



อาหารมนุษย์ อาหารสัตว์

จาก สาหร่าย

ดร.นารินทร์ จันทร์สว่าง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โดยทั่วไปสาหร่ายมักจะนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารและเครื่องสำอาง ได้แก่ สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina*) คลอเรลลา (*Chlorella*) ดูนาลิเอลลา (*Dunaliella*) ฮีมาโตคอกคัส (*Haematococcus*) เป็นต้น แหล่งเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็ก (microalgae) อยู่ที่มหาวิทยาลัย Coimbra ประเทศโปรตุเกส ซึ่งมีมากกว่า 4,000 สายพันธุ์ ส่วนประเทศอื่นๆ ได้แก่ เยอรมนี (The Culture Collection of Algae of the Gottingen University) สหรัฐอเมริกา (The Culture Collection of Algae in the University of Texas) ออสเตรเลีย (The Australian National Algae Culture Collection) อังกฤษ (The Culture Collection of Algae and Protozoa) และสำหรับประเทศไทยอยู่ที่ ศูนย์จุลินทรีย์ วว. (TISTR Culture Collection Center) โดยศูนย์ ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายประกอบไปด้วยกรดแอมิโนจำเป็น กรดไขมันโอเลอิก (γ -linolenic acid: GLA) โยอาหาร วิตามินบี แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และสารสี เช่น บีตา-แคโรทีน แซนโทฟิลล์ คลอโรฟิลล์ และสารออกฤทธิ์ชีวภาพอื่นๆ มีรายงานทางวิชาการว่าสาหร่ายมีฤทธิ์ต้านไวรัส ต้านเนื้องอก ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ ต้านเบาหวาน สารกำจัดออนูมูลิสร และ

ยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย (de Jesus Paposo, de Morais and de Morais 2013; Ku *et al.* 2013) ปัจจุบันสารประกอบหลายชนิดจากสาหร่ายใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร (food ingredients) ที่มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ประโยชน์ทางยา ป้องกันโรค รักษาโรค และชะลอความชรา ในเชิงพาณิชย์ สารบีตา-แคโรทีนจากสาหร่ายดูนาลิเอลลาที่ผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาวะที่มีความเค็มสูงในบ่อกลางแจ้ง มีมูลค่าสูงถึง 1,500 เหรียญสหรัฐต่อโลกรัมแห้ง (หรือประมาณ 48,000 บาทต่อโลกรัมแห้ง) บีตา-แคโรทีนยังเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์วิตามินเออีกด้วย

สาหร่ายขนาดเล็กยังเป็นแหล่งโปรตีน เช่น สาหร่ายสไปรูลินา ประกอบด้วยโปรตีน 50-70 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายคลอเรลลา มีโปรตีนประมาณ 38-58 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายแนนโนคลอโรพซิส (*Nannochloropsis*) มีโปรตีนประมาณ 22-37 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายพอร์ไฟริเดียม (*Porphyridium*) มีโปรตีนประมาณ 8-56 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายฮีมาโตคอกคัส มีโปรตีนประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ (Safi *et al.* 2014) โดยทั่วไปกรดแอมิโนจากสาหร่ายขนาดเล็กจะคล้ายกัน และจะมีอัตราส่วนคงที่ระหว่างกรดแอมิโนจำเป็นต่อกรดแอมิโนไม่จำเป็น (Chapman and Gellenbeck 1989) อย่างไรก็ตามกรดแอมิโน

ที่ได้จากสาหร่าย จำเป็นต้องสกัดด้วยวิธีทางกลและทางเคมี ตัวอย่างเช่น กรดแอมิโนและโปรตีนที่สกัดจากสาหร่ายคลอเรลลา แนนโนคลอโรพซิส ฮีมาโตคอกคัส ต้องใช้เทคนิคการทำให้น้ำแข็งเซลล์ที่แข็งแรงแตกเพื่อให้ปล่อยโปรตีนออกมา วิธีที่จะช่วยให้ผนังเซลล์แตก ได้แก่ การใช้คลื่นอัลตราซอ닉 การใช้เอนไซม์ในการย่อยผนังเซลล์ การใช้ความดันสูง การใช้เม็ดขนาดเล็กช่วยบดเซลล์ เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามสาหร่ายสไปรูไลนาที่มีผนังเซลล์ที่บาง จะใช้วิธีการสกัดเอาโปรตีนออกด้วยวิธีที่ไม่รุนแรง เช่น แช่เซลล์สาหร่ายในช่องแช่แข็ง จากนั้นปล่อยให้ น้ำแข็งละลาย สารในเซลล์ก็จะปล่อยออกสู่นอกเซลล์สาหร่าย

อาหารมนุษย์จากสาหร่าย

ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ของสาหร่ายที่ผลิตขึ้นเพื่อเป็นอาหารมนุษย์จะอยู่ในรูปผง อัดเม็ดหรือแคปซูล นอกเหนือไปจากปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในสาหร่าย ยังรวมถึงคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส และพอลิแซ็กคาไรด์อื่นๆ คาร์โบไฮเดรตเหล่านี้มีคุณสมบัติย่อยได้ (digestibility) นอกจากนี้สาหร่ายบางชนิดยังมีกรดไขมันประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง สาหร่ายยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์ เช่น แคโรทีน คลอโรฟิลล์ ไฟโคบิลิโปรตีน สาหร่ายขนาดเล็กที่นิยมบริโภคกันส่วนใหญ่ ได้แก่ สไปรูไลนา คลอเรลลา ดุนาเลียเอลลา ฮีมาโตคอกคัส และ ชิโซไซเทรียม (*Schizochytrium*) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มอาหารปลอดภัยต่อการบริโภค [Food generally recognized as safe (GRAS) status] ขององค์การอาหารและการเกษตร (The food and agriculture organization) ในประเทศสหรัฐอเมริกา สไปรูไลนาอุดมไปด้วยกรดแกมมา-ลิโนเลนิก (γ -linolenic acid) เป็นที่ทราบกันดีว่ากรดชนิดนี้ช่วยลดไขมันชนิดไม่ดี (low-density lipoprotein: LDL) ซึ่งเป็นไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ ทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ในผู้ป่วยที่มีคลอเรสเตอรอลสูง นอกจากนี้สไปรูไลนายังประกอบด้วยสารไฟโคบิลิโปรตีนและวิตามินบี 1 สำหรับสาหร่ายคลอเรลลามีผลในการต้านเนื้องอก และสาหร่ายนี้ยังประกอบด้วยบีตา-1-3 กลูแคน (β -1-3-glucan) ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน ส่วนสาหร่ายดุนาเลียเอลลา ประกอบไปด้วยสารสีชนิดต่างๆ เช่น แคโรทีน ลูทีน (lutein) นีโอแซนทิน (neoxanthin) ซีแซนทิน (zeaxanthin) และวีโอลาแซนทิน (violaxanthin) ซึ่งมีผลต่อการต้านอนุมูลอิสระ ขณะที่สาหร่ายฮีมาโตคอกคัส ผลิตแอสตาแซนทิน (astaxanthin) ซึ่งสามารถป้องกันผิวจากการเผาไหม้จากแสง

อาทิตย์ ปัจจุบันแอสตาแซนทินได้มีจำหน่ายในทางการค้า เช่น BioAstin จากฟาร์ม Cyanotech Corp. ประเทศสหรัฐอเมริกา

เนื่องจากสาหร่ายสไปรูไลนา คลอเรลลา ดุนาเลียเอลลา ฮีมาโตคอกคัส และชิโซไซเทรียม เป็นกลุ่มของแหล่งอาหารที่มีความความปลอดภัยต่อการบริโภคขององค์การอาหารและการเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา สารสำคัญต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นในสาหร่ายสามารถนำมาทำเป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งด้วยความเย็น (freeze-dried technique) ตัวอย่างเช่น โปรตีนที่ได้สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนโดยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้กรดหรือเบส และการใช้เอนไซม์โปรติเอส เพื่อทำลายพันธะเพปไทด์ทำให้โปรตีนมีขนาดโมเลกุลเล็กลงและมีกรดแอมิโนอิสระออกมา (หรือเรียกว่า protein hydrolystate) มีส่วนช่วยลดความดันโลหิตซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมความดันโลหิตที่เกิดจากฮอริโมน 3 ตัว คือ เรนิน แองจิโอเทนซิน และอัลโดสเตอโรน ซึ่งมีชื่อเรียกกระบวนการนี้ว่า Renin angiotensin aldosterone system (RAAS)

จากการรายงานของ Safi *et al.* (2013) ในวารสาร Journal of Applied Phycology พบว่าสาหร่ายมีกรดแอมิโนจำเป็นและไม่จำเป็นในสัดส่วนที่แตกต่างกันหลังการสกัดโปรตีนจากเซลล์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พวกเขาจึงให้ข้อเสนอแนะว่าปริมาณและคุณภาพของโปรตีนที่สกัดได้ขึ้นอยู่กับวิธีการทำให้ผนังเซลล์ของสาหร่ายแตกและสารภายในเซลล์สาหร่ายที่ปลดปล่อยออกมา ดังนั้นองค์การอาหารและการเกษตรของสหรัฐอเมริกาและองค์การอนามัยโลก จึงแนะนำว่าการบริโภคโปรตีนจากสาหร่ายควรคำนึงถึงข้อแนะนำการใช้ที่ระบุในฉลาก (Heussner *et al.* 2012)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำสาหร่ายน้ำจืด มาเพาะเลี้ยงด้วยระบบมาตรฐานอุตสาหกรรม ผ่านกระบวนการล้าง ทำแห้งจนเป็นผงโดยยังอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ อาทิ ไขมัน โปรตีน โยอาอาหาร และสารอาหารรอง (micronutrients) ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามิน เกลือแร่ เป็นต้น ผลิตขึ้นจำหน่ายเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ขนมอบ หรืออื่นๆ ได้



อาหารสัตว์จากสาหร่าย

สาหร่ายสำหรับทำเป็นอาหารสัตว์นั้นสามารถนำมาใช้ทั้งเซลล์ (whole cell) หรือสารสกัดจากเซลล์ (cell extract) การใช้สาหร่ายทั้งเซลล์มีข้อได้เปรียบคือต้นทุนต่ำกว่าและคุณค่าทางอาหารยังคงอยู่ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงการยอมรับได้ของสัตว์แต่ละชนิด เช่น ระบบการย่อย ความนำรับประทาน กลิ่น และรสชาติของอาหาร เป็นต้น ในขณะที่การสกัด เพื่อให้ได้ โปรตีน กรดไขมัน หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นย่อมมีต้นทุนที่สูงแต่ประสิทธิภาพการใช้งานนั้นจะตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้เลี้ยง อาหารจากสาหร่ายสำหรับสัตว์ มีดังนี้

1) สำหรับอาหารสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำที่บริโภคอาหารจากสาหร่าย ได้แก่ ปลากินพืช (herbivore fish) และช่วงระยะชีวิตเริ่มต้นของสัตว์ที่กินเนื้อเป็นอาหาร (carnivore) เช่น โรติเฟอร์ (เป็นกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบได้ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม) กุ้ง หอย ปู เป็นต้น การให้สาหร่ายเป็นอาหารให้กับสัตว์ที่กินเนื้อนั้น มักจะผสมสาหร่ายกับส่วนประกอบอื่นของอาหารโดยทำเป็นรูปก้อนกลมเล็กๆ หรือผง กลุ่มสาหร่ายที่นิยมนำไปเป็นอาหารสัตว์น้ำ ได้แก่ สาหร่าย *Tetraselmis*, *Nannochloropsis*, *Phaeodactylum*, *Isochrysis*, *Haematococcus* องค์ประกอบสำคัญสำหรับอาหารสัตว์น้ำ ได้แก่ โปรตีนและกรดไขมันไม่อิ่มตัว นอกจากนี้การเลี้ยงปลากลุ่มแซลมอน ต้องการบริโภคสาหร่ายฮีมาโตคอกคัส เนื่องจากสารสีแอสตาแซนทินจากสาหร่ายนี้ทำให้น้ำของปลาไม่มีสีสด นำรับประทาน

2) สำหรับอาหารสัตว์ปีก

ถึงแม้ว่าสาหร่ายจะไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของอาหารทั่วไปสำหรับสัตว์ปีกและสัตว์อื่นๆ แต่ก็มีแนวโน้มการใช้สาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสำหรับสัตว์เหล่านั้นมากขึ้น เนื่องจากสาหร่ายมีคุณค่าและประโยชน์ต่อสุขภาพสูง สาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ สาหร่าย *Chlorella*, *Spirulina*, *Dunaliella*, *Porphyridium*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Nannochloropsis*, *Staurorsira*, *Schizochytrium* และ *Oocystis* สาหร่ายเหล่านี้มักจะผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ ของอาหารโดยทำเป็นรูปก้อนกลมเล็กๆ และมีความเข้มข้นของสาหร่ายถึง 10 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองโดยการผสมสาหร่าย สไปรูไลนา ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร พบว่าสัตว์ปีกมีการเจริญเติบโตดี มีสุขภาพดีและไม่มีผลเชิงลบ นอกจากนี้สัตว์ยังสามารถต้านโรคได้มากขึ้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงและยังทำให้ไข่แดงมีสีสด สารปีตา-แคโรทีนจากกลุ่มแคโรทีนอยด์

ซึ่งพบมากในสาหร่ายดูนาเลียเอลลา มีความสำคัญต่อแม่ไก่ซึ่งทำให้ไข่แดงมีสีเข้มเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค



ที่มา: Alibaba.com (2018)

ผงสาหร่ายสกัดซิโซไซเทรียม (*Schizochytrium*) สำหรับเป็นอาหารสัตว์ ราคา 70-100 เหรียญสหรัฐต่อกิโลกรัม

3) สำหรับอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ วัว แกะ และแพะ เป็นต้น จากการทดลองให้สัตว์เคี้ยวเอื้องบริโภคสาหร่าย พบว่าการย่อยโปรตีนในระดับห้องปฏิบัติการนั้นให้ผลดี และการทดลองของ Lodge-Ivey, Tracey and Salazar 2014 พบว่าการย่อยโปรตีนของวัวจากการบริโภคสาหร่ายคลอเรลลา และแนนโนคลอโรพซิส ด้วยเอนไซม์ในกระเพาะวันนั้น ให้ประสิทธิภาพดีเมื่อเทียบกับการย่อยโปรตีนจากถั่วเหลือง ขณะที่วัวบริโภคสาหร่ายสไปรูไลนา จะทำให้วัวผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น มีปริมาณโปรตีนในนมเพิ่มขึ้น สัตว์อ้วนขึ้น และช่วยเพิ่มการตกไข่ ส่วนการให้แพะและแกะกินสาหร่ายสไปรูไลนา จะทำให้สัตว์นั้นมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น กินอาหารได้มากขึ้น และมีผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์ (EL-Sabagh et al. 2014; Holman, Kashani and Malau-Aduli 2014)

4) สำหรับอาหารหมู

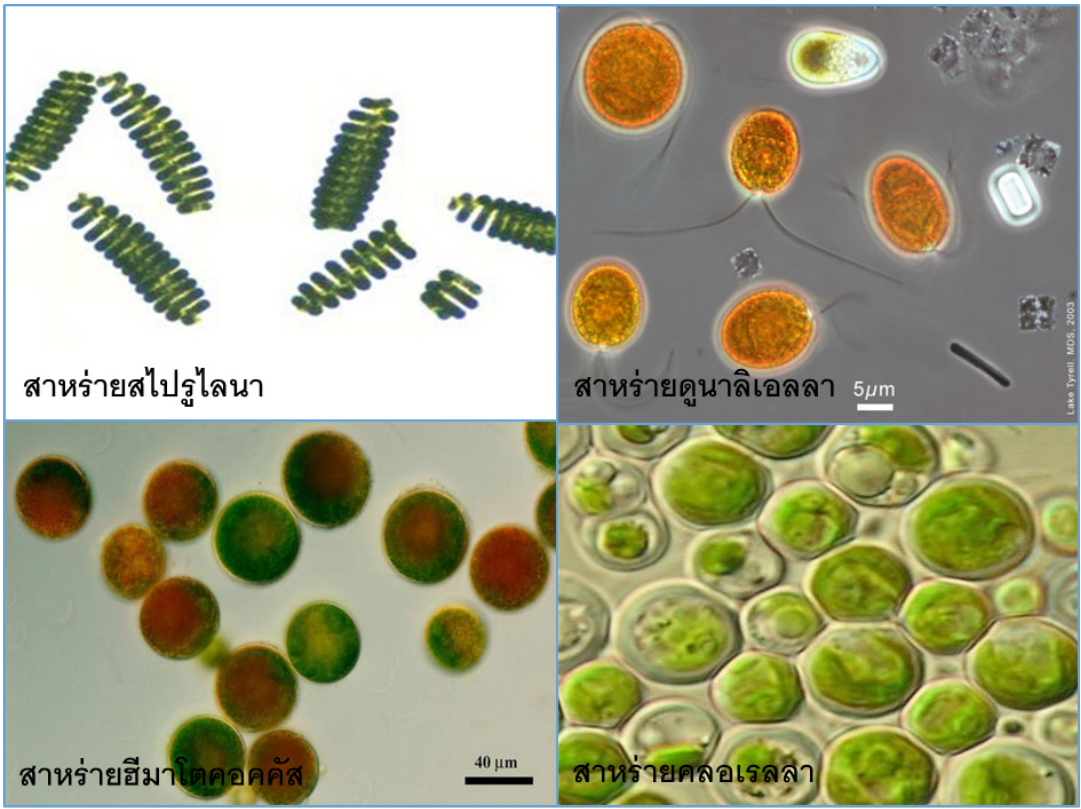
จากการทดลองเอาสาหร่าย *Desmodesmus* ที่สกัดเอาไขมันออก ผสมกับเอนไซม์โปรตีเอส และพอลิแซ็กคาไรด์ พบว่าหมูมีการเจริญเติบโตดีเมื่อเทียบกับอาหารชุดควบคุม (Ekmay et al. 2014) และการผสมสาหร่ายกลุ่มไดอะตอม (มักเป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างที่แตกต่างกัน เช่น เป็นทรงกลม

วิธีการทำแห้งด้วยความเย็น (freeze-dried technique) เป็นวิธีการทำให้ตัวอย่างแห้งโดยการระเหิด (sublimation) น้ำออกจากตัวอย่างในสถานะที่เป็นน้ำแข็งในสภาพสุญญากาศ (น้ำแข็งระเหิดที่ความดันต่ำกว่า 4.7 มิลลิเมตรปรอทหรือต่ำกว่า) โดยตัวอย่างจะทำให้เย็นลงจนถึงจุดเยือกแข็งโดยเร็ว จนกระทั่งน้ำภายในตัวอย่างกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำแข็งเหล่านี้เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นและควบคุมความดันของสุญญากาศให้เหมาะสม น้ำแข็งจะสามารถระเหิดกลายเป็นไอน้ำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน

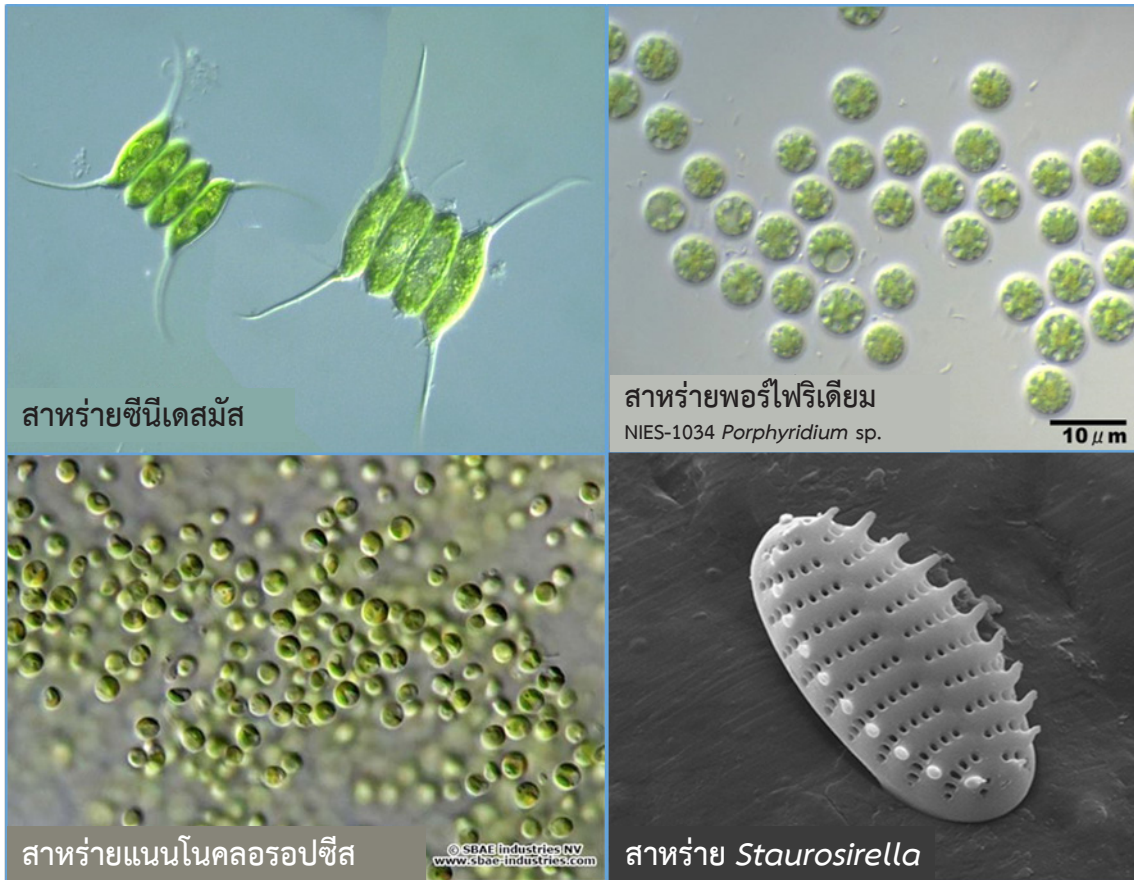
รี หรือจาน เป็นต้น พบได้ในแหล่งน้ำทั่วไป ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม โครงสร้างของไดอะตอมประกอบด้วยซิลิกาห่อหุ้มของเหลวในเซลล์ ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร พบว่าไม่มีผลกระทบหรือเป็นอันตรายต่อหมีเมื่อเทียบกับการให้หมีบริโภคถั่วเหลือง (Gatrell *et al.* 2014) การให้หมีบริโภคสาหร่ายคลอเรลลา จะทำให้หมีมีน้ำหนักมากขึ้น มีระบบการย่อยที่ดี (Yan, Lim and Kim 2012)

จากบทความข้างต้นจะเห็นได้ว่าสาหร่ายขนาดเล็กสามารถเป็นทั้งอาหารมนุษย์และสัตว์ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับนักวิทยาศาสตร์ที่จะได้ศึกษาระบบ กลไก การทำงาน

ขององค์ประกอบจากสารมูลค่าสูงจากสาหร่ายให้มากขึ้นอีก และผู้บริโภคก็จะได้รับความเชื่อมั่นหลังการบริโภคว่ามีความปลอดภัยในสุขภาพกายและไม่มีความเสี่ยงหลังบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม อย่างไรก็ตามการผลิตเซลล์สาหร่ายหรือผลิตชีวมวลสาหร่ายให้มีปริมาณมากเพื่อเพียงพอต่อความต้องการ จึงเป็นสิ่งที่ท้าทาย ไม่ว่าจะหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ การเพาะเลี้ยงกลางแจ้ง การเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่าย และการสกัดและการทำองค์ประกอบให้บริสุทธิ์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านอาหาร เกษตร การแพทย์ เป็นต้น ล้วนเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาและทดลองกันต่อไป



สาหร่ายสไปรูไลนา คลอเรลลา ดูนาลิเอลลา อีมาโตคอกคัส เป็นกลุ่มของแหล่งอาหารที่มีความความปลอดภัยต่อการบริโภคขององค์กรอาหารและการเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปร่างของสาหร่ายซีนีเดสมัส พอร์ไฟริเดียม แนนโนคลอโรปซิส และสาหร่ายสทอโรซิเรลลา

เอกสารอ้างอิง

- Algae Research and Supply. 2018. [online]. Available at: <https://algaeresearchsupply.com/products/algae-research-supply-algae-culture-dunaliella-salina>, [accessed 5 February 2018].
- AlgaVia. 2018. [online]. Available at: <http://algavia.com/how-we-innovate/>, [accessed 5 February 2018].
- Alibaba.com. 2018. [online]. Available at: https://www.alibaba.com/product-detail/Natural-Herbal-Extract-Schizochytrium-Algae-DHA_60330531643.html?spm=a2700.7724857/B.main07.84.5e507822deUw9j, [accessed 5 February 2018].
- Chapman, D.J. and Gellenbeck, K.W., 1989. Algal and Cyanobacterial Biotechnology. New York: Longman Scientific & Technical, pp. 1-27.

- de Jesus Raposo, M.F., de Morais, R.M.S. C. and de Morais, A.M.M.B., 2013. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae. *Life Sciences*, **93**(15), pp. 479-486.
- Ekmay, R., Gatrell, S., Lum, K., Kim, J., and Lei, X.G., 2014. Nutritional and metabolic impacts of a defatted green marine microalgal (*Desmodesmus* sp.) biomass in diets for weanling pigs and broiler chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **62**(40), pp. 9783-9791.
- EL-Sabagh, M.R., Eldaim, M.A.A., Mahboub, D.H. and Abdel-Daim, M., 2014. Effects of *Spirulina platensis* algae on growth performance, antioxidative status and blood metabolites in fattening lambs. *Journal of Agricultural Science*, **6**(3), pp. 92.
- Gatrell, S., Lum, K., Kim, J., and Lei, X.G., 2014. Nonruminant Nutrition Symposium: Potential of defatted microalgae from the biofuel industry as an ingredient to replace corn and soybean meal in swine and poultry diets. *Journal of Animal Science*, **92**(4), pp. 1306-1314.
- Grow Organic Spirulina. [online]. 2018. Available at: <https://www.grow-organic-spirulina.com/>, [accessed 5 February 2018].
- Heussner, A.H., Mazija, L., Fastner, J. and Dietrich, D.R., 2012. Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements. *Toxicology and Applied Pharmacology*, **265**(2), pp. 263-271.
- Holman, B.W.B., Kashani, A. and Malau-Aduli, A.E.O., 2014. Effects of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) supplementation level and basal diet on liveweight, body conformation and growth traits in genetically divergent Australian dual-purpose lambs during simulated drought and typical pasture grazing. *Small Ruminant Research*, **120**(1), pp. 6-14.
- Ku, C.S., Yang, Y., Park, Y. and Lee, J., 2013. Health benefits of blue-green algae: prevention of cardiovascular disease and nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Medicinal Food*, **16**(2), pp. 103-111.
- Lodge-lvey, S.L., Tracey, L.N. and Salazar, A., 2014. Ruminant Nutrition Symposium: The utility of lipid extracted algae as a protein source in forage or starch-based ruminant diets. *Journal of Animal Science*, **92**(4), pp. 1331-1342.
- Medsalt. 2018. [online]. Available at: <https://medsalt.eu/fig-20-5a-bigger/>, [accessed 5 February 2018].
- Porphyridium. 2018. [online]. Available at: http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Rhodophyceae/Microreds/PORPHYRIDIUM/Porphyridium_image_page.htm, [accessed 5 February 2018].
- Safi, C., Charton, M., Pignolet, O., Silvestre, F., Vaca-Garcia, C., and Pontalier, P.Y., 2013. Influence of microalgae cell wall characteristics on protein extractability and determination of nitrogen-to-protein conversion factors. *Journal of Applied Phycology*, **25**(2), pp. 523-529.
- Safi, C., Charton, M., Ursu, A.V., Laroche, C., Zebib, B., Pontalier, P.Y. and Vaca-Garcia, C., 2014. Release of hydro-soluble microalgal proteins using mechanical and chemical treatments. *Algal Research*, **3**, pp. 55-60.
- Utex. 2018. [online]. Available at: <https://utex.org/products/utex-b-2893>, [accessed 5 February 2018].
- Yan, L., Lim, S.U. and Kim, I.H., 2012. Effect of fermented chlorella supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **25**(12), pp. 1742.