

LECITINA: QUÍMICA, BIOQUÍMICA Y USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Jorge A. Pino

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, CP 192000, La Habana, Cuba.

E-mail: jpino@iiaa.edu.cu

Recibido: 18-11-2020 / Revisado: 30-11-2020 / Aceptado: 14-12-2020 / Publicado: 07-01-2021

RESUMEN

Los fosfolípidos, que incluyen al compuesto fosfatidilcolina, el nombre químico de la lecitina, son lípidos que contienen un residuo de ácido fosfórico. La demanda creciente de lecitina y el crecimiento fenomenal de la industria procesadora de aceite de soya han permitido, en la actualidad, que sea la fuente más viable de producir lecitina comercial. La presente reseña explora la química, propiedades físicas y químicas, producción y purificación, toxicidad, estabilidad y usos tecnológicos en la industria alimentaria de la lecitina.

Palabras clave: lecitina, química, bioquímica, uso, industria alimentaria.

ABSTRACT

Lecithin: Chemistry, biochemistry and uses in the food industry.

Phospholipids, which include the compound phosphatidylcholine, the chemical name for lecithin, are lipids containing a phosphoric acid residue. Increased demand for lecithin and phenomenal growth in the soybean oil processing industry have today made soybeans the most viable source of commercial lecithin. The present review explores the chemistry, physical and chemical properties, production and purification, toxicity, stability, and technological uses in food industry of lecithin.

Keywords: lecithin, chemistry, biochemistry, use, food industry.

INTRODUCCIÓN

La lecitina es una mezcla o fracciones de fosfolípidos o fosfátidos obtenidos por procedimientos físicos de productos alimenticios de origen animal o vegetal. De acuerdo con la base de datos ChemIDplus, la lecitina es una mezcla compleja de fosfolípidos, glicolípidos y triglicéridos con cantidades sustanciales de fosfatidilcolinas, fosfatidiletanolaminas y fosfatidilinositoles, los cuales se denominan como 1,2-diacil-3-fosfocolinas (1-3). El nombre de lecitina fue usado por primera vez por el científico francés Gobley en 1847 para describir un material pegajoso, de color naranja y que contenía fósforo y nitrógeno, aislado inicialmente de la yema de huevo y en los años siguientes del cerebro, sangre, bilis y otros

Jorge A. Pino: Investigador titular del Departamento de Aromas del IIAA. Doctor en Ciencias Técnicas (CNIC, La Habana, 1980) y Doctor en Ciencias (IFAL, La Habana, 2011). Miembro titular de la Academia de Ciencias de Cuba. Investiga en la química y tecnología del aroma de los alimentos y aceites esenciales.

materiales. La palabra se deriva del vocablo griego *lekithos* que significa en forma femenina «yema de huevo» y en forma masculina «sopa de arvejas». Posteriormente fue demostrado por el científico Diakanow en 1867–1868 que el compuesto nitrogenado contenido en la yema de huevo es colina, una base orgánica presente en la bilis (4).

La lecitina es un aditivo alimentario generalmente reconocido como seguro (GRAS por sus siglas en inglés) y autorizado por la Agencia Federal de Drogas (FDA) de EE.UU., la Unión Europea y la Comisión del Codex Alimentarius. Como aditivo su código comercial es E 322 (5). La lecitina se emplea como emulsificador, antioxidante, mejorador de textura y protector del sabor en la elaboración de ciertos alimentos, así como en las industrias cosmética, química y farmacéutica, entre otras (6).

Los fosfolípidos, junto con los glicolípidos y las proteínas son los bloques de construcción de las membranas biológicas. Por tal razón, existen en todos los alimentos de origen animal o vegetal. Como compuestos surfactantes, los fosfolípidos contienen una unidad hidrofóbica (residuo acil) y otra unidad hidrofílica (ácido fosfórico, carbohidrato). Por tanto, ellos son capaces de formar estructuras ordenadas (capas micelares o planares) en medio acuoso. Ellos están involucrados en la permeabilidad, fosforilación oxidativa, fagocitosis y la excitación química y eléctrica (4). No existe evidencia de los requerimientos diarios, pero la ingesta promedio es entre 0,25 y 0,5 g/d (7). Se ha demostrado que el consumo de lecitina aporta beneficios a la salud humana, tales como promover la síntesis en el hígado de grandes cantidades de lípidos de alta densidad (HDL) o colesterol beneficioso (8, 9), reducción de la hipercolesterolemia y aterosclerosis coronaria (10). Debido a sus excelentes propiedades que aporta a los productos existe una demanda creciente en la industria alimentaria (11).

La fosfatidilcolina y colina son importantes para el cerebro, corazón, músculos esqueléticos, hígado y el metabolismo. La colina fue descubierta en 1862 y sintetizada en 1866. Ella se encuentra en la mayoría de los tejidos animales y es un componente primario del neurotransmisor acetilcolina (12). La colina funciona con el inositol como un constituyente básico de la lecitina y es un donador de grupos metilos (13). La misma puede ser sintetizada a partir de la etanolamina y grupos metilo derivados de la metionina, pero la mayoría de las veces

proviene principalmente de la dieta de fosfátidos (14). Las dietas bajas en colina pueden tener consecuencias que incluyen desórdenes hepáticos, renales, pancreáticos, de memoria y crecimiento (13, 15, 16). Los pacientes de enfermedad de Alzheimer tienen bajas concentraciones de los tres fosfolípidos en el suero sanguíneo en comparación con los pacientes sanos. La suplementación de colina durante los períodos críticos del desarrollo neonatal puede traer beneficios a largo plazo en la memoria. Una falta de suficiente colina en la dieta puede causar signos de disfunción subclínica en los órganos (hígado graso o daño muscular). La necesidad de colina es particularmente alta durante el embarazo y lactancia. La insuficiencia de colina almacenada en el cuerpo causa que disminuya la capacidad de metilar la homocisteína para producir metionina y se incremente la concentración de homocisteína en sangre. Esto puede incrementar las enfermedades cardiovasculares, cáncer, pérdida de memoria y fractura de los huesos (17-20).

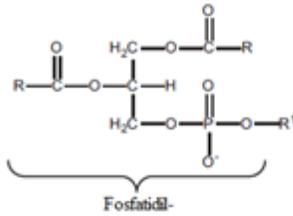
La presente reseña tuvo como objetivo recopilar información relacionada con la lecitina y evaluar las aplicaciones tecnológicas actuales a escala mundial. Esta información puede servir de punto de partida para promover el uso de este aditivo en la industria alimentaria cubana.

Estructura química

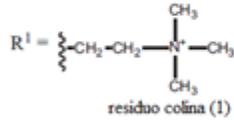
La fórmula estructural de los fosfolípidos principales en la lecitina se presenta en la Fig. 1. La unidad de ácido graso de los fosfolípidos puede diferir, tales como ácido palmítico, esteárico, oleico y linoleico (21). Debido a que los ácidos grasos en la lecitina tienen un número variable de átomos de carbono, la fórmula molecular y masa molecular exactas sólo pueden darse para los componentes individuales. Por ejemplo, la fórmula molecular de la fosfatidilcolina con dos grupos linoleato es $C_{44}H_{80}O_8NP$ y la masa molecular es 782,1 g/mol.

Propiedades físicas y químicas

La lecitina cruda comercial es de un color café hasta ligeramente amarillo con una consistencia desde plástica a líquida. La densidad de la lecitina cruda comercial es 0,97 g/mL (líquida) y 0,5 g/mL (granulada) (4). Por su parte, la lecitina refinada con alto nivel de fosfolípidos (> 95 %), preparada por fraccionamiento con acetona y alcohol es un polvo blando de color amarillo-café (22).



R = residuo ácido graso



o

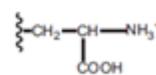
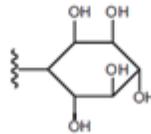
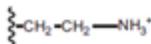


Fig. 1. Estructuras principales de los componentes fosfolípidos en la lecitina: fosfatidilcolina (1), fosfatidiletanolamina (2), fosfatidilinositol (3), fosfatidilserina (4). Si R¹ = H, el compuesto es ácido fosfatídico.

El color es dependiente de su origen, procesamiento y tratamiento de blanqueo o filtración. Su consistencia está determinada principalmente por su contenido de aceite, ácidos grasos libres y humedad. La lecitina refinada prácticamente es inodora y tiene un sabor suave. La estructura polar de las moléculas de lecitina la convierten en agentes emulsificantes (Fig. 2). Las cadenas laterales lipofílicas de los ácidos grasos esterificados están enlazadas al grupo polar en la cabeza. Las unidades

de fosfatos y que contienen nitrógeno pueden ser ionizadas y por esto hay residuos cargados positiva y negativamente (23).

La lecitina es soluble en hidrocarburos alifáticos y aromáticos, así como hidrocarburos clorados. Sin embargo, sólo es parcialmente soluble en alcoholes alifáticos. La fosfatidilcolina pura es soluble en etanol. La Tabla 1 presenta las solubilidades de la lecitina de soya y sus componentes individuales.

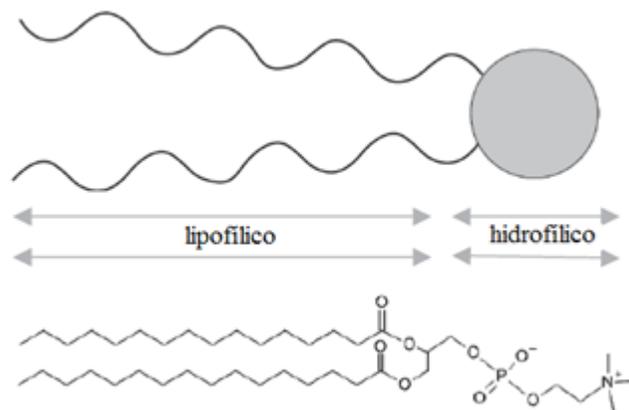


Fig. 2. Estructura esquemática de un fosfolípido.

Tabla 1. Solubilidades de la lecitina de soya y sus componentes (Wendel, 1995; Tanno, 2012)

	Agua	Hexano	Etanol	Acetona
Lecitina	Insoluble/dispersable	Soluble	Soluble	Insoluble
Fosfatidilcolina	Soluble/dispersable	Soluble	Muy soluble	Poco soluble
Fosfatidiletanolamina	Muy soluble/dispersable	Soluble	Soluble	Insoluble
Fosfatidilinositol	Muy soluble/dispersable	Soluble	Insoluble	Insoluble
Lisofosfolípidos	Soluble	Parcialmente soluble	Soluble	Soluble

La lecitina comercial es soluble en aceite mineral y ácidos grasos, pero prácticamente insoluble en aceites vegetales y animales fríos. Sin embargo, se funde y dispersa bien en los aceites calientes, pero al enfriar se separa a menos que se adicione una cantidad de aceite mineral, ácido graso u otro agente asociados. La lecitina comercial plástica se convierte en lecitina fluida por incremento del contenido de ácidos grasos. Este ablandamiento o licuefacción del producto comercial también puede ser acompañado por otros ácidos, como el glicerofosfórico, fosfórico u otro ácido mineral, y por casi cualquier ácido orgánico o inorgánico que sea soluble o se disperse en la lecitina. Además, puede ser licuada por acomplejamiento con sales divalente, como cloruro de calcio o por adición de ésteres alifáticos de ácidos grasos. La lecitina comercial es insoluble, pero dispersable en agua. El tratamiento con agua disuelve pequeñas cantidades de los productos de descomposición y sustancias adsorbidas o coacervada, como carbohidratos y sales, particularmente en presencia de etanol. Sin embargo, una pequeña cantidad de agua se disuelve o dispersa en la lecitina fundida.

Los fosfolípidos de la soya puros son higroscópicos y sujetos a oxidación, pero su durabilidad es buena cuando poseen residuos del aceite de soya y tocoferoles, como la lecitina comercial con 30 a 40 % de aceite neutral como soporte o los fosfolípidos con 1 a 2 % aceite residual y una fracción porcentual de tocoferoles. Al contrario de los glicéridos, la lecitina comercial no es resistente a altas temperaturas. Al calentarse por encima de 80 °C en condiciones anhidras, se oscurece en función del tiempo de calentamiento y descompone por encima de 120 °C. Sin embargo, es menos sensible como ingrediente minoritario y particularmente en sistemas acuosos.

En cuanto a las propiedades químicas, la presencia de grupos ácidos en la molécula de fosfolípido permite reacciones, tales como hidrólisis, saponificación, hidrogenación, halogenación, sulfonación, fosforilación y ozonificación (4, 24).

La hidrólisis ácida o básica (saponificación) remueve los ácidos grasos. La descomposición extensa por calentamiento produce glicerina, ácido fosfórico y los grupos de cabeza (colina, etanolamina, etc.). La lecitina también puede ser hidrolizada mediante enzimas. Por otro lado, la lecitina puede ser hidrogenada, lo que resulta en la saturación de los ácidos presentes en su molécula, es decir a ácido palmítico o esteárico. El producto final es casi incoloro y cristalino. La lecitina comercial también puede ser hidroxilada en las cadenas de los ácidos grasos insaturados por tratamiento con peróxido de hidrógeno concentrado. Por otra parte, la autooxidación de los ácidos grasos insaturados en los fosfolípidos es similar a la de los ácidos libres. Los productos primarios son hidroperóxidos dienos (4).

Un estudio de modificación enzimática de los fosfolípidos de la yema de huevo y su efecto en las propiedades físicoquímicas fue reportado recientemente (25). La reacción resultó en un producto líquido de una sola fase, mientras que la mezcla simple de los fosfolípidos y aceite vegetal resultó en un producto con dos fases. Además, el contenido de grasa sólida disminuyó en 50 % a 10 °C y 94 % a 35 °C en comparación con el extracto de lípidos original. La reacción causó también un decremento de la temperatura de fusión y mejoró el índice de estabilidad de la emulsión cuando se usó el producto en una emulsión de aceite en agua en comparación con la lecitina nativa. De esta forma, las propiedades de los fosfolípidos nativos fueron mejoradas significativamente a partir de la interesterificación.

Producción y purificación

La lecitina cruda es obtenida como un coproducto durante el proceso de desgomado del aceite de soya. Los compuestos con fósforo son removidos para mejorar la estabilidad del aceite (6). La lecitina cruda generalmente es un fluido color café con una alta viscosidad. La composición de la lecitina puede variar por los disolventes usados en el fraccionamiento. La mayoría de los triglicéridos y ácidos grasos pueden ser separados de la lecitina cruda por fraccionamiento con acetona para producir lecitina en polvo libre de aceite. La lecitina puede ser enriquecida por extracción con etanol. La fosfatidilcolina es concentrada por extracción con etanol. Esta fracción incrementa así su actividad emulsificante para la formación de emulsiones de aceite en agua. La fracción insoluble en alcohol es rica en fosfatidilinositol que es hidrofóbico y favorece su uso en emulsiones de agua en aceite. La fosfatidiletanolamina es uniformemente dividida entre las fracciones soluble e insoluble en alcohol. La lecitina de alto grado es también obtenida al remover el material insoluble en hexano por filtración (21, 24).

Los indicadores que caracterizan a las lecitinas comerciales son materia insoluble en acetona, valor de acidez, contenido de humedad, materia insoluble en hexano, materia insoluble en tolueno, valor peróxido, color, consistencia, claridad y análisis microbiológicos (21, 24).

La lecitina parcialmente hidrolizada se produce industrialmente por la acción de la enzima fosfolipasa A2, que hidroliza selectivamente al ácido graso en la posición 2 del fosfolípido. Cualquier actividad enzimática en el producto final es inactivada por calentamiento (21, 26).

El Comité del Codex Alimentarius de la FAO/WHO ha listado la lecitina de grado alimentario con criterios de pureza para uso mundial. La Tabla 2 presenta las especificaciones legales que se exigen para la lecitina de grado comercial.

De acuerdo con la Regulación de la Comisión No. 231/2012, la lecitina es un líquido de color café, semilíquido viscoso o polvo (5). La lecitina comercial está disponible en diferentes formulaciones que varían desde extractos de aceite crudo de fuentes naturales hasta fosfolípidos sintéticos. Muchos de estos productos se definen de acuerdo con el estado del proceso de purificación de donde son obtenidos y se agrupan en tres amplias categorías que varían en su composición cuali- y cuantitativamente (Tabla 3).

Las fuentes principales de las lecitinas industriales incluyen aceites vegetales (grano de soya, semilla de algodón, maíz, semilla de girasol y colza) y tejidos animales (huevo y cerebro bovino). sin embargo, la lecitina de huevo y en particular la de soya son, sin lugar a duda, las más importantes en términos productivos. Este hecho hace que el término lecitina de soya y lecitina comercial se usen generalmente como sinónimos.

Tabla 2. Especificaciones de pureza legales de la lecitina grado alimentario

Pureza	FAO/WHO Codex Alimentarius	European Union E322	Food Chemical Codex
IA (%)	> 60	> 60	> 50
IH (%)	-	-	< 0,3
IT (%)	< 0,3	< 0.3	-
Humedad (%)	-	-	< 1,5
Pérdida por secado (%)	< 2,0	< 2,0	-
VA (mg KOH/g)	< 36	< 35	< 36
Valor peróxido (mEq/kg)	< 10	< 10	< 100
Arsénico (ppm)	< 3	< 3	-
Plomo (ppm)	< 10	< 5	< 1
Mercurio (ppm)	-	< 1	-
Metales pesados (como Pb, ppm)	< 40	< 10	-

IA: insoluble en acetona, IH: insoluble en hexano, IT: insoluble en tolueno, VA: valor de acidez.

Tabla 3. Categorías de la lecitina comercial

Natural	Refinada	Modificada
<i>Plástica</i>	<i>Desgrasada</i>	<i>Físicamente</i>
No blanqueada		
Blanqueada		
Doble-blanqueada		
<i>Fluida</i>	<i>Fraccionada</i>	<i>Químicamente</i>
No blanqueada	Soluble en alcohol	
Blanqueada	Insoluble en alcohol	
Doble-blanqueada		<i>Enzimáticamente</i>

Las proporciones de los componentes principales de la lecitina dependen de la materia prima de partida (22). La lecitina grado alimentario obtenida de los granos de soya es una mezcla que contiene alrededor de 60 % de fosfolípidos y 40 % triglicéridos, esteroides y carbohidratos en varias proporciones (27). La composición de fosfolípidos de la lecitina del grano de soya sobre la base de libre de aceite es 21 % fosfatidilcolina, 22 % fosfatidiletanolamina, 19 % fosfatidilinositol, 10 % ácido fosfatídico, 1 % fosfatidilserina y 12 % de glicolípidos (4). La composición de ácidos grasos de la lecitina de soya desgrasada es 18,4 % ácido palmítico, 4,0 % ácido esteárico, 10,7 % ácido oleico, 58,0 % ácido linoleico, 6,8 % ácido linoléico y 2,1 % de otros (4).

La lecitina hidrolizada, denominada lisolecitina, es un producto de la hidrólisis parcial de la lecitina de grado alimentario, donde el ácido graso en la posición 2 del fosfolípido es enzimáticamente removido. Esta contiene alrededor de 51 % de fosfolípido, 18 % de ácidos grasos totales, 1 % de humedad y 24 % de triglicéridos, esteroides, pancreatina y carbohidratos en varias proporciones (27).

Toxicidad

Después de la administración oral, la fosfatidilcolina es absorbida intacta o como lisofosfatidilcolina o colina después de la hidrólisis intestinal (5). La colina es rápidamente absorbida y aparece en el plasma como colina libre.

La toxicidad aguda de la lecitina en ratones, ratas y conejos es baja. Estudios de toxicidad subcrónica en ratas y perros no reportan ningún efecto adverso, aún a altas dosis (3,75 g de fosfolípido esencial/kg peso corporal/d y 1 g de fosfatidilinositol de soya o fosfolípido esencial/kg peso corporal/d en ratas y perros, respectivamente y

5,46 g lecitina/kg peso corporal/d en ratas. El Panel de expertos de la Autoridad de Seguridad Alimentaria Europea (EFSA) consideró que la información en relación con la genotoxicidad de la lecitina (E 322) es suficiente para concluir que no hay problemas de genotoxicidad (5).

Los estudios de toxicidad crónica en ratas no indicaron efectos adversos, aún a altas dosis evaluadas (3,75 g de fosfolípido esencial/kg/d peso corporal/d). No se ha reportado efecto carcinogénico en ratas, aun a altas dosis probadas (1,47 y 2,28 g lecitina soya/kg peso corporal/d en machos y hembras, respectivamente) durante dos años (5).

El Panel de expertos de la EFSA consideró que no se observaron efectos adversos en el desarrollo de los estudios de toxicidad realizados con ratones, ratas y conejos a las altas dosis testadas. Sin embargo, no existen estudios de toxicidad reproductiva todavía. Esta comisión consideró que la ingesta de lecitina (E 322) de una dieta regular puede ser estimada en un rango promedio de 4 a 71 mg/kg peso corporal/d en todos los grupos etarios poblacionales. La comisión concluyó que no hay necesidad de una dosis de ingesta para la lecitina (E 322) y que no hay problemas de seguridad en la población de más de un año y en infantes de 12 semanas a 11 meses con las dosis usadas como aditivo alimentario en la industria. No obstante, en el documento citado (5) aparece una tabla de los alimentos con lecitina permitidos y los niveles máximos permitidos.

Por otro lado, el sobreconsumo de carnes rojas y otras fuentes de fosfolípidos puede conducir a la producción de óxido de trimetilamina (TMAO por sus siglas en inglés) por las bacterias intestinales. El TMAO es una toxina del riñón y un biomarcador de enfermedades

renales. Por tanto, los fosfolípidos y la colina deben estar presentes en concentraciones suficientes para soportar la vida, pero no excesivas para no causar toxicidad (20).

A pesar de la experticia de las comisiones de la EFSA, es necesario mencionar que se ha discutido mucho que la lecitina puede causar depresión (28). Este efecto está dado por el alto contenido de fosfatidilcolina, que facilita la producción endógena de acetilcolina (29-36).

Para las personas vulnerables a la depresión, se recomienda precaución, ya que el consumo excesivo de lecitina puede representar una amenaza. Sin embargo, dado que esas personas son numerosas, esto también constituye una amenaza para la salud pública. El grado de amenaza es, por supuesto, una cuestión empírica. Existe, por lo tanto, una necesidad de investigar el asunto más, considerando la hipótesis actual y crear conciencia sobre estos riesgos entre el público y los responsables políticos (28).

Se ha planteado también que un exceso de colina y de su relativa lecitina puede causar desórdenes gastrointestinales, sudoración, salivación y anorexia (12). Daños a la salud a largo plazo incluyen daño en los sistemas nerviosos y cardiovasculares (37).

Estabilidad de la lecitina

La industria ha proporcionado información sobre la estabilidad de las lecitinas (5). Las muestras empaquetadas de tres lotes de lecitinas fluidas se almacenaron en las condiciones de almacenamiento recomendadas (10 a 35 °C, 60 % de humedad relativa) y se analizaron según las especificaciones de la UE para análisis, descripción, materia insoluble en tolueno, índice de acidez y valor de peróxido a tiempo regular hasta 36 meses. Se observó que todos los lotes fueron estables ya que los valores medidos coincidieron con las especificaciones. Además, se analizaron las mismas muestras para detectar bacterias aerobias (<10 ufc/g) y *Salmonella* (negativo en 25 g).

El almacenamiento a largo plazo de lecitinas a altas temperaturas en presencia de aire conduce a la oxidación de ácidos grasos insaturados, lo que resulta en una coloración negra (21).

Usos autorizados y niveles de uso

Los niveles máximos de lecitina (E 322) se han definido en el anexo II del Reglamento (CE) no 1333/2008/14 sobre aditivos alimentarios, en su versión modificada (5). La lecitina es un aditivo alimentario autorizado en la UE en cuanto a *quantum satis* (QS), que significa sólo lo suficientemente grande, en la mayoría alimentos aparte de grasas y aceites esencialmente libres de agua, fórmulas infantiles y de continuación, procesadas alimentos a base de cereales y alimentos para bebés para bebés y niños pequeños, y otros alimentos para niños pequeños. La lecitina está incluida en el Grupo I de aditivos alimentarios autorizados en QS y también está autorizada como transportadora de aditivos alimentarios como colorante soluble en grasa, antioxidante y agente de glaseado para frutas en QS, como aditivo alimentario que no sea transportador de aditivos alimentarios en todas las preparaciones de aditivos alimentarios en QS, y como aditivo alimentario que incluye transportador para todas las enzimas alimentarias, todos los aromatizantes y todos los nutrientes, excepto los nutrientes destinados a ser utilizado en alimentos para bebés y niños pequeños en QS (5). Además, de acuerdo con la Regulación (Comunidad Europea) No. 1333/2008, la lecitina se puede agregar a todos los nutrientes destinados a ser utilizados en alimentos para bebés y niños pequeños para usos en preparaciones de nutrientes con la condición de que no se exceda el nivel máximo en los alimentos mencionados (5).

Aplicaciones tecnológicas

Los usos mundiales de la lecitina se distribuyen de la siguiente manera: margarinas 25 a 30 %, horneados/chocolate y helado 25 a 30 %, productos técnicos 10 a 20 %, cosméticos 3 a 5 % y productos farmacéuticos 3 % (4).

La lecitina es un suplemento nutricional ampliamente utilizado rico en ácidos grasos poliinsaturados, fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilinositol y fósforo combinado orgánicamente, con emulsionante y propiedades antioxidantes. En los alimentos deshidratados (0,05 a 0,3 % de lecitina), la lecitina es un agente de liberación en el secado y ayuda a la rehidratación. En alimentos instantáneos (0,5 a 3 % de lecitina), la lecitina se usa por sus propiedades humectantes, dispersantes, emulsionantes y estabilizantes en bebidas en polvo y mezclas que incluyen leche en polvo, postres en polvo, sopas en polvo, etc. (4).

En productos para hornear y mezclas (0,1 a 1 % de lecitina), la lecitina es un emulsionante, estabilizador, acondicionador y agente liberador y antioxidante. En las masas con levadura mejora la absorción de humedad, la facilidad de manipulación y la tolerancia a la fermentación, valor de acortamiento de grasa, volumen y uniformidad, y vida útil. En galletas y galletas saladas, pasteles y tortas (1 a 3 % basado en manteca), promueve la distribución de grasa y la acción de la manteca, facilita la mezcla y actúa como agente de liberación. Las masas congeladas con levadura encapsulada en liposomas muestran mucho más volumen. Las fracciones de fosfolípidos pueden reemplazar a los emulsionantes químicos y también funcionan como reductores de grasa (4).

En los dulces hechos con aceite o grasa (1 % de lecitina), la lecitina emulsiona y distribuye la grasa en caramelos, nueces frágiles, turrónes, etc. También previene la separación de grasas. Tiene una acción fijadora para sabores. Además, la lecitina es un agente emulsionante y acondicionador para la base de goma de mascar (4).

La lecitina (0,15 a 0,5 %) emulsiona, estabiliza, mejora la suavidad y las propiedades de fusión, y contrarresta la arenosidad en almacenamiento. La lecitina también se usa como emulsionante en coberturas batidas. La lecitina (0,25 a 5 %) se usa en macarrones y fideos como agente acondicionador y antioxidante, mejora el mecanizado, contrarresta la desintegración y sinéresis, y mejora la retención de color. En margarinas, la lecitina (0,15 a 0,5 %) es un emulsionante y un agente antisalpicaduras y pardeador; mejora las propiedades de fritura y capacidad de esparcimiento y acortamiento en la margarina de mesa. También se usa en la margarina de panadería. En aceites y grasas comestibles, la lecitina (0,01 a 2 %) se usa como emulsionante, agente humectante y antioxidante; extiende la vida útil, especialmente de grasas animales; aumenta la lubricidad (valor de acortamiento); mejora la estabilidad de las mantecas compuestas; y baja punto de nubosidad de aceites vegetales. Como agente de liberación, la lecitina (2 a 10 %) se usa como agente tensoactivo y antiadherente en aerosoles para utensilios de cocina y en lubricantes y agentes de liberación para la aplicación general de alimentos y fines industriales (4).

La lecitina es un excelente surfactante para preparar nano- y microemulsiones para incorporar ingredientes activos en otros productos (23, 38).

En la producción de chocolate es necesario la etapa de conchado con el fin de mejorar las propiedades de sabor del chocolate. La lecitina de chocolate (0,3 a 0,5 % de lecitina) es un agente humectante y emulsionante. Facilita la mezcla, ahorra en el procesamiento tiempo y potencia, ahorra manteca de cacao, estabiliza la viscosidad, aumenta la vida útil, contrarresta el engrosamiento de la humedad y ayuda a liberar productos moldeados. La lecitina baja la velocidad de flujo y viscosidad de la masa y una parte de ella reemplaza 8 a 10 partes de manteca de cacao (39, 40).

CONCLUSIONES

La lecitina es un aditivo alimentario reconocido generalmente como seguro y autorizado por la Agencia Federal de Drogas de EE.UU., la Unión Europea y la Comisión del Codex Alimentarius. No hay necesidad de establecer una dosis máxima para la lecitina (E 322) ya que no hay preocupación de seguridad para la población general en los usos informados de lecitina como aditivo alimentario. La fosfatidilcolina que contiene este aditivo libera colina que el organismo transforma en el neurotransmisor acetilcolina, sustancia importante para el cerebro, corazón, músculos esqueléticos, hígado y el metabolismo. La lecitina se emplea ampliamente como emulsificador, antioxidante, mejorador de textura y protector del sabor en la elaboración de ciertos alimentos, así como en las industrias de cosmética, química y farmacéutica, entre otras. Todo esto hace que se deba incrementar el consumo de lecitina en la población cubana.

REFERENCIAS

1. ChemIDplus. Lecithin. Disponible en: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/8002-43-5/>. Acceso 10 Marzo 2020.
2. List GR. Soybean lecithin: food, industrial uses, and other applications. En: Moghis UA, Xuebing X, Eds. *Polar Lipids: Biology, Chemistry and Technology*. Urbana, Illinois: Academic Press and AOCS Press; 2015. pp. 1-33.
3. Shurtleff W, Aoyagi A. *History of Lecithin and Phospholipids (1850 to 2016): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook, Including Phosphatides and Liposomes*. Soyinfo Center: Lafayette, CA, USA; 2016.
4. Wendel A. Lecithin. En: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: Wiley-Interscience; 2000. pp. 192-210.
5. EFSA. Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. Re-evaluation of lecithins (E 322) as a food additive. *EFSA Journal*, 2017. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.4742.
6. Van Nieuwenhuyzen W, Tomás MC. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *Eur J Lipid Sci Technol* 2008; 110:472-86.
7. Bender DA, Bender AE. *Benders' Dictionary of Nutrition and Food Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd; 1999.
8. Nicolosi RJ, Wilson TA, Lawton C, Handelman GJ. Dietary effects on cardiovascular disease risk factors: beyond saturated fatty acids and cholesterol. *J Am Coll Nutr* 2001; 20(5):421S-7S.
9. Robert C, Couëdelo L, Vaysse C, Michalski MC. Vegetable lecithins: a review of their compositional diversity, impact on lipid metabolism and potential in cardiometabolic disease prevention. *Biochimie* 2020; 169:121-32.
10. Mourad AM, de Carvalho-Pincinato E, Gava-Mazzola P, Sabha M, Moriel P. Influence of soy lecithin administration on hypercholesterolemia. *Cholesterol* 2010; article ID 824813. doi:10.1155/2010/824813.
11. Shweta I. Analysis on Soy Lecithin Market Report 2019-2026. Disponible en <https://works.bepress.com/shweta/819/>. Acceso 6 Mayo 2020.
12. Branen AL, Davidson PM, Salminen S, Thorngate III JH. *Food Additives*. New York: Marcel Decker, Inc.; 2002.
13. Savendahl L, Mar MH, Underwood LE, Zeisel SH. Prolonged fasting in humans results in diminished plasma choline concentrations but does not cause liver dysfunction. *Am J Clin Nutr* 1997; 66:622-25.
14. Mahan LK, Escott-Stump S. *Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy*. Philadelphia: W. B. Saunders; 1996.
15. Zeisel SH. Choline. En: Shils ME, Olson JA, Shike M, Eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. pp. 449-58.
16. Zeisel SH, DaCosta K-A, Franklin PD, Alexander EA, Lamont JT, Sheard NF, Beiser A. Choline, an essential nutrient for humans. *FASAB* 1997; 5:2093-2098.
17. Hasselmo M. The role of acetylcholine in learning and memory. *Curr Opin Neurobiol* 2006; 16(6):710-5.
18. Kuo MF, Grosch J, Fregni F, Paulus W, Nitsche MA. Focusing effect of acetylcholine on neuroplasticity in the human motor cortex. *J Neurosci* 2007; 27(52):14442-7.
19. Botly LC, de Rosa E. A cross-species investigation of acetylcholine, attention, and feature binding. *Psychol Sci* 2008; 19(11):1185-93.
20. Smith RE, Rouchotas P, Fritz H. Lecithins (Phosphatidylcholine): Healthy dietary supplement or dangerous toxin? *Nat Prod J* 2016; 6(4):242-9.
21. Tanno H. Lecithin. En: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol. 12, Online version. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 2012, doi:10.1002/14356007.a15_293
22. EFEMA. European Food Emulsifier Manufacturers' Association. Index of food emulsifiers. Disponible en: http://www.emulsifiers.org/files/Index_of_food_emulsifiers_June_2013_Edition.pdf. Acceso 10 Junio 2013.
23. Klang V, Valenta C. Lecithin-based nanoemulsiones. *J Drug Del Sci Tech* 2011; 21(1):55-76.
24. Joshi A, Paratkar S, Thorat BN. Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods. *Eur J Lipid Sci Technol* 2016; 108:363-73.
25. Asomaning J, Curtis JM. Enzymatic modification of egg lecithin to improve properties. *Food Chem* 2017; 220:385-92.
26. TemaNord. E 322 Lecithins. En: *Food Additives in Europe 2000 – Status of safety assessments of food additives presently permitted in the EU.*, 2002; pp. 318-20.
27. SCF. Reports of the Scientific Committee for Food (13th series). Opinion expressed 1981. *Food Science and Techniques*; 1982.
28. Tsoukalas I. Too much of a good thing? Lecithin and mental health. *World Nutrition* 2019; 10(1):54-62.
29. Dagyti G, Den Boer JA, Trentani A. The cholinergic system and depression. *Behav Brain Res* 2011; 221 (2):574-82.
30. Janowsky DS. Serendipity strikes again: scopolamine as an antidepressant agent in bipolar depressed patients. *Curr Psych Rep* 2011; 13(6):443-5.
31. Mineur YS, Obayemi A, Wigstrand MB, Fote GM, Calarco CA, Li AM, Picciotto MR. Cholinergic signaling in the hippocampus regulates social stress resilience and anxiety- and depression-like behavior. *Proc Nat Acad Sci USA* 2013; 110(9):3573-8.
32. Higley MJ, Picciotto MR. Neuromodulation by acetylcholine: examples from schizophrenia and depression. *Curr Opin Neurobiol* 2014; 29:88-95.

33. Hasselmann H. Scopolamine and depression: a role for muscarinic antagonism? *CNS & Neurolog Disord Drug Targets* 2014; 13(4):673-83.
34. van Enkhuizen J, Janowsky DS, Olivier B, Minassian A, Perry W, Young JW, Geyer MA. The catecholaminergic-cholinergic balance hypothesis of bipolar disorder revisited. *Eur J Pharmacol* 2015; 753:114-26.
35. Liu J, Dupree JL, Garcia M, Frawley R, Sikder T, Naik P, Cassaccia P. Clemastine enhances myelination in the prefrontal cortex and rescues behavioral changes in socially isolated mice. *J Neurosci* 2016; 36(3):957-62.
36. Su WJ, Zhang T, Jiang CL, Wang W. Clemastine alleviates depressive-like behavior through reversing the imbalance of microglia-related pro-inflammatory state in mouse hippocampus. *Front Cell Neurosci* 2018; 12:412-8.
37. Whitney EN, Rolfes SR. *Understanding Nutrition*. 7th ed., St. Paul, USA: West Publishing; 1996.
38. Mehmood T, Ahmed A. Tween 80 and soya lecithin based food grade nanoemulsions for the effective delivery of vitamin D. *Langmuir* 2020; 36(11):2886-92.
39. Belitz H-D, Grosch W, Schieberle P. *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag; 2009.
40. Lončarević I, Pajin B, Petrović J, Zarić D, Sakač M, Torbica A, Loyd DM, Omorjan R. The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. *J Food Eng* 2016; 171:67-77.