

Диоксины: пугало или реальная угроза?

© 2009. В.С. Петросян, д.х.н., зав. лабораторией,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
e-mail: ecohealth@voxnet.ru

Приведены факты, обосновывающие высокую токсичность хлора и хлорорганических продуктов (пестициды, растворители, ПХБ, ПВХ и др.), получение, использование и утилизация которых приводят к появлению в окружающей среде ещё более токсичных диоксинов и фуранов. В мире идёт интенсивный процесс осознания идеи, что проблему диоксинов и фуранов практически невозможно решить без отказа от повсеместного использования хлора и его аналогов.

High toxicity of chlorine and chlorine-organic compounds (pesticides, solvents, PCB, PVC, etc.) is proved with the facts. Formation, use and utilization of these substances lead to appearing even more toxic dioxins and furans in the environment. All over the world it is being realized that the problem of dioxyns and furans is impossible to solve without overall rejection of chlorine and its analogues.

Ключевые слова: диоксины, фураны, хлорорганические пестициды, бытовые отходы, токсичность, загрязнение

В последние годы жители России достаточно часто слышат и читают о так называемых диоксинах, об их смертельной опасности для живых организмов вообще и для людей в частности. К сожалению, подавляющее большинство россиян не знает, о чём реально идёт разговор, что это за вещества, каково их происхождение и влияние на окружающую среду и на человека, как предохранить себя и своих близких от воздействия этих экотоксикантов. Такая ситуация объясняется тем, что практически во всех школах и вузах преподаватели не рассказывают о «диоксинах» школьникам и студентам по двум причинам: 1) эти вещества не входят в учебные программы по химии и другим предметам; 2) большинство преподавателей сами практически ничего не знают об этих токсикантах. На русском языке о «диоксинах» написано очень мало, что и стимулировало публикацию этой статьи.

Немного истории. Профессор Колледжа Королевы в Нью-Йоркском университете Барри Коммонер, которого слушатели Открытого Экологического университета при МГУ им. М.В. Ломоносова помнят по блестящим лекциям, прочитанным в 1990–1991 учебном году, считает, что историю диоксинов и фуранов нужно рассматривать начиная с 26 мая 1971 года, когда в небольшом американском городке Таймз Бич в штате Миссури для уменьшения пыли при скачках на грунт ипподрома раз-

брызгали примерно десять кубометров того, что считалось техническим маслом [1]. Через несколько дней ипподром был усеян трупами птиц, ещё через день заболели наездник и три лошади, а в течение июня умерло 29 лошадей, 11 кошек и 4 собаки. В августе того же года заболело ещё несколько взрослых и детей, после чего власти были вынуждены провести исследование, в результате которого были эвакуированы все жители Таймз Бич. Данное исследование привело к заключению, что причиной всех этих смертей и заболеваний явились диоксины и фураны, обнаруженные в грунте на ипподроме в концентрациях от 30 до 53 миллионных долей (м.д. или ppm). При этом было показано, что так называемое техническое масло оказалось химическими отходами производства 2,4,5-трихлорфенола, использовавшегося в качестве промежуточного продукта при производстве 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты. Препарат применялся во время войны во Вьетнаме в качестве дефолианта (гербицида, вызывающего опадание листьев), известного под торговой маркой 2,4,5-Т («Оранжевый реагент»). Можно предположить, что как 2,4,5-трихлорфенол, так и 2,4,5-Т могут (в первом случае с отщеплением двух молекул хлористого водорода, а во втором – двух молекул хлоруксусной кислоты) превращаться в 2,3,7,8-ТХДД, который вызвал смерти и заболевания в Таймз Бич.

В последующие годы, по мере накопления информации и выявления биологических

эффектов, а также исследования механизмов воздействия диоксинов и фуранов на живые организмы, события в Таймс Бич и другие «диоксиновые» инциденты стали привлекать всё большее внимание учёных и широкой общественности, в результате чего на сегодняшний день накоплено достаточно много данных о свойствах этих экотоксикантов.

Токсичность диоксинов и фуранов.

В результате событий в Таймс Бич уже к 1978 году было доказано, что питание мышей и крыс пищей, содержащей диоксины и фураны, приводит к более частым заболеваниям раком, чем животных, питавшихся пищей, не загрязнённой этими токсикантами. В 1985 году Агентство по охране окружающей среды США в результате проведённых экспериментов на животных и рассмотрения возможных механизмов индуцирования рака пришло к выводу, что предельно допустимая концентрация (ПДК) диоксинов и фуранов для взрослого человека составляет 320 триллионных частей грамма в день и что такая ежедневная доза приводит к риску возникновения рака с вероятностью один к миллиону в течение жизни.

Б. Коммонер ссылается в работе [1] на исследование вопроса о содержании диоксинов и фуранов в продуктах питания, потребляемых в США, проведённое Арнольдом Шектером. Основной вывод этого исследования: каждый американец получает ежедневно с пищей от 0,3 до 3,0 пкг/кг этих токсикантов, что увеличивает риск заболевания раком в течение жизни до вероятности 50 – 500 на миллион.

В 1994 году Агентство по охране окружающей среды США опубликовало фундаментальный четырёхтомный доклад [2], в котором резюмируется, что диоксины и фураны не только обладают канцерогенным эффектом и приводят к возникновению «хлоракне» (заболевание, выражающееся в появлении тяжёлой формы угрей, уродующих кожу), но и обуславливают разрушение эндокринных систем (особенно тех, которые связаны с половым развитием), оказывают вредное воздействие на критических стадиях развития эмбриона (в частности, поражение у плода нервной системы), вызывают развитие иммунодефицита (приводящее к возрастанию чувствительности к инфекционным заболеваниям).

А.В. Фокин и А.Ф. Коломиец в 1985 году опубликовали статью [3], в которой сопоставили два вида смертельных доз диоксинов и фуранов: минимальную летальную дозу MLD (характеризующую общую токсичность)

и половину полной летальной дозы LD₅₀ (при получении которой гибнет 50% исследуемых животных). Оказалось, что по общей токсичности (MLD, моль/кг) диоксины и фураны ($3,1 \times 10^{-9}$) превосходят самые сильные химические яды: кураре ($7,2 \times 10^{-7}$), стрихнин ($1,5 \times 10^{-6}$), цианистый натрий ($3,1 \times 10^{-4}$) и боевое отравляющее вещество диизопропилфторфосфат ($1,6 \times 10^{-5}$) и уступают лишь природным токсинам ботулизма ($3,3 \times 10^{-17}$) и дифтерии ($4,2 \times 10^{-12}$). Что же касается значений LD₅₀ (мг/кг), то они для диоксинов и фуранов изменяются следующим образом: 0,5 (куры), 0,3 (собаки), 0,1 (кошки и мыши), 0,05 (крысы) и 0,001 (морские свинки).

С.С. Юфит в своей работе [4] провёл примерный расчёт, основанный на предположении, что из 150 миллионов россиян около 100 миллионов содержат в себе диоксины и фураны, но что только 10% из них поражены ими в опасной степени. Если превышение заболеваемости и смертности в этой «референтной группе» над средним уровнем считать 20% и учесть, что смертность от рака в России в начале 90-х годов составляла примерно 200 человек на 100 тысяч населения, то получится, что в «референтной группе» от поражения диоксинами и фуранами умерло 4 000 человек. Сопоставление результатов этого расчёта с аналогичными американскими оценками показало, что в обеих странах ситуация примерно одинаковая (для США получается примерно 3 500 смертей в год). Что касается заболеваемости раком, то, учитывая российскую статистику начала 90-х годов (примерно 400 тысяч человек в год), мы приходим к выводу, что 5 000 из них заболело от диоксинов и фуранов. При этом у женщин из этой группы будет в 2 раза больше гинекологических заболеваний и осложнений беременности, в 3 раза больше выкидышей, в 4 раза больше мертворождённых детей, в 6 – 8 раз больше врождённых уродств и т. д., и т. п.

Международная шкала факторов токсичности. Качественный и количественный анализ смесей диоксинов и фуранов крайне сложен и требует специалистов высочайшей квалификации и очень дорогого оборудования. Анализы проводятся с помощью современных хроматомасс-спектрометров, производимых несколькими фирмами западных стран по цене в среднем 400 тысяч долларов, а один анализ образца воды, почвы, атмосферы или биоты на диоксины и фураны стоит около тысячи долларов. Узнав после проведения

такого анализа, какие конгенеры диоксинов и фуранов содержатся в интересующем вас объекте окружающей среды и сколько в этом объекте каждого из них, необходимо оценить суммарную токсичность идентифицированных веществ. Для этой цели решили использовать Международную шкалу факторов токсичности (ФТ), в которой каждый фактор – это значимый коэффициент, на который нужно умножить концентрацию найденного диоксина или фурана, чтобы получить эквивалент токсичности (ЭТ) для каждого из конгенов.

В книге американки Лоис Мари Гиббс [5], испытавшей вместе с детьми в своём доме под Нью-Йорком воздействие диоксинов и фуранов, содержащихся в сбросах отходов в проходившем неподалёку Канале Любви, есть, в том числе, и таблица, указывающая на содержание этих токсикантов в продаваемой в США говядине и удачно иллюстрирующая, как нужно пользоваться факторами и эквивалентами токсичности (табл. 1).

Из приведённых данных следует, что относительная токсичность 2,3,7,8-ТХДД принята за единицу, а все остальные конгенеры, обладая меньшей токсичностью, дают свой вклад в итоговую токсичность в зависимости от количества каждого из них в исследуемом образце. При этом общая токсичность выражается в единицах эквивалента токсичности.

Н.А. Клюев и др. опубликовали [6] данные по анализу диоксинов и фуранов в российской говядине (их содержание составляло от 1,69 до 5,97 нг/кг), из которых следует, что и в этом случае мясо было загрязнено существенно выше нормы (0,9 нг/кг.)

Допустимая суточная доза. Отметим, прежде всего, что в США эта доза равна 0,006 пкг на килограмм веса человека, тогда как в России она существенно выше (10 пкг/кг).

Российская ПДК для атмосферного воздуха – 0,5 пкг/м³. Норма загрязнения питьевой воды в нашей стране – 20 пкг/л, поэтому человек весом в 60 кг, при условии, что он потребляет три литра воды в день, может получить с водой лишь 10% диоксинов и фуранов от суточной нормы. В то же время расчёты [4] показывают, что при потреблении даже нежирной рыбы (с количеством жира до 5%), в которой количество диоксинов и фуранов может быть около 50 пкг/г жира [7], 500 граммов рыбы даст уже 1250 пкг токсикантов, что в два раза превышает допустимую суточную дозу.

Если же речь идёт, например, о любителях деликатесной байкальской голомянки, которая наполовину состоит из жира и, как показано в наших исследованиях [8, 9], легко биоаккумулирует хлорорганические экотоксиканты, то в этом случае имеют место существенно более высокие уровни накопления диоксинов и фуранов, а следовательно, и более серьёзные экотоксикологические эффекты.

С.С. Юфит [10], основываясь на экспериментальных данных, полученных в Башкортостане, Архангельской, Владимирской, Волгоградской и Нижегородской областях, по содержанию диоксинов и фуранов в грудном молоке российских женщин (в среднем 20 пкг/г жира при средней жирности около 3%), пришёл после соответствующих расчётов к выводу, что ребёнок весом 5 кг в день без ущерба для здоровья может выпивать только 100 мл молока. Этот печальный результат обусловлен экспериментально доказанным фактом, согласно которому во время лактации происходит экстракция диоксинов и фуранов из организма женщины и концентрирование их в грудном молоке. Оказывается, за весь период вскармливания женщина передаёт ребёнку до 40% содержащихся в ней диоксинов и фуранов. Отсюда и рекомендация

Таблица 1
Содержание и токсичность диоксинов и фуранов в американской говядине

Тип диоксина или фурана	Концентрация (нг/кг)	Фактор токсичности	Эквивалент токсичности (нг/кг)
2,3,7,8-ТХДД	0,019	1	0,019
1,2,3,7,8-ПХДД	0,062	0,5	0,031
2,3,4,7,8-ПХДФ	1,783	0,5	0,892
1,2,3,6,7,8-ГрХДФ	4,846	0,1	0,485
1,2,3,6,7,8-ГрХДД	0,496	0,1	0,050
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД	1,157	0,01	0,012
ИТОГО:			1,489

автора этих данных – если женщина решила завести ребёнка, то она должна сразу же отказаться от потребления жирной (молочной, мясной и рыбной) пищи и перейти на вегетарианскую диету (овощи, фрукты, бобовые, хлеб и орехи). Эта рекомендация базируется на расчётах американских специалистов, согласно которым жители США из поступаемых в организм с пищей 119 пкг диоксинов и фуранов в день получают: 49 пкг – с мясом, 41 пкг – с молочными продуктами, 13 пкг – с птицей, 8 пкг – с рыбой и 4 пкг – с яйцами. Американская оценка поступления в организм человека диоксинов и фуранов из воздуха и с пылью – 3,0 пкг/день. Что же касается питьевой воды, то в наших работах [11] показано, что в отличие от других хлорорганических экотоксикантов (моно- и полихлорзамещённых алканов, алкенов и бензолов, легко образующихся при хлорировании природной воды на станциях подготовки питьевой воды в результате взаимодействия молекулярного хлора с растворённым в природной воде гумусовым веществом), образование при этом диоксинов и фуранов в заметных количествах маловероятно.

О механизме токсического действия диоксинов и фуранов. Этот вопрос подробно обсуждался на конференции «Биологические основы оценки риска диоксинов и родственных соединений», проходившей в Нью-Йорке в 1990 году [1]. Основной вывод, сделанный в результате многодневных дискуссий, – наблюдаемые экотоксикологические эффекты обусловлены взаимодействием диоксинов и фуранов с белком, называемым Ah-рецептором, которое обеспечивает их влияние на синтез белков через генетическую систему клеток.

Основные источники диоксинов и фуранов в окружающей среде.

1. Химическая промышленность. Шведские химики Раппе и сотр. [12] уже десять лет назад провели интересный эксперимент, пропустив через очищенную воду газообразный хлор из баллона, и показали, что в этой воде имеются диоксины и фураны. Сделав предположение, что эти токсиканты содержатся в самом хлоре, Раппе с сотр. [13] изучили состав хлора, получаемого на химических предприятиях по известной реакции электролиза хлористого натрия в воде (1):



и показали, что содержание диоксинов и фуранов в хлоре, продаваемом в баллонах потребителям, достигает 650 нг/г. При этом было сделано предположение, что диоксины и фураны образуются в качестве примесей при взаимодействии являющегося основным продуктом данной реакции хлора с углеродом из электродов и кислородом воздуха. Однако, как показало недавнее исследование [14], замена графитовых электродов на титановые не привела к исчезновению в образующемся хлоре диоксинов и фуранов и, следовательно, нужны новые исследования для полного выяснения данного вопроса.

Выше уже отмечалось, что диоксины и фураны оказываются в объектах окружающей среды, например, в результате выбросов и сбросов с предприятий, производящих хлорорганические пестициды (2,4,5-Т и др.). Среди других промышленных методов получения хлорорганических продуктов, при осуществлении которых образуются диоксины и фураны, выделим следующие:

1) синтеза хлорбензолов и полихлорированных бифенилов (ПХБ), широко используемых в качестве жидких диэлектриков, смазочных веществ, высокотемпературных теплоносителей и гидравлических жидкостей;

2) производство растворителей ряда хлорзамещённых алканов, в частности, ди- и полихлорзамещённых этанов и этиленхлоргидрина);

3) производство хлорзамещённых полимеров, и прежде всего, поливинилхлорида (ПВХ).

Каждому из этих классов хлорорганических продуктов, получение и использование которых представляет собой реальную угрозу здоровью среды и населения, можно (и нужно) посвятить отдельные статьи (и даже книги), однако в рамках этой статьи мы вынуждены ограничиться лишь упоминанием этих классов соединений, с каждым из которых связано появление диоксинов и фуранов в окружающей среде.

В целом необходимо отметить, что многие высокотемпературные процессы, в которых принимают участие органические и неорганические соединения, в состав которых входят один или несколько атомов хлора (включая молекулярный хлор), могут давать в качестве побочных продуктов примеси диоксинов и фуранов, попадающих с выбросами или сбросами с промышленных предприятий в объекты окружающей среды.

Таблица 2

Количество мусоросжигательных заводов (МСЗ) и их доля в общей утилизации мусора в развитых странах

Страна	Число МСЗ	Доля сжигаемого мусора, %	Доля мусора, сжигаемого с получением энергии, %	Доля сжигаемых илов, %
Япония	1900	75	Почти всё	Неизвестно
Франция	170	42	67	20
США	168	16	Неизвестно	Неизвестно
Италия	94	18	21	11
Германия	47	35	Неизвестно	10
Дания	38	65	Почти всё	19
Великобритания	30	7	33	7
Швеция	23	55	86	0
Испания	22	6	61	Неизвестно
Канада	17	9	7	Неизвестно
Нидерланды	12	40	72	10

2. Целлюлозно-бумажная промышленность даёт несколько меньшее, но всё-таки значительное количество диоксинов и фуранов. Учитывая, что для отбеливания целлюлозы традиционно использовался либо сам хлор, либо его производные (оксид хлора, хлораты и гипохлориты), а при делигнификации древесины содержащий фенольные фрагменты лигнин (которого в древесине около 25%) взаимодействует с хлорными реагентами, поэтому образование диоксинов и фуранов (или, по крайней мере, их предшественников) становится весьма вероятным. Вокруг этого вопроса постоянно ведётся острая дискуссия, что наглядно иллюстрируется, например, последними публикациями в международном журнале «Химия и токсикология окружающей среды» [15,16], в которых представители различных правительственных органов США не соглашаются друг с другом по поводу оценки риска для биоты при загрязнении почв диоксинами и фуранами с предприятий данной отрасли.

3. Автомобильный транспорт, использующий топливо с добавками тетраэтилсвинца и 1,2-дихлорэтана, добавляемых, соответственно, для повышения антидетонационных свойств топлива и уменьшения отложения свинца внутри двигателя, стал новым источником выбросов диоксинов и фуранов. В отделении экологического контроля ВНИИ Природы госкомэкологии России недавно показано, что автомобили, работающие на таком топливе, на каждый километр пути выбрасывают в атмосферу около 12 пкг 2,3,7,8-ТХДД, т. е. примерно 500 пкг ЭТ/км. При этом в выхлопных газах кроме 2,3,7,8-ТХДД

содержатся в значительных количествах некоторые конгенеры ГкХДД, а также ОХДД и ОХДФ.

4. Мусоросжигательные заводы (МСЗ) в западных странах, где бытовые и промышленные отходы считалось проще сжечь, чем захоронить, стали основными источниками диоксинов и фуранов. В таблице 2 приведены данные, показывающие [17], что число таких заводов в этих странах разное и, соответственно, мусора они тоже сжигают разные количества, но проблема возникает везде одна и та же – загрязнение окружающей среды токсикантами более опасными, чем те, которые содержатся в сжигаемых отходах.

При анализе данных в табл. 2 на первый взгляд может удивить отсутствие взаимосвязи между числом МСЗ и общим процентом сжигаемого мусора. Однако если учесть, что разные МСЗ имеют различную мощность, то тогда всё становится на свои места. В этой статье мы не обсуждаем общие проблемы, связанные со строительством и функционированием МСЗ (это сделано весьма подробно в сборнике докладов [17] и недавней брошюре С.С. Юфита [18]), а лишь показываем на примере других стран, какие следует использовать пути минимизации загрязнения окружающей среды диоксинами и фуранами. В этом смысле для России показательны примеры двух стран: маленькой по размерам и числу жителей Голландии и сравнимыми с нами по населению и территории США.

Из табл. 2 следует, что в Голландии 12 МСЗ сжигали в 1990 году 40% всех отходов. При этом выбросы диоксинов и фуранов

составили 611 г ЭТ/год (0,00019 г ЭТ/тонну мусора), что составило 79% от всего количества этих токсикантов. После принятия в 1990 году новых государственных нормативов 4 из 12 МСЗ были закрыты, а 8 оставшихся были реконструированы таким образом, что они стали соответствовать этим нормативам. В результате в 1995 году количество диоксинов и фуранов, выброшенных МСЗ страны, составило 4 г ЭТ/год (0,000001 г ЭТ/тонну мусора), что уже не превышало 7% от суммарного выброса этих токсикантов.

Это сразу же сказалось на двух важнейших показателях, характеризующих ситуацию в стране [19]: 1) попадание диоксинов и фуранов с пищей уменьшилось с 127,3 пкг ЭТ/день в 1989 году до 69,6 пкг ЭТ/день в 1996 году; 2) на соответствующую величину уменьшилось и загрязнение диоксинами и фуранами грудного молока кормящих матерей, а именно: ежедневное поступление этих экотоксикантов в организмы детей с грудным молоком снизилось с 163 пкг ЭТ/кг веса ребёнка в 1989 году до 68 пкг ЭТ/кг веса ребёнка в 1996 году.

Что касается США, то, конечно же, в отличие от Голландии, в которой уже давно нет места для безопасного захоронения высокотоксичных отходов, у американцев (как и в России) такие места пока ещё имеются. Именно этим объясняются данные табл. 2, согласно которым в США в 90-х годах сжигалось только 16% промышленных и бытовых отходов, а основная их масса шла на строго регламентируемое захоронение. В последние годы, после того, как было показано [20], что МСЗ имеют чрезвычайно высокие уровни выбросов диоксинов и фуранов (от ~6000 нг/нм³ в Голландию и штате Мэриленд до ~43000 нг/нм³ в штате Вирджиния), они были остановлены (либо навсегда, либо на реконструкцию).

В России МСЗ пока не получили широкого распространения и нужно надеяться, что все, кто имеет отношение к утилизации отходов (работники коммунальных служб и органов охраны природы, инженеры и конструкторы, представители неправительственных экологических организаций), будут в высшей мере сознавать свою ответственность перед обществом, принимая те или иные решения по этой проблеме.

Заключение. Итак, не претендуя на полное изложение проблемы, мы надеемся, что читатель достаточно хорошо осознал,

что диоксины и фураны в объектах окружающей среды, включая живые организмы (и в том числе человека), представляют собой серьёзную опасность, не меньшую, а, возможно, и большую, чем радиоактивное загрязнение (тем более, что обнаруживать диоксины и фураны гораздо сложнее, чем радионуклиды). Эта реальная угроза человечеству уже нашла глубокое понимание в ряде развитых стран (прежде всего, в Нидерландах, США, Германии и Японии), в которых на федеральном уровне приняты обширные и стабильно финансируемые Программы исследований и практических мероприятий, направленные на выявление уровней загрязнения различных объектов окружающей среды диоксинами и фуранами и предотвращение дальнейших выбросов и сбросов этих экотоксикантов при различных видах хозяйственной деятельности. Выполнение этих Программ привело, например, к снижению в Нидерландах выбросов диоксинов и фуранов в атмосферу с 620 г ЭТ в 1988 году до 100 г ЭТ в 1995 году, а в Германии в 1990 году общие выбросы составили примерно 850 г ЭТ, а к 2000 году они уменьшатся до 8 (!!!) г ЭТ в год. В России выполнение Федеральной программы «Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов на 1996 – 1997 годы» явилось лишь первым шагом на пути решения этой важнейшей государственной проблемы, который пока не нашёл дальнейшего воплощения.

Тем временем в мире идёт интенсивный процесс осознания идеи, что проблему диоксинов и фуранов практически невозможно решить без отказа от повсеместного использования хлора и его аналогов. Эта идея, которую ещё несколько лет назад не воспринимали в принципе представители химической и других отраслей промышленности, а также транспорта, энергетики и сельского хозяйства, широко использующие хлор и хлорсодержащие продукты, в последнее время начинает получать поддержку в правительственных кругах развитых стран. Достаточно сказать, что вывод Международной Объединённой Комиссии США и Канады по решению проблемы загрязнения Великих озёр о том, что использование хлора и его соединений необходимо исключить из промышленных процессов, нашёл поддержку Президента США. Правительства европейских стран (Нидерланды, Швеция, Австрия, Германия, Швейцария, Дания, Норвегия, Испания), а также Австралии, Индонезии, Канады и Японии под-

держали отказ фирм от использования ПВХ для производства бутылок, упаковок и кабелей, для изготовления детских товаров и при строительстве общественных зданий. Крупнейшие автомобильные концерны «Вольво» и «СААБ» уже с 1997 года не используют ПВХ при производстве автомобилей. Для замены ПВХ многие лаборатории мира (в том числе и наша лаборатория в МГУ) ведут интенсивные исследования по нахождению новых условий получения полимерных материалов, не содержащих хлор и обладающих свойствами, позволяющими успешно использовать их вместо ПВХ.

Прежде чем сделать окончательный вывод, необходимо напомнить об уже состоявшемся «хлорорганическом» прецеденте, когда в 1948 году швейцарскому химику Паулю Мюллеру присудили Нобелевскую премию за хлорорганический инсектицид ДДТ, спасший в те годы миллионы людей от малярии, а в 1972 году, когда стало ясно, что ДДТ и его основной метаболит ДДЕ, накапливаясь в жировых тканях живых организмов, оказывают сильнейшие экотоксикологические эффекты на людей и животных, использование ДДТ в развитых странах было законодательно запрещено.

Таким образом, мы приходим к выводу, что сам высокотоксичный хлор и все токсичные хлорорганические продукты (пестициды, растворители, ПХБ, ПВХ и др.), получение, использование и утилизация которых приводит к появлению в окружающей среде ещё более токсичных диоксинов и фуранов, должны быть в максимально короткие сроки выведены из контакта с населением нашей страны.

Литература

1. Коммонер Б. Политическая история диоксинов. М.: «Два Мира», 1996.
2. Estimating exposure to dioxin-like compounds, US EPA, Washington DC. 1994.
3. Фокин А.В., Коломиец А.Ф. Диоксин – проблема научная или социальная. // Природа. М. 1985. № 3.
4. Юфит С.С. Диоксины: основные понятия и проблемы. М.: «Два Мира», 1996.

5. Gibbs L.M., Dying from dioxin: a citizens' guide to rebuilding our health and reclaiming democracy. South End Press, 1995.
6. Ключев Н.А. и др. // «Диоксины: экологические проблемы и методы анализа». Уфа. 1995.
7. Liem, A.K.D. Berg R.v.d, Bremmer H.J., Hesse J.M., Sloof W. (eds), Integrated criteria document for dioxins. Dutch national institute for public and environment protection. 1993.
8. Lebedev A.T., Poliakova O.V., Karakhanova N.K., Petrosyan V.S., Renzoni, The contamination of birds with organic pollutants in the Lake Baikal region // The Science of Total Environment. 1998. P. 153-162.
9. Петросян В.С. Химическое загрязнение и окружающая среда // Бюлл. Центра Экол. Политики. 1999. № 6. С. 16-18.
10. Юфит С.С. Право вскармливать грудью: в группе риска – младенцы // Зел. мир. 1999. № 3. С. 297.
11. Мошкарин Н.А., Бродский Е.С., Ключев Н.А., Лебедев А.Т., Петросян В.С. Возможность образования полихлорированных бифенилов, дибензофуранов и дибензодиоксинов при хлорировании воды // Токсикологический вестник. 1995. № 1. С. 42-45.
12. Rappe C.et al. // Chemosphere. V. 19. P. 1875-1880
13. Rappe C.et al., Levels, profile and pattern of PCDDs and PCDFs in samples related to the production and use of chlorine // Chemosphere. 1991. V. 23. P. 1629-1636.
14. Versar, Inc., Formation and sources of dioxin-like compounds; a background issue paper for USEPA, National Center for Environmental Assessment. Springfield, VA. 1996.
15. Meyn O., Zeeman M., Wise M., Keane S.E., Terrestrial wildlife risk assessment for TCDD in land-applied pulp and paper mill sludge // Environ. Toxicol. Chem. 1997. V. 16. P. 1789-1801.
16. Gillespie W.J., TCDD in land-applied pulp and paper mill sludge: a valid risk assessment? // Environ. Toxicol. Chem. 1999. V. 18. P. 109.
17. Waste Incineration and the Environment, R.E.Hester and R.M.Harrison (eds.), Royal Society of Chemistry, Manchester, Great Britain, 1994.
18. Юфит С.С. Мусоросжигательные заводы – помойка на небе. М.: «Два Мира», 1998.
19. Furst P., Wilmer K. //Dioxin-97. 1997. V. 33. P.116-121.