CLAUDIA CORTÉS ■ NÚRIA CUBERO
LAURA GÓMEZ ■ ALBERT MONFERRER

MODIFICANDO LA TEXTURA DE LOS ALIMENTOS

Manual de uso de los hidrocoloides

2ª edición



DIAZ DE SANTOS

Modificando la textura de los alimentos

Manual de uso de los hidrocoloides

Modificando la textura de los alimentos

Manual de uso de los hidrocoloides

Claudia Cortés

Núria Cubero

Laura Gómez

Albert Monferrer

2ª edición



DIAZ DE SANTOS

Madrid • Buenos Aires • México • Bogotá

© Claudia Cortés, Núria Cubero, Laura Gómez, Albert Monferrer, 2023

2ª edición

Reservados todos los derechos.

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

Ediciones Díaz de Santos
Internet: http//www.editdiazdesantos.com
E-mail: ediciones@editdiazdesantos.com

e-ISBN: 978-84-9052-487-9
Depósito Legal: M-29917-2022

Fotocomposición y diseño de cubiertas: Claudia Cortés

AUTORES

Claudia Cortés



Titulada en Ingeniería técnica agrícola, especialidad en industrias agrarias y alimentarias por la ESAB (Escola Superior d'Agricultura de Barcelona) (UPC, 2009) y licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos en la Facultat de Veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB, 2011).

Desde 2012 trabaja en la empresa BDN Ingeniería de Alimentación asesorando tecnológicamente los departamentos de I+D+i de empresas de diversos sectores de la industria alimentaria.

Núria Cubero



Titulada en Ingeniería técnica agrícola, especialidad en industrias alimentarias, por la ESAB (Escola Superior d'Agricultura de Barcelona) (UPC, 2000) y licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos por la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB, 2004).

Trabaja desde 1999 en la empresa BDN Ingeniería de Alimentación asesorando tecnológicamente los departamentos de I+D+i de empresas de diversos sectores de la industria alimentaria.

Es titular de tres patentes desarrolladas en BDN.

Desde 2007 colabora como profesora del bloque de aditivos alimentarios en el Máster en Tecnología, Control y Seguridad Alimentaria (MTCA) del Centro de Estudios Superiores de la Industria Farmacéutica (CESIF).

Laura Gómez



Licenciada en Biología por la Universitat de Barcelona (UB, 2005), en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UB, 2008) y Máster en Desarrollo e Innovación de Alimentos (UB, 2009).

De 2007 a 2017 trabajó en la empresa BDN Ingeniería de Alimentación asesorando tecnológicamente los departamentos de I+D+i de empresas de diversos sectores de la industria alimentaria.

Albert Monferrer



Licenciado en Veterinaria (Universidad de Zaragoza, 1984) y Máster en Biotecnología alimentaria (UPC, 1989).

Trabaja desde 1992 en la empresa BDN Ingeniería de Alimentación, asesorando tecnológicamente los departamentos de I+D+i de diferentes sectores de la industria alimentaria.

Es titular de cinco patentes desarrolladas en BDN.

Durante 17 años ha sido profesor asociado del Departament de Nutrició, Ciències de l'Alimentació i Gastronomia, de la Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació de la Universitat de Barcelona en el Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y en el Máster de Desarrollo e Innovación de Alimentos.

Desde hace algunos años colabora también como profesor en el Máster en Seguridad Alimentaria del Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid.

PREFACIO

Según Wikipedia (mayo 2016), "un prefacio es, en literatura, un texto de introducción y de presentación, ubicado al inicio de un libro". Este manual no es literatura propiamente dicha, pero el prefacio también servirá para presentar el libro y, además, lo pondremos en el lugar correcto. Al inicio.

También es interesante, siguiendo el escrito de Wikipedia, el principio del capítulo "Antecedentes", que dice así: "Los antiguos ponían prefacios al inicio de sus obras". Ya viene a ser eso. BDN acaba de cumplir 25 años de existencia y, para la vida media de muchas empresas, ya somos antiguos.

Pero… ¿qué y quién es BDN?

Aprovecharemos el prefacio para presentarnos, y qué mejor que dar respuesta a las eternas preguntas: ¿Quiénes somos?, ¿de dónde venimos?, ¿a dónde vamos?

¿Quiénes somos?

Somos un grupo de profesionales que ofrecemos un servicio de consultoría técnica a las empresas relacionadas con la fabricación de alimentos, especialmente en todo aquello que se refiere a la formulación, uso de ingredientes y aditivos, procesos y desarrollo de nuevos productos.

El hecho de trabajar a lo largo de estos 25 años para distintos sectores y formular alimentos muy diferentes ha ocasionado que, poco a poco, hayamos entendido y aplicado las propiedades tecnológicas de muchos ingredientes y aditivos. Durante estos años nos han pedido que participáramos en numerosos cursos, charlas, seminarios…, para explicar de forma muy práctica el cómo y el porqué de estos productos. Las charlas sobre hidrocoloides han sido, posiblemente, las que más éxito y mejor acogida han tenido. Por este motivo nos hemos decidido a escribir este manual.

El manual, como tal, no pretende ser una biblia ni una enciclopedia. Nada más alejado de la realidad. Nuestra intención era poner al alcance de los técnicos de empresas, de los estudiantes y de los cocineros aficionados a experimentar con aditivos, una recopilación escueta y esquemática de las principales características tecnológicas de los hidrocoloides.

En este manual hemos recogido información técnica básica, que se puede encontrar mucho más ampliada y, tal vez mejor explicada, en muchos libros de texto. Pero también hemos incluido experiencias propias, comentarios personales e indicaciones prácticas que creemos podrán ser de utilidad a todos aquellos que se adentran en el mundo de la textura de los alimentos.

¿De dónde venimos?

BDN no existiría si su fundador, Jordi Villalta, no fuera como es. Sus conocidos y amigos lo han definido como "sabio loco", "*pou de ciència* (pozo de ciencia)", "*mestre* (maestro)" y muchas más. Lo cierto es que Jordi es especial. Fiel a sus principios, franco, noble, práctico y con ideas diferentes. Cuando le preguntas su opinión sobre cómo solucionar un problema en una formulación, generalmente te da tres opciones: una que es la típica y que se encuentra en todos los libros; otra que es imposible, improbable o una barbaridad y, la tercera, que suele ser una genialidad o, por lo menos, una solución diferente a lo habitual.

Jordi ha creado escuela. No solo en BDN, también entre los técnicos de empresa que le han conocido y trabajado con él.

Gracias, Jordi, por estar ahí.

¿A dónde vamos?

Iremos donde nos lleven los clientes, el mercado y la innovación de alimentos. Nuestra intención es seguir colaborando con empresas, solucionando los problemas del día a día, aconsejando o aportando puntos de vista diferentes y ayudando a las empresas a innovar.

Queremos seguir trabajando al lado de los departamentos técnicos de las empresas, crecer y expandirnos.

También queremos seguir divulgando y compartiendo los conocimientos de utilización de ingredientes y aditivos ya sea por medio de charlas o, tal vez, con algún otro manual como este.

Gracias por acompañarnos en nuestra singladura.

Nota final

Los más antiguos y seguidores de Siniestro Total podéis añadir una cuarta pregunta a las tres iniciales: ¿Quiénes somos? ¿De dónde venimos? ¿A dónde vamos?... ¿Estamos solos en la galaxia, o acompañados? Esta última la contestaremos en un próximo libro.

Los autores

Barcelona

PRÓLOGO

Escribir un libro, hoy día, es actuar de pirata, asaltando el galeón Wikipedia, rapiñando el botín de los contenidos deseados y maquillarlos un poco, antes de publicar, para que parezcan propios.

Los libros técnicos sobre aditivos parecen escritos por el benaventiano "Príncipe que todo lo aprendió en los libros". Muchos datos teóricos, para cursos universitarios, pero ninguna información práctica sobre cómo usarlos en cada sector industrial que no han visitado nunca.

Trabajar con aditivos, aplicándolos correctamente, no es fácil. Por una parte, la industria está como encorsetada entre una legislación estricta y paternalista que señala qué aditivo autoriza y a qué dosis y unas técnicas que la especializan; Cárnicas desconoce los problemas y las soluciones de panificación y viceversa, postres lácteos de helados y viceversa, conservas vegetales de las de pescado... Cuando, no pocas veces, el problema físico-químico es el mismo. Al no haber comunicación técnica entre ellas y, peor aún, al no haberla ni entre empresas del mismo sector por mor de la competencia, el problema se perpetúa.

Los asesores son el fabricante o el comercializador (que ha recibido información previa del fabricante). No hay fabricantes de todos los aditivos. Conocen muy bien sus aditivos y posibles aplicaciones pero, al limitarse a una sola función (conservantes, emulsionantes, colorantes...), no conocen las interacciones, positivas o negativas, con otros aditivos.

No es fácil trabajar con aditivos alimentarios, ante todo hay que asegurar que determinada función (espesar, humedecer, evitar oxidación…) es **necesaria** y que no es posible cumplirla modificando la formulación de ingredientes o cambiando el proceso. Luego hay que **elegir**, dentro de los autorizados posibles, el más adecuado. A partir de su composición química debe deducirse cómo puede verse afectado negativamente por los ingredientes del alimento a elaborar (carga iónica, pH, oxidantes-reductores, presencia de enzimas…) y a la tecnología utilizada (temperatura, bombeos, vacío…).

A continuación, **establecer la dosis**; la legislación señala una dosis máxima que no tiene por qué ser la adecuada, a veces mucho menor. La indicación QS (*quantum satis* = ponga lo necesario) es un quebradero de cabeza para la pequeña industria. Y, finalmente, **añadir en el momento oportuno**; numerosos fracasos y acusaciones de "no funciona" derivan de ello.

Todo ello viene a cuento porque los hidrocoloides son quizás los aditivos que dependen más de cumplir estas exigencias, tanto en elección como en dosificación y aplicación. Además, la necesidad, muchas veces, de combinar dos de ellos aumenta la dificultad al tener que establecer exactamente los porcentajes respectivos. Y hay que señalar también que los hidrocoloides son aditivos que no preocupan en absoluto desde el punto de vista sanitario; son naturales y se pueden calificar plenamente como "fibra".

Hablar aquí del equipo de BDN Ingeniería de Alimentos concitaría la sospecha y recelo de amiguismo. El mejor sitio para conocer a las personas es en su propia casa. Entrar en su web permite conocer todas las posibilidades de acción y cooperación, desde la solución de problemas, con o sin aditivos, a una amplísima posibilidad de información y formación.

En BDN el estudio y solución de problemas parte de una titulación académica superior, una previa y extensa experiencia dentro de la industria alimentaria y un trabajo eminentemente práctico. En las plantas piloto se reproduce el problema y

se encuentra la solución, afinando esta en la empresa demandante ajustándola a su propio utillaje. El conocimiento de la funcionalidad de todas las familias de aditivos (emulsionantes, polioles, fosfatos…), así como la de los ingredientes que conforman el producto, facilita y asegura un resultado óptimo.

I+D es, realmente, Investigación y Desarrollo; no, como tantas veces, Ineptitud y Desatino. Incluso tiene sentido la i pequeña de I+D+i: "innovación" e ideas que han dado resultados tan curiosos como la alimentación de los astronautas y de los exploradores polares, así como la valoración funcional de la fina membrana adherida en la parte interior de la cáscara del huevo.

Formación: interna, adquiriendo sin cesar conocimiento de los últimos productos, tecnologías y tendencias, y externa: desde conferencias y cursillos a cursos y másteres en la universidad, en la ENS (Escuela Nacional de Sanidad del Instituto Carlos III de Madrid) o en el CESIF (Centro de Estudios Superiores de Farmacia en Madrid y Barcelona).

Y, todo ello, impregnado de una sencillez y simpatía que, sin atisbo de "superioridad" o jactancia conduce de inmediato a sentirse en una cómoda "proximidad km 0". Simpatía y proximidad de las que he tenido la suerte de gozar en los mejores años de mi vida profesional.

Roberto Xalabarder
Químico - Farmacéutico - Bromatólogo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Autores V

Prefacio VII

Prólogo IX

0. Guía de los capítulos 1

1. HIDROCOLOIDES Y TEXTURA 9

2. INTRODUCCIÓN A LOS HIDROCOLOIDES 27

3. E-400 ALGINATOS 41

4. E-406 AGAR 53

5. E-407 CARRAGENATOS 63

6. E-410, E-412, E-417, E-427 GALACTOMANANOS 75

7. E-413 GOMA TRAGACANTO 91

8. E-414 GOMA ARÁBIGA 97

9. E-415 GOMA XANTANA 105

10. E-416 GOMA KARAYA 115

11. E-418 GOMA GELLAN 121

12. E-425 KONJAC 129

13. E-440 PECTINAS 139

14. E-460i CELULOSA MICROCRISTALINA 151

15. E-461, E-464, E-466 CELULOSAS MODIFICADAS 157

16. E-1204 PULULANO 177

17. Guía para la selección de hidrocoloides 183

BIBLIOGRAFÍA 193

0 Guía de los capítulos

¿QUÉ ENCONTRARÁS EN CADA CAPÍTULO?

TÍTULO (E-XXX NOMBRE ADITIVO ALIMENTARIO)

Es el nombre del aditivo alimentario y su número E. Este número es común para toda la Unión Europea y los aditivos permitidos, así como su uso en los alimentos, se recogen en el Reglamento 1129/2011 de 11 de noviembre de 2011 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión.

Se incluye su nombre en inglés y su número CAS (*Chemical Abstracts Services*). Este número es asignado por la Sociedad Americana de Química e identifica cada compuesto químico descrito.

También se recogen otras denominaciones del aditivo descritas en bibliografía.

Ejemplo: agar

E-406 Agar (Agar, CAS Number: 9002-18-0)

Otras denominaciones: Agar-agar, Gelosa, Kanten.

Origen

Se describe de dónde procede y/o cómo se obtiene el aditivo. Se complementa con un esquema del proceso de obtención.

Composición y estructura química

Se explica la composición y estructura química básica del aditivo, es decir, el tipo de compuesto químico, la proporción y tipos de radicales que pueden formarlo y, por tanto, las variaciones que puede tener el aditivo.

Además se adjunta una imagen de la molécula o moléculas que lo forman.

Propiedades de las soluciones

Solubilidad y preparación de las soluciones

A partir de una disolución al 1% del aditivo en agua se determina su capacidad y características de solubilización. Se complementa con el siguiente cuadro:

Ejemplo: alginato

Tabla 1. Solubilidad y preparación de las soluciones / +++ (alto) ++ (medio) + (bajo).

Solubilidad en agua fría	Temperatura solubilización	Premezcla	Fuerza cizalla	Incorporación de aire	Aumento viscosidad del medio	Precipita con alcohol	Secuestrante iones
+++	Frío	+++	+++	++	+	+	+++

- **Solubilidad en agua fría:** ¿se disuelve bien el aditivo en agua fría? ¿Hace grumos?
  Se puntúa con +++, si se disuelve bien y no hace grumos y con +, si la disolución es mala y hace grumos.

- **Temperatura de solubilización:** ¿el aditivo se solubiliza en agua fría o caliente?

- **Premezcla:** ¿necesita mezclarse previamente con otros ingredientes para facilitar su posterior dispersión en agua y evitar la formación de grumos? +++, si necesita la premezcla con otros ingredientes y +, si la premezcla no influye.

- **Fuerza de cizalla:** ¿se necesita trabajo mecánico intenso para disolver correctamente el aditivo en agua? +++, sí se necesita, y +, no se necesita.

- **Incorporación de aire:** ¿el trabajo mecánico provoca la formación de espuma en la disolución? +++, sí hay mucha incorporación de aire y +, hay poca incorporación.

- **Aumento de viscosidad del medio:** ¿la presencia del aditivo influye en la viscosidad del medio en frío?, ¿incrementa la viscosidad o no afecta? +++, provoca un gran incremento de la viscosidad, +, no influye.

- **Precipita con alcohol:** ¿es posible disolver el aditivo en un medio alcohólico? Se hace una disolución al 1% del aditivo en alcohol al 40% y se observa su comportamiento.

- **Secuestrante de iones:** ¿el aditivo reacciona a iones presentes en el medio? Esta columna únicamente aparecerá cuando el uso de secuestrantes sea necesario para la correcta disolución del aditivo.

Factores que afectan a las propiedades de las soluciones

Se enumeran los factores que pueden influir en el comportamiento del aditivo sobre la viscosidad. Estas características quedan recogidas en el siguiente cuadro:

Ejemplo: galactomananos

Tabla 4. Factores que afectan a las propiedades de las soluciones.

Factores	Efectos sobre la viscosidad	Observaciones
Peso molecular / Grado de polimerización	Directamente proporcional	
Concentración	Directamente proporcional	
Temperatura	Inversamente proporcional	Un aumento de la temperatura provoca una disminución de la viscosidad
pH	Se hidrolizan a pH ácido	Disminuye la viscosidad a pH ácidos
Carga iónica	No afecta	
Trabajo mecánico	Comportamiento pseudoplástico	Disminuye la viscosidad a medida que aumenta la fuerza de cizalla

1. **Peso molecular/Grado de polimerización:** ¿afecta el peso molecular del aditivo en la viscosidad del medio? En la gran mayoría de los aditivos es directamente proporcional, es decir, a mayor peso molecular, mayor viscosidad del medio.

2. **Concentración:** ¿la concentración afecta en la viscosidad del medio? En la mayoría es directamente proporcional, es decir, a mayor concentración de aditivo, mayor viscosidad del medio.

3. **Temperatura:** ¿el aumento de temperatura del medio afecta a la viscosidad? El efecto puede ser directamente proporcional (a más temperatura, más viscosidad) o inversamente proporcional (a más temperatura, menos viscosidad).

4. **pH:** ¿el aditivo es estable a cambios de pH en el medio?, ¿estos cambios de pH tienen efecto sobre la viscosidad del medio?

5. **Carga iónica:** ¿los iones presentes en el medio interaccionan con el aditivo y afectan a la viscosidad del medio? La determinación de este factor se realiza en condiciones normales de uso del aditivo, no en casos específicos de productos muy concentrados (ejemplo: salmuera).

6. **Trabajo mecánico:** ¿el aditivo tiene comportamiento pseudoplástico, tixotrópico o newtoniano?

7. **Otros:** aquí se recogen factores específicos destacables para un aditivo en concreto y que tengan efecto sobre la viscosidad.

Funcionalidad

Por norma general, en este apartado se explica la capacidad gelificante de un aditivo. Pero en el caso que el aditivo no tenga funcionalidad como gelificante, por ejemplo el caso de los galactomananos o la xantana, en este apartado se describe la función como espesante.

Mecanismo de gelificación

Se hace gelificar una disolución al 1% del aditivo en agua y se explica el gel conseguido (termorreversible y/o termoestable).

Se complementa con un esquema de solubilización y funcionalidad del aditivo.

Forma de preparación

Describe las condiciones a que se somete la disolución al 1% del aditivo para poder formar un gel termorreversible y/o termoestable.

Características de los geles

Se describen los tipos de geles que pueden dar un aditivo y sus caracterís-

Ejemplo: konjac

Gel termoestable: solubilizar e hidratar bien el konjac, llevar a una temperatura superior a 85 ºC y mantener durante 30 minutos con agitación continua. Parar de agitar y dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Después añadir la base débil (por ejemplo, K_2CO_3) hasta un pH≥ 9 para desacetilar la molécula y mezclar bien. Volver a calentar la mezcla a 85 ºC durante 2 h sin agitación. Dejar enfriar.

ticas. También los factores que determinaran la formación de estos geles. Todo esto queda recogido en el siguiente cuadro:

Factores que afectan a las propiedades de los geles

Explica los factores a tener en cuenta durante la formación del gel (temperatura, pH, iones…).

Ejemplo: gellan

Tabla 3. Características de los geles

Tipo de gellan	Baja acetilación	Alta acetilación
Tipo de gel	Firme y quebradizo	Blando y elástico
Sinéresis	Sí, solo en el corte	No
Estabilidad a Tª	Termoestable en presencia de Ca^{2+} Termorreversible con K^{+} y en leche, histéresis	Termorreversible, no histéresis

Sinergias o incompatibilidades

Se describen las diferentes sinergias del aditivo estudiado con otros aditivos y/o ingredientes para obtener funciones distintas.

Ejemplos de aplicaciones en la industria alimentaria

Enumeración de las diferentes funciones del aditivo y ejemplos de listas de ingredientes donde se utiliza dicho aditivo, el cual se destaca en negrita.

Ejemplo: metilcelulosa

- Gelificante en caliente de productos horneados o fritos

HAMBURGUESA VEGETAL

Ingredientes: habas de soja, agua, proteína de soja, cebolla, concentrado de tomate, aceite de girasol, sal, azúcar, fibra de trigo, zumo concentrado de cebolla y gelificante (**metilcelulosa**).

A lo largo de los capítulos se irán encontrando tres tipos de cuadros informativos:





