



equacia™

Texturizante *Nutricional*



Fuente de Fibra Natural

Excepcional Sustituto de Grasa

**Magnífica Estabilización de
Productos Alimenticios**

Excelente Texturizante



EL BALANCE DE LA NATURALEZA



www.cniworld.com

Magdalena Núm. 20 Col. Del Valle 03100 México, D.F.
Tels.: 5687-5828, 5687-4879, 5536-8383, 5148-3098, 5148-3099
Fax: 5543-4145 • 044 55 5400-6016 • e-mail: bpardo@cniemexico.com

Sabor Amargo, Fitonutrientes y el Consumidor

Adam Drewnoski y Carmen Gómez-Carneros

Varios de los fitonutrientes bioactivos que se están estudiando actualmente en el laboratorio han sido considerados por la industria y los consumidores como residuos amargos desechables.



Foto: Funadium

Introducción

Las dietas ricas en vegetales y frutas están relacionadas con bajos índices de cáncer y enfermedades del corazón. Los fenoles de las plantas, flavonoides, isoflavones, terpenos, glucosinolatos y otros compuestos que están presentes en la dieta diaria han mostrado tener propiedades antioxidantes, anticarcinogénicas y un amplio espectro de actividades bloqueadoras de tumores. La búsqueda de mecanismos de protección química se ha enfocado en la actividad biológica de los compuestos encontrados en crucíferas y vegetales de hojas verdes, soya, frutas cítricas, té verde y vino tinto. Estos compuestos, conocidos como fitoquímicos y fitonutrientes, son los más prometedores para la creación de fórmulas de alimentos que prevengan enfermedades crónicas.

A muchas personas no les gusta comer vegetales —y el sentimiento es mutuo— las plantas se protegen a sí mismas de ser comidas secretando pesticidas naturales y otras toxinas. Los fenoles de las plantas, flavonoides, isoflavones, terpenos y glucosinolatos casi siempre son amargos, acres o astringentes. Además de su actividad

bactericida o biológica, estas sustancias pueden proporcionar una defensa contra predadores al hacer que la planta tenga un sabor desagradable. A pesar de su potencial benéfico para la salud humana en pequeñas dosis, muchos de estos compuestos son, de hecho, tóxicos.

Al ser sensibles al sabor amargo de los alcaloides de las plantas y otros venenos, los humanos rechazan los alimentos que se perciben como excesivamente amargos. Esta reacción instintiva al sabor amargo puede ser inmutable porque ha perdurado. La industria de alimentos elimina rutinariamente los fenoles y flavonoides, isoflavones, terpenos y glucosinolatos de vegetales a través de una reproducción selectiva y una variedad de procesos para eliminar el sabor amargo. Varios de los fitonutrientes bioactivos que se están estudiando actualmente en el laboratorio han sido considerados por la industria y los consumidores como residuos amargos desechables.

Estudios de mercado y con consumidores han demostrado que el sabor, al contrario del valor nutricional, es el factor principal para la selección de un alimento. Actualmente, con algunas

excepciones, los estudios sobre fitonutrientes y la salud raramente consideran el sabor amargo de los vegetales y otras plantas comestibles. Los investigadores del cáncer han propuesto que un sabor más amargo puede ser una característica positiva, lo que le permite al consumidor seleccionar brócoli por su mayor contenido de glucosinolatos. Este punto de vista contrasta con la práctica de la industria de alimentos de medir el contenido de glucosinolatos sólo como una manera de predecir el sabor amargo excesivo de la brócoli, característica que afecta al consumidor. Por otro lado, algunos científicos propusieron elevar los glucosinolatos en brócoli para un mayor beneficio a la salud, mientras que los estándares de la industria son eliminar los glucosinolatos de la col de Bruselas para mejorar el sabor. Respecto al sabor amargo de los fitonutrientes, las demandas de un buen sabor y beneficios para la salud son totalmente incompatibles.

La ingeniería de plantas alimenticias que mejoran las concentraciones de fitonutrientes químico-preventivos es una estrategia nueva y prometedora para fomentar la salud. Sin embargo, cualquier discusión significativa sobre fitonutrientes y la salud debe

considerar el sabor amargo de estas sustancias. Aunque están presentes en pequeñas cantidades, los antioxidantes fitoquímicos imparten un sabor amargo perceptible en los alimentos. Algunos de estos compuestos son tan aversivos para el consumidor que se generan selectivamente en las plantas y se eliminan rutinariamente durante el procesamiento de alimentos. De esta manera, las bajas cantidades de compuestos amargos en las plantas de las dietas actuales reflejan los logros de las industrias agrícola y alimentaria. Eliminar el sabor amargo de las plantas alimenticias ha sido uno de los principales propósitos de la ciencia de los alimentos.

Sabor Amargo y Rechazo de Alimentos

El amargor anormal tiende a ser equiparable con peligro dietético y

con toda la razón. Las grasas rancias, proteínas hidrolizadas, alcaloides derivados de las plantas y otras toxinas generalmente tienen un sabor amargo desagradable. La fermentación microbiana también produce compuestos que dan sabor amargo. Se ha reportado sabor amargo en diferentes plantas alimenticias como papas y papa dulce, frijoles y chícharos, col, pepinos, calabaza, calabacita y calabacín, lechuga, espinaca y col rizada. Debido a la amplia distribución de las plantas con toxinas amargas, han habido esfuerzos en el pasado tratando de desarrollar cultivos menos amargos de plantas alimenticias comunes enfocándose no tanto al sabor amargo sino a su seguridad.

El umbral de detección del sabor amargo es extremadamente bajo. Los compuestos que producen amar-

gor, incluyendo a los venenos amargos extremadamente tóxicos se han detectado en humanos en cantidades micromolares. Aunque no se observó una relación directa entre la toxicidad y sabor amargo, se detectó quinina amarga en concentraciones de 25- $\mu\text{mol/L}$ y toxinas amargas a una concentración más baja. En contraste, la detección de sucrosa fue del orden de 10 000 $\mu\text{mol/L}$. La sensación del sabor amargo también fue más prologada que la sensación dulce, salada o agria.

La biología de la percepción del sabor amargo no queda clara. Los retos a largo plazo son explicar cómo tantas estructuras de compuestos no relacionados pueden elevar el sabor amargo. Entre los compuestos que dan sabor amargo están los aminoácidos y péptidos, sulfimidas (sacarina),



ureas y tio ureas [6-*n-propiltiouracil* (PROP) y feniltiocarbamida (PTC)], ésteres y lactonas, terpenoides, fenoles y polifenoles. Las estructuras químicas diversas de estos compuestos han sugerido la existencia de múltiples receptores de sabor amargo. McBurney propuso que existen ≥ 3 receptores diferentes de sabor amargo, sensibles a la quinina, urea y al PTC o PROP, un compuesto relacionado. Otros estudios sugieren un mecanismo común en la percepción de sabor dulce y amargo, posiblemente relacionado a las proteínas G, que pueden generar esos pequeños cambios en la estructura química y alterar el sabor de una sustancia dada de amargo a muy dulce.

Un descubrimiento reciente de una familia de receptores de sabor amargo colocó a los receptores de sabor amargo relacionados con la gustaducina en 40-80. Estos candidatos de receptores de sabor (T2Rs) se organizan en el

genoma en grupos y se relacionan genéticamente con loci que influyen en la percepción amarga de humanos y ratones. Los T2Rs se expresan en todas las papilas gustativas de las papilas circunvaladas y foliadas y en el paladar. A pesar de que los T2Rs se expresan raramente en las papilas fungiformes, estas papilas gustativas fungiformes que expresan los T2Rs generalmente tienen un repertorio completo de receptores diferentes, lo que sugiere que cada célula puede ser capaz de reconocer diferentes sabores amargos. Esto concuerda con la observación de que los humanos son capaces de reconocer diferentes sustancias amargas pero no siempre distinguirlas entre ellas. Un estudio complementario mostró que un receptor de sabor amargo (hT²R-4) sólo responde al denatonio y PROP, mientras que el receptor en ratones MT2R-5 responde sólo a la cicloheximida amarga.

Estudios de vínculos genéticos en humanos relacionan la capacidad de PROP con un locus a 5p15. La capacidad de percibir PTC y PROP, una vez que se transmitió como un gen dominante que detecta sabor, puede implicar a más de un locus. Los estudios de vínculos genéticos sugieren que degustar PROP puede implicar una sensibilidad específica al PROP y una respuesta más general al sabor amargo. Estudios previos separaron los catadores de PTC y PROP de los no catadores en base a la degustación de los cristales de PTC o PROP o del umbral de detección para una distribución bimodal de soluciones de PROP. La gran variabilidad de respuestas de los catadores condujo a Bartoshuk a proponer la existencia de "superdegustadores" PROP.

Los superdegustadores PROP, la mayoría de ellos mujeres, se identificaron por su alta proporción en percibir la rata de la intensidad del sabor amargo del PROP a la percepción del sabor salado de soluciones de cloruro de sodio. En promedio, las mujeres superdegustadoras tenían más papilas fungiformes y una mayor densidad de papilas gustativas por papila que los degustadores normales o no degustadores de PROP.

Los antropólogos creen que el valor protector de este polimorfismo genético fue el de identificar y rechazar venenos amargos. En estudios sensoriales, la degustación PROP relacionó un mayor rechazo al sabor amargo de las soluciones PROP con una aceptación reducida de algunos alimentos amargos. A los degustadores de PROP les desagradó el sabor amargo de soluciones de cafeína, naringina y del té verde japonés. Para los degustadores de PROP, el café y jugo de toronja, vegetales crucíferos y algunas ensaladas verdes tuvieron baja aceptación. Como

Foto: Targophoto



regla general, la elevada percepción a amargo fue la razón principal para rechazar un alimento.

Fenoles y Taninos Amargos

Los compuestos fenólicos son responsables del amargor y astringencia de muchos alimentos y bebidas. Existen ≥ 15 diferentes clases de compuestos fenólicos, que van desde simples moléculas fenólicas a polímeros de alto peso molecular. Los flavonoides; el grupo más importante, se puede subdividir en 13 clases; se describieron más de 5000 compuestos hasta 1990.

El grupo de flavonoides incluye flavanones, flavonoles, flavones, isoflavones, flavanas (catequinas) y antocianinas. Los polifenoles de alto peso molecular (>500) también se conocen como taninos de plantas. Entre menor peso molecular tengan los compuestos fenólicos tienden a ser más amargos, mientras que los polímeros de alto peso molecular tienden más a ser astringentes.

La astringencia se define como una sensación bucal secante o áspera detectable en la cavidad oral, puede deberse a una reacción compleja entre los polifenoles dietarios y las proteínas de la boca y saliva.

Los compuestos fenólicos actúan como pesiticidas naturales, generando resistencia a patógenos, parásitos y predadores en las plantas. Las condiciones ambientales y factores genéticos afectan las cantidades de compuestos fenólicos en las plantas comestibles y el nivel de amargor. El tipo de cultivo, germinación, grado de maduración, condiciones de procesamiento y almacenamiento influyen en el contenido de fenoles en plantas.

Los fenoles amargos, como la quercetina, son los compuestos

amargos más comunes en manzanas inmaduras y otras frutas. Generalmente, se encuentran más altas concentraciones de compuestos fenólicos en la col y plántulas que en plantas maduras, lo cual coincide con la noción de que los fenoles de las plantas proporcionan un grado de protección contra predadores.



Los polifenoles de alto peso molecular o taninos se consideran como antinutrientes porque interfieren con la absorción de proteínas o reducen la disponibilidad de hierro. Los taninos se encuentran en granos como sorgo, mijo y cebada, chícharos, alubias y leguminosas, frutas, té, vino y una gran variedad de plantas forrajeras. Se cree que el complejo de taninos con proteínas, almidones y enzimas digestivas reducen el valor nutricional de los alimentos.

Flavonoides Amargos en Frutas Cítricas

Los flavonoides y frutas cítricas incluyen flavanones (naringina), flavones (nobiletina) y flavonoles (quercetina). Los flavones polimetoxilados (tangerina y nobiletina) se concentran en la piel de frutas sin pelar y son los constituyentes de los aceites cítricos amargos. Los flavonoides amargos pueden actuar a través de la actividad bactericida o haciendo a la planta de sabor desagradable. Algunos flavonoides son muy amargos mientras otros no lo son, dependiendo del tipo de cadena de glicósidos.

La naringina, una flavanona neohesperidósido, y neohesperidina son muy amargas, mientras que la hesperidina es insípida. Por otro lado, la neohesperidina dihidrocalcona es intensamente dulce. Las concentraciones de naringina son mayores en hojas jóvenes y en la pulpa (albedo) de frutas inmaduras. A pesar de que las concentraciones típicas de naringina en jugo de toronja son de $\approx 400\text{mg/L}$, pueden surgir problemas con el jugo de toronja de inicio de temporada ya que las concentraciones de naringina pueden elevarse a 1200mg/L . El mezclado de jugos es un medio para cuando el amargor afectó más de un cultivo.

La limonina, un triterpeno, es responsable del llamado amargor retardado de los jugos cítricos. Un precursor insípido de la limonina se libera cuando se daña el tejido de la fruta, se convierte gradualmente en limonina y se produce el sabor amargo. El sabor amargo debido a los flavonoides y limonoides son un problema importante en la industria de los cítricos. Como se describió anteriormente, se han desarrollado una serie de técnicas patentadas para eliminar o absorber el exceso de naringina y limonina del jugo de cítricos.

El Dilema de la Industria de Alimentos

Las demandas competitivas de sabor y salud representan un dilema para la industria de alimentos. El principal determinante para la selección de un alimento es el sabor. Los alimentos que son amargos, acres o astringentes tienden a ser rechazados por el consumidor —y generalmente por razones correctas. La reacción instintiva del sabor amargo puede no ser modificable porque es un mecanismo clave para sobrevivir.

El sabor amargo es la razón principal para el rechazo de varios alimentos. El amargor de vegetales crucíferos se ha relacionado repetidamente a su baja aceptación. Grupos analizados por el National Cancer Institute antes del proyecto de *5-al-día* encontraron que el disgusto a ciertos vegetales era la barrera principal para el consumo de los mismos. En otros estudios, se pensó que vegetales *Brassica* amargos sabían bien sólo si se añadían salsas, esto es, después de añadir grasas, azúcar o sal. El amargor excesivo disminuye la aceptación de jugos cítricos. El sabor de las proteínas de soya y algunos productos de soya generalmente se describen como desagradable. El amargor del vino se reduce con la maduración y eliminación de fenoles y polifenoles. La industria de alimentos se ha comprometido en estas prácticas por años para dar respuesta a la demanda del consumidor.

No todo lo amargo se rechaza automáticamente. En ciertos alimentos y bebidas, se espera algún grado de amargor. En el café, cerveza y vino, el amargor se relaciona con un atributo deseable: cafeína o alcohol. A pesar de que el gusto por cierto grado de amargor puede adquirirse en la edad adulta, un sabor amargo excesivo en jugos cítricos, café o cerveza generalmente es desagradable. El nivel para

lo que es o no es aceptable puede variar de persona a persona debido a que la respuesta individual al sabor amargo varía enormemente. Científicos en alimentos reconocen que es difícil de mezclar concentraciones de manera de que los niveles de amargor sean óptimos para todos.

La oferta de alimentos para el consumidor se conducen principalmente por el sabor, costo y conveniencia. Algunas recomendaciones recientes afirman que las personas deberían seleccionar el brócoli como inductor de potencia, sin embargo, comerlo crudo va en contra de las investigaciones de consumidores. Sugerencias de que se tenga que cocer, ya sea con vapor, microondas, freído o con un hervor rápido va en contra a los principios básicos de la gastronomía. Es poco probable que se abandonen los métodos estándar de cocción de vegetales, desarrollados durante cientos de años. Sin embargo, la identificación reciente de receptores de sabor amargo en humanos es un eslabón que tiene un amplio efecto en la industria debido a que el desamargado de alimentos sigue siendo una práctica común.

Fitonutrientes y Alimentos Funcionales

La modificación genética de alimentos para optimizar sus efectos hacia la salud representa uno de las nuevas fronteras en la ciencia de la nutrición. Los llamados alimentos funcionales pueden elaborarse con mayores concentraciones de fitonutrientes con características quimioprotectoras. A pesar de que la definición de alimentos funcionales aún está evolucionando, los ingredientes funcionales comúnmente se definen como sustancias seguras que tienen efectos específicos benéficos en el cuerpo además de proveer una nutrición adecuada. Una definición relacionada con alimentos para uso específico en

la salud, adoptado por el Japanese Ministry of Health and Welfare, refiere "alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones específicas del cuerpo además de nutrición". La mayoría de la investigación e interés de los medios se han enfocado en fitonutrientes que se encuentran en productos de soya, los vegetales *Brassica*, frutas cítricas, arándanos, té verde, uvas y vino. Se están desarrollando alimentos procesados que incorporan nuevos ingredientes funcionales o mejoran las concentraciones de los existentes. Científicos en alimentos y nutrición refieren a los fitonutrientes como el tercer compuesto funcional en alimentos, después de nutrientes y gusto. A pesar de que la función principal de los alimentos es proporcionar nutrientes, su función secundaria son los atributos sensoriales como gusto y sabor. Su función terciaria que es independiente a las 2 anteriores, es prevenir enfermedades a nivel molecular. Sin embargo, aparentemente las funciones secundarias y terciarias están relacionadas, por extrañío que parezca.

El descubrimiento de una familia de ≥ 50 receptores diferentes de sabor amargo sólo confirma lo importante que fue la sensibilidad al sabor amargo para la evolución y supervivencia. La investigación de alimentos funcionales a base de plantas alimenticias representan oportunidades importantes para la biología del cáncer y ciencias de la nutrición. Sin embargo, también se deben considerar el sabor y el comportamiento nutricional.

Fuente de la que se extrajo la información para este artículo:

Drewnowski, A.; Gomez-Carneros, C. *Bitter Taste, Phytonutrients and the Consumer: A review*. American Journal of Clinical Nutrition, 2000.