



PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS ALGAS

Apellidos, nombre	Fuentes López, Ana (anfuelo@upvnet.upv.es) Fernández Segovia, Isabel (isferse1@tal.upv.es) García Martínez, Eva (evgarmar@tal.upv.es)
Departamento	Tecnología de Alimentos
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

Las algas son alimentos de alto valor nutricional, ricos en fibra, proteínas y minerales. La fibra alimentaria consta de dos fracciones, soluble e insoluble, según su capacidad de formar o no solución cuando se mezclan con el agua. La fracción soluble tiene una gran capacidad de retener agua (CRA) por lo que puede ser empleada para aumentar la viscosidad de los alimentos y mejorar la textura. La fracción insoluble está más relacionada con la capacidad de retención de aceite (CRAC), propiedad que también tiene interés para la industria alimentaria.

2 Introducción

Desde la antigüedad, las algas son un alimento fundamental de la dieta de algunos países orientales como Japón, China y Corea. En Europa, las algas se emplean principalmente a escala industrial, como fuente de ficoloides para la obtención de aditivos para la industria alimentaria, biomédica y cosmética, como los gelificantes, espesantes y estabilizantes; mientras que el uso de algas como un elemento más de la dieta es prácticamente nulo. En los últimos años, se observa una tendencia creciente a incorporar las algas como un ingrediente más en la dieta de los países occidentales, debido principalmente a su alto valor nutritivo. Las algas son un alimento con un elevado contenido en fibra alimentaria, proteínas y minerales y bajo contenido lipídico [1].

Las algas se clasifican en tres grupos según su pigmentación: pardas, rojas y verdes, que reciben los nombres botánicos de feofíceas, rodofíceas y clorofíceas, respectivamente. Se suele llamar también a las algas macroalgas, para distinguirlas de las microalgas (Cyanophyceae), que tienen un tamaño microscópico, frecuentemente unicelular y suelen llamarse algas azules-verdes las cuales florecen a veces y contaminan los ríos y cursos de agua [2]. De entre todas, las más consumidas y conocidas son nori (especie *Porphyra*), kombu (especie *Laminaria*), hiziki (*Hizikia fusiforme*) y wakame (*Undaria pinnatifida*).

El principal componente de las algas es la fibra, siendo su contenido muy superior a la cantidad que podemos encontrar en las frutas y hortalizas. La fibra alimentaria consta de dos fracciones, soluble e insoluble. Desde un punto de vista nutricional la fibra soluble se caracteriza por sus propiedades para formar geles viscosos, en contacto con el agua en el tracto intestinal, se trata de un tipo de fibra fermentable en alta proporción y se la relaciona con la disminución del colesterol y glucosa en sangre y el desarrollo de la microbiota intestinal. Por otra parte la fibra insoluble tiene un efecto laxante en nuestro sistema digestivo, acelerando el tránsito intestinal.

Respecto a su contenido proteico, existe una alta variabilidad entre las diferentes especies. En general, se considera que las algas rojas tienen un mayor contenido proteico (10-47% peso seco) que las algas pardas (5-24% peso seco)[3].

Respecto al contenido lipídico, a pesar de ser un alimento con bajo contenido en grasa, las algas contienen importantes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados ω -3. Los ácidos grasos ω -3 presentan un gran interés nutricional ya que contribuyen a la reducción de triacilglicéridos en el organismo y mejoran la circulación sanguínea [1].

Las algas contienen una serie de compuestos bioactivos de alta capacidad antioxidante, como carotenoides y polifenoles. Existe un gran interés por las propiedades de los compuestos fenólicos en la prevención de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Las algas pardas contienen concentraciones más altas de compuestos fenólicos que las algas rojas y verdes.

Desde un punto de vista tecnológico, los componentes de las algas pueden contribuir a una mejora de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos formulados con ellas.



Los extractos de algas han sido utilizados también como antimicrobianos y antioxidantes, por lo que su incorporación a los alimentos podría contribuir a prolongar la vida útil de los alimentos. El alto contenido en fibra de las algas las convierte en buenos espesantes y gellificantes. Las propiedades de hidratación, vienen determinadas por la cantidad de fibra presente en ellas y por el tipo de fibra (soluble o insoluble). Las propiedades de hidratación se pueden determinar midiendo la capacidad de retención de agua y la capacidad de hinchamiento; junto a estos parámetros, se suele medir también la capacidad de retención de aceite.

3 Objetivos

Con este artículo se pretende que el alumno sea capaz de:

- o Definir las propiedades funcionales de las algas que están relacionadas con la cantidad y características de la fibra que contienen.
- o Llevar a cabo el procedimiento para la determinación de tres propiedades tecnológicas de las algas: capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento.

4 Desarrollo

En primer lugar vamos a definir los conceptos de capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento. A continuación describiremos el procedimiento experimental para determinar estos parámetros.

4.1 Fundamento

Las algas presentan un alto contenido en fibra, con valores que oscilan entre el 30 y 60% de su peso seco, siendo muy superiores a los valores que se encuentra en otros alimentos como frutas y hortalizas. La fibra alimentaria consta de dos fracciones, la fibra soluble y la fibra insoluble, siendo proporción de cada una de estas fracciones variable en función del tipo de alimento. Las algas se caracterizan por presentar una mayor proporción de fibra soluble que los vegetales terrestres, que son más ricos en fibra insoluble. Dentro de las algas también existen diferencias, de manera que las algas rojas suelen presentar una proporción superior en fibra soluble, mientras que las algas pardas destacan por su alto contenido en fibra insoluble.

La fracción de fibra insoluble en las algas está constituida principalmente por celulosa, mientras que las fibras solubles se componen de fucanos, laminaranos, alginatos (pardas), carragenanos y agar (rojas). La fibra soluble se caracteriza por su habilidad de formar geles viscosos en contacto con el agua, mientras que la fibra insoluble es incapaz de formar geles en contacto con el agua, sino que retienen el agua en su matriz estructural. Estas características confieren a ambas fracciones un interés nutricional y funcional diferente. Las principales propiedades de hidratación de la fibra son la capacidad de retención de agua (CRA) y la capacidad de hinchamiento (CH). Otra de las propiedades funcionales de las fibras es la capacidad de retención de aceite (CRAC).

Las definiciones de estas propiedades funcionales, que están relacionadas directamente con el contenido y tipo de fibra en el alimento, son las siguientes:

- o **Capacidad de retención de agua (CRA)** corresponde a la cantidad de agua retenida por gramo de fibra bajo ciertas condiciones de temperatura.



- o **Capacidad de retención de aceite (CRAC)** es la máxima cantidad de aceite, en gramos, que puede ser retenida por gramo de material seco, en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de una fuerza a unas condiciones determinadas.
- o **Capacidad de hinchamiento (CH)** se corresponde con el aumento de volumen por gramo de fibra que experimenta el producto al hidratarse a una temperatura y tiempo dados.

Estas propiedades de la fibra están íntimamente relacionadas con la estructura química de los polisacáridos que la componen, además de otros factores como porosidad, tamaño de partícula, fuerza iónica, pH, temperatura, tipo de iones en solución, etc. Diferentes estudios han demostrado que las fibras de las algas tienen una mayor afinidad por el agua que otras fibras, como las de los cereales [4], lo que significa que presentan valores más altos de CRA y CH que otros ingredientes. Además, estas propiedades de afinidad por el agua aumentan al aumentar la solubilidad de la fibra; en este sentido, las algas rojas (como por ejemplo el alga nori) con una mayor proporción de fibra soluble presentarán valores de CRA y CH superiores a los de las algas pardas, ricas en fibra insoluble. La presencia de iones puede afectar también dicha solubilidad y por tanto modificar los parámetros CRA y CH.

En general, las algas que presentan valores de CRAC relativamente bajos debido a la naturaleza hidrofílica de los polisacáridos que forman parte de la fibra soluble (alginatos, fucanos, agar y carragenanos). Las fibras insolubles presentan una mayor capacidad de absorción de grasa que las fibras solubles, por lo que pueden utilizarse como emulsificante.

Estas propiedades de las algas hacen que su incorporación en alimentos sea interesante al aportar una mayor capacidad de retención de agua y una mejora en las propiedades de unión de la grasa.

4.2 Procedimiento experimental

A continuación, vamos describir los procedimientos para determinar experimentalmente la Capacidad de Retención de Agua (CRA), Capacidad de Retención de Aceite (CRAC) y Capacidad de Hinchamiento (CH) de algas en polvo [3].

4.2.1 Capacidad de retención de agua

Para realizar esta determinación se procede del siguiente modo:

- o Se pesan 500 mg de alga (m_{alga}) en un tubo de centrifuga, y se añaden 30 mL de agua destilada.
- o Se agitan suavemente para una adecuada mezcla de los dos componentes y se deja reposar a temperatura ambiente durante 24 h en oscuridad.
- o A continuación, se centrifugan las muestras a 10000 rpm durante 20 min a 20°C.
- o Una vez ha finalizado la centrifugación, se observa como en el fondo del tubo queda el alga en polvo, que ocupa un mayor volumen en al inicio de la experiencia, y en la parte superior, se encuentra el agua que no ha sido retenida por el alga.
- o Finalmente, se descarta la fase superior de agua y se pesa el precipitado formado por el alga y el agua que ha retenido el alga ($m_{\text{alga+agua retenida}}$).
- o La capacidad de retención de agua se calcula mediante la ecuación 1, expresándola como g de agua retenida/g de alga.

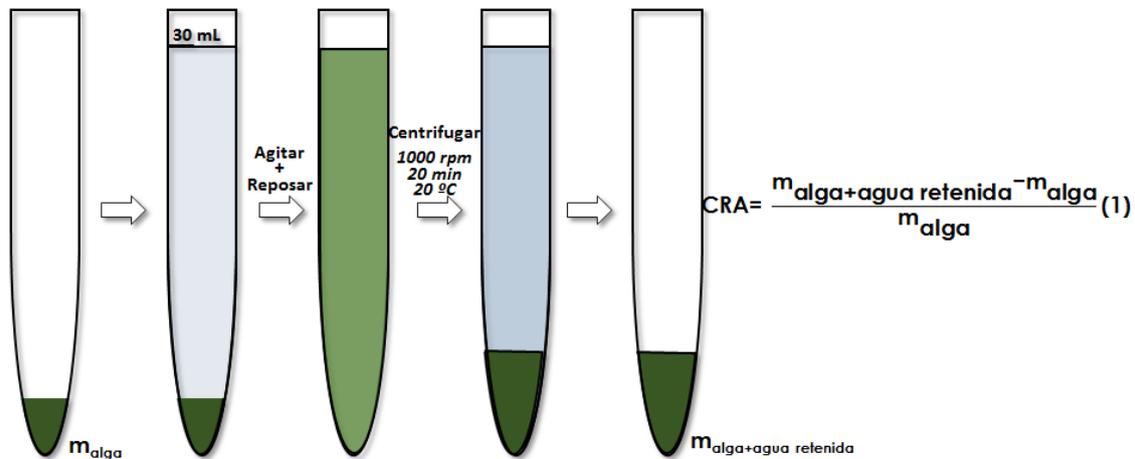


Figura 1. Diagrama de la determinación de la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de las algas. Ecuación (1) para el Cálculo de la CRA de las algas

4.2.2 Capacidad de retención de aceite

Se procede de igual forma que el caso anterior:

- o Se pesan aproximadamente 500 mg de las algas (m_{alga}) en tubos de centrifuga graduados.
- o A continuación, se añade 30 mL de aceite de oliva y se realiza una suave agitación para conseguir una buena homogeneización de la muestra y el aceite.
- o Se dejan reposar a temperatura ambiente durante 24 h en oscuridad.
- o Pasado este tiempo, se centrifugan las muestras a 10000 rpm durante 20 min a una temperatura de 20°C.
- o Tras el centrifugado se observa una separación de las fases, donde en la parte inferior aparece el alga en polvo y en la parte superior el aceite que no ha sido retenido por el alga.
- o Se descarta la fase superior de aceite y se pesa el precipitado formado ($m_{\text{alga+aceite retenido}}$).
- o La capacidad de retención de aceite se calcula mediante la siguiente ecuación (ecuación 2) expresando los resultados como g de aceite retenido/g de alga.

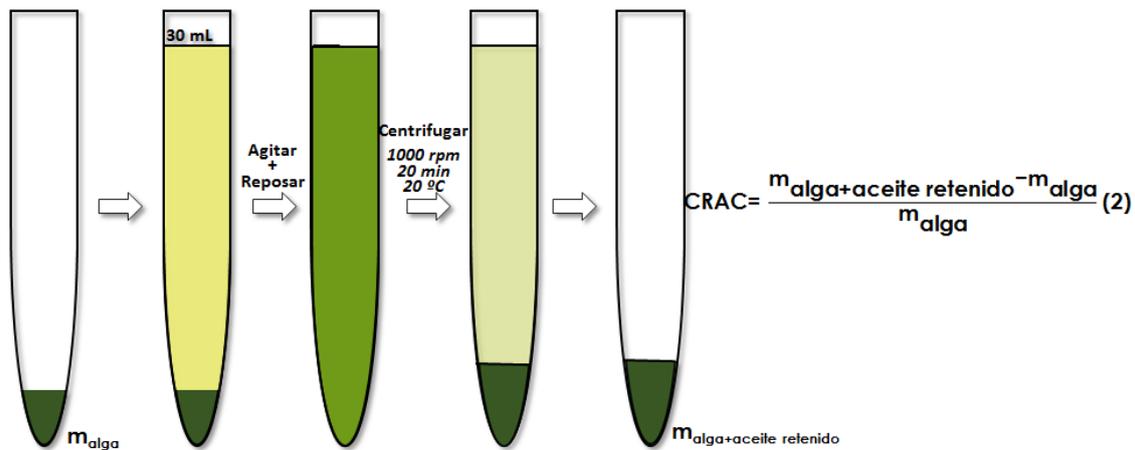


Figura 2. Diagrama de la determinación de la Capacidad de Retención de Aceite (CRAC) de las algas. Ecuación (2) para el cálculo de la CRAC de las algas.

4.2.3 Capacidad de hinchamiento

Para el procedimiento de determinación de la capacidad de hinchamiento de las algas en polvo se siguen los siguientes pasos.

- o Se pesan 500 mg del alga en tubos cónicos graduados y se mide el volumen que ocupa el alga en el tubo (V_i).
- o Se añaden 10 mL de agua destilada.
- o Se agita suavemente hasta que el alga en polvo y el agua estén bien mezcladas.
- o Se tapan los tubos con papel de aluminio y se dejan reposar las muestras durante 18 h en oscuridad.
- o Finalmente se lee directamente el volumen ocupado por las algas en el tubo graduado (V_f).
- o La capacidad de hinchamiento se calcula utilizando la ecuación (3) y se expresan los resultados como mL ocupados/g de alga.

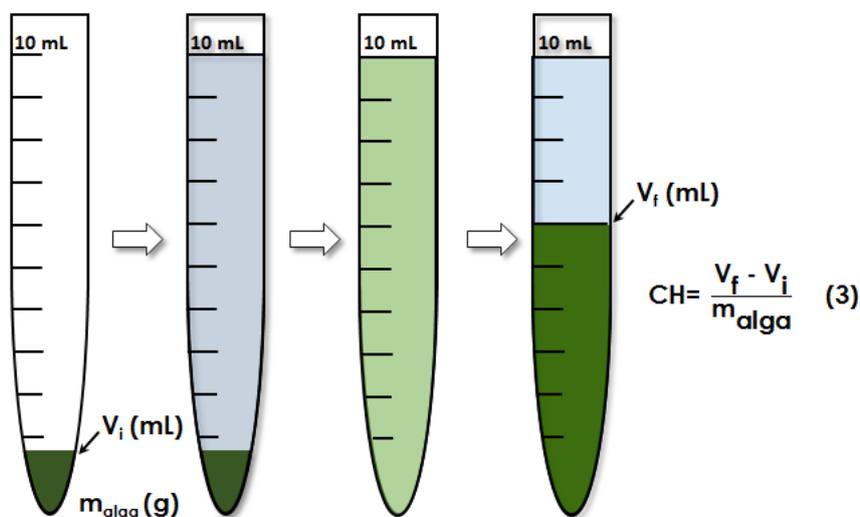


Figura 3. Diagrama de la determinación de la Capacidad de Hinchamiento (CH) de las algas. Ecuación (3) para el cálculo de la CH de las algas.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto cuales son las propiedades funcionales más importantes de las algas. También se ha descrito cómo llevar a cabo la determinación de la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento de algas en polvo, propiedades que están muy relacionadas con el contenido en fibra de estos alimentos.

6 Bibliografía

- [1] Holdt, S.; Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed; functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3). 543-597.
- [2]. FAO (2004). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. PARTE 3. Puntos más salientes de los estudios especiales de la FAO. Alcance de la industria de las algas marinas. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5600s/y5600s07.htm>
- [3] Gómez-Ordóñez, E. (2013). Evaluación nutricional y propiedades biológicas de algas marinas comestibles. Estudios in vitro e in vivo. Tesis doctoral. Ed. Universidad Complutense de Madrid.
- [4] Elleuch, M.; Bedigian, D.; Roiseux, O.; Besbes, S.; Blecker, C.; Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.