บทที่ 1

บทนำ

สาหร่ายทะเลเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญแหล่งหนึ่งของโลก ซึ่งมนุษย์กำลังหาวิธีเพื่อนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากสาหร่ายทะเลมีมากและสามารถขึ้นอยู่ได้ทั่วโลก ประเทศที่มีชายฝั่งทะเลหรือประเทศที่เป็นเกาะรู้จักนำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ก่อนประเทศอื่น การนำมาใช้ประโยชน์อย่างแรกคือ ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ต่อมาได้มีการศึกษาคุณค่าทางอาหารและวิธีการเพื่อนำมาใช้ทดแทนอาหารที่กำลังเริ่มจะขาดแคลน เนื่องจากการเพิ่มของประชากร นอกจากจะนำสาหร่ายทะเลมาเป็นอาหารแล้ว ยังพบว่าสิ่งสกัดจากสาหร่ายทะเลบางชนิดมีสารโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งแตกต่างจากสารคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) พวกแป้งและน้ำตาลที่ได้จากธัญพืช ซึ่งประกอบด้วยสารโพลีแซคคาไรด์ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพคติน (amylopectin) สารโพลีแซคคาไรด์ที่ได้จากสาหร่ายนี้ เป็นสารพวกไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เช่น วุ้น (agar-agar) คาราจีแนน (carragenan) และเจลแลน (gelan) (Hoppe และ Schmid, 1969)

วุ้นเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นที่รู้จักกันดี เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ในห้องทดลองจุลชีววิทยาและนำมาเป็นอาหารรับประทานโดยตรง วุ้นเป็นที่รู้จักกันดีในประเทศจีนเป็นเวลานานมาแล้ว เริ่มแพร่เข้าสู่ประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2205 วุ้นในประเทศญี่ปุ่นมีชื่อว่า แคนเทน (kanten) (Chapman, 1970) ส่วนสาหร่ายที่นำมาสกัดวุ้นในประเทศญี่ปุ่นที่นิยมมาก คือ เทนกูซา (tengusa) (Gelidium amansii และ Gelidium elegan) และโอนิกูซา (onikusa) (Gelidium japonicum) ส่วนคำว่า อการ์-อการ์ มีต้นกำเนิดมาจาก

ภาษามะลายู ตามความหมายเดิมนั้นหมายถึง สาหร่ายสีแดง สกุล Eucheuma ซึ่งชาวมะลายูนิยมใช้สกัดสิ่งที่มีลักษณะคล้ายวุ้น (Hoppe และ Schmid, 1969)

สาหร่ายที่สามารถนำมาสกัดวุ้นได้ เป็นสาหร่ายทะเลสีแดง ได้แก่ ออร์เดอร์ เจลลิอาเลส (Order Gelidiales) ออเดอร์ ไจกาตินาเลส (Order Gigartinales) บางตระกูล เช่น ตระกูลกราซิลาริเอซี (Family Gracilariaceae) และตระกูลฟิลโลฟอเรซี (Family Philophoraceae) ออเดอร์ โรโดเมนิอาเลส (Order Rhodomeniales) และออเดอร์ เซอรามีอาเลส (Order Cerameniales) บางตัว (Lewin, 1968) สาหร่ายเหล่านี้ Tseng (1946) รวมเรียกว่า agarophyte ในแต่ละประเทศสาหร่ายที่นิยมใช้สกัดวุ้นจะแตกต่างกันไป อาทิเช่น ประเทศญี่ปุ่น ใช้ Acanthopeltis sp. รัสเซียใช้ Ahnfeltia plicata ประเทศญี่ปุ่น สเปญ ปอรตุเกส มอรอคโค และประเทศแถบอาฟริกาใต้ ใช้ Gelidium sp. ประเทศญี่ปุ่น สังกา อินเดีย และสหรัฐอเมริกาใช้ Gracilaria sp. ประเทศนิวซีแลนด์และอียิปต์ใช้ Pteroclodia sp. เป็นต้น

ประเทศที่ผลิตวุ้นเป็นอุตสาหกรรมได้แก่ ประเทศอิตาลี แต่ก็ผลิตได้เพียงเล็กน้อย ประเทศมอรอคโคผลิตวุ้นที่มีคุณภาพดีมาก ประเทศปอรตุเกสก็มีการผลิตวุ้น ประเทศสังกาผลิตวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria verrucosa และ Gracilaria lichenoides ซึ่งเรียกว่า ceylon moss อินเดียเป็นอีกประเทศหนึ่งที่ผลิตวุ้นจากโรงงานที่ทันสมัย ประเทศอินโดนีเซียมีการผลิตวุ้นบ้าง แต่ส่วนใหญ่จะส่งสาหร่ายวุ้นเป็นสินค้าออกไปยังประเทศญี่ปุ่น สำหรับประเทศญี่ปุ่นนั้นมีการผลิตวุ้นจากสาหร่ายมานานแล้ว และเป็นผู้ส่งวุ้นรายใหญ่ออกสู่ตลาดโลก (Schmid, 1969)

สาหร่ายที่นิยมนำมาสกัดวุ้นในประเทศไทยมีหลายชนิดด้วยกัน ที่นิยมมากคือ Gracilaria verrucosa มีชื่อพื้นเมืองว่า สาหร่ายผมนาง จากรายงานของกรมประมงพบว่า มีสาหร่ายผมนางขึ้นอยู่ในทะเลสาบสงขลา บริเวณหมู่บ้านหัวเขา หมู่บ้านเกาะยอ และ

หมู่บ้านเขาเขียว มีมากในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน (เฮิดชาย, 2503) นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งซึ่งพบมากที่สังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด สามารถนำมาสกัดวุ้นได้เช่นเดียวกับสาหร่ายผมนาง และชาวบ้านนิยมรับประทานเป็นผักจิ้มเช่นกัน สาหร่ายชนิดนี้มีชื่อพื้นเมืองว่า สาหร่ายวุ้น หรือสาหร่ายเขากวาง สำหรับชื่อวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่ทราบชื่อแน่นอน จึงใช้ Gracilaria sp. (กาญจนภาชน์, 2521) นอกจากสาหร่ายสกุลกราซีลาเรียสองชนิดนี้แล้ว ในประเทศไทยยังมีสาหร่าย Gracilaria crassa, Gracilaria cylindrica และ Gracilaria millardettii กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณฝั่งตะวันออกของประเทศไทย (กาญจนภาชน์ และประไพสิริ, 2516)

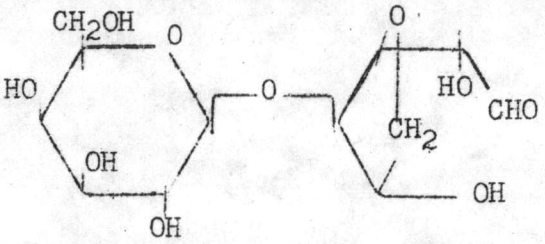
บรรณาธิการ มหาวิทยาลัย

วุ้น

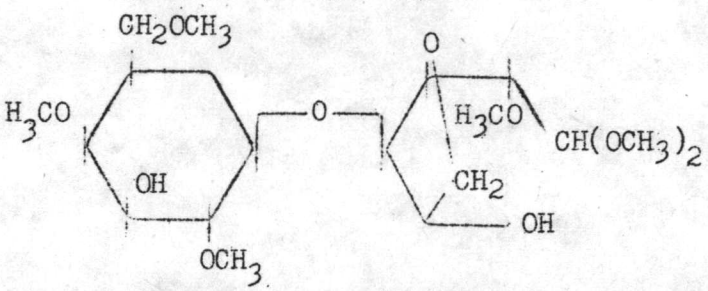
วุ้นที่ได้จากสาหร่ายสีแดงนี้ต่างไปจาก เยลลี (jelly) แม้จะมีลักษณะคล้ายกัน แต่เยลลีเป็นสารประกอบของลิโปโปรตีน (lipoprotein) ซึ่งได้จากการต้มเคี่ยวเอ็นสัตว์ แต่วุ้นจากสาหร่ายสีแดงเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ ตามคำจำกัดความของ U.S. Pharmacopeia (1970) หมายถึง "สารที่ได้จากการสกัดสาหร่ายสีแดง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายได้ในน้ำเดือด สารละลายวุ้นที่มีความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีลักษณะใส เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิ 32-39 องศาเซลเซียส จะแข็งตัวเป็นเจล (gel) ซึ่งจะหลอมเหลวอีกครั้งเมื่อได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป"

Araki (1966) ได้ศึกษาแยกวุ้นออกเป็นโพลีแซคคาไรด์สองชนิด คือ อะกาโรส (agarose) และอะกาโรเพคติน (agaropectin) อะกาโรสเมื่อไฮโดรไลส์ (hydrolyse) ด้วยกรดหรือเอนไซม์ พบว่าประกอบด้วย 1, 3-linked-D-galactose และ 1, 4-linked-3, 6-anhydro-L-galactose ต่อสลับกันเป็นสายตรง และยังพบว่าอะกาโรสประกอบด้วยไดแซคคาไรด์ (disaccharide) สองตัว คือ อะกาโรไบโอส (agarobiose) มีชื่อทางเคมีว่า O-β-D-galactopyranosyl (1 → 4) 3, 6-anhydro-L-galactose และนีโออะกาโรไบโอส (neoagarobiose) O-3, 6-anhydro-α-L-galactopyranosyl (1 → 3)-D-galactose

จากการศึกษาด้วยวิธีเมทราโนไลซิส (methanolysis) จะได้ tetra-O-methyl-agarobiose (O-2, 4-6-tri-O-methyl-β-D-galactopyranosyl) และ 1, 4, 2-O-methyl-3, 6-anhydrogalactose-dimethyl-acetol

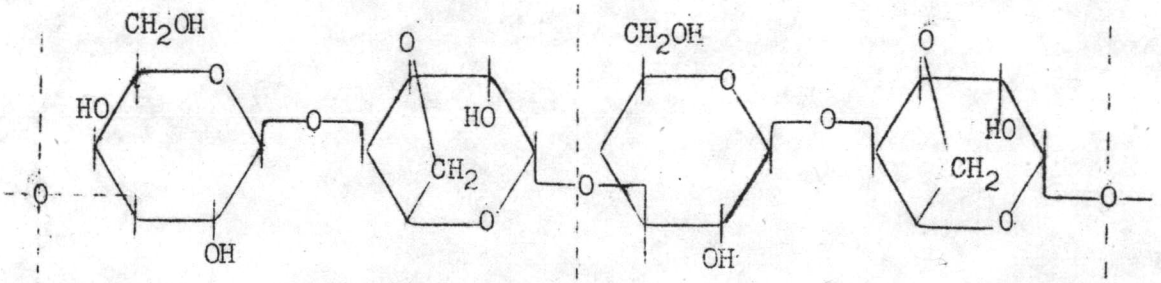


tetra-methyl agarobiose



2-O-methyl-3, 6-anhydrogalactose-dimethyl-acetol

จากเหตุผลนี้ช่วยสนับสนุนข้อที่ว่า Agarobiose ต่อที่คาร์บอน 1, 3 ในโมเลกุลของ agarose (Araki, 1966)



agarobiose neoagarobiose

สูตรโครงสร้างของ agarose (O'Colla, 1962)

ส่วนอะกาโรเพคตินประกอบด้วย D-galactose, 3, 6-anhydro-galactose, galactose, ester sulfate, D-glucuronic acid นอกจากนี้ยังพบอีกว่ามี pyruric acid ต่อที่คาร์บอนตัวที่ 4 และคาร์บอนตัวที่ 6 ของ D-galactose แต่ยังไม่สามารถเขียนสูตรโครงสร้างที่แน่นอนได้ (Percival, 1968)

คุณสมบัติของวุ้นยังแบ่งตามชนิดของสาหร่ายที่นำมาสกัดวุ้น แบ่งได้เป็น 3 พวกคือ

1. แบบ Gelidium คือ เมื่อนำวุ้นแบบนี้มาทำเป็นสารละลายแล้วทิ้งให้เย็นจะแข็งตัวได้แม้ความเข้มข้นของวุ้นจะต่ำ

2. แบบ Gracilaria, Hypnea เมื่อนำวุ้นนี้มาทำสารละลายแล้วทิ้งให้เย็นจะแข็งตัวได้เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงหรือเติมสารอีเลคโทรไลท์ (electrolyte)

3. แบบ Chondrus วุ้นแบบนี้เมื่อนำมาทำสารละลายแล้วทิ้งให้เย็นจะแข็งตัวได้เฉพาะความเข้มข้นสูงเท่านั้น (Volesky et al., 1970)

ปัจจุบันคุณสมบัติของวุ้นวัดเป็นความแข็งของวุ้น (gel strength) ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเซนติเมตร วุ้นที่สกัดโดยการต้มเดี่ยวเพียงอย่างเดียวอาจจะมีคุณสมบัติต่ำความแข็งของวุ้นน้อย จากการศึกษาของ Hong และผู้ร่วมงาน (1968) โดยศึกษาวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria foliifera, Gracilaria damaecornis, Gracilaria domingensis พบว่าวุ้นเหล่านี้มีปริมาณอะกาโรเพคตินสูง และเมื่อเติมสารอัลคาไลน์ (alkaline) ลงไปพบว่าค่าความแข็งของวุ้นจะสูงขึ้น และการควบคุมความเป็นกรดด่างขณะทำการสกัดวุ้น จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพวุ้นให้ดีขึ้น และวุ้นมีความแข็งดีขึ้น Sulit และผู้ร่วมงาน (1973) พบว่า การสกัดวุ้นจากสาหร่ายโดยใช้กรดซัลฟูริคความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล ที่ pH 6 จะได้วุ้นที่มีคุณภาพดีที่สุด จากการศึกษาของชัยยุทธและสมบัติ (2520)

พบว่าถ้าสกัดวุ้นในสภาพที่เป็นกรดเล็กน้อยประมาณ pH 5-6 จะทำให้ผนังเซลของสาหร่ายแตกดีขึ้น ทำให้วุ้นออกมาเร็ว และการแช่สาหร่ายแห้งในด่างก่อนทำการสกัดจะมีผลต่อคุณสมบัติของวุ้น คือ ความแข็งของวุ้นจะเพิ่มมากกว่าการไม่แช่สาหร่ายในด่าง ดังนั้น แม้วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายจะมีคุณภาพต่ำก็สามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นโดยเติมสาร อีเลคโทรไลท์

กองบรรณสารสนเทศ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ลักษณะของสาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย</u>

สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียเป็นสาหร่ายสีแดง ดีวิชั่นโรโดไฟต้า (Division Rhodophyta) คลาสโรโดไฟซี (Class Rhodophyceae) ตระกูลกราซิลาริเอซี (Family Gracilariaceae) การที่สาหร่ายนี้มีสีแดงเพราะมีรงควัตถุไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) อยู่มากกว่ารงควัตถุสีอื่น ทำให้สามารถขึ้นอยู่ใต้ผิวน้ำได้ สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียนี้มีอยู่ประมาณ 100 ชนิด กระจายอยู่ตามมหาสมุทรต่าง ๆ ทั่วโลก อาทิเช่น ทวีปยุโรปพบสาหร่ายวุ้นบริเวณชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศนอร์เวย์และในทะเลเหนือ ในทวีปอาฟริกาพบบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และชายฝั่งอาฟริกาใต้ ทวีปอเมริกาพบบริเวณชายฝั่งอเมริกาเหนือและอเมริกากลาง ชายฝั่งรัฐแคลิฟอเนีย วอชิงตัน บริติช-โคลัมเบีย อ่าวแมกซิโก นอร์ทคาโรไลนา และคิวบา ทวีปออสเตรเลียพบบริเวณชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย ในทวีปเอเชียพบกระจายอยู่ทั่วไปทั้งบริเวณชายฝั่งประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน จีน ฟิลิปปินส์ ปากีสถาน และอินโดนีเซีย ชายฝั่งตะวันออกของประเทศอินเดีย ชายฝั่งทะเลดำ ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกและตะวันออกของอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน (Hoppe และ Schmid, 1969)

สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียมักขึ้นเป็นพุ่มจากฐาน ลักษณะต้นมักกลม หรือแบน ผิวของต้นอาจเรียบหรือหยาบ การแตกกิ่งก้านเป็นแบบไดโคโตมัส (dichotomous) หรือแตกไม่เป็นระเบียบ หรือแตกเป็นหลายสาขา สาหร่ายสกุลนี้สร้างสปอแรนเกียม

(sporangium) มีลักษณะเป็น vase-shape ยื่นออกมาจากระดับเซลปกติเรียกซิสโตคาร์ป (cystocarp) เป็นรูปครึ่งวงกลม มีเนื้อเยื่อยึดอยู่มีขนาดใหญ่ และมีเพอริคาร์ป (pericarp) ป้องกันอยู่รอบ ๆ เรียงตัวกันเป็นแนวรัศมี ตรงกลางซิสโตคาร์ปมีรูเปิดเรียกออสติโอล (ostiole) เป็นทางออกของคาร์โปสปอร์ (carpospore) สาหร่ายสกุลนี้มีความผันแปรของรูปร่างต่าง ๆ กัน

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss สาหร่ายชนิดนี้จะมีลักษณะต้นเป็นพุ่ม ความยาวต้น 10-30 เซนติเมตร เปลี่ยนแปรไปตามสภาพที่สาหร่ายนี้ขึ้นอยู่ ต้นค่อนข้างใส มีผิวเรียบ สีม่วง ม่วงแดง เทา หรือเขียว ต้นค่อนข้างกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 300-450 ไมครอน เป็นเซลผนังบาง เซลที่เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกมี 2-3 ชั้น มีขนาดเล็ก เตตราสปอแรนเกียม (tetrasporangium) มีจำนวนมากฝังอยู่ใต้เซลชั้นผิว กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะกลมมีขนาด 22-30 ไมครอน (รูปที่ 3) ซิสโตคาร์ปมีจำนวนมากกระจายทั่วทั้งต้นเห็นได้ชัดเจน มีลักษณะเป็นตุ่มนูนขึ้นมาจากผิวปกติ (รูปที่ 4) สาหร่ายนี้จะขึ้นเกาะกับก้อนกรวดหรือเปลือกหอย โดยมีที่ยึดเกาะ (hold fast) เล็ก ๆ มักขึ้นอยู่บริเวณที่น้ำตื้น (Issac, 1956; Taylor, 1979) ในประเทศไทยพบสาหร่ายชนิดนี้ขึ้นอยู่บริเวณน้ำตื้นฟื้นเป็นทรายปนโคลนระดับความลึก 1-2 เมตร ในทะเลสาบสงขลาสาหร่ายผมนางจะขึ้นปนกับสาหร่ายหางหมา (Acanthophora sp.) (สุชาติ, 2512)

สาหร่ายเขากวาง (Gracilaria sp.) ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทย มีลักษณะต้นขึ้นเป็นพุ่ม แข็ง ค่อนข้างอวบน้ำ ความยาวของต้น 10 - 20 เซนติเมตร ผิวเรียบ สีน้ำตาล เทา เขียว หรือใส เส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 2 - 4 มิลลิเมตร แตกแขนงแบบไดโคโตมัส หรือแตกด้านข้าง กิ่งก้านที่แตกยาว 3 - 5 เซนติเมตร มีรากยึดเกาะอยู่กับก้อนกรวด การที่มีลำแข็งและเป็นพุ่มมีกิ่งก้านแข็งจึงดูคล้ายเขากวาง

Bird และผู้ร่วมงาน (1977) ศึกษาสาหร่าย Gracilaria sp. พบว่า เตตราสปอโรไฟท์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ไม่สามารถที่จะงอกได้ ในการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เตตราสปอร์ที่มีอายุ 24 ชั่วโมง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ไมครอน เมื่อเลี้ยงต่อไปอีกเป็นเวลา 4 วัน เตตราสปอร์จะมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 100 ไมครอน และในเวลา 10 วัน เตตราสปอร์จะงอกต้นขึ้นจากกึ่งกลางของสปอร์ และในเวลาหนึ่งเดือนต้นแกมมีโตไฟท์ที่งอกใหม่จะเจริญแตกกิ่งก้านสาขา ความสามารถในการงอกของเตตราสปอร์จะสูงกว่าการงอกของคาร์โปสปอร์ ดังนั้น ปริมาณของสาหร่ายระยะแกมมีโตไฟท์ย่อมจะมีมากกว่าระยะเตตราสปอโรไฟท์ เช่นเดียวกันต้นแกมมีโตไฟท์ย่อมมีปริมาณมากกว่าต้นคาร์โปสปอไรไฟท์ เนื่องจากต้นคาร์โปสปอโรไฟท์คือ ต้นแกมมีโตไฟท์ต้นเมียที่ได้รับการผสมเท่านั้น การงอกของสาหร่ายแกมมีโตไฟท์จากเตตราสปอร์เป็นต้นผู้และต้นเมียมีอัตราส่วนเท่า ๆ กัน แต่พบว่าซิสโตคาร์ปในต้นเมียมักไม่ค่อยได้รับการผสม และความสามารถในการงอกของคาร์โปสปอร์ก็ต่ำ ต้นเตตราสปอโรไฟท์จึงมีปริมาณไม่มากนัก การหลุดของสปอร์ออกจากต้นขึ้นอยู่กับความดันออสโมซิส (osmotic pressure) สปอร์ของสาหร่ายที่ขึ้นในที่แห้งหรือบริเวณที่มีน้ำขึ้นลงจะแตกออกจากต้นได้ง่ายกว่าต้นที่ขึ้นอยู่ในน้ำตลอดเวลา

ช่วงเวลาที่สาหร่ายเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศของแต่ละประเทศ ในประเทศอินเดียพบสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียน้อยในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน สาหร่ายจะพบมากขึ้นในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (Rao, 1968) สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียในเขตหนาวจะพบบริเวณระดับความลึกไม่เกิน 3 เมตร และพบในระยะที่อากาศเริ่มอบอุ่น เพราะสาหร่ายสกุลนี้มีความสามารถในการพักตัวในฤดูหนาวได้เป็นอย่างดี (Tayler, 1979; Hoyle , 1975)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัฏจักรชีวิต (life cycle)

วัฏจักรชีวิตของสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียมี 3 ระยะ (triphasic type) ได้แก่ระยะแกมมีโตไฟท์ (gametophyte phase) ระยะคาร์โปสปอโรไฟท์ (carposporophyte phase) และระยะเตตราสปอโรไฟท์ (tetrasporophyte phase) 2 ระยะแรกเกิดบนต้นแกมมีโตไฟท์ (gametophyte plant) ส่วนระยะหลังเกิดบนต้นเตตราสปอโรไฟท์ (tetrasporophyte plant) ต้นทั้ง 2 นี้มีลักษณะเหมือนกัน (isomorphic)

การสืบพันธุ์มีทั้งแบบไม่อาศัยเพศ (asexual) โดยการสร้างเตตราสปอร์ (tetraspore) และแบบอาศัยเพศ (sexual) โดยการสร้างเซลสืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมียบนต้นแกมมีโตไฟท์ต่างต้นกัน ซึ่งมีโครโมโซม n แกมมีโตไฟท์ต้นผู้จะสร้างเซลสืบพันธุ์ เรียกว่า สเปอร์มาเทียม (spermatium) ขึ้นภายในสเปอร์มาแทงเกียม (spermatangium) บนแขนงพิเศษ เรียกว่า สเปอร์มาแทงเกียล ฟิลาเมนท์ (spermatangial filament) ส่วนแกมมีโตไฟท์ต้นเมียจะสร้างคาร์โปโกเนียม (carpogonium) อยู่บนคาร์โปโกเนียลฟิลาเมนท์ (carpogonial filament) เมื่อเวลาสืบพันธุ์สเปอร์มาเทียมจะหลุดลอยตามน้ำมาผสมกับคาร์โปโกเนียมบนต้นเมียได้เป็นไซโกต (zygote) เมื่อไซโกตแบ่งตัวแบบไมโตซิส (mitosis) ในคาร์โปโกเนียมได้คาร์โปสปอร์ (carpospore) และมีเซลที่ป้องกันอยู่รอบ ๆ เรียก เพอริคาร์บ (pericarp) เจริญอยู่บนต้นแกมมีโตไฟท์ต้นเมีย ระยะนี้เรียกว่า ระยะคาร์โปสปอโรไฟท์ เมื่อเจริญเต็มที่จะมีลักษณะเป็นตุ่มกลม ๆ อยู่ตามผิวทั่วต้น เรียก ซิสโตคาร์บ (cystocarp) ภายในมีคาร์โปสปอร์ เมื่อแก่จะหลุดออกจากซิสโตคาร์บไปงอกเป็นต้นดิพพลอยด์ต้นใหม่ เรียกว่า เตตราสปอโรไฟท์ มีโครโมโซม 2n เมื่อโตเต็มที่จะสร้างเตตราสปอร์ขึ้นภายในเตตราสปอร์แรนเกียม (tetrasporangium) โดยมีการแบ่งแบบไมโอซิส (meiosis) ได้เตตราสปอร์ที่มีโครโมโซม n ซึ่งจะไปงอกเป็นแกมมีโตไฟท์ต้นผู้และต้นเมียอย่างละเท่า ๆ กัน เป็นการเจริญครบวัฏจักรชีวิต ดังแสดงในรูปที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพนิเวศน์ของสาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย

สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียพบขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งที่มีก้อนกรวด ก้อนหินเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป และมีสาหร่ายอื่นขึ้นปะปนอยู่ด้วย เช่น Hypnea sp., Acetabularia sp. สาหร่ายที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งที่มีการขึ้นลงของน้ำ (Richardson, 1968) เมื่อน้ำลงสาหร่ายนี้จะอยู่พ้นผิวน้ำ ดังนั้น สาหร่ายที่ขึ้นอยู่บริเวณที่น้ำขึ้นลงนี้จะต้องสามารถทนต่อความแห้งและอุณหภูมิสูงได้ดี และยังพบสาหร่ายในเขตชายฝั่งที่มีน้ำท่วมตลอดเวลา (Issac, 1956) ที่ยึดเกาะของสาหร่ายได้แก่ก้อนกรวดและเปลือกหอยที่กระจายอยู่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายเป็นอย่างมาก บริเวณที่มีก้อนกรวดกระจายอยู่มาก จะพบว่าสาหร่ายสามารถแพร่กระจายได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลของคลื่นลมยังมีอิทธิพลต่อการเจริญ การงอก และการกระจายของสปอร์เป็นอย่างมาก (Menez, 1961) ดังนั้น จะพบว่าสาหร่ายสกุลนี้จะเจริญได้ดีในบริเวณที่เป็นอ่าวคลื่นลมสงบ ถ้าเป็นบริเวณที่มีคลื่นลมจัดจะทำให้สาหร่ายขาดลอยไปตามน้ำ สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียสามารถเจริญเติบโตในฤดูร้อนได้ดีกว่าฤดูหนาว แต่ก็พบสาหร่ายนี้ทั้งในบริเวณที่มีกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็น เช่น บริเวณอาฟริกาใต้ นอกจากนี้ความเข้มของแสงก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต บริเวณที่มีความเข้มของแสงน้อยสาหร่ายจะโตช้าและมีสีซีด เพราะขาดรงควัตถุพวกไฟโคอีริทริน ดังที่กล่าวมาแล้วว่าสาหร่ายนี้จะเกาะยึดอยู่กับก้อนกรวดหรือเปลือกหอย แต่บริเวณชายฝั่งประเทศญี่ปุ่น บริเวณที่น้ำตื้นก็ยังพบสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียเจริญเป็นอิสระไม่ยึดเกาะกับสิ่งใด ลักษณะการขึ้นของสาหร่ายเช่นนี้ก็พบบริเวณชายฝั่งของรัฐนอร์ทคาโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา (Boney, 1965) โดยสรุปแล้ว สาหร่ายสกุลกราซิลาเรียจะพบอยู่บริเวณน้ำลึกไม่เกิน 3 เมตร เช่น Gracilaria dumontioides ซึ่งพบบริเวณมหาสมุทรแอนตาร์คติค (Dell, 1972)

นอกจากสภาพแวดล้อมทางนิเวศน์วิทยาดังกล่าวแล้ว ปริมาณธาตุอาหาร (nutrient) ในน้ำทะเลและความยาวของช่วงวันก็เป็นสิ่งน่าสนใจศึกษา เพราะไนเตรท

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และฟอสเฟตนับเป็นธาตุอาหารสำคัญของพืช ในประเทศญี่ปุ่นการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำเป็นต้องมีการเติมปุ๋ย โดยการนำปุ๋ยน้ำใส่ถุงโพลีเอททีลีน (polyethylene) แล้วผูกปากนำไปลอยในบริเวณที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายให้ปุ๋ยค่อย ๆ ซึมจากถุง เป็นทางหนึ่งที่ป้องกันการเกิดมลภาวะในน้ำ ซึ่งเกิดจากการที่น้ำมีธาตุอาหารมากเกินไป ปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเลที่ได้จากการวิเคราะห์อาจเป็นแนวทางในการเติมปุ๋ยสำหรับสาหร่ายในการเพาะเลี้ยงต่อไป จากการทดลองของ Edelstein และผู้ร่วมงาน (1976) พบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเล 30 ส่วนพัน ใช้ความเข้มแสง 10,150 ลักซ์ (lux) ความยาวช่วงวัน 12 ชั่วโมง ช่วงมืด 12 ชั่วโมง น้ำหนักสดของสาหร่ายระยะแกมมีโตไฟท์จะเพิ่มขึ้นถึง 13 เท่าในเวลา 2 สัปดาห์ ถ้าเปลี่ยนเป็นให้แสงตลอด 24 ชั่วโมง ที่ความเข้ม 9,720 ลักซ์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายจะมีสีค่อนข้างเหลืองและกิ่งก้านแข็ง น้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้นเป็น 11 เท่า ในประเทศอินเดียอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส (Raju และ Thomas, 1971) ในซีกโลกแถบเหนือ เช่น ในประเทศนอร์เวย์ อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 16-20 องศาเซลเซียส (Boney, 1965) Edelstein และผู้ร่วมงาน (1976) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง Gracilaria sp. อยู่ระหว่าง 15-28 องศาเซลเซียส

<u>ปริมาณโปรตีนของสาหร่ายสีแดง</u>

ปริมาณโปรตีนของสาหร่ายสีแดงประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acid) หลายชนิด แต่กรดอะมิโนที่สำคัญและพบมากได้แก่ กรดไอโอโดอะมิโน (iodoamino acid) จะพบในสาหร่ายสีน้ำตาลและสาหร่ายสีแดงเท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะเด่น กรดอะมิโนจำพวกไดไอโอโดไทโรซีน (diiodothyrosine) เป็นสารประกอบหลักของสารประกอบอินทรีย์ของไอโอดีนซึ่งสามารถที่จะรวมตัวกันเป็นฮอร์โมนไทรอกซีน (thyroxine) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นสารสำคัญในเมตาโบลิซึมพื้นฐาน (basal metabolism) นอกจากจะพบไดไอโอโดไทโรซีนแล้ว ยังพบโมโนไอโอโดไทโรซีน (monoiodothyrosine)

และไตรไอโอโดไทโรซีน (triiodothyrosine) บ้างเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบสาร ประกอบไนโตรจีนัส (nitrogenous compound) ที่สำคัญสองตัวซึ่งเป็นสารดีริเวทีป (derivative) ของกรดอะมิโนซิสเตอีน (cysteine) คือ L-2-amino-I-propane sulfonic acid (D-cysteinolic) ซึ่งพบถึง 0.1 เปอร์เซ็นต์ในสาหร่าย Polysiphonia fastigiata และ M-(D-2, 3-dihydroxy-n-propyl)-taurine (D-glyceryl) อยู่รวมกับกรดอะมิโน แต่การศึกษาเมตาโบลิซึมของโปรตีนที่ต่อโดยกรดอะมิโนยังไม่ชัดเจน โดยกรดอะมิโนจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโปรตีน การเปรียบเทียบปริมาณกรดอะมิโนระหว่างสาหร่ายต่างชนิดไม่สามารถเปรียบเทียบได้ เพราะว่าปริมาณกรดอะมิโนขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ธาตุที่สาหร่ายนั้นขึ้นอยู่ จากการทดลองกับสาหร่ายสกุล Chlorella พบว่ากรดอะมิโนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าในเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากให้แอมโมเนียหรือไนเตรทแก่สาหร่าย

จากการศึกษาพบว่าความแตกต่างของปริมาณโปรตีนของสาหร่ายชนิดเดียวกันในช่วงเดือนที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันมากกว่าสาหร่ายต่างชนิดที่เก็บพร้อม ๆ กัน ณ สถานที่เดียวกัน (Fowden, 1962) การรับประทานสาหร่ายเป็นอาหาร นอกจากจะได้โปรตีนในปริมาณที่สูงแล้ว ยังสามารถเพิ่มสารไอโอดีนแก่ร่างกายในปริมาณที่มากอีกด้วย ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่ถึงยุคที่จะนำสาหร่ายมาเป็นอาหารหลัก เนื่องจากการขาดแคลนโปรตีนยังไม่สูงมาก และปัญหาเศรษฐกิจปัจจุบันก็ยังมุ่งความสนใจที่จะใช้โปรตีนจากพืชตระกูลถั่ว และธัญพืชอื่น ๆ มาเป็นอาหาร

ไขมันจากสาหร่าย

ไขมันที่สะสมอยู่ในสาหร่ายเป็นกรดไขมันอยู่ในช่วงคาร์บอน 12 ถึงคาร์บอน 24 และเป็นเลขคู่ กรดไขมันอิ่มตัวเป็นสายตรงที่พบในสาหร่ายนี้ก็พบในพืชชั้นสูงและสัตว์ เช่น กรดลอริค (lauric acid) (C 12) กรดไมริสติค (myristic acid (C 14)

กรดปาล์มมิติค (palmitic acid) (C 16) และกรดสเตียริค (stearic acid) (C 18) องค์ประกอบของไขมันของสาหร่ายสีแดงจะซับซ้อนกว่าไขมันของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว โดยจะมีกรดไขมันคาร์บอน 20 และคาร์บอน 22 ปริมาณมากกว่า และมีพันธะคู่ 4 ถึง 6 คู่ (Wood, 1974) สำหรับพวกสเตอรอล (sterol)ในสาหร่ายสีแดงมีเดสโมสเตอรอล (desmosterol) เป็นสารสเตอรอลหลักที่พบทั่วไป และสารสเตอรอลนี้เป็นสารอันซาปอนนิไฟเอเบิล ไลปิด (unsaponifiable lipid) และแสงมีผลต่อการสร้างสารสเตอรอล (Miller, 1962) ปริมาณสเตอรอลขึ้นกับฤดูกาล สำหรับสาหร่าย Gracilaria verrucosa พบว่ามีสารลาโนสเตอรอล (lanosterol) และคอเลสเตอรอล (cholesterol) อยู่ด้วย (Henziquez et al., 1972; Goodwin, 1974) สารไขมันซึ่งเก็บไว้ที่คลอโรพลาส (chloroplast) เป็นพวกฟอสโฟไลปิด (phospholipid) เช่นเดียวกับที่ผนังเซลเมมเบรน สาหร่ายที่มีขนาดเล็กเมตาโบลิซึมภายในลำต้นยังมีน้อย จะมีการสะสมไขมันเพียงเล็กน้อย เมื่อสาหร่ายโตมากขึ้นการสะสมไขมันก็จะเพิ่มขึ้น นอกจากอายุของสาหร่ายแล้ว สภาพแวดล้อมที่สาหร่ายขึ้นอยู่ก็ยังมีอิทธิพลต่อการสร้างไขมันอีกด้วย ได้แก่ ความลึกและความเข้มของแสง ถ้าความเข้มของแสงสูง จะมีการผลิตไขมันมากขึ้นตามไปด้วย ฤดูกาลก็มีผลต่อการสร้างไขมันภายในเซล (Benson และ Shibuya, 1962)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คาร์โบไฮเดรต

สำหรับสารคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในเซลของสาหร่ายสีแดงเป็นสารฟลอริเดียน (floridean starch) ซึ่งมีลักษณะคล้ายแป้งจากข้าวโพด คือ มีสารคาร์โบไฮเดรตในรูปของอะไมโลเพคตินมากกว่าอะไมโลส แต่ในสาหร่ายสีแดงไม่พบสารอะไมโลส และแป้งที่ได้จากสาหร่ายวุ้นจะแตกตัวได้ง่ายกว่าแป้งที่ได้จากพืชชั้นสูง (Craigie, 1974; Schmid, 1969)

การนำสาหร่ายวุ้นมาใช้ทำปุ๋ยพืชสดย่อมเป็นผลดีต่อเนื้อดิน โดยจะเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และความโปร่งของดิน นอกจากนี้สารอินทรีย์จากสาหร่ายก็ยังเป็นอาหารที่ดีของปักเตรีอีกด้วย และเป็นที่ยึดเกาะของธาตุอาหารภายในดิน ป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุอาหารซึ่งเป็นผลทั่วไปของปุ๋ยพืชสดที่มีต่อดิน ในปัจจุบันได้มีการนำสาหร่ายทะเลมาทำปุ๋ยพืชสดกันเป็นจำนวนมาก จากการทดลองพบว่าปุ๋ยพืชสดจากสาหร่ายทะเลในระยะ ๆ แรก ๆ ของการปลูกพืช พืชจะเจริญได้ดี แต่ถ้าปลูกในระยะยาวการเจริญของพืชอาจลดลง สำหรับการทดลองปลูกต้นมัสตาดโดยใช้สาหร่ายวุ้นทำปุ๋ยพืชสดเปรียบเทียบกับเด้าของวุ้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน นั่นคือ ในสาหร่ายวุ้นไม่มีสารที่เป็นตัวหยุดการเจริญเติบโต (Blunden และ Woods, 1968)

ปริมาณวุ้นจากสาหร่าย

ปริมาณวุ้นจากสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียมีอยู่ในปริมาณไม่มากนัก คือ ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของ Edelstein และผู้ร่วมงาน (1976) พบว่าสาหร่าย Gracilaria sp. มีปริมาณวุ้น 23 เปอร์เซ็นต์ De Boer (1978) รายงานปริมาณวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria foliifera ว่ามี 25 เปอร์เซ็นต์ Kim และ Henriques (1978) ศึกษาปริมาณวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria verrucosa พบว่าต้นคาร์โปสปอโรไฟท์มีปริมาณวุ้นมากกว่าต้นเตตราสปอโรไฟท์ แต่ความแข็งของวุ้นของต้นเตตราสปอโรไฟท์สูงกว่า ในประเทศไทยสาหร่ายผมนางที่นำมาสกัดวุ้นมีปริมาณวุ้น 20-25 เปอร์เซ็นต์ (เกลียว, 2478) ชัยยุทธและสมบัติ (2520) ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณวุ้นจากสาหร่าย Gracilaria sp. จากจังหวัดระนองมีปริมาณวุ้น 21-26 เปอร์เซ็นต์ และจากทะเลสาบสงขลามีปริมาณวุ้น 20-23 เปอร์เซ็นต์ แต่ Angio และผู้ร่วมงาน (1973) เสนอว่า Gracilaria verrucosa ในประเทศฟิลิปปินส์ สามารถสกัดวุ้นได้ถึง 48.21 เปอร์เซ็นต์

ประโยชน์ของสาหร่ายวุ้น

ประโยชน์ของสาหร่ายวุ้นกราซิลาเรียมีหลายประการด้วยกัน อาทิเช่น เป็นอาหารคน ในประเทศไทยมีการบริโภคสาหร่ายวุ้นดังที่กล่าวมาแล้ว ในประเทศนิวซีแลนด์มีการนำสาหร่ายชนิดนี้มาเป็นอาหาร (Chapman, 1970) ในประเทศเวียตนามและฟิลลิปปินส์ใช้สาหร่าย Gracilaria crassa เป็นอาหาร ในศตวรรษที่ 8 ประเทศจีนใช้สาหร่าย Gracilaria lichenoides เป็นยา (Hoppe และ Schmid, 1969) ในการเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล (Chanos chanos) ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้สาหร่าย Gracilaria verrucosa เป็นอาหาร จึงมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนี้ในบ่อปลาเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับปลาที่เลี้ยงในบ่อ (Hickling, 1970) ประโยชน์ของสาหร่ายวุ้นที่สำคัญที่สุดคือ การนำมาสกัดวุ้น ในสหรัฐอเมริกา บริษัท The American Agar and Chemical Co. ใน San Diego ผลิตวุ้นได้ถึง 4 แบบ เพื่อใช้ในงานต่าง ๆ กัน คือ สำหรับห้องทดลองจุลชีววิทยา สำหรับอุตสาหกรรมยา สำหรับอุปกรณ์ทันตกรรม และอุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง การทำเนยและขนมปังใช้เป็นตัว stabilizer ทำน้ำสลัด ทำแยม ซึ่งการตรวจอาหารที่ใส่วุ้นนี้ใช้วิธีทดสอบโดยกล้องจุลทรรศน์ตรวจหาสาหร่ายไดอะตอม (diatom) ที่ปนอยู่ในวุ้น หรือทดสอบวุ้นโดยทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนจะให้สีน้ำเงินเข้ม (Pearson, 1976) นอกจากนี้วุ้นยังใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางค์ ใช้ทำแคปซูลยา และยังใช้เป็นยาถ่าย (Remington's Pharmaceutical Sciences, 1965) ทำโลชั่นและน้ำมันทาผิว ในอุตสาหกรรมถ่ายภาพ ใช้ทำกาวทากระดาษ ในอุตสาหกรรมผ้าใช้ตกแต่งผ้า ใช้เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ในด้านทันตแพทย์ใช้ทำพลาสติคหล่อฟัน (Schmid,, 1969; Chapman, 1970)

การนำสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียที่ขึ้นตามธรรมชาติมาใช้ประโยชน์มักจะเป็นการทำลายพันธุ์ของสาหร่าย เพราะการเก็บโดยมากจะเก็บมาทั้งต้น ไม่เหลือบริเวณส่วนที่ยึดเกาะหรือชิ้นส่วนที่จะให้สาหร่ายขยายพันธุ์ต่อไปได้อีก ดังนั้น ปริมาณสาหร่ายจึงลดลง

007307

อย่างรวดเร็ว ถ้าผู้เก็บสาหร่ายใช้ความละเอียดในการเก็บมากขึ้น โดยเก็บเฉพาะลำต้นและเหลือส่วนรากเอาไว้ สาหร่ายก็สามารถงอกขึ้นมาทดแทนใหม่ได้ การที่สาหร่ายลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว แต่ความต้องการสาหร่ายมีมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการเพาะเลี้ยง ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสาหร่ายมีอยู่ทั่วไปทั้งในอินเดีย ไต้หวัน ญี่ปุ่น และมีการศึกษาระบบนิเวศน์ (ecosystem) ของสาหร่ายมากขึ้น เช่น การศึกษาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม ความเค็มของน้ำทะเล ความเข้มของแสง ความเป็นกรดด่าง ความยาวของช่วงวัน และวงจรชีวิตของสาหร่าย การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในไต้หวันและญี่ปุ่น จะเลี้ยงในทะเลระหว่างช่วงเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ โดยใช้เชือกเป็นที่ยึดเกาะ ใช้ท่อนพันธุ์สาหร่าย Gracilaria sp. ขนาด 2.5-3 เซนติเมตร การที่ไม่ใช้ท่อนพันธุ์ขนาดเล็กกว่านี้เพราะจะหลุดลอดเชือกได้ง่าย (Shang, 1976) ในอินเดียจะเลี้ยงในบ่อซึ่งขุดลึกประมาณ 1 เมตร เมื่อเริ่มเพาะเลี้ยง 2 เดือนแรกจะต้องปล่อยให้น้ำในบ่อลึก 20-30 เซนติเมตร ต่อมาจึงจะเปิดน้ำเข้าให้น้ำในบ่อลึก 60-80 เซนติเมตร การเลี้ยงมักเลี้ยงบนไม้ไผ่ล่านและเอาแหคลุมไว้ โดยควบคุมน้ำทะเลให้มีความเค็มประมาณ 25 ส่วนพัน (ppt) ถ้าปล่อยให้ความเค็มสูงถึง 35 ส่วนพัน สาหร่ายจะตาย ปีหนึ่งจะเก็บสาหร่ายได้ประมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ (Raju และ Thomas, 1971) จากการศึกษาของ Edelstein et al. (1976) พบว่าควรเลี้ยงสาหร่ายในน้ำที่มีอุณหภูมิ 15 - 28 องศาเซลเซียส สาหร่าย Gracilaria sp. จะเจริญได้ดีที่สุด สาหร่ายจะเจริญได้ดีในความเค็มของน้ำทะเลประมาณ 30 ส่วนพัน และจะตายเมื่อน้ำมีความเค็มเพียง 10 ส่วนพัน สาหร่ายจะเจริญดีที่สุดถ้ามีแสงในช่วงวัน 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง นอกจากนี้พบว่าในบริเวณที่มีน้ำไหลสาหร่ายจะเจริญได้ดีกว่าในน้ำนิ่ง ปริมาณสาหร่ายจะเพิ่มขึ้นถึง 389 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งการเพาะเลี้ยงนี้ช่วยสนองความต้องการวุ้นจากสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียได้

จากการศึกษาและทดลองของนักวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวนี้จะเห็นว่าสาหร่ายในประเทศไทยน่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น วิทยานิพนธ์นี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษา

ปริมาณและคุณสมบัติของวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดงสกุลกราซิลาเรีย 2 ชนิด คือ สาหร่ายเขากวาง (Gracilaria sp.) จากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกบริเวณจังหวัดตราด และสาหร่ายผมนาง (Gracilaria verrucosa) จากฝายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย บริเวณทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เพื่อทราบคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายทั้งสอง และสภาพทางนิเวศน์วิทยาที่สาหร่ายทั้งสองนี้ขึ้นอยู่ เพื่อเป็นแนวทางการส่งเสริมการเพาะเลี้ยง และอุตสาหกรรมการผลิตวุ้นต่อไป