

Matriz de nano fibras de aceite vegetal de liberación controlada

Sector Tecnológico

La presente invención se relaciona con el sector de la Ingeniería de Alimentos, específicamente con el campo de desarrollo de productos biotecnológicos y con el diseño de matrices de nano fibras con base en emulsiones alimentaria de aceites vegetales.

La presente invención corresponde al desarrollo de una matriz con base en nano fibras mediante encapsulación de nano y micro emulsiones de aceite vegetal.

Estado del Arte Previo

La encapsulación es ampliamente aplicada en la industria alimenticia. Se trata de una técnica que protege y garantiza la funcionalidad de diversos compuestos bioactivos cuando se someten a condiciones de pH, temperatura, calor entre otras, bajo las cuales normalmente se degradarían. El proceso aumenta la solubilidad en agua de dichos compuestos, los protege frente a condiciones desfavorables en el tracto digestivo, y los libera en el sitio específico para una mejor absorción, amentando la biodisponibilidad y bioaccesibilidad. Diversas técnicas han sido empleadas para lograr la encapsulación, como por ejemplo la emulsificación y formación de fibras, ambas a diferentes escalas, en donde para la primera se emplean tecnologías como la microfluidización y el rotor-stator, y para la segunda electrospinning. En particular, la encapsulación a escala nanométrica ha demostrado que permite una mejor captación intracelular, rápida disociación, un área superficial mayor en comparación con la proporción másica y generación de vitaminas recubiertas con una conservación más alta. En cuanto al proceso de micro encapsulación, este permite la liberación controlada, niveles precisos de dosificación de compuestos activos reduciendo los excesos y mejorando las propiedades de flujo. Sin embargo, existe un balance entre la eficiencia de encapsulación y la biodisponibilidad. Dada la escala del proceso de nano y micro encapsulación, resulta problemático mantener una alta eficiencia de encapsulación que no comprometa la biodisponibilidad. Este problema técnico se agrava en formulaciones que no utilizan polímeros sintéticos, sino que se basan únicamente en ingredientes naturales, las cuales suelen tener un contenido nutricional mayor.

La producción de matrices proteicas con base en nano y micro emulsiones de aceite vegetal tiene un gran valor comercial dado que tiene un alto valor nutricional y aceptación en el mercado. Adicionalmente, las condiciones de operación del proceso del electrospinning permiten la encapsulación de compuestos bioactivos termolábiles mediante nano fibras con propiedades específicas de liberación, que pueden ser incorporadas en la industria alimenticia.

En cuanto a la producción de matrices de nano fibras, existen diversos procesos y formulaciones. Por ejemplo, la patente **WO 2009045042 A1**, describe nano fibras de aceites vegetales obtenidas mediante electrospinning. Dicha invención permite generar matrices con fibras entre los 10-1000nm. Sin embargo, encapsula aceites esenciales, e incorpora polímeros sintéticos como DMA, DMF, NPM, DMSO, EC, DEC, DMC, o PC. Algo similar sucede con la patente **WO2015178483**, la cual describe un método para producir nano fibras de biomasa, incluido aceite de palma. Sin embargo, incorpora una resina polimérica mezclada en un extrusor con una solución acuosa de polivinilo alcohol, polipropileno maleico anhídrido-modificado, o policaprolactona de bajo peso molecular. Por lo tanto, aunque la invención logra la generación de matrices poliméricas, estas no resuelven el problema técnico identificado, al incorporar polímeros sintéticos. Finalmente, la patente **KR100910241B1** describe unas nano fibras obtenidas por electrospinning que contienen extractos naturales de plantas o aceites esenciales, y un método de producción. Aunque la patente incluye un polímero formador de nano fibras, este es nuevamente de origen sintético y puede incluir poliuretano, polietileno clorado, poliestireno de alto impacto o caucho natural entre otros.

Las formulaciones alimenticias de micro y nano emulsiones pueden incorporar suero de leche como portador polimérico adicional a los componentes típicos (agua, aceite y tensoactivo). El suero de leche en polvo contiene aproximadamente 12-18% de proteínas, 8-14% de minerales y 77-80% de carbohidratos, aportando una segunda capa de valor nutricional. Se ha reportado, sin embargo, que las proteínas presentan dificultad en su hilamiento cuando su estructura no está dispuesta en espiral. Es por esto que se requiere un co-portador polimérico de grado alimenticio como lo es la gelatina, la cual ya ha demostrado su versatilidad para formar nano fibras en presencia de proteínas globulares. En el estado del arte previo no existe un desarrollo que solucione el problema técnico por completo e incorpore estos elementos en su formulación, de manera que aumente el contenido nutricional.

Descripción de la Invención

La presente invención se refiere a una matriz de nano fibras de aceite vegetal de liberación controlada que comprende aceite vegetal encapsulado, un portador proteico o polisacárido de estructura polimérica, un compuesto coadyuvante de grado alimenticio, tensoactivo y agua. Esta matriz está compuesta por nanofibras de diámetro entre 10 a 400nm, es biodegradable y puede constituir un empaque comestible.

Descripción de las figuras

Figura 1. Micrografías adquiridas por microscopía electrónica de barrido de la matriz de la invención, en una relación 1:0.5 a dos ampliaciones (1) 1000x y (2) 5000x.

Descripción detallada

Matriz de nano fibras de aceite vegetal de liberación controlada que comprende aceite vegetal encapsulado, uno o varios ingredientes activos, un portador proteico o polisacárido de estructura polimérica, un compuesto coadyuvante de grado alimenticio, tensoactivo y agua.

Particularmente, la matriz de nano fibras de aceite vegetal está compuesta por fibras de diámetro entre 10 a 400nm.

En este mismo aspecto de la invención el aceite vegetal se selecciona del grupo de aceite de aceituna (fruto del olivo), aceite de girasol, aceite de soya, aceite de palma (del fruto y de la semilla), aceite de sésamo o ajonjolí, aceite de cacahuete, aceite de arroz, aceite de maíz, aceite de lino o de linaza, aceite de cártamo, aceite de cáñamo o marihuana, aceite de colza, aceite de almendra, aceite de nuez, aceite de avellana, aceite de semillas de uva, aceite de semillas de amapola, aceite de semillas de calabaza, aceite de ricino, mezclas o combinaciones de estos, y otros.

Más particularmente el aceite vegetal de la invención se compone de compuesto de ácidos grasos equilibrados (el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados es prácticamente igual), ácido palmítico (44-45%), ácido linoleico (10-11) y ácido oleico (39-40%); este último ácido graso de tipo monoinsaturado, el ácido oleico (C18:1), en un porcentaje de entre 55 a 64% y de ácido linoleico (C18:2) de 16 a 23%. Adicionalmente, el aceite es rico en β -carotenos y vitamina E.

En el mismo aspecto particular, el aceite vegetal se encapsula por obtención de nanoemulsiones y microemulsiones por microfluidización y rotor-stator. El aceite vegetal encapsulado presenta unas características específicas.

El portador proteico o polisacárido de estructura polimérica se selecciona del grupo de proteínas globulares, derivados del almidón y mezclas de los mismos, derivados de resina de vegetales o una mezcla de los mismos, mezclas o combinaciones de estos y otros.

El compuesto coadyuvante se selecciona de gelatina, proteína zein, albúmina de huevo o colágeno entre otros, mezclas o combinaciones de estos y otros.

El tensoactivo el tensoactivo es un surfactante no iónico, un emulsificante; particularmente una fuente de lecitina, monooleato de polioxietileno (20) sorbitano o monolaurato de polioxietileno (20) sorbitano, entre otros, mezclas o combinaciones de estos y otros.

En este mismo aspecto particular, la matriz de nano fibras comprende los siguientes componentes: aceite vegetal 0.1-10%p/p, portador proteico o polisacárido de estructura polimérica 1-50%p/p, compuesto coadyuvante 1-30%p/p, y tensoactivo 1-10%p/p.

En todos los aspectos de la invención, la matriz de nano fibras puede conformar un producto alimenticio, un empaque comestible, entre otros y se trata de una composición biodegradable en donde el uso del suero de leche nativo (residuo de la industria láctea) constituye un nuevo uso por la funcionalización de este en un material nanoestructurado, cuyas propiedades físicas influyen un aumento en la biodisponibilidad y bioaccesibilidad en comparación con matrices tales como cápsulas u hojuelas.

Modalidades preferidas

En el aspecto preferido de la invención el aceite vegetal es aceite de palma alto oleico; el portador proteico o polisacárido de estructura polimérica puede ser suero de leche, proteína concentrada de leche, maltodextrina, goma arábica o una combinación de estos; el compuesto coadyuvante puede ser gelatina, proteína zein, albúmina de huevo, o colágeno entre otros; y el tensoactivo puede ser una fuente de lecitina, monooleato de polioxietileno (20) sorbitano o monolaurato de polioxietileno (20) sorbitano.

En el mismo aspecto, las concentraciones preferidas de los ingredientes son las siguientes: aceite vegetal 10% p/p, suero de leche 20% p/p, gelatina 15% p/p, tensoactivo 10% p/p (respecto a la concentración de aceite).

Ejemplos

Metodología para determinación de condiciones de operación para la obtención de la matriz de la invención

Se determinan las condiciones de operación del Electrospinning para la obtención de nano fibras a partir de micro y nanoemulsiones de aceite de palma alto-oleico obtenidas mediante métodos de microfluidización y rotor-stator. Se varían los factores manipulables del Electrospinning. El diseño de optimización de respuesta se muestra en la Tabla 1.

Se evalúa la liberación por diálisis del aceite de palma alto-oleico de las nano fibras con el fin de determinar la influencia del sistema de encapsulación y del tamaño, así como el comportamiento de los sistemas cuando se simulan condiciones gastrointestinales en dos fases, una bioquímica y una de microbiota humana, estableciendo además, los modelos correspondientes de liberación empleando como marcador el β -Caroteno ya que es un compuesto de alta concentración en el aceite de palma y cuya cuantificación será realizada empleando HPLC.

Con respecto a la metodología de la fase de simulación gastrointestinal de microbiota humana, se sigue la metodología de fermentación in vitro de Yang, Martínez, Walter, Keshavarzian, & Rose (2013) y la preparación del medio basal de acuerdo

con Sanz, Gibson, & Rastall (2005). Para la cuantificación después de este proceso se aplica la metodología de determinación de ácidos grasos de cadena corta de Lesmes, Beards, Gibson, Tuohy, & Shimoni (2008).

std	run	Flujo alimentación (mL/min)	Voltaje (kV)	Distancia aguja- colector (cm)	Emulsión	std	run	Flujo alimentación (mL/min)	Voltaje (kV)	Distancia aguja- colector (cm)	Emulsión
3	1	0.76	27.40	1.36	A	20	17	1.00	31.05	3.95	C
9	2	0.73	41.12	1.00	B	6	18	0.34	32.60	9.64	A
7	3	0.34	32.60	9.64	A	14	19	0.20	13.00	9.05	B
19	4	0.61	48.49	3.39	C	25	20	0.42	10.00	1.00	D
26	5	1.00	50.00	1.00	D	10	21	0.91	14.34	1.70	B
13	6	0.88	45.00	8.88	B	16	22	1.00	10.00	1.00	C
15	7	0.74	20.60	9.87	B	31	23	0.10	10.00	10.00	D
8	8	1.00	10.00	10.00	A	11	24	0.17	45.80	1.94	B
27	9	0.14	39.40	4.92	D	32	25	0.69	50.00	10.00	D
2	10	0.76	27.40	1.36	A	5	26	1.00	50.00	6.85	A
30	11	0.97	20.40	6.09	D	29	27	0.97	20.40	6.09	D
24	12	0.10	50.00	10.00	C	12	28	0.45	24.70	4.54	B
22	13	0.49	11.40	7.62	C	1	29	0.10	50.00	1.00	A
23	14	1.00	35.60	10.00	C	4	30	0.10	10.00	4.15	A
17	15	0.10	24.00	1.00	C	18	31	0.61	48.49	3.39	C
21	16	0.10	28.80	7.08	C	28	32	0.14	39.40	4.92	D

Tabla 1. Diseño empleando una metodología de superficie de respuesta variando las condiciones de operación del electrospinning.

En relación a los resultados esperados, las fibras que se obtienen son a escala nanométrica, es decir, entre 50 a 500 nm. Además, se espera que el tamaño de gota de las emulsiones a pasar por el proceso de electrospinning también estén nanoestructuradas y presenten alta estabilidad con todos los componentes (HOPO, suero, gelatina y tensoactivo), especialmente con la gelatina (por la concentración puede presentar gelificación). Como se muestra en la Figura 1, en ensayos preliminares se ha logrado electro-hilar, soluciones con gelatina tipo A bajo las siguientes condiciones: distancia aguja-colector 5 cm, voltaje 12 kV y flujo de alimentación 1mL/h.