สาหร่ายพัดและสาหร่ายเหงือกปลา

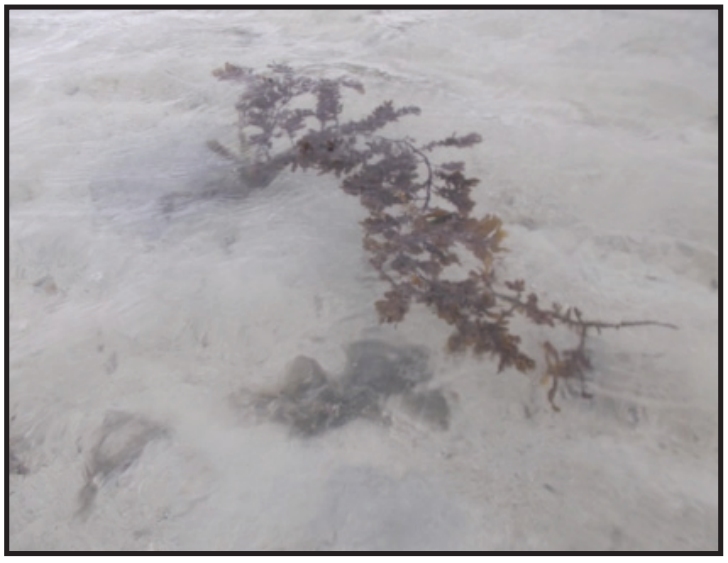
ดร. ฐิติพรรณ ฉิมสุข[1]
นางสาว จุลินต์ตา ดรอินทร์[2]
ดร. อภินันท์ สุวรรณรักษ์[3]

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
[2]นักศึกษา สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
[3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สาหร่ายทะเล

เมื่อกล่าวถึงความงดงามใต้ท้องทะเล สิ่งแรกที่คนทั่วไปมักจะนึกถึงก็คือ ปะการังแสนสวยและสัตว์ทะเลสีสันสดใสนานาชนิด น้อยคนนักที่จะนึกถึงอีกสิ่งหนึ่งซึ่งอยู่คู่กันนั่นก็คือ “สาหร่ายทะเล” (Seaweeds)

สาหร่ายทะเล (Seaweed, Marine algae) เป็นพืชชนิดหนึ่งในทะเล (Grass of the sea) เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศวิทยา (ecosystem) ถือได้ว่าเป็นผืนป่าแห่งท้องทะเล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในฐานะผู้ผลิตหรือผู้สร้างอาหาร (producer) หน่วยแรกของห่วงโซ่อาหาร (food chain) จัดเป็นทรัพยากรจากทะเลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 1 สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

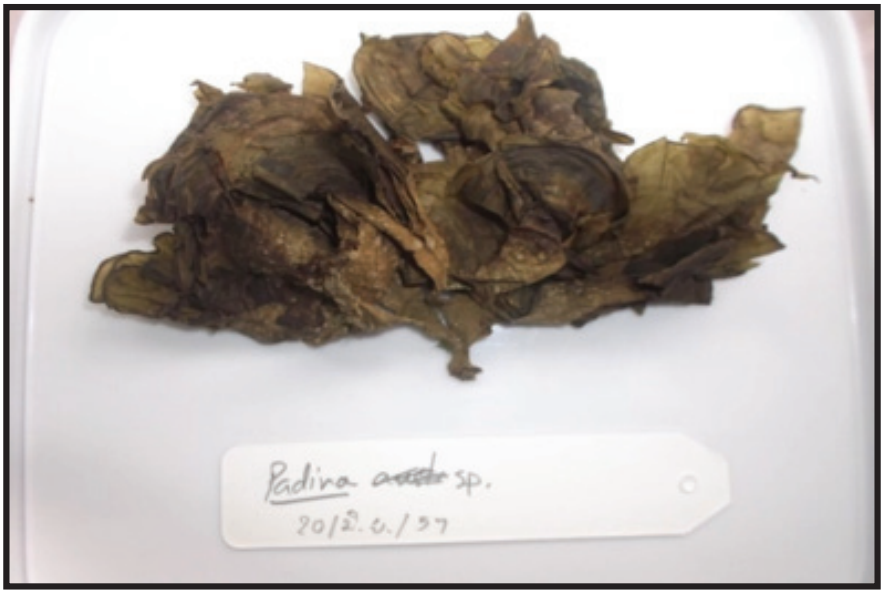
สาหร่ายทะเลเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญในระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งเราสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามลักษณะเม็ดสีในเนื้อเยื่อ คือ สาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสาหร่ายสีน้ำตาล สิ่งมีชีวิตใต้ทะเลกลุ่มนี้ดำรงชีวิตคล้ายกับพืชบนบกทั่ว ๆ ไป สร้างอาหารได้เองด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสง มีศักยภาพในการช่วยลดภาวะโลกร้อนโดยการช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในน้ำ ด้วยการนำคาร์บอนไดออกไซด์มาเปลี่ยนรูปเป็นหินปูนและสะสมไว้ตามลำต้นและใบ นอกจากทำหน้าที่ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำทะเลเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง สาหร่ายทะเลยังเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญอย่างมากของสัตว์น้ำจำพวกปลาทะเล และหอยทะเลหลายชนิด

มนุษย์เองก็นำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ เช่นเดียวกัน โดยมีทั้งใช้บริโภคโดยตรง นำมาทำเป็นอาหาร และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ ใช้ทำปุ๋ยชีวภาพ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น ครีมบำรุงผิวหน้า ครีมบำรุงผิวกาย เจลมาร์คหน้า และ เวชภัณฑ์ยาหลายชนิด เช่น ยาลดน้ำหนัก อาหารเสริมต่าง ๆ เป็นต้น

ภาพที่ 2 สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

สาหร่ายทะเลอยู่ในอาณาจักรโพรติสตา (Kingdom Protista) สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้แบ่งเป็น 9 ไฟลัม ซึ่งสาหร่ายสีน้ำตาล และสาหร่ายสีแดง จะอยู่ในไฟลัมเฟโอไฟตา (Phylum Phaeophyta) และไฟลัมโรโดไฟตา (Phylum Rhodophyta) ตามลำดับ [1]

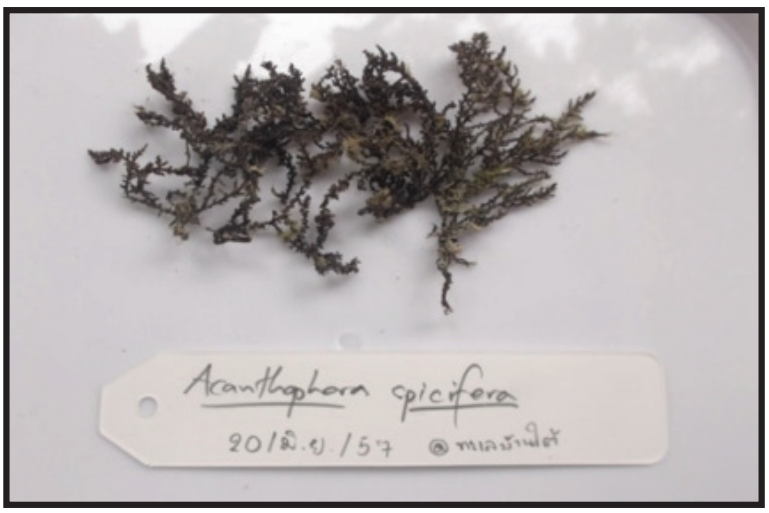
สาหร่ายในไฟลัมเฟโอไฟตา เรียกโดยทั่วไปว่าสาหร่ายสีน้ำตาล (Brown algae) ทั้งนี้เพราะมีรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล คือ ฟิวโคแซนทีน (Fucoxanthin) อยู่มากกว่าคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ ซี สาหร่ายทะเลสีน้ำตาลยังเป็นสาหร่ายที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น phlorotannins [2] มีสารอาหารสำคัญ ได้แก่ โปรตีน วิตามิน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน จากการศึกษาวิจัยพบกรดไขมันหลายชนิดในสาหร่าย โดยกรดไอโคซาเพนเทโนอิก (eicosapentaenoic acid) หรือ อีพีเอ (EPA) มีคุณสมบัติช่วยป้องกันและรักษาโรคหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลไปช่วยลดปริมาณคอเลสเทอรอลในเส้นเลือด สามารถป้องกันและรักษาโรคหัวใจได้ดีที่สุดอีกด้วย [3] สาหร่ายสีน้ำตาลมักเรียกชื่อทั่วไปว่า sea weed เพราะเป็นวัชพืชทะเล ผนังเซลล์เป็นสารพวกเซลลูโลสและกรดอัลจินิก (alginic acid) ซึ่งสามารถสกัดสารอัลจิน (algin) มาใช้ประโยชน์ได้ รูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป มีตั้งแต่ขนาดเล็กต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จนถึงขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า บางชนิดมีรูปร่างเป็นสายยาวแตกกิ่งก้าน เช่น *Ectocarpus* บางชนิดมีรูปร่างเป็นแผ่นแผ่แบนหรือคล้ายใบไม้โบกไหวอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่ายลามินาเรีย *Laminaria* บางชนิดคล้ายต้นปาล์มขนาดเล็ก เรียกว่า Sea palm บางชนิดคล้ายต้นไม้เล็ก ๆ เช่น *Sargassum* หรือสาหร่ายทุ่น หรือรูปร่างคล้ายพัด เช่น *Padina*



ภาพที่ 3 สาหร่ายพัด *Padina* sp.

สาหร่ายพัดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Padina* sp. ทัลลัสเป็นพุ่มประกอบด้วยส่วนที่แผ่เป็นรูปพัดเกยซ้อนกัน สูง 15 เซนติเมตร ความกว้างของพุ่ม 10-29 เซนติเมตร ยึดเกาะโดยรากลักษณะรูปถ้วย มีสไตป์สั้น ๆ แนวอวัยวะสืบพันธุ์เกิดขนาบชิดแนวขน ส่วนโคนของทัลลัสมีความหนา 4 ชั้นของเซลล์ ทัลลัสสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลแดง ขึ้นบนก้อนหิน เปลือกหอย และก้อนกรวดในเขตน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณพื้นทรายปนโคลน[4]

สาหร่ายในไฟลัมโรโดไฟตา (Phylum Rhodophyta) นี้เรียกว่า สาหร่ายสีแดง (red algae) มีอยู่ประมาณ 3,900 สปีชีส์ รงควัตถุภายในพลาสติดที่มีปริมาณมากนั้นมีสีแดง คือคลอโรฟิลล์ ดี และไฟโคอิริทริน (Phycoerythrin) บางครั้งสาหร่ายสีแดงอาจปรากฏเป็นสีน้ำเงินเพราะมีรงควัตถุพวกไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) รวมอยู่ในพลาสติดด้วย อย่างไรก็ตามสาหร่ายสีแดงก็มี คลอโรฟิลด์ เอ ซึ่งเป็นรงควัตถุหลักในการสังเคราะห์แสง และที่น่าสนใจคือสาหร่ายแดงมีรงควัตถุแบคทิริโอคลอโรฟิลล์ เอ เหมือนดังที่พบในแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสง จากรายงานวิจัยพบว่า สารสกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง *Rhodomela larix* ใช้เป็นยาปฏิชีวนะเพื่อต่อต้านแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ สาหร่ายทะเลบางชนิดสามารถนำมาสกัดเป็นยารักษาโรคทั่วไป เช่น โรคกระเพาะอาหาร โรคท้องร่วง เป็นต้น[5]



ภาพที่ 4 สาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera*

สาหร่ายเหงือกปลา มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Acanthophora spicifera* เป็นสาหร่ายสีแดง ผนังเซลล์ของสาหร่ายสีแดง คือ Agar สาหร่ายชนิดนี้ มีลักษณะแตกแขนง แต่ละแขนงค่อนข้างยาว แขนงย่อยสุดท้ายมีลักษณะเป็นแฉก ปลายแหลมลักษณะของทัลลัสอวบน้ำแตกแขนงเป็นพุ่มสูง 15 เซนติเมตร รากยึดเกาะขนาดเล็กรูปถ้วย แขนงรูปทรงกระบอก มีแขนงย่อยปลายแหลมอยู่รวมเป็นกลุ่ม ๆ เกิดอยู่ทั่วไปโดยเรียงกันห่าง ๆ หรือแน่น ขึ้นกับสภาพแวดล้อม ทัลลัสสีน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลเข้ม ถ้าอยู่ในที่แดดจัดจะมีสีเหลือง ถ้าแสงน้อยมีร่มเงาจะมีสีชมพู ขึ้นได้ทั่วไปในทุกสภาวะ ตั้งแต่พื้นโคลน พื้นทราย และพื้นหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เป็นสาหร่ายที่พบเสมอในอ่าวไทย [4]

กรดไขมัน (fatty acids)

กรดไขมันคือกรดอะลิฟาติกคาร์บอกซิลิก (aliphatic carboxylic acid) ที่มีสายของไฮโดรคาร์บอนยาวขนาดต่าง ๆ กันมีสูตรโครงสร้างโดยทั่วไปเป็น R-COOH โดย R คือสายไฮโดรคาร์บอน กรดไขมันที่พบในไขมันและน้ำมันตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปของเอสเทอร์ (ester) เป็นลิพิดชนิดต่าง ๆ ส่วนกรดไขมันที่พบในพลาสมาจะอยู่ในรูปกรดอิสระ โดยจับอยู่กับแอลบูมิน กรดไขมันมีโครงสร้างเป็นสายตรง ไม่แตกแขนงและมีคาร์บอนเป็นจำนวนคู่ สายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันอาจจะมีพันธะคู่ หรือไม่มีก็ได้ ดังนั้นจึงแบ่งกรดไขมันออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid), กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ถ้าพูดถึงกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) คือกรดไขมัน (fatty acid) ที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ ร่างกายจำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่บริโภคเข้าไป นั่นคือ เราต้องกินกรดไขมันจำเป็นจากอาหารเพื่อทำให้สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ กรดไขมันจำเป็นเป็นส่วนย่อยของ ไขมัน ที่ไม่อิ่มตัว ซึ่งมีประโยชน์และมีความจำเป็นต่อร่างกาย ร่างกายต้องนำมาใช้เพื่อสร้างความสมดุล ความแข็งแรง รวมทั้งการเจริญเติบโต การพัฒนาการ การทำงานของสมอง และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของเซลล์ต่าง ๆ การขาดกรดไขมันที่จำเป็นจะมีผลกระทบต่อสุขภาพ [6]

การจำแนกชนิดของกรดไขมัน

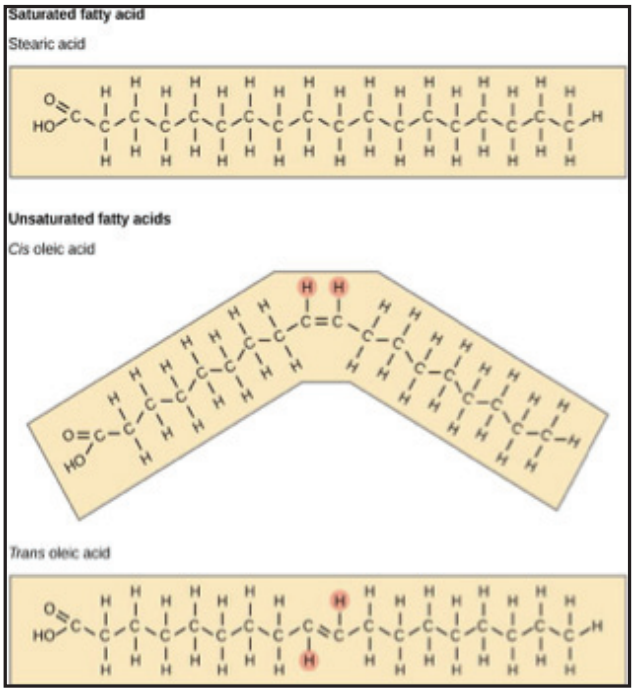
กรดไขมันสามารถจำแนกตามโครงสร้างได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีโครงสร้างอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวตลอดสาย กรดไขมันอิ่มตัวที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ คือ กรดพาลมิติค (palmitic acid: C16) รองลงมา คือ กรดสเตียริค (stearic acid:C18) ซึ่ง กรดไขมันเหล่านี้ร่างกายได้รับจากอาหารหรือสังเคราะห์ขึ้นได้เอง ตัวอย่างโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัวแสดงดังรูป 5

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่บนโครงสร้างคาร์บอนตรงตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีโครงสร้าง 2 แบบ คือ แบบ *cis* และ *trans* ตัวอย่างโครงสร้างของกรดไขมันไม่อิ่มตัวแสดงดังรูป 5 ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีพันธะคู่อยู่ในรูปแบบ *cis* ในธรรมชาติจะพบกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากที่สุด และมักพบว่าพันธะคู่จะอยู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนที่ 9 หรือ 10 [7] โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของโครงสร้างและจำนวนพันธะคู่ดังนี้

2.1 กรดไขมันที่มี 1 พันธะคู่ (monounsaturated fatty acids, MUFAs) เป็นกลุ่มที่มีพันธะคู่เพียง 1 พันธะ กรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ ที่พบมากที่สุดในร่างกาย คือ กรดพาล์มิโทเลอิก (palmitoleic, C16:1) และกรดโอเลอิก (oleic acid, C18:2)

2.2 กรดไขมันที่มีมากกว่า 1 พันธะคู่ (polyunsaturated fatty acids, PUFAs) เป็นกลุ่มที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 พันธะขึ้นไปปกติพันธะคู่ของกรดไขมันจะไม่อยู่ชิดกัน มีหมู่ methylene (-CH2-) คั่นกลาง ตัวอย่างเช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic, C18:2) กรดลิโนเลนิก (linolenic, C18:3) และ กรดอะราชิโดนิก (arachidonic, C20:4) เป็นต้น [8]



ภาพที่ 5 ลักษณะโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว
และแสดงรูปแบบ *cis* และ *trans* ของกรดโอเลอิก

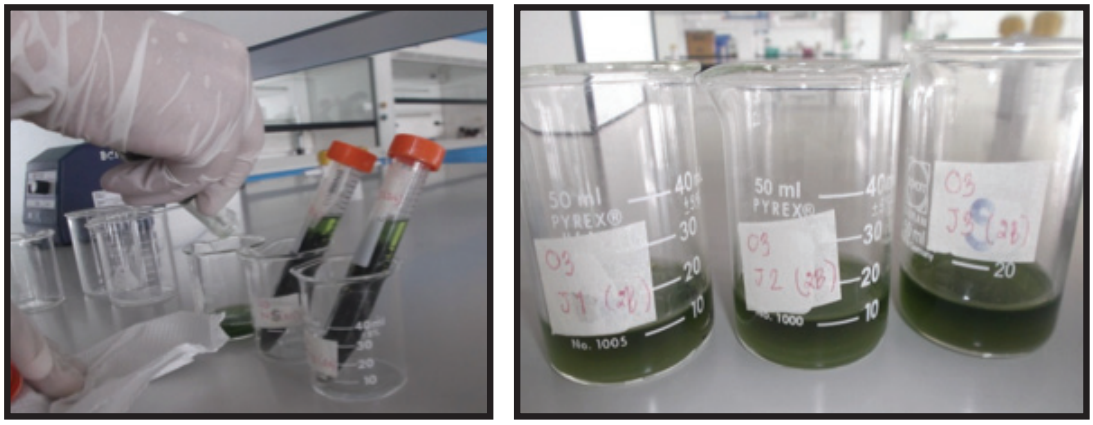
การสกัดกรดไขมัน

ในการสกัดกรดไขมันจากสาหร่ายพัด P*adina sp.* และสาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera* ใช้เทคนิคที่สำคัญโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมละลายแยกเอาสารผสมออกจากกันโดยอาศัยความสามารถในการละลายเฉพาะตัวของสารในตัวทำละลายที่ใช้ สารผสมนั้นอาจเป็นสารผสมที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีหรือเป็นสารที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ

เทคนิค Bligh and Dyer เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากการสกัดเนื้อเยื่อสัตว์และพืช ในขณะเดียวกัน Bligh and Dyer เป็นผู้ค้นพบทั้งวิธีการสกัดและการแยก โดยมีส่วน เฟส (Phase) ของโปรตีนถูกแยกออกมาในระหว่างเฟสของไขมัน ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับการสกัดไขมันที่มีปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำและสัดส่วนของน้ำค่อนข้างสูง เช่น เนื้อเยื่อปลา เนื้อเยื่อในเซลล์พืชหรือเซลล์แขวนลอย (suspension cells) วิธีการสกัดสามารถสกัดได้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก วิธีการนี้สามารถแสดงปริมาณไขมันในตัวอย่างได้อย่างมีนัยสำคัญมากกว่า 2% ของไขมัน วิธี Bligh and Dyer จะให้ผลการสกัดไขมันที่ดีเมื่อทำการสกัดซ้ำโดยตัวทำละลายอินทรีย์ผสม chloroform/methanol ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร

เทคนิค Folch ได้ศึกษาอัตราส่วนตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดไขมันโดยอ้างอิงและพัฒนามาจากเทคนิค Bligh and Dyer โดยวิธี Floch ได้รับการพิจารณาแล้วว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดในการสกัดไขมันและที่สำคัญยังสามารถสกัดไขมันชนิด lipoprotein ได้ เทคนิค Folch เป็นเทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายที่ถูกพัฒนาจากเทคนิค Bligh and Dyer โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้คือ chloroform/methanol ในอัตราส่วนที่แตกต่างจากเทคนิคเดิมของ Bligh and Dyer คือใช้ chloroform/methanol ที่ 2:1 โดยปริมาตร

ในเทคนิค Bligh and Dyer และเทคนิค Folch ที่ใช้ในการสกัดกรดไขมันจากสาหร่ายพัด *Padina* sp. และสาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera* แต่ละเทคนิคมีสภาวะการทดลอง 3 รูปแบบ คือ สภาวะแรกใช้ตัวทำละลายเพียงอย่างเดียว สภาวะที่ 2 การสกัดด้วยตัวทำละลายและการ sonicate ส่วนสภาวะที่ 3 สกัดด้วยตัวทำละลายร่วมกับบัฟเฟอร์ [9]



ภาพที่ 6 ส่วนที่เป็น supernatant

ตาราง 1 กรดไขมันที่สกัดได้จากสาหร่ายพัดและสาหร่ายเหงือกปลา

กรดไขมันที่ได้จากสาหร่ายพัด				กรดไขมันที่ได้จากสาหร่ายเหงือกปลา			
Saturated fatty acid	**%Fas**	**Unsaturated fatty acid**	**%Fas**	**Saturated fatty acid**	**%Fas**	**Unsaturated fatty acid**	**%Fas**
Tetradecanoic acid	16.61	9-Hexadecanoic acid	5.41	Dodecanoic acid	15.53	-	-
Hexadecanoic acid	58.42	6,9,12-Octadecatrienoic acid	0.69	Tetradecanoic acid	15.51		
Octadecanoic acid	7.58	9,12-Octadecadienoic acid	4.96	Hexadecanoic acid	60.12		
		7,10-Octadecadienoic acid	1.16	Octadecanoic acid	9.85		
		5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid	2.33				
		9,12,15-Octadecatrienoic acid	0.94				
		Arachidonic acid	1.88				
Total %Fas	82.61	**Total %Fas**	17.37	**Total %Fas**	100	**Total %Fas**	0

สาหร่ายทะเลเป็นสาหร่ายที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และใยอาหาร มีแร่ธาตุซึ่งร่างกายมนุษย์ต้องการครบถ้วน ซึ่งมีอยู่ประมาณ 18 ชนิด ได้แก่ แคลเซียม คลอรีน โครเมียม โคบอลต์ ทองแดง ไอโอดีน เหล็ก แมกนีเซียม ซีลีเนียม โซเดียม ซัลเฟอร์ วาเนเดียม และสังกะสี (ซิงค์) เป็นต้น ถือได้ว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและมีคุณค่ามหาศาล ในส่วนขององค์ประกอบชนิดไขมันและกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในสาหร่ายทะเลสองชนิด คือ สาหร่ายพัด *Padina sp.* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีน้ำตาล และ สาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดง ที่สกัดด้วยเทคนิค Bligh and Dyer และเทคนิค Folch ภายใต้สภาวะ 3 สภาวะ ในแต่ละสภาวะมีปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดปริมาณกรดไขมันได้ออกมามากน้อยไม่เท่ากัน โดยเทคนิค Bligh and Dyer ภายใต้สภาวะการทดลองที่ 1 คือ การสกัดด้วยตัวทำละลายเพียงอย่างเดียว ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไขมันสูงสุดในการสกัดกรดไขมันจากสาหร่ายพัด *Padina* sp. และสาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera* จึงเป็นเทคนิคและ

สภาวะที่เหมาะสมที่สุด และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางเคมีสาหร่ายพัด *Padina* sp. พบกรดไขมันทั้งหมด 10 ชนิด มีกรดไขมันอิ่มตัว 3 ชนิด และกรดไขมันไม่อิ่มตัว 7 ชนิด ส่วนสาหร่ายเหงือกปลา *Acanthophora spicifera* พบกรดไขมันทั้งหมด 4 ชนิด เป็นกรดไขมันอิ่มตัวทั้ง 4 ชนิด และไม่พบกรดไขมันไม่อิ่มตัว สาหร่ายทั้ง 2 ชนิด มีทั้งส่วนของกรดไขมันที่แตกต่างกันและเหมือนกันเป็นองค์ประกอบอยู่ กรดไขมันชนิดอิ่มตัวเป็นไขมันจำเป็นต่อร่างกายในการเจริญเติบโตของเซลล์ต่าง ๆ เช่น เซลล์สมอง เซลล์กระดูก เซลล์ผิวหนัง และยังเป็นส่วนประกอบในสารสำคัญต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ฮอร์โมนต่าง ๆ เพียงแต่ร่างกายไม่ต้องการมากซึ่งจำกัดปริมาณไม่ควรเกิน 10% ของแคลอรีที่ได้รับต่อวัน และในส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีคุณประโยชน์และจำเป็นต่อร่างกาย มีความสำคัญในการพัฒนาของระบบประสาทและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น Arachidonic acid เป็นกรดไขมันที่สำคัญในกลุ่ม Omega 6 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่สร้างจากกรดไลโนเลอิก มีความสำคัญในการพัฒนาของระบบประสาทและการทำงานของระบบประสาทตา นอกจากนี้ยังช่วยลดระดับคอเรสเทอรอลและป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือดได้ด้วย ถ้าร่างกายขาดจะทำให้ผิวหนังอักเสบ ติดเชื้อง่าย แผลหายช้า ■

MAEJO VISION

เอกสารอ้างอิง

กรดไขมันจากสาหร่ายป้องกันโรคหัวใจ. (2553). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.tistr.or.th/tistrblog/?p=966 2553. (16 พฤษภาคม 2560)

เจษฎาภรณ์ อินทรัตน์. (2558). **สาหร่ายทะเล...พืชสร้างประโยชน์.** สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา.

บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล และมณฑล สมตระกูล. (2552). “EFA กรดไขมันจำเป็น”. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://variety.teenee.com/science/14869.html (16 พฤษภาคม 2560)

Kumari, P., C., R. K. Reddy and B., Jha, (2011). Comparative evaluation and selection of a method for lipid and fatty acid extraction from macroalgae. **Analytical Biochemistry** 415(2): 134-144.

Lewmanomont, K. and Ogawa, H. (1995). **Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand.** Bangkok: Kasetsart University. P. 78-90.

Li, Y.X., Wijesekara, I., Li, Y. and Kim, S.K. (2011). Review Phlorotannins as bioactive agents from brown algae. **Process Biochemistry** 46: 2219–2224.

Miyashita, K., Mikami, N. and Hosokawa, M. (2013). Chemical and nutritional characteristics of brown seaweed lipids: A review. **Journal of functional foods** 5: 1507-1517.

Mapato, C., Wanapat, M. and Cherdthong, A. (2010). Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. **Trop. Anim. Health Prod** 42: 1635-1642.

Park Y., Kim J., Scrimgeour A. G., Condlin M. L., Kim D., and Park Y. (2013). Conjugated linoleic acid and calcium co-supplementation improves bone health in ovariectomised mice. **Food Chemistry** 140: 280-288.