



Tecnologías de enmascaramiento de sabor amargo en alimentos

X. Villegas-Ruíz*, H. Ruíz-Espinosa y M. E. Bárcenas-Pozos

*Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas, Puebla.
Sta. Catarina Mártir, Cholula, Puebla. 72810. México*

Resumen

Una de las tendencias más importantes en la industria alimenticia de nuestros días está enfocada al desarrollo de productos alimenticios percibidos como saludables, ya sea por la inclusión de ingredientes específicos o de componentes nutraceuticos aislados de los mismos. Sin embargo, una limitante importante en la aceptación general de este tipo de productos radica en la percepción de sabores desagradables frecuentemente asociados con sustancias nutraceuticas, como ha sido reportado con diversas sustancias fenólicas, entre otras, responsables del sabor amargo. Por ello, se han desarrollado enmascaradores de sabor y como su nombre lo dice, disfrazan sabores percibidos como desagradables en los alimentos. El objetivo de este trabajo es proveer información acerca de los diversos compuestos que imparten el sabor amargo en alimentos, así como las tecnologías de enmascaramiento y su aplicación a alimentos considerados como funcionales que muchas veces presentan este sabor.

Palabras claves: sabor amargo, enmascaramiento, tecnologías de enmascaramiento.

Abstract

Nowadays, product development incorporating ingredients with specific isolated nutraceutical compounds is one of the most important trends in the food industry. However, unpleasant, bitter tastes associated with some nutraceutical compounds such as phenolics limit consumer acceptance and reduce their potential to deliver health benefits. Consequently some food additives have been developed to mask off-flavors, thus increasing consumer appeal. The aim of this review is to provide relevant information concerning known compounds with bitter flavors, the state-of-the-art technologies applied to overcome their perception and their use in certain food products.

Keywords: bitter taste, masking, masking technologies.

Introducción

En los últimos años la producción de alimentos funcionales ha sido muy explotada por la ciencia

de alimentos; este tipo de alimentos ha sido una fuente natural de beneficios relacionados principalmente con la salud. Lo anterior ha dado paso a que continuamente se exploten alimentos y se desarrollen ingredientes que sean capaces de proveer características que mejoren la calidad de

*Programa de Doctorado en Ciencia de Alimentos
Tel.: +52 222 229 2126, fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica: xadeni.villegasrz@udlap.mx

vida, para así tener como resultado un alimento funcional.

Entre estos ingredientes desarrollados están los llamados antioxidantes algunos de los cuales contienen en sus moléculas polifenoles, que a su vez como su nombre lo dice son responsables de la capacidad antioxidante. Esto ha llevado al continuo interés por la extracción de estos compuestos para que finalmente sean aplicados como ingredientes funcionales a diversos tipos de alimentos (bebidas, productos cárnicos, productos de panificación, lácteos, confitería y snacks).

Sin embargo, este tipo de compuestos funcionales son muchas veces los principales compuestos responsables de sabores desagradables, entre ellos el sabor amargo, la astringencia y pungencia de diversos alimentos. Este aspecto ha limitado la aplicación de estos ingredientes bajo el argumento de que la presencia de estos sabores limita la venta del producto al no ser atractivo a los consumidores. Por lo tanto, se han buscado y por ende, desarrollado técnicas que disminuyan principalmente el sabor amargo, tarea que no ha sido fácil y que ha resultado hasta cierto punto poco costeable, debido a que las tecnologías existentes siempre ofrecen algo más que el enmascaramiento de sabores amargos, sino también el de conferir características sensoriales favorables, todo con el fin de ofrecer algo más al producto, pero haciéndolo poco accesible económicamente. Por lo anterior, muchas de las industrias se han propuesto a desarrollar sus propias tecnologías enfocadas a la disminución del sabor amargo.

Las tecnologías de disminución de sabor amargo se conocen a nivel industrial con el nombre de enmascaradores de sabor y en términos generales están basadas en las diversas interacciones que establecen estos compuestos con otros ingredientes en términos químicos.

El propósito de este trabajo es dar a conocer las características generales del sabor amargo, los compuestos responsables de este sabor en alimentos, así como las alternativas que se ofrecen para la disminución de este sabor, es decir, las tecnologías de enmascaramiento y su aplicación.

Revisión bibliográfica

1. Sabor amargo

1.1 Química del sabor amargo

Particularmente, el sabor amargo no puede ser predicho solamente por la estructura de la molécula del compuesto. Depende básicamente del tamaño de la molécula, del grupo funcional presente, la posición del azúcar si es que está presente, la disminución de la hidrofobicidad y estereoquímica de la molécula (Inarejos-García *et al.*, 2009).

Químicamente las moléculas amargas presentan un determinado arreglo. Utilizando la nomenclatura propuesta por Shallenberger-Acree-Kier, la cual es AH (un electrófilo), B' (un nucleófilo) y X (un grupo hidrofóbico); se puede describir a un compuesto amargo como aquel que posee un grupo AH y X, en donde un amino o grupo hidrofóbico (AH) interactúa con el receptor llamado A', el grupo hidrofóbico X se enlaza con el receptor X' mientras que el receptor B' debe quedar libre (Roy, 1992) (Fig. 1).

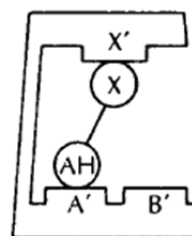


Fig. 1 Modelo hipotético del sabor amargo. Adaptado de Roy (1992)

1.2 Receptores del sabor amargo

Las papilas gustativas son estructuras en forma de cebollas que contienen alrededor de 50 a 100 células gustativas. Los químicos provenientes de los alimentos o medicamentos ingeridos son disueltos por la saliva entrando por los poros gustativos. Aquí, interactúan tanto con la

superficie de las proteínas conocidas como receptores de gustos o con los poros de estas proteínas conocidos como canales iónicos. Este tipo de interacciones causan cambios eléctricos dentro de las células gustativas y como un detonador envían señales químicas que se transforman en una neurotransmisión hacia el cerebro. Particularmente, los gustos amargo y dulce interactúan con la superficie de las proteínas, mientras que los gustos ácido y salado están más ligados al tipo de canales iónicos. Las respuestas eléctricas que envían la señal al cerebro son el resultado de una variación en la concentración de la carga de los átomos o iones dentro de las células gustativas. En el caso particular del amargo, el estímulo actúa con un ligando con los receptores de las llamadas proteínas pareadas G (GPCRs) en la superficie de la célula gustativa. Estas proteínas pertenecen a una familia de receptores que median las respuestas provenientes de señales químicas funcionando como neurotransmisores (Temussi, 2009; Ley, 2008; Stier, 2004; Montmayeur y Matsunami, 2002; Walters, 1996).

El sabor amargo es una sensación común debida a la activación de receptores gustativos que responden a un estímulo químico. Estudios genéticos recientes mencionan que la habilidad de los humanos para detectar este sabor está determinada por un lugar del cromosoma 5 y posiblemente del cromosoma 7 (Montmayeur y Matsunami, 2002). Los receptores del sabor amargo son los llamados T2R ubicados en las células receptoras del gusto (TRC) tanto de la lengua como del paladar; éstos receptores son capaces de responder ante diversos compuestos amargos (Ley, 2008; Zhang *et al.*, 2003; Montmayeur y Matsunami, 2002).

1.3 Alimentos y compuestos responsables del sabor amargo

En la naturaleza existen diversos alimentos que contienen determinados compuestos que les confieren el sabor amargo, lo cual los hace poco atractivos para el consumo en algunos casos, sin embargo, en otros, forma parte esencial de las características deseables en ese alimento y muchas otras a pesar de ser no grato, se compensa con los

aportes en términos de salud que dan estos compuestos de sabor desagradable.

Los compuestos responsables de sabor amargo tienen la particularidad general de poseer fenoles en su estructura molecular, sin embargo, podemos encontrar otros como los aminoácidos, péptidos, sulfimidas, flavonoides, isoflavonoides, glucosinolatos, ureas y tio ureas, ésteres, lactonas, terpenoides, poliacetilenos, isocoumarinas e isohomulonas (Fig. 2). A continuación se mencionarán algunos alimentos que por su naturaleza contienen sustancias específicas que le confieren el sabor amargo.

El aceite de oliva virgen presenta una nota amarga y ésta es dada por los compuestos derivados de oleuropeína y ligstrosida, provenientes de los frutos del olivo no maduros, cabe mencionar, que esta es una característica sensorial deseable en el producto terminado, debido a que principalmente potencializa las notas relacionadas con el mismo (Sinesio *et al.*, 2005; Inarejos-García *et al.*, 2009).

La zanahoria es uno de los vegetales que posee compuestos a los cuales se les atribuye efectos anticancerígenos, pero la presencia de estos compuestos contribuyen al sabor amargo de las mismas (Kreutzmann *et al.*, 2007). También es rica en compuestos como ácidos fenólicos (principalmente en forma de ácidos clorogénicos como el ácido 5-cafeoilquinico, (5-CQA), ácidos ferúlicos, ácidos quínicos, ácidos cafeícos y ácidos *p*-coumarícos, poliacetilenos (Falcarinol [(Z)-heptadeca-1,9-dien-4,6-di-3-ol: FaOH], falcarindiol [(Z)-heptadeca-1,9-dien-4,6-di-3,8-diol: FaDOH] y falcarindiol 3-acetato [(Z)-3-acetoxi-heptadeca-1,9-dien-4,6-di-8-ol: FaDOAc]), isocoumarinas (6-Methoxymelin (3-metil-6-metoxi-8-hidroxi-3,4-dihidro-isocoumarina; 6-MM)) y 2,4,5-trimetoxi benzaldehído; todos ellos responsables del sabor amargo presente en los diversos genotipos de zanahoria (“Bolero”, “Mello Yello”, “Nairobi”, “Tornado”, “Purple Haze”, “Línea 1”, “Línea 2” y “Línea 3”) (Kreutzmann *et al.*, 2007).

Dentro del grupo de los cítricos como la naranja, limón y toronja, la presencia de

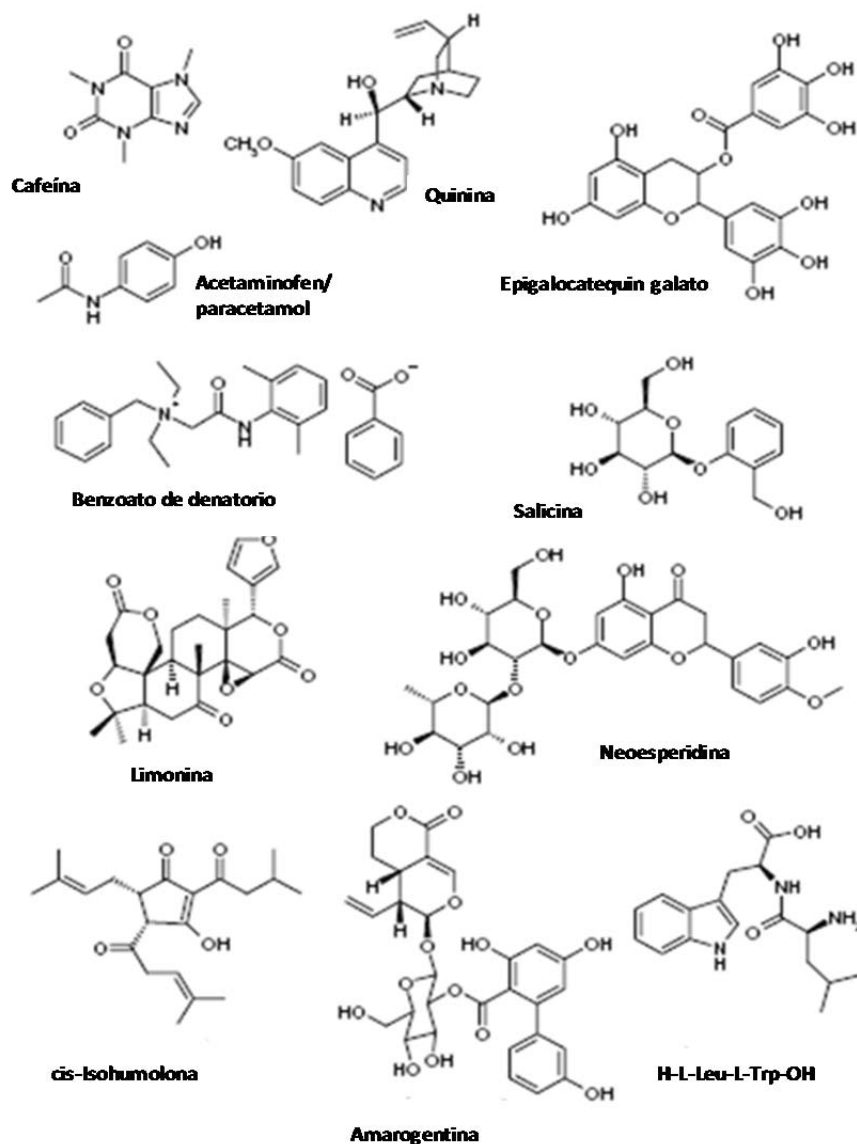


Fig. 2. Estructura de diversas moléculas amargas. Adaptado de Ley (2008).

compuestos como la naringina y limonina proporcionan el sabor amargo característico de estas frutas que es indeseable para el consumo humano (Inarejos-Garcia *et al.*, 2009; Szejtli y Szente, 2005).

En la coliflor se han identificado dos compuestos responsables del amargor los cuales

son: glucosinato neoglucobrassicina y sinigrina (Dinehart *et al.*, 2006).

Actualmente se ha reportado sabor amargo en diferentes plantas alimenticias como camote, frijoles, chícharos, col, pepinos, calabaza, lechuga, espinaca y coliflor, todas ellas tienen la

característica de contener toxinas amargas (Drewnoski y Gómez-Carneros, 2009).

Dentro de los productos alimenticios en donde el sabor amargo es una característica deseable, tenemos a la cerveza, el cual se forma a partir de la fermentación de malta, en donde se producen los llamados iso- α -ácidos ó isohumulonas, que muchas veces se utilizan como agentes para evitar reacciones de oxidación que dan lugar al desarrollo de sabores rancios en la cerveza (King y Duineveld, 1999); el chocolate, donde el sabor amargo está presente en los granos de cacao debido a la presencia de xantinas; la salsa de soya debido a la presencia de agliconas y en el café debido a la presencia de cafeína y ácidos clorogénicos (Szejtli y Szenté, 2005; Roy, 1992). Otro tipo de productos que tiene sabor amargo, incluye el té verde, jugos y vinos de uva, esto se debe a la presencia de taninos que confieren este peculiar sabor. Precisamente dentro del grupo de bebidas alcohólicas se ha encontrado la presencia del compuesto llamado 6-*n*-propiltiouracil (PROP) responsable del amargor de éstas (Lanier *et al.*, 2004; Dinehart *et al.* 2006). Otro ejemplo dentro de las bebidas es el agua tónica que contiene quinina que es considerada una sustancia amarga tolerable sólo en bajas concentraciones (Szejtli y Szenté, 2005).

Es importante mencionar que los cambios de sabor amargo presentes en los alimentos dependen mucho de las condiciones de almacenamiento. Como regla general, este sabor disminuye en intensidad y duración conforme pasa el tiempo (Sinesio *et al.*, 2005).

En términos generales los compuestos químicos que están dentro del grupo que exhiben un potencial antioxidante tales como polifenoles, antocianinas (en forma de flavonoides) y carotenoides, son responsables del sabor amargo (Ares *et al.*, 2009).

Frank *et al.* (2004) mencionan una clasificación muy particular de las sustancias químicas que se utilizan como estímulos amargos en experimentos.

Ellos clasifican en estímulos amargos iónicos y no iónicos; para el primer grupo incluyen al benzoato de denatonio, la quinona hidroclicorada –ambos cationes orgánicos hidrofóbicos- y el sulfato de magnesio, los cuales son amargos a muy bajas concentraciones. El segundo grupo incluyen a la cafeína y al octacetato de sacarosa (SOA).

Hasta el momento se ha estudiado la relación entre el sabor amargo y el dulce, debido a que muchas moléculas similares estructuralmente pueden ser dulces o amargas. La diferencia en que sean una u otra, radica solamente en la posición de un determinado grupo funcional (Walters, 1996) lo cual se puede observar en la Fig. 3.

2. Tecnologías de enmascaramiento

2.1 Principios generales

Existen diversas tecnologías de enmascaramiento, éstas están clasificadas con base en el tipo del método utilizado; se puede mencionar, por ejemplo, las tecnologías relacionadas con procesos, a las de adición de endulzantes artificiales, sabores e inclusive de otros compuestos amargos, ácidos y astringentes, así como también a las de la utilización de aditivos alimenticios. El objetivo general es prevenir la sensación del sabor amargo ya sea evitando el contacto de las moléculas amargas con los receptores gustativos o bien cubriendo este compuesto a través de la administración en conjunto con otras sustancias (Szejtli y Szenté, 2005).

Hay básicamente tres tipos de interacciones relacionadas con el sabor: interacciones fisicoquímicas, interacciones secundarias entre un componente del alimento y los receptores del gusto de otro componente y la supresión cognitiva central de una mezcla; con base al tipo de interacción presente, se puede aprovechar para reducir el sabor amargo de un determinado compuesto (Ares *et al.*, 2009).

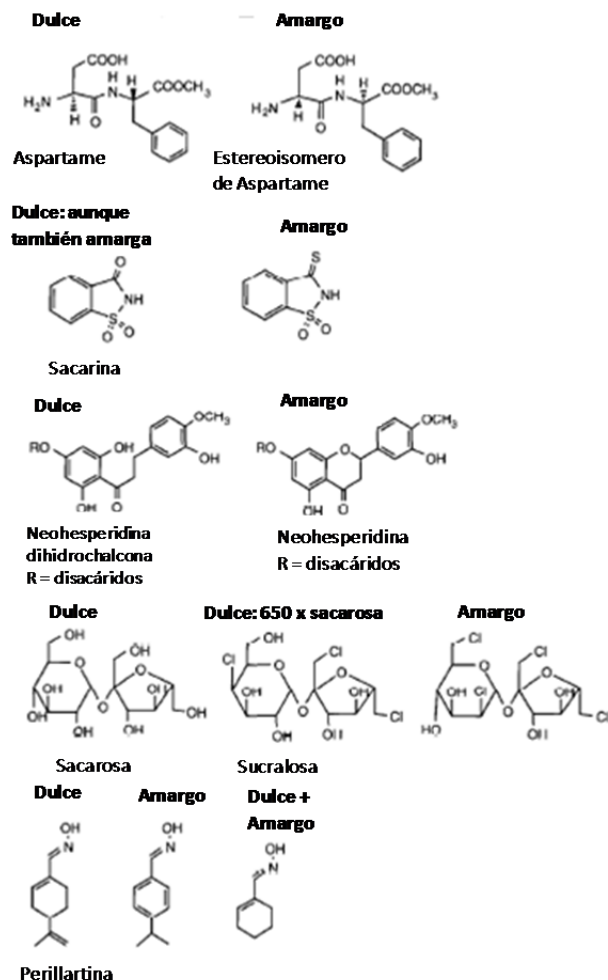


Fig. 3. Ejemplos de estructuras amargas, dulces y amargas+dulces.
Adaptado de Walters (1996).

2.2 Métodos de enmascaramiento más utilizados y sus aplicaciones

Los mecanismos de los métodos para el enmascaramiento del sabor amargo pueden ser resumidos de la siguiente manera: en primera instancia, el enmascaramiento se puede hacer adicionando sabores, endulzantes o agentes efervescentes; y en segundo lugar, para evitar este sabor amargo es cubriendo o bien transformando el compuesto que imparte dicho sabor, lo cual muchas veces deriva en la presencia de sensaciones no agradables tal como la arenosidad.

En los años recientes, se han desarrollado métodos como la microencapsulación y la formación de microesferas, cuyo objetivo principal es el de crear barreras físicas que protejan al compuesto amargo al momento en que entra en contacto con las papilas gustativas y evitar que se libere el sabor (Xu *et al.*, 2008). En este tipo de tecnología se recurre a la utilización de ciclodextrinas, las cuales pueden funcionar teóricamente de dos maneras: formando un complejo de inclusión que impide la interacción con las papilas gustativas, o bien, la interacción de la ciclodextrina directamente con las proteínas de

las papilas gustativas paralizándolas (Szejtí y Szenté, 2005). La ciclodextrina más utilizada es la conocida como polímero de β CD, formada por 7 unidades de glucopiranos. Dentro de las aplicaciones en alimentos de esta tecnología se tiene la eliminación del amargor en caseína hidrolizada de leche, disminución de la presencia de naringina y limonina en jugo de toronja y el enmascaramiento del amargor indeseable producido durante el tostado del café.

Una de las técnicas de procesamiento desarrolladas es la reportada y patentada por Nestec, conocida como “método de exorción” que consiste en la extracción con fluidos supercríticos y absorción de carbón activado de las xantinas aplicado al cacao (Roy, 1992).

Por otro lado, la utilización de enzimas del grupo de α -transglucosidasas, en forma de ciclodextrina glucosiltransferasa, las cuales son muy aplicadas en el mejoramiento de las propiedades edulcorantes de la esteviosa y la glicirrina, que son de naturaleza amarga (Szejtí y Szenté, 2005; Roy, 1992). Otra enzima es la naringinasa, que es capaz de remover la naringina y limonina proveniente de los jugos de frutas. Finalmente la utilización de la llamada pancidasa NP-2, una proteasa utilizada para eliminar el amargor presente en el jugo de pimientos dulces (Roy, 1992).

Otro método muy utilizado para el enmascaramiento de sabor amargo, es el aplicado a tabletas de determinados medicamentos amargos, mediante la utilización de alginato sódico y gluconato cálcico, este proceso se da por la formación en la superficie del producto amargo de un gel insoluble en agua, lo cual permite que al momento de ser ingerido la saliva no penetre y libere el sabor desagradable presente en la tableta (Al-Omran *et al.*, 2002).

El método más sencillo para reducir el amargor es simplemente con el incremento de dulzor (Walters, 1996) mediante la adición de edulcorantes tales como sacarosa, sucralosa y polidextrosa, aunque también la adición de leche contribuye a la reducción de este sabor amargo, dado por la interacción de los grupos fenólicos con

las proteínas de la leche, impidiendo que interactúen con las proteínas de la saliva, reduciendo el amargor. Se sabe que en el caso particular de la polidextrosa enmascara sabores indeseables a partir de la habilidad de establecer interacciones polares, puentes de hidrógeno e interacciones dipolo-dipolo con polifenoles, lo cual disminuye la interacción con las células receptoras de las proteínas de la saliva (Ares *et al.*, 2009).

Barra *et al.* (1999) mencionan que un método común para evitar la sensación de sabor amargo es mediante el adormecimiento de las papilas gustativas con la ayuda de un agente analgésico o por un “enfriamiento” con mentol. Ellos realizaron pruebas de enmascaramiento de sabor amargo mediante el uso de sustancias sin sabor (etil celulosa e hidroxipropil metilcelulosa) mezcladas con medicamentos amargos (ácido niflúmico e ibuprofeno), encontraron que estas sustancias son capaces de reducir el amargor moliendo a un determinado tamaño de partícula, además de ser un proceso barato, en comparación con otros métodos como la microencapsulación.

La combinación de sales sódicas con L-arginina ha sido muy aplicada para la disminución de sabor amargo en diversos péptidos, sin embargo la utilización de esta técnica se ve limitada cuando se aplica en la elaboración de bebidas dulces o bien en alimentos salados que contienen notas dulces (Ley, 2008).

La adición de sabores es otro de los métodos de enmascaramiento más utilizados. Roy (1992) menciona la utilización de dos compuestos, uno llamado esclareolide, un saborizante diterpenoide natural aplicado principalmente en la reducción de amargor en los granos de café tostados y también en cítricos. El otro saborizante artificial es el maltol, utilizado para enmascarar el sabor amargo proveniente de las sales como el cloruro de potasio presente en determinados alimentos.

Paradójicamente, se utilizan compuestos amargos para enmascarar el mismo sabor amargo, claro ejemplo es la utilización de los taninos del fruto llamado caqui en la disminución de amargor en café y en la desaparición de olores desagradables (Roy, 1992).

2.3 Algunos productos existentes en el mercado

Actualmente existen diversos productos al alcance de empresas dedicadas al desarrollo de productos alimenticios para el enmascaramiento de sabor amargo, aunque también ofrecen las características tales como potenciador y mejorador de sensaciones en la boca. A continuación se mencionan los más comerciales:

2.3.1 Talin®

La empresa Talin (2010) desarrolló un producto con diversas funciones: enmascarador de sabor amargo, modificador y potenciador de sabor. Éste es el nombre comercial de la taumatina, la cual es una proteína estable a temperaturas utilizadas en procesos de ultra altas temperaturas (UHT), pasteurización, panificación y extrusión, en rangos de pH de 2 a 8, además es estable a la presencia de colorantes utilizados en la industria alimentos y bebidas. Es considerado un ingrediente natural, que posee propiedades únicas, una de ellas es el de potenciador de sabor, lo cual implica una ventaja en el mejoramiento del mismo. Otra propiedad es el enmascaramiento de sabor amargo, ya que es capaz de disfrazar el resabio amargo y es aplicado principalmente a alimentos funcionales y bebidas que presentan esta característica de sabor, además es proveedor de sensaciones en la boca. Una de las tendencias actuales es utilizar bajas cantidades de azúcares y grasas, aunque muchas de las características del producto final dependen de estos ingredientes, por lo anterior, se recurre a este tipo de aditivos que proveen sensaciones cremosas por un lado, y por el otro, puede reemplazar la adición de otros azúcares.

2.3.2 Senserbust® Dairy booster

Creado por la compañía Belmay, Ltd (2010), éste es un potenciador que mejora el perfil de sabor con aplicaciones en productos lácteos, debido a que está especialmente diseñado para reemplazar los componentes presentes de manera natural en este tipo de productos; además este producto enmascara

los sabores indeseables que los consumidores encuentran poco atractivos como el sabor amargo.

2.3.3 Gelita®

Desarrollada por Gelita Group (2010), es una proteína conocida con el nombre de colágeno hidrosilato, tiene la particularidad de ser utilizado como un edulcorante, y ha mostrado ser un ingrediente que ofrece beneficios para la salud como el mejoramiento de piel, cabello y uñas, promueve un balance nutricional y contribuye a la formación del tejido conectivo y formación de músculos. La gran ventaja es que produce sensaciones en la boca, sin sabor amargo y es compatible con cualquier ingrediente.

2.3.4 Eugradit® EPO

Creado por Degussa (2010), químicamente es un copolímero catiónico basado en dos compuestos: el metacrilato dimetilaminoetil y el éster metacrílico, es capaz de disolverse a pH menores a 5. Se utiliza mucho para microencapsulación de sabores amargos presentes en medicamentos. Se caracteriza por disolverse rápidamente en el estómago a un pH entre 1 y 3 sin que el medicamento pierda su biodisponibilidad y mantenerse intacto en la cavidad bucal a un pH de 5.8 a 7.4, proporcionando un buen enmascaramiento del sabor amargo (Xu *et al.*, 2008).

2.3.5 Benzil amidas

Este tipo de compuestos han sido desarrollados por científicos de Symrise® -empresa internacional dedicada a la producción de sabores y fragancias- éstos son aplicables tanto a bebidas como a alimentos. Se ofrecen como una alternativa que sustituiría a los enmascaradores provenientes de flavonoides utilizados tanto en la industria de alimentos como en la farmacéutica; ya que este tipo de compuestos son mucho más caros debido a que su estereoquímica y subestructura no es común encontrarla en recursos naturales. Dentro de este grupo de ácidos benzoicos hidrolizados se tiene al ácido 2,4-dihidroxibenzoico y a la amida *N*-(4-hidroxi-3-metoxibenzil), ya que son similares estructuralmente al homoeiodictiol, que es

químicamente una flavonona considerada como el enmascarador de sabor amargo principal utilizado en alimentos (Daniells, 2006).

Conclusiones

Las diversas tecnologías enfocadas al enmascaramiento de sabor amargo cada vez son más demandadas, principalmente por la exigencia de los consumidores ante sabores agradables. Hoy en día existen diversas tecnologías que involucran métodos y productos que ofrecen soluciones ante este tipo de problemas, sin embargo, el uso de estas tecnologías está restringido a empresas que puedan costearlas.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento es para mi asesora, la Dra. María Eugenia Bárcenas Pozos, por su apoyo para la realización de este artículo; así como también a Roberto Terreros por la orientación dada. Además agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico otorgado y a la Universidad de las Américas Puebla por el apoyo para la realización de mis estudios de posgrado.

Referencias

- Al-Omran, M.F., Al-Suwayeh, S.A., y El-Helw, A.M. 2002. Taste masking of diclofenac sodium using microencapsulation. *Journal of Microencapsulation*, 19 (1):45-52.
- Ares, G., Barreiro, C., Deliza y R., Gámbaro, A. 2009. Alternatives to reduce the bitterness, astringency and characteristic flavour of antioxidant extracts. *Food Research International*. 42 (7):871-878.
- Barra, J., Lescure, F. y Doelker, E. 1999. Taste masking as a consequence of the organisation of powder mixes. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 74(1):37-42.
- Belmay Ltd., 2010. <http://www.belmay.com/index.asp>, accesada: 2/04/2010.
- Daniells, S. 2006. Symrise explores cheaper alternatives in bitter-maskers. *Food Navigator*. <http://www.foodnavigator.com>, accesada: 13/02/2010.
- Degussa. 2010. Degussa creating essentials. http://www.solimide.eu/en/pharmapolymers/eudragit/quality/spezifikationen_neu.Par.0001.TRow.0017.TCell.0002.File.tmp/7.1.01_INFO7.1e_E100_EPO_E12_5_200409.pdf, accesada: 2/04/2010.
- Dinehart, M.E., Hayes, J.E., Bartoshuk, L.M., Lanier, S.L. y Duffy, V.B. 2006. Bitter taste markers explain variability in vegetable sweetness, bitterness, and intake. *Physiology and Behavior*, 87:304,313.
- Drewnoski, A. y Gómez-Carneros, C. 2009. Sabor Amargo, Fitonutrientes y el Consumidor. *Mundo Alimentario* Julio/Agosto, 20-24.
- Frank, M.E., Bouverat, B.P., MacKinnon, B.I. y Hettinger, T.P. 2004. The distinctiveness of ionic and nonionic bitter stimuli. *Physiology and Behavior*, 80(4):421-431.
- Gelita Group. 2010. Gelita improving quality of live. <http://www.gelita.com/>, accesada: 2/04/2010
- Inarejos-Garcia, A.M., Androulaki, A., Desamparados, M.S., Fregapane, G., y Tsimidou, M.Z. 2009. Discussion on the objective evaluation of virgin olive oil bitterness. *Food Research International*. 42(2): 279-284.
- King, B. M. y Duineveld, C. A. A. 1999. Changes in bitterness as beer ages naturally. *Food Quality and Preference*. 10(4-5):315-324.
- Kreutzmann, S., Christensen, L.P. y Edelenbos, M. 2007. Investigation of bitterness in carrots (*Daucus carota* L.) based on quantitative chemical and sensory analyses. *LWT - Food Science and Technology*, 41(2):193-205.
- Lanier, S.A., Hayes, J.E. y Duffy, V.B. 2004. Sweet and bitter tastes of alcoholic beverages mediate alcohol intake in of-age undergraduates. *Physiology and Behavior*, 83:821-831.
- Ley, J.P. 2008. Masking bitter taste by molecules. *Chemosenory Perception*. 1:58-77.
- Montmayeur, J-P. y Matsunami, H. 2002. Receptors for bitter and sweet taste. *Sensory Systems*, 12:366-371.

- Roy, G. 1992. Bitterness: reduction and inhibition. *Trends in Food Science and Technology*. 3: 85-91.
- Sinesio, F., Moneta, E. y Esti, M. 2005. The dynamic sensory evaluation of bitterness and pungency in virgin olive oil. *Food Quality and Preference*. 16(6):557-564.
- Stier, R.E. 2004. Masking bitter taste of pharmaceutical actives. *Drug Deliv Technol*, 4(2):52, 54-57.
- Szejtli, J. y Szent, L. 2005. Elimination of bitter, disgusting tastes of drugs and foods by cyclodextrins. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 61(3): 115-125.
- Talin 2010. Talin a naturex product. <http://www.pharmaceutical-technology.com/contractors/excipients/overseal/>, accesada: 2/04/2010
- Temussi, P.A. 2009. Sweet, bitter and umami receptors: a complex relationship. *Cell Press*, 34(56): 296-302.
- Walters D.E. 1996. How are bitter and sweet tastes related?. *Trends in Food Science and Technology*, 7(12):399-403.
- Xu, J., Bovet, L.L. y Zhao, K. 2008. Taste masking microspheres for orally disintegrating tablets. *International Journal of Pharmaceutics*, 359(1-2, 9): 63-69.
- Zhang, Y., Hoon, M.A., Chandrashekar, J., Mueller, K. L., Cook, B., Wu, D., Zuker, C.S. y Ryba, N.J.P. 2003. Coding of Sweet, Bitter, and Umami Tastes: Different Receptor Cells Sharing Similar Signaling Pathways. *Cell Press*, 112: 293-301.