

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1. Alimentos Funcionales

Los alimentos funcionales son aquellos productos, alimentos modificados o ingredientes alimentarios que puedan proveer beneficios a la salud superiores a los ofrecidos por los alimentos tradicionales. El efecto positivo de un alimento funcional puede ser tanto en el mantenimiento del estado de salud como la reducción del riesgo de padecer una enfermedad. El desarrollo de alimentos funcionales constituye una oportunidad real de contribuir a mejorar la calidad de la dieta y la selección de alimentos que puedan afectar positivamente la salud y bienestar del individuo (de las Cagigas y Blanco, 2002).

En la Tabla I se presentan algunos ejemplos de productos o alimentos funcionales que se encuentran a la venta en el mercado (Arvanitoyannis y Van, 2005).

Tabla I. Nombres comerciales de alimentos funcionales

Nombre Comercial	Categoría de alimentos	Compañía	País
Actimel	Lácteos	Danone	EE.UU.
Danone activ	Agua	Danone	Francia
Activ	Dulces	Nestlé	Australia
Burn	Bebida energética	Coca-Cola	UK
Take-control	Margarinas	Unilever	Varios países

*Tomada de Arvanitoyannis y Van, 2005.

El término de alimentos funcionales fue introducido primero por Japón a mediados de 1980 y se refiere a alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan en algunas funciones específicas del cuerpo humano (Arvanitoyannis y Van, 2005).

Se ha fundamentado que los alimentos funcionales contienen componentes de actividad fisiológica, mejorando la salud y la longevidad, ya sea que provengan tanto de las plantas como de los animales (Arvanitoyannis y Van, 2005).

4.1.1. Probióticos

4.1.1.1. Generalidades

Los probióticos se definen como “Alimentos que contienen microorganismos vivos que mejoran de forma activa la salud de los consumidores perfeccionando el balance de la microflora del intestino al ser ingeridos” (Shah, 2001).

El término probiótico se deriva de la palabra griega *bios* que significa “vida”. En 1954 Fernanding Verning introdujo el término “probiotika” para referirse a las bacterias benéficas que favorecen la microflora del intestino (Corthier, 2004).

Posteriormente Fuller en 1989 definió “probiótico” como cualquier suplemento alimenticio vivo que beneficia al huésped mediante la mejora de su equilibrio microbiano intestinal (Amores et al, 2004).

En este trabajo nos referiremos al termino probiótico en base a la definición dada por Parvez *et al.* (2006) el cual se refiere a los microorganismos que han demostrado ejercer un beneficio a la salud tanto en humanos como en animales.

4.1.1.2. Beneficios

En la actualidad, a los probióticos les son atribuidas una gran serie de beneficios en la salud, principalmente acciones anti-carcinogénicas, antimicrobianas, beneficios al tracto intestinal, prevención contra el cáncer de colon, entre otros. Los efectos benéficos consisten en la reducción de uno o varios factores de riesgo de la enfermedad, o bien en la mejora de una o más funciones (Soomro et al., 2002).

Entre los beneficios más importantes se encuentran: actividad antimicrobiana, propiedades antitóxicas, cáncer de colon, intolerancia a la lactosa, reducción de colesterol, alérgias y diarrea entre otros (Sanders, 1999).

4.1.1.3. Algunos ejemplos

Entre los microorganismos probióticos mas importantes encontramos a las bacterias acido lácticas, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* (de las Cagigas y Blanco, 2002). Algunos otros microorganismos utilizados como probióticos se presentan en la Tabla II.

Tabla II. Nombre de algunas bacterias usadas como probióticos

Bacterias usadas como probióticos
<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>B. bifidum</i>
<i>L. lactis</i>
<i>L. rhamnosus</i>
<i>L. acidophilus</i>
<i>L. casei</i>
<i>L. reuteri</i>

*Adaptada de Macfarlane y Cumming, 1999

El *Lactobacillus casei* es una bacteria probiótica que se encuentra en el intestino humano así como en la boca. Se trata de una bacteria productora del ácido láctico y se emplea en la elaboración de alimentos funcionales. Esta especie además ha demostrado ser muy resistente a rangos muy amplios de pH y temperatura, además se sabe que mejora la digestión, la tolerancia a la leche y evita la diarrea (Isolauri, 1991).

4.1.2. Prebióticos

4.1.2.1. Generalidades

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos benéficos estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del individuo. Para que una sustancia pueda ser definida como tal debe cumplir con los siguientes requisitos: ser de origen vegetal, no ser digerida por las enzimas digestivas, formar parte de un conjunto muy heterogéneo de moléculas complejas, ser parcialmente fermentada por las bacterias colónicas y ser osmóticamente activa (De las Cagigas y Blanco, 2002).

Algunos ejemplos de prebióticos son: la inulina, los fructo-oligosacáridos y los galacto-oligosacáridos los cuales proveen de nutrimentos para las bacterias que se encuentran en el intestino. Los prebióticos se encuentran en altas concentraciones en algunos alimentos (Parkes, 2007).

En la Tabla III se presentan algunos tipos de hidratos de carbono con su respectivo monosacárido, los cuales pueden ser llamados también prebióticos.

Tabla III. Tipos de hidratos de carbono

Tipo	Sub Tipo	Monosacárido	Fuente en alimentos
Polisacáridos	Almidón	D-glucosa	Cereales, legumbres
	Celulosa	D-glucosa	Células vegetales
Oligosacáridos	Fructosilsucrosa	D-glucosa, D-fructosa	Cereal, cebolla
	Maltooligosacáridos	D-glucosa	Malta, jarabes de almidón
Disacáridos	Sacarosa	D-glucosa, D-fructosa	Caña de azúcar, frutas
	Lactosa	D-galactosa, D.glucosa	Leche, productos lácteos

*Tomada de Fennema, 1985

4.1.2.2. Fructo-oligosacáridos

Los oligosacáridos son polímeros hidrosolubles de unos pocos monosacáridos condensados. Su grado de polimerización va de 2 a 10. Los que se encuentran con mayor frecuencia en los alimentos son: D-glucosa (maltosa, maltooligosacáridos) y los heteropolímeros de la D-glucosa con la D-fructosa (sacarosa, lactosa, rafinosa, estequiósica (Fennema, 1985).

Los fructo-oligosacáridos forman parte de la fibra. La fibra según su definición clásica sería que son los compuestos derivados de la pared celular de las plantas y que resisten la hidrólisis por las enzimas digestivas. Los fructo-oligosacáridos (FOS) son fructanos con un grado de polimerización de 2 a 20. Se ha demostrado que resisten a las enzimas digestivas humanas y se fermentan en el colon. Los FOS son solubles, fermentables y tienen una viscosidad muy baja (García *et al.*, 2002). Los fructo-oligosacáridos tienen una energía de 6 KJ/g, no tienen ningún efecto genotóxico, carcinógeno o toxicológico y son suavemente laxantes. Una alimentación de 8 g/día de los FOS incrementa 10 veces las bacterias fecales (Macfarlane y Cumming, 1999).

4.1.2.3. Aguamiel

El aguamiel es el jugo o savia que se extrae del corazón del agave. Éste contiene cantidades considerables de azúcares entre ellos la inulina y FOS. El aguamiel tiene un color verde muy pálido y es de baja viscosidad (Da mota *et al.*, 2007). El aguamiel se ha considerado como un alimento prebiótico por la cantidad de FOS con la que cuenta, además para los procesos de encapsulación se ha demostrado que también el aguamiel puede ser un termoprotector potencial (Rodríguez-Huezo *et al.*, 2007).

4.2. Encapsulación

4.2.1. Generalidades

La encapsulación es un proceso o técnica en la cual un compuesto bioactivo es encapsulado por un biopolímero (Saéñz *et al.*, 2009).

Especialmente en el área alimenticia, la encapsulación es una técnica mediante la cual gotas de líquido, partículas sólidas o compuestos gaseosos se encuentran atrapados en películas finas de un agente encapsulante de grado alimenticio. El agente activo de estos encapsulados puede estar compuesto de uno o varios ingredientes. De igual forma la pared o cubierta puede ser de una o doble pared.

La microencapsulación hoy en día se aplica para preservar y/o proteger numerosos ingredientes comerciales. El material que es cubierto se refiere como fase interna o compuesto activo y el material que lo recubre es llamado pared o matriz y generalmente no reacciona con el material a encapsular (Rahman, 1999).

La industria de los alimentos ha aplicado la encapsulación por diferentes razones (Rahman, 1999; Gharsallaoui *et al.*, 2007; Yáñez *et al.*, 2002):

- La encapsulación puede proteger el material activo de la degradación producida por el medio ambiente (calor, aire, luz, humedad, etc.).
- El compuesto encapsulado se libera gradualmente del compuesto que lo ha englobado o atrapado en un punto determinado.
- Las características físicas del material original pueden ser modificados y hacer más fácil su manejo (un material líquido convertido a polvo), la higroscopia puede ser reducida, la densidad se modifica, el material contenido puede ser distribuido más uniformemente en una muestra.

- El sabor del material puede ser enmascarado.
- Puede ser usado para separar componentes, con el fin de que estos no reaccionen.

4.2.2. Agentes encapsulantes

De acuerdo a Saéñz *et al.* (2009) existen diferentes agentes encapsulantes que se han utilizado:

- Polisacáridos: almidón, maltodextrina, jarabe de maíz y goma arábica.
- Lípidos: ácido esteárico, mono y diglicéridos.
- Proteínas: gelatina, caseína, suero de leche, soya y trigo.

La selección de diferentes tipos de materiales encapsulantes depende de las propiedades funcionales de las microcápsulas que contienen al componente activo y el proceso de encapsulación utilizado. En general para los alimentos que contienen probióticos encapsulados, se han utilizado ampliamente matrices porosas como: almidón, gelatina, maltodextrinas, goma arábica entre otras (Charalampopoulos *et al.*, 2002; Lakkis, 2007).

Las maltodextrinas son un subgrupo muy importante de los carbohidratos, éstas se obtienen por la hidrólisis del almidón. En general tiene una alta solubilidad en agua, baja viscosidad, sabor muy suave e incolora (Saéñz *et al.*, 2009).

4.2.3. Técnicas de encapsulación

En la actualidad existen varias técnicas de encapsulación, Martín *et al.* (2009) las dividen en tres grupos:

- Procesos físicos: secado por aspersión, lecho fluidizado y extrusión.

- Procesos fisicoquímicos: coacervación, atrapamiento en liposomas y gelificación iónica.
- Procesos químicos: polimerización interfacial e inclusión molecular.

La elección del proceso de encapsulación depende de múltiples factores, tales como: el tamaño de partícula deseado, las propiedades fisicoquímicas del agente encapsulante y el compuesto activo, la finalidad del producto encapsulado, los mecanismos de liberación y el costo (Guevara, 2009).

Los procesos comúnmente empleados en la industria de alimentos actualmente son: el secado por atomización y la extrusión, principalmente debido al costo accesible y la producción en serie de encapsulados por medio de estos mecanismos (Madene *et al.*, 2006).

4.2.4. Secado

4.2.4.1. Generalidades

El secado es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de alimentos (Desrosier, 1986).

En general el término “secado” significa remover una cierta cantidad de agua del material. El proceso de secado usualmente es el paso final del procesamiento del alimento antes del empaquetado. Los procesos y los métodos de secado pueden ser clasificados de diferentes maneras: continuo y batch. El proceso continuo es cuando el alimento es continuamente introducido al secador y continuamente se obtiene un polvo o material seco. El proceso en batch es cuando el alimento es introducido al secador por un lapso de tiempo, hasta alcanzar los niveles de humedad deseados. El proceso de

secado también se puede categorizar de acuerdo a las condiciones físicas usadas para incorporar el calor y remover el vapor de agua (Geankoplis, 2003).

Entre los procesos físicos para la producción de microcápsulas se encuentran el de secado por atomización, extrusión y recubrimiento por aspersión.

4.2.4.2. Secado por atomización

El secado por atomización es un método cada vez de mayor importancia y con una gran variedad de diferentes aplicaciones. Este tipo de secado es usado en la industria de los alimentos para el secado de soluciones. El alimento es introducido en la cámara de secado en forma de líquido, el cual es atomizado y puesto en contacto con un flujo de aire caliente. Este contacto permite la evaporación del solvente lo cual permite la recuperación de los sólidos en forma de polvo. Las características de este tipo de secado son los cortos tiempos de secado del orden de 1-10s. El tiempo de secado es muy corto y si se opera correctamente se retiene una gran porción de sabor, color y valor nutritivo (Desrosier, 1986). Las gotas atomizadas usualmente tiene diámetros entre 10-200 μm (Brennan, 1976).

Los componentes esenciales del secador son: un sistema de circulación de aire caliente, un dispositivo de atomización, una cámara de secado y un sistema de recuperación del producto (Brennan, 1976). En la Figura 1 se muestra un diagrama del equipo de secado por atomización.

El secado por atomización es de cuatro a siete veces más barato y es más eficiente en cuanto a la energía ocupada durante la congelación.

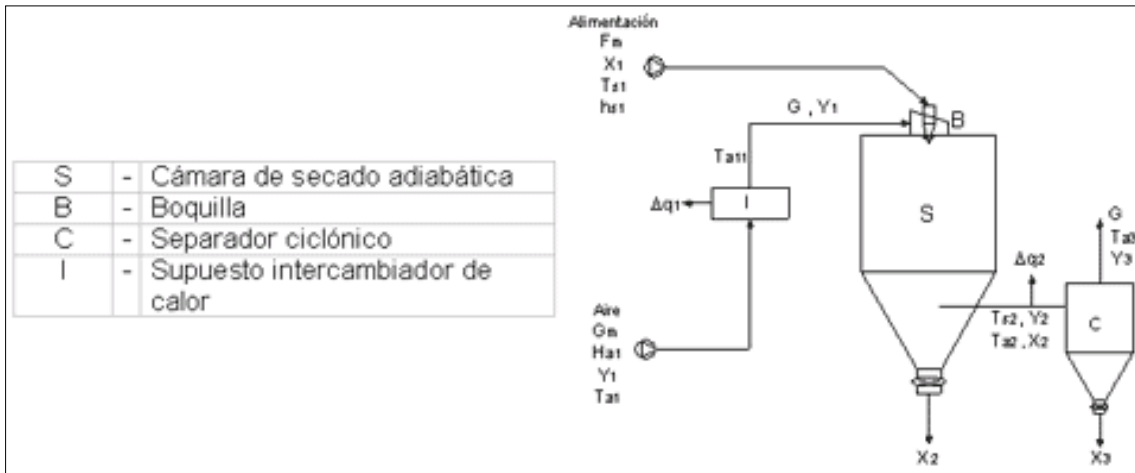


Figura 1. Diagrama de operación del secador por atomización (Masters, 1972)

4.2.4.3. Encapsulación de lactobacilos por atomización

La encapsulación mediante el secado por atomización de probióticos tiene un importante objetivo: la preservación y viabilidad durante y después de secar los lactobacilos (Chávez y Ledebøer, 2007).

Para una mejor sobrevivencia de los microorganismos en el secado se debe cuidar mucho la temperatura de secado, puesto que una baja temperatura da como resultado un gran rango de sobrevivencia (Favaro-Trindade y Grosso, 2002).

El secado por atomización puede ser considerado como un método de microencapsulación, y ha sido investigado como medio para estabilizar a los probióticos en una gran variedad de matrices entre las que destacan los prebióticos (Chávez y Ledebøer, 2007).

Los probióticos son sensibles al calor, por eso el secado por atomización debe ser suficiente para no causarles daño, y al mismo tiempo producir un polvo con una humedad menor que 4% el cual es requerido para su estabilidad durante el almacenamiento (Chávez y Ledebøer, 2007).