

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА»

Хизбуллин Ф.Ф., Короткова Л.Н.

ИСТОЧНИКИ ЭМИССИИ КСЕНОБИОТИКОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Учебное пособие

*Рекомендовано
учебно-методическим советом УГУЭС*

Уфа
2013

УДК 628.47:661.723-13(075.8)

ББК 20.18

Х 43

Рецензенты:

Мустафин С.К., д-р геолого-минералогических наук, эколог-аудитор,
профессор кафедры геологии и геоморфологии

Башкирского государственного университета, академик РАЕН

Туктарова И.О., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Охрана
окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»
Уфимского государственного университета экономики и сервиса

Хизбуллин Ф.Ф., Короткова Л.Н.

Х 43 Источники эмиссии ксенобиотиков в окружающую среду: Учеб.
пособие / Ф.Ф. Хизбуллин, Л.Н. Короткова. – Уфа: Уфимский государствен-
ный университет экономики и сервиса, 2013. – 124 с.

ISBN 978-5-88469-602-0

В учебном пособии даны определения диоксинов как суперэкоотоксикантов, рассматриваются физико-химические и токсические свойства диоксинов, методы определения диоксинов, источники и механизмы образования диоксинов в хлорорганическом синтезе, при производстве хлорфенолов и хлорированных олефиновых соединений. Кроме того, учебное пособие содержит анализ основных закономерностей процессов образования диоксинов при сжигании отходов, эмиссии диоксинов при уничтожении хлорсодержащих химических отходов, а также предложена организация эколого-аналитического мониторинга диоксинов для предприятий хлорорганического синтеза.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность, по профилю 280700.68 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов (магистранты).

ISBN 978-5-88469-602-0

© Хизбуллин Ф.Ф., Короткова Л.Н., 2013

© Уфимский государственный

университет экономики и сервиса, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

1. ДИОКСИНЫ КАК СУПЕРЭКОТОКСИКАНТЫ	6
1.1. О ТЕРМИНЕ "ДИОКСИН"	6
1.2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИОКСИНОВ	7
1.3. ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИОКСИНОВ	8
1.4. НОРМИРОВАНИЕ ДИОКСИНОВ	9
2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИОКСИНОВ	13
2.1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИОКСИНОВ	13
2.2. ПРОБОПОДГОТОВКА ПРИ АНАЛИЗЕ ДИОКСИНОВ	18
2.3. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКСТРАКТОВ ОТ СОПУТСТВУЮЩИХ СОЕДИНЕНИЙ	20
2.4. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВЫДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПХДД/Ф ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ	27
2.5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	30
3. ИСТОЧНИКИ И МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ДИОКСИНОВ В ХЛОРОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ	37
4. ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ ДИБЕНЗО- <i>p</i> -ДИОКСИНЫ И ДИБЕНЗОФУРАНЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТАХ	39
5. ОБРАЗОВАНИЕ ДИОКСИНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОРФЕНОЛОВ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ (НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ГЕРБИЦИДА АМИННОЙ СОЛИ 2,4-Д) И ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ ЭМИССИИ	44
5.1. ПРОИЗВОДСТВО ГЕРБИЦИДА "ЛУВАРАМ"	44
5.2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ ДИБЕНЗОПАРАДИОКСИНОВ И ДИБЕНЗОФУРАНОВ В ГЕРБИЦИДЕ "ЛУВАРАМ" И ТЕХНИЧЕСКОЙ 2,4-д КИСЛОТЕ	70
6. ОБРАЗОВАНИЕ ДИОКСИНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОРИРОВАННЫХ ОЛЕФИНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ВИНИЛХЛОРИДА) И ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ ЭМИССИИ	73
6.1. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	76
7. УТИЛИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ – ПУТЬ К ОБРАЗОВАНИЮ ДИОКСИНОВ	78
7.1. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПХДД/ПХДФ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ	78
7.2. ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПЕЧЕЙ СЖИГАНИЯ ОТ ДИОКСИНОВ	86

8. ЭМИССИЯ ДИОКСИНОВ ПРИ УНИЧТОЖЕНИИ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	89
8.1. ОБРАЗОВАНИЕ ДИОКСИНОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ КУБОВЫХ ОСТАТКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕРБИЦИДА 2,4-Д	89
8.2. ОБРАЗОВАНИЕ ДИОКСИНОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ВИНИЛХЛОРИДА	89
8.3. ОЧИСТКА ОТ ПХДД/Ф СТОЧНЫХ ВОД ПЕЧИ СЖИГАНИЯ	94
8.4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПХДД/Ф ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	97
8.5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	100
9. СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛОРОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА КАК ИСТОЧНИК ЭМИССИИ ПХДД/ПХДФ	102
9.1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ ДИОКСИНАМИ В ПРОЦЕССЕ ХЛОРИРОВАНИЯ	102
9.2. ПРОЦЕСС ХЛОРИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД КАК ИСТОЧНИК ОБРАЗОВАНИЯ 2,3,7,8-ТХДФ	104
9.3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	105
9.4. СПОСОБЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	108
9.5. ОСАДКИ СТОЧНЫХ ВОД КАК ИСТОЧНИК ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ ДИОКСИНАМИ	110
9.6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ПХДД/Ф В ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛОРОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В ПРОЦЕССЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ	113
9.7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	117
10. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДИОКСИНОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛОРОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА	124

ВВЕДЕНИЕ

В целях снижения загрязнения окружающей среды диоксинами Правительство Российской Федерации приняло федеральную целевую программу “Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов”. Одной из главных задач этой программы является проведение локального эколого-аналитического мониторинга и инвентаризация диоксиноподобных производств. В программе подчеркивалось, что при мониторинге диоксинов нельзя ограничиваться только констатацией факта загрязнения. Необходимо выявлять источники загрязнения, состав загрязняющих веществ, пути их попадания в окружающую среду.

Однако реализация этих целей в России в настоящее время сопряжена с большими трудностями и нерешенными проблемами:

- из-за отсутствия в России постоянного контроля за загрязнением окружающей среды диоксинами и диоксиноподобными веществами, имеет место неполнота, противоречивость и недостоверность информации по данной проблеме;

- сложность и высокая стоимость проведения измерений изомерного состава и массового содержания диоксинов, малое количество соответствующих лабораторий в России позволяет вести только выборочный контроль, поэтому инвентаризация даже наиболее опасных производств и технологий пока неосуществима;

- отечественные нормативы по диоксидам не полны и менее жестки, по сравнению с зарубежными; даже для самого токсичного 2,3,7,8-ТХДД не разработаны ПДК (ОБУВ) для всех сред воздействия;

- оценки ситуации по техногенным выбросам диоксинов, базируются не на регулярных, а на единичных измерениях, с часто недостаточно корректной экстраполяцией на сопредельные регионы, где измерения не проводились;

- использование расчетных методов для нормирования сбросов, выбросов и отходов затруднительно по причине недостаточности исследований и достоверной информации о свойствах, особенностях распределения ПХДД/ПХДФ в объектах окружающей среды.

ров). Всего в ряду ПХДД насчитывается 75 соединений. 135 соединений входит в ряд ПХДФ. Из них особо токсичными веществами считают 17 представителей, у которых четыре атома хлора расположены в латеральных (2,3,7,8) положениях трициклической системы: 7 в ряду ПХДД и 10 в ряду ПХДФ. Число изомерных тетрахлорзамещенных дибензо-*n*-диоксинов составляет 22, среди которых 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*n*-диоксин отличается наивысшей токсичностью. Число возможных тетразамещенных хлорпроизводных дибензофуранов равно 38.

Наиболее токсичен 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*p*-диоксин. Введение в молекулу еще одного атома хлора снижает токсичность вдвое, следующий атом хлора снижает токсичность еще в 5 раз. Остальные хлорзамещенные диоксины считаются нетоксичными.

1.2. Физико-химические свойства диоксинов

Полихлорированные дибензо-*n*-диоксины и дибензофураны – бесцветные кристаллические вещества с достаточно высокими точками плавления. Они практически не растворимы в воде (на уровне 10^{-12} – 10^{-6} г/л), но умеренно растворимы в органических растворителях (растворимость 2,3,7,8-ТХДД в *o*-дихлорбензоле – 1,4, бензоле – 0,57, хлороформе - 0,37, ацетоне - 0,11, *n*-октаноле - 0,05, метаноле - 0,01 г/л) [2-5].

Некоторые физико-химические свойства 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*n*-диоксина (2,3,7,8-ТХДД) и октахлордибензо-*n*-диоксина (ОХДД), 2,3,7,8-тетрахлорди-бензофурана (2,3,7,8-ТХДФ) и октахлордибензофурана (ОХДФ) как первых и последних представителей в рядах 2,3,7,8-замещенных ПХДД и ПХДФ приведены в табл. 1.1. Физико-химические свойства остальных 2,3,7,8-замещенных ПХДД и ПХДФ закономерно изменяются по мере увеличения числа атомов хлора в молекуле. Сведения о свойствах других ПХДД и ПХДФ имеются в работах [2, 3, 5].

Таблица 1.1

Физико-химические свойства 2,3,7,8-ТХДД и ОХДД, 2,3,7,8-ТХДФ и ОХДФ [3, 5, 11-16]

Соединение	$T_{пл.}, ^\circ C$	Растворимость в воде, нг/л	Коэффициент распределения <i>n</i> -октанол/вода lgK_{ow}	Давление пара, мм рт. ст.
2,3,7,8-ТХДД	305	7,9 [5] 1 9,3 [12] 200 [11]	7,02	$5,79 \cdot 10^{-3}$
ОХДД	332	0,00227 [13] 0,074 [5] 0,4 [14]	8,60	$1,19 \cdot 10^{-7}$
2,3,7,8-ТХДФ	228	419 [15]	6,53	$2,0 \cdot 10^{-6}$
ОХДФ	260	1,16 [15] 3000 [16]	13,37	$5,0 \cdot 10^{-10}$

Из химических свойств ПХДД и ПХДФ, важных для анализа, необходимо отметить их чрезвычайную стабильность в сильноокислых и щелочных растворах, а также высокую устойчивость к окислителям в некаталитических условиях [3, 6, 7]. Следует учитывать также их способность к нуклеофильному замещению и гидролизу в сильнощелочных спиртовых растворах при нагревании. Это может серьезно исказить данные анализа [8]. К числу важных для анализа свойств диоксинов относится также их высокая комплексообразующая способность. Присутствие в водной фазе ионов переходных металлов, поверхностно-активных веществ и других соединений, способных к комплексообразованию, способствует увеличению как общей, так и истинной растворимости диоксинов в воде [9]. Более подробно химические свойства диоксинов рассмотрены в работах [3, 10].

Среди других характеристик диоксинов необходимо отметить их термическую устойчивость, например эффективное разрушение 2,3,7,8-ТХДД происходит в диапазоне 1200-1400 °С через 4-7 секунд [17].

Следует указать также данные о пространственном строении диоксинов, по которым молекула 1,2,3,7,8,9-ГкХДД является неплоской (двугранный угол вокруг оси О–О составляет 4,8°), а молекулы 2,3,7,8-ТХДД и ОХДД являются практически планарными [18]. Планарность молекулы наряду с латеральным расположением атомов хлора и способностью к комплексообразованию определяет высокую токсичность вещества [19].

1.3. Токсические свойства диоксинов

Актуальность изучения и количественного определения соединений класса диоксинов обусловлена, прежде всего, данными токсикологических исследований на животных и анализом случаев их воздействия на людей (синтез в лабораторных условиях, производственные аварии, контакты с пестицидами на сельскохозяйственных работах и в период военных действий во Вьетнаме, инциденты Юшо в Японии и Ю-Ченг на Тайване, наблюдение за персоналом, занятым в производстве 2,4,5-трихлорфенола и его производных). Этим вопросам посвящен большой массив оригинальных статей, в том числе несколько достаточно подробных обзоров [20-23]. Наиболее токсичными представителями среди диоксинов, как указывалось выше, являются соединения с латеральным расположением атомов хлора – 2,3,7,8. Причем самая высокая токсичность по отношению к наиболее чувствительному виду животных – морским свинкам – выявлена у 2,3,7,8-ТХДД. Летальная доза LD50 для них составляет 0,6 мкг/кг. Наименее чувствительны к влиянию 2,3,7,8-ТХДД хомяки, для них этот показатель равен 5000 мкг/кг [20]. Токсичностью, близкой к токсичности 2,3,7,8-ТХДД, обладают 1,2,3,7,8-ПнХДД, 2,3,7,8-ТХДФ, 1,2,3,7,8- и 2,3,4,7,8-ПнХДФ [20,21]. Уменьшение или увеличение количества атомов хлора в молекулах ПХДД и ПХДФ сопровождается снижением токсичности вещества. Для полностью хлорированных соединений характерно почти полное отсутствие токсичности. Для человека, в отли-

чие от восприимчивых видов животных, не зафиксировано ни одного смертельного исхода, связанного с острой интоксикацией диоксинами. Поэтому острая токсичность этих соединений в настоящее время не рассматривается как критерий опасности для человека. Более важным в этом аспекте оказались вторичные (отсроченные) эффекты острого воздействия диоксинов на организм, а также малозаметные хронические низкодозовые воздействия и их последствия [21].

Многолетние исследования позволили выявить целый спектр токсического воздействия диоксинов на человека, включая канцерогенность, тератогенность, мутагенность, эмбриотоксичность, вредное влияние на репродуктивность, дерматологические эффекты, подавление иммунной системы, нарушение деятельности нервной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, печени и т.д. [22].

Механизм токсического действия ПХДД и ПХДФ до сих пор окончательно не установлен. Предлагается несколько гипотез, но ни одна из них не дает исчерпывающего объяснения многообразию токсических проявлений при интоксикации диоксинами [20]. Приоритетной из них является гипотеза «Ah-рецептора», дающая представление о действии диоксинов на молекулярном уровне. По этой гипотезе свое токсическое действие диоксины реализуют посредством специфического связывания с цитозольным Ah-рецептором с последующим включением его в структурную последовательность ДНК (ДНК-Ah-локус). Это вызывает образование и накопление определенных форм цитохрома P-450 (P-448, P-450 IA1 и P-450 IA2) - окислительных ферментов (гемопротенидов). Последние, как биокатализаторы, ускоряют процессы, приводящие к мутации, биодеградации и биотрансформации гормонов, витаминов, аминокислот и других жизненно важных структур, обеспечивающих нормальную физиологическую функцию всего организма [3,22].

1.4. Нормирование диоксинов

Опасность для здоровья человека представляют только конгенеры ПХДД и ПХДФ, содержащие атомы хлора в положениях 2,3,7,8. Остальные же хлорпроизводные, с учетом тех количеств, в которых они могут встречаться в анализируемых объектах, не представляют серьезной угрозы. Между тем одновременное присутствие диоксинов различной токсичности сильно осложняет оценку опасности смеси соединений для человека и окружающей среды. Поэтому для определения суммарной токсичности для каждого 2,3,7,8-замещенного соединения введены коэффициенты токсичности (КТ) относительно наиболее опасного 2,3,7,8-ТХДД, КТ которого принят за единицу. В зависимости от числа атомов хлора и их расположения в молекуле КТ диоксинов изменяется от нуля до единицы. Известно несколько систем КТ [3, 24-25], нашедших применение в разных странах, но наиболее популярными среди них стали: система КТ, рекомендованная Агентством по охране окружающей среды США (EPA US), система NORDIC, международная система КТ и система КТ, рекомендованная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) (табл. 1.2).

Система КТ позволяет приводить к единому токсическому эквиваленту, называемому диоксиновым эквивалентом (ДЭ), токсические характеристики любой смеси ПХДД и ПХДФ. ДЭ принято оценивать как сумму концентраций всех конгенов ПХДД и ПХДФ, умноженных на соответствующие КТ:

$$ДЭ = \sum C_i \times КТ_i$$

При этом ДЭ выступает как критерий токсичности пробы, который характеризует воздействие на организмы опасных ПХДД и ПХДФ, тогда как суммарная концентрация ПХДД и ПХДФ - собственно критерий уровня загрязнения пробы.

Таблица 1.2

Системы коэффициентов токсичности ПХДД и ПХДФ [3, 25]

Группа изомеров	Изомеры	Коэффициент токсичности			
		ЕРА США 1987г.	NORDIC 1988г.	Международная 1989г.	ВОЗ для млекопитающих 1998г.
ТХДД	2,3,7,8	1	1	1	1
	Остальные	0,01	0	0	0
ПнХДД	1,2,3,7,8	0,5	0,5	0,5	1
	Остальные	0,005	0	0	0
ГкХДД	1,2,3,4,7,8	0,04	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,6,7,8	0,04	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9	0,04	0,1	0,1	0,1
	Остальные	0,0004	0	0	0
ГпХДД	1,2,3,4,6,7,8	0,001	0,01	0,01	0,01
	Другой	0,00001	0	0	0
ОХДД		0	0,001	0,001	0,0001
ТХДФ	2,3,7,8	0,1	0,1	0,1	0,1
	Остальные	0,01	0	0	0
ПнХДФ	1,2,3,7,8	0,1	0,01	0,05	0,05
	2,3,4,7,8	0,1	0,5	0,5	0,5
	Остальные	0,001	0	0	0
ГкХДФ	1,2,3,4,7,8	0,01	0,1	0,1	од
	1,2,3,6,7,8	0,01	0,1	0,1	0,1
	2,3,4,6,7,8	0,01	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9	0,01	0,1	0,1	0,1
	Остальные	0,0001	0	0	0
ГпХДФ	1,2,3,4,6,7,8	0,001	0,01	0,01	0,01
	1234789	0,001	0,01	0,01	0,01
	Остальные	0,00001	0	0	0
ОХДФ		0	0,001	0,001	0,0001

В табл. 1.3 в расчете на ДЭ приведены гигиенические нормативы содержания диоксинов в различных объектах, принятые в разных странах.

В число контролируемых объектов не включены продукты и полупродукты химической промышленности, хотя выборочный контроль про-

дукции отдельных производств, проведенный в нашей стране в начале 90-х годов показал высокую их степень загрязненности диоксинами. Несмотря на то, в России до сих пор не разработаны гигиенические нормативы и регламенты применения диоксинсодержащих веществ, особенно сельскохозяйственного назначения. Между тем в ряде промышленно-развитых стран действуют строгие пределы для 17 токсичных ПХДД и ПХДФ в продукции, поступающей на рынок, и составляют в ДЭ от 1 до 10 мкг/кг [27].

Таблица 1.3

Предельно-допустимые концентрации или уровни диоксинов в природных объектах и пищевых продуктах [3,25]

Объект анализа	США	Германия	Италия	Нидерланды	Россия
Воздух (пг/м):					
атмосферный	0,02	-	0,04	-	0,5
рабочей зоны	0,13	-	0,12	-	-
Отходящие газы от мусоросжигающих заводов (нг/м ³)	-	0,1	-	0,1	-
Вода питьевая (пг/л)	0,013	0,01	0,05	-	20(1*)
Почва (нг/кг):					
Сельскохозяйственные угодья не используемая в сельском хозяйстве	0,1 1000	1,0 и.	5,0 -	4,0 -	0,33 -
Донные осадки (нг/л)	-	-	-	-	9,0
Пищевые продукты (нг/кг):					
молоко	-	5,0**	-	6,0**	5,2**
рыба	-	-	-	-	11,0(88,0*
мясо	-	-	-	-	0,9(3,3**)

Примечание: прочерк - норматив не установлен;

*- норматив установлен в Республике Башкортостан в 1994 г.;

** - в пересчете на жир

В ДЭ выражены также и допустимые дозы суточного поступления в организм человека. Так, норма в США составляет 0,006, Германии - 1, Нидерландах - 4, странах Северной Европы - 5, Италии, Канаде, России - 10 пг/кг массы тела человека в сутки [3]. Всемирная организация здравоохранения установила значение допустимой суточной дозы на уровне 10 пг/кг массы человека с перспективой снижения до 1-2 пг/кг массы [3].

Установленные низкие гигиенические нормативы диоксинов в природных объектах диктуют необходимость систематического контроля за всеми источниками их поступления в окружающую среду, в том числе и с химической продукцией. Для определения примесей диоксинов в промышленных химических продуктах требуются высокоселективные аналитические методы с низ-

ким пределом обнаружения.