

### 3-MCPD y GE: un nuevo reto

**Se sabe ahora que ciertas técnicas de procesamiento hacen que se produzcan 3-MCPD, 2-MCPD y GE en los aceites comestibles y se están adoptando diversas estrategias para minimizar su formación dentro del proceso de blanqueo y desodorización. Los doctores Marc Kellens y Wim De Greyt escriben**

El interés creciente por la calidad nutricional de los aceites presentes en los alimentos es una de las razones principales que ha dado lugar a los nuevos desarrollos en la industria de la refinación de aceites comestibles. A través de los años, el proceso de refinación se ha mejorado continuamente para garantizar la producción de aceites comestibles de alta calidad con niveles mínimos o nulos de contaminantes (ej., plaguicidas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas y PCB) y cantidades mínimas de ácidos grasos *trans* (TFA en inglés). La producción de grasas comestibles bajas en *trans* fue un gran reto para la industria de procesamiento del aceite puesto que exigía tanto un cambio de tecnología (de hidrogenación parcial a interesterificación y fraccionamiento en frío) como de materia prima (de aceites blandos a fracciones de aceite de palma).

La presencia de ésteres de 3-monocloropropanodiol (3-MCPD) y 2-monocloropropanodio (2-MPCD) y glicídlicos (GE) en los aceites comestibles se reportó inicialmente a mediados del decenio de los 2000. Poco después, en 2007, el Instituto Federal Alemán para Evaluación del Riesgo (BfR) concluyó que la industria de procesamiento del aceite debía buscar técnicas alternativas para reducir la formación de esos contaminantes resultantes del proceso de refinación del aceite. Este llamado fue bien recibido y dio lugar a una serie de proyectos de investigación en el mundo de la academia y la industria de aceites y grasas. Esto llevó a entender mejor el mecanismo de formación de los 3-MCPD y el GE y su toxicidad para los seres humanos, y a conocer las etapas críticas durante el proceso de refinación. Ahora se cuenta también con métodos analíticos validados, los cuales se utilizan ampliamente para el control del proceso.

En mayo de 2016, la Autoridad Europea para la Seguridad de los Alimentos (EFSA) publicó su tan esperada opinión científica sobre los riesgos para la salud humana asociados con la presencia de ésteres de 3-MCPD/2-MCPD y GE en los alimentos. El informe concluye que los ésteres tienen el mismo perfil toxicológico del 3-MCPD libre y el glicidol y, por tanto, representan un posible riesgo para la salud. Los GE se consideran más nocivos puesto que algunos estudios *in vivo* indican que el glicidol es un compuesto genotóxico. No hay suficientes datos toxicológicos para llegar a una conclusión sobre la toxicidad del 2-MCPD.

Basada en los datos toxicológicos disponibles, la EFSA derivó una ingesta diaria tolerable (IDT) para el 3-MCPD de 0,8 µg/kg de peso corporal. Este valor es considerablemente inferior al valor previamente establecido para la IDT de 2,0 µg/kg de peso corporal. Ese menor valor de la IDT es el resultado de una interpretación más conservadora de los datos toxicológicos disponibles (menor factor de incertidumbre) y garantiza un mayor nivel de protección para los consumidores. No se ha establecido una IDT para el GE. Debido a su naturaleza

carcinogénica y genotóxica, es preciso minimizar su presencia en los alimentos hasta el nivel más bajo posible.

Las encuestas de alimentación de los distintos países europeos muestran que el promedio de exposición a 3-MCPD y GE es más alto entre los grupos más jóvenes de la población (lactantes, infantes y niños). El riesgo para la salud es mayor para los lactantes que consumen solamente fórmula industrial, puesto que su ingesta diaria de 3-MCPD puede ser tres veces superior a la IDT. Por consiguiente, la EFSA insiste en la recomendación de una reducción significativa de 3-MCPD/GE en los productos alimenticios para lactantes.

La evaluación de los datos analíticos sobre la presencia de 3-MCPD/GE en los alimentos recopilados entre 2009 y 2015 en 23 países de la UE demostró que los aceites comestibles aportaban la mayor contribución a la ingesta diaria de estos contaminantes nocivos. En promedio, los valores de 3-MCPD y GE son más altos en el aceite de palma refinado (fracciones) y son 5 a 10 veces más altos que los valores promedio encontrados en la mayoría de los demás aceites comestibles refinados (véase la *Tabla 1*). Los datos muestran claramente que los 3-MCPD/GE representan un reto principalmente para los procesadores de aceite de palma, y no tanto para los refinadores de otros aceites vegetales, quienes a su vez tienen que lidiar con los TFA.

### **Formación de 3-MCPD y GE**

Anteriormente, los procesadores de aceites comestibles ya habían adoptado tecnologías de mitigación efectivas. Esto llevó a una reducción sustancial de 3-MCPD y GE en los aceites comestibles refinados. Entre 2010 y 2015, los niveles de 3-MCPD y GE presentes en el aceite de palma refinado disminuyeron en un 30% y 50%, respectivamente. Sin embargo, esta reducción no es suficiente todavía. Los miembros de FEDIOL, la federación que agrupa a la industria de aceites vegetales de Europa, se comprometieron a reducir el contenido de GE a un máximo de 1ppm en todos los aceites refinados para septiembre de 2017. Esta meta es ambiciosa, en particular para el aceite de palma, considerando que el contenido promedio de GE en el aceite de palma refinado en 2015 estaba todavía alrededor de 4ppm. Los miembros de FEDIOL también se comprometieron a seguir reduciendo los niveles de los ésteres de 3-MCPD, pero todavía no se ha establecido un valor concreto. Previendo los límites legales que podrán implantarse con el tiempo, los productores de fórmulas para lactantes impondrán niveles muy bajos de 3-MCPD (<1ppm) y de GE (<0,5ppm) en los aceites para alimentos a partir de 2018.

### **Estrategias de mitigación**

Los ésteres de 3-MCPD y los GE tienen características físicas y químicas diferentes y su mecanismo de formación no es el mismo. Por consiguiente, se necesitan estrategias de mitigación diferentes para lograr los bajos niveles requeridos en los aceites comestibles refinados (véase la *Tabla 2*).

Los GE se forman principalmente a temperaturas elevadas (>230°C) a partir de diglicéridos. Esto explica el alto contenido de GE en el aceite de palma refinado estándar, puesto que dicho aceite tiene típicamente un alto contenido (6-8%) de diacilglicerol (DAG) y se desodoriza a temperaturas elevadas (260°C)

durante un período de tiempo más prolongado (cerca de 1 hora). Lo mismo sucede con los TFA. La formación de GE se puede minimizar reduciendo la carga de calor durante la desodorización. En la práctica, la mejor forma de hacer la desodorización es a temperaturas <240°C. Es aceptable una temperatura más alta (ej., 250°C) para el blanqueo térmico deseado y una eliminación más eficiente de los ácidos grasos libres (FFA en inglés), siempre y cuando el tiempo de residencia sea corto. La desodorización a doble temperatura (con un tiempo de residencia corto a temperatura más alta seguido de un tiempo de residencia más largo a menor temperatura) se ha sometido a prueba a nivel industrial y se ha adoptado como tecnología de mitigación para lograr una cantidad mínima de GE en el aceite refinado.

Los GE también se pueden eliminar de los aceites comestibles (refinados). Su volatilidad es similar a la de los monoglicéridos (MAG) y, por tanto, se pueden eliminar del aceite, pero solamente a temperaturas altas y vacío profundo (260°C y 1 mbar). A temperatura más baja y/o menor intensidad de vacío, habrá más formación que eliminación, lo cual se traduce en un aumento neto del contenido de GE en el aceite refinado. Por tanto, para la eliminación de los GE se necesitan condiciones extremas de desodorización, las cuales llevan también a la eliminación de otros componentes volátiles como MAG, tocoferoles/tocotrienoles y fitosteroles. Esto no solamente genera mayores pérdidas de aceite sino que también puede tener un efecto negativo sobre la estabilidad oxidativa del aceite refinado.

Otra posibilidad para minimizar la formación de GE es reducir los niveles de DAG en el aceite de palma. Una ruta interesante para lograr ese objetivo (2-3% DAG) es la esterificación enzimática de los FFA del DAG en el aceite de palma crudo o blanqueado. Esto no solamente generará niveles más bajos de GE sino que también aumentará el rendimiento total durante la refinación.

**TABLA 1: CONCENTRACION PROMEDIO DE 2-MCPD, 3-MCPD Y ESTERES GLICIDILICOS EN ACEITES COMESTIBLES REFINADOS**

Concentración media (ppm)			
Tipo de aceite	3-MCPD	2-MCPD	GE
Soya	0,4	0,2	0,2
Colza	0,2	0,1	0,2
Girasol	0,5	0,25	0,25
Palma	3	1,5	4
<b>Objetivo</b>		-	
2017 <sup>1</sup>	-	-	1
2018 <sup>2</sup>	<1	-	<0,5

<sup>1</sup>Establecido por FEDIOL; <sup>2</sup>establecido por los productores de alimentos para lactantes

*Fuente: Informe de EFSA, mayo de 2016*

Los GE también se pueden degradar a MAG durante en el post-blanqueo con tierra de blanqueo activada (sin HCl). Esto se traduce en niveles muy bajos de GE (<0,5ppm), siempre y cuando el proceso de post-desodorización se haga a baja temperatura (máximo 230°C), (véase la Figura 1). A los procesadores de aceite por lo general no les gusta la doble refinación, pero hasta ahora ése es el

único proceso industrial de refinación comprobado para la producción de fracciones de aceite de palma con <0,5ppm de GE.

Los ésteres de 3-MCPD se pueden formar a través de la reacción de los triglicéridos (TAG) con cloro (precursores), a temperaturas >140°C. Por tanto, las estrategias de mitigación más efectivas son eliminar los precursores del cloro y/o evitar las condiciones ácidas durante el proceso de refinación. Sin embargo, esto no es tan fácil como parece. Ante todo, es muy complicado determinar la cantidad y la naturaleza de los precursores de cloro en el aceite crudo de palma (CPO) y en la práctica se desconoce el 'potencial' de un CPO para formar ésteres de 2-MCPD. La aplicación del mismo proceso de refinación a distintos CPO (de varias plantaciones) puede generar niveles muy diferentes de 3-MCPD, lo cual es bastante frustrante tanto para el proveedor de la tecnología como para el refinador del aceite (*véase la Tabla 3*). Un lavado profuso de los racimos de fruta fresca (FFB) antes de la producción del CPO, y el lavado del CPO antes del almacenamiento y la refinación, al parecer son los procesos más eficientes para eliminar los precursores de cloro (*véase la Figura 2*).

Puesto que los ésteres de 3-MCPD ya se forman a partir de temperaturas bastante bajas (140°C), no es posible controlar o minimizar la formación durante la desodorización. Por consiguiente, el blanqueo es la etapa más crítica de la refinación para mitigar los ésteres de 3-MCPD. Es muy importante seleccionar el grado apropiado de tierra de blanqueo (natural o no activada con HCl). La refinación física del CPO recién lavado con tierra de blanqueo natural puede generar niveles de ésteres de 3-MCPD de 1-2ppm, dependiendo de la calidad del CPO y la eficiencia del proceso de lavado.

La refinación química ha demostrado ser un buen proceso para lograr niveles bajos de ésteres de 3-MCPD, pero de todas maneras se requiere un CPO de buena calidad para obtener <1ppm de 3-MCPD. Si bien hay demanda creciente de líneas de refinación química para CPO, los procesadores de aceite todavía se muestran muy renuentes a adoptar la neutralización química para el CPO (alto en FFA), puesto que se traduce en pérdidas elevadas de aceite y un material de jabón como producto colateral difícil de tratar. La investigación actual gira alrededor del desarrollo de unas tecnologías sostenibles y económicas de mitigación que permitan producir siempre aceite de palma RBD con <1ppm de ésteres de 3-MCPD. La interesterificación química (CIE en inglés) es actualmente el único proceso que permite eliminar/degradar los ésteres de 3-MCPD. La CIE seguida de post-blanqueo con tierra decolorante no activada con HCl (para degradar los GE formados durante la CIE) y desodorización a una temperatura suave (<220°C) es actualmente el único proceso industrial que permite obtener aceites comestibles refinados con niveles muy bajos de GE y 3-MCPD a partir de CPO de calidad estándar (básico).

**TABLA 2: ESTERES DE 3-MCPD VS. ESTER GLICIDILICO (GE)**

<b>3-MCPD vs ésteres glicidílicos (GE)</b>		
	<b>3-MCPD</b>	<b>Esteres glicidílicos (GE)</b>
Toxicidad	Carcinogénico (no genotóxico)	Carcinogénico (genotóxico)
Precursores	Triglicéridos, cloro Condiciones ácidas	Diglicéridos (DAG) Calor

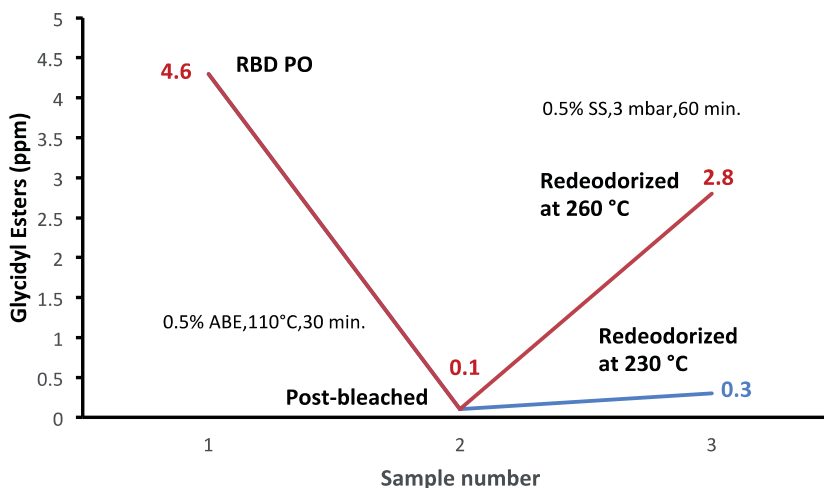
Etapa crítica de refinación (para formación mínima)	Desgomado, blanqueado (comenzado en 140C)	Eliminación de los FFA Desodorización
Estabilidad	Solamente se puede degradar con alcalino fuerte No volátil	Conversión a MAG con ácido fuerte (ABE) Volátil
<b>Diferentes estrategias de mitigación para los ésteres de 3-MCPD y los ésteres glicídicos (GE)</b>		

**TABLA 3: LA CALIDAD Y EL ORIGEN DEL CPO TIENEN UN IMPACTO SOBRE LA FORMACION DE ESTERES DE 3-MCPD**

Origen del CPO	DOBI*	FFA (%)	DAG (%)	Tierra de blanqueo activada (HCl)	Tierra de blanqueo natural
				3-MCPD (ppm)	3-MCPD (ppm)
Centroamérica	1,6	3,0	5,2	2,3	1,1
Suramérica	2,3	4,6	7,2	7,5	1,6
Sureste Asiático-1	2,7	4,2	6,1	8,1	1,7
Sureste Asiático-2	3,1	3,8	5,2	9,7	2,1
Sureste Asiático-3	1,6	5,1	6,2	9,6	2,7

\*deterioro del índice de blanqueabilidad

**FIGURA 1: EFECTO DE LA RE-REFINACION SOBRE LA FORMACION DE GE**



**FIGURA 2: EFECTO DEL LAVADO DEL CPO SOBRE EL CONTENIDO DE ELEMENTOS Y EL COLOR**

Parámetro	CPO	CPO lavado
FFA (C16:0)%	3,67	3,53

P (ppm)	22,3	8,0
Fe (ppm)	20,3	2,68
Ca (ppm)	20,1	8,7
Mg (ppm)	12,3	1,7
K (ppm)	21,6	0,7
Na (ppm)	1,4	1,2



IZQUIERDA A DERECHA: CPO, CPO LAVADO, AGUA DEL LAVADO

### **Conclusión**

El informe reciente de la EFSA ha puesto el tema de 3-MCPD/GE en la agenda y le ha planteado un nuevo reto importante a los refinadores de aceite. Estos tendrán que acelerar la implementación de tecnologías adicionales de mitigación para reducir todavía más los niveles de 3-MCPD/GE, en particular en el aceite de palma refinado. Con el apoyo activo de los proveedores de tecnología debe ser posible enfrentar correctamente este problema y mejorar todavía más la calidad nutricional de los aceites comestibles.

Es difícil predecir hasta dónde llegarán las consecuencias de la recomendación de la EFSA de reducir el 3-MCPD/GE en los aceites comestibles para la industria global de procesamiento de los aceites contenidos en los alimentos, pero al igual que sucedió anteriormente con los problemas de la grasa *trans*, mientras el problema se mantiene en ascuas en Europa, podría desatar un incendio en el resto del mundo.

*El Dr. ir. Marck Kellens es Director Técnico Global y el Dr. ir. Wim De Greyt es Director de I&D de Deset Ballestra.*