



NORI

*L'alga rossa *Pyropia yezoensis* contiene molti nutrienti e composti che promuovono la salute*

Review

*Il nori, uno degli alimenti preferiti dai giapponesi, è un prodotto alimentare secco, con umidità inferiore al 3%, che si ottiene dall'alga rossa *Pyropia yezoensis*, le cui principali componenti sono le proteine e la fibra alimentare. Inoltre, quest'alga contiene alti livelli di ferro, zinco e manganese così come vitamina A, vitamina B12, acido folico e vitamina C. L'alga nori è un'ottima fonte di proteine, simili alle proteine dei fagioli, e le sue interessanti proprietà nutrizionali sono ampiamente studiate, come illustrato in questo articolo.*



Coltivazione di alga nori

*** Tomoyuki Koyama**

L'alga nori è uno dei cibi preferiti dai giapponesi, apprezzata per il suo sapore e il suo gusto, spesso in abbinamento con il Cha (tè verde). Questo semplice alimento secco trasformato dalle alghe rosse commestibili *Pyropia yezoensis* (il nome precedente del genere era *Porphyra*) aggiunge varietà alla dieta quotidiana e offre sapore, nutrienti e altri benefici per la salute. In Giappone, prodotti a base di quest'alga si trovano comunemente sul mercato non solo sotto forma di salsa, è presente



La maggior parte dell'alga nori è prodotta tramite acquacoltura della specie principale, *Pyropia yezoensis*, in acque poco profonde. Con il periodo Edo, vennero stabilite le tecniche di acquacoltura e l'alga nori cominciò a essere elaborata in fogli ben essiccati e a volte tostati con dimensioni di 19 cm per 21 cm e un peso di circa 3 g per foglio, usando le tecniche tradizionali giapponesi per produrre carta a mano. Oggi questi processi sono automatizzati con macchine specializzate. La produzione annuale di alga nori essiccata e tostata ha raggiunto 7 miliardi di fogli nel 2015 (MAFF, 2017). Vari tipi di alghe, che contengono numerosi polisaccaridi, vitamine e minerali, sono prodotti alimentari popolari in Giappone. L'alga nori è tra queste, ma ha un profilo nutrizionale caratteristico unico che la distingue dalle altre alghe. Ancora più notevole è che rappresenta una buona fonte di nutrienti che sono rari in altri vegetali e possiede anche metaboliti unici che hanno benefici per la salute, come discusso di seguito.

anche infatti in alcuni piatti tradizionali come il sushi e vari tipi di palline di riso avvolte in essa. L'alga nori è appunto considerata un ottimo accompagnamento per il riso, l'alimento base in Giappone. Negli ultimi anni, il raccolto annuale totale di nori e relative alghe è stato di 300.000 tonnellate, sulla base dei dati statistici della pesca giapponese (MAFF, 2017).

Nutrimento con gusto

Il nori comune è un prodotto essiccato con meno del 3% di umidità e che ha come componenti principali proteine e fibre alimentari, come mostrato nella Figura 1. È a basso contenuto di grassi (3,7%) e basso contenuto di carboidrati digeribili (1,9%). L'alga nori è una buona fonte

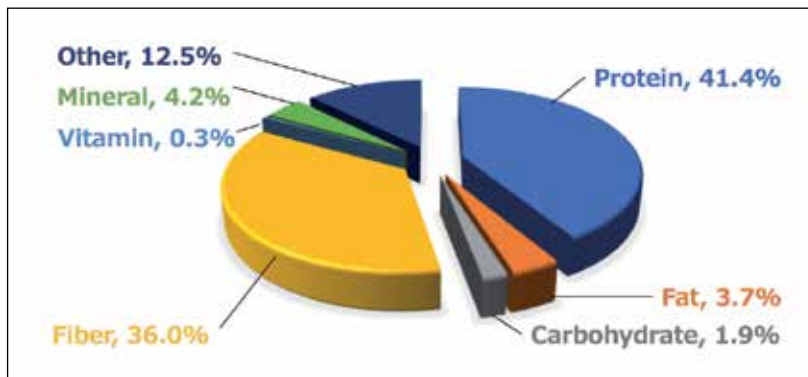


Figura 1. Composizione nutrizionale dell'alga nori

di proteine, presenta infatti un contenuto proteico simile a quello dei fagioli. Inoltre, sulla base della tabella della composizione alimentare (MEXT, 2015), il nori ha caratteristiche differenti dalle altre alghe (wakame, kombu, hijiki e hitoegusa) o altri prodotti alimentari essiccati (soia, pomodoro e fragola), come mostrato in Tabella 1. Il contenuto di fibre alimentari nella maggior parte delle alghe è pari a circa il 30%; il con-

(Esashi, 1993; Mišurová, 2001), nonché un alto contenuto di vitamina A (indicata come equivalente del beta-carotene), vitamina B12, acido folico e vitamina C rispetto ad altri prodotti alimentari (Figura 2). Il contenuto di vitamina B12 (VB12) nel nori è uguale a quello trovato in fonti animali come il paté di fegato. La biodisponibilità di VB12 dalla polvere di nori è stata confermata in precedenti esperimenti su modelli

diete a base di riso integrale di sei giovani vegani di età compresa tra 7 e 14 anni si è dimostrata efficace nel prevenire la carenza di VB12. Tutto ciò indica che l'alga nori è ricca di sostanze che sono benefiche dal punto di vista nutrizionale.

L'alga nori è importante nell'alimentazione giapponese non solo perché fornisce nutrimento, ma anche perché aggiungendo gusto ai pasti, fa aumentare l'appetito e

	General composition						Distinct Minerals					Distinct Vitamins			
	energy-hydrate (kcal)	moisture (g)	protein (g)	lipid (g)	carbo (g)	ash (g)	Na (mg)	K (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	BC-EQ (μg)	VB12 (μg)	foliC (μg)	VC acid (mg)
Dried seaweeds															
Nori (roasted)	188	2.3	41.4	3.7	44.3	8.3	530	2400	280	11.4	3.6	27000	57.6	1900	210
Konbu	145	9.5	8.2	1.2	61.5	19.6	2800	6100	710	3.9	0.8	1100	0	260	25
Wakame	117	12.7	13.6	1.6	41.3	30.8	6600	5200	780	2.6	0.9	7800	0.2	440	27
Hijiki	145	6.5	9.2	3.2	56.0	25.2	1800	6400	1000	58.2	1.0	4400	0	93	0
Hitoegusa	130	16.0	16.6	1.0	46.3	20.1	4500	810	920	3.4	0.6	8600	0.3	280	38
Dried foodstuffs															
Soy bean	422	12.4	33.8	19.7	29.5	4.7	1	1900	180	6.8	3.1	7	0	260	3
Tomato	292	9.5	14.2	2.1	67.3	6.9	120	3200	110	4.2	1.9	2600	0	120	15
dry Strawberry	302	15.4	0.5	0.2	82.8	1.0	260	15	140	0.4	0.1	28	0	4	0

Tabella 1. Composizione nutrizionale di alghe e alimenti essiccati

tenuto in proteine dell'alga nori, pari al 41,4%, è quasi il triplo di quello di altre alghe.

L'analisi della composizione degli acidi grassi (abbreviazione FA, dall'inglese *Fatty Acids*) (MEXT, 2015) rivela che l'acido eicosapentaenoico (EPA, o acido icosa-pentaenoico, 20:5 n-3) è il principale FA nel nori essiccato (1200 mg/100 g). È stato dimostrato che alcune alghe commestibili, in particolare *Porphyra* sp., contengono alti livelli di EPA (Dawczynski, 2007).

Uno studio analitico relativo al nori proveniente da diverse condizioni di crescita ha chiarito che questa alga possiede una via metabolica, comune nel mondo animale, la quale attraverso una serie di reazioni enzimatiche produce EPA a partire dall'acido linolenico (Kayama, 1985).

Inoltre, l'alga nori contiene alti livelli di ferro, zinco e manganese

animali (Takenaka, 2001), mentre studi clinici hanno confermato la biodisponibilità e l'efficacia di VB12 in numerosi prodotti a base di alga nori. In uno studio di Suzuki (1995), l'aggiunta di 2-4 g al giorno di polvere di nori alle

l'interesse per il cibo, promuovendo quindi buone abitudini alimentari. Tuttavia, l'identificazione e l'analisi delle componenti nutrizionali del nori sono state difficoltose e le componenti aromatiche non sono state ancora perfetta-

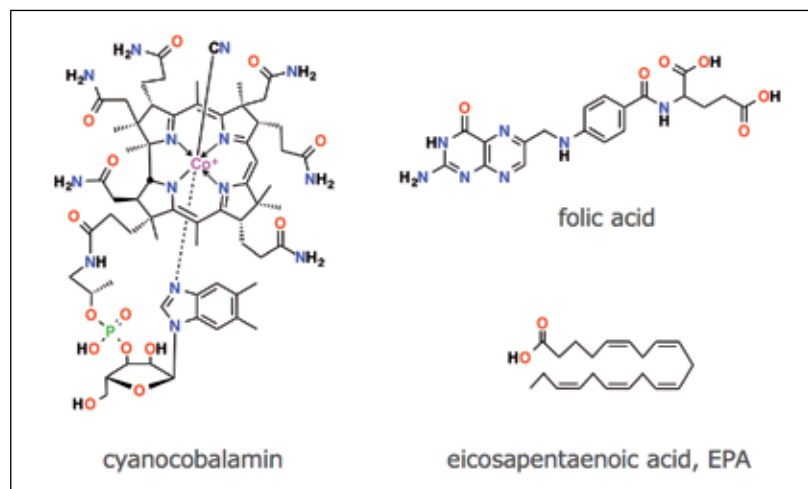


Figura 2. Strutture di composti caratteristici dell'alga nori

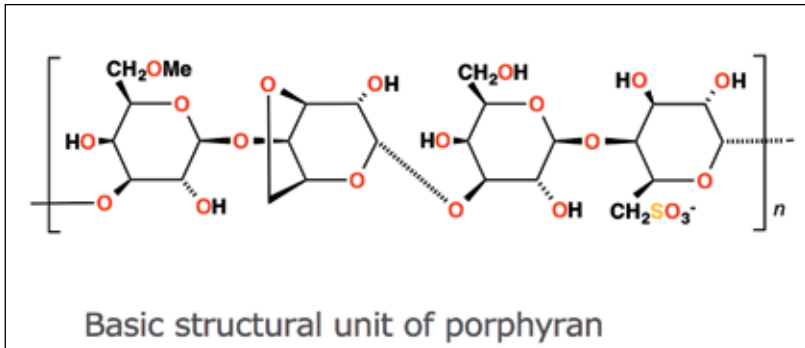


Figura 3. Struttura base del porfirano

mente chiarite, anche se report precedenti ne hanno rivelato alcuni costituenti. Per esempio, è stato riportato che la pirazina, il gamma-butilrolattone e diversi tipi di idrogeno solforato (compreso il dimetil solfuro e il metil mercaptano) sono importanti per creare il sapore dei prodotti a base di nori arrostito (Osumi, 1990; Kasahara, 1975, 1986). I sapori degli alimenti sono anche forniti dai composti idrosolubili e a basso peso molecolare che sono estraibili dal prodotto alimentare. In questo senso, l'alga nori contiene importanti quantità di aminoacidi come l'acido glutammico, l'acido aspartico, l'alanina e la taurina, insieme agli acidi nucleici come l'acido adenilico e l'acido inosinico. Questi composti hanno un sapore dolce e/o umami, ma i loro livelli variano a seconda non solo delle condizioni ambientali nella crescita e della stagione, ma anche in relazione alle condizioni di lavorazione e conservazione dei prodotti a base di nori (Harada, 1990).

Recentemente, l'enzima deaminasi è stato isolato dai prodotti di nori essiccati e ne sono state chiarite le proprietà (Nakashima, 2000). Nelle condizioni ottimali di pH 7,0-8,0 a 30-50 °C e in presenza di acqua e Ca^{++} , la deaminasi converte l'acido adenilico a inosina, che è un componente del gusto umami. L'enzima ha certa una tolleranza alla dissecazione, quindi contribuisce anche a mi-

gliorare il gusto del nori quando viene masticato. In questo modo, l'alga nori aggiunge profumo e sapore gradevoli al cibo assunto quotidianamente.

Composti che promuovono la salute

Varie specie di alghe sono note per essere ricche fonti di sostanze nutritive con poche calorie, che forniscono una serie di benefici e che promuovono la salute. L'alga nori ci fornisce anche un mezzo efficace per bilanciare la nostra condizione fisiologica attraverso i suoi composti unici, date le recenti scoperte sul fatto che più ingredienti di quanto si pensasse presenti negli alimenti abbiano attività di regolazione fisiologica. Alcuni di questi composti si trovano nell'alga nori, come presentato di seguito.

Porfirani

Le fibre alimentari presenti nelle alghe possono essere classificate in diversi tipi a seconda della struttura e dell'attività che sono strettamente connesse al gruppo tassonomico delle alghe (Kim, 2011). Nel caso delle alghe rosse, si trovano comunemente alcuni tipi di galattani, come agarosio, carragenina, funorano e porfirano. In particolare, il porfirano risulta come il principale polisaccaride del nori. Il polisaccaride lineare è composto da L-galattosio (Gal) e D-galattosio, con variazioni, tra cui 6-O-metil-D-Gal,

6-O-solfato-L-Gal e 3,6-anidro-L-Gal (Morrice, 1983) (Figura 3). Le dimensioni molecolari e i tassi di solfatazione del porfirano nell'alga nori sono soggetti a fattori ambientali (Hama, 1998). Si dissolve facilmente in acqua e mostra alta viscosità, ma non si trasforma in gel. È stata riportata un'ampia gamma di attività fisiologiche del porfirano, tra cui attività antiossidante (Zhang, 2004), attività antinfiammatoria (Isaka, 2015), attività inibitoria contro α -amilasi (Goni *et al.*, 2000), attività antidiabetica in topi KKAY (Kitano *et al.*, 2012), effetti soppressivi sui livelli di colesterolo nel siero del ratto (Tsuge *et al.*, 2004), attività antitumorale (Noda *et al.*, 1989), attività che induce apoptosi (Kwon, 2006), attività anti-allergica nei topi (Ishihara, 2005) e molto altro.

Il polisaccaride solfataato che può essere ottenuto in grandi quantità dall'alga nori potrebbe essere utilizzato per varie produzioni alimentari.

Aminoacidi simili a micosporina

Gli aminoacidi simili alla micosporina (MAA) sono derivati della micosporina (Favre-Bonvin, 1976) e contengono un anello cicloesanoico legato a un aminoacido o ai suoi metaboliti (Figura 4). I composti hanno forti massimi di assorbimento dello spettro luminoso nell'intervallo da 310 a 360 nm e sono ampiamente presenti nelle piante e negli animali marini (Dunlap, 1998). Questi composti sono considerati protettori naturali contro le radiazioni UV e le relative lesioni.

Successive ricerche hanno dimostrato che queste sostanze sono prodotte solo dalle alghe e che gli animali marini li hanno acquisiti attraverso la catena alimentare o le relazioni simbiotiche. Ulteriori attività di MAA che sono state segnalate includono quella antiossidante *in vitro* (Tao, 2008), stimolo dell'attività di crescita dei fibrociti di origine umana (Oya-

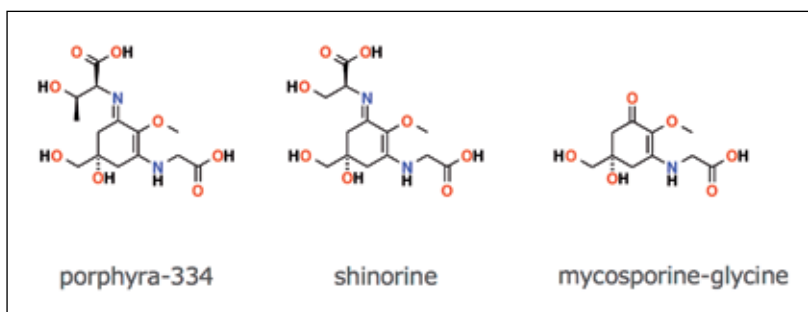


Figura 4. Strutture di aminoacidi simili a mycosporina

mada, 2008) e attività di protezione dai raggi UV negli occhi dei pesci (Dunlap, 1989).

Sono in fase di studio anche le applicazioni nei mammiferi e sono già state dimostrate le attività di protezione UV di MAA applicati esternamente su topi (Coba, 2009). Al momento non ci sono sufficienti dati sulla funzionalità *in vivo* di MAA dopo somministrazione orale ai mammiferi.

Tra le alghe marine, il gruppo delle alghe rosse è noto per essere uno dei maggiori produttori di MAA (Karsten, 1998). Nori contiene tre principali MAA, mycosporina-glicina, shinorina e porfirina-334 (Yoshida, 1970), secondo una ricerca pionieristica (Ito, 1977; Takano, 1979). Oggi, estratti contenenti questi MAA sono utilizzati nella produzione commerciale di creme solari e prodotti alimentari salutistici.

Galattosil gliceroli

Galattosil gliceroli (GG) come il floridoside e l'isofloridoside sono i principali prodotti legati alla modulazione osmotica nella maggior parte delle alghe rosse (Reed, 1985) (Figura 5). Il genere *Pyropia* contiene an-

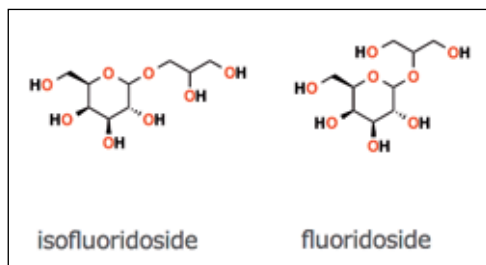


Figura 5. Due galattosil gliceroli

che floridoside e isofloridoside, con isofloridoside coesistente in due forme enantiomere: D-isofloridoside (1-O- α -D-galactopyranosyl-D-glycerol) e L-isofloridoside (1-O- α -D-galactopyranosyl-L-glycerol) (Meng, 1987). Ogni isomero è stato identificato con tecniche NMR (Bondu, 2008), rendendo possibile il confronto attraverso l'analisi strumentale per misurare il contenuto di questi galattosidi nell'alga nori in base alle condizioni ambientali e stagionali (Karsten, 1999).

Recentemente, questi composti hanno dimostrato di avere attività stimolante la crescita dei bifidobatteri e sono al centro della ricerca come nuovo materiale prebiotico. Miscela ricche in tre isomeri di GG sono state purificate da un estratto in metanolo al 75% di nori per eseguire esperimenti *in vivo*, e GG alimentari hanno mostrato di aumentare selettivamente il numero di bifidobatteri cecali nei ratti (Ishihara, 2010). Anche altri indici di prebiotici, come il pH del contenuto cecale, le concentrazioni di acido organico e il peso fecale, hanno supportato la sua attività prebiotica.

Dipeptidi imidazolici

L'anserina e la carnosina sono noti come dipeptidi imidazolici (Figura 6), che sono metaboliti costituiti da due aminoacidi, istidina e beta alanina. Si trovano comunemente in pesci come il tonno, il bonito, il salmone e altri, e in carni bianche come quelle di

pollo, oca e tacchino. Tuttavia, solo alcuni tipi di piante contengono questi peptidi. Tamura *et al.* (1998) hanno scoperto che questi dipeptidi agiscono come potenti antiossidanti nella frazione contenente aminoacidi basici ottenuta dall'estratto etanolic di nori. Le concentrazioni sono state calcolate come 2,26 mg di anserina e 1,60 mg di carnosina in 1 g di nori essiccato, che si confronta con le concentrazioni tipiche nel pollo (rispettivamente 3,57 mg e 1,30 mg/g) e il tonno

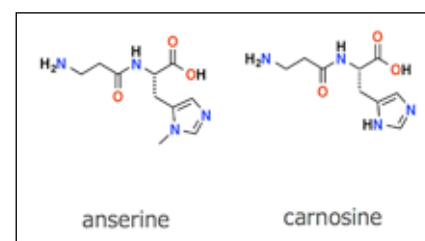


Figura 6. Dipeptidi imidazolici

fresco (rispettivamente 9,40 mg e 0,48 mg/g) (Hiraoka, 2011). Questi peptidi mostrano attività antiossidante in vari test *in vitro* (Kohen, 1988) e hanno abbassato i livelli di acido urico nei ratti (Chen, 2004). In uno studio è stato evidenziato che la somministrazione di 25 mg di anserina al giorno per 4 settimane ha migliorato l'iperuricemia in soggetti che avevano bisogno di controllare i livelli di acido urico (Kubomura, 2009), indicando che un'adeguata assunzione giornaliera di questi dipeptidi può aumentare la possibilità di prevenire iperuricemia e proteggere contro lo stress ossidativo.

Altri composti presenti nell'alga nori

Tra le varie applicazioni, l'alga nori è stata anche utilizzata come fonte di pigmenti organici dopo la semi-purificazione o per produrre integratori in compresse dopo trattamento con enzimi.

Il nori essiccato come prodotto alimentare è di colore quasi nero, ma l'alga rossa *P. yezoensis*



Coltivazione di alga nori a Xiapu, nella provincia cinese Fujian

contiene pigmenti di clorofilla (verde), carotenoidi (arancione), ficoeritrobilina (rossa) e ficocianobilina (blu). Questi pigmenti possiedono un gruppo lineare di tetrapirrolo e si legano a specifiche lipoproteine. L'aumento dell'attività dell'acqua durante lo stoccaggio del nori accelera l'idrolisi della clorofilla e della ficocianobilina, inducendo infine il viraggio di colore al nero rossastro. In alternativa, aumentando i trattamenti di tostatura per far emergere il sapore si denatura la ficoeritrina termolabile, inducendo un viraggio di colore per cancellare il nero verdastro (Fujiwara, 1961). Tutti questi pigmenti hanno mostrato una forte attività antiossidante *in vitro* e *in vivo* (Yabuta, 2010; Soni, 2009).

Nell'intestino dei mammiferi, i pigmenti bilinici vengono facilmente assorbiti nel flusso sanguigno dopo la digestione delle lipoproteine da parte degli enzimi intestinali. Pertanto, anche queste grandi molecole di pigmento sembrano presentare l'attività antiossidante *in vivo*.

L'alga nori può essere utilizzata

per creare nuovi componenti attivi attraverso la fermentazione. Sono stati effettuati alcuni esperimenti applicando tecniche di fermentazione alla polvere di nori, in cui la fermentazione dell'acido lattico contenuto nell'alga ha prodotto acido gamma-amminobutirrico (GABA), che ha un'azione soppressiva sulla pressione sanguigna (Tsuchiya, 2007). Altri gruppi di ricerca hanno identificato degli oligopeptidi inibitori dell'enzima di conversione dell'angiotensina (ACE) dopo il trattamento con pepsina e la semi-purificazione della polvere di nori (Suetsuna, 1998). Queste attività e meccanismi sono stati confermati in esperimenti utilizzando ratti spontaneamente ipertesi (SHR) e in studi clinici sull'uomo (Saito, 2005). Gli oligopeptidi dell'alga nori sono stati applicati agli alimenti per specifici usi salutistici (FOSHU), prodotti approvati dall'agenzia per gli affari di consumo nel mercato giapponese dal 2005. Il principale peptide attivo identificato in questi prodotti a base di nori è Ala-Lys-Tyr-Ser-Tyr.

Conclusioni

Questo articolo ha fornito una breve panoramica sulle attività biologiche dell'alga nori. Non è solo un'alga commestibile tradizionale in Giappone, ma piuttosto è anche un superfood con un grande potenziale per promuovere il benessere. In questo alimento sono stati trovati diversi nutrienti unici e composti che promuovono la salute. Oltre a fornire energia, questo alimento aumenta l'appetito e migliora la salute attraverso le abitudini alimentari quotidiane della popolazione giapponese. Le conoscenze acquisite attraverso la continua ricerca sulle alghe e i loro componenti permetteranno lo sviluppo di nuovi ingredienti e prodotti alimentari e il loro utilizzo in tutto il mondo.

Le alghe sono una parte importante della tradizionale cultura alimentare giapponese nel promuovere un buono stato di salute. Speriamo che questa importante relazione prosegua per molto tempo nel futuro.

* *Tokyo University of Marine Science and Technology*

Bibliografia

- S. Bondu, N. Kervarec, E. Deslandes, and R. Pichon
Separation of floridoside and isoformidosides by HPLC and complete ^1H and ^{13}C NMR spectral assignments for D-isofloridoside.
Carbohydrate Research 342, 2470–2473 (2007).
- J. B. Chen, H. C. Peng, and S. H. Lin
Effects of chicken extract on plasma antioxidative status and lipid oxidation in healthy Rats.
Journal of Nutrition Science and Vitaminology, 50, 320-324 (2004).
- F. de la Coba, J. Aguilera, M.V. de Gálvez, M. Álvarez, E. Gallego, F. L. Figueroa, and E. Herrera
Prevention of the ultraviolet effects on clinical and histopathological changes, as well as the heat shock protein-70 expression in mouse skin by topical application of algal UV-absorbing compounds.
Journal of Dermatological Science 55, 161–169 (2009).
- C. H. Dawczynski, R. Schubert, and G. Jahreis
Amino acids, fatty acids, and dietary fiber in edible seaweed products.
Food Chemistry, 103, 891–899 (2007).
- W. C. Dunlap, D. M. Williams, B. E. Chalker, and A. T. Banaszak
Biochemical photoadaptations in vision: UV-absorbing pigments in fish eye tissues.
Comp. Biochem. Physiol. 93B, 601–607 (1989).
- T. Esashi, and M. Hanai,
Bioavailability of magnesium contained in purple laver (Asakusa-Nori) by rats with scarce magnesium, being evaluated from serum magnesium, kidney calcification, and bone magnesium contents.
Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 39, 381-387 (1993).
- J. Favre-Bonvin, N. Arpin, and C. Brevard
Structure de la mycosporine (P 310).
Canadian Journal of Chemistry, 54, 1105–1113 (1976).
- T. Fujiwara
Studies on chromoproteins in Japanese nori, *Porphyra tenera*. V. on the sugar components of phycoerythrin.
J. Biochem., 49, 361-367 (1961).
- I. Goni, L. Valdivieso, and A. Garcia Alonso
Nori seaweed consumption modifies glycaemic response in healthy volunteers.
Nutrition Research, 20, 1367-1375 (2000).
- Y. Hama, H. Nakağawa, M. Kurosawa, T. Sumi, X. Xia, H. Hatate
A gas chromatographic method for the sugar analysis of 3,6-anhydrogalactose-containing algal galactans.
Analytical Biochemistry 265, 42-48 (1998).
- K. Harada, Y. Osumi, N. Fukuda, H. Amano, and H. Noda
Changes of amino acid compositions of ‘Nori’ products, *Porphyra* spp. during storage.
Nippon Suisan Gakkaishi 56, 607-612 (1990).
- Y. Hiraoka, Y. Sasaki, and K. Sonoda
Investigation of Contents of Nitrogenous Constituents in the Extracts of seafood caught in Ehime (Part1) (in Japanese).
Ehime Prefectural Industrial Technology Research Institute report, 48, 19-22 (2011).
- S. Isaka, K. Cho, S. Nakazono, R. Abu, M. Ueno, D. Kim, and T. Oda
Antioxidant and anti-inflammatory activities of porphyrin isolated from discolored nori (*Porphyra yezoensis*).
International Journal of Biological Macromolecules, 74, 68-75 (2015).
- K. Ishihara, C. Oyamada, R. Matsushima, M. Murata, and T. Muraoka
Inhibitory effect of porphyrin, prepared from dried “nori”, on contact hypersensitivity in mice
Biosci. Biotechnol. Biochem., 69, 1824–1830 (2005).
- K. Ishihara, C. Oyamada, Y. Sato, T. Suzuki, M. Kaneniwa, H. Kunitake, and T. Muraoka
Prebiotic effect of glycerol galactoside isolated from color-faded nori in rats.
Fisheries Science, 76, 1015-1021 (2010).
- S. Ito, and Y. Hirata
Isolation and structure of a mycosporine from the zoanthidial *Palythoa tuberculosa*.
Tetrahedron Letter, 28, 2429–2430 (1977).
- U. Karsten, T. Sawall, and C. Wieneke
A survey of the distribution of UV-absorbing substances in tropical macroalgae
Phycological Research, 46, 271-279 (1998).
- U. Karsten
Seasonal variation in heteroside concentrations of field-collected *Porphyra* species (Rhodophyta) from different biogeographic regions.
New Phytology, 143, 561–571 (1999).
- K. Kasahara, J. Funakoshi, and K. Nishibori
Identification of volatile components of roasted laver by GC-MS analysis
Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 52,751-754 (1986).
- K. Kasahara, and K. Nishibori
Flavoring volatiles of roasted laver-I
Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 41, 193-199 (1975).
- M. Kayama, N. Iijima, M. Kuwahara, T. Sado, S. Araki, and T. Sakurai
Effect of water temperature on the fatty acid composition of *Porphyra*.
Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 51, 687-691 (1985).
- Y. Kitano, K. Murazumi, J. Duan, K. Kurose, S. Kobayashi, T. Sugawara and T. Hirata
Effect of dietary porphyrin from the red alga, *Porphyra yezoensis*, on glucose metabolism in diabetic KK-Ay mice.
Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 58, 14-19 (2012).
- R. Kohen, Y. Yamamoto, K. C. Cundy, and B. N. Ames
Antioxidant activity of carnosine, homocarnosine, and anserine present in muscle and brain.
Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 85, 3175-9 (1988).
- D. Kubomura, Y. Matahira, A. Masui, and H. Matsuda
Intestinal absorption and blood clearance of L-histidine-related compounds after ingestion of anserine in humans and comparison to anserine-containing diets.,
J. Agric. Food. Chem., 57, 1781-1785 (2009).
- M. J. Kwon, and T. J. Nam
Porphyrin induces apoptosis related signal pathway in AGS gastric cancer cell lines.
Life Science 79, 1956–1962 (2006).
- MAFF: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan
The 91th Statistical Yearbook (2017) of MAFF Japan
http://www.maff.go.jp/e/tokei/kikaku/nenji_e/nenji_index.html
- J. Meng, K. G. Rosell, and L. M. Srivastava,
Chemical characterization of floridosides from *Porphyra perforata*.
Carbohydrate Research, 161, 171–180 (1987).
- MEXT: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan
Standard Tables of Food Composition in Japan 2015 (7th revised edition in 2015)
http://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/policy/title01/detail01/1374030.htm
- L. M. Morrice, M. W. McLean, W. F. Long, and F. B. Williamson
Porphyrin Primary Structure.
European Journal of Biochemistry, 133, 673-684 (1983).
- A. Nakashima, T. Sakurai, K. Inui, and S. Araki
The occurrence and properties of 5'-AMP deaminase in dried and toasted nori
Fisheries Science 66, 110–116 (2000).
- H. Noda, H. Amano, K. Arashima, S. Hashimoto, and K. Nishizawa
Antitumour activity of polysaccharides and lipids from marine algae.
Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 1265-1271 (1989).
- Y. Osumi, K. Harada, N. Fukuda, H. Amano, and H. Noda
Changes of volatile sulfur compounds of ‘Nori’, *Porphyra* spp. during storage
Nippon Suisan Gakkaishi 56, 599-605 (1990).
- C. Oyamada, M. Kaneniwa, K. Ebitani, M. Murata, and K. Ishihara
Mycosporine-like amino acids extracted from scallop (*Patinopecten yessoensis*) ovaries: UV Protection and Growth Stimulation Activities on Human Cells.
Marine Biotechnology, 10, 141-150 (2008).
- R. H. Reed
Osmoacclimation in *Bangia atropurpurea* (Rhodophyta, Bangiales): the osmotic role of floridoside.
British Phycological Journal, 20, 211-218 (1985).
- M. Saito, and H. Hagino

Antihypertensive effect of oligopeptides derived from Nori (*Porphyra yezoensis*) and Ala-Lys-Tyr-Ser-Tyr in rats. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science* 58, 177-184 (2005).

B. Soni, N. P. Visavadiya, and D. Madamwar Ameliorative action of cyanobacterial phycoerythrin on CCl4-induced toxicity in rats. *Toxicology*, 248, 59-65 (2008).

B. Soni, N. P. Visavadiya, and D. Madamwar Attenuation of diabetic complications by C-phycoerythrin in rats. *British Journal of Nutrition*, 102, 102-109 (2009).

K. Suetsuna Purification and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from the red alga *Porphyra yezoensis*. *Journal of marine biotechnology* 6, 163-167 (1998).

H. Suzuki Serum vitamin B12 levels in young vegans who eat brown rice. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 41, 5877-594 (1995).

S. Takano, D. Uemura, and Y. Hirata Isolation and structure of a 334 nm UV absorbing substance, porphyra-334 from

the red algae *Porphyra tenera* Kjellman. *Chemistry Letters* 26, 419-420 (1979).

S. Takenaka, S. Sugiyama, E. Ebara, K. Miyamoto, Y. Abe, F. Tamura, S. Watanabe, S. Tsuyama, Y. Nakano Feeding dried purple laver (nori) to vitamin B₁₂-deficient rats significantly improves vitamin B₁₂ status. *British Journal of Nutrition*, 85, 699-703 (2001).

Y. Tamura, S. Takenaka, S. Sugiyama, and R. Nakayama Occurrence of anserine as an antioxidative dipeptide in a red alga, *Porphyra yezoensis*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 62, 561-563 (1998).

C. Tao, T. Sugawara, S. Maeda, X. Wang, and T. Hirata Antioxidative activities of a mycosporine-like amino acid, porphyra-334. *Fisheries Science*, 74, 1166-1172 (2008).

K. Tsuchiya, S. Matsuda, G. Hirakawa, O. Shimada, R. Horio, C. Taniguchi, T. Fujii, A. Ishida, and M. Iwahara GABA production from discolored laver by lactic acid fermentation and physiological function of fermented laver. (In Japanese)

Food preservation science, 33, 121-125 (2007).

K. Tsuge, M. Okabe, T. Yoshimura, T. Sumi, H. Tachibana, and K. Yamada Dietary effect of porphyrin from *Porphyra yezoensis* on growth and lipid metabolism of Sprague-Dawley rats. *Food Science and Technology Research*, 10, 147-151 (2004).

Y. Yabuta, H. Fujimura, C. Shillkwak, T. Enomoto, and F. Watanabe Antioxidant Activity of the Phycoerythrobilin Compound Formed from a Dried Korean Purple Laver (*Porphyra* sp.) during in Vitro Digestion. *Food Science and Technology Research*, 16, 347-351 (2010).

T. Yoshida and P. M. Sivalingam Isolation and characterization of the 337nm UV-absorbing substance in red alga, *Porphyra yezoensis* UEDA. *Plant & Cell Physiol.*, 11, 427-434 (1970).

Q. Zhang, N. Li, X. Liu, Z. Zhao, Z. Li, and Z. Xu The structure of a sulfated galactan from *Porphyra haitanensis* and its in vivo antioxidant activity. *Carbohydrate Research*, 339, 105-111 (2004).

A. MINARDI & FIGLI S.R.L. Via Boncellino 32 - 48012 Bagnacavallo (Ra) - Tel. 0545 61460 - Fax 0545 60686

DAL 1930 LAVORAZIONE E COMMERCIO PIANTE OFFICINALI



www.minardierbe.it

info@minardierbe.it

