



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT) de Dioxinas

Apellidos, nombre	Fernández Segovia, Isabel (isferse1@tal.upv.es) Fuentes López, Ana (anfuelo@upvnet.upv.es) García Martínez, Eva (evgarmar@tal.upv.es)
Departamento	Departamento de Tecnología de Alimentos
Centro	ETSIAMN - Universitat Politècnica de València



1 Resumen de las ideas clave

Las dioxinas y compuestos análogos (a partir de ahora "dioxinas") son altamente tóxicas, pero no todas presentan el mismo nivel de toxicidad. Para poder evaluar los riesgos a la exposición a mezclas de dioxinas es necesario disponer de un parámetro que, además de tener en cuenta la concentración de cada dioxina, tenga en cuenta la toxicidad de la misma. El parámetro que tiene en cuenta ambos aspectos es la "Concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT)". En este objeto de aprendizaje se va a describir cómo se puede calcular el parámetro EQT.

2 Objetivos

Con este artículo se pretende que el alumno sea capaz de:

- Interpretar los valores FET de dioxinas y compuestos análogos dados por la Organización Mundial de la Salud.
- Calcular los valores EQT de una mezcla de dioxinas y compuestos análogos.
- Interpretar la legislación relativa a niveles de dioxinas.

3 Introducción

Con el nombre de dioxinas se designa un grupo de compuestos organoclorados que abarca los siguientes compuestos:

- Policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDD): De los 75 congéneres teóricos de este grupo se considera que 7 son tóxicos.
- Policlorodibenzofuranos (PCDF): De los 135 congéneres teóricos de este grupo se considera que 10 son tóxicos.
- Policlorobifenilos (PCBs): De los 209 congéneres teóricos de este grupo se considera que 12 presentan un perfil toxicológico similar a dioxinas (PCBs no orto y mono-orto). Por ello se les ha llamado PCBs similares a dioxinas. El resto posee un perfil toxicológico diferente.

De este conjunto de compuestos, por tanto, 29 congéneres entrañan riesgos toxicológicos con perfiles parecidos. Sin embargo, el nivel de toxicidad es diferente para cada uno de los congéneres.

Estos compuestos son contaminantes ambientales que están presentes en el aire, en el agua, en las plantas y, de manera muy importante en suelos y sedimentos, y en alimentos de origen animal.

Cuando un alimento está contaminado con dioxinas, suelen estar presentes más de un congener. Para poder evaluar la toxicidad que presenta un alimento que contiene dioxinas es necesario disponer de parámetros que den idea de la toxicidad global de la mezcla de dioxinas. En este sentido, se han diseñado dos parámetros: el Factor de Equivalencia Tóxica (FET) y la Concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT) que veremos a continuación.



4 Desarrollo

4.1 Factor de Equivalencia Tóxica (FET)

La similitud de los aspectos toxicológicos del conjunto de dioxinas ha permitido establecer un parámetro para poder definir la toxicidad relativa de cada uno de los compuestos. Se trata del Factor de Equivalencia Tóxica (FET Toxic Equivalency Factor), que utiliza a la 2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxina (TCDD) (uno de los compuestos más tóxicos) como referencia asignándole el valor 1. Al resto de congéneres se les asigna un valor de FET considerando la toxicidad relativa al comparar el congénere con la TCDD.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) a través del Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS), ha establecido y, regularmente ha re-evaluado los valores FET para cada uno de los congéneres. La última revisión tuvo lugar en el año 2005. Los valores FET publicados en 2005 se muestran en la Tabla 1.

Cuando tenemos una mezcla de dioxinas en la que se combinan cantidades variables de estos compuestos, es difícil evaluar el riesgo que supone la exposición a dicha mezcla, ya que, como se observa en la Tabla 1 hay compuestos que son mucho más tóxicos que otros. Por ejemplo, no es lo mismo tener en una mezcla una concentración alta de 2,3,7,8-TCDD, que una concentración alta de PCB 77, ya que la toxicidad de éste último es del orden de 10^4 veces menos tóxica que la TCDD. Por ello es necesario disponer de un parámetro numérico que combine la toxicidad de cada compuesto con su nivel de toxicidad. Ese parámetro es la concentración de equivalentes tóxicos (EQT). El EQT facilita la determinación de los riesgos y el control regulatorio sobre la exposición a las mezclas.

4.2 Concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT)

Debido a la presencia de dioxinas en alimentos y a la alta toxicidad que presentan estos compuestos, la Unión Europea ha establecido niveles máximos permitidos en productos para alimentación humana y para alimentación animal. Estos niveles no han sido fijados para cada congénere por separado, sino para la suma de todos. Por ello se expresa como "Suma de dioxinas (EQT PCDD/F-PCB OMS)". Veamos qué significa este término.

Para calcular la EQT tenemos que multiplicar la concentración de cada congénere por su valor FET y sumarlos todos. La ecuación 1 detalla la forma de calcular la Concentración de Equivalentes Tóxicos de dioxinas o EQT.

$$EQT = \sum_i^n ([S_i] \times FET_i)$$

Ecuación 1. Cálculo de la concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT). S_i = Sustancia i (PCDdioxina, PCDfurano o PCB similar a dioxina) presente en una muestra dada. FET_i = FET de la sustancia i



Congènere	FET OMS 2005		Congènere	FET OMS 2005
Policlorodibenzodioxinas (PCDD)			PCB similares a dioxinas	
2,3,7,8-TCDD	1		PCB no-orto	
1,2,3,7,8-PeCDD	1		PCB 77	0.0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1		PCB 81	0.0003
1,2,3,6,7,8,-HxCDD	0.1		PCB 126	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1		PCB 169	0.03
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01			
OCDD	0.0003			
Policlorodibenzofuranos (PCDF)				
2,3,7,8-TCDF	0.1		PCB mono-orto	
1,2,3,7,8-PeCDF	0.03		PCB 105	0.00003
2,3,4,7,8-PeCDF	0.3		PCB 114	0.00003
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1		PCB 118	0.00003
1,2,3,6,7,8,-HxCDF	0.1		PCB 123	0.00003
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1		PCB 156	0.00003
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1		PCB 157	0.00003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01		PCB 167	0.00003
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01			
OCDF	0.0003			
T=Tetra; Pe=Penta; Hx=Hexa; Hp= Hepta; O=Octo; CDD=Clorodibenzodioxina; CDF=Clorodibenzofurano; CB=clorobifenilo				

Tabla 1. Factores de Equivalencia Tóxica (FET) establecidos por la Organización Mundial de la Salud en 2005.¹

¹ Martin van den Berg et al.: "The 2005 World Health Organization Re- evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds". Toxicological Sciences, 2006, 93 (2), pág. 223-241.



A continuació veurem un exemple.

Ejemplo: Se analiza el contenido en dioxinas (PCDD, PCDF y PCBs), a una muestra de pescado por cromatografía de gases. Las concentraciones de los compuestos presentes en la muestra analizada son las que se muestran en la Tabla 2. Teniendo en cuenta que la legislación de la Unión Europea (Reglamento 1259/2011) establece el siguiente contenido máximo en pescado:

Suma de dioxinas y PCB similares a las dioxinas (EQT PCDD/F-PCB-OMS) en pescado = 6,5 pg/g peso en fresco

Vamos a calcular cuál es el contenido de dioxinas en la muestra analizada.

Compuesto	Concentración (pg/g peso fresco) ([Si])
2,3,7,8-TCDD	1,20
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,89
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5,92
2,3,7,8-TCDF	0,75
1,2,3,7,8-PeCDF	1,63
2,3,4,7,8-PeCDF	11,22
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3,45
PCB 81	0,98
PCB 126	10,24
PCB 157	6,02

Tabla 2. Concentraciones de los congéneres de dioxinas y compuestos análogos halladas por cromatografía de gases en una muestra de pescado.

En primer lugar miramos los valores FET de cada compuesto en la Tabla 1 y lo multiplicamos por su concentración dada en la Tabla 2. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos.

A continuación sumamos todos los valores obtenidos (4ª columna de la Tabla 3) y así tendremos el valor de EQT.



Compuesto	Concentración (pg/g peso fresco) ([S _i])	FET OMS 2005	[S _i]x FET _i
2,3,7,8-TCDD	1,20	1	1,20
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,89	0,1	0,089
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5,92	0,01	0,0592
2,3,7,8-TCDF	0,75	0,1	0,075
1,2,3,7,8-PeCDF	1,63	0,03	0,0489
2,3,4,7,8-PeCDF	11,22	0,3	3,366
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3,45	0,1	0,345
PCB 81	0,98	0,0003	0,000294
PCB 126	10,24	0,1	1,024
PCB 157	6,02	0,00003	0,000181
			$EQT = \sum_i^n ([S_i] \times FET_i) =$ $= 6,21 \text{ pg/g}$

Tabla 3. Concentraciones de los congéneres de dioxinas y compuestos análogos halladas por cromatografía de gases y Factores de Equivalencia Tóxica (FET) publicados por la OMS en 2005. Cálculo de la Concentración de Equivalentes Tóxicos (EQT)

En este caso el valor obtenido es de 6,21 pg/g de peso fresco. Es decir:

Suma de dioxinas (EQT PCDD/F-PCB OMS) = 6,21 pg/g peso fresco

Por tanto, en este caso estaríamos muy cerca del límite marcado por la legislación.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto cómo se han establecido los valores de toxicidad para los congéneres del grupo de dioxinas a través del parámetro FET. Asimismo, se ha detallado cómo se calcula la Concentración de Equivalentes Tóxicos de la suma de dioxinas y compuestos análogos (EQT PCDD/F-PCB OMS), a partir de las concentraciones de cada compuesto y de sus valores



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

FET. Éste (EQT), es el parámetro que se fija en la legislación para delimitar los niveles máximos de dioxinas y compuestos análogos en alimentos para animales y alimentos para consumo humano.

6 Bibliografía

[1] Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN): "Dioxinas, Furanos y PCBs". Disponible en:

http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subdetalle/org_dioxi_furanos_pcb.shtml

[2] Fernández-Segovia, I.; Fuentes, A. (2011). "Dioxinas y compuestos análogos". Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/11448>

[3] Martin van den Berg et al.: "The 2005 World Health Organization Re- evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds". Toxicological Sciences, 2006, 93 (2), pág. 223–241.

[4] Reglamento (UE) 1259/2011 DE LA COMISIÓN de 2 de diciembre de 2011 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1881/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de dioxinas, PCB similares a las dioxinas y PCB no similares a las dioxinas en los productos alimenticios.