

# บทบาทของสาหร่ายทะเล

## ต่อสุขภาพ ความงาม และอายุยืนยาวของผู้หญิง

ดร.นารินทร์ จันทร์สว่าง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

35 หมู่ที่ 3 เทคโนโลยีธานี ตำบลคลองห้า อำเภอกลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เป็นที่ทราบกันดีว่าพื้นที่ของโลกนั้นถูกปกคลุมด้วยมหาสมุทรมากกว่า 70% และในมหาสมุทรมันมีสาหร่ายทะเล (marine algae) เป็นส่วนประกอบซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของความหลากหลายทางชีวภาพของทั่วทั้งโลก (Kim and Wijesekara 2010; Swing 2003) ท่ามกลางสิ่งมีชีวิตในท้องทะเล โดยเฉพาะสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่หรือสาหร่ายแผ่น (seaweed) มนุษย์ได้นำสาหร่ายทะเลมาเป็นแหล่งอาหารตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ (Heo *et al.* 2009; Pangestuti and Kim 2011) โดยเฉพาะเขตวัฒนธรรมทางเอเชีย ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคสาหร่ายทะเลเฉลี่ย 1.4 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (Burtin 2003) ส่วนชาวเกาหลีจะให้ผู้หญิงที่คลอดบุตรหลัง 37 วันไปแล้ว รับประทานซูปสาหร่าย

ที่ร้อนและเผ็ดซึ่งเรียกว่า miyeok-guk ซึ่งเชื่อกันว่า miyeok-guk มีคุณค่าทางอาหารสูงและช่วยให้หญิงคลอดบุตรมีกำลังคืนสู่สภาพเดิมเหมือนก่อนมีลูก จากการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลจำนวนมาก พบว่าสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ นั้นอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ โยอาอาหาร เป็นต้น และมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้หญิงมีสุขภาพ ความงามและชีวิตที่ยืนยาว ในบทความนี้จะกล่าวถึงสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ ที่ช่วยในการต้านมะเร็ง ต้านไวรัส ต้านความอ้วน ต้านกระดูกพรุน และผิวขาวขึ้น



ซูป miyeok-guk

## ฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง

จากหลายๆ การศึกษาทางวิทยาการระบาด (epidemiologic studies) พบว่าการบริโภคสาหร่ายทะเลทำให้อัตราการเป็นมะเร็งเต้านมลดลงในแถบเอเชียตะวันออก จากสถิติการป่วยเป็นมะเร็งเต้านมใน 1 ปี ของประเทศญี่ปุ่นและจีน คิดเป็นอัตรา 42.2 และ 13.1 ต่อ 100,000 คน ตามลำดับ มีอัตราที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับอเมริกาเหนือและยุโรป ที่มีอัตราผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านมเป็น 125.9 และ 106.2 ตามลำดับ (Pisani, Bray and Parkin 2002; Yuan and Walsh 2006)

มะเร็งเต้านมเป็นภัยร้ายอันดับ 1 ที่พบในผู้หญิงทั่วโลก มีมากกว่า 1.1 ล้านของผู้หญิงที่ได้รับการวินิจฉัยต่อปี (Anderson *et al.* 2006) และอัตราการเสียชีวิตของผู้หญิงชาวตะวันตกมีมากกว่าผู้หญิงจากทางฝั่งเอเชียตะวันออกเกือบ 4 เท่า สาเหตุการเป็นมะเร็งเต้านมที่ผ่านทางพันธุกรรมจะมีบทบาทน้อยกว่าปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น การรับประทานอาหาร แต่สิ่งหนึ่งที่แตกต่างกันสำหรับการบริโภคของประชากรแถบเอเชียตะวันออกคือ การรับประทานปลาและสาหร่ายทะเล ซึ่งมีหลักฐานยืนยันจากการศึกษาทางวิทยาการระบาดแล้วว่า

ผู้หญิงที่มีสุขภาพดีจะเชื่อมโยงกับการบริโภคสาหร่ายทะเล

เมื่อ 30 ปีที่ผ่านมา จากการศึกษาของ Teas, Harbison and Gelman (1984) ได้ออกแบบการทดลองโดยให้หนูเพศเมียถูกเหนี่ยวนำด้วยสารก่อมะเร็ง (carcinogen) 7,12-dimethylbenz(a)anthracene (DMBA) แล้วให้หนูบริโภคอาหารที่มีสาหร่าย *Laminaria angustata* เป็นองค์ประกอบร้อยละ 5 พบว่าสาร DMBA ใช้เวลานานที่จะพัฒนาเป็นเนื้องอก ถึงแม้ว่ากลไกการต้านมะเร็งของสาหร่าย *L. angustata* จะยังไม่สามารถอธิบายได้ แต่ทางคณะวิจัยได้อ้างว่าการออกฤทธิ์ของสาหร่าย อาจเป็นเพราะสารอาหารที่มีในสาหร่าย เช่น สารกลุ่มพอลิฟีนอล (polyphenols) กลุ่มซิลิเฟต พอลิแซ็กคาไรด์ วิตามิน แร่ธาตุ แคโรทีนอยด์ และอื่นๆ นอกจากนี้ สาหร่าย wakame (*Undaria pinnatifida*) ยังให้ผลเป็นที่น่าพอใจในการลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งเต้านม ลดการเพิ่มประชากรของหนูทดลองในการเกิดมะเร็งเต้านม ขึ้นใหม่ ทางคณะวิจัยพบว่าสาหร่าย wakame นั้นอุดมไปด้วยสารไอโอดีน (iodine) จึงอ้างว่าไอโอดีนน่าจะช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็งได้



สาหร่าย *Laminaria sp.* หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าสาหร่าย “kelp”



สาหร่าย *Undaria pinnatifida* หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า “วะกะเมะ (wakame)”



ส่วนมะเร็งปากมดลูกเป็นมะเร็งที่พบบมากที่สุดที่ 2 ในผู้หญิงทั่วโลกและจำนวนของผู้หญิงที่เสียชีวิตจากมะเร็งปากมดลูกนั้นมากกว่าการเสียชีวิตด้วยโรคเอดส์ (El Hage 2005; Kaplan-Myrth and Dollin 2007; Munoz *et al.* 2003). ผู้หญิงที่เป็นมะเร็งปากมดลูก ร้อยละ 80 มักพบในประเทศกำลังพัฒนา (Munoz *et al.* 2003) ปัจจุบันได้มีรายงานว่า สาหร่ายทะเลหลายๆ ชนิด ได้แก่ *Palmaria palmate*, *Laminaria setchellii*, *Macrocystis integrifolia*, *Nereocystis*

*leutkeana*, *Udotea flabellum* สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูกได้ในระดับห้องปฏิบัติการ (Moo-Puc, Robledo and Freile-Pelegrin 2009; Yuan and Walsh 2006; Yuan, Carrington and Walsh 2005) ดังนั้นสาหร่ายทะเลจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการบำบัดหรือรักษามะเร็งปากมดลูกเพื่อที่จะลดจำนวนของเนื้องอกและเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งปากมดลูก



*Palmaria palmate*



*Laminaria setchellii*



*Macrocystis integrifolia*



*Nereocystis leutkeana*



*Udotea flabellum*

ตัวอย่างสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งปากมดลูกได้ในระดับห้องปฏิบัติการ

การเกิดเซลล์มะเร็งในร่างกายมนุษย์นั้นสามารถเกิดได้จากการเหนี่ยวนำของอนุมูลอิสระและยาต้านมะเร็ง (anticancer drugs) ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดเซลล์มะเร็งเพิ่มขึ้น แต่จากการที่สาหร่ายทะเลมีองค์ประกอบของสารกำจัดอนุมูลอิสระ เช่น phlorotannins, sulfated polysaccharide, carotenoids, carbamol derivatives นำมาใช้ได้โดยตรงในการลดจำนวนเซลล์มะเร็งในผู้หญิง ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการฟื้นฟูสุขภาพผู้หญิงและมีชีวิตที่ยืนยาว แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องสายพันธุ์ของสาหร่ายที่นำมาบริโภค ปริมาณสาหร่ายที่ควรรับประทาน กรรมวิธีการเตรียมสาหร่ายเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสูงสุดสำหรับการป้องกันมะเร็ง

## ฤทธิ์ในการต้านไวรัส

การติดเชื้อไวรัสเอชพีวี (HPV: Human papilloma virus) สามารถเกิดได้ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย จะเกิดหูด\* ที่อวัยวะเพศและเป็นมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งปากมดลูกในผู้หญิง ถึงแม้ว่าการติดเชื้อ HPV ส่วนมากจะไม่มีอาการ แต่เราก็สามารถติดเชื้อ HPV จากคนที่ไม่แสดงอาการของอาการได้ และตัวเราเองก็สามารถแพร่เชื้อ HPV ไปให้ผู้อื่นขณะที่ตัวเราเองไม่มีอาการได้เช่นกัน การป้องกัน HPV ทำได้ด้วยการฉีดวัคซีนป้องกัน HPV แต่ราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นจึงมีการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางธรรมชาติ (natural bioactive compounds) เพื่อผลิตได้ในทางอุตสาหกรรมและมีราคาถูก สำหรับใช้ป้องกันหรือต้านเชื้อ HPV

สาหร่ายทะเลจำนวนมากมีองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ซับซ้อน เช่น sulfated polysaccharide มีประสิทธิภาพในการยับยั้งไวรัส HPV (Campo *et al.* 2009; Pujol *et al.* 2007; Witvrouw and De Clercq 1997). สาร carrageenan สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง\*\* ก็มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อ HPV ในระดับห้องปฏิบัติการ (Campo *et al.* 2009).

## ฤทธิ์ในการต้านความอ้วน (anti-obesity)

ความอ้วนเกิดขึ้นได้กับทุกเพศ แต่ผู้หญิง (วัยรุ่นจนถึงสูงวัย) มักมีแนวโน้มว่ามีน้ำหนักเกินมาตรฐานมากกว่าผู้ชาย (Popkin and Doak 1998; Rennie and Jebb 2005) ผู้หญิงที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในหลายประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา เนื่องจากมีพฤติกรรมการกินที่ผิดปกติ มีภาวะซึมเศร้าซึ่งเป็นที่น่ากังวลเกี่ยวกับแนวโน้มสุขภาพ (Kelishadi 2007) ถึงแม้ว่าจะมียาต้านทานจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์สำหรับลดน้ำหนัก แต่ยาเหล่านั้นมักจะมีผลข้างเคียง เช่น ทำให้หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ ความดันสูง เพิ่มระดับไขมันในเลือด เพิ่มการเผาผลาญกลูโคส รบกวนระบบการสืบพันธุ์ของเพศหญิง (Bays 2004)

เมื่อ 40 กว่าปีที่ผ่านมา นักวิจัยพบว่าเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ (soluble dietary fiber) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความอ้วน สาหร่ายทะเลอุดมไปด้วยเส้นใยอาหารทั้งที่ละลายน้ำได้กับไม่ละลายน้ำ ตัวอย่างเช่น สาหร่าย *Eisenia bicyclis* จะมีใยอาหารที่ละลายน้ำได้มากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนสาหร่าย *Fucus vesiculosus* มีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักแห้ง (Lahaye 1991; Ruperez and Saura-Calixto 2001)



*Nereocystis leutkeana*



*Fucus vesiculosus*

ลักษณะของสาหร่าย *Eisenia bicyclis* และ *Fucus vesiculosus*

\*หูด มีลักษณะนูนหรืออาจแบนราบก็ได้ บางครั้งอาจโตเป็นกลุ่มมีลักษณะเหมือนดอกกะหล่ำ มีอาการคันเจ็บ หรือคันได้

\*\*สาหร่ายสีแดง ประกอบด้วยรงควัตถุ (pigments) ได้แก่ คลอโรฟิลล์ชนิดเอ แคโรทีน แซนโทฟิลล์ และไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) ซึ่งเป็นสารสีแดง จึงทำให้สาหร่ายพวกนี้มีสีแดง ตัวอย่างของสาหร่ายสีแดงที่เราคุ้นเคย ได้แก่ พอร์ไฟรา (Porphyra) หรือเรียกว่าจี๋ฉ่าย นิยมนำมาใส่ในแกงจืด และกราซิลารีย (Gracilaria) หรือเรียกว่าตันเครามังกร หรือสาหร่ายวุ้น มักนำมาสกัดสารคาร์ราจีแนน (carrageenan) ใช้ในการทำวุ้น (agar) ซึ่งมีความสำคัญในการทำอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ ทำแคปซูลยา ทำยาชั้ตรงงา ทำเครื่องสำอาง ครีมโกนหนวด เป็นต้น



การบริโภคสาหร่ายที่มีเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ เช่น คาร์ราจีแนน (carrageenan) วุ้น (agar) จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือดลง (Panlasigui *et al.* 2003) ขณะที่การบริโภคสาหร่ายที่มีเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ เช่น เซลลูโลส ไซแลน แมนแนน จะเกี่ยวข้องกับการหลังกรดน้ำดี ช่วยให้อุจจาระเกาะตัวเป็นก้อน ลดระยะเวลาที่กากอาหารอยู่ในลำไส้ ทำให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น (Burtin 2003; Moore, Park and Tsuda 1998)

### ฤทธิ์ในการต้านกระดูกพรุน

กระดูกพรุนเกิดจากสภาวะที่ร่างกายมีมวลกระดูก (bone mineral density: BMD) (mass/volume unit) ลดต่ำลงจนเป็นปัจจัยเสี่ยงหรือเป็นสาเหตุของกระดูกหักได้สูง กระดูกพรุนมักเป็นโรคของผู้ใหญ่โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ ผู้หญิงจะพบกระดูกพรุนได้บ่อยกว่าผู้ชาย จากการวิจัยของ Aslam *et al.* (2010) รายงานว่าสาหร่ายสีแดง *Lithothamnion calcaireum* อุดมไปด้วยแร่ธาตุที่ช่วยเพิ่มปริมาณแร่ธาตุและความแข็งแรงของกระดูกให้กับหนูเพศเมีย แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบกลไกที่ชัดเจนของแร่ธาตุที่สกัดจากสาหร่ายนั้นช่วยให้โครงสร้างกระดูกแข็งแรงในหนูเพศเมีย ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์มากมายจากสารสกัดจากสาหร่ายที่อยู่ในรูปอาหารเสริมที่แพร่หลายในยุโรป เอเชีย ออสเตรเลียและอเมริกาเหนือ นอกจากนี้ สาร fucoxanthin ที่พบในสาหร่ายทะเล มีผลทำให้ลดภาวะการเกิดกระดูกพรุนได้ในระดับห้องปฏิบัติการ (Das *et al.* 2010)

### ฤทธิ์ทำให้ผิวขาว

ผู้หญิงโดยเฉพาะแถบเอเชียมักมีค่านิยมทำให้ผิวขาวดูกระจ่างใส โดยกลไกการออกฤทธิ์นั้นจะไปลดปริมาณของรงควัตถุหรือเม็ดสี (pigment) ที่เรียกกันว่า เมลานิน (melanin) บนผิวหนัง และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase inhibition) ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งในการสร้างเม็ดสีของผิวหนัง เช่น สีน้ำตาล (eumelanin) สีเหลือง-แดง (pheomelanin) กลุ่มของสารประกอบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส เช่น hydroquinone, kojic acid, mequinol, arbutin, azelaic acid, resveratrol, oxyresveratrol และ ellagic acid เป็นต้น Cha *et al.* (2010) พบว่าสารสกัดจากสาหร่าย *Ecklonia cava* และ *Sargassum silquastrum* สามารถยับยั้งการสร้างเม็ดสีในปลาหมึกลาย (zebra fish) ได้เป็นอย่างดี เป็นผลมาจากการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส สาร fucoxanthin ที่แยกได้จากสาหร่าย *Laminaria japonica* ก็มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสเช่นกัน เมื่อทำการทดลองกับผิวหนังของสุกรและหนู และการให้หนูบริโภค fucoxanthin พบว่าสาร fucoxanthin ทำให้ลดกลไกการสร้างเม็ดสีอย่างมีนัยสำคัญ ทั้ง fucoxanthin และ astaxanthin มีคุณสมบัติช่วยปกป้องเซลล์ผิวหนังจากอันตรายของแสงแดด โดยการยับยั้งการเสียหายของ DNA และเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นสารสกัดจากสาหร่ายทะเลมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ในด้านการทำให้ผิวขาวได้ ข้อได้เปรียบของสาหร่ายทะเล ได้แก่ ต้นทุนการผลิตต่ำ มีคุณสมบัติการป้องกันแสงในช่วงคลื่นที่กว้าง มีความเป็นพิษต่ำ ปลอดภัย เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย



*Lithothamnion calcaireum*



*Ecklonia Cava*



*Sargassum silquastrum*

ตัวอย่างสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ที่มีฤทธิ์ในการต้านกระดูกพรุนและฤทธิ์ทำให้ผิวขาว

## บทสรุป

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) จากสาหร่ายทะเล เช่น วุ้น ไออาหาร แคโรทีนอยด์ ฟิวโคแซนทริน โพลีแซ็กคาไรด์ เป็นต้น มีศักยภาพที่จะนำมาบริโภคและส่งเสริมให้มีสุขภาพที่ดีขึ้น ดังนั้นสาหร่ายทะเลมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมยา หรือเป็นส่วนประกอบของอาหาร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามความหลากหลายของสายพันธุ์สาหร่ายทะเลที่มีจำนวนมากและกลไกหรือคุณสมบัติออกฤทธิ์ชีวภาพอื่นๆ ที่ยังไม่ได้รับการศึกษา ล้วนเป็นสิ่งที่น่าศึกษาและค้นหาเพื่อให้ผู้หญิงมีสุขภาพ ความงามและอายุยืนยาวยิ่งขึ้น และการศึกษาสารออกฤทธิ์ต่างๆ จะต้องมีการทดลองทางคลินิก (clinical trials) เพื่อความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นในการบริโภคสาหร่ายทะเล 🌊

## เอกสารอ้างอิง

- Anderson, B.O., Shyyan, R., Eniu, A., Smith, R.A., Yip, C.H., Bese, N.S., Chow, L.W.C., Masood, S., Ramsey, S. D., and Carlson, R.W., 2006. Breast cancer in limited-resource countries: An overview of the Breast Health Global Initiative 2005 guidelines. *Breast J.*, **12**, pp. S3–S15.
- Aslam, M., Kreider, J., Paruchuri, T., Bhagavathula, N., DaSilva, M., Zernicke, R., Goldstein, S., and Varani, J., 2010. A mineral-rich extract from the red marine algae lithothamnion calcareum preserves bone structure and function in female mice on a western-style diet. *Calcif. Tissue Int.*, **86**, pp. 313–324.
- Bays, H., 2004. Current and investigational antiobesity agents and obesity therapeutic treatment targets. *Obes. Res.*, **12**, pp. 1197–1211.
- Burtin, P., 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.*, **2**, p. 6.
- Campo, V.L., Kawano, D.F., Silva, D.B.D., Jr., and Carvalho, I., 2009. Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis-A review. *Carbohydr. Polym.*, **77**, pp. 167–180.
- Cha, S.H., Ko, S.C., Kim, D., and Jeon, Y.J., 2010. Screening of marine algae for potential tyrosinase inhibitor: Those inhibitors reduced tyrosinase activity and melanin synthesis in zebrafish. *J. Dermatol.*, **37**, pp. 1–10.
- Das, S.K., Ren, R., Hashimoto, T., and Kanazawa, K., 2010. Fucoxanthin induces apoptosis in osteoclast-like cells differentiated from RAW264.7 cells. *J. Agric. Food Chem.*, **58**, pp. 6090–6095.
- Ecklonia cava. 2019. [online]. Available at: <https://biofoundations.org/a-very-potent-brown-algae-ecklonia-cava/>, [accessed 14 January 2019].
- Eisenia bicyclis. 2019. [online]. Available at: <http://www.phycollab.org/2017/02/new-article-eisenia-bicyclis.html>, [accessed 14 January 2019].
- El Hage, A., 2005. Hazardous to Teen Health. North Carolina: North Carolina Family Policy Council, pp. 1–4.
- Fucus vesiculosus. 2019. [online]. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fucus\\_vesiculosus](https://en.wikipedia.org/wiki/Fucus_vesiculosus), [accessed 14 January 2019].
- Heo, S.J., Hwang, J.Y., Choi, J.I., Han, J.S., Kim, H.J., and Jeon, Y.J., 2009. Diphlorethohydroxycarmalol isolated from Ishige okamurae, a brown algae, a potent  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibitor, alleviates postprandial hyperglycemia in diabetic mice. *Eur. J. Pharmacol.*, **615**, pp. 252–256.

- Kaplan-Myrth, N. and Dollin, J., 2007. Cervical cancer awareness and HPV prevention in Canada. *Can. Fam. Physician*, **53**, pp. 693–696, 697.
- Kelishadi, R., 2007. Childhood overweight, obesity, and the metabolic syndrome in developing countries. *Epidemiol. Rev.*, **29**, pp. 62–76.
- Kim, S. and Wijesekara, I., 2010. Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review. *J. Funct. Foods*, **2**, pp. 1–9.
- Lahaye, M., 1991. Marine algae as sources of fibres: Determination of soluble and insoluble dietary fibre contents in some *lsquosea vegetables*rsquo. *J. Sci. Food Agric.*, **54**, pp. 587–594.
- Laminaria setchellii. 2019. [online]. Available at: <https://www.flickr.com/photos/seaweedlady/563398999>, [accessed 14 January 2019].
- Lithothamnium calcareum. 2019. [online]. Available at: [https://www.google.com/search?q=lithothamnium+calcareum&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwii6KCK2-7fAhVCuY8KHb--BeAQ\\_AUIDigB#imgrc=hphhjtBrvumllM](https://www.google.com/search?q=lithothamnium+calcareum&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwii6KCK2-7fAhVCuY8KHb--BeAQ_AUIDigB#imgrc=hphhjtBrvumllM), [accessed 15 January 2019].
- Macrocystis integrifolia. 2019. [online]. Available at: [https://www.google.com/search?biw=1920&bih=889&tbm=isch&sa=1&ei=yjE8XLCDHYz6rQG0lpnIDQ&q=Macrocystis+integrifolia&oq=Macrocystis+integrifolia&gs\\_l=img.12..0i19.227962.259091..260143...0.0..0.436.1739.12j2j4-1.....0.....2j1..gws-wiz-img.....0..0i30.Tb6yu0Q6p pQ#imgrc=1llnrJfnJqwBvM](https://www.google.com/search?biw=1920&bih=889&tbm=isch&sa=1&ei=yjE8XLCDHYz6rQG0lpnIDQ&q=Macrocystis+integrifolia&oq=Macrocystis+integrifolia&gs_l=img.12..0i19.227962.259091..260143...0.0..0.436.1739.12j2j4-1.....0.....2j1..gws-wiz-img.....0..0i30.Tb6yu0Q6p pQ#imgrc=1llnrJfnJqwBvM), [accessed 14 January 2019].
- Miyeok-guk soup. 2019. [online]. Available at: <http://3hungrytummies.blogspot.com/2010/08/miyeok-guk-korean-birthday-soup.html>, [accessed 4 January 2019].
- Moo-Puc, R., Robledo, D., and Freile-Pelegrin, Y., 2009. In vitro cytotoxic and antiproliferative activities of marine macroalgae from Yucata´n, Mexico. *Cienc. Mar.*, **35**, pp. 345–358.
- Moore, M.A., Park, C.B., and Tsuda, H., 1998. Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. *Crit. Rev. Oncol. Hematol.*, **27**, pp. 229–242.
- Munoz, N., Bosch, F.X., de Sanjose, S., Herrero, R., Castellsague, X., Shah, K.V., Snijders, P.J., and Meijer, C. J., 2003. Epidemiologic classification of human papillomavirus types associated with cervical cancer. *N. Engl. J. Med.*, **348**, pp. 518–527.
- Nereocystis leutkeana. 2019. [online]. Available at: <https://www.eurekalert.org/multimedia/pub/26170.php?from=170142>, [accessed 3 January 2019].
- Palmaria palmata. 2019. [online]. Available at: [https://www.google.com/search?q=palmaria+palmata+%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwix086UyuLfAhXJRo8KHWCQAAIQ\\_AUIDigB&biw=1920&bih=938#imgrc=8pqJgJsh6EAJXM](https://www.google.com/search?q=palmaria+palmata+%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwix086UyuLfAhXJRo8KHWCQAAIQ_AUIDigB&biw=1920&bih=938#imgrc=8pqJgJsh6EAJXM), [accessed 3 January 2019].
- Pangestuti, R. and Kim, S.K., 2011. Neuroprotective effects of marine algae. *Mar. Drugs*, **9**, pp. 803–818.
- Panlasigui, L., Baello, O., Dimatangal, J., and Dumelod, B., 2003. Blood cholesterol and lipid-lowering effects of carrageenan on human volunteers. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, **12**, pp. 209–214.
- Pisani, P., Bray, F., and Parkin, D., 2002. Estimates of the world-wide prevalence of cancer for 25 sites in the adult population. *Int. J. Cancer*, **97**, pp. 72–81.
- Popkin, B. and Doak, C., 1998. The obesity epidemic is a worldwide phenomenon. *Nutr. Rev.*, **56**, pp. 106–114.



- Pujol, C., Carlucci, M., Matulewicz, M., and Damonte, E., 2007. Natural sulfated polysaccharides for the prevention and control of viral infections. *In*: M. Khan, ed. *Bioactive Heterocycles*, pp. 259–281. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Rennie, K. and Jebb, S., 2005. Prevalence of obesity in Great Britain. *Obes. Rev.*, **6**, pp. 11–12.
- Ruperez, P. and Saura-Calixto, F., 2001. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.*, **212**, pp. 349–354.
- Sargassum siliquastrum. 2019. [online]. Available at: <http://www.innerpath.com.au/matmed/herbs/Sargassum~siliquastrum.htm>, [accessed 15 January 2019].
- Swing, J., 2003. What future for the oceans? *Foreign Aff.*, **82**, pp. 139–152.
- Teas, J., Harbison, M., and Gelman, R., 1984. Dietary seaweed (*Laminaria*) and mammary carcinogenesis in rats. *Cancer Res.*, **44**, p. 2758.
- Udotea flabellum. 2019. [online]. Available at: [http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Chlorophyceae/siphonous\\_greens/Bryopsidales/UDOTEA/Udotea\\_Image\\_page.htm](http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Chlorophyceae/siphonous_greens/Bryopsidales/UDOTEA/Udotea_Image_page.htm), [accessed 3 January 2018].
- Undaria pinnatifida. 2019. [online]. Available at: <http://th.seafoodwakame.com/seaweed-salad/seasoned-seaweed-salad/fresh-algae-seaweed-wakame-salad.html>, [accessed 3 January 2019].
- Witvrouw, M. and De Clercq, E., 1997. Sulfated polysaccharides extracted from sea algae as potential antiviral drugs. *Gen. Pharmacol.*, **29**, pp. 497–511.
- Yuan, Y.V., Carrington, M.F., and Walsh, N.A., 2005. Extracts from dulse (*Palmaria palmata*) are effective antioxidants and inhibitors of cell proliferation in vitro. *Food Chem. Toxicol.*, **43**, pp. 1073–1081.
- Yuan, Y. and Walsh, N., 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of extracts from a variety of edible seaweeds. *Food Chem. Toxicol.*, **44**, pp. 1144–1150.

