APROVECHAMIENTO DE LAS ALGAS MARINAS

Por Laura Huerta M. *

Desde la antigüedad, en algunos países se han utilizado algas marinas ya sea como alimento, aplicadas en medicina, o como abono.

En China, desde la época de Shen Nung, considerado el padre de la "economía doméstica y la medicina", aproximadamente 3,000 años antes de Cristo, se sabía que las algas marinas tenían propiedades curativas, y en el "Libro de la Poesía", contemporáneo de Confucio, de 800 a 600 antes de nuestra era, hay un poema que describe a una ama de casa cocinando algas marinas (3).

En la actualidad, en todo el Oriente —China, Japón, Indonesia—, lo que era Indochina, Australia, Nueva Zelanda y Oceanía, las algas forman parte importante de la dieta. En Hawaii, los nativos usan más de 70 especies de algas como alimento, en su mayoría rodofíceas. Las consumen en formas variadas: en ensaladas, secas, cocidas como vegetales o prensadas para masticar como chicle; mezcladas con harina para hacer pasteles o pudines; como base para condimentos, etc.

Desde 1670 cultivan en el Japón la *Porphyra tenera* Kjellman; la cosechan, la lavan, la secan y la venden en forma de láminas que se llaman "nori". En la Bahía de Tokio se cultiva en grandes cantidades. Según Yamada, se utilizan aproximadamente 220 km² de superficie desde Hokkaido hacia el sur. Trabajan en ello 52 mil familias y se producen más o menos 1,500 millones de hojas secas por año (14).

Ponen empalizadas de bambú y redes horizontales de hoja de palmera, de manera que queden en la zona intertidal. Las esporas de las algas se fijan en estos soportes. Empiezan a desarrollarse en otoño y se cosechan en invierno y primavera. En verano desaparecen; pero quedan las esporas adheridas a las empalizadas y a las redes.

Se hacen rollos de arroz, de huevo, de camarón o de otros alimentos, envueltos en hojas de nori; también se come ésta en pedacitos asados, con arroz y salsa de soya.

En China también existe esta industria.

Las laminarias, de las cuales en el Japón hay 19 especies y se conocen en el mercado con el nombre de "kombu", se cultivan, aunque de un modo muy primitivo, poniendo piedras para que se adhieran las esporas e intercalando algunas algas maduras.

* Laboratorio de Botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I. P. N., México, D. F.

En los trópicos es mejor usar como agente gelificador las algas marinas, en lugar de la gelatina, pues los ficoloides son estables aún a más de 35°C y necesitan temperaturas más o menos elevadas para disolverse, por lo que se conservan bien al ambiente aunque éste sea cálido.

Tanto en Europa como en América es muy pequeña la cantidad de algas que se come. Por ejemplo, en Inglaterra, Canadá y Estados Unidos, se encuentra la *Rhodymenia palmata* (L.) Greville seca en los mercados y se consume como un bocadillo, llamándole "dulce".

En las Barbados y probablemente otras islas del Caribe, se expende en el comercio la *Gracilaria cornea* J. Agardh., seca, empleándose para hacer jaleas.

En América del Sur —Chile, Perú y Ecuador— se consume una *Porphyra* con el nombre de "cochayuyo". Se colecta y seca al sol para venderse. Los indígenas la guisan y la comen como verdura.

El valor nutritivo de las algas marinas ha sido objeto de numerosas discusiones. Aunque poseen alto porcentaje de carbohidratos, buena parte de ellos no son digeribles y por lo mismo, no se aprovechan como fuente de energía. Pero se ha encontrado que contienen cantidades considerables de caroteno, vitaminas B₁, B₂, B₁₂, C, D y E (9).

El género *Porphyra* ha rendido valores hasta de 140 mg. de vitamina C y 500 unidades Sherman de vitamina B₁ por 100 gr. de peso fresco de alga. En *Rhodymenia palmata* también hay cantidades considerables de ácido ascórbico (3).

El contenido vitamínico varía según las estaciones del año en que se colectan las algas y la profundidad en que se encuentran. Son fuente de yodo, necesario para el buen funcionamiento de la glándula tiroides y contienen otras sales útiles al metabolismo.

Puede ser que las personas que consumen las algas en la dieta diaria adquieran bacterias como simbiosis intestinales que les ayuden a digerir los carbohidratos y las proteínas poco aprovechables (12).

Las algas también se usan como pastura para el ganado. En Islandia y en las islas Orcadas, reyes y borregos viven principalmente de las algas marinas la mayor parte del año, y sólo los dejan pastar en el campo cuando van a dar a luz o al prepararlos para la matanza (12).

Los campesinos saben, por experiencia, que las algas no son un alimento completo para los animales que crían —vacas, borregos, caballos, cerdos o aves— pero se ha demostrado que son buen alimento complementario. Cuando se dan en un 15% de la dieta total, sí ayudan a obtener mejores resultados, probablemente porque proporcionan sales y vitaminas.

En varios países hay fábricas de harina de algas feofíceas, que se

vende para mezclarse con el alimento básico. En Noruega cosechan *Asco-phylum nodosum* (L.) Le Jolis; lo secan al sol, le quitan el exceso de sales y lo caramelizan, eliminando, al mismo tiempo, un olor desagradable para el ganado. Este preparado sí lo consumen los animales.

Tanto en Oriente como en Europa y Oceanía, los campesinos que viven cerca del mar, donde el transporte no es caro, usan las algas como abono, pues enriquecen los terrenos con nitrógeno, fósforo y potasio. En plantíos de papas y betabeles, que necesitan grandes cantidades de potasio, este abono es muy útil (12).

En medicina se han empleado desde hace mucho tiempo *Fucus* y el Musgo de Irlanda como drogas para administrarse en componentes de distintas recetas. *Fucus* servía para proporcionar yodo a las personas obesas (15).

Los antiguos Chinos usaban varias algas medicinales para el tratamiento del bocio. En los Andes, donde son muy escasas las sales con yodo, los indios usan los tallitos de *Phylogigas* para curar o evitar el bocio y del mismo modo es empleado el cochayuyo. En la Farmacopea se usaban píldoras de carbón o cenizas de alga para los enfermos de bocio o de escrófulas (9).

En California han estudiado el poder antibiótico de algunas de las algas marinas. Son estudios que están en proceso; tal vez encuentren pronto útiles y provechosos resultados.

Como productos industriales tenemos principalmente el agar, los alginatos y la carragenina.

AGAR-AGAR.

El agar es, según la Farmacopea de los Estados Unidos, "un coloide hidrofílico extraído de ciertas algas marinas de la clase Rhodophyceae. Es insoluble en agua fría; pero se disuelve en agua hirviendo. La solución al 1.5% es clara y al enfriarse a 42-39°C. forma un gel consistente que no se funde abajo de 85°C." (10).

El agar es un polisacárido constituyente de las cápsulas de secreción de las algas; está formado por cadenas de D-galactopiranosas (1-4), alternando con 3-6 anhidro 1 galactopiranosas (1-3) en las que se inserta medio éster sulfato cada diez D-galactopiranosas (10).

Hay otros ficocoloides análogos al agar, pero que no llenan los requisitos de la definición precedente. Se designan con el nombre de agaroides.

Del *Gelidium amansii* Lamouroux y del *Gelidium pacificum* del Japón y del *Gelidium cartilagineum* Harvey de California y México, se extrae agar de alta calidad.

Hay muchas especies agarófitas pertenecientes a los géneros *Gracilaria*, *Eucheuma*, *Hypnea*, *Agardhiella*, *Ahnfeltia*, *Furcellaria*, etc.

Usos.—El agar se emplea en bacteriología para solidificar los medios y facilitar el aislamiento de los microorganismos.

Los dentistas usan una pasta de agar para moldes de dientes y encías. En la preparación de alimentos se usa por su propiedad para estabilizar las emulsiones o para gelificar; en helados, leches fermentadas, yogurt, quesos, etc.; en pasteles y pudines, gelatinas, flanes, merengues, etc.; para gelificar pastas de carne, galantinas, etc.

En medicina se emplea desde hace mucho tiempo como laxante.

En radiología sirve para emulsionar el sulfato de bario. Por esta misma propiedad se emplea para administrar antibióticos. Se usa en cápsulas que deben disolverse lentamente y como excipiente de tabletas.

En microtomía hay un método de inclusión en agar.

En los electrodos de calomel se emplea como puente conductor que impide la difusión.

En fotografía, como una capa que cubre la película (3, 6, 10, 12).

ALGINA Y ALGINATOS (1, 3, 4, 12).

De las algas feofíceas se extrae un coloide llamado ácido algínico. Estas algas son muy abundantes en los mares templados. Anteriormente se quemaban grandes cantidades de ellas y de sus cenizas se obtenían yodo, yoduros, y sales de potasio. En la actualidad se ha abandonado esta industria por haber encontrado esos productos en otras fuentes menos costosas.

La algina forma la substancia intercelular en las feofíceas; es un coloide hidrofílico constituido por la sal cálcica y magnésica del ácido algínico, que es un polímero del ácido -D manurónico.

Stanford, en 1883-86, ideó un método para obtener ácido algínico; desde entonces se han industrializado, tanto en Escocia como en los Estados Unidos, y posteriormente en otros países.

En las costas del Atlántico se emplean *Laminaria digitata*, *L. saccharina* y *L. stenofila* para obtener los alginatos; en las costas del Pacífico *Macrocystis pyrifera* (Lin.) C. Agardh y *Nereocystis Luetkeana* (Mertens) Postels y Ruprecht.

Desde la Bahía Magdalena en Baja California hasta Sitka, Alaska, hay grandes camas de *Macrocystis pyrifera* y se cosecha por miles de toneladas cada año. *Nereocystis luetkeana* se encuentra también con abun-

dancia desde Santa Bárbara, California, hasta las islas Shumagin; se colecta y emplea en la preparación de alginatos.

Usos.—El ácido algínico, como tal, se emplea poco; pero tiene la propiedad de que al dejarlo secar en un molde queda de consistencia córnea y es muy resistente a los agentes químicos. Lo que se usa, en realidad, son los alginatos, principalmente el de sodio, substituyendo al almidón en el aderezo de telas. Es más elástico y de mayor consistencia. Cuando el alginato de sodio ha impregnado la tela, se trata por un ácido diluido y se hace insoluble.

El alginato de aluminio y amonio al secarse se insolubiliza e impermeabiliza las telas. Se confeccionan telas de fibras finas de lana y alginato; después se disuelve este último y las telas quedan muy esponjosas y suaves, como gasas; pero son calientes, por ser de lana.

Las fibras de alginato de cromo y de berilo son insolubles y con ellas se fabrican telas resistentes al fuego.

El ácido algínico quita la dureza a las aguas. Al ponerlo en el agua hirviendo se combina con las sales de calcio y forma una masa caseosa que aglutina a las demás impurezas y es fácil de quitar periódicamente.

Se emplea para hacer mucílagos, para emulsionar pinturas, lubricantes, insecticidas, etc.

En los productos farmacéuticos y en la fabricación de alimentos se usa en la misma forma que el agar.

En medicina se ha empleado, en pomadas para cubrir heridas y quemaduras. El alginato de calcio por sus propiedades hemostáticas, se usa en cirugía del cráneo y del tórax, para controlar las hemorragias al aplicar el neumotórax en la tuberculosis.

Han estudiado, en Francia, el poder anticoagulante de algunos derivados algínicos atribuyéndoles propiedades análogas a la heparina.

CARRAGENINA O CARRAGENANO (3, 11, 12).

Chondrus Crispus proporciona dos tipos de coloides, uno soluble en agua fría y el otro soluble en agua caliente. Parece que la diferencia estriba en que el primero es la sal sódica y potásica y el segundo es la sal cálcica del mismo polisacárido, el cual está constituido por residuos de D-Galactosa, unidos en C-1 y C-3 y cada uno contiene un sulfato en C-4. También tiene residuos de L-Galactosa.

En soluciones muy puras la carragenina no gelifica aunque presenta gran viscosidad. El punto de gelificación es más alto entre mayor número de electrolitos estén presentes en la solución. Los de cloruro de potasio son los que más afectan la gelificación y en muchos productos no es dañosa la presencia de una pequeña proporción de esta sal.

La carragenina es superior al agar para aumentar la viscosidad, emulsionar, suspender y estabilizar sustancias, en las que no se requiere la gelificación del producto; por ejemplo los alimentos como quesos, helados, mayonesa, leches malteadas, chocolates, etc. En productos farmacéuticos como emulsiones, tabletas, pastas dentífricas, cremas, en la industria, se emplea para estabilizar colores de agua, tintas, como aderezo para papel y para telas, etc. Tanto la carragenina como el alga seca y pulverizado se emplean para purificar el mosto de la cerveza.

Hay otros ficocoloides obtenidos de varias especies diferentes de algas, las que merecen mencionarse aunque no se obtengan en grandes cantidades en la industria (5, 8, 13):

1o. El fucoidano, es un mucílago presente en las feofíceas como sustancia de reserva. En las laminarias y en el fucus se ven perfectamente vesículas llenas de dicho mucílago. En los métodos de extracción con álcalis o ácidos el fucoidano se hidroliza parcialmente y pierde sus propiedades de mucílago, pero puede extraerse para obtener fucosa.

2o. Laminarano o laminarina. Es un polisacárido de reserva de algas de las feofíceas. Se ha extraído y purificado y se cree que puede tener alguna aplicación industrial.

La heparina que es el anticoagulante natural de la sangre, es el éster sulfúrico de un polisacárido compuesto por residuos de ácido D-glucourónico y de D-glucosamina. Cuando se supo que su acción dependía del grupo éster sulfato unido a un polisacárido, se intentó sintetizar un anticoagulante uniendo grupos sulfato a polisacáridos tales como celulosa, almidón, glucógeno, xilano, insulina, quitina, y ácido alginico, se probaron y se encontraron tóxicos produciendo hemorragias en los animales. El éster sulfato de dextrano era mejor, y vieron que a menor peso molecular menor toxicidad y el poder anticoagulante permanecía igual. La actividad depende de una concentración adecuada del radical sulfato, cuando hay entre 1.0 y 1.3 grupos sulfato por cada molécula o unidad de D-glucosa, la actividad fisiológica es máxima y cuando el peso molecular del polisacárido es de 7,000, la toxicidad es mínima. El peso molecular del laminarano es de ese orden de magnitud y se pensó que podría tener la misma acción fisiológica que la heparina. Se sintetizaron varios derivados sulfato del laminarano y se encontró que la mayor actividad anticoagulante más o menos de un tercio de la actividad de la heparina la posee un derivado que contiene dos grupos éster sulfato, por cada unidad de D-glucosa.

Los anticoagulantes sintéticos ésteres sulfato de polisacárido, son tóxicos por aglutinar las plaquetas y precipitar fibrinógeno. El sulfato de laminarina no presenta este efecto tóxico, pero produce una intoxicación crónica que es suficiente para considerarlo inadecuado para usos clínicos. En inyección intravenosa, en cuyos, a una dosis de 20 a 40 mg/kg de peso

del animal, el sulfato de laminarano, causa una reacción anafiláctica que consiste en agitación y angustia.

Se sabe desde hace tiempo que la heparina tiene influencia en el transporte o el metabolismo de las grasas en el hombre. Se supone que la arterioesclerosis desaparecería con un tratamiento prolongado de heparina, pero es peligroso para el paciente estar sometido a estas condiciones. Se necesitaría una sustancia que tenga el poder antilipémico de la heparina y que no tenga poder anticoagulante. Recientemente se ha demostrado que algunos sulfatos de polisacáridos con escasa acción anticoagulante también presentan propiedades antilipémicas. Pero la mayoría presentan características indeseables y entonces se ha hecho una valoración del poder antilipémico del sulfato de laminarina. Un éster con 0.62 grupos sulfato por cada unidad de glucosa, presenta un poder antilipémico análogo a la heparina y un escaso poder anticoagulante y en este caso sería muy útil aplicar laminarina para controlar la arterio-esclerosis. Este estudio sigue en desarrollo.

3o. Hypneano. Es el polisacárido extraído de la *Hypnea muciformis* y de otras hypneas. Es un ficocoloide de alto poder gelificante, mayor aún que el agar. En presencia de sales de potasio aumenta su poder gelificador y además presenta la ventaja de que éste se puede controlar por la presencia de electrolitos en la solución.

Las hypneas son un género presente en muchas de las regiones tropicales tanto en el Golfo de México como en el Caribe, en la costa atlántica de Estados Unidos desde Massachusetts hasta Florida, en Brasil, en Nueva Zelanda, en Australia, en Indonesia, en Sudáfrica, etc. Probablemente en muchos de estos lugares hay suficiente cantidad de este material para poder industrializarlo, así es que está llamado a ser uno de los ficocoloides usados en la industria.

4o. Eucheumano. Es el ficocoloide extraído de las eucheumas. El nombre de agar-agar es una palabra malaya con que se designa la *Eucheuma muricatum*, sin embargo se le ha llamado así al extracto del gelidium y ahora el glúcido extraído de la eucheuma es un agaroides. Las eucheumas forman un género tropical común en el sureste de Asia y en el sureste de Africa. También se encuentran en México, Estados Unidos, Caribe, Brasil, Japón, etc. El ficocoloide por sus características se parece mucho al carragenano pero no aumenta su poder coagulante por la presencia de iones potasio. En el comercio de la región africana se encuentran las algas secas y se venden como la alga de Zanzíbar. Lo mismo pasa en Asia donde se conocen como la alga de Singapur. Las usan principalmente los nativos para preparar jaleas.

50. Furcellariano. Es el ficocoloide extraído de la *Furcellaria fastigiata*. En Dinamarca se obtiene en grandes cantidades y se llama agar danés. En presencia de sales de potasio aumenta su poder gelificador. Se emplea para preparar jaleas, gelatinas, mermeladas, y en productos enlatados, pues es resistente a la ebullición, en tres o cuatro horas no le pasa nada.

60. Ficocoloide de Gracilaria. Las gracilarias forman un género que se encuentra muy extendido. En Florida y en Carolina del Norte se han industrializado. En Sudáfrica y en Australia también hay abundancia de estas algas. En Japón se emplea la *Gracilaria confervoides* para preparar un agar que es menos consistente que el del gelidium, pero es muy útil en la preparación de alimentos. En India, Indonesia, Brasil, Chile, etc., se encuentran estas algas en cantidades considerables, y es otro de los ficocoloides que puede substituir o competir con los ya existentes.

En India, Indonesia, Brasil, Chile, etc., se encuentran estas algas en cantidades considerables, y es otro de los ficocoloides que puede substituir o competir con los ya existentes.

70. Porfirano. El extracto acuoso en caliente de la *Porphyra umbilicalis*, da un polisacárido que por hidrólisis proporciona glucosa y galactosa. Las porphyras se usan principalmente como alimento en distintos países del mundo, principalmente en Japón, pero su consumo se ha extendido poco a poco a Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, Sud América, etc., por lo que no es probable que se emplee en el futuro para obtener un polisacárido desde el punto de vista industrial.

80. Funorano de Gloiopeltis. El extracto en agua caliente del gloiopeltis, proporciona un coloide viscoso que no gelifica; es bastante usado en Japón y China pero fuera de estos países casi no se conoce. La mayoría de los usos del funorano se basan en sus propiedades adhesivas. Se fabrican gomas para pegar, se añade a lociones para peinarse y se emplea principalmente como aderezo de telas y de papel.

90. Dulsano de *Rhodymenia palmata*. El extracto acuoso de *Rhodymenia* proporciona un ficocoloide que no gelifica. Por hidrólisis da exclusivamente D-xilosa en lugar de la galactosa que poseen los otros polisacáridos. La *Rhodymenia* es usada principalmente como alimento y no es probable que se necesite industrializar para obtener el ficocoloide.

10. Iridoficano. El género *Iridophycus* proporciona un polisacárido muy parecido al carragenano y al funorano. Estas algas se encuentran en abundancia en California y Oregón, así como en el Japón. Se usa principalmente para aderezo de papel y de telas. La planta se emplea también como alimento.

Por lo anterior vemos que las algas pueden constituir parte de la riqueza de un país.

De acuerdo con datos recientes de la FAO (2), la nación que cosecha mayor cantidad de algas es Japón con 300,000 tonealdas por año. En Estados Unidos se recogen 7,500 toneladas de *Chondrus crispus* en la región norte de la costa atlántica. En la costa pacífica, en California, se cosechan más o menos 150,000 toneladas por año de *Macrocystis pyrifera*. En Canadá 13,000 toneladas, en Corea del Sur 23,000 toneladas, en Noruega 17,000 toneladas. En el Reino Unido también hay una industria considerable.

Según Woodward (13) es posible un gran aumento en la industrialización de estas algas. Sólo en la costa Pacífica de Norteamérica hay unos 45.000,000 de toneladas métricas de las grandes feofíceas. En las costas de Perú, Chile, Argentina, Tasmania y Nueva Zelandia hay grandes camas de las mismas algas pero no se ha podido calcular el volumen en toneladas métricas. En cuanto a las laminarias y a las otras algas unidas al sustrato, él calcula que debe haber en la costa norte del Atlántico grandes cantidades; sólo para Escocia él cree que podrían colectarse un millón de toneladas de algas feofíceas al año.

En nuestro país las algas se explotan en pequeña proporción, sólo en la costa occidental de la Baja California y se exportan como materia prima para ser industrializadas en California del Norte. Estamos seguros que es uno de los países en que podría aumentarse el aprovechamiento de las algas marinas de sus costas.

B I B L I O G R A F I A

- 1.—FOOG, G. E. 1953. The Metabolism of Algae. Methuen and Co. Ltd. London.
- 2.—HUBERTY, M. R. and FLOCK W. L. 1959. Natural Resources. Mc. Grow Hill Book Co. Inc. New York.
- 3.—HUMM, HAROLD J. 1951. The Red Algae of Economic Importance: Agar and Related Phycocolloids. In Tressler, Donald K., and James Mc. W. Lemon. 1951. Marine Products of Commerce. Reinhold Publishing Corporation. New York, N. Y.
- 4.—MC NEELY, WILLIAM H. 1959. Algin. In Whistler Roy L., and Be Miller, James N., Industrial Gums. Academic Press, New York and London.
- 5.—MC NEELY, WILLIAM H. 1959. Fucoidan. In Whistler Roy L., and Be Miller, James N., Industrial Gums. Academic Press. New York and London.

- 6.—MORI, T. 1953. Sea Weed Polysaccharides. Advances in Carbohydrate Chemistry. Academic Press Inc. Publishers. New York, N. Y.
- 7.—OSORIO TAFALL, B. F. 1946. Ciencia Aplicada. Nuevas Industrias Mexicanas I. La Obtención del Agar en Baja California. Ciencia, Vol. VII, No. 1-3, 43. México, D. F.
- 8.—SCHACHAT, RALPH E. and GLICKSMAN MARTIN. 1959. Some Lesser-known Seaweed Extracts. In Whistler Roy L. and Be Miller, James N. Industrial Gums. Academic Press. New York and London.
- 9.—SCHWIMMER, MORTON, and SCHWIMMER DAVID. 1955 The Role of the Algae and Plankton in Medicine. Grune and Stratton, New York and London.
- 10.—SELBY, H. H., and SELBY THELMA A. 1959. Agar. In Whistler Roy L., and Be Miller, James N. Industrial Gums. Academic Press., New York and London.
- 11.—STOLOFF, LEONARD. 1959. Carragenan. In Whistler Roy L., and Be Miller, James N. Industrial Gums. Academic Press., New York and London.
- 12.—WALFORD, LIONEL A. 1958. Living Resources of the Sea. The Ronald Press. Co. New York, N. Y.
- 13.—WOODWARD, F. N. 1959. Laminaran. In Whistler Roy L., and Be Miller James N. Industrial Gums. Academic Press. New York and London.
- 14.—YAMADA, Y. 1959. Sur la Culture de quelques Algues sur les fonds de sable ou de vase au Japon. Colloque sur Ecologie des Algues Marines. Dinard, 20-28 Sept., 1957. Centre Nationale de la Recherche Scientifique. 13 Quai Anatole France. Paris VII^e.
- 15.—YOUNGKEN, HERBER W. 1951. Tratado de Farmacognosia. Traducido de la sexta edición inglesa por Francisco Giral. Editorial Atlante, S. A. México, D. F.