

---

# CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE 3-MONOCLOROPROPANO-1,2-DIOL (3-MCPD) DURANTE LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS VEGETALES HIDROLIZADAS CON ÁCIDO (PVH-ÁCIDO) Y PRODUCTOS QUE CONTIENEN PVH-ÁCIDO

---

CAC/RCP 64-2008

## INTRODUCCIÓN

---

1. 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) es uno de los compuestos de una serie que se denomina como cloropropanoles. Estos compuestos son contaminantes que se forman durante el procesado y la fabricación de determinados alimentos e ingredientes. Originariamente se descubrieron en la proteína vegetal hidrolizada con ácido (PVH-ácido) en la década de 1980. Investigación posterior en la década de 1990 reveló su presencia en salsas de soja fabricadas utilizando PVH-ácido como ingrediente.
2. Las PVH-ácido se producen a través de la hidrólisis de varios materiales proteináceos vegetales y animales con ácido hidroclórico. Se utilizan ampliamente como acentuadores del aroma y como ingredientes en productos alimenticios sazonados y comidas precocinadas. Los niveles habituales en los alimentos oscilan entre 0,1 y 20% aproximadamente.
3. La presencia de cloropropanoles en la PVH-ácido se desprende de su formación durante el paso de la hidrólisis por mediación del ácido hidroclórico del proceso de fabricación. Durante esta fase hidrolítica el ácido reacciona también con los lípidos y fosfolípidos residuales presentes en la materia prima, dando lugar a la formación de cloropropanoles. Según la experiencia industrial la formación de cloropropanoles no puede evitarse mediante el uso de fuentes de proteínas desprovistas de grasas.
4. Además de la formación de cloropropanoles durante la fabricación de PVH-ácido para utilizar como ingrediente, también pueden formarse cloropropanoles en las salsas de soja y condimentos afines, en que el proceso de fabricación de la misma salsa incluye el tratamiento de ácido hidroclórico del grano de soja. Al igual que en la PVH-ácido, el modo de formación incluye también la hidrólisis ácida de lípidos y fosfolípidos residuales.

5. En la fabricación de salsa de soja se puede utilizar una serie de técnicas. Generalmente, los productos elaborados exclusivamente mediante fermentación no contienen cloropropanoles o, si los contienen, se dan sólo en cantidades sumamente pequeñas. Son los productos que utilizan PVH-ácido como ingrediente, los que pueden contener cloropropanoles. Las salsas de soja y los productos relacionados que son sometidos a tratamiento con ácido durante la fabricación pueden contener también cloropropanoles.
6. Generalmente, 3-MCPD es el cloropropanol que mayor presencia tiene en los alimentos que contienen PVH-ácido. Está presente como una mezcla racémica de isómeros (R) y (S) en hidrosilatos de proteínas. Otros cloropropanoles que pueden darse, aunque generalmente en cantidades más pequeñas, son 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), 1,3-dicloro-2-propanol (1,3-DCP) y 2,3-dicloro-1-propanol (2,3-DCP).
7. La presencia de cloropropanoles en los alimentos es preocupante debido a sus propiedades toxicológicas. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) examinó el 3-MCPD y el 1,3-DCP en junio de 2001 y asignó una ingestión diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) para los 3-MCPD de 2 µg/kg de pc/día. El Comité evaluó de nuevo los cloropropanoles en junio de 2006 y decidió mantener la IDTMP establecida previamente. Al evaluar los 3-MCPD, el Comité comentó que la reducción en la concentración de 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines elaborados con PVH-ácido podía disminuir considerablemente la ingestión de este contaminante por los consumidores de estos condimentos.
8. Los distintos mercados regionales pueden necesitar productos con propiedades organolépticas diferentes para amoldarse a los gustos regionales específicos. Los métodos individuales y sus combinaciones, que se esbozan posteriormente en este documento, para reducir al mínimo los niveles de 3-MCPD tendrán efectos diferentes sobre las propiedades organolépticas del producto final y como tal, los fabricantes deben tomar en consideración esos efectos al elegir la estrategia para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD. Si bien es posible técnicamente reducir el 3-MCPD a niveles por debajo de 0,1 mg/kg, las cualidades organolépticas de tales productos pueden verse afectadas adversamente. puesto que el aroma y el sabor (umami) reflejan directamente la calidad de la PVH-ácido. Esto es especialmente cierto en productos de PVH-ácido madurados.

9. Los fabricantes han puesto en práctica medidas para reducir los niveles de cloropropanoles en las PVH-ácido y productos afines. En la siguiente sección se da más información de los procedimientos generales utilizados para fabricar PVH-ácido con niveles bajos de cloropropanoles. Algunos fabricantes reformularon sus productos a principios de la década de 1990 para poder reducir al mínimo los efectos de los cambios en las cualidades organolépticas experimentados al utilizar los métodos de fabricación mejorados. Con otros procesos de producción se obtuvieron productos con niveles más bajos de cloropropanoles reduciendo al mínimo el efecto sobre las cualidades organolépticas. La implementación de procedimientos de fabricación para reducir el 3-MCPD en la PVH-ácido a bajos niveles puede ser difícil técnicamente y muy costosa, necesitando en muchas ocasiones nuevo equipo. La reformulación de las recetas para los alimentos procesados elaborados utilizando PVH-ácido también puede ser necesaria.
10. Los cloropropanoles se han detectado también en otros alimentos que no son sometidos a hidrólisis ácida durante la fabricación. Entre dichos productos se encuentran la fruta y hortalizas elaboradas, productos a base de cereales y de panadería, carnes procesadas, pescado ahumado y cerveza.

## ÁMBITO DE APLICACIÓN

---

11. El objetivo de este Código de Prácticas es describir y difundir las mejores prácticas para la fabricación de PVH-ácido, salsa de soja y condimentos afines, en cuya producción se utiliza hidrólisis ácida, con el fin de facilitar la reducción de los niveles de 3-MCPD. El presente código de prácticas no contempla los ingredientes de alimentos producidos mediante métodos que no requieren hidrólisis ácida de proteínas vegetales

## PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)

---

### PVH-ácido

12. El proceso de fabricación para las PVH-ácido varía dependiendo de las cualidades organolépticas que se deseen del producto final. La fuente de la materia prima, molaridad del ácido, temperatura de la reacción, duración de la reacción y otros factores pueden afectar en las cualidades organolépticas del producto final. Puede darse una descripción generalizada del proceso de fabricación de PVH-ácido (véase la Fig. en la anexo). Las materias primas vegetales que se utilizan normalmente en la producción de PVH-ácido son semillas de aceite desprovistas de grasa (soja y cacahuete (maní)), y proteínas de maíz, trigo, caseína, levadura y arroz. Estas materias primas se hidrolizan con ácido hidroc্লórico desde menos de 4

M hasta 9 M, a una temperatura entre 70 °C y 135 °C durante un lapso de tiempo de hasta 8 horas, aunque se han comunicado lapsos de tiempo de hasta 20 y 35 horas, a presiones que normalmente son mayores que la presión atmosférica. Después de enfriarse, el hidrolizado se neutraliza o bien con carbonato sódico o hidróxido de sodio hasta un pH de 5 a 9 a una temperatura entre 90 y 100 °C durante 90 y 180 minutos, y seguidamente se añade ácido hidrocórico a la mezcla para fijar el pH entre 4,8 y 5,2. El hidrolizado se filtra para suprimir la fracción de hidrato de carbono insoluble (humina) y después se blanquea o se refina. Se puede utilizar tratamiento con carbón activado para eliminar los componentes de sabor y color, según la especificación requerida. Tras el filtrado posterior, la PVH-ácido puede fortificarse, dependiendo de la aplicación, con componentes aromatizantes adicionales. Después el producto puede guardarse como líquido al 30–50% de sustancia seca (que corresponde al 2–3% del total de nitrógeno), o alternativamente se puede formar el vacío, deshidratarse por atomización o someterlo al vapor y guardarlo como sólido (97–98% de materia seca).

### **Métodos que pueden emplearse para reducir los niveles de 3-MCPD en la PVH-ácido**

13. Para minimizar la concentración de 3-MCPD en el producto final se pueden seguir tres métodos principalmente. El primero de ellos consiste en controlar detenidamente el paso de la hidrólisis ácida; el segundo en la neutralización posterior para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD; y el tercero emplea la utilización de ácido sulfúrico como sustituto para el ácido hidrocórico en el paso de la hidrólisis. Estos métodos pueden reducir los niveles de 3-MCPD en las PVH-ácido.
14. Los fabricantes deberían considerar las tres opciones y decidir cuál de ellas es la más apropiada para su método de producción de PVH-ácido. Los tres métodos se describen en los párrafos siguientes, dando ejemplos específicos. Estos métodos se basan en una cantidad limitada de información que es de dominio público; por eso no ha sido posible ofrecer una relación completa de cómo fabricar PVH-ácido baja en 3-MCPD. La información que aparece a continuación es un consejo general; en el ámbito nacional, los fabricantes pueden necesitar adaptar las medidas a sus propios procesos de producción.
15. Con respecto a la primera estrategia, la temperatura y el tiempo de calentamiento del paso de hidrólisis ácida deben controlarse simultáneamente, y debe prestarse atención detenida a las condiciones de reacción y el paso siguiente de neutralización. Normalmente, al inicio la reacción de hidrólisis se lleva a cabo a una temperatura entre 0 y 95 °C hasta 150 minutos. Después la temperatura de la reacción se incrementa gradualmente hasta obtener una temperatura de 103-110

- °C. Una vez se ha alcanzado esta temperatura máxima, debe mantenerse durante 2–35 horas y seguidamente enfriar más de 3 horas, neutralizar y filtrar el hidrolizado resultante. Se ha demostrado que el control detenido del paso de hidrólisis ácida reduce los niveles de 3-MCPD en el hidrolizado por debajo de 10 mg/kg.
16. El 3-MCPD que se forma durante el paso de hidrólisis ácida puede suprimirse mediante un tratamiento alcalino secundario. En esencia, este tratamiento alcalino es una extensión del proceso de neutralización que sigue a la hidrólisis ácida del material inicial; produce degradación de los cloropropanoles presentes en el hidrolizado. El tratamiento alcalino se puede realizar antes o después de la filtración del hidrolizado, pero es preferible que se realice antes de la filtración porque así el residuo estará también libre de 3-MCPD. La proteína hidrolizada se trata con álcali aceptable como alimento, como hidróxido potásico, hidróxido sódico, hidróxido de amonio o carbonato sódico para aumentar el pH a 8–13. Después esta mezcla se calienta entre 110 y 140 °C durante un lapso de tiempo de 5 minutos, oscilando otras condiciones de calentamiento indicadas entre 60 y 100 °C durante 90 a 900 minutos. Generalmente, los tratamientos alcalinos a un pH y temperatura más altos necesitan tiempos de procesado más cortos. Después del enfriamiento, el pH del hidrolizado resultante debería ser alcalino (idealmente un pH superior a 8 a 25 °C); si el pH es más bajo, lo más probable es que el tratamiento no haya sido efectivo y se deben adoptar medidas de corrección. Después del tratamiento alcalino, el pH de la proteína hidrolizada se rectifica hasta un pH de 4,8–5,5 utilizando un ácido apropiado (p.ej. ácido hidrocórico) a una temperatura de 10–50 °C. Ahora el hidrolizado puede filtrarse para suprimir cualquier residuo insoluble y obtener el producto final. Se ha demostrado que la utilización de un tratamiento alcalino al fabricar PVH-ácido da un producto final con niveles de 3-MCPD inferiores a 1 mg/kg. Cabe observar que un tratamiento alcalino riguroso reduce las propiedades organolépticas de los productos finales; por ello se aconseja iniciar el tratamiento alcalino con un hidrolizado con bajos niveles de 3-MCPD, que puede obtenerse mediante el control detenido del paso de hidrólisis ácida. Por supuesto es importante prestar atención a la posible recontaminación si se utiliza hidrólisis alcalina secundaria para reducir más el contenido de 3-MCPD de la PVH-ácido elaborada mediante el control detenido del paso de hidrólisis ácida. El hidrolizado tratado con álcali (con bajos niveles de 3-MCPD) debe mantenerse alejado del equipo (p.ej. recipientes y tubos de reacción, bombas y prensas filtradoras) que se utiliza cuando se lleva a cabo el paso inicial de hidrólisis ácida.
17. Se puede fabricar PVH-ácido utilizando ácido sulfúrico, eliminando por tanto la presencia de iones de cloro que dan lugar a la formación de 3-MCPD. El grano de soja y el ácido sulfúrico se mezclan durante 8 horas a una presión de 10 psi. El

hidrolizado resultante se neutraliza y el producto final es filtrado y lavado. Las propiedades organolépticas disminuidas de la PVH-ácido sulfúrico se mejoran mediante la combinación del producto final con aromatizantes, p.ej. glutamato monosódico, caramelo, inosinato disódico, guanilato disódico y ácido láctico.

### Salsas de soja y productos afines

18. En la producción de salsas de soja se utiliza una serie de procesos de fabricación diferentes y el método utilizado tendrá un impacto si el producto contiene 3-MCPD.

### Salsas de soja producidas por fermentación

19. Las salsas de soja que se producen únicamente por fermentación contienen niveles no cuantificables o, en ocasiones muy esporádicas, muy bajos de 3-MCPD. La soja (entera o sin grasa) y otros granos de cereales como el trigo son los principales ingredientes utilizados para la soja fermentada de forma natural. Al inicio del proceso estas materias se cocinan previamente, se mezclan y se inoculan con *Aspergillus oryzae* y/o *Aspergillus sojae*. Después de la incubación durante 1 a 3 días, a 25–30 °C, se añade agua salada y la mezcla es fermentada y madurada a una temperatura inferior a 40 °C durante un período no inferior a 90 días. La salsa de soja fermentada a corto plazo se produce de forma similar salvo que el estadio de fermentación/madurado en agua salada se realiza a 40 °C o más y el proceso se termina en 90 días.

### Salsas de soja en cuya fabricación se utiliza un estadio de tratamiento ácido

20. Alternativamente, las salsas de soja pueden fabricarse utilizando PVH-ácido y otros ingredientes como azúcares y sal. Estos productos pueden contener 3-MCPD y las medidas para evitar su aparición se han descrito anteriormente para la PVH-ácido. La utilización de estos procesos dará lugar a productos con niveles bajos de 3-MCPD.
21. Otra técnica de fabricación implica el mezclado de las salsas de soja fermentadas con las derivadas de la PVH-ácido. La fabricación de algunos productos implica la maduración después del mezclado. Tales productos (conocidos comúnmente como salsas de soja semiquímicas) pueden contener también 3-MCPD y anteriormente se han descrito las medidas adecuadas para minimizar su presencia en la PVH-ácido.

## ANEXO

### PROCESO DE FABRICACIÓN DE PVH-ÁCIDO A ESCALA COMERCIAL

