчета суточного потребления ПХД и ПХДД/Ф с верблюжьим молоком на основе проанализированных проб.

Расчет суточных уровней потребления (СП) был сделан с помощью следующих формул:

$$\begin{aligned} \text{СП}_{\text{взрослого}} &= (((C \cdot F\%) / 100) \cdot (240 \cdot 1030)) / 365 / 70; \\ \text{СП}_{\text{ребенка}} &= (((C \cdot F\%) / 100) \cdot (240 \cdot 1030)) / 365 / 35, \end{aligned}$$

где,

СП = суточное потребление;

C = концентрация определенной группы веществ (6 ПХД конгенов, ПХДД/Ф, ДП ПХД),

F% = содержание жира в пробе.

Для расчета были использованы следующие данные: потребление молока – 240 л/чел в год = 247,2 кг молока в год, принимая плотность молока около 1030 г/л (Nurseitova, Kopuspayeva et al. 2014), – общий вес взрослого человека приняли равным 70 кг, а общий вес ребенка – 35 кг (средний возраст ребенка 10 лет). Результаты суточного потребления на основе проб из различных местностей, средние значения и медиана для всех проб приведены в Таблице 7. Однако, следует учитывать, что такая оценка, дающая некоторое представление о потенциальном риске загрязнения пищевых продуктов ПХД, диоксинами и иоксиноподобными ПХД в Мангистауской области, основана на доступных и ограниченных данных, упомянутых выше. Эта оценка не показывает полную картину рисков для здоровья человека.

<sup>16</sup> Атырауский нефтеперерабатывающий завод (КазМунайГаз) сообщил о наличии у него 4 ПХД-трансформаторов. Химатчов, Р. (2016). "В одном векторе с защитой природы края, страны, планеты. ([https://azskmg.kz/upload/iblock/61d/22\\_.pdf](https://azskmg.kz/upload/iblock/61d/22_.pdf)). " Новатор (Novator) 22: 4.

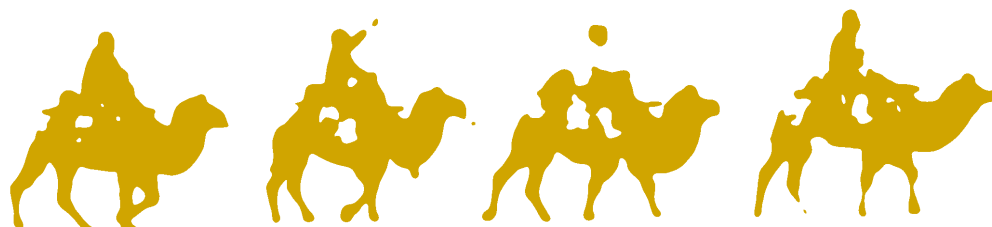


Таблица 7. Расчет суточного потребления (СП) ПХД и диоксинов (ПХДД/Ф) с загрязненным верблюжьим молоком/шубатом в Мангистауской области на основе данных настоящего исследования. Расчет осуществлялся для каждого местоположения отбора смешанных проб, и в том числе для всех проб данного исследования. (Пояснения для расчетов представлено выше).

Вещество	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе	Среднее значение/ медиана
Данные анализа проб шубата и/или сырого верблюжьего молока							
Жир	0,62%	0,85%	3,13%	2,21%	1,06%	1,63%	1,58%/1,35%
Все 6 ПХД	15,7	22,2	7,98	3,54	44,61	0,82	15,81/11,84
ПХДД/Ф + ДП ПХД	3,47	16,27	6,55	2,08	47,61	3,48	13,24/5,02
Ежедневное потребление токсичных химических веществ из верблюжьего молока /шубата на кг массы тела взрослого человека СПвзрослого							
Сумма 6 ПХД	0,94	1,83	2,42	0,76	4,58	0,13	2,42/1,55
ПХДД/Ф + ДП ПХД	0,21	1,34	1,98	0,45	4,88	0,55	2,02/0,66
Ежедневное потребление токсичных химических веществ из верблюжьего молока/шубата на кг массы тела ребенка прибрл 10 лет (вес тела 35 кг) СПребенка							
Сумма 6 ПХД	1,88	3,65	4,83	1,51	9,15	0,26	4,83/3,09
ПХДД/Ф + ДП ПХД	0,42	2,68	3,96	0,89	9,76	1,10	4,05/1,31

В Казахстане практически нет никаких доступных данных об общем потреблении ПХД и/или диоксинов, поэтому очень трудно оценить, насколько большие количества ПХД и ПХДД/Ф могут быть употреблены с верблюжьим молоком. Несомненно, что население Казахстана подвергается воздействию ПХД не только через верблюжье молоко, так как наблюдались также высокие уровни ПХД, например, в яйцах кур свободного выгула (Petrlík, Kalmykov et al. 2015), а также значительные уровни ПХД в некоторых пробах рыбы (Šír 2015). Доля молока в общем объеме потребления продуктов питания в Казахстане в 2007 году близка к 34% от общего объема набора продуктов питания в день согласно World Atlas – Food Security data<sup>17</sup> (Кноета 2012), но у нас нет данных о загрязнении диоксинами и диоксино-подобными соединениями других продуктов питания из рациона населения Казахстана. Важной частью рациона является потребление мяса (более 8% по Кноета, 2012), которое может также содержать значительные уровни ПХД. Например ЕЭК ООН предполагает, что основным источником высокого воздействия хлорорганических соединений, включая ПХД, в Кызылординской области, вероятно, является потребление загрязненного животного жира содержащегося в говядине, козлятине, курятине и молочных продуктах (UNECE 2000).

В 1978 году, согласно оценкам экспертов, диетическое потребление ПХД взрослыми в США равнялось 27 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день, но оно снизилась до 0,5 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день в 1982-1984 и <1 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день за период 1986-1991 годов (WHO and IPCS 2003). Жители Нидерландов потребляют с рационом питания 5,6 нг индикаторных конгенов ПХД на кг веса тела в сутки (Vaars, Bakker et al. 2004). Потребление шубата/верблюжьего молока с таким же загрязнением, какое было обнаружено в 3 из 6 проб,

<sup>17</sup> Уровень потребления продуктов питания зависит от количества продуктов, доступных для потребления человеком, которое можно оценить Продовольственному балансу ФАО. Однако фактическое потребление продуктов питания может быть ниже, чем количество, показанное как доступное в виде продуктов питания в зависимости от величины отходов и потерь продуктов питания в домашних хозяйствах. Удельное потребление продуктов питания в расчете на одного человека, – это количество продуктов питания, в исчислимых показателях, приходящееся на каждого человека из общей численности населения. Продукты из молока входят в общее количество молока, которое рассчитано пересчетом молочных продуктов на эквивалент сырого молока, за исключением молочного жира (сливочного масла).



представленных в данном исследовании, превышает удельное ежедневное потребление ПХД, зафиксированное для жителей США в 1990 году, а его среднее значение, соответственно, может достигать половины от общего объема суточного потребления ПХД в Нидерландах.

Существуют различные значения допустимого общего суточного потребления (TDI) ПХД: в США TDI установлен на уровне 3-5 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день для взрослых и 2-12 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день для детей (GreenFacts 2016). В Мангистауской области такие уровни могут быть, по большей части, достигнуты путем ежедневного потребления верблюжьего молока/шубатом (без учета поступления с другими продуктами), что сомнительно, так как потребляется не только шубат, вносящий свою долю в общее суточное потребление ПХД. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила менее строгий TDI для ПХД на уровне 20 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в сутки (в среднем на протяжении всей жизни); (WHO and IPCS 2003, GreenFacts 2016). Уровни TDI, рассчитанные для 6 индикаторных ПХД из проб верблюжьего молока/шубата в данном исследовании, составят от 1/100 этого TDI (проба из Кызыл-Тобе) до половины TDI (проба из Таучика, в расчете на детей), см. Таблицу 7.

TDI для ПХДД/Ф и ДП ПХД были установлены экспертами ВОЗ в диапазоне 1 – 4 пг ТЭ ВОЗ кг<sup>-1</sup> массы тела в день (van Leeuwen, Feeley et al. 2000). Суточное потребление верблюжьего молока/шубата из Таучика может привести к превышению этого TDI и, соответственно медианная концентрация, рассчитанная для всех проб, может привести к превышению уровня 1 пг ТЭ ВОЗ кг<sup>-1</sup> массы тела в день для детей (см. Таблицу 7). Loutfy, Fuerhacker и др. (2006) разработали более широкое сравнение ежедневного потребления ПХДД/Ф и ДП ПХД в разных странах. Потребление верблюжьего молока, представленного пробами из Мангистауской области, может привести к уровню поступлению этих соединений, эквивалентному уровням в некоторых странах, например, США, Великобритании или Бельгии в конце 1990-х годов (при сравнении с опубликованными данными о ежедневном потреблении диоксинов и ДП ПХД). Следует отметить, что это сравнение не подходит для оценки ситуации во всей ее сложности, так как мы сравниваем данные только для одного типа пищи, рассчитанные для ограниченного набора измерений. Тем не менее, оно может помочь нам представить себе масштаб проблемы с загрязнением ДП ПХД в Мангистауской области, в частности, на некоторых точках отбора проб, как Таучик, Баскудук и Курык.

Ноорер, Chuvakova et al. (1999) наблюдали высокие уровни ТХДД в продуктах питания на площадях применения пестицидов в хлопководческого регионе Южного Казахстана, где ежедневное потребление женщинами достигало 175 пг ТЭ ВОЗ в день (2,5 пг ТЭ ВОЗ кг<sup>-1</sup> массы тела для веса человека 70 кг). Ежедневное потребление ПХДД/Ф и ДП ПХД из верблюжьего молока в нашем исследовании близко к этому уровню для среднего значения концентраций и составляет более одной четверти этого уровня для медианного значения соответственно. В случае проб из Таучика, ежедневное потребление диоксиноподобных соединений в верблюьем молоке почти в два раза превышает ежедневное потребление этих соединений женщинами из хлопководческой области на юге Казахстана (Ноорер, Chuvakova et al. 1999). Разница между этими регионами проявляется в превалировании разных веществ в общем значении ТЭ ВОЗ, – ДП ПХД преобладают в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области (см. Таблицу 11), а ПХДД/Ф преобладали в исследовании Ноорер, Chuvakova и др. (1999) из Хлопководческой области на юге Казахстана.

### 4.3 Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)

Результаты анализа для 16 конгенов ПАУ в шести пробах верблюжьего молока приведены в Таблице 8. 6 из 16 конгенов ПАУ (бензо(а)нтрацен, хризен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3,-с,d)пирен, бенз[g,h,i]периллен and дибенз[а,h]антрацен) были ниже LOQ во всех 6 пробах верблюжьего молока, что характерно для большинства из проб молока жвачных животных в целом (Jurjanz, Rychen et al. 2008).

Копусрауева, Jurjanz et al. (2011) сообщили превалирование фенантрена, флуорантена и пирена в пробах верблюжьего молока из юго-западной части Казахстана, однако они проанализировали пробы на 13 конгенов ПАУ без нафталина. Фенантрен является вторым доминирующим конгеном во всех шести пробах верблюжьего молока, собранных для нашего исследования, в то время как нафталин является доминирующим конгеном, как видно и из графика на Рисунке 10.

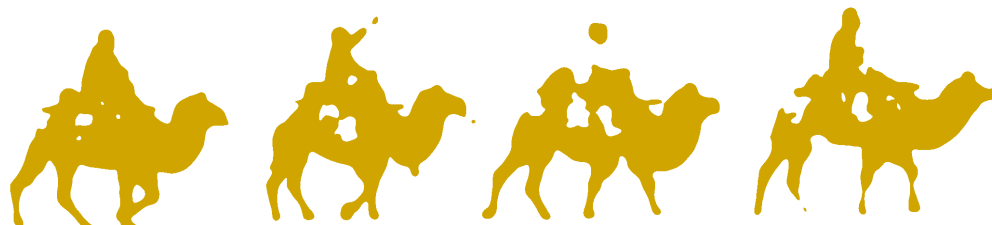


Таблица 8. Общие результаты анализа для 6 индикаторных ПХД-конгенов в 6 пробах верблюжьего молока в Мангистауской области, собранные в 2015-2016 гг. (Результаты в нг г<sup>-1</sup> жира, за исключением двух последних строк\* с уровнями в нг г<sup>-1</sup> веса сырого вещества шубата/молока).

Вещество	Измеренные концентрации, номера проб и места их отбора					
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	KZ-M-16-6
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе
Жир	0,62%	0,85%	3,13%	2,21%	1,06%	1,63%
Нафталин	410	300	270	160	250	< 30
Аценафтилен	18	20	15	23	15	< 30
Аценафтен	13	12	< 5	12	6	< 30
Флуорантен	25	20	17	17	15	< 30
Фенантрен	200	110	100	130	88	< 30
Антрацен	27	12	11	30	8	< 30
Флуорантен	15	7	8	9	7	< 30
Пирен	< 8	< 6	< 5	5	< 5	< 30
Бензо[а]антрацен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
Хризен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
Бензо[б]флуорантен	10	< 6	< 5	4	< 5	< 30
Бензо[к]флуорантен	< 8	< 6	< 5	2	< 5	< 30
Бенз[а]пирен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
Индено[1,2,3-с,d]пирен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
Бензо[g,h,i]перилен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
Дибензо[а,h]антрацен	< 8	< 6	< 5	< 2	< 5	< 30
16 ПАУ	718	481	421	392	389	< LOQ
4 ПАУ	10	< LOQ	< LOQ	4	< LOQ	< LOQ
16 ПАУ, нг г <sup>-1</sup> свежего молока*	4,45	4,09	13,18	8,67	4,13	< LOQ
15 ПАУ <sup>1</sup> , нг г <sup>-1</sup> свежего молока*	1,91	1,54	4,73	5,13	1,48	< LOQ

<sup>1</sup> Нафталин далее не учитывался для объективного сравнения с предыдущим исследованием Kopuspayeva, Jurjanz et al. (2011).

Уровни отдельных конгенов ПАУ составили несколько десятых нг на миллилитр свежего молока в пробах, собранных Kopuspayeva, Jurjanz et al. (2011) в соответствии с графиком в их исследовании. Это приблизительно сопоставимо с десятыми долями нг на грамм свежего молока, если считать, что один литр верблюжьего молока весит 1030 граммов (Nurseitova, Kopuspayeva et al. 2014) или менее в случае шубата. В Таблице 8 рассчитаны общие суммы 16 конгенов ПАУ, измеренных в верблюьем молоке

в данном исследовании, а также суммы 15 ПАУ без нафталина, который Kopuspayeva, Jurjanz et al. (2011) не анализировали в своих исследованиях.

Видно, что все 15 конгенов ПАУ имеют уровень 1,5 нг г<sup>-1</sup> или больше в пробах свежего верблюжьего молока, собранных в Мангистауской области для нашего исследования. Наиболее низкие уровни нафталина и наиболее высокие уровни 15 ПАУ (без нафталина) были обнаружены в пробах из Курыка и Акшукура из-за высокого содержания жира. Уровни 15 ПАУ в этих двух пробах, скорее всего, в несколько раз выше, чем наблюдали Kopuspayeva, Jurjanz et al. (2011), которые пришли к выводу, что «нефтедобыча в Атырау, похоже, не влияет на содержание ПАУ в молоке этой территории». В противовес этому заявлению мы ожидаем, что, скорее всего, использование нефти в цементной печи в Шетпе и нефтяная промышленность, сосредоточенная в Мангистауской области, могут быть причиной столь высоких уровней ПАУ в пробах молока. Также уровни ПАУ в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области выше, чем наблюдаемые в предыдущих исследованиях в Казахстане. Низкий уровень ПАУ в пробе из Кызыл-Тобе, отличающийся, в сравнении с остальными 5 пробами, может быть объяснен отличающимся временем пробоотбора, – проба в Кызыл-Тобе была взята весной, в то время как другие пробы отобраны в осенний период, когда метаболизм верблюдов меняется (см. также раздел 4.2.3), хотя меньшее количество источников загрязнения в окрестностях Кызыл-Тобе также может играть свою роль. Отличающееся время пробоотбора данного исследования и исследования Kopuspayeva, Jurjanz et al. (2011) также может частично повлиять на разницу в результатах.

Проба из Шетпе была наиболее загрязнена 16 ПАУ, включая нафталин, если рассматривать значение уровня концентраций на грамм жира, и этот уровень значительно выше, чем в других пробах (см. Таблицу 8). Самый низкий уровень, скорее всего, был обнаружен в пробе из Кызыл-Тобе, однако гораздо большее значение LOQ для всех конгенов должно быть принято во внимание в случае этой пробы.

Концентрации ПАУ в пробах из Мангистауской области также на порядок выше, чем наблюдали в коровьем молоке Grova, Laurent и др. (2000) и Grova, Feidt и др. (2002) в Италии.

Также N. Grova и ее группа отметили, что «распределение ПАУ в молоке показывает более высокие относительные концентрации нафталина, а также отсутствие ПАУ с высокой молекулярной массой» и пришли к выводу, что «этот результат может частично объяснен более высокой водорастворимостью нафталина, благоприятствующей его селективной концентрации в процессе пищеварения». (Grova, Laurent et al. 2000). Распределение конгенов ПАУ в пробах молока жвачных животных зависит скорее от

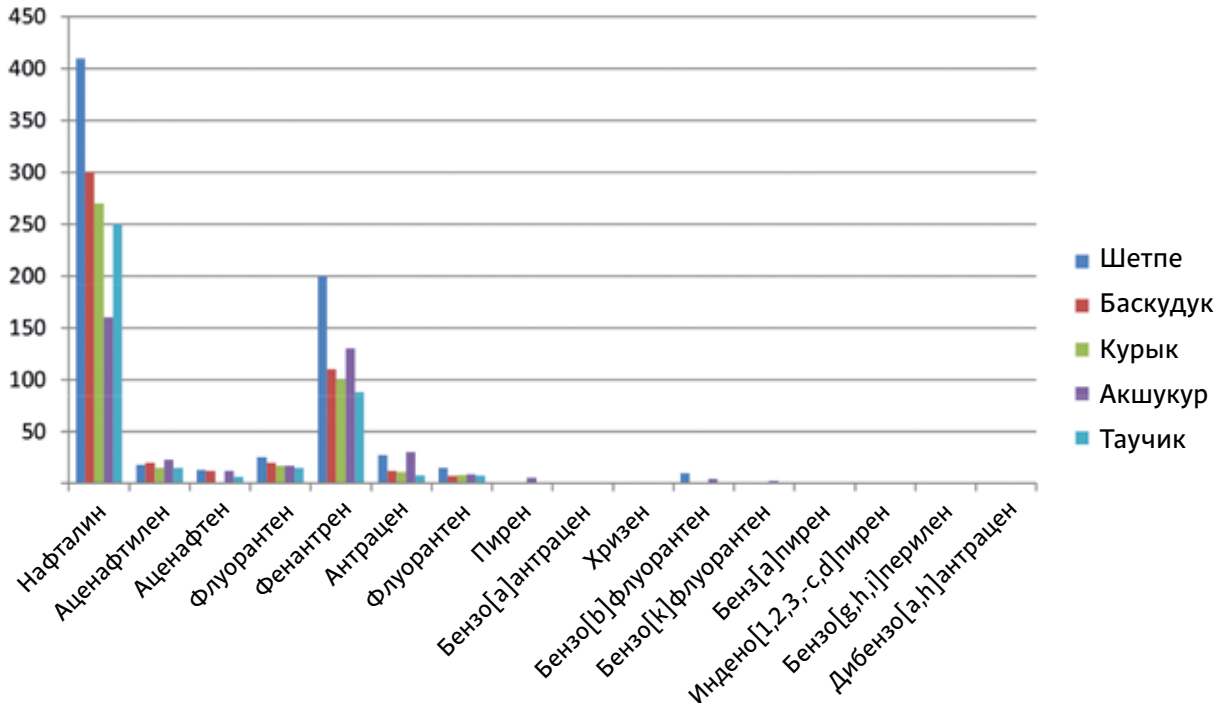
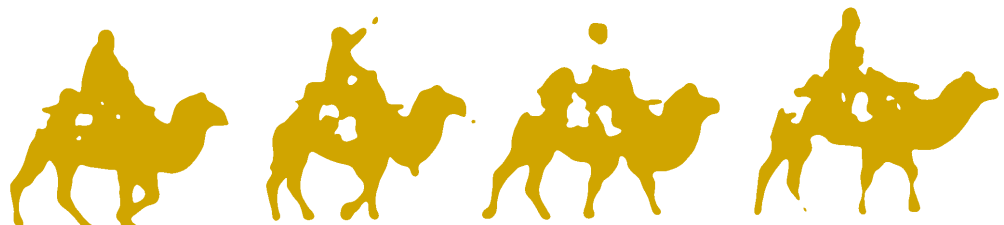


Рисунок 10. Концентрация 16 ПАУ конгенов в 5 пробах верблюжьего молока. Концентрация всех ПАУ в пробе молока из Кызыл-Тобе ниже LOQ. Результаты в нг г<sup>-1</sup> жира



их особого метаболизма и в меньшей степени, от типичных наборов специфических конгенов ПАУ от определенных источников загрязнения. Grova, Rychen и др. (2006) в исследовании на основании эксперимента с козьим молоком сделали вывод, что «(1) – бензо(к)флуорен, бенз(а)пирен и бензо(г,н,и)перилен не были обнаружены в молоке, и (2) – концентрация флуорена, фенантрена, антрацена, флуорантена, пирена и хризена не изменяются со временем».

Мы оцениваем, что ежедневное потребление нафталина потребителями верблюжьего молока в Мангистауской области будет составлять от 20 до 80 нг кг<sup>-1</sup> массы тела в день<sup>18</sup> для взрослых и может быть в два раза больше для детей. Это по-прежнему значительно ниже TDI, например, в Канаде (Haffield Consultants 2008) или США (Haffield Consultants 2008 а) с уровнем 0,02 мг кг<sup>-1</sup> массы тела (что равно 20 000 нг кг<sup>-1</sup> массы тела), хотя уровни нафталина в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области значительно выше, чем в других исследованиях, ориентированных на содержание ПАУ в молоке. Несмотря на этот факт, высокие уровни ПАУ в пробах верблюжьего молока указывают на серьезное загрязнение окружающей среды в Мангистауской области этой группой химических веществ, по сравнению с другими странами (Grova, Laurent et al. 2000, Grova, Feidt et al. 2002) или регионами в Казахстане (Konuspayeva, Jurjanz et al. 2011). Мы должны принять во внимание, что ПАУ имеют очень низкую степень перехода в молоко жвачных животных, – от 0,5 до 8% по Rychen, Jurjanz и др. (2008), так что молоко жвачных животных не будет вкладчиком в общее воздействие ПАУ.

#### 4.4 Хлорорганические пестициды (ХОП)

Нормативы ЕС для остаточных содержаний пестицидов, в том числе ХОП, в молоке, устанавливаются в расчете на сырой вес молока. Сравнение ХОП в пяти пробах верблюжьего молока из Казахстана приведено в Таблице 9. Казахские нормативы и предельные уровни ЕС не были превышены ни в одной из отобранных проб. Линдан (гама-ГХЦГ) достиг четверти предельного значения ЕС в пробе из Курыка. Линдан также показал самый высокий уровень среди всех индивидуальных ХОП, проанализированных во всех пробах, как это видно в Таблице 9.

Таблица 9. Обобщенные результаты анализа ХОП для 5 смешанных проб верблюжьего молока/шубата из Мангистауской области, собранных в 2015-2016 гг. (Примечание: проба из Таучика не смешанная, от одной верблюдицы). Результаты выражены в нг г<sup>-1</sup> веса сырого вещества, поскольку для ХОП пределы ЕС устанавливаются на вес сырого вещества.

Вещества	Измеренные концентрации ХОП в нг г <sup>-1</sup> вес сырого вещества, номера проб и места их отбора					ЕС стандарты/пределы
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	
Жир	0,62%	0,85%	3,13%	2,21%	1,06%	
ГХБ	0,022	0,029	0,016	0,027	0,019	10
alfa-ГХЦГ	0,013	0,008	0,016	0,004	0,004	4
beta-ГХЦГ	0,008	0,006	0,004	0,009	0,008	3
gamma-ГХЦГ (линдан)	0,105	0,101	0,244	0,018	0,028	1
4 ДДТ метаболита	0,011	0,020	0,009	0,013	0,009	40

<sup>18</sup> Способы расчета те же, что были продемонстрированы для других СОЗ в разделе 4.6

ХОП не были представлены высокими уровнями содержания и в предыдущих исследованиях (Konusrayeva, Jurjanz et al. 2011). Анализ пестицидов показывает наличие ГХЦГ (бета- и дельта- изомеры, и только в Кызылординской области и гамма-ГХЦГ). ДДТ был обнаружен в молоке из Кызылординской области на уровне 0,8 нг г<sup>-1</sup> (Konusrayeva, Jurjanz et al. 2011), что значительно выше, чем в данном исследовании.

## 4.5 Тяжелые металлы

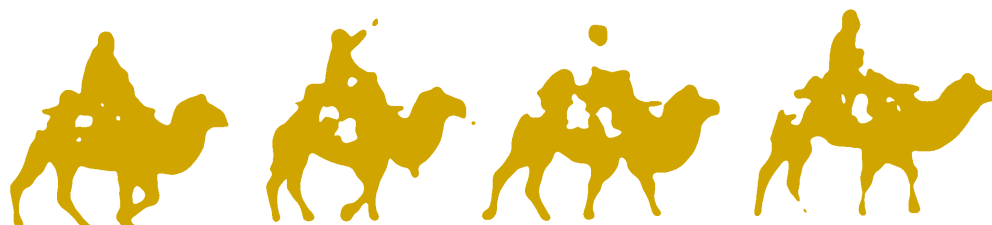
Результаты анализов проб верблюжьего молока/шубата из шести населенных пунктов Мангистауской области приведены в Таблице 10. Результаты для ртути, кадмия, хрома и мышьяка были ниже LOQ во всех анализируемых пробах верблюжьего молока.

Уровни, наблюдаемые для цинка, сопоставимы с исследования Kopusrayeva, Jurjanz et al. (2011), кроме пробы из Кызыл-Тобе с уровнем, почти в три раза их превышающим. В пяти пробах, взятых осенью 2015 года (KZ-M-15) концентрации ниже по сравнению со средним уровнем, наблюдаемым ранее для цинка в шубате Kopusrayeva, Faye et al. (2009). Две пробы из Баскудука и Кызыл-Тобе превысили максимально допустимый уровень, установленный русским законодательством для молока (Таблица 2). Содержание цинка в пробе из Кызыл-Тобе было почти в 3 раза выше, чем предел, установленный для молока. Наиболее вероятным источником загрязнения могут быть горнодобывающая деятельность поблизости Кызыл-Тобе (см. раздел 2.1.6).

Для свинца и кадмия уровни, измеренные в пробах нашего исследования, были ниже, чем те, которые были обнаружены в верблюьем молоке из разных областей Казахстана, Kopusrayeva, Jurjanz et al. (2011).

Таблица 10. Обобщенные результаты анализов для тяжелых металлов для шести проб верблюжьего молока из Мангистауской области, собранных в 2015–2016 годы, и их сравнение с результатами анализов, представленные у Kopusrayeva, Faye et al. (2009) и Kopusrayeva, Jurjanz et al. (2011). Уровень указан в мг кг<sup>-1</sup> веса сырого вещества (шубата/молока).

Вещества	Измеренные концентрации, номера проб и места их отбора						Пределы/лимиты	Данные Kopusrayeva, Jurjanz et al. (2011); диапазон значений для молока/шубата	Данные Kopusrayeva, Faye et al. (2009); среднее значение для молока/шубата
	KZ-M-15-1	KZ-M-15-2	KZ-M-15-3	KZ-M-15-4	KZ-M-15-5	KZ-M-16-6			
	Шетпе	Баскудук	Курык	Акшукур	Таучик	Кызыл-Тобе			
Ртуть	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	–	
Свинец	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,008	0,1	<0,01–0,06 /<0,01–0,06	0,025/0,007
Кадмий	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001–0,003 /<0,001–0,003	
Медь	0,03	0,08	0,03	0,02	0,02	0,07	0,4–1,4	<0,05–0,07 /<0,05–0,06	0,07/0,16
Марганец	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,07	–	–	0,084/0,088
Хром	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	–	–	
Цинк	3,06	5,28	4,58	3,11	3,56	14,1	5	4,07–5,31 /4,16–6,50	5,16/7,212
Мышьяк	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	–	<0,1/<0,1
Алюминий	3,00	0,50	<0,10	<0,10	0,20	0,60	–	–	



## 4.6 Обсуждение уровней и потенциальных источников загрязнения верблюжьего молока в Мангистауской области

Наше исследование следует за многими предыдущими исследованиями, сфокусированными на изучении содержания токсических химических веществ в верблюьем молоке в нескольких областях Казахстана (Diacono, Faye et al. 2008, Meldebekova, Konuspayeva et al. 2008, Konuspayeva, Faye et al. 2009, Konuspayeva, Faye et al. 2011, Konuspayeva, Jurjanz et al. 2011, Konuspayeva, Faye et al. 2011 a), включая некоторые эксперименты, направленные на контролируемый перенос определенных СОЗ в верблюжье молоко (Nurseitova, G. et al. 2014). Ни в одно из этих исследований не входила Мангистауская область, но была охвачена Атырауская область. Обе эти области несут сравнимую нагрузку от промышленных площадок и исторических загрязнений. Несмотря на это, мы обнаружили в Мангистауской области более высокие уровни загрязнения верблюжьего молока ПХД и ПАУ. Сравнение результатов ПХД и ПХДД/Ф, представленные Konuspayeva, Faye et al. (2011) и (2011 a), с уровнями, наблюдаемых в этом исследовании, приведено в Таблице 11. Мы нашли значительно более высокие уровни обоих индикаторных ПХД и ДП ПХД в пробах верблюжьего молока/шубата, чем представленные в упомянутых предыдущих исследованиях. Это ситуация может быть специфической для Мангистауской области и для ее определенных мест, в частности. Превалирование ДП ПХД в ТЭ ВОЗ и более низкие обнаруженные уровни ПХДД/Ф по сравнению с предыдущими исследованиями, указывают, скорее всего, на исторические экологические источники загрязнения, такие как ПХД-жидкости в устаревших трансформаторах и конденсаторах. Есть упоминания, что такое оборудование есть в Мангистауской области (Astaniina 2006, Republic of Kazakhstan 2009).

Таблица 11. Сравнение данных настоящего исследования и результатов работ Konuspayeva, Faye et al. (2011) и (2011 a)

Исследование	Данные анализов для разных групп химических веществ					
	ПХДД/Ф (нг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)			ДП ПХД (нг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)		
	Статистические показатели			Статистические показатели		
	Среднее значение ± ст. отклонение	Медиана	Минимум-максимум	Среднее значение ± ст. отклонение	Медиана	Минимум-максимум
Konuspayeva, Faye et al. (2011) и (2011 a)	0,80 ± 0,15	0,73	0,53–1,49	2,18 ± 1,27	1,66	0,77–5,53
Данный отчет	0,61 ± 0,57	0,38	0,01–1,33	12,64 ± 17,63	4,25	2,07–47,30
	Все ПХДД/Ф + ДП ПХД (нг ТЭ ВОЗ г <sup>-1</sup> жира)			6 индикаторных ПХД-конгенеров (нг г <sup>-1</sup> жира)		
Konuspayeva, Faye et al. (2011) и (2011 a)	2,98 ± 1,28	2,48	1,31–6,88	6,3 ± 2,7	5,1	0,6–17,4
Данный отчет	13,24 ± 17,61	5,02	2,08–47,61	15,81 ± 16,17	11,84	0,82–44,61

Мы рассмотрели общие уровни шести индикаторных ПХД, ДП ПХД, выраженных в ТЭ ВОЗ, ПАУ и содержание жира во всех шести пробах из этого исследования. Сравнение, выраженное в доле каждой пробы в процентах от суммы для всех шести проб, видно на графике на рисунке 11. Вклад ни одной, из изученных групп, химических веществ не следует кривой содержания жира. Это означает, что они зависят от некоторых других компонентов. Также кривые для ПАУ и обеих групп ПХД различны. Это означает, что ПАУ и ДП ПХД имеют различные источники загрязнения в исследуемой области. График также показывает, что сжигание нефти и газа, упомянутое, в качестве потенциального источника ДП ПХД у Konuspayeva, Faye et al. (2011 a) менее вероятно для Мангистауской области, так как в противном случае загрязнение ДП ПХД должно сопровождаться аналогичным уровнем загрязнения ПАУ. Кривые для обеих групп ПХД очень похожи. Это показывает, что у них однотипный источник(и) загрязнения.

Самый высокий уровень ПАУ был измерен в пробе из Шетпе, в то время как высокая концентрация обеих групп ПХД была обнаружена в пробе из Таучика. Повышенный уровень ПХД также наблюдался в пробе из Баскудука. В пробе из Шетпе увеличилось только содержание индикаторных ПХД.

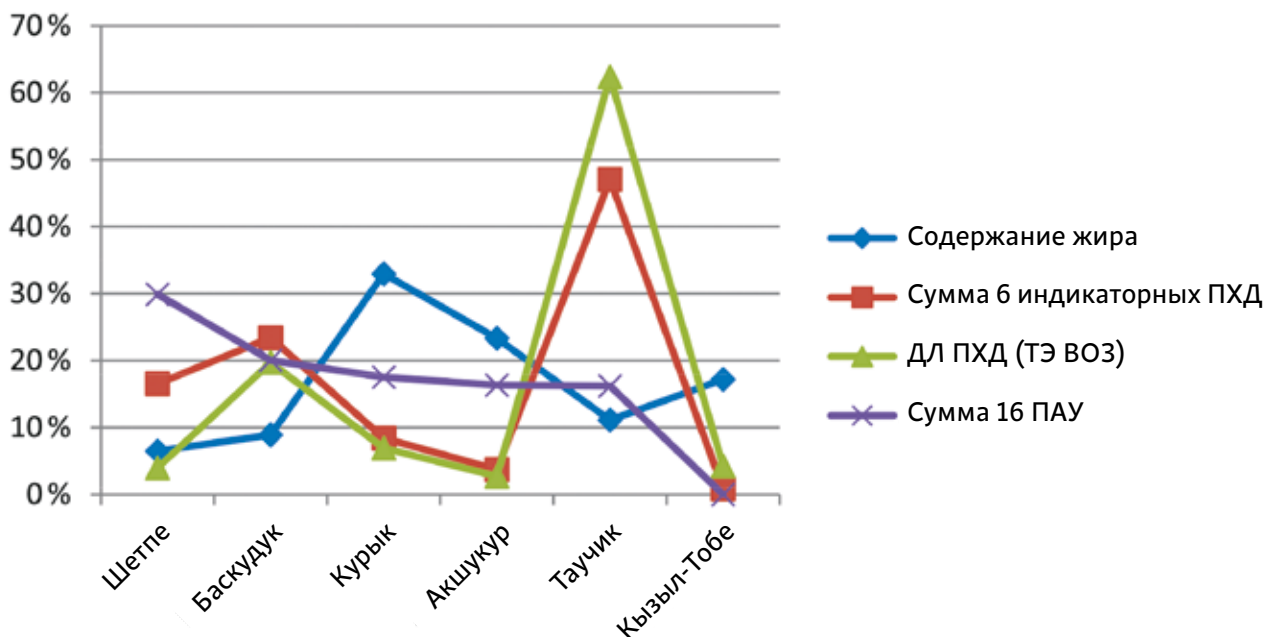
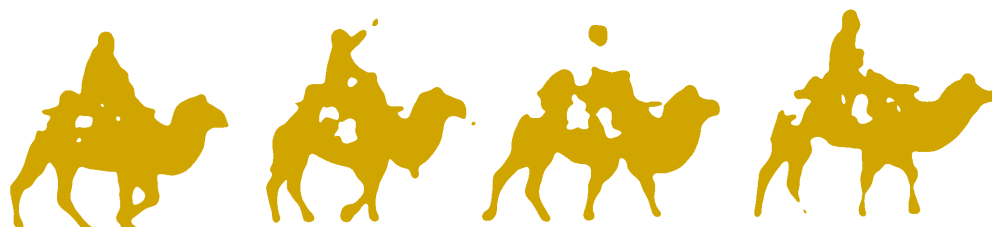


Рисунок 11. Соотношение суммы 6 конгенов ПХД, ДП ПХД (ТЭ ВОЗ), суммы 16 ПАУ и количества жира в каждой из 6 проб и суммарного количества этих веществ во всех 6 пробах.

Загрязнение ПХД и цинком верблюжьего молока/шубата, является, вероятно, наиболее серьезными угрозами для здоровья человека среди всех загрязнителей, обнаруженных в верблюьем молоке в Мангистауской области. Это проблема не только для Мангистауской области. Например, для Кызылординской области ЕЭК ООН сделала следующее заключение, – «Население в данной местности подверглось воздействию хлорорганических пестицидов... в результате использования дефолиантов, а также воздействию ПХД и тяжелых металлов в результате промышленного загрязнения. Токсичные загрязнители накапливаются в воде, почве и пищевой цепи. Основным источником хлорорганических соединений является, вероятно, потребление загрязненного животного жира с говядиной, курятиной, козлятиной и молочными продуктами (в т.ч. со сливочным маслом). Для младенцев основным источником загрязнителей после рождения является грудное молоко. У госпитализированных школьников обнаружен значительно более высокий уровень ПХД, ДДТ, ДДЕ и гамма-ГХЦГ в крови, чем у шведских детей». (UNEP 2000)

Более 15 000 тюленей погибли в Каспийском море в 2000 году. Большая часть из них умерла в Северном Каспии вблизи Казахстанского побережья (более 10 000). Высокий уровень загрязнения, наряду с другими причинами, вызвал массовую гибель животных. Наряду с непрерывным воздействием загрязненной среды на организм тюленей в течение многих лет, вирус «собачьей чумы» был еще одной причиной их смерти. Высокие концентрации ПХД, ДДТ, хлордана, ГХБ и некоторых тяжелых металлов (например, цинка) были найдены в организмах тюленей, и повлияли на их плодовитость и физиологические функции (Kajiwara, Niimi et al. 2002, Republic of Kazakhstan and Ministry of Environmental Protection 2003, Kuiken, Kennedy et al. 2006). Уровни ПХД и пестицидов у каспийских тюленей, однако, сопоставимы с таковыми у других водных млекопитающих, которые страдают от эпизоотии, что может создавать риск иммуносупрессии (Kajiwara, Watanabe et al. 2008).

В Казахстане существуют потенциальные источники загрязнения ПХД, описанные в документах проекта ПРООН/ГЕФ, направленного на проблему устаревших ПХД-жидкостей, но ни один из них не упомянут для Мангистауской области. Тем не менее, как заявлено в проектом документе, добровольная инвентаризация ПХД еще не была закончена в 2009 (UNDP and Government of Kazakhstan 2010). В 2012 году началась обязательная инвентаризация ПХД, которая должна была быть завершена в 2014 году, но не была закончена и продолжается и в 2016 г. На основании результатов анализов проб верблюжьего молока/шубата из Мангистауской области, для поиска возможных источников загрязнения мы предлагаем сосредоточиться на потенциальном использовании устаревших ПХД-жидкостей в горнодобывающей про-



мышленности и/или в населенных пунктах в этом регионе. В местностях Таучик, Баскудук и Шетпе данная проблема является наиболее актуальной (см. график на Рисунке 9). В Таучике источником загрязнения ПХД может быть заброшенная шахта со старым оборудованием. Еще одним потенциальным источником загрязнения могут быть поля нефтешламов и/или смесь отходов в Кошкар-Ате около Баскудука, которая может содержать некоторый уровень ПХД. Однако мы не нашли каких-либо исследований, сосредоточенных на потенциальном содержании ПХД в Кошкар-Ате.

В устье реки Урал, в донных отложениях Каспийского моря, был обнаружен высокий уровень содержания цинка (de Mora, Sheikholeslami et al. 2004). Исследователи полагают, что это связано с горнодобывающей деятельностью в данном регионе. То же самое может относиться к Мангистауской области, и возросший уровень цинка в верблюьем молоке, найденный в данном исследовании, может относиться к содержанию цинка в поверхностных водах, которые используются для водопоя верблюдов из Кызыл-Тобе и Баскудука, в частности. Кроме того, пыль может быть основным источником загрязнения, так как ветер является наиболее важным путем миграции загрязнителей в природных условиях Казахстана. Однако требуется проводить дополнительные исследования, для того, чтобы подтвердить данное предположение.

Необходимо также сделать замечание, что животных, в случае дефицита кормов, кормят картоном, как например, в Курыке (см. раздел 2.1.3). Не существует никаких конкретных исследований, которые бы касались токсичного загрязнения молока жвачных животных при кормлении их картоном. Однако есть ирландское исследование об использовании измельченных газет для кормления коров. В ходе исследования был сделан следующий вывод, – «уровни содержания тяжелых металлов и других элементов в пробах молока и крови были в пределах нормы. Не было обнаружено каких либо детектируемых уровней любого из 16 ПХД конгенов или следов нафталина во всех анализированных пробах. Это свидетельствует о том, что использование газет, в их теперешнем виде, в качестве материала для подстилки для коров, является безопасным» (O'Connell and Meaneу 1997). Это предположительно значит, что использование картона для кормления животных не является источником повышения уровня ПХД или ПАУ в пробах верблюжьего молока/шубата из Курыка.

## 4.7 Обсуждение потенциальных решений проблемы загрязнения ПХД

Результаты нашего исследования поддерживают выводы некоторых других исследований и отчетов о том, что загрязнение окружающей среды Казахстана ПХД является очень серьезной проблемой (UNDP and Government of Kazakhstan 2010, Novikov, Simonett et al. 2013), а также тот факт, что для Мангистауской Области такое загрязнение является серьезной угрозой для здоровья человека и для окружающей среды.

Мы осведомлены о том, что существует проект по «реализации комплексного плана управления, с общей целью значительного сокращения выбросов ПХД и снижения их воздействия на здоровье и окружающую среду путем разработки рационального управления по всей стране. Проект направлен на обеспечение современной, полностью дееспособной законодательной системой по управлению ПХД. Она включает в себя укрепление административных функций, наращивание потенциала для рационального управления, демонтаж 850 тонн ПХД-трансформаторов и их удаление, и организацию на региональном уровне безопасного хранения и удаления ПХД-конденсаторов.» (Novikov, Simonett et al. 2013). Мы знаем, что инвентаризация ПХД и загрязненных участков не закончена ни в Казахстане, ни даже в Мангистауской области, что должно являться первым шагом в решении проблемы загрязнения ПХД в этой части страны. В основном документе проекта также говорится: «Хотя начальная стадия инвентаризации ПХД далека от завершения, она демонстрирует значительные запасы ПХД в Казахстане». (UNDP and Government of Kazakhstan 2010).

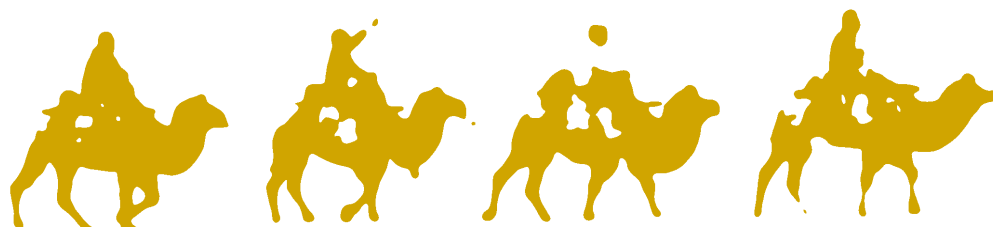
Насколько нам известно, результаты этого проекта, привели к предложению строительства нового завода по сжиганию опасных отходов в Павлодаре, который был отвергнут общественностью. Сжигание отходов в мусоросжигательных заводах или с помощью плазменных технологий, цементных печей и металлургических технологий указаны среди главных источников, непреднамеренно производимых СОЗ упомянутые в Приложении С Стокгольмской Конвенции (Stockholm Convention 2010). Использование этих технологий для уничтожения ПХД и/или сжигания почв, загрязненных ПХД, может привести к образованию ПХДД/Ф или хлорбензола, и увеличить текущий низкий уровень загрязнения этой группой СОЗ источников продуктов питания в Мангистауской области.

Эксперты группы Стокгольмской Конвенции оценили в 2006 году эмиссии НП СОЗ от нескольких технологий, не связанных с сжиганием и нашли их очень низкими (UNEP – EG VAT/BER 2006). Данные о выбросах ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД от физико-химических технологий переработки СОЗ-отходов обобщены в Таблице 12. Некоторые из этих технологий также были успешно использованы как для уничтожения ПХД-жидкостей, так и/или для обезвреживания почв, загрязненных ПХД.



Таблица 12. Эмиссии НП СО<sub>2</sub> различными альтернативными технологиями для разрушения ПХД, содержащих уничтожение отходов.

Технология	Объекты	Период деятельности	Выбросы в воздух, нг ТЭ м <sup>3</sup>	Сбросы сточных вод нг ТЭ л <sup>-1</sup>	Источник
<b>ПХДД/Ф и диоксиноподобные ПХД</b>					
Восстановление щелочными металлами	Японская корпорация экологической безопасности, Kitakyushu facility	Декабрь 2004 – Март 2015	0,0000013 – 0,0000530		(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
	Японская корпорация экологической безопасности, Toyota facility	Сентябрь 2005 – Март 2015	0,0000842 – 0,0024947	NA	
Каталитическое гидро-дехлорирование	Японская корпорация экологической безопасности, Osaka facility	2006 – Март 2015	0,0000079 – 0,00010	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
Фотохимические дехлорирование и каталитическое дехлорирование	Япония		0,000007	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
Сверхкритическое водяное окисление (СКВО)	Япония		0,001 – 0,002	0,00000005	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
Сверхкритическое водяное окисление (СКВО)	Япония		0,000009	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
<b>ПХДД/Ф</b>					
Восстановление щелочными металлами	Японская корпорация экологической безопасности, Kitakyushu facility	Декабрь 2004 – Март 2015	0		
	Японская корпорация экологической безопасности, Toyota facility	Сентябрь 2005 – Март 2015	0 – 0,0015834	0,00000003500 – 0,00000077500	
Каталитическое гидро-дехлорирование	Японская корпорация экологической безопасности, Osaka facility	2006 – Март 2015	0,000000066 – 0,000000076	NA	
Катализируемое основанием разложение (КОР). (Австралия)	BCD Technologies, Queensland		0,0119-0,05	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
КОР (Япония)	Япония		<0,01	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)



Технология	Объекты	Период деятельности	Выбросы в воздух, нг ТЭ м <sup>-3</sup>	Сбросы сточных вод нг ТЭ л <sup>-1</sup>	Источник
КОР (Spolana Neratovice – pilot)	BCD CZ, s.r.o., Прага		0,013 – 0,031	NA	(UNEP – EG BAT/BEP 2006)
КОР (Spolana Neratovice – full)	BCD CZ, s.r.o., Прага		0,0017 – 0,0424	0 – 1,4	(Veverka, Čtvrtníčková et al. 2004)
Химическое восстановление в газовой фазе	Австралия		0,0000028 – 0,00027 (<0,016)	0,00000061 – 0,00084	(Vijgen and McDowall 2008)
<b>ДП ПХД</b>					
Восстановление щелочными металлами	Японская корпорация экологической безопасности, Kitakyushu facility	Декабрь 2004 – Март 2015	0,0000013 – 0,0000530		
	Японская корпорация экологической безопасности, Toyota facility	Сентябрь 2005 – Март 2015	0,0000842 – 0,0024947	0,0000372590 – 0,0001289250	
Каталитическое гидро-дехлорирование	Японская корпорация экологической безопасности, Osaka facility	2006 – Март 2015	0,000078 – 0,00010	0,0000372590 – 0,0001289250	
<b>ПХД</b>					
Восстановление щелочными металлами	Японская корпорация экологической безопасности, Kitakyushu facility	Декабрь 2004 – Март 2015	<0,000010 – 0,000600 мг м <sup>-3</sup>	ND (0,003 мг л <sup>-1</sup> )	
	Японская корпорация экологической безопасности, Toyota facility	Сентябрь 2005 – Март 2015	<0,001 мг м <sup>-3</sup>	<0,0005 мг л <sup>-1</sup>	
Каталитическое гидро-дехлорирование	Японская корпорация экологической безопасности, Osaka facility	2006 – Март 2015	0,00067 – 0,0024 мг м <sup>-3</sup>	NA	

Технологии, подобные восстановлению щелочными металлами (так же называемое восстановлением натрием – SR), катализируемому основанием разложению (BCD), каталитическому гидродехлорированию или химическому восстановлению в газовой фазе были успешно использованы для уничтожения как ПХД-отходов, так и некоторых других отходов. Их основное описание находится в документе, подготовленном Arnika – Toxics and Waste Programme (2016).

Так как проблема с ПХД распространена в разных частях Казахстана, то такие технологии, не использующие сжигание, которые можно свободно перемещать с одной точки на другую, могут подходить больше для успешного решения этой проблемы, чем сжигание отходов или ПХД в жидкой и твердой фазах (почвы, загрязненные ПХД) на стационарном большом заводе. Такие технологии могут быть также реализованы в виде небольших установок, легко масштабируемых в соответствии с количеством материала, который

необходимо обработать. Существует несколько критериев выбора правильной технологии для уничтожения СОЗ и ПХД отходов. Некоторые основные шаги были предложены IPEN (IPEN, Рабочая группа по диоксинам, ПХД и отходам (IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group 2010) или Costner, Luscombe et al. (1998)).

Отсутствует также инвентаризация участков, загрязненных СОЗ в Казахстане, которая должна быть сделана до принятия окончательного решения об их восстановлении. Количество и размер загрязненных участков являются основной информацией, необходимой, перед выбором правильного пути для их восстановления и выбора технологии очистки почв, загрязненных ПХД, СОЗ и токсичными химическими веществами. Основные рекомендации, как подготовить такую инвентаризацию и как управлять загрязненными участками, представлены Bell (2015) в качестве составной части более широких докладов, подготовленных Арникой, ЭкоМузеем и CINEST (Arnika, AWHNE et al. 2015, Arnika, CINEST et al. 2015).

## 5. Выводы и рекомендации

Уровни ПХДД/Ф и тяжелых металлов, за исключением цинка, в пробах из Кызыл-Тобе оказались ниже, чем в предыдущих обширных исследованиях Гаухар Конуспаевой и других ученых (Konuspaeva, Faye et al. 2009, Konuspaeva, Faye et al. 2011, Konuspaeva, Jurjanz et al. 2011, Konuspaeva, Faye et al. 2011 а). Уровни ДП и не диоксиноподобных ПХД были намного выше в пробах нашего исследования в сравнении с результатами, опубликованными для более широкого опробования в Казахстане (Konuspaeva, Faye et al. 2011, Konuspaeva, Faye et al. 2011 а), в том числе и для ПАУ (Konuspaeva, Jurjanz et al. 2011).

С точки зрения связанных со здоровьем рисков, возникающих из-за потребления обсуждаемых здесь групп химических веществ с рационом питания, наиболее значительными являются риски от ДП ПХД, и ледующих за ними индикаторных ПХД (см. раздел 4.2.5), в то время как риск здоровью от воздействия ПАУ, содержащихся в верблюьем молоке, является низким, так как наиболее опасные конгенеры ПАУ не накапливаются в молоке жвачных животных по причине их особенного метаболизма. Следует обратить внимание на уровни содержания цинка в верблюьем молоке в Кызыл-Тобе и Баскудуке.

В данном исследовании был обнаружен низкий уровень воздействия на организм человека других тяжелых металлов, ХОП и ПХДД/Ф от потребления верблюжьего молока в Мангистауской области, из-за относительно низких обнаруженных уровней этих химических веществ в пробах верблюжьего молока/шубата, собранных в шести населенных пунктах. Однако следует принимать во внимание ограничения этого исследования при использовании его для общей оценки ситуации в Мангистауской области. Опасные обнаруженные уровни ПХД также ставят вопрос о полной инвентаризации ПХД в Казахстане, с последующим их уничтожением и восстановлением загрязненных участков. Наиболее вероятным источником загрязнения верблюжьего молока, скорее всего, являются запасы ПХД, в т.ч. устаревшее электрическое оборудование, например конденсаторы с ПХД-жидкостями, и участки загрязненные ПХД<sup>19</sup>.

### 5.1 Непреднамеренно произведенные СОЗ (ПХДД/Ф, ДП ПХД)

Токсичность ДП ПХД превалирует над токсичностью конгенов ПХДД/Ф во всех пробах верблюжьего молока, отобранных для данного исследования. Три из 6 проб данного исследования<sup>20</sup> превысили значение предела ЕС для суммы ТЭ ПХДД/Ф и ДП ПХД в молоке (European Commission 2011). В то же время содержание ПХДД/Ф в молоке ни в одной из проб не превысило ни казахстанских нормативных пределов (3 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира), ни лимитов, установленных ЕС (2,5 пг ТЭ ВОЗ г<sup>-1</sup> жира).

Ежедневное потребление верблюжьего молока/шубата из Таучика может привести к превышению допустимого суточного потребления (TDI), установленного ВОЗ для ПХДД/Ф и ДП ПХД диапазона 1–4 пг ТЭ ВОЗ кг<sup>-1</sup> веса тела в день (van Leeuwen, Feeley et al. 2000), (см. Таблицу 7 и раздел 4.2.5). Потребление верблюжьего молока/шубата из Баскудука и Курыка также может внести значительный вклад в увеличение потребления ПХДД/Ф и ДП ПХД до уровней, превышающих нижнюю границу диапазона допустимого потребления.

### 5.2 ПХД

Обнаруженные суммы 6 индикаторных конгенов ПХД находятся в диапазоне 3,54 – 44,61 нг г<sup>-1</sup> жира, в общем значительно превышают значения обнаруженные в предыдущих исследованиях (Konuspaeva, Faye et al. 2011, Konuspaeva, Faye et al. 2011 а). Наблюденное для 6 проб данного исследования медианное значение в 11,84 нг г<sup>-1</sup> жира, почти в 2,5 раза выше, чем 5,1 нг г<sup>-1</sup> обнаруженные Konuspaeva, Faye et

<sup>19</sup> Более конкретные выводы в следующих разделах, и тема ПХД разрушения и восстановления почв более подробно обсуждается также в подразделе 5.6.

<sup>20</sup> Пробы из Таучика, Баскудука и Курыка



al. (2011 а). Потребление шубата/верблюжьего молока с такими же концентрациями, как в трех из шести проб, представленных в исследовании, может превысить уровень общего среднего суточного потребления ПХД населением США в 1990 году, и достичь половины от общего количества суточного потребления ПХД в Нидерландах (см. раздел 4.2.5). Высокие уровни индикаторных ПХД поддерживают наше предположение о потенциальном источнике (-ах) ПХД-загрязнения в виде устаревшего оборудования, содержащего ПХД-жидкости, и используемого в районах промышленной, нефтедобывающей или горнодобывающей деятельности и/или наличия в Мангистауской области участков со значительным загрязнением ПХД-жидкостями.

Выводы для ДП ПХД находятся в разделе 5.1.

### 5.3 ПАУ

Обнаруженные нами в пробах верблюжьего молока из Мангистауской области уровни ПАУ выше, чем те, которые наблюдались в предыдущих исследованиях в Казахстане Kopusrayeva, Jurjanz et al. (2011). Наиболее высокие уровни среди 16 конгенов ПАУ были обнаружены для нафталина и фенантрена.

Наивысший уровень ПАУ на грамм жира был обнаружен в пробе верблюжьего молока из Шетпе. Мы полагаем, что наиболее вероятным источником такого высокого уровня является использование нефти в качестве топлива в цементной печи. Это предположение трудно подтвердить анализом типичных наборов конгенов ПАУ, так как молоко жвачных животных демонстрирует такие особенности метаболизма некоторых СОЗ, включая ПАУ, из-за которых подобный анализ почти невозможен (см. раздел 4.3 и 4.2.3).

Источники ПАУ должны быть определены для уменьшения загрязнения продуктов питания ПАУ, хотя вклад потребления верблюжьего молока в общее суточное потребление ПАУ не высок и абсолютно точно не настолько серьезен, как в случае с ПХД.

### 5.4 ХОП

Предельные содержания ХОП в молоке, как казахстанские нормативы, так и лимиты ЕС не были превышены во всех пробах верблюжьего молока в данном исследовании. Уровни ХОП в данном исследовании были ниже в сравнении с исследованием, сфокусированным на изучении верблюжьего молока в других регионах Казахстана (Kopusrayeva, Jurjanz et al. 2011).

### 5.5 Тяжелые металлы

Уровни тяжелых металлов в пробах молока, собранных для данного исследования, в общем были ниже, чем те, которые были обнаружены в других регионах Казахстана в предыдущих исследованиях (Kopusrayeva, Faue et al. 2009, Kopusrayeva, Jurjanz et al. 2011), за исключением содержания цинка в пробе из Кызыл-Тобе.

Две пробы, из Баскудука и Кызыл-Тобе, превысили максимально допустимый уровень содержания цинка в молоке, установленный законодательством Русской Федерации (см. Таблицу 2). Содержание цинка в пробах из Кызыл-Тобе были почти в 3 раза выше предельного значения для молока. Наиболее вероятным источником загрязнения может быть горнодобывающая деятельность близ Кызыл-Тобе (см. раздел 2.1.6).

### 5.6 Рекомендации по решению проблемы загрязнения ПХД

Следующие основные шаги необходимо предпринять для решения проблемы общего загрязнения ПХД, которое было обнаружено в данном исследовании на примере верблюжьего молока в Мангистауской области:

1. Закончить инвентаризацию ПХД
2. Инвентаризация загрязненных ПХД отходов
3. Инвентаризация участков, загрязненных ПХД (Arnika, CINEST et al. 2015, Bell 2015)
4. План очистки и восстановления загрязненных участков и уничтожения ПХД и/или комплексного уничтожения отходов ПХД и других СОЗ (Bell 2015)
5. Установление критериев выбора лучших технологий<sup>21</sup> по уничтожения ПХД (СОЗ); (Costner, Luscombe et al. 1998, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group 2010, Arnika, CINEST et al. 2015)

Основываясь на опыте работы с имеющимися технологиями и требованиями Стокгольмской конвенции, мы предлагаем для уничтожения оставшихся ПХД-жидкостей и отходов, загрязненных ПХД,

<sup>21</sup> Некоторые из них описаны в короткой форме в докладе: Arnika – Toxics and Waste Programme (2016). Краткий обзор потенциальных технологий для решения проблемы обезвреживания устаревших полихлорированных дифенилов (ПХД) и загрязненных ими отходов в Казахстане – Brief Review of Potential Technologies for Addressing the Issue of Obsolete Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and PCB Wastes in Kazakhstan Prague – Karaganda: 12. Выбросы НП-СОЗ из этих технологий приведены в Таблице 12.

использовать технологии (UNEP – EG BAT/BEP 2006, IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group 2010), предусматривающие отказ от сжигания таких отходов, для предотвращения образования НП СОЗ при уничтожении отходов, содержащих СОЗ.

## 6. Ограничения проведенных исследований

Наиболее значительными ограничениями исследования были ограниченные финансовые, временные и человеческие ресурсы. Поэтому было отобрано ограниченное количество проб верблюжьего молока/шубата. С имеющимися у нас ресурсами было невозможно выполнить такое же широкое опробование, какое было продемонстрировано в предыдущем исследовании загрязнения верблюжьего молока в Казахстане, проведенном под руководством Гаухар Конуспаевой в сотрудничестве с другими учеными (Konuspayeva, Faye et al. 2009, Konuspayeva, Faye et al. 2011, Konuspayeva, Jurjanz et al. 2011, Konuspayeva, Faye et al. 2011 а). Сравнение результатов данного исследования с результатами предыдущих работ также носит ограниченный характер вследствие всех вышеперечисленных причин, включая во внимание также различные условия исследований.

В ходе работ мы также испытывали недостаток данных об уровне общего суточного потребления различных загрязняющих веществ в Казахстане, в том числе и информации о среднем рационе населения Казахстана. Мы работали с ограниченной информацией, которая была нам доступна. Тем не менее, нами было получено достаточное представление о ситуации, в том числе были идентифицированы основные проблемы, связанные с загрязнением верблюжьего молока, являющегося значимым источником питания в Мангистауском регионе. В любом случае, необходимы дальнейшие исследования этой проблемы. Результаты, представленные здесь, нельзя считать исчерпывающими. Они, скорее, подтверждают необходимость расширенного исследования в будущем.

Сравнение уровней концентрации вредных веществ, обнаруженных в пробах, с существующими законодательными нормативами также имеет свои ограничения. Каждая из таких правовых норм была определена различным путем и для разных целей. В дополнение следует отметить, что не существует законодательных нормативов для некоторых загрязнителей, а какие-то из использованных нами нормативов или уровней суточного потребления могут быть устаревшими. Оценка потенциального риска для людей и окружающей среды не может быть проведена только на основе сравнения результатов с существующими правовыми нормами, так как решающее значение имеет проведение обширного анализа рисков на основе достаточного количества проб и подробного описания состояния изучаемой территории и критических компонентов, которым угрожают оцениваемые риски. Мы попытались провести первичную базовую оценку риска для здоровья человека, выраженную как ежедневное потребление некоторых ключевых загрязнителей, чтобы дать, по крайней мере, основу для понимания уровня воздействия на человека различных загрязнителей. Следует отметить также, что к нашему удивлению, мы не нашли достаточного количества данных о концентрации ПАУ в окружающей среде Казахстана.

Мы считаем, что в любом случае, наиболее важным является необходимость безотлагательно начать решение проблемы загрязнения ПХД и цинком в Мангистауской области.



## 7. Фотографическое приложение



Вверху: Кумыс и шубат – бутылированное кобылье и верблюжье молоко продается в супермаркетах. Тем не менее, многие люди покупают свежее молоко прямо от фермеров, где не проверяют его возможное загрязнение.  
Внизу: Верблюды в Курые питаются отходами из открытых мусорных контейнеров.



*Вверху: Старый городской полигон отходов в Актау не был утилизирован и даже не огорожен. Внизу: Кошкар Ата, хвостохранилище завода на переработку урана в Актау открыто доступен для домашних животных. Они сюда приходят из-за отсутствия воды в окружающей полупустынье.*



*Вверху: Зброшенны завод па перапрацоўцы ўрана ва Актаў да сых пар прадстаўляе ўгрозу для апраўжаючай срады.  
Внізу: Малуу Оймашу ва Актаў, сільна загразненае озеро, апраўжаюць жылыя дома.*



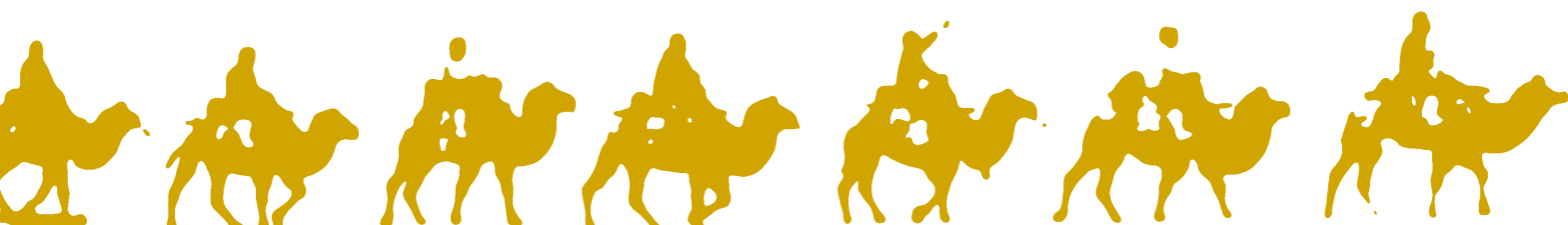


*Вверху: Семейная верблюжья ферма в степи.  
Внизу: Отбор проб верблюжьего молока.*

## 8. ИСТОЧНИКИ

- Akhmetov, E. Z., K. K. Kadyrzhanov, K. A. Kuterbekov, M. Dotri, D. S. Eleukenov and K. B. Musabekov (1999). About ecological situation of Koshkar-Ata tailing pond seashore and possibilities for long-term ground immobilization under water and wind erosion. 2-nd International conference on nuclear and radiation physics. (II Mezhdunarodnaya konferetsiya po yadernoj i raditsionnoj fizike). Almaty, Kazakhstan; 7-10 Jun 1999, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan); National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan); Institute of Nuclear Physics (Kazakhstan).
- Amirova, Z. and I. Shahtamirov (2011). "Dioxins and PCBs in meat and milk from Russian regions and in imported products from Germany during the dioxin incident." *Organohalog Compd* 73: 25-28.
- Andre, F., P. Marchand, A. Venisseau, A. Brosseaud, G. Matayron, A. Laplanche and B. Le Bizec (2004). "Study of PCDD/Fs, dioxin-like and markers PCBs levels in cow's milks collected in farms in the neighbourhood of municipal solid waste incinerators." *Organohalogen Compounds* 66(2004): 1916-1922.
- 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.
- Arnika – Toxics and Waste Programme (2016). Brief Review of Potential Technologies for Addressing the Issue of Obsolete Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and PCB Wastes in Kazakhstan. Prague – Karaganda: 12.
- Arnika, AWHHE, CINEST and EcoMuseum (2015). Contaminated sites and their management. Case studies: Kazakhstan and Armenia. Prague-Karaganda, Arnika – Toxics and Waste Programme.
- Arnika, CINEST and EcoMuseum (2015). Места, загрязненные токсичными веществами в Центральном и Восточном Казахстане. Prague-Karaganda, Arnika – Toxics and Waste Programme.
- Arnika, EcoMuseum and CINEST (2015). Toxic Hot Spots in Kazakhstan. Monitoring Reports. Prague-Karaganda, Arnika – Toxics and Waste Programme.
- Astanina, L. (2006). PCB Contamination in East Kazakhstan Oblast and other Regions of the Republic of Kazakhstan: Territory – Monitoring and Inventories of PCBs Sources as Options to Address the Problem. IPEP report. Almaty, Green Women: 14.
- 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.
- Baars, A. J., M. I. Bakker, R. A. Baumann, P. E. Boon, J. I. Freijer, L. A. P. Hoogenboom, R. Hoogerbrugge, J. D. van Klaveren, A. K. D. Liem, W. A. Traag and J. de Vries (2004). "Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Netherlands." *Toxicology Letters* 151(1): 51-61.
- Bell, L. (2015). Identification and Management of mercury, PCB and dioxin contaminated sites in Kazakhstan: A Collective Impact approach to civil society engagement. Contaminated sites and their management. Case studies: Kazakhstan and Armenia. J. Petrlik (editor). Prague-Karaganda, Arnika – Toxics and Waste Programme.
- BiPRO (2004). Dioxins & PCBs: Environmental Levels and Human Exposure in Candidate Countries Reference: ENV.C.2/SER/2002/0085 Final Report.
- Braga, A. M. C. B., T. Krauss, C. R. Reis dos Santos and P. Mesquita de Souza (2002). "PCDD/F-contamination in a hexachlorocyclohexane waste site in Rio de Janeiro, Brazil." *Chemosphere* 46(9-10): 1329-1333.
- 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.
- Cerkvenik, V., D. Z. Doganoc and J. Jan (2000). "Evidence of some trace elements, organochlorine pesticides and PCBs in Slovenian cow's milk." *Food Technology and Biotechnology* 38(2): 155-160.

- Concannon, C. (2014). *Dioxin Levels in the Irish Environment: Tenth Assessment (Summer 2012). Based on Levels in Cows Milk*. Dublin: 48.
- Costera, A., C. Feidt, P. Marchand, B. L. Bizec and G. Rychen (2006). "PCDD/F and PCB transfer to milk in goats exposed to a long-term intake of contaminated hay." *Chemosphere* 64(4): 650-657.
- Costner, P., D. Luscombe and M. Simpson (1998). *Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants*, Greenpeace: 45.
- De Fre, R. and M. Wevers (1998). "Measurements of dioxins in deposition and in cow's milk in Belgium." *Organohalogen Compd* 38(1998): 113-116.
- de Mora, S., M. R. Sheikholeslami, E. Wyse, S. Azemard and R. Cassi (2004). "An assessment of metal contamination in coastal sediments of the Caspian Sea." *Marine Pollution Bulletin* 48(1-2): 61-77.
- Diacono, E., B. Faye, A. Meldebekova and G. Konuspayeva (2008). *Plant, Water and Milk Pollution in Kazakhstan. Impact of Pollution on Animal Products*. B. Faye and Y. Sinyavskiy. Dordrecht, Springer Netherlands: 107-116.
- Diletti, G., R. Ceci, A. Conte, A. De Benedictis, G. Migliorati and G. Scortichini (2008). *Milk contamination from dioxins in Italy: Source identification and intervention strategies*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment, 25-27 April 2007. Istanbul, Turkey, Springer in cooperation with NATO Public Diplomacy Division. Series C: Environmental Security: 301-314.
- Durand, B., B. Dufour, D. Fraisse, S. Defour, K. Duhem and K. Le-Barillec (2008). "Levels of PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs in raw cow's milk collected in France in 2006." *Chemosphere* 70(4): 689-693.
- Esposito, M., S. Cavallo, F. Serpe, R. D'Ambrosio, P. Gallo, G. Colarusso, R. Pellicanò, L. Baldi, A. Guarino and L. Serpe (2009). "Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in cow's milk collected in Campania, Italy." *Chemosphere* 77(9): 1212-1216.
- 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 Food Safety Authority (2010). "Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed -Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)." *EFSA Journal* 8(3): 35.
- European Food Safety Authority (2012). "Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed." *EFSA Journal* 10(7): 82.
- Faye, B., M. Bengoumi, S. Messad and Y. Chilliard (2001). "Fat storage and adipocyte patterns in camel: A tool for management of reproduction." *Adv. Repr* 5(3): 10c.
- GreenFacts. (2016, 30-06-2016). "Overview: Levels of human exposure to PCBs (from environmental sources)\* and Tolerable Daily Intake (TDI) " Retrieved 20-07-2016.
- Grova, N., C. Feidt, C. Crépineau, C. Laurent, P. E. Lafargue, A. Hachimi and G. Rychen (2002). "Detection of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Levels in Milk Collected Near Potential Contamination Sources." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(16): 4640-4642.
- Grova, N., C. Laurent, C. Feidt, G. Rychen, F. Laurent and E. Lichtfouse (2000). "Gas chromatography-mass spectrometry study of polycyclic aromatic hydrocarbons in grass and milk from urban and rural farms." *European Journal of Mass Spectrometry* 6(5): 457-460.
- Grova, N., G. Rychen, F. Monteau, B. Le Bizec and C. Feidt (2006). "Effect of oral exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons on goat's milk contamination." *Agronomy for sustainable development* 26(3): 195.



- Haffield Consultants. (2008). "Non-Carcinogen Tolerable Daily Intake (TDI) Values from Health Canada." Retrieved 03-08-2016, from [http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI\\_HealthCanada.aspx](http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx).
- Haffield Consultants. (2008 a). "Non-Carcinogen Tolerable Daily Intake (TDI) Values from US EPA." Retrieved 03-08-2016, from [http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI\\_USEPA.aspx](http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_USEPA.aspx).
- Hamm, S., J. Fuchs, M. Post, R. Grümping and A. Maulshagen (2001). "Levels of polychlorinated dibenzo(p) dioxins, dibenzofurans and dioxin-like PCBs in Irish cow's milk." *Organohalogen Compd* 51(2001): 306-309.
- Hooper, K., T. Chuvakova, G. Kazbekova, D. Hayward, A. Tulenova, M. Petreas, T. Wade, K. Benedict, Y. Cheng and J. Grassman (1999). "Analysis of breast milk to assess exposure to chlorinated contaminants in Kazakhstan: sources of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) exposures in an agricultural region of southern Kazakhstan." *Environ Health Perspect* 107(6): 447-457.
- Hsu, M.-S., S.-Y. Chen, C.-Y. Liao and Y.-C. Ling (2005). "Temporal trends and seasonal variation of PCDD/F levels in cow's milk in Taiwan." *Organohalogen Compounds* 67(2005): 1390-1392.
- Husain, A., B. Gevao, B. Dashti, A. Brouwer, P. A. Behnisch, M. Al-Wadi and M. Al-Foudari (2014). "Screening for PCDD/Fs and dl-PCBs in local and imported food and feed products available across the State of Kuwait and assessment of dietary intake." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 100(0): 27-31.
- IPEN Dioxin PCBs and Waste Working Group (2010). *Solutions for the Destruction of POPs Wastes. IPEN – Dioxin, PCB and Waste WG Fact-sheet*. Prague, IPEN Dioxin, PCBs and Waste Working Group: 6.
- Iwegbue, C. M. A. and F. I. Bassey (2013). "Concentrations and health hazards of polycyclic aromatic hydrocarbons in selected commercial brands of milk." *Journal of Food Measurement and Characterization* 7(4): 177-184.
- Jurjanz, S., G. Rychen and C. Feidt (2008). *Dairy livestock exposure to persistent organic pollutants and their transfer to milk: A review. Dairy Livestock Exposure to Persistent Organic Pollutants and Their Transfer to Milk: A Review NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*.
- Kadyrzhанov, K., K. 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*.
- Kajiwara, N., S. Niimi, M. Watanabe, Y. Ito, S. Takahashi, S. Tanabe, L. S. Khuraskin and N. Miyazaki (2002). "Organochlorine and organotin compounds in Caspian seals (*Phoca caspica*) collected during an unusual mortality event in the Caspian Sea in 2000." *Environmental Pollution* 117(3): 391-402.
- Kajiwara, N., M. Watanabe, S. Wilson, T. Eybatov, I. V. Mitrofanov, D. G. Aubrey, L. S. Khuraskin, N. Miyazaki and S. Tanabe (2008). "Persistent organic pollutants (POPs) in Caspian seals of unusual mortality event during 2000 and 2001." *Environmental Pollution* 152(2): 431-442.
- Kazakhstan Today (2013). *Вблизи Актау под открытым небом хранится 100 тыс. тонн химических отходов (12.11.2013)*. Kazakhstan Today. [https://www.kt.kz/rus/ecology/vblizi\\_aktaiu\\_pod\\_otkritim\\_nebom\\_hranitsja\\_100\\_tis\\_tonn\\_himicheskikh\\_othodov\\_1153580111.html](https://www.kt.kz/rus/ecology/vblizi_aktaiu_pod_otkritim_nebom_hranitsja_100_tis_tonn_himicheskikh_othodov_1153580111.html).
- 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>.
- Konuspayeva, G., B. Faye, E. De Pauw and J. F. Focant (2011). "Levels of PCDD/Fs and PCBs in camel milk (*Camelus bactrianus* and *Camelus dromedarius*) from Kazakhstan." *Organohalogen Compd* 73: 468-471.
- Konuspayeva, G., B. Faye, E. De Pauw and J. F. Focant (2011 a). "Levels and trends of PCDD/Fs and PCBs in camel milk (*Camelus bactrianus* and *Camelus dromedarius*) from Kazakhstan." *Chemosphere* 85(3): 351-360.

- Konuspayeva, G., B. Faye, G. Loiseau, E. Diacono and S. Akhmetsadykova (2009). "Pollution of camel milk by heavy metals in Kazakhstan." *The Open Environmental Pollution & Toxicology Journal* 2: 112-118.
- Konuspayeva, G., S. Jurjanz, G. Loiseau, V. Barci, S. Akhmetsadykova, A. A. Meldebekova and B. Faye (2011). "Contamination of camel milk (heavy metals, organic pollutants and radionuclides) in Kazakhstan." *Journal of Environmental Protection* 2(01): 90.
- Kuiken, T., S. Kennedy, T. Barrett, M. W. G. Van de Bildt, F. H. Borgsteede, S. D. Brew, G. A. Codd, C. Duck, R. Deaville, T. Eybatov, M. A. Forsyth, G. Foster, P. D. Jepson, A. Kydyrmanov, I. Mitrofanov, C. J. Ward, S. Wilson and A. D. M. E. Osterhaus (2006). "The 2000 Canine Distemper Epidemic in Caspian Seals (*Phoca caspica*): Pathology and Analysis of Contributory Factors." *Veterinary Pathology Online* 43(3): 321-338.
- Lapole, D., G. Rychen, N. Grova, F. Monteau, B. Le Bizec and C. Feidt (2007). "Milk and Urine Excretion of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Hydroxylated Metabolites After a Single Oral Administration in Ruminants." *Journal of Dairy Science* 90(6): 2624-2629.
- Liem, A. K. D., R. Hoogerbrugge, P. R. Kootstra, E. G. van der Velde, A. P. J. M. de Jong, J. A. Marsman, A. C. den Boer, R. S. den Hartog, G. S. Groenemeijer and H. A. van 't Klooster (1990). "Levels and patterns of dioxins in cow's milk in the vicinity of municipal waste incinerators and a metal reclamation plant in the Netherlands." *Organohalogen Compounds* 1(1990): 567-570.
- Loutfy, N., M. Fuerhacker, P. Tundo, S. Raccanelli, A. El Dien and M. Ahmed (2006). "Dietary intake of dioxins and dioxin-like PCBs, due to the consumption of dairy products, fish/seafood and meat from Ismailia city, Egypt." *Science of The Total Environment* 370(1): 1-8.
- Malisch, R. and A. Kotz (2014). "Dioxins and PCBs in feed and food — Review from European perspective." *Science of The Total Environment* 491-492(0): 2-10.
- Martorell, I., G. Perelló, R. Martí-Cid, V. Castell, J. M. Llobet and J. L. Domingo (2010). "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: Temporal trend." *Environment International* 36(5): 424-432.
- McLachlan, M. S. (1993). "Mass balance of polychlorinated biphenyls and other organochlorine compounds in a lactating cow." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41(3): 474-480.
- McLachlan, M. S. (1996). "Bioaccumulation of Hydrophobic Chemicals in Agricultural Food Chains." *Environmental Science & Technology* 30(1): 252-259.
- McLachlan, M. S. and W. Richter (1998). "Uptake and Transfer of PCDD/Fs by Cattle Fed Naturally Contaminated Feedstuffs and Feed Contaminated as a Result of Sewage Sludge Application. 1. Lactating Cows." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(3): 1166-1172.
- Meldebekova, A., G. Konuspayeva, E. Diacono and B. Faye (2008). *Heavy Metals and Trace Elements Content in Camel Milk and Shubat from Kazakhstan. Impact of Pollution on Animal Products*. B. Faye and Y. Sinyavskiy. Dordrecht, Springer Netherlands: 117-123.
- Mocanu, G. D., O. V. Nistor, E. Botez, D. G. Andronoiu and V. M. Macovei (2012). "Trace Elements and Organochlorine Pesticides in Raw Milk from South Eastern Regions of Romania." *Journal of Food Science and Engineering* 2(3): 143-148.
- Muntean, N., M. Jermini, I. Small, D. Falzon, P. Furst, G. Migliorati, G. Scortichini, A. F. Forti, E. Anklam, C. von Holst, B. Niyazmatov, S. Bahkridinov, R. Aertgeerts, R. Bertollini, C. Tirado and A. Kolb (2003). "Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the Republic of Karakalpakstan of Uzbekistan." *Environ Health Perspect* 111(10): 1306-1311.
- Novikov, V., O. Simonett, A. Kirby, G. Hughes, M. Beilstein and E. Bournay (2013). *Waste and Chemicals in Central Asia – A Visual Synthesis*. Zoi Environment Network, Geneva: 116.
- Nurseitova, M., K. G., B. Faye, G. Rychen, B. Kenesov, C. Feidt and S. Jurjanz (2014). "Transfer of indicator PCBs in dairy camels in Kazakhstan." *Organohalog Compd* 76(2014): 1612-1615.



- Nurseitova, M., G. Konuspayeva and S. Jurjanz (2014). "Comparison of dairy performances between dromedaries, bactrian and crossbred camels in the conditions of South Kazakhstan." *Emir. J. Food Agric* 26(4): 366-370.
- Nurseitova, M., G. Konuspayeva, Z. Toregoshina, B. Faye and S. Jurjanz (2016). "Impact of some environmental pollutants on the livestock products in Kazakhstan. (Қазақстандағы кейбір қоршаған орта ластағыштарының мал шаруашылығы өнімдеріне әсері. Воздействие некоторых загрязнителей окружающей среды на продукты животноводства в Республике Казахстан)." *kaznu Bulletin. Ecology series.* (Вестник КазНУ Серия Экологическая) 38(2/2): 269-274.
- O'Connell, J. and W. Meaney (1997). "Short term fate of heavy metals trace elements, naphthalene and polychlorinated biphenyls in lactating cows fed newspaper." *Irish Veterinary Journal* 50(3): 171-173.
- Ounnas, F., C. Feidt, H. Toussaint, P. Marchand, B. L. Bizec, G. Rychen and S. Jurjanz (2010). "Polychlorinated Biphenyl and Low Polybrominated Diphenyl Ether Transfer to Milk in Lactating Goats Chronically Exposed to Contaminated Soil." *Environmental Science & Technology* 44(7): 2682-2688.
- Perugini, M., E. G. H. Nuñez, L. Baldi, M. Esposito, F. P. Serpe and M. Amorena (2012). "Predicting dioxin-like PCBs soil contamination levels using milk of grazing animal as indicator." *Chemosphere* 89(8): 964-969.
- Petrлік, J., D. Kalmykov and P. Behnisch (2015). Persistent Organic Pollutants (POPs) in free range chicken eggs from hot spots in Central Kazakhstan. 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.
- Pietrzak-Fiećko, R., M. Gałgowska, S. Bakuła and B. Felkner-Poźniakowska (2014). Chlorinated hydrocarbons residues in milk fat of selected farm animals from the north-eastern part of Poland. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy.* 58: 71-75.
- 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.
- Republic of Kazakhstan and Ministry of Environmental Protection. (2003). "Caspian Environmental Programme. National Action Programme on Enhancement of the Environment of the Caspian Sea – 2003-2012. (Draft)." Retrieved 01-08-2016, from <http://projects.inweh.unu.edu/inweh/display.php?ID=3052>.
- Riss, A., H. Hagenmaier, U. Weberuss, C. Schlatter and R. Wacker (1990). "Comparison of PCDD/PCDF levels in soil, grass, cow's milk, human blood and spruce needles in an area of PCDD/PCDF contamination through emissions from a metal reclamation plant." *Chemosphere* 21(12): 1451-1456.
- Rychen, G., C. Duoulombier-Crépineau, N. Grova, S. Jurjanz and C. Feidt (2005). "Modalités et risques de transfert des polluants organiques persistants vers le lait." *Productions animales – Paris Institut National de la Recherche Agronomique* 18(5): 355-366.
- Rychen, G., S. Jurjanz, H. Toussaint and C. Feidt (2008). "Dairy ruminant exposure to persistent organic pollutants and excretion to milk." *animal* 2(02): 312-323.
- Schaum, J., L. Schuda, C. Wu, R. Sears, J. Ferrario and K. Andrews (2003). "A national survey of persistent, bioaccumulative, and toxic (PBT) pollutants in the United States milk supply." *J Expo Anal Environ Epidemiol* 13(3): 177-186.
- Schechter, A., O. Pöpke, K.-C. Tung, D. Staskal and L. Birnbaum (2004). "Polybrominated Diphenyl Ethers Contamination of United States Food." *Environmental Science & Technology* 38(20): 5306-5311.
- Schmid, P., E. Gujer, M. Zennegg and C. Studer (2003). "Temporal and local trends of PCDD/F levels in cow's milk in Switzerland." *Chemosphere* 53(2): 129-136.
- Schulz, A., T. Wiesmuller, H. Appuhn, D. Stehr, K. Severin, D. Landmann and J. Kamphues (2005). "Dioxin concentration in milk and tissues of cows and sheep related to feed and soil contamination." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89(3-6): 72-78.

- 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.
- Storelli, M. M., C. Scarano, C. Spanu, E. P. L. De Santis, V. P. Busco, A. Storelli and G. O. Marcotrigiano (2012). "Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in sheep milk from an industrialised area of Sardinia, Italy." *Food and Chemical Toxicology* 50(5): 1413-1417.
- 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.
- Taioli, E., R. Marabelli, G. Scortichini, G. Migliorati, P. Pedotti, A. Cigliano and V. Caporale (2005). "Human exposure to dioxins through diet in Italy." *Chemosphere* 61(11): 1672-1676.
- Thanner, G. and W. Moche (2004). "PCDD/F and PCB levels in Austrian Cow's Milk." *Organohalogen Compounds* 66(2004): 2076-2079.
- Theelen, R. M. C., A. K. D. Liem, W. Slob and J. H. Van Wijnen (1993). "Intake of 2,3,7,8 chlorine substituted dioxins, furans, and planar PCBs from food in the Netherlands: Median and distribution." *Chemosphere* 27(9): 1625-1635.
- Thomas, G. O., A. J. Sweetman and K. C. Jones (1999). "Metabolism and body-burden of PCBs in lactating dairy cows." *Chemosphere* 39(9): 1533-1544.
- UNDP and Government of Kazakhstan (2010). Design and Execution of a Comprehensive PCB Management Plan for Kazakhstan. UNDP Project Document. Project ID 00071180.: 56.
- UNECE (2000). Environmental Performance Reviews: Kazakhstan. Environmental Performance Reviews Series No. 8. New York and Geneva, United Nations: 242.
- UNEP – EG BAT/BEP (2006). Annex II: Response to the request by the Conference of the Parties to the Basel Convention at its seventh meeting. Report of the second meeting of the Expert Group on Best Available Techniques and Best Environmental Practices. Geneva.
- 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 Leeuwen, F. X. R., M. Feeley, D. Schrenk, J. Larsen, W. Farland and M. Younes (2000). "Dioxins: WHO's tolerable daily intake (TDI) revisited." *Chemosphere* 40(9-11): 1095-1101.
- Veverka, Z., L. Čtvrtníčková, L. Kašparová, L. Ládyš, J. Prokop, L. Ševčíková and L. Žitný (2004). Projekt Spolana – dioxiny. Odstranění starých ekologických zátěží. Dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA report). Praha, BCD CZ, a.s.: 125.
- Vijgen, J. and R. McDowall (2008). Gas-Phase Chemical Reduction (GPCR). Provisional POPs Technology Specification and Data Sheets for the Secretariat of the Basel Convention. IHPA. Amsterdam, IHPA.
- WHO and IPCS (2003). Concise International Chemical Assessment Document 55: Polychlorinated biphenyls: Human Health Aspects., World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety.
- Wikipedia. (2015, 04-04-2015). "Mangistau." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Mangistau>.
- Wikipedia. (2015, 22-02-2015). "Баянды (Мангистауская область)." Retrieved 31-07-2016, 2015, from [https://ru.wikipedia.org/wiki/Баянды\\_\(Мангистауская\\_область\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Баянды_(Мангистауская_область)).



- Wikipedia. (2015, 08-09-2015). "Таушық." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Таушық>.
- Wikipedia. (2015, 17-05-2015). "Таушық." Retrieved 31-07-2016, 2015, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/Таушық>.
- Wikipedia. (2016, 22-02-2016). "Акшукур." Retrieved 31-07-2016, 2016, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Акшукур>.
- Wikipedia. (2016, 31-07-2016). "Құрық." Retrieved 02-08-2016, 2016, from <https://kk.wikipedia.org/wiki/Құрық>.
- Wikipedia. (2016, 30-03-2016). "Шетпе." Retrieved 31-07-2016, 2016, from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Шетпе>.
- Yamamoto, H. (2011, 28-06-2011). "Properties Estimation: logP, logKow: Octanol-water partition coefficient." 2016y.
- Zhanpeissova, G., K. Kuterbekov, S. Lukashenko, V. Glushchenko, K. Kadyrzhanov and G. 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.
- Химатчов, Р. (2016). "В одном векторе с защитой природы края, страны, планеты. ([https://azskmg.kz/upload/iblock/61d/22\\_.pdf](https://azskmg.kz/upload/iblock/61d/22_.pdf))." Новатор (Novator) 22: 4.



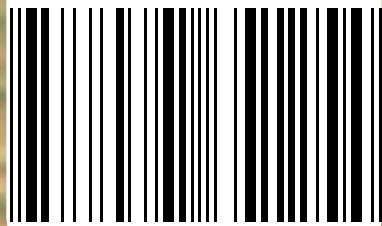
## Подобные публикации, доступные в Интернете:

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

<http://ecocitizens.kz/publications>



ISBN 978-80-87651-24-7



**Больше информации:**

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

**Русский, Казахский:** <http://ecocitizens.kz>

