รายงานการวิจัย และวิเคราะห์
สถานภาพและศักยภาพการผลิต และการใช้สาหร่ายทะเล
รวมทั้งความต้องการในงานวิจัย และพัฒนาในประเทศไทย

ณัฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์
เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์

จส
จท 15
003921

ตุลาคม 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานการวิจัย และวิเคราะห์
สถานภาพและศักยภาพการผลิต และการใช้สาหร่ายทะเล
รวมทั้งความต้องการในงานวิจัย และพัฒนาในประเทศไทย

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์
เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์

ตุลาคม 2529

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ [illegible]

มอบให้หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

24 / ธ.ค. / 29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

039777

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ .... ก

บทที่

1 บทนำ 1

- วัตถุประสงค์ของรายงาน 1
- ความสำคัญของสาหร่ายทะเลในแง่การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล 3

2 สถานภาพปัจจุบันของการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเล 40

- การใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทย 40
- ปริมาณการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศ 45
- ผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติในประเทศไทย 60
- การวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทย 110
- ปัญหาและอุปสรรค 147

3 ศักยภาพการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลในอนาคตรวมทั้งความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย 151

- แนวโน้มของการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในอนาคต 152
- การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต 152
- การพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล 163
- การตลาดและการส่งออกของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากจากสาหร่ายทะเลในอนาคต 169

เอกสารอ้างอิง 171

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเล รวมทั้งความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาในประเทศไทยนี้ได้รับคำแนะนำเพื่อริเริ่มจาก ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และสามารถดำเนินการได้ภายใต้เงินทุนอุดหนุนจาก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี-และการพลังงาน

ผู้เขียนขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของนักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ผู้เขียนได้รวบรวมเอาผลงานของท่านเหล่านี้มาไว้ในรายงานฉบับนี้ ซึ่งถ้าปราศจากผลงานของท่านเหล่านี้ รายงานฉบับนี้ก็ไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้

พร้อมกันนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณบุคคลหลายท่าน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการรวบรวมเอกสารและข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในรายงานฉบับนี้คือ รองศาสตราจารย์กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, อาจารย์ ดร.มหรรณพ บรรพพงศ์, ดร.อนันต์ สาระยา, คุณบรรเจิด ศิละมรรค, รองศาสตราจารย์ปรีชา สุวรรณพินิจ, อาจารย์นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, คุณสุวรรณา ภาณตระกูล อาจารย์วิสุทธิ์ ถีระสัตยวงศ์, อาจารย์สมถวิล เตชะพรหมพันธุ์, คุณอัจฉราภรณ์ อุดมกิจ, และคุณเบญจวรรณ ไชยวงศ์ นอกจากนี้ขอขอบคุณ คุณละออง เตมียวณิชย์, คุณธีรนุช ทรัพยสาร และคุณสุจินต์ มีศิลป์ ที่ช่วยให้การจัดพิมพ์เอกสารฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ QK
 ศภ 15
เลขทะเบียน 003921
วัน.เดือน.ปี 9 มิ.ย. 30

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

สาหร่ายในความเข้าใจของคนทั่วไปจะหมายถึงพืชที่อยู่ในน้ำ ซึ่งรวมทั้งพืชดอกพวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชเลี้ยงใบคู่ และพืชไร้ดอกกลุ่มที่เรียกว่า algae ที่มีขนาดใหญ่พอเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่สาหร่ายที่จะกล่าวถึงต่อไปในรายงานนี้ จะหมายถึงพืชไร้ดอกกลุ่มที่นักอนุกรมวิธานเรียกว่า algae เท่านั้น สาหร่ายเป็นพืชที่มีลักษณะและขนาดแตกต่างกันมาก มีทั้งที่เป็นเซลเดี่ยวขนาดเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จนถึงพวกที่มีขนาดใหญ่มีความยาวถึง 100 ฟุต ถิ่นอาศัยก็แตกต่างกันไป สามารถพบได้ทั้งในที่แห้งแล้ง ที่ชื้นและ ในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม หรือแม้กระทั่งน้ำที่เค็มจัดอย่างใน Dead Sea ในบรรดาสาหร่ายทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่าสาหร่ายทะเล (Seaweed) เป็นพวกที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับจากสาหร่าย ได้แก่ใช้เป็นอาหารคน ใช้เป็นยา เป็นปุ๋ย เป็นอาหารสัตว์ และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารประกอบพวก phycocolloids ซึ่งมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน และใช้กันมากในอุตสาหกรรมหลายประเภท ความต้องการสารประกอบ phycocolloids และสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรม และการเพิ่มจำนวนของประชากร จนทำให้มีการเพาะเลี้ยงกันในหลายประเทศ

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานการศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลรวมทั้งความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะรวบรวมและวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทย รายงานนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือสถานภาพปัจจุบันของการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลในประเทศไทย ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทย ปริมาณการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศ ผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติในประเทศไทย การวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทยตลอดจนปัญหาและอุปสรรค ในส่วนที่สองจะกล่าวถึงศักยภาพการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลในอนาคตรวมทั้งความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย ซึ่งคลุมถึงแนวโน้มของการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในอนาคต การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต การพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลตลอดจนการตลาดและการส่งออกของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในอนาคต ผู้เขียนหวังว่ารายงานดังกล่าวจะมีประโยชน์

ต่อนักวิชาการ นักวางแผนเกษตรกร นักธุรกิจอุตสาหกรรม และผู้เกี่ยวข้องทั้งในภาครัฐและเอกชน เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาหาแนวทางในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลและการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลในอนาคต

แหล่งที่อยู่ ลักษณะทั่วไปและการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเล

สาหร่ายทะเลที่นับว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และจะกล่าวถึงต่อไปในบทความนี้ เป็นสาหร่ายที่ถูกจำแนกไว้ใน Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว), Division Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) และ Division Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) เกือบทั้งหมดจะเป็นสาหร่ายที่มีขนาดใหญ่ และเจริญโดยยึดเกาะกับก้อนหิน ก้อนกรวด ปะการัง เปลือกหอย ฯลฯ ส่วนของต้นพืชทั้งหมด ซึ่งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า thallus ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง แต่มักประกอบด้วย 3 ส่วน คือ holdfast ทำหน้าที่ยึดเกาะ stipe ซึ่งเทียบเท่ากับส่วนลำต้นของพืชชั้นสูง และ blade หรือ frond ซึ่งหมายถึงส่วนที่แผ่แบนมีลักษณะเทียบได้กับใบของพืชชั้นสูง

การสืบพันธุ์หรือแพร่พันธุ์ของสาหร่ายเหล่านี้มีด้วยกันหลายวิธี อาจจะเป็นแบบใดแบบหนึ่ง หรือทุกวิธีต่อไปนี้ก็ได้ แล้วแต่ชนิดของสาหร่าย

1. โดยการขาดท่อน (fragmentation) เมื่อมีการขาดหรือหักของส่วนของ thallus ส่วนที่หักหรือขาดนั้น จะเจริญเป็น thallus ใหม่

2. โดยการสร้างสปอร์ (sporulation) สปอร์มักมีจำนวนมากมาย เมื่อสปอร์ถูกปล่อยออกมาจากต้นแม่แล้วจะลอยอยู่ระยะหนึ่ง เมื่อสัมผัสผิวที่เหมาะสม ก็จะเกาะติดและเจริญเป็น thallus ใหม่

3. โดยการสร้างเซลสืบพันธุ์ (gamete formation) จะมีการสร้างเซลสืบพันธุ์ 2 ชนิด (เพศเมีย และเพศผู้) อาจจะเกิดบนต้นเดียวกัน หรือคนละต้นก็ได้ เมื่อเซลสืบพันธุ์รวมกันก็จะเจริญเป็นต้นใหม่ ในสาหร่ายบางชนิดเซลสืบพันธุ์ที่ไม่มีโอกาสรวมกันสามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้

สาหร่ายทะเลซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจจะต้องเป็นพวกที่มีขนาดใหญ่พอที่จะเก็บเกี่ยวได้โดยสะดวก หรือมีปริมาณมาก ขึ้นอยู่กันอย่างหนาแน่น สาหร่ายเหล่านี้เจริญอยู่ทั่วโลก อาจจะเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดปี และตลอดไป ถ้าเก็บในปริมาณพอเหมาะ ไม่มากจนมีผลต่อการเจริญในฤดูหรือปีต่อมา และไม่กระทบสมดุลย์ตามธรรมชาติ จากตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าแทบทุกประเทศมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลสามารถเก็บเกี่ยวสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ได้

<u>การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเล</u>

ประโยชน์ที่ได้จากสาหร่ายส่วนใหญ่สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. <u>ใช้เป็นอาหารคน</u> คนเราโดยเฉพาะอย่างยิ่งคนที่อยู่ตามชายฝั่งทะเลรู้จักนำสาหร่ายมาใช้เป็นอาหารกันมานับเป็นพันปีแล้ว มีรายงานว่าคนจีนใช้สาหร่ายสกุล <u>Laminaria</u> และ <u>Gracilaria</u> เป็นอาหารกันมาหลายพันปีแล้ว และมีรายงานของนักมนุษยวิทยากล่าวว่า พวกอเมริกันอินเดียน รู้จักใช้สาหร่ายสีแดงสกุล Porphyra ที่เรารู้จักกันในชื่อจีฉ่าย มาประกอบอาหารนับเป็นพันปีมาแล้ว โดยใช้เป็นเครื่องชูรสและทำให้ได้เกลือแร่ตามที่ร่างกายต้องการ คนญี่ปุ่นในสมัยโบราณก็รู้จักใช้สาหร่ายสกุลนี้เป็นอาหาร เสริม ต่อมาจึงแพร่หลายไปยังประเทศจีน ซึ่งเป็นชาติแรกที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุลนี้ ต่อมาญี่ปุ่นจึงทำการเพาะเลี้ยงบ้างและได้ทำการค้นคว้าปรับปรุงวิธีการเพาะเลี้ยงตลอดจนคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมจนกลายเป็นประเทศที่ผลิต <u>Porphyra</u> spp. มากที่สุดจนถึงทุกวันนี้ (Chapman, 1980)

พวกโพลีนีเซียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่เกาะฮาวาย ก็นิยมใช้สาหร่ายเป็นอาหาร มีสาหร่ายที่นำมาประกอบมากกว่า 75 ชนิด ทางยุโรปมีการบริโภคสาหร่ายน้อยกว่าในหมู่เกาะฮาวาย และเอเชีย แต่ในบางประเทศที่มีชายฝั่งทะเล เช่น Scotland, Ireland, Iceland ก็รู้จักรับประทานสาหร่ายสีแดง <u>Rhodymenia</u> <u>palmata</u> กันมากกว่า 1,200 ปีแล้ว แต่สาหร่ายที่รู้จักกันแพร่หลายที่สุดในยุโรปตะวันตก คือ Irish moss หรือ Carragheen (<u>Chondrus</u> <u>crispus</u>)

ตารางที่ 1.1 สาหร่ายทะเลที่ใช้เป็นอาหารในส่วนต่าง ๆ ของโลก (Chapman, 1980)

	Western Europe	England and Wales	Scotland	Ireland	Mediterranean	Iceland	West Indies	Eastern Canada	Eastern USA	Alaska	Western USA	Chile
Ulva lactuca	x		x				x					x
Alaria esculenta	x		x	x		x				x		
Durvillea antactica												x
Durvillea utilis												x
Fucus vesiculosus	x		x	x								
Laminaria digitata	x	x	x									
Laminaria saccharina	x		x									
Laminaria bongardiana										x		
Nereocystis luetkeana										?	x	
Porphyra columbina												x
Porphyra laciniata	x	x								x		
Porphyra perforata	x										x	
Porphyra umbilicalis		x										
Chondrus crispus	x			x				x	x			
Gigartina stellata				x								
Gracilaria compressa		x										
Iridaea edulis			x			x						
Edurenicia pinnatifida	x		x									
Palmaria palmata	x		x	x	x	x		x	x			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันประเทศที่นิยมบริโภคสาหร่าย ได้แก่ จีน ญี่ปุ่น เกาหลี ฟิลิปปินส์ และอาไว ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่บริโภคสาหร่ายมากที่สุด คือ อาหารญี่ปุ่นเกือบทั้งหมดจะต้องมีสาหร่ายเป็นส่วนประกอบไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีการพัฒนาและขยายการเพาะเลี้ยงอย่างรวดเร็ว มีชาวญี่ปุ่นประมาณห้าแสนคน ทำอาชีพเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล <u>Porphyra</u>

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่า ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของสาหร่าย คือ น้ำ มีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับพืชผักชนิดอื่น ส่วนคาร์โบไฮเดรทส่วนใหญ่ก็อยู่ในรูปที่น้ำย่อยของคนย่อยไม่ได้ จึงเป็นอาหารที่ให้พลังงานน้อย แต่ส่วนที่เป็นประโยชน์และหาไม่ได้ในพืชอื่น ๆ คือ แร่ธาตุที่อยู่ในสภาพที่เป็นสารอินทรีย์เคมี ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย และยังมีไวตามิน และ trace elements ปริมาณมากด้วย สาหร่ายทะเลที่ใช้เป็นอาหารคนมีหลายชนิดด้วยกัน(ตาราง1.2,1.3 แต่สาหร่ายทะเลที่จัดได้ว่าเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางขนาดมีการซื้อขายระหว่างประเทศ ได้แก่ สาหร่ายสกุล <u>Porphyra</u>, <u>Laminaria</u>, <u>Undaria</u>, <u>Monostroma</u>, <u>Chaetomorpha</u> และ <u>Hijikia</u> เป็นต้น คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารคน แตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่าย ส่วนของสาหร่ายอายุของสาหร่าย และฤดูกาลด้วย (ตารางที่1.4-1.8และรูปที่ 1.1

2. <u>ใช้ทางการแพทย์</u>

ในสมัยโบราณสาหร่ายหลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นยา เช่น <u>Fucus</u>, <u>Laminaria</u>, <u>Sargassum</u> ใช้รักษาโรคคอพอก สารสกัดจาก <u>Ascophyllem</u> ใช้ในการรักษา sprains และ rheumatism สาหร่ายสกุล <u>Jania</u> <u>rubens</u>, <u>Corallina</u> <u>officinalis</u>, <u>Alsidium</u> <u>helminthochorton</u>, <u>Sargassum</u> <u>vulgare</u>, <u>Rhodymenia</u> <u>palmata</u>, <u>Hypnea</u> <u>musciformis</u>, <u>Chondria</u> sp. และ <u>Ulva</u> sp. ใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ สารประกอบ Chondriol ซึ่งได้จาก <u>Chondria</u> <u>armata</u> ใช้ควบคุม Herpes virus

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติและสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ในสาหร่ายทะเลกันมาก ได้พบคุณสมบัติหลายอย่างที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ เช่น พบว่าสาหร่ายทะเลหลายชนิดมีสารประกอบซึ่งเป็นสารปฏิชีวนะ หรือเป็นสารซึ่งยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย เช่น <u>Chondria</u> <u>littoralis</u>, <u>Falkenbergia</u> <u>hillebrandii</u>, <u>Murrayella</u> <u>periclados</u>, <u>Wrangelia</u> spp., <u>Laurencia</u> <u>obtusa</u>, <u>Dictyopteris</u> <u>justii</u>, <u>Sargassum</u> <u>thunbergii</u>,

<u>ตารางที่</u> 1.2 ชนิดของสาหร่ายทะเล และการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลในบางประเทศ (Chapman, 1980)

Species	*Country*	*Common name*	*Usage*	*Special features*
Ahnfeldtia gigartinoides	Hawaii, Japan	Sea Nibbles	Cooking	
Alaria esculenta	USA, UK, Greenland, Iceland	Alaria	Cooking or eaten raw	High Vit. B_6, K
Alaria crassifolia	Japan	Japanese alaria	Cooking	
Analipus japonicus	Japan	Sea fir	Cooking	
Ascophyllum mackaii	USA	Wrack	Steamed	
Asparagopsis taxiformis	Hawaii, Indonesia	Supreme limu	Cooking	
Bangia fusco-purpurea	China, Taiwan	Bangia	Salad	
Campylaeophora hypnaeoides	Japan	Ego nori	Cooked	
Caulerpa racemosa	Japan, Philippines, Indonesia, China, Taiwan	Sea grapes	Raw or as salad	
Chaetomorpha crassa	China, Taiwan, Philippines	Sea sphageiti	Salad, cooking	
Chondrus crispus	USA, Iceland, France	Irish Moss	Cooked	High Vit. A
Chondrus ocellatus	Japan	Japanese moss	Cooked	High Vit. A
Chorda filum	Japan	Mermaid's line	Salad	
Codium fragile	Japan, Korea	Codium	Sweet, soup, salad	High Fe
Ecklonia cava	Japan	Kajime	Soups	
Eisenia bicyclis	Japan	Arame	Soups	
Enteromorpha clathrata	USA, Taiwan, China, Tobago	Light green nori	Raw, salad	
*Enteromorpha compressa**	Japan, China	Yellow green nori	Raw, salad	
Enteromorpha intestinalis	Japan, China, Malaya, Philippines	Green nori	Raw, toasted, steamed	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

Species	Country	Common name	Usage	Special features
Enteromorpha prolifera	Japan, China	Dark green nori	Raw, salad	
Eucheuma	Philippines, USA	*Eucheuma*	Jellies, raw	
Fucus vesiculosus	USA, Alaska	Rockweed	Tea	High Vit. A, Mg, protein
Gelidium amansii	Japan, China, Indonesia	*Gelidium*	Jellies	
Gigartina papillata	Iceland	Grapestone	Puddings	High Vit. C
Gloiopeltis furcata }	Japan, China,	Funori }	In soups,	
Gloiopeltis tenax }	Taiwan	Purple funori }	Fried, fresh	
Gracilaria verrucosa	Vietnam, S.E. Asia, Japan, Philippines	Ogo	Raw, salad, cooked	Very high Mn
Halosaccion glandiforme	USSR	Sea Sac.	Raw	
Hijikia fusiforme	Japan, China, Korea	Hijiki	Raw, cooked	High protein
Kjellmaniella gyrata	Japan	Sea banner	Soup	Very high Na
Laminaria angustata	Japan	Tender kombu	Vegetable, soup	Very high Fe
Laminaria japonica	Japan, Korea	Royal kombu	Soup, pickled, cooked	High protein
Laminaria longicruris	USA	Atlantic kombu	Cooked, soup	High protein
Laminaria angustata var. longissima	Japan	Barner kombu	Vegetable, soup	High protein
Laminaria japonica var. ochatensis	Japan	Soup-stock kombu	Soup	High protein, Vits.A,C
Laminaria saccharina	UK, France, Eire	Sugar kombu	Stip-fresh	High protein
Laurencia pinnatifida	USA	Pepper dulse	Seasoning	
Monostroma latissimum	Taiwan, Japan	Jade nori	Cooked, soup, seasoning	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

Species	*Country*	*Common name*	*Usage*	*Special features*
Nemacystus decipiens	Japan	Mozuku	Eaten raw	
Nemalion helminthoides	Japan, Italy	Sea Noodles	Raw, soup, salad	
Nereocystis luetkeana	USA	Bull whip kelp	Pickle, candy	
Nostoc spp.	China, Japan, S. America	Nostoc	Cooked, fresh, soup	High protein
Palmaria palmata	W. Europe, Iceland Canada, USSR	Dulse	Raw, relish, drink	
Petalonia fascia	Japan	Sea petals	Soup	
Pleurophycus gardneri	USA	Tender kelp	Steamed, salad	
Polyneura latissima	USA	Polyneura	Soup, salad	
Porphyra miniata	USA, (Japanese)	Red nori	Soup, roasted	High protein
Porphyra nereocystis	USA (Chinese)	Rose nori	Soup, stews	High protein
Porphyra perforata	USA, Canada, (Indians)	Fluted nori	Cakes, dry, toast	High protein, Vit. C
Porphyra suborbiculata	USA,China, Korea	Korean nori	Soups	High protein
Porphyra tenera	China, Korea, Japan	Asakusa nori	Cooked, soups	High protein, Vit. A
Porphyra umbilicalis	UK, Eire	Purple nori	Fried, stew, salad	High protein
Porphyra yezoensis	Japan	Open sea nori	Cooked, soups	
Postelsia palmaeformis	USA (stipes only)	Sea palm	Candy, boiled	
Sargassum enerve	Japan	Japan sargassum	Soups	
Sargassum fulvellum	Japan, Korea	Sargassum	Cooking	
Scytosiphon lomentaria	Japan	Sugara	Soups	Very high Fe
Ulva lactuca	China, S.E. Asia, W. Indies, Philippines, Chile	Sea lettuce	Soups, salad, raw cooked, 'bush' tea	Very high Fe
Ulva linza	W. Indies	Slender sea lettuce	Soups, salad, raw, cooked, 'bush' tea	Very high Fe
Ulva pertusa	W. Indies	Lacy sea lettuce	Soups, salad, raw, cooked, 'bush' tea	Very high Fe
Undaria pinnatifida	Japan, Korea	Wakame	Soups, baked, raw	High protein

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.3 ปริมาณสารอาหารในสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารบางชนิด

(Chapman, 1980)

Seaweed	% Water	% Raw protein	% Fat	% Starch sugar	% Fibre	% Ash
Nostoc commune f. *flagelliforme*	10·6	20·9	1·2	55·7	4·1	7·5
Enteromorpha compressa	13·6	12·4		53·0	10·6	10·4
Ulva linza	13·5	19·3	1·73	46·2		19·2
Ulva lactuca and *U. fasciata*	18·7	14·9	0·04	50·6	0·2	15·6
Laminaria spp. (av.)	23·5	5·85	1·15	41·95	6·7	21·1
Arthrothamnus bifidus	24·4	5·8	0·7	45·6	6·4	17·0
Undaria pinnatifida	18·9	9·74—15	0·3	37·8—57		31·3
Hijika fusiforme (av.)	16·1	6—9‡	0·5	35‡—56·9		16·9
*Porphyra tenera** (Amanori) (av.)	17·1	25—30	0·8	40·1		10·3
Gracilaria coronopifolia	12·85	7·9	0·05	58·4	3·0	17·8
Ogo-nori (*Gracilaria* sp.)†	—	4·3	—	24·3	4·3	3·55
Ego-nori (*Campylaeophora*)	—	13·65	—	32·2	12·25	3·0
Heterochordaria‡	21·7	22·4	—	46·5	—	—

* Tressler incorrectly uses the names *P. vulgaris* and *P. laciniata.*
† Probably mainly *G. confervoides.*
‡ Levring, Hoppe and Schmid, 1969.

ตารางที่ 1.4 ปริมาณสารอาหารในสาหร่าย Laminaria ชนิดต่าง ๆ

(Chapman, 1980)

		% Composition (water excluded)				
Species	Locality	Protein	Fat	N-free subs.	Fibre	Ash
L. angustata	Ezan	6·48	1·16	52·72	7·21	32·41
	Hakuro	7·04	1·82	63·63	4·88	22·62
	Mitsuishi	8·10	1·99	60·15	6·55	23·19
	Urakawa	7·55	1·61	63·54	5·24	22·06
	Horotzumi	6·44	3·24	68·68	4·98	16·65
	Kunashiro	7·05	1·95	56·84	6·49	27·66
L. angustata var. *longissima*	Kujiro	8·32	3·06	47·94	7·61	33·51
	Ochiishi	8·26	1·3	42·98	8·59	38·87
	Hanasaki	10·71	2·68	38·63	9·81	38·16
L. japonica	Ofudgun	6·44	2·06	61·15	7·57	22·27
L. cichorioides	Tomomale	9·2	1·56	60·09	6·70	22·44
	Rijivi	9·85	0·91	53·65	8·63	26·95
	Tsunashiro	8·3	1·42	53·89	7·49	2·82
	Menashi	7·51	0·60	55·40	8·95	29·05
L. religiosa	Fukugama	6·11	1·06	55·46	13·2	24·16
L. fragilis	Muroran	5·26	0·85	52·52	9·3	32·07
Arthro. bifidus	Kujiro	7·71	0·97	60·31	8·52	22·48

การจัดเรียงหน้าที่ต้นฉบับมีบางหน้าขาดหายไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่</u> 1.6 ปริมาณ I_2 ในสาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารบางชนิด

(Chapman, 1980)

Alga	I_2 in parts per million of the dry material	
Gloiopeltis furcata	53	
Hijikia fusiforme	320	
Digenea simplex	260	(2000 according to another source)
Ulva lactuca	31	
Gelidium amansii	1600	
Laminaria religiosa	240	(11 580 according to another source)
Porphyra tenera	18	

<u>ตารางที่</u> 1.7 ปริมาณ Ascorbic acid ในสาหร่ายบางชนิดของยุโรป

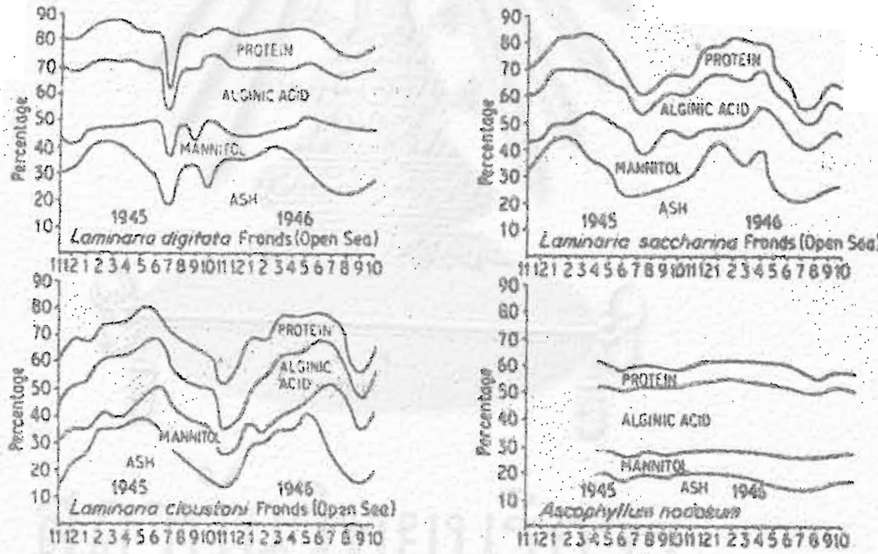
(Chapman, 1980)

	Ascorbic acid in fresh seaweed (mg per 100 g fresh wt)	
Laminaria digitata	3 (Winter)	– 15 (Spring)
Laminaria hyperborea (tangle)	10 (February)	– 47 (March)
Laminaria saccharina (sugar wrack)	4 (February)	– 24 (May)
Himanthalia	28 (Winter)	– 59 (May)
Alaria esculenta (Murlins)	11 (December)	– 29 (May)
Alaria sp. (Greenland)	45	
Fucus serratus (Black wrack)	11 (December)	– 48 (September)
Fucus vesiculosus (bladder wrack)	13 (December)	– 77 (September)
Fucus sp. (Greenland)	13	
Ascophyllum nodosum (knobbed wrack)	30 (Winter)	– 62 (September)
Ascophyllum nodosum (knobbed wrack) (Greenland)	11	
Palmaria palmata (dulse)	24 (March)	– 49 (October)
Palmaria palmata (Greenland)	17	
Gigartina mamillosa	26 (February)	– 63 (May)
Porphyra umbilicalis	44 (February)	– 83 (May)
Ulva lactuca	27–28	

ตารางที่ 1.8 ปริมาณ I_2 ในส่วนต่าง ๆ ของ thallus ของสาหร่าย 3 ชนิด ในช่วงเดือนต่าง ๆ (Chapman, 1980)

	% Iodine of the dry weight						
L. hyperborea		January (Roscoff)	February (Roscoff)		February (Portrieux)		March (Portrieux)
Stipe		0·81	0·55		0·66		0·66
Frond		0·74	0·49–0·54		0·88		0·7–0·75
L. saccharina		March	July		August		September
		0·6	0·71		0·76		0·46
Ecklonia	March	April	May	June	July	August	September
Young stalk	0·13	0·14	—	—	—	—	0·39
Old stalk	0·25	0·26	0·3	0·5	0·5	0·35	0·59
Young leaf	0·13	0·13	0·19	—	—	—	0·29
Old leaf	0·21	0·26	0·17	0·6	0·72	0·26	0·53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ปริมาณเถ้า และสารอินทรีย์บางชนิด ในสาหร่าย Laminaria และ Ascophyllum ที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Chapman, 1980)

Chrysymenia wrightii, Ulva pertusa, Undaria sp. และ Amania sp. มี antibiotic activity ส่วน Dictyota dichotoma, Gelidiella acerosa, Gracilaria corticata, Enteromorpha spp. และ Padina gymnospora มี antibacterial activity

สาหร่ายทะเลหลายชนิดมีสารประกอบ sterols เช่น ergosterol, chondriosterol, periferasterol ฯลฯ ซึ่งมี hypocholesterolemic activity ทำให้มีผลในการลดความดันโลหิตในคนที่เป็น atherosclerosis และจากการทดลองพบว่าทำให้ระดับ cholesterol ในกระต่ายและหนูทดลองลดลงได้ สารสกัดด้วยน้ำจาก phycocolloid บางชนิด เช่น agar, carrageenan และ iridophycan มีคุณสมบัติเป็นสารที่ยับยั้งการแข็งตัวของเลือด (anti-coagulating blood compound) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดจากสาหร่ายสีแดง Delesseria sanguinea ให้ผลดีเท่ากับ heparin หรือดีกว่าเสียอีก และ phycocolloid ชนิดหนึ่ง คือ Algasol T 331 ใช้ในการรักษา oncologic patients, chronic bronchitis และ emphysema

3. ใช้เป็นปุ๋ย

การใช้สาหร่ายทะเลเป็นปุ๋ยจะทำให้พืชได้รับแร่ธาตุสำคัญ คือ ไนโตรเจน และโปแตสเซียม ปริมาณมากพอสมควร มีผู้คำนวณว่าการใส่สาหร่าย 30,000 กิโลกรัม จะมีผลเท่ากับใส่ไนโตรเจน 49 กิโลกรัม แต่ที่มีความสำคัญมากกว่านั้น คือ trace element และสารเร่งการเจริญ (growth substance) (Chapman, 1980)
แต่ปริมาณแร่ธาตุก็เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ปริมาณเถ้าในส่วน frond ของ Laminaria digitata ที่เปลี่ยนไปในรอบปี สาหร่ายทะเลที่ใช้เป็นปุ๋ยกันมากได้แก่สาหร่ายสีน้ำตาลสกุล Ascophyllum, Fucus, Macrocystis, Laminaria, Ecklonia, Durvillaea, Carpophyllum, Himanthalia, Lessonia, Cystophora และ Sargassum ส่วนสาหร่ายสีแดง ได้แก่ Pachymenia, Hypnea, Gracilaria, Lithothamnion และ Phymatolithon ในบางแหล่งก็ใช้สาหร่ายสีเขียวสกุล Ulva และ Enteromorpha ด้วย สาหร่ายเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในสภาพสดหรือแห้งก็ได้ และมักใช้วิธีฝังกลบลงในดินก่อนที่จะปลูกพืช และอาจใส่อีกขั้นหนึ่ง เมื่อพืชงอกเป็นต้นกล้าแล้ว บริเวณที่ใช้สาหร่ายทะเลเป็นปุ๋ยมากที่สุด ได้แก่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทางตะวันตกเฉียงใต้ของฝรั่งเศส นอกจากนั้นประเทศที่ใช้สาหร่ายเป็นปุ๋ยกันมากก็มี Ireland, Scotland, England, U.S.A. และ New Zealand โดยส่วนมากจะใช้กับข้าวบาเลย์, artichoke, loccoli, มันฝรั่ง, ถั่วลิสง, มันเทศ, มะพร้าว, กาแฟ แต่การฝังกลบในดินจะต้องทำก่อนปลูกพืชนานพอสมควร เพราะสาหร่ายอาจต้องใช้เวลา 3, 4 เดือน - 1 ปี ในการสลายตัว

นอกจากจะนำสาหร่ายทั้งต้นมาใช้ดังกล่าวแล้ว ปัจจุบันยังมีการสกัดสารจากสาหร่ายทะเลมาใช้เป็นปุ๋ยน้ำอีกด้วย ซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากให้ผลเร็วสามารถดูดซึมเข้าทางใบได้ และสะดวกกับการขนส่ง ประเทศที่ผลิตปุ๋ยน้ำมาก ได้แก่ U.K., U.S.A. และ New Zealand มีการ ส่งออก ไปขายยังประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ใช้ได้ผลมากกับพืชสวนครัว พืชในเรือนกระจก ส่วนผลไม้ พืชพวก citrus และองุ่น หรือแม้กระทั่งกล้วยไม้

ผลดีที่ได้จากการใช้ปุ๋ยสาหร่าย คือ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น และโครงสร้างของดินมีรูพรุนมากขึ้น ผลผลิตเพิ่มขึ้น (ตารางที่) มีระยะออกผลนาน การติดผลดีขึ้น มีความต้านทานโรคบางโรค เช่น Scab, Leaf curl, blight และทำให้ปริมาณโปรตีนในพืชเพิ่มขึ้นซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ นอกจากนั้นยังทำให้เมล็ดงอกดีขึ้น และทนต่อความหนาวเย็นดีขึ้นด้วย

ในบางประเทศ เช่น Ireland ถึงกับมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อให้เพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ย (Chapman, 1980)

4. <u>ใช้เป็นอาหารสัตว์</u>

เนื่องจากสาหร่ายทะเลมีแร่ธาตุ และไวตามิน ปริมาณมากตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น คนที่อยู่ตามชายฝั่งทะเลของหลายประเทศจึงนิยมนำสาหร่ายทะเลมาใช้เลี้ยงสัตว์ มีทั้งให้เป็นสาหร่ายสด และใช้ปนในอาหารผสม ใน Iceland มีการใช้สาหร่ายทะเล เช่น <u>Alaria</u> sp. สด เป็นอาหารแกะ วัว และม้า และมีการเก็บสะสมสาหร่ายไว้ใช้ในฤดูหนาวด้วย ใน <u>Finland</u> ใช้ <u>Laminaria</u> และ <u>Alaria</u> เป็นอาหารวัว ตามชายฝั่งทะเลบางแห่งของ Norway ใช้สาหร่ายทะเลเป็นอาหารเลี้ยงแกะกันอย่างสม่ำเสมอนานหลายชั่วอายุคน

ตารางที่ 1.9 ผลผลิตของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการใช้ปุ๋ยสาหร่ายทะเล

(ดัดแปลงจาก (Chapman, 1980)

Potato

	Potato yield (kg) per row	
Row number	Control plants	Seaweed-extract-treated plants
1	1238·3	1524·1
2	1047·8	1587·6
3	1079·6	1492·3
4	1111·3	1428·8
5	1079·6	1587·6
	5556·6	7620·4

* Yield calculated from number of 31·75 kg bags filled.

Corn

	No. of ripe ears collected			
	Control plants		Seaweed-extract-treated plants	
Date of collection	Row 1	Row 3	Row 2	Row 4
July 22, 1963	1	2	1	6
23, 1963	1	4	8	11
26, 1963	2	7	7	7
28, 1963	11	7	14	16
30, 1963	4	7	17	9
31, 1963	4	9	6	9
August 1, 1963	2	8	5	6
3, 1963	4	2	3	5
5, 1963	11	0	2	1
	39	46	63	70

Pineapple and Orange

		Average orange yield per tree (boxes)		
Variety	Year	Seaweed-extract-treated trees and plants	Control trees and plants	% increase
Hamlin and Parson Brown	1966	11·85	11·30	4·9
	1967	11·75	11·14	5·5
	1968	10·60	9·77	8·5
Pineapple	1968	5·60	5·29	5·9
	1969	8·48	7·51	12·9
	1970	5·53	6·72	12·1
	1971	9·99	8·89	12·4

ทำให้แกะเหล่านี้สามารถย่อยสาหร่ายทะเลได้ดีกว่าแกะที่อยู่ในพื้นที่ตอนในของประเทศ ซึ่งไม่เคยถูกเลี้ยงด้วยสาหร่าย ใน Scotland วัวและแกะจะถูกปล่อยให้เดินหาสาหร่ายกินเองตามชายฝั่งทะเล มีแกะพื้นเมืองพันธุ์หนึ่งที่ถูกเลี้ยง แบบปล่อยให้หาสาหร่ายทะเลกินเองเท่านั้น บางคนก็คิดว่าทำให้เนื้อแกะมีกลิ่นเหม็นคาว แต่พบว่าแกะเหล่านี้เป็นโรคน้อยมาก และมีขนที่มีคุณภาพดีมาก ใน Cuba มีการทดลองใช้ Ulva sp. ผสมในอาหารเลี้ยงไก่ พบว่าใช้สาหร่าย 10% จะให้ผลดีที่สุด ส่วน New Zealand ก็มีการนำเข้า Ascophyllum จาก Norway เพื่อใช้ผสมในอาหารสัตว์ ฮ่องกงใช้ Sargassum แห้งเลี้ยงหมู การใช้สาหร่ายจะให้ผลดีเมื่อใช้อย่างสม่ำเสมอ ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย จะให้ไข่ซึ่งมีไข่แดงสีสวย เปลือกไข่หนา ส่วนสัตว์ที่ให้นมก็จะมีปริมาณไขมันนม (butterfat) เพิ่มขึ้น แกะที่ได้รับสาหร่ายเป็นอาหารเสริมก็จะมี winter wool มากขึ้น เนื่องจากมีไวตามินมากชนิด และมีแร่ธาตุปริมาณมากเมื่อเทียบกับหญ้า (ตาราง 1.10, 1.11)

สาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารสัตว์กันมากได้แก่ สาหร่ายสีน้ำตาล สกุล Ascophyllum, Laminaria, Macrocystis, Alaria, Fucus และ Pelvetia ส่วนสาหร่ายสีแดงได้แก่ Chondrus และ Palmaria (Chapman, 1980)

ในธรรมชาติพบว่า กวาง กระต่าย สุนัขจิ้งจอกอาร์กติค และหมีขั้วโลกกินสาหร่ายทะเลด้วย (Boney, 1965)

นอกจากจะใช้สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่เป็นอาหารสัตว์แล้ว ปัจจุบันยังใช้ประโยชน์จากสาหร่ายขนาดเล็ก ๆ พวกที่เป็นเซลเดียวในการเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เช่น กุ้งและหอยชนิดต่าง ๆ อีกด้วย โดยอาจใช้สาหร่ายเป็นอาหารตัวอ่อนสัตว์น้ำโดยตรง หรือใช้สาหร่ายเป็นอาหารของแพลงตอนสัตว์ซึ่งใช้เป็นอาหารของลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนอีกต่อหนึ่งก็ได้ สาหร่ายที่ใช้กันมาก ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ สาหร่ายสกุล Chlorella, Chaetoceros, Chlamydomonas และ Scenedesmus เป็นต้น

ตารางที่ 1.10 ชนิดและปริมาณไวตามินในสาหร่ายเปรียบเทียบกับหญ้า (Chapman, 1980)

	*Ascophyllum** meal	Algit ‡ (*Ascophy.*)	Norwegian meal (*Ascophy.*)	*Laminaria** meal	Grass*
Fucoxanthin	90–258	–	–	469	–
B Carotene	16–25	40–65	30–60	11–14	100–450
B_1 (Thiamine)	1·4–5·4	6–8	1–5	1·3–7·2	2–3·3
B_2 (Riboflavin)	5–10	6·0	5–10	2·4	8·6–12
Pantothenic acid	0·2	3·0	–	0·28	8·6–15·5
Niacin	10–30	70·0	10–30	19·4	29·7–40·7
B_{12}	0·004–0·08	0·004	0·004	0·6–0·12	–
C	500–2674	200–400	50–200	2094	–
D_3	0·01	4	–	nil	0·01–0·03
E	156–298	70	150–300	24·4–29·9	111
K	10–14·2	–	10	nil	16·7

* After Black and Woodward (1957).
† After Jensen *et al.*, (1968).
‡ From Mineral Additives leaflet.

ตารางที่ 1.11 ปริมาณแร่ธาตุในสาหร่ายและหญ้า (Chapman, 1980)

Element	Grass	*Ascophyllum* meal mg kg^{-1}	Algit mg kg^{-1}	*Ascophyllum** powder
Na	–	30 000–40 000	16 400	19 400†
Mg	–	5000–9000	2500	10 600
Ca	–	10 000–30 000	12 300	11 900
Bo	10	40–100	–10	50
Co	0·14	1–10	3·3	2·0
Cu	4·6	1–10	4	5
Fe	56	150–1100	220	600
Mo	0·82	0·3–1·0	0·1	0·6
Ni	–	2–5	10	5
Ba	–	15–50	–	–
V	0·006	(0·6)–1·5–3	1·1	0·7
Zn	56	50–200	43	33
Gr	–	–	1·0	0·4
Pb	–	–	1·0	0·4
Mn	95	10–50	38·0	24
I	0·5	500	535	1960
Al	–	–	405	200

* Algea Produkter pamphlet.
† This seems low in relation to other analyses.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารประกอบ phycocolloids

สารประกอบ phycocolloids หรือ algal gum ส่วนใหญ่จะใช้เป็น emulsifier, stabilizer และ thickening agent ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา เครื่องสำอางค์ เส้นใย สีและหมึกพิมพ์ อุตสาหกรรมกระดาษ ฯลฯ phycocolloids มีหลายชนิด เช่น Alginates, Agar,Carrageenan, Laminarin, Fucoidin, Mannans, Xylans ฯลฯ ที่ใช้กันมาก ได้แก่ Alginates,Agar และ Carrageenan การใช้ประโยชน์อาจสรุปได้ตามตารางที่ 1.12

Alginates หมายถึงเกลือของ alginic acid (polymer ของ D-mannuronic acid และ L-guluronic acid)แยกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ soluble alginates and non-soluble alginates. alginic acid เป็นสารประกอบที่พบที่ผนังเซลและช่องระหว่างเซลของสาหร่ายสีน้ำตาล เมื่อสกัดออกมาจะอยู่ในรูปของ Sodium alginate หรือ Potassium alginate สาหร่ายที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต alginates มักเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ หรือสาหร่ายที่มีปริมาณมาก ๆ เช่น Macrocystis, Laminaria, Cystoseira, Ascophyllum และ Fucus เป็นต้น ปริมาณ alginate จะต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่ง ชนิด และส่วนของ thallus ที่นำมาสกัด ในทางการค้าอาจใช้คำว่า algin ซึ่งหมายความรวมทั้ง alginic acid และ soluble alginates ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น emulsifying, stabilizing และ thickening agent จึงเป็นสารประกอบที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง (ตารางที่ 1.13 - 1.14)

Agar (วุ้น) เป็นสารประกอบประเภท complex polysaccharide ประกอบด้วย D-galactore, L-galactose และ derivatives ของ L-galactoge เป็นส่วนประกอบของผนังเซลของสาหร่ายสีแดงบางสกุล สกัดได้จากสาหร่ายสีแดงที่มีชื่อเรียกรวม ๆ กันว่า agarphytes หรือ agarophytes จากตารางที่ 1.15จะเห็นได้ว่าสาหร่ายเหล่านี้มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง เจริญอยู่ได้ตั้งแต่เขตหนาว เขตอบอุ่น และเขตร้อน ทำให้หลาย ๆ ประเทศสามารถผลิต agar เป็นอุตสาหกรรมได้

ตารางที่ 1.12 การใช้ algal gum ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ (Chapman, 1980)

	Agar	Carrageenan	Furcellaran	Alginates
Dairy				
Ice cream stabilizer	x	x		x
Ice milk	x	x		x
Milk shake	x	x		x
Sherbets	x	x		x
Ice pops and water ices	x	x		x
Chocolate milk drink		x	x	x
Flavoured milk drink		x		x
Instant puddings		x		x
Cooked puddings	x	x	x	x
Eggnog mix		x		
Variegating syrups		x		
Cottage cheese		x		x
Neufchâtel-type cheese	x	x		x
Cream cheese	x	x		x
Cheese spread		x		x
Whipped cream		x		x
Yogurt	x	x		
Packageable milk/cream	x			
Beverages				
Soft drinks ± fruit pulp		x	x	x
Fruit juices		x	x	x
Beer foam stabilizer		x		x
Beer clarification		x		x
Fining wines etc.	x	x		x
Ageing of spirits		x		
Bakery				
Bread doughs	x	x		
Cake batters	x	x		
Fruit cakes		x		
Doughnuts		x		
Pie fillings	x	x		x
Fruit fillings		x		x
Bakery jellies	x	x	x	x
Boiled cream fillings		x		x
Doughnut glaze	x	x		x
Flat icings	x	x		x
Meringues	x	x		x
Cookies	x			
Batter and breading mixes		x		
Citrus oil emulsions		x		x
Cake fillings/toppings	x	x	x	
Frozen pie fillings		x		

ตารางที่ 1.12 (ต่อ)

	Agar	Carrageenan	Furcellaran	Alginates
Confectionery				
Candy gels	x			x
Caramels, nougats		x		
Marshmallows	x			
Dressings, sauces				
French dressing		x		x
Salad dressing		x		x
Syrups, toppings		x		x
Relish		x		x
White sauces		x		x
Mustard, cocktail sauce		x		x
Catsup		x		x
Dietetic foods				
Starch free desserts	x	x		
Salad/French dressing		x		x
Jellies, jams		x		x
Syrups		x		x
Puddings		x		x
Sauces		x		x
Icings				x
Candies				x
Vegetable and health foods	x			
900 calorie foods		x		
Meat, fish				
Sausage casing	x			x
Fish preservation				x
Canned fish, meat etc.	x	x	x	x
Coated jellied meat		x		x
Antibiotic ice		x		
Sausage ingredient		x		
Preservative meat coat	x	x		x
Synthetic meat fibres		x		x
Miscellaneous				
Dessert water gels	x	x	x	x
Jams, preserves	x	x	x	x
Prepared cereals	x			
Processed baby food		x		
Soups	x	x		x
Coating fruits, vegs.		x		
Frozen foods		x		
Synthetic potato chips				x
Fountain toppings		x		x
Artificial cherries				x

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.13 ปริมาณ algin ในสาหร่ายชนิดต่าง ๆ

Species	Lunde (1937, 1938)	Black (1950)	Kirby (1952)	Munda (1973)	Hoppe-Schmid (1962)	Nielsen *et al.*, (1977)
Laminaria digitata	15–40			35	15–40	
frond		14·5–26·5	25–44			20–35
stipe		27–33	35–47			30–45
Laminaria saccharina	15–35	13–21†			12–23	
frond		11–21*	17–22			
stipe		20·5–25*	25–31			
Laminaria hyperborea	15·5–24·5	14–21·5			14–24	35
frond	17–33	8·5–19	11·3–24			10–25
stipe	25–38	18·5–23·5	21·27			20–30
Alaria esculenta (Ireland) (Munda, 1963)	30–35		20–42		30–35	
Ascophyllum	18·8–23		22–30		20–30 24–29·5 (Norway)	
Fucus serratus	18–28		20–29			
Fucus vesiculosus	18–28		16–21			29
Fucus ceranoides					21·05–29·48	
Fucus virsoides (Michanek, 1975)						20
Himanthalia	38		22–29			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.13 (ต่อ)

Species	Lunde (1937, 1938)	Black (1950)	Kirby (1952)	Munda (1973)	Hoppe-Schmid (1962)	Nielsen *et al.* (1977)
Halidrys siliquosa			16–17			
Desmarestia						20
Ecklonia maxima					29·6–40	
Ecklonia radiata	(Stewart *et al.*, 1961)					
frond	17–24·5					
lamina	19·8–30·2					
Macrocystis					13–24	
Nereocystis					14–20	
Pelagophycus					15–17	
Egregia					18–20	
Durvillea antarctica					33 (Moss and Naylor, 1954)	
disc					20·6–26	
stipe					36–39·8	
frond					32–43·5	
Durvillea willana						
stipe					37–40·5	
frond					36·9–44·8	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.13 (ต่อ)

Species	Lunde (1937, 1938)	Black (1950)	Kirby (1952)	Munda (1973)	Hoppe-Schmid (1962)	Nielsen *et al.*, (1977)
Sargassum longifolium (Ligthelm *et al.*, 1953)					17·0	
Sargassum sp. (Davis, 1950)	13					
Sargassum sp. (*wightii, tenerrimum*) (Pillai ans Varier, 1953)					29·8–34·6	
Myriocystum (Channubothia *et al.*, 1979)						15·15–34·5
Stoechospermum marginatum (Kalimuthu *et al.*, 1977)						17·75–23·75
Turbinaria decurrens (Kaliaperumal *et al.*, 1976)						16·3–26·3
Turbinaria spp. (Pillay, personal communication)						25–37

* Open sea plants.
† Loch plants.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่</u> 1.14 การใช้ algin ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ (Chapman, 1980)

Food applications					
Property	Product	Performance	Property	Product	Performance
Water-holding	Frozen foods	Maintains texture during freeze-thaw cycle.	Emulsifying	Salad dressings	Emulsifies and stabilizes various types.
	Pastry fillings	Produces smooth, soft texture and body.		Meat and flavor sauces	Emulsifies oil and suspends solids.
	Syrups	Suspends solids, controls pouring consistency.			
	Bakery icings	Counteracts stickiness and cracking.	Stabilizing	Beer	Maintains beer foam under adverse conditions.
	Dry mixes	Quickly absorbs water or milk in reconstituti[illegible]n.		Fruit juice	Stabilizes pulp and concentrates and finished drinks.
	Meringues	Stabilizes meringue bodies.		Fountain syrups, toppings	Suspends solids, produces uniform body.
	Frozen desserts	Provides heat-shock protection, improved flavour release, and superior meltdown.		Whipped toppings	Aids in developing overrun, stabilizes fat dispersion, and prevents freeze-thaw breakdown.
	Relish	Stabilizes brine, allowing uniform filling.		Sauces and gravies	Thickens and stabilizes for a broad range of applications

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.14 (ต่อ)

Food applications					
Property	Product	Performance	Property	Product	Performance
Gelling	Instant puddings	Produces firm pudding with excellent body and texture; better flavour release.	Stabilizing	Milkshakes	Controls overrun and provides smooth, creamy body.
	Cooked puddings	Stabilizes pudding system, firms body, and reduces weeping.			
	Chiffons	Provides tender gel body that stabilizes instant (cold make-up) chiffons.			
	Pie and pastry fillings	Cold-water gel base for instant bakery jellies and instant lemon pie fillings. Develops soft gel body with broad temperature tolerance; improve flavour release.			
	Dessert gels	Produces clear, firm, quick-setting gels with hot or cold water.			
	Fabricated foods	Provides a unique binding system that gels rapidly under a wide range of conditions.			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.14 (ต่อ)

Industrial applications					
Property	Product	Performance	Property	Product	Performance
Water-holding	Paper coating	Controls rheology of coatings; prevents dilatancy at high shear.	Emulsifying	Polishes	Emulsifies oils and suspends solids.
				Antifoams	Emulsifies and stabilizes various types.
	Paper sizing	Improves surface properties, ink acceptance, and smoothness.		Latices	Stabilizes latex emulsions, provides viscosity.
	Adhesives	Controls penetration to improve adhesion and application.	Stabilizing	Ceramics	Imparts plasticity and suspends solids.
	Textile printing	Produces very fine line prints with good definition and excellent washout.		Welding rods	Improves extrusion characteristics and green strength.
	Textile dyeing	Prevents migration of dyestuffs in pad dyeing operations. (Algin is also compatible with most fibre-reactive dyes).		Cleaners	Suspends and stabilizes insoluble solids.
Gelling	Air freshener gel	Firm, stable gels are produced from cold-water systems.			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.14 (ต่อ)

Industrial applications

Property	Product	Performance	Property	Product	Performance
Gelling	Explosives	Rubbery, elastic gels are formed by reaction with borates.	Gelling	Toys	Safe, nontoxic materials are made for impressions or putty-like compounds.
	Hydro-mulching	Holds mulch to inclined surfaces; promotes seed germination.		Boiler compounds	Produces soft, voluminous flocs easily separated from boiler water.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่</u> 1.15 สาหร่ายที่ใช้ผลิตวุ้นในประเทศต่าง ๆ (Chapman, 1980)

Species	Country	Use
Acanthopeltis japonica	Japan Sea	Toriashi-agar
Ahnfeltia plicata	White Sea, Sakhalin	Base of Russian industry
Gelidiella acerosa	Japan	Agar and food
Gelidium corneum var. *sesquipedale*	Spain, Portugal, Morocco, California	
G. amansii	Japan, Korea, China	Tengusa
G. divaricatum	Japan, Korea, China	
G. japonicum	Japan, Korea, China	*Onigusi*
G. liatulum	Japan, Korea, China	Mixed with *G. amansii* as adulterants
G. pacificum	Japan, Korea, China	
G. subcostatum	Japan, Korea, China	Mixed with *G. amansii* as adulterants
G. subfastigiatum	Japan, Korea, China	Mixed with *G. amansii* as adulterants
G. vagum	Japan, Korea, China	Mixed with *G. amansii* as adulterants
G. cartilagineum	South Africa, Mexico, California	Base of USA agar industry
G. nudifrons	California	Used as adulterants
G. arborescens	California	Used as adulterants
G. densum		
G. lingulatum	Chile	
G. pristoides	South Africa	
G. spinulosum	Morocco	Principal species
Gracilaria verrucosa (*confervoides*)	Atlantic, N. America, California, S. America, India, Ceylon, Japan, Australia, S. Africa, China, Formosa, Philippines	Important in USA Japan and Australia
G. cornea		
G. multipartita	Atlantic, N. America	
G. lichenoides	Ceylon	Ceylon moss
Gelidiopsis rigida	Indonesia, Philippines	
Pterocladia pinnata (*capillacea*)	Japan, New Zealand USA	Base of New Zealand industry Important
P. lucida	Australia, New Zealand	
P. tenuis		
P. densa	Japan	
Suhria vittata	South Africa	Formerly important

ตารางที่ 1.16 ปริมาณ agar ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 1923 ถึงปี 1944 (Chapman, 1980)

Year	Quantity (lb)*	Year	Quantity (lb)
1923	7 755	1934	1 802
1924	7 281	1935	8 061
1925	117 773	1936	–
1926	29 877	1937	21 208
1927	–	1938	7 170
1928	22 797	1939	8 098
1929	5 140	1940	24 000
1930	44 895	1941	52 000
1931	28 395	1942	110 054
1932	10 009	1943	165 954
1933	41 557	1944 (Jan.–Aug. only)	113 762

* 1 lb = 0·454 kg)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.17 ชนิดและปริมาณของสาหร่าย และปริมาณวุ้นที่ผลิตได้ในประเทศต่าง ๆ (Chapman, 1980)

Country	Agarophyte	Crop (tons*)	Harvest method	Agar output	First year of production
Japan	*Gelidium*	3000–3300	P, D	2000–2300	1944
	Gracilaria	1000–1500	P	2000–2300	
RO Korea	*Gelidium*	2000–2500	P, D	530–650	1924
Korea DPR	*Gelidium*	80–100	P	30–40	1960
	Ahnfeltia	500–700	P, G	30–40	
China	*Gelidium*	100–150	?	40–50	1937?
	Gracilaria	100–150	?	40–50	
Taiwan	*Gelidium*	50–60	P	30–50	1950
	Gracilaria	400–500	C	30–50	
Philippines	*Gelidiella*	200–300	P	30–40	1964
	Gracilaria	1000–1500	P	30–40	
Indonesia	*Gelidium*	400–500	P	50–60	1939
	Gracilaria	300–400	P	50–60	
India	*Gelidiella*	400–500	P	30–40	1968
	Gracilaria	400–500	P	30–40	
Australia	*Gracilaria*	500–600†	P	80–100	1943
New Zealand	*Pterocladia*	50–100	P	40–50	1943
USA	*Gelidium*	150–200	?	100–150	1920
Mexico	*Gelidium*	1000–1500	D	20–30	1950
Brazil	*Gracilaria*	2000–3000	G	20–30	?
Argentina	*Gracilaria*	4000–5000	G	500–550	1963
Chile	*Gelidium*	100–150	P	80–100	1950
	Gracilaria	4000–4500	G	80–100	
USSR	*Ahnfeltia*	2000–2500	G, P	150–200	1940
Spain	*Gelidium*	1850–5500	G, P	300–800	1944
Portugal	*Gelidium*	2500–4300	G, P	300–700	1951
	Pterocladia	2500–4300	G, P	300–700	1951
France	*Gelidium*	300–400	G	40–50	?
Italy	*Gracilaria*	100–200	?	30–50	?
Morocco	*Pterocladia*	1000–1850	G, P	200–300	1953
South Africa	*Gelidium*	2000–2500	G	150–200	1943
	Suhria	2000–2500	G	150–200	1943

P, picking in intertidal zone; G, from drift; C, cultivation; D, diving.

* 1 ton = 1·016 tonnes.

agar เป็น seaweed gum ที่ตลาดต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากตารางที่ จะเห็นได้ว่าปริมาณ agar ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกา ถึงแม้ว่าจะไม่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่ก็เห็นแนวโน้มว่ามีการผลิตเพิ่มขึ้น

ในบรรดา algal gum ทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่า agar เป็นพวกที่ใช้กันมากที่สุด และเนื่องจากมีคุณสมบัติบางอย่าง เช่น แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส และจะไม่เหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส ทำให้มีความสำคัญในงานหรืออุตสาหกรรมบางประเภท เช่น การทำอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ อุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง ฯลฯ น่าจะเป็นด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ที่ทำให้วุ้นมีราคาแพงกว่า phycocollod ชนิดอื่น ๆ ประเทศที่พอจะมีวัตถุดิบก็จะมีโรงงานผลิตวุ้น (ตารางที่ 1.17) ในกรณีที่วัตถุดิบไม่เพียงพอก็อาจจะต้องนำเข้าจากประเทศอื่น หรือทำการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้สาหร่ายตามที่ต้องการ

ปริมาณและคุณภาพวุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด, ฤดูกาล แหล่งที่เก็บ และวิธีการสกัด (ตารางที่ 1.18 - 1.21 และรูปที่ 1.2)

<u>การใช้ agar ในอุตสาหกรรม</u> เมื่อเอ่ยถึงวุ้น (agar) คนทั่วไปจะนึกถึงวุ้นที่เป็นขนมหวานเท่านั้น คงไม่นึกว่าวุ้นถูกใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกอย่างกว้างขวาง เช่น

ใช้ในงานเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้ agar ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง (solid culture media) เนื่องจากคุณสมบัติที่เป็นของเหลว แม้แต่ที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส และเมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่เหลวอีกที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส เป็นประโยชน์สำหรับการเลี้ยงเชื้อที่ต้องการให้เจริญกระจายอยู่ในเนื้ออาหาร โดยสามารถใส่เชื้อลงไปในอาหารที่ยังเหลวอยู่ได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อเชื้อจุลินทรีย์นั้น และเมื่อเลี้ยงเชื้อไปแล้วก็จะไม่เหลวเนื่องจากถูกย่อย เพราะมีแบคทีเรียและราเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถย่อย agar ได้ ในปี 1966 สหรัฐอเมริกาประเทศเดียว ใช้ agar ในงานด้านจุลชีววิทยา ถึง 300,000 ปอนด์ ซึ่งเป็นปริมาณมากที่สุดในงานหรืออุตสาหกรรมทั้งหมดที่ใช้ agar

ทางด้านเภสัชกรรม ใช้ agar เป็นยาระบาย ใช้เป็น emulsifier และ stabilizer ในยาและเครื่องสำอางค์หลายประเภท

ตารางที่ 1.18 ปริมาณวุ้นที่ได้จากสาหร่าย Gracilaria ชนิดต่าง ๆ (Chapman, 1980)

Species	Yield (%)
Gracilaria verrucosa	25–35
Gracilaria multipartita	17
Gracilaria edulis	20–25
Gracilaria corticata	14·5–25·5
Gelidium amansii	23

ตารางที่ 1.19 ปริมาณวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายที่เก็บในช่วงเดือนต่างกัน และสกัดที่ค่าความเป็นกรดต่างกัน (Chapman, 1980)

Sample	Date of collection	Yield %	pH
1	20 June	21	7·3
2	3 July	37	7·3
3	1 August	40	7·3
4	15 August	11	7·3
5	31 August	1·3	7·3
6	31 August	30	0·1% acetic added
7	4 October	1·6	7·3
8	4 October	38	0·1 % acetic added

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

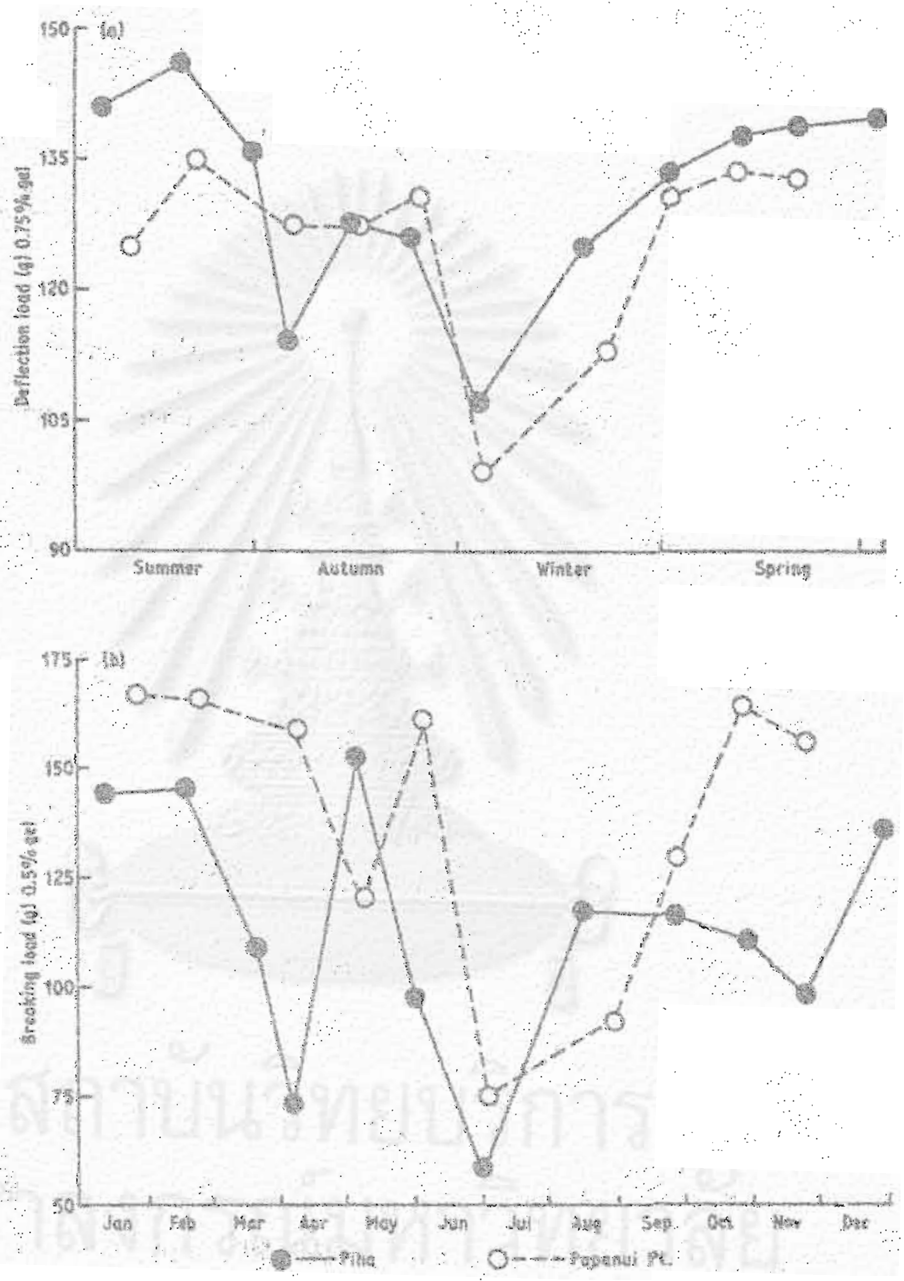
ตารางที่ 1.20 ปริมาณวุ้นที่สกัดได้เมื่อใช้เวลาต้มต่างกัน (Chapman, 1980)

Month	Weight of dry agar (g)	
	Boiled 2 h	Boiled 4 h
January	3·89	7·11
February	1·98	6·86
March	3·54	7·91
April	6·26	7·37
May	6·88	9·94
June	7·40	11·30
July	5·17	7·86
August	4·26	5·82
September	5·79	8·23
October	3·24	6·97
November	5·38	8·13
December	5·34	7·15

ตารางที่ 1.21 ปริมาณวุ้นที่สกัดได้ในสาหร่าย Gracilaria ที่เก็บจากแหล่งต่าง ๆ (ชัมบุทร ธัญพิทยากุล และสมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2521

Source of Seaweeds	% yield (agar)
Ranong	21-26 %
Songkla	20-23 %
Suratthanee	18-21 %

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.2 ค่า gel strength ของวุ้นที่สกัดจาก Pterocladia lucida ในแต่ละเดือน (Chapman, 1980)

039777

ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง ใช้ agar บรรจุในกระป๋องเพื่อกันไม่ให้เนื้อปลาที่สุกแล้วแตกยุ่ย ป้องกันการเปลี่ยนสีของเนื้อปลา

ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิดก็ใช้ agar เช่น ใช้เป็น thickening agent ในการทำซุป ซอส ใช้เป็น stabilizer ในไอสครีม และเนยแข็ง ครีมชีส คัสตาร์ด และมายองเนส หรือใช้แทน pectin ในการผลิตเยลลี่และแยม ใช้เป็น clarifying agent ในการผลิต เบียร์ ไวน์ และกาแฟ

ในอุตสาหกรรมอื่นที่ไม่เกี่ยวกับอาหาร ยา หรือเครื่องสำอางค์ก็ใช้ agar กันมาก เช่น ในอุตสาหกรรมการถ่ายภาพ ใช้ agar ทำฟิล์มและเพลท ในการทำลวดทังสเตนที่ใช้ในการทำหลอดไฟ ก็ใช้ agar เพื่อผสมผงกราไฟท์เป็นตัวหล่อลื่น ในอุตสาหกรรมไม้อัดใช้ agar ทำกาว หรือใช้ agar ทำแบบสำหรับหล่อแขนขาเทียม ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสีโนเลียม หนังเทียม และไหมเทียม ใช้ทำฉนวนกันเสียงและความร้อน และใช้เป็นส่วนผสมในสีพลาสติก ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและเส้นใย

นอกจากตัว agar เองแล้ว สารประกอบจาก agar เช่น agarose ก็ใช้กันมากขึ้นในปัจจุบัน เช่น ใช้ alkyl agarose ในการแยกกรดอะมิโน โดยวิธี hydrophobic chromatography เพราะกรดอะมิโนจะจับกับโมเลกุลของ agarose

ประเภทของงานและปริมาณการใช้ agar ในงานแต่ละประเภทอาจดูได้จากตารางที่ 1.22

<u>Carrageenan</u> หรือ Carrageen เป็นสารประกอบ sulfated galactan polymer เป็น phycocolloid ซึ่งสกัดได้จากสาหร่ายสีแดงหลายชนิด เช่น <u>Chondrus crispus</u> (Irish moss), <u>Gigartina</u> spp., <u>Eucheuma</u> spp. ฯลฯ (ตารางที่ 1.23) ในอุตสาหกรรมใช้เป็น emulsifier, stabilizer และ thickener ในอาหาร ยา และเครื่องสำอางค์คล้ายกับ algal gum 2 ชนิดที่กล่าวถึงไปแล้ว แต่ต้องใช้ความเข้มข้นมากกว่าวุ้นจึงจะแข็งตัวได้ แบ่งเป็นชนิดย่อยได้ 6 ชนิด คือ mu-, kappa-, nu-, iota-, lambda- และ theta-carrageenan ชนิดของ carragenan ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่ายและช่วงชีวิตที่เป็นต้นที่สร้างสปอร์ (sporophyte) และต้นที่สร้างเซลสืบพันธุ์ (gametophyte) (ตารางที่ 1,24)

ตารางที่ 1.22 ปริมาณใช้ agar ในงานประเภทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา ในปี 1956 และ 1966 (Chapman, 1980)

	1956 (lb)*	1966 (lb)
Microbiology	180 000	300 000
Baked goods	200 000	200 000
Confectionery	80 000	100 000
Meat and poultry	60 000	100 000
Desserts and beverages	50 000	100 000
Laxatives and health foods	50 000	50 000
Pet foods	–	50 000
Moulages, including dental	40 000	30 000
Pharmaceuticals	10 000	20 000
Miscellaneous	20 000	50 000
Total	690 000	1 050 000

* 1 lb = 0·454 kg

ตารางที่ 1.23 carrageenans ในสาหร่ายสีแดงชนิดต่าง ๆ (Chapman, 1980)

Family	Genus	Species	Carrageenan
Furcellariaceae	*Furcellaria*	*F. fastigiata*	Kappa
Solieraceae	*Agardhiella*	*A. tenera*	Iota
	Eucheuma	*E. spinosum*	Iota
		E. cottonii	Kappa, lambda
	Anatheca	*A. montagnei*	Iota
Hypneaceae	*Hypnea*	*H. musciformis*	Kappa
		H. nidifica (Hawaii)	Kappa
		H. setosa (Hawaii)	Kappa
Gigartinaceae	*Chondrus*	*C. crispus*	Kappa, lambda, iota
		C. sp. (Hawaii)	Lambda
	Gigartina	*G. stellata*	Lambda, kappa, iota
		G. acicularis	Lambda, kappa
		G. pistillata	Lambda, kappa
	Iridaea	*I. radula*	Iridophycan, kappa, lambda
Phyllophoraceae	*Phyllophora*	*P. nervosa*	Phyllophoran
	Gymnogongrus	*G.* sp. (Hawaii)	Iota
Tichocarpaceae	*Tichocarpus*	*T. crinitus*	Lambda, kappa (Usov, 1977)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.24 คุณสมบัติของ kappa, iota และ lambda carrageenan

	Kappa	Iota	Lambda
Solubility			
Hot water	Soluble above 70°C	Soluble above 70°C	Soluble
Cold water	Na^{2+} salt soluble. From limited to high swelling of K^+, Ca^{2+} and NH_4^+ salt	Na^+ salt soluble. Ca^{2+} salt gives thixotropic dispersions	All salts soluble
Hot milk	Soluble	Soluble	Soluble
Cold milk	Insoluble	Insoluble	Disperses with thickening
Cold milk (TSPP added)	Thickens or gels	Thickens or gels	Increased thickening or gelling
Concentrated sugar solutions	Soluble hot	Difficulty soluble	Soluble hot
Concentrated salt solutions	Insoluble cold and hot	Soluble hot	Soluble hot
Water miscible solvents	See text		
Organic solvents	Insoluble	Insoluble	Insoluble
Gelation			
Effect of cations	Gels most strongly with K^+	Gels most strongly with Ca^{2+}	Nongelling
Type of gel	Brittle with syneresis	Elastic with no syneresis	Nongelling
Locust bean gum effect	Synergistic	None	None
Stability			
Neutral and alkaline pH	Stable	Stable	Stable
Acid (pH 3·5)	Hydrolysis of solution, accelerated by heat. Gelled state stable.		Hydrolysis
Compatibility	Generally compatible with nonionics and anionics, but not with cationics.		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

สถานภาพปัจจุบันของการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเล

การใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

ในปัจจุบันการใช้สาหร่ายทะเลในประเทศไทยมักเป็นในรูปที่นำมาเป็นอาหารในลักษณะสดและแห้ง โดยเก็บสาหร่ายทะเลเหล่านี้มาจากแหล่งธรรมชาติ สาหร่ายทะเลที่นิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายได้แก่สาหร่ายสีแดงคือ สาหร่ายใบ (*Porphyra* sp.) และสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria* sp.) นอกนั้นเป็นสาหร่ายทะเลที่ใช้บริโภคเฉพาะถิ่น เช่น สาหร่ายสีแดงในสกุล *Hypnea*, *Laurencia* และ *Acanthophora* สาหร่ายสีเขียว เช่น *Caulerpa* เป็นที่นิยมกันสำหรับประชาชนในภาคใต้ ในขณะที่ *Chaetomorpha* เป็นที่นิยมกันบางบริเวณเท่านั้น สาหร่ายสีน้ำตาลที่นิยมใช้บริโภคได้แก่ สาหร่ายในสกุล *Sargassum*, *Padina*, *Dictyota* และ *Hydroclathrus* สาหร่ายเหล่านี้นิยมใช้บริโภคสด เป็นผักจิ้มน้ำพริก ใช้ผสมเป็นยำ หรือใช้ทำแกงจืด (สุชาติ วิเชียรสวรรค์, 2521; วิทยา ศรีมโนภาษ, 2521; กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2521; Jarayabhand, 1984)

ปริมาณการผลิตสาหร่ายทะเลขึ้นกับปริมาณที่มีอยู่ในแหล่งธรรมชาติเท่านั้น ถ้ามีปริมาณมากชาวบ้านก็จะนำไปขายในสภาพสด นอกจากเก็บไว้บริโภคเองหรืออาจตากแห้งเพื่อเก็บไว้ใช้หรือขายให้พ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อในท้องถิ่นเท่านั้น ชาวประมงที่สงขลาและนราธิวาสเก็บสาหร่ายใบ *Porphyra* มาขายสดในตลาด และส่วนหนึ่งก็ตากแห้งทำเป็นแผ่นกลม ๆ ขนาดประมาณ 15 ซม. ส่งเข้ามาขายในตลาดกรุงเทพฯ ในฤดูที่มีสาหร่ายใบปริมาณมาก ผู้ที่เก็บขายจะเก็บได้ประมาณ 600 - 800 กรัมต่อวัน เมื่อนำมาตากแห้ง สาหร่ายสด 1 กิโลกรัมจะทำเป็นแผ่นได้ประมาณ 50 แผ่น ราคาขายประมาณแผ่นละ 1 บาท ส่วนชาวประมงที่ปัตตานีไม่เก็บมาทำเป็นแผ่นตากแห้งขายเหมือนที่อื่น ๆ นอกจากเก็บมาบริโภคเฉพาะภายในครอบครัว (วิทยา ศรีมโนภาษ, 2521) จากสถิติกรมศุลกากรพบว่าในปี พ.ศ. 2523 นั้นประเทศไทยส่งสาหร่าย *Gracilaria* แห้งขายให้แก่ประเทศญี่ปุ่น สาธารณรัฐเยอรมัน อิตาลี และฮ่องกง เป็นปริมาณถึง 200 เมตริกตัน

สุชาติ วิเชียรสวรรค์ (2521) ได้สรุปวิธีการเก็บสาหร่ายผมนางบริเวณจังหวัดสงขลา ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. การเก็บโดยการใช้สวิง หรือที่เรียกกันว่า "ละยุด" เป็นวิธีการแบบง่าย ๆ กล่าวคือ ใช้สวิงอย่างเดียวเท่านั้น สวิงประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ถุงสวิงทำด้วยอวนเชือก หรืออวนไนลอนที่มีตาของอวนขนาดประมาณ 1 ซม. เย็บประกอบเป็นถุงอีกส่วนหนึ่งคือด้ามสวิงที่ทำด้วยไม้ไผ่หรือไม้เนื้อแข็งชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ สำหรับขนาดความยาวของถุงสวิงตาอวนและด้ามสวิงนั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้ด้วย เครื่องมือชนิดนี้นิยมใช้กันบริเวณน้ำตื้น ๆ ตามชายฝั่งทะเลซึ่งลึกไม่เกิน 4 ฟุต โดยที่ชาวประมงเดินลุยน้ำไปตรงชายฝั่งและกดปากสวิงให้ครูดลากไปกับพื้นทราย สาหร่ายจะเข้าถุงสวิงและทรายนั้นก็จะรอดผ่านตาสวิงไป พื้นที่ใดจะพบสาหร่ายหรือไม่สังเกตได้โดยดูพื้นทรายจะเห็นว่ามีก้อนกลุ่มสีดำ ๆ ของสาหร่ายใต้น้ำ และบางทีก็อาจใช้เท้าถ้าเท้าสัมผัสกับกอสาหร่ายจะรู้สึกว่าที่พื้นนั้นมีขยะที่อ่อนนุ่ม

2. การเก็บโดยใช้คราด วิธีการนี้นิยมใช้เก็บสาหร่ายในระดับน้ำลึกกว่า 4 ฟุต โดยมีเรือขนาดเล็ก ๆ อาจเป็นเรือพาย เรือแจว หรือเรือมีเครื่องยนต์ติดท้ายเป็นพาหนะ คราดที่ทำใช้เก็บสาหร่ายนั้น ทำด้วยซีลวดเหล็กเรียงติดต่อกัน และแผ่ขยายส่วนปลายออกมีลักษณะคล้ายนิ้วมือที่กางและงอ คราดมีส่วนกว้างประมาณ 2 ฟุต ด้ามคราทำด้วยไม้ไผ่มีความยาวประมาณ 4 - 6 เมตร เรือลำหนึ่งอาจใช้คนเก็บ 1 - 5 คน ซึ่งมีคราดคนละอัน จำนวนคนขึ้นอยู่กับขนาดของเรือด้วย ชาวประมงจะนำเรือออกไปเก็บสาหร่ายขณะที่คลื่นลมสงบ โดยใช้คราดส่วนที่มีซีลวดเหล็กจุ่มลงน้ำ แล้วกดด้ามคราดให้ตัวคราดแตะอยู่กับผิวหน้าดิน จากนั้นจึงครูดลากคราดไปกับพื้นดิน สักครู่หนึ่งจึงลดแรงกดที่ด้ามทำให้ตัวคราดเผยอตัวห่างจากพื้นดิน ในช่วงนี้เองเรือจะลอยเคลื่อนที่ห่างจากจุดเดิมตามกระแสน้ำและคลื่นเล็ก ๆ จากนั้นชาวประมงจะกดด้ามคราดใหม่อีก ทำเช่นนี้ประมาณ 4 - 5 ครั้ง ก็ยกคราดขึ้น สาหร่ายจะติดมากับซี่คราดแล้วจึงสลัดเก็บสาหร่ายไว้ในเรือ

ชาวประมงสงขลานำสาหร่ายที่เก็บมาได้นั้นเด็ดขึ้นส่วนของเปลือกหอย ปลอกหนอนและก้อนหินที่ติดมากับต้นสาหร่ายออกทิ้งเสียก่อน แล้ววางซ้อนทับเป็นแผงกลม ๆ ผึ่งแดดบนหาดทรายหรือไม่ก็นำไปตากแดดที่บ้าน เมื่อสาหร่ายแห้งดีแล้วก็สลัดเม็ดทรายที่ติดมาออกให้หมดสาหร่ายแห้งนี้ส่งขายตามร้านค้า

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ H. Ogawa (2521) ได้สรุปว่าแหล่งที่สาหร่ายใบ Porphyra ขึ้นอยู่ในธรรมชาติมักเป็นโขดหินริมทะเลที่น้ำท่วมถึงหรือลาดกระเซ็นถึงหรืออาจเป็นหน้าผาซึ่งมีคลื่นลมแรง การเก็บจึงต้องใช้เชือกมนิลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ผูกปลายข้างหนึ่งกับแง่หินส่วนอีกปลายผูกไว้รอบเอว แล้วจึงโหนตัวไต่ลงสู่บริเวณที่มีสาหร่ายใบขึ้นอยู่ โดยใช้มือหนึ่งยึดเชือก อีกมือหนึ่งดึงทึ้งเก็บสาหร่าย ซึ่งนับว่าเสี่ยงอันตรายมาก หากพลาดพลั้งอาจโดนคลื่นสาดกระแทกกับก้อนหินได้ และเนื่องจากสาหร่ายใบมีลักษณะบอบบางและลื่นมือ การเก็บจึงต้องใช้นิ้วแตะปูนขาวที่ใส่กระบอกไม้ไผ่เหน็บไว้ที่เอว เพื่อช่วยให้ฝืดมือและจับดึงทึ้งถอนได้ง่ายขึ้น เมื่อเก็บได้แต่ละครั้งจะรวมใส่ถุงผ้าที่มีเชือกคล้องห้อยคอ หรือใส่ย่ามพก โดยเฉลี่ยแล้ววันหนึ่ง ๆ จะเก็บสาหร่ายใบสดได้คนละ 500 - 1,000 กรัม หากเป็นระยะที่มีสาหร่ายใบมากอาจได้ถึง 1 - 2 กิโลกรัม

หลังจากเก็บรวบรวมได้แล้วจะบีบน้ำออก แล้วนำไปขายแก่ร้านค้า ซึ่งรับซื้อในราคากิโลกรัมละ 35 - 60 บาท สุดแต่คุณภาพ หากสาหร่ายใบสีเข้มเป็นมันจะได้ราคาสูง ถ้าสีซีดจางราคาจะต่ำ สำหรับผู้ที่เก็บได้น้อยก็จะนำไปกองขายที่ตลาดสดในราคากองละ 1 บาท ปริมาณสาหร่ายใบที่เก็บได้ในแต่ละปีจะไม่แน่นอน สุดแท้แต่สภาวะแวดล้อม ส่วนร้านค้าที่รับซื้อสาหร่ายใบสดไว้จะนำไปล้างน้ำจืดหลาย ๆ ครั้งให้หมดทราย และสิ่งสกปรกต่าง ๆ แล้วจึงตัดเป็นท่อน ๆ หลังจากนั้นจึงนำสาหร่ายใบที่ปนกับน้ำมาเทลงบนตะแกรงไม้ไผ่ ซึ่งมีกรอบโลหะวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 เซ็นติเมตรวางอยู่ เมื่อเทสาหร่ายใบลงในกรอบนี้แล้วน้ำจะไหลผ่านตะแกรงออกไป เกลี่ยสาหร่ายใบให้บางเสมอกัน แล้วนำไปตากแห้ง เมื่อแห้งดีแล้วจะลอกออกได้เป็นแผ่นบาง ๆ ซ้อนกันไว้ หลังจากนั้นจึงนำมามัดรวมกันมัดละ 10 แผ่น ใส่ในถุงพลาสติก ขายในราคามัดละ 8 - 10 บาท หรือกิโลกรัมละ 200 - 500 บาท (ราคาเมื่อเดือนมกราคม 2520) โดยมีพ่อค้าจากกรุงเทพฯไปรับซื้อ กล่าวกันว่าสาหร่ายใบสีเข้มเป็นมันจะมีรสชาติดีและหวาน ขายได้ราคาดี หากสีซีดออกเหลืองหรือเขียวจะไม่อร่อย ราคาจะถูกกว่า

นอกจากใช้เป็นอาหารแล้วยังมีสาหร่ายทะเลบางชนิดที่ใช้เป็นยา เช่น <u>Sargassum</u> และ <u>Laurencia</u> ใช้รักษาโรคคอพอก นอกจากนี้เมื่อนำ <u>Sargassum</u> ไปต้มและรับประทานส่วนที่เป็นน้ำจะช่วยลดไข้ได้ในด้านการใช้เป็นอาหารสัตว์เท่าที่มีรายงานพบว่ามีการใช้สาหร่ายสีเขียว <u>Ulva reticulata</u> ซึ่งชาวบ้านเรียกว่าเผวนำไปเลี้ยงหมูได้ การใช้สาหร่ายทะเลเป็นอาหาร

สัตว์หรือใช้เป็นปุ๋ยนั้นส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นทดลองเท่านั้น ดังจะกล่าวถึงในตอนต่อไป ยังไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายหรือใช้ในการอุตสาหกรรม

ส่วนผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลที่นิยมทำกันในปัจจุบันในระดับท้องถิ่นคือ การสะกัดวุ้น agar-agar จากพวกสาหร่ายสีแดง ซึ่งทำโดยนำสาหร่ายซึ่งล้างน้ำจืดสลับกับการตากแดดหลาย ๆ ครั้งจนขาวและแห้งมาเคี่ยวกับน้ำในปริมาณที่พอเหมาะ แล้วนำไปกรอง รองเอาส่วนที่เป็นของเหลวมาแต่งกลิ่นและรสแล้วใส่ในภาชนะทิ้งให้แข็งตัว ใช้รับประทานหรือขายกันในท้องถิ่น ยังไม่มีการทำเป็นเส้นหรือเป็นผง สุชาติ วิเชียรสวรรค์ (2521) ได้สรุปวิธีการสกัดวุ้นจากสาหร่ายผมนางดังต่อไปนี้ เมื่อเก็บสาหร่ายมาแล้วต้องล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำขึ้นตากแดด ถ้าแดดดีตากประมาณ 2 วันก็แห้ง เมื่อแห้งแล้วต้องนำไปแช่น้ำจืดอีกหนึ่งคืน แล้วนำขึ้นตากแดดอีกครั้ง ทำซ้ำ ๆ กันก็จะได้สาหร่ายสีเขียว และสะอาดยิ่งขึ้น ก่อนนำสาหร่ายไปเคี่ยววุ้นต้องล้างในน้ำจืดให้ฝุ่นละอองออกแล้วแช่น้ำไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่อต้มน้ำจืดจนเดือดแล้วจึงนำสาหร่ายลงไปเคี่ยวจนเห็นว่าสาหร่ายหลุดออกเป็นชิ้น ๆ จากนั้นจึงนำลงไปกรองเอากากทิ้ง น้ำที่กรองได้นั้นทิ้งไว้ให้เย็นก็จะได้วุ้นตามต้องการ มีอีกวิธีหนึ่งโดยนำสาหร่ายแช่น้ำจืดปนสารส้มเล็กน้อยประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง หรือไม่ก็แช่ในส่วนผสมของน้ำปูนใส 1 ส่วน และน้ำจืด 2 ส่วน แช่ไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนจะเคี่ยว มีบางวิธีแนะนำไว้ควรลวกน้ำร้อน 15 นาที หรือแช่น้ำซาวข้าวไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมงก่อนจะต้มอย่างหนึ่ง และอีกวิธีเมื่อน้ำต้มสาหร่ายเดือดทั่วกัน 5 นาที ให้บีบน้ำมะนาวลงไป 15 หยด (สำหรับสาหร่าย 100 กรัม) เพื่อให้สาหร่ายละลายง่ายและได้วุ้นมีกลิ่นดีอีกด้วย

ส่วนวิธีการทำวุ้นให้สะอาดนั้น สุชาติ วิเชียรสวรรค์ (2521) ได้สรุปไว้ 2 วิธีเช่นกัน

วิธีที่ 1 นำสาหร่ายที่ตากแดดไว้จนสีขาวและกลิ่นเหม็นจางลงมากแล้ว มาใส่ภาชนะไม้หรือเครื่องเคลือบมีน้ำจืดใส่จนท่วมสาหร่าย แล้วผ่านแกซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงจนอิ่มตัว ตั้งทิ้งไว้จนสีของสาหร่ายจางลงจนกระทั่งขาวบริสุทธิ์ หรือไม่ก็เป็นสีเหลืองอ่อนหรือเกือบขาวก็ใช้ได้ นำสาหร่ายนี้ไปล้างน้ำจืดจนหมดกลิ่นแกซและฤทธิ์กรด ต้มน้ำทิ้งไว้พอน้ำเดือดให้นำสาหร่ายที่ล้างสะอาดดีแล้วนั้นใส่ลงไปแล้วรีบคนโดยเร็ว สาหร่ายจะละลายไปเกือบหมด ยังเหลือแต่เป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งไม่ละลายต่อไป เคี่ยวต่อไปเล็กน้อยแล้วยกลงกรองด้วยผ้าสิฝิน ต้มน้ำสาหร่ายที่กรองได้นั้นให้งวดบนไฟอ่อน ๆ แล้วยกลงวางทิ้งไว้ให้เย็นน้ำจะแข็งเป็นวุ้น สาหร่ายจำนวน 1 กก.

เมื่อเคี่ยวด้วยน้ำจนงวดได้ขนาดทั้งหมด 20 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะได้วุ้นที่มีความแข็งขนาดที่ใช้รับประทานกันได้ ถ้าเคี่ยวให้งวดลงมากก็จะได้วุ้นที่แข็งมากขึ้น กากที่กรองออกมานั้นถ้านำไปต้มเคี่ยวต่อไปก็ยังเป็นวุ้นได้อีก

<u>วิธีที่ 2</u> นำสาหร่ายที่ล้างน้ำจืดสะอาดดีแล้วมาล้างน้ำและแช่ไว้ให้อ่อน ต้มน้ำให้เดือดแล้วหย่อนสาหร่ายลงไป คนให้ทั่วจนละลายดีแล้วรีบกรองด้วยผ้าสิบิน น้ำที่กรองได้ยกขึ้นตั้งไฟใส่ผงถ่านกระดูกสัตว์ลงไปแล้วคนให้ทั่ว ตั้งไฟต่อไปให้เดือดอย่างน้อยที่สุดไม่น้อยกว่า 5 นาทีแล้วจึงยกลง กรองโดยใช้แรงดูดช่วยและกรองในขณะร้อน น้ำที่กรองได้ให้ยกขึ้นเคี่ยวไฟอ่อน ๆ ต่อไปจนงวดพอ จึงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะได้วุ้นที่สะอาดที่ปราศจากสี กลิ่น และรสใด ๆ ทั้งสิ้น ในวิธีนี้ได้ทดลองใช้ถ่าน 1 กรัมต่อสาหร่าย 86 กรัม ต้มต่อไปหลังจากใส่ถ่านแล้ว 5 นาทีจึงกรองก็ได้ผลดี กรมวิทยาศาสตร์ได้ลองใช้ถ่านกะลามะพร้าว ปรากฏว่าดูดสีและกลิ่นได้ดีกว่าถ่านไม้โกงกาง สำหรับการทำจำหน่ายมาก ๆ ในการค้านั้น ถ้าใช้วิธีผ่านแกซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และกระดูกสัตว์ทั้งสองอย่างแล้วจะสะดวกกว่าและสิ้นเปลืองน้อยกว่าด้วย โดยไม่จำเป็นต้องนำสาหร่ายมาล้างน้ำและตากแดดสลับกันไปให้เสียเวลาแรงงานและสิ้นเปลืองน้ำจืดโดยไม่จำเป็น กล่าวคือเพียงแต่ผ่านแกซให้อิ่มตัวในน้ำก็พอ ถ้าตั้งทิ้งไว้นาน ๆ สาหร่ายจะขาวมากขึ้น วุ้นที่ได้จะขาวปราศจากกลิ่นและต้องใช้ความสังเกตมาก ๆ จึงจะรู้ว่ามีรสเฝือน ๆ

ในปัจจุบันการศึกษากระบวนการผลิต แปรรูป ผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้นมีทำกันน้อยมาก ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในขั้นการทดลองยังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตขั้นอุตสาหกรรมได้ เช่นการสะกัดวุ้น agar-agar ให้เป็นวุ้นที่มีคุณภาพดี การสะกัดสาร Alginic acid การสะกัดสาร Carrageenan ซึ่งจะสรุปไว้ในเรื่องงานวิจัยสาหร่ายทะเลในประเทศไทยเช่นเดียวกับงานการศึกษาคุณค่าอาหารของสาหร่ายทะเล

ปริมาณการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศ

ประเทศไทยถึงแม้จะมีสาหร่ายทะเลขึ้นอยู่ในธรรมชาติเป็นปริมาณมากและบางส่วนก็ได้ส่งออกเป็นสินค้าออกไปยังต่างประเทศได้ เช่น พวกสาหร่ายวุ้น ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดง สกุล Gracilaria เราก็ยังมีความต้องการผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในการอุตสาหกรรมและการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อีกมาก ทั้งนี้เพราะผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลจะใช้เป็นตัวคงสภาพ (stabilizer) เป็นตัวทำให้เกิดสารผสมลักษณะอีมัลชั่น (emulsifier) และเป็นตัวช่วยในการทรงตัวของผลิตภัณฑ์ (thickening) ดังนั้นจากสถิติของกรมศุลกากร (Foreign Trade Statistics of Thailand) ในแต่ละปีเราจะเห็นปริมาณการสั่งเข้าของผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลเป็นปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เราส่งออก ผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลที่นำเข้ามาในพระราชอาณาจักรที่เห็นได้ชัดเจนคือ พวกวุ้นสกัด (agar-agar) ซึ่งนำเข้ามาเพื่อใช้เป็นอาหารและใช้เป็นสารประกอบการอุสาหกรรมอาหาร การเพาะเลี้ยงแบคทีเรียและรา เพื่อการศึกษาวิจัยในสถาบันต่าง ๆ และในโรงพยาบาล สาร alginic acid ก็มีการนำเข้ามาเพื่อปรุงแต่งดัดแปลงให้เหมาะสมกับกิจการอุตสาหกรรมในประเทศ ส่วนสาร sodium alginate ได้มีการนำเข้ามาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการทอผ้าอุตสาหกรรมสีและอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อาจมีการนำผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลเข้ามาในพระราชอาณาจักรในรูปอื่นโดยใช้ชื่อทางการค้า นอกจากนี้ที่สำคัญที่สุดประเทศไทยมีการนำสาหร่ายแห้งเข้าสู่พระราชอาณาจักรเป็นปริมาณมากในแต่ละปีอีกด้วย ที่สำคัญได้แก่ จีไฉ่ หรือ จีฉ่าย ซึ่งเป็นพวกสาหร่ายทะเลสีแดงซึ่งเก็บมาแล้วทำให้แห้งอยู่ในรูปของแผ่นบาง ๆ ส่วนใหญ่นำมาประกอบอาหารพวกแกงจืดหรือนำมาห่ออาหารบางอย่างก่อนนึ่ง

ผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลที่สำคัญที่สุดในการนำเข้าสู่พระราชอาณาจักรคือ พวกวุ้นสกัด (agar-agar) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวุ้นที่สกัดจาก Gracilaria ซึ่งเป็นวุ้นคุณภาพต่ำ ส่วนน้อยที่เป็นวุ้นที่สกัดจาก Gelidim หรือ Pterocladia ซึ่งจะให้วุ้นที่คุณภาพสูงกว่าสามารถใช้เลี้ยงแบคทีเรีย ถึงแม้เราจะพบสาหร่ายวุ้น Gracilaria แพร่กระจายโดยทั่วไป โดยเฉพาะที่ปัตตานี สงขลา ตราด และระนอง เดิมเคยมีรายงานว่าพบได้ในที่อีกหลายแห่ง เช่น สุราษฎร์ธานี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และจันทบุรี แต่ปริมาณที่พบในแหล่งธรรมชาติได้ลดลงอย่างมาก ปริมาณที่มีอยู่ในแหล่งธรรมชาติไม่เพียงพอสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อการอุตสาหกรรมสกัดวุ้น

สุรจิต วรรณจันทร์ (2523) ได้วิเคราะห์ปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยจากสถิติกรมศุลกากรนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 จนถึงปี พ.ศ. 2522 พบว่าปริมาณ agar-agar ในช่วงปี พ.ศ. 2513 - 2517 นั้นปริมาณการสั่งเข้ายังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ปริมาณสูงสุดที่นำเข้าในช่วง 5 ปีนี้คือ 176,979 กิโลกรัม ในปี พ.ศ. 2515 คิดเป็นมูลค่าประมาณ 11,774,750 บาท แต่ต่อมาปริมาณการสั่งเข้า agar-agar มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนดังจะเห็นว่าในปี พ.ศ. 2521 และ 2522 นั้นปริมาณที่นำเข้าเป็น 228,528 และ 201,650 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับลักษณะการสั่งสาร alginic acid เข้ามาใช้ในประเทศไทยในระยะ 5 ปีแรกคือ 2513 - 2517 นั้น เป็นปริมาณสูง แต่ระยะ 5 ปีหลัง (2518 - 2522) การสั่งเข้าลดน้อยลงตามลำดับ แต่พบว่าปริมาณการสั่งเข้าของ sodium alginate จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงปีหลัง อีกทั้งมูลค่าก็เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีราคาที่แพงขึ้นดังจะเห็นว่าในปี พ.ศ. 2522 ปริมาณการนำเข้าของ sodium alginate เท่ากับ 128,452 กิโลกรัม มูลค่า 9,463,428 บาท เมื่อเทียบกับปริมาณนำเข้าในปี พ.ศ. 2513 เท่ากับ 57,000 กิโลกรัม ซึ่งมีมูลค่า 1,713,789 บาท ส่วนปริมาณการสั่งสาหร่ายทะเลเข้ามาบริโภคในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปีนับตั้งแต่ปี 2513 เป็นต้นมา ประเทศผู้ส่งสาหร่ายทะเลรายใหญ่เพื่อขายให้ประเทศไทยได้แก่ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน และสาธารณรัฐประชาชนจีน สาหร่ายทะเลที่นำเข้าเพื่อการบริโภคส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีแดงสกุล <u>Porphyra</u> หรือที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ จีฉ่าย ใช้ในการประกอบอาหารประเภทแกงจืด และใช้กันมากในอาหารจีนและอาหารญี่ปุ่น นอกจากนี้ก็มีสาหร่ายอื่น ๆ อีก เช่น สาหร่ายสีน้ำตาลสกุล <u>Laminaria</u> และ <u>Hijikia</u> เป็นต้น แต่นิยมใช้ประกอบอาหารญี่ปุ่นเท่านั้น สาหร่ายเหล่านี้พบวางขายในห้างสรรพสินค้าบางแห่งเท่านั้น

ผู้เขียนได้วิเคราะห์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกของผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยจากสถิติกรมศุลกากรนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 จนถึง พ.ศ. 2528 (สำหรับข้อมูลปี พ.ศ. 2529 ได้มีการเก็บรวบรวมแล้วบางเดือนแต่ยังไม่ครบทั้งปี) พบว่าปริมาณการนำเข้าของ agar-agar ในช่วงปี พ.ศ. 2519 - 2528 ยังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงปริมาณสูงสุดในปี พ.ศ. 2526 เท่ากับ 288,116 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 101,264,067 บาท จากนั้นปริมาณก็ได้ลดต่ำลงเหลือเพียง 205,858 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 6,946,536 บาท ในปี พ.ศ. 2528 ปริมาณการนำเข้าของ alginic acid นั้น มีปริมาณต่ำนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมาจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2528 ปริมาณการนำเข้าของ alginic acid ซึ่งมีปริมาณสูงขึ้นแต่ก็ยังสูงไม่เท่ากับปริมาณ

ที่สั่งเข้ามาในปี พ.ศ. 2513 ซึ่งตรงข้ามกับปริมาณการนำเข้าของสาร sodium alginate ซึ่งมีปริมาณสูงขึ้นโดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2526 ปริมาณที่นำเข้าสูงถึง 184,875 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 13,402,105 บาท สำหรับปริมาณการนำเข้าของสาหร่ายทะเลระยะหลังก็ยังมีปริมาณสูงเช่นเดิม โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2526 และ 2527 ที่มีปริมาณการนำเข้าเท่ากับ 20,186 กิโลกรัม และ 34,693 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 3,158,041 บาท และ 6,081,417 บาท ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าราคาของสาหร่ายทะเลแพงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อพิจารณาจากราคา CIF ดังตารางที่ 2.1 ถึง 2.4 และรูปที่ 2.1 ถึง 2.8

สำหรับปริมาณการส่งออกของผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้นส่งออกในรูปของสาหร่ายทะเล (ตารางที่ 2.5) นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 - 2528 คิดเป็นปริมาณ 771,771 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 155,074,660 บาท นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมาปริมาณการส่งออกของสาหร่ายทะเลสูงขึ้น ปริมาณสาหร่ายทะเลที่ส่งออกในปี พ.ศ. 2528 เท่ากับ 100,984 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 38,880,424 บาท โดยมีประเทศญี่ปุ่นเป็นลูกค้ารายใหญ่ที่สุด รองลงมาได้แก่ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันนี และประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับปริมาณการส่งออกของ agar-agar นั้นยังอยู่ในปริมาณต่ำโดยที่มีหลักฐานการส่งออกเป็นเพียงบางปีเท่านั้น เช่น ปี พ.ศ. 2519 ได้มีการส่งออกของ agar-agar ไปยังประเทศญี่ปุ่นจำนวน 2,270 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 120,213 บาท และในปี พ.ศ. 2526 ได้ส่ง agar-agar ไปยังประเทศลาวประมาณ 30 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 1,200 บาท นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 เป็นต้นมาประเทศไทยได้ส่งปริมาณ agar2agar ออกต่างประเทศมากขึ้นโดยส่งออกไปขายกับประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ฝรั่งเศส แคนาดา เดนมาร์ก และประเทศอื่น ๆ อีกมาก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าวุ้นสกัดที่ส่งออกนั้นไม่ใช่วุ้นสกัดที่มีคุณภาพสูงแต่เป็นวุ้นที่มีคุณภาพต่ำที่เรานำเข้าและนำมาผสมน้ำตาลทำในรูปของวุ้นผงสำเร็จเพื่อใช้เป็นของหวาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามูลค่าค่อนข้างต่ำ

จากสถิติปริมาณการนำเข้าและส่งออกของผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าปริมาณความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลนั้นยังมีอยู่ในปริมาณสูงกว่าปริมาณการผลิตได้เองในประเทศไทย เฉพาะปริมาณสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลนั้นยังจำเป็นต้องสั่งจากต่างประเทศมากซึ่งทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพิ่มเพิ่มผล

ตารางที่ 2.1 THAILAND'S STATISTICS ON THE IMPORTATION OF

ALGAE AND ALGAL PRODUCT DURING THE PERIOD 1976-1985

AGAR-AGAR

COUNTRY	QUANTITY & C.I.F VALUE	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL FOR EACH COUNTR
JAPAN	QTY.(KG)	110620	124030	138040	141968	116571	90300	143505	195287	149800	0	1210121
	VALUE(BAHT)	24652933	27841416	32040492	38253856	39319578	30713526	44006377	47305333	50587002	0	354720513
KOREA REP	QTY.(KG)	44482	50912	61542	29241	22519	24716	18576	22519	16300	20401	311208
	VALUE(BAHT)	7066173	8555564	9785215	6217871	6510173	8112308	5656086	5913508	4418847	6624311	68860056
CHILE	QTY.(KG)	21000	39000	46600	77020	59380	60120	64440	60120	58320	0	486000
	VALUE(BAHT)	4706625	8740875	10123352	21463233	19472658	20106366	20897012	19296658	20785255	0	145592034
U.K.	QTY.(KG)	11	75	255	55	30	0	29	17	20	0	492
	VALUE(BAHT)	8442	30043	51348	33030	14864	0	19559	9187	12693	0	179166
CHINA PEOPL.	QTY.(KG)	0	0	0	0	8067	8920	0	7920	20000	0	44907
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	2365271	2708098	0	2583860	6662750	0	14319979
U.S.A.	QTY.(KG)	15	0	52	3144	27	6	60	150	10786	184	14424
	VALUE(BAHT)	12189	0	33555	773496	35717	16831	43434	109045	4132325	322225	5478817
ARGENTINA	QTY.(KG)	4000	3000	0	3000	0	0	0	0	0	0	10000
	VALUE(BAHT)	896500	672375	0	520136	0	0	0	0	0	0	2089011
GERMANY	QTY.(KG)	0	0	34	7	0	1	7	0	0	0	35
	VALUE(BAHT)	0	0	11668	1836	0	840	2774	0	0	0	17118
POLAND	QTY.(KG)	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	35
	VALUE(BAHT)	0	0	10434	0	0	0	0	0	0	0	10434
AUSTRALIA	QTY.(KG)	0	0	800	0	0	0	0	3	0	0	803
	VALUE(BAHT)	0	0	865625	0	10	0	0	1753	0	0	867388
HONG KONG	QTY.(KG)	0	0	0	907	0	0	0	0	360	0	1267
	VALUE(BAHT)	0	0	0	202560	0	0	0	0	307137	0	509697
TAIWAN	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	2	3500	2100	2000	0	7602
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	4529	1009176	6044723	601945	0	7660373
DENMARK	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	2300	0	2300
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	470519	0	470519
NETHERLAND	QTY.(KG)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	VALUE(BAHT)	3653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3653
SWITZERLAND	QTY.(KG)	1000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1001
	VALUE(BAHT)	40056	0	0	0	0	0	1619	0	0	0	41675
TOTAL FOR ALL COUNTRIE	QTY.(KG)	181138	217017	247358	255335	206594	184065	230111	288116	259886	20585	2090205
	VALUE(BAHT)	37386571	45840273	52721689	67464018	67718271	61662498	71636037	101264067	87978473	6946536	600820433

ตารางที่ 2.2 THAILAND'S STATISTICS ON THE IMPORTATION OF

ALGAE AND ALGAL PRODUCT DURING THE PERIOD 1976-1985

ALGINIC ACIDS

COUNTRY	QUANTITY & C.I.F VALUE	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL FOR EACH COUNTR
JAPAN	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	0	80	0	0	50	130
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	0	54203	0	0	1229	55432
ITALY	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000	10000
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	547103	547103
FRANCE	QTY. (KG)	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	500
	VALUE (BAHT)	0	96120	0	0	0	0	0	0	0	0	96120
U.K.	QTY. (KG)	0	30	0	14	20	0	162	0	0	73	299
	VALUE (BAHT)	0	6972	0	3245	6223	0	11793	1520	0	18696	48469
AUSTRALIA	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3500	3500
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65603	65603
U.S.A.	QTY. (KG)	0	0	0	0	4	40	0	1	0	4417	4462
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	8292	11763	0	1252	0	1264864	1286171
NORWAY	QTY. (KG)	0	2000	0	0	0	0	25	125	300	0	2450
	VALUE (BAHT)	0	132437	0	0	0	0	12981	65596	60309	0	271323
GERMANY	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	250	1003	0	303	0	1556
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	2864	16838	0	303786	0	323488
CANADA	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	0	0	47320	0	0	47320
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	605677	0	0	605677
NETHERLAND	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	200	3000	0	0	0	3200
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	4835	91163	0	0	0	95998
SWITZERLAND	QTY. (KG)	0	0	0	0	0	0	0	800	300	2500	3600
	VALUE (BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	101335	36242	278148	415725
TOTAL FOR ALL COUNTRIE	QTY. (KG)	0	2530	0	14	24	490	4270	48246	903	20540	77017
	VALUE (BAHT)	0	235549	0	3245	14515	19462	186978	775380	400337	2175643	3811109

ตารางที่ 2.3 THAILAND'S STATISTICS ON THE IMPORTATION OF ALGAE AND ALGAL PRODUCT DURING THE PERIOD 1976-1985

SODIUM ALGINATE

COUNTRY	QUANTITY & C.I.F VALUE	1976 *	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL FOR EACH COUNTR
JAPAN	QTY.(KG)	0	101	0	2502	200	1800	0	2565	5050	3600	15818
	VALUE(BAHT)	0	14864	0	182484	48976	146718	0	330470	669065	579323	1971900
U.K.	QTY.(KG)	14500	44363	27050	46950	32350	1691	1551	12950	11150	12378	204933
	VALUE(BAHT)	1008476	2388424	2239686	4140133	3497529	261315	220050	1505162	1215726	1638352	18114853
NORWAY	QTY.(KG)	0	5500	21000	49500	29350	31650	8000	19300	16300	34650	215250
	VALUE(BAHT)	0	384069	1545198	3861690	2277531	2917061	798381	2039032	1437369	3555837	18816168
FRANCE	QTY.(KG)	0	10000	500	0	1400	600	3600	400	1100	1550	19150
	VALUE(BAHT)	0	672375	58481	0	164071	89602	283264	62053	150147	163755	1643748
CHINA PEOPL.	QTY.(KG)	5000	71700	42000	55000	115000	63000	60400	139000	70525	62000	683625
	VALUE(BAHT)	336187	4895703	2840828	3240219	7389112	4269949	4208743	8618020	4754257	4954523	45507541
GERMANY FED.	QTY.(KG)	0	0	83	1	0	0	64	660	120	201	1129
	VALUE(BAHT)	0	0	18615	19375	0	0	16451	80107	30872	90753	256173
POLAND	QTY.(KG)	0	7000	0	0	0	0	0	0	0	0	7000
	VALUE(BAHT)	0	524656	0	0	0	0	0	0	0	0	524656
NETHERLANDS	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	0	2000
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	179205	0	0	179205
TAIWAN	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	3000	480	0	3480
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	215287	32639	0	247926
U.S.A.	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	5000	0	0	5000
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	372769	0	0	372769
ITALY	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25
	VALUF(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	3159	0	3159
TOTAL FOR ALL COUNTRIE	QTY.(KG)	19500	138664	90633	153953	178300	98741	73615	184875	104750	114379	1157410
	VALUE(BAHT)	1344663	8080091	6702808	11443901	13377219	7684645	5526089	13402105	8293234	10982543	87630098

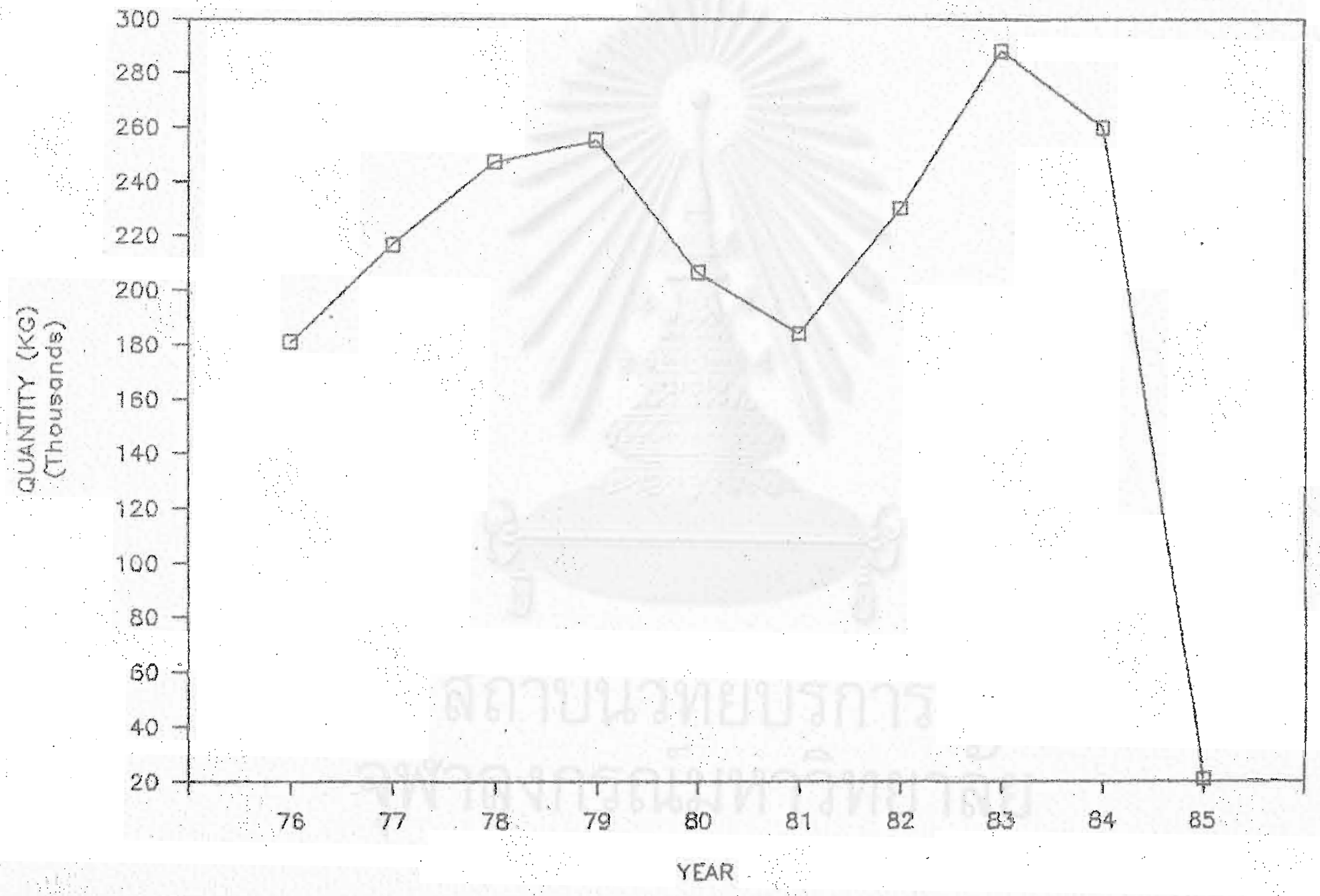
ตารางที่ 2.4 THAILAND'S STATISTICS ON THE IMPORTATION OF

ALGAE AND ALGAL PRODUCT DURING THE PERIOD 1976-1985

SEA WEED

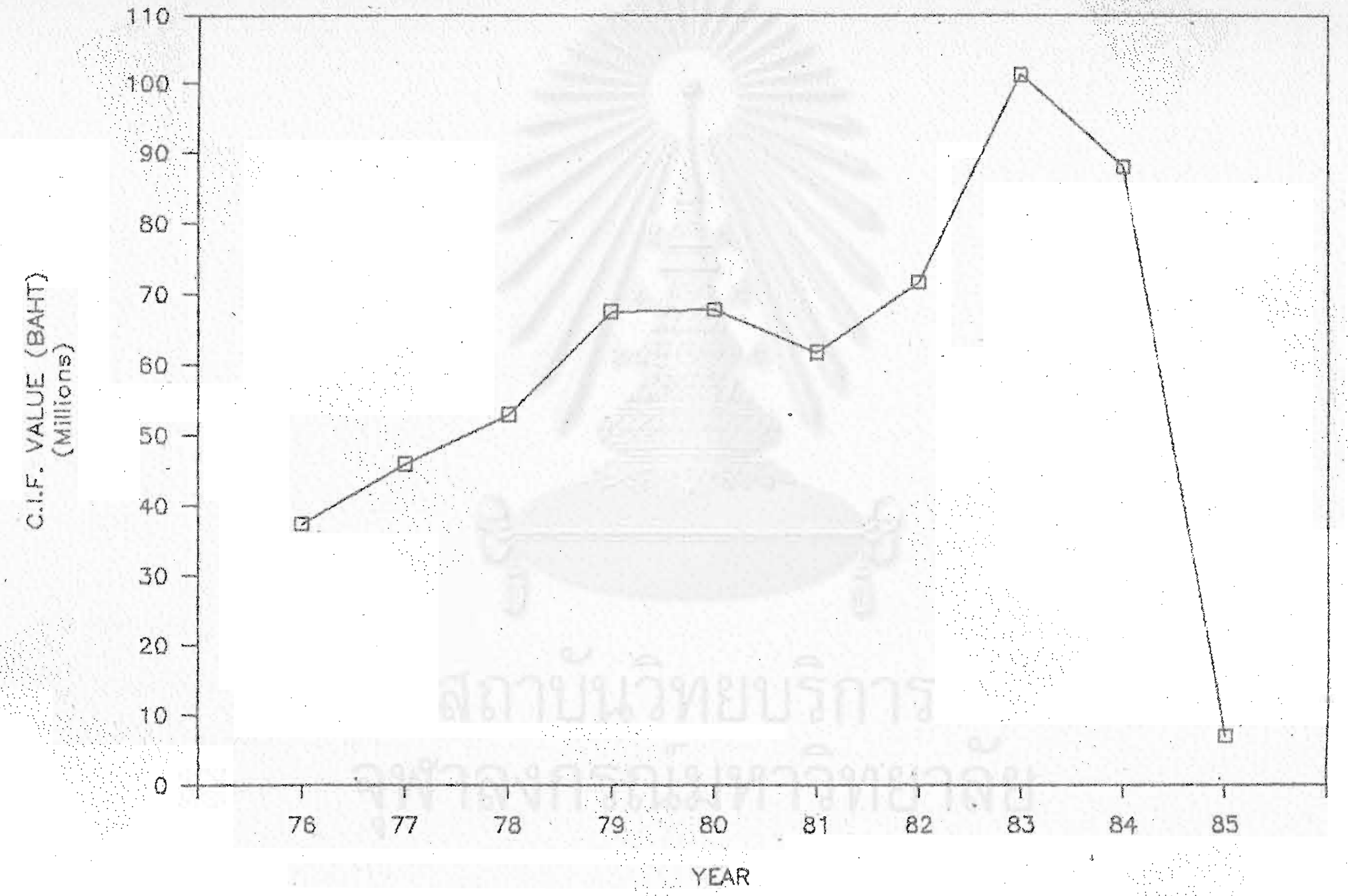
COUNTRY	QUANTITY & C.I.F VALUE	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL FOR EACH COUNTR
JAPAN	QTY.(KG)	296	662	2542	3374	2597	3979	3321	2894	5044	2518	27227
	VALUE(BAHT)	109046	181322	696528	600077	884991	936306	1030761	657713	1470063	821509	7388316
KOREA REP	QTY.(KG)	4877	5850	408	3210	1070	617	186	124	620	144	17106
	VALUE(BAHT)	243840	294101	38680	464096	176146	102179	34258	18970	114416	32659	1519353
KOREA DEM. PEOP. REP.	QTY.(KG)	0	0	0	480	0	0	0	0	805	0	1285
	VALUE(BAHT)	0	0	0	79161	0	0	0	0	140017	0	219178
AUSTRALIA	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	698	698
CHINA PEOPL.	QTY.(KG)	2987	2730	10260	4578	7213	9455	5370	16029	23435	14304	96361
	VALUE(BAHT)	147853	128187	774019	763754	1168340	1225354	909225	2295481	3859594	3305504	14577311
U.S.A.	QTY.(KG)	72	0	5	65	112	0	0	0	0	0	254
	VALUE(BAHT)	4500	0	600	8190	14122	0	0	0	0	0	27412
INDONESIA	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	150
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	20727	0	20727
ITALY	QTY.(KG)	0	180	0	0	0	0	182	306	144	72	884
	VALUE(BAHT)	0	9000	0	0	0	0	30244	42254	20006	14150	115654
NETHERLANDS	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	60
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	11028	0	0	0	11028
CANADA	QTY.(KG)	0	0	98	0	52	0	0	0	0	0	150
	VALUE(BAHT)	0	0	17150	0	9100	0	0	0	0	0	26250
HONG KONG	QTY.(KG)	279	450	836	3643	120	3362	100	381	4130	191	13492
	VALUE(BAHT)	11815	21867	75359	308175	20779	247706	13979	52128	309525	48582	1109915
TAIWAN	QTY.(KG)	360	0	120	0	26	900	0	452	365	0	2223
	VALUE(BAHT)	18000	0	6000	0	4442	155330	0	91495	147069	0	420336
FRANCE	QTY.(KG)	9	0	14	0	0	0	0	0	0	0	23
	VALUE(BAHT)	1495	0	3092	0	0	0	0	0	0	0	4587
SOUTH AFRICA	QTY.(KG)	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420
	VALUE(BAHT)	21750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21750
NEW ZEALAND	QTY.(KG)	0	0	90	204	0	0	0	0	0	0	294
	VALUE(BAHT)	0	0	11340	30508	0	0	0	0	0	0	41848
TOTAL FOR ALL COUNTRIE	QTY.(KG)	9300	9872	14453	15554	11190	18313	9219	20186	34693	17230	160010
	VALUE(BAHT)	558299	634477	1622776	2253961	2277920	2664875	2029495	3158041	6081417	4223102	25504363

รูปที่ 2.1 IMPORTED AGAR-AGAR DURING 1976-1985

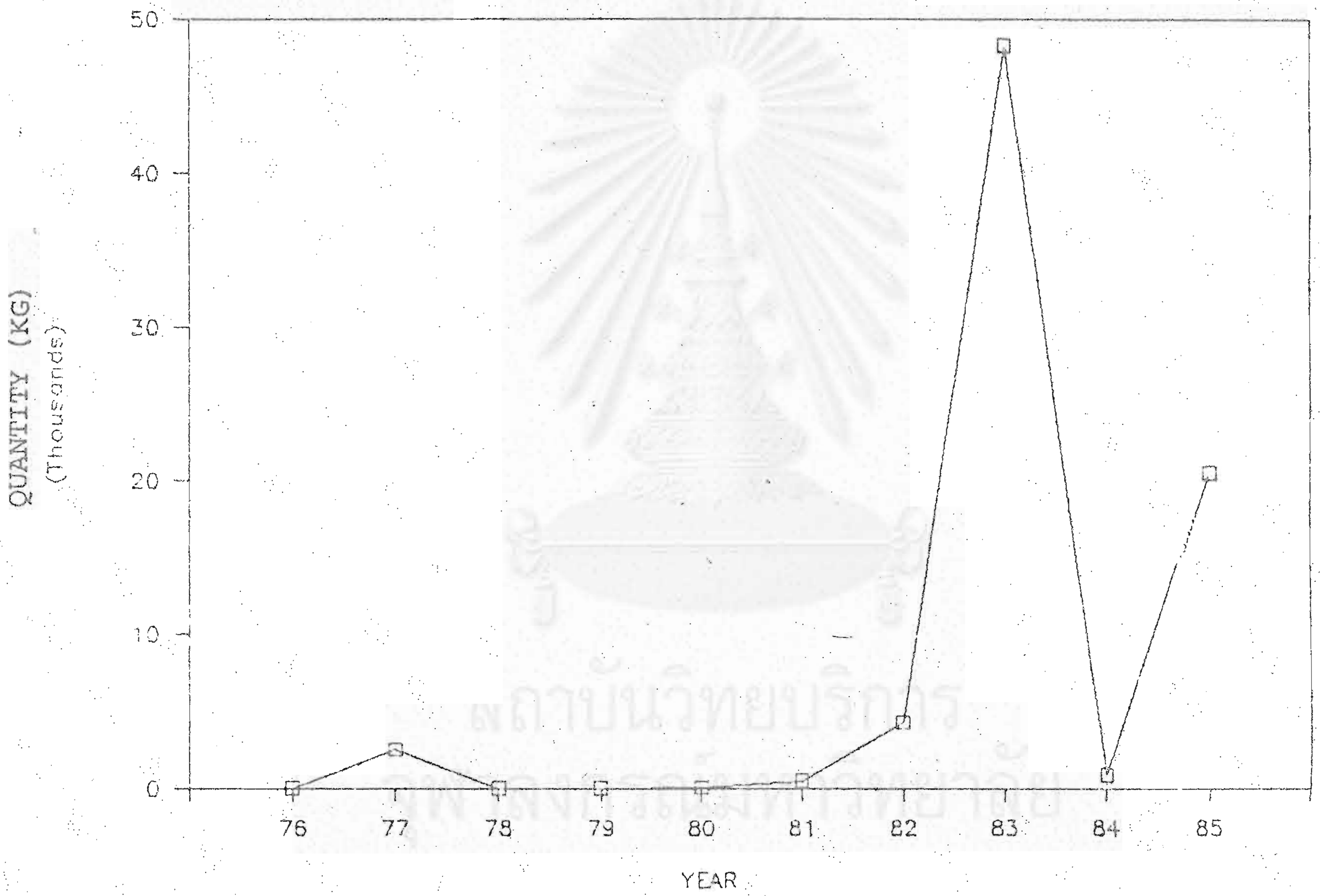


รูปที่ 2.2 C.I.F. VALUE OF THE IMPORTED AGAR-AGAR

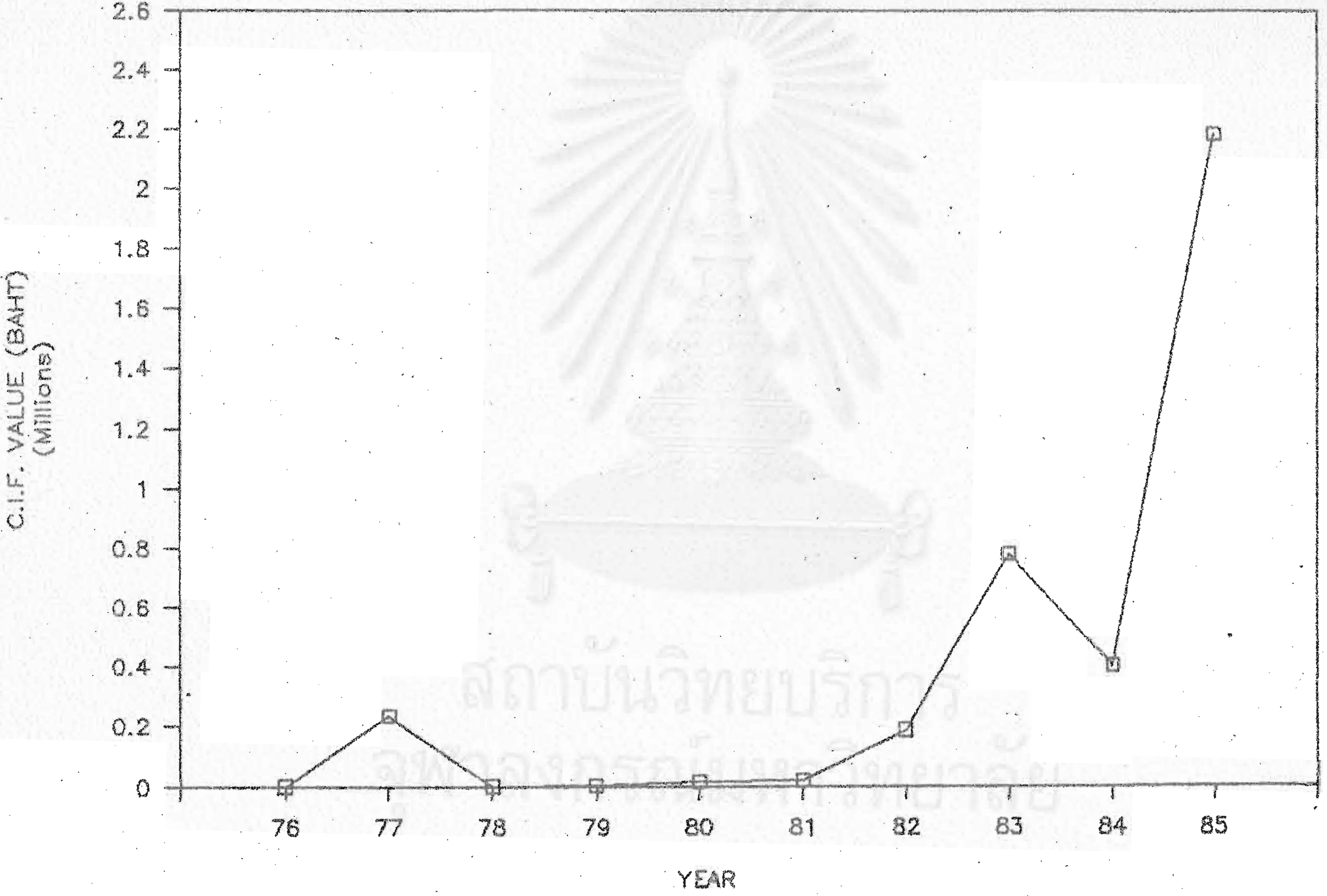
DURING 1976–1985



รูปที่ 2.3 IMPORTED ALGINIC ACID DURING 1976 - 1985



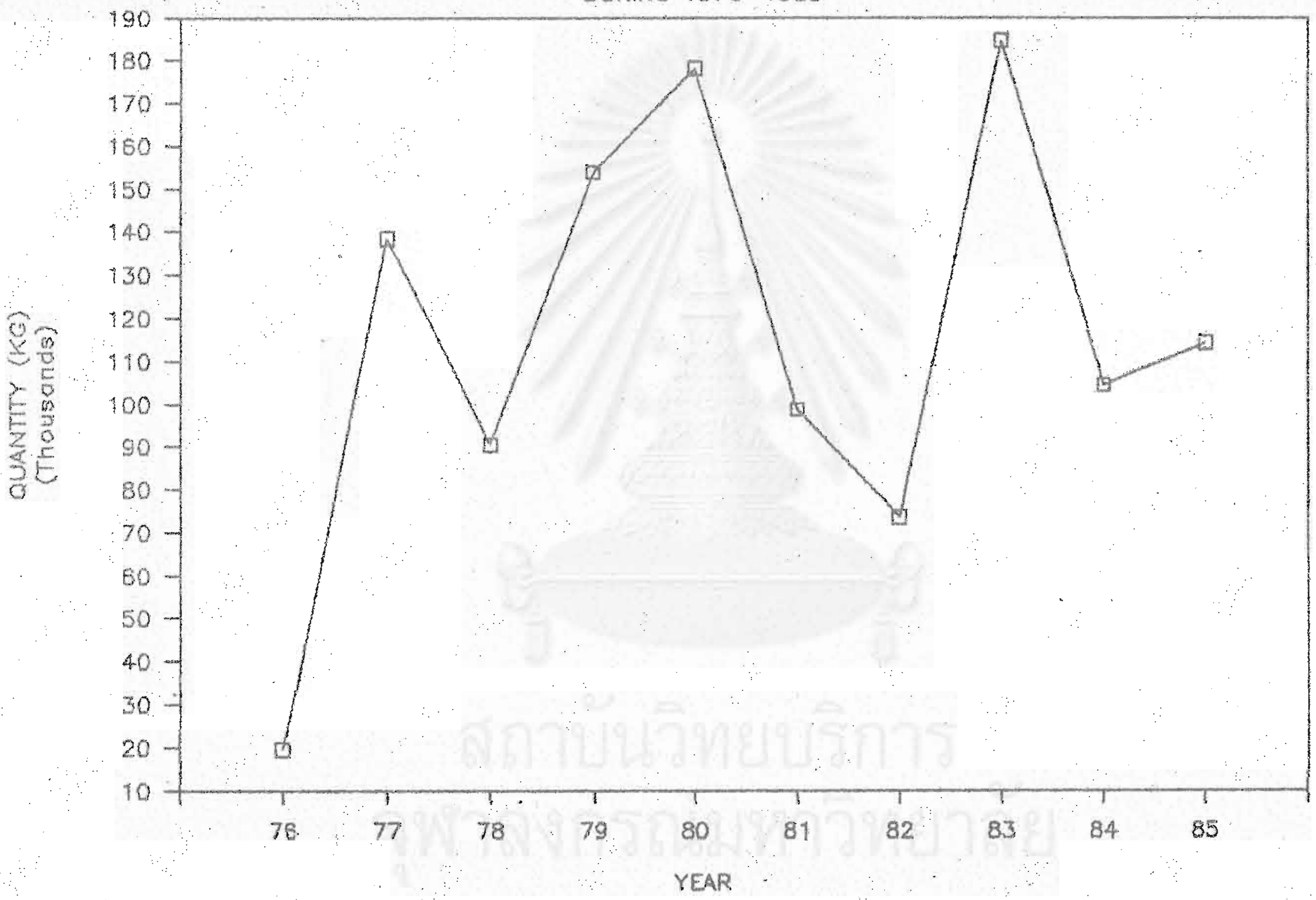
รูปที่ 2.4 C.I.F. VALUE OF THE IMPORTED ALGINIC ACID DURING 1976–1985



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

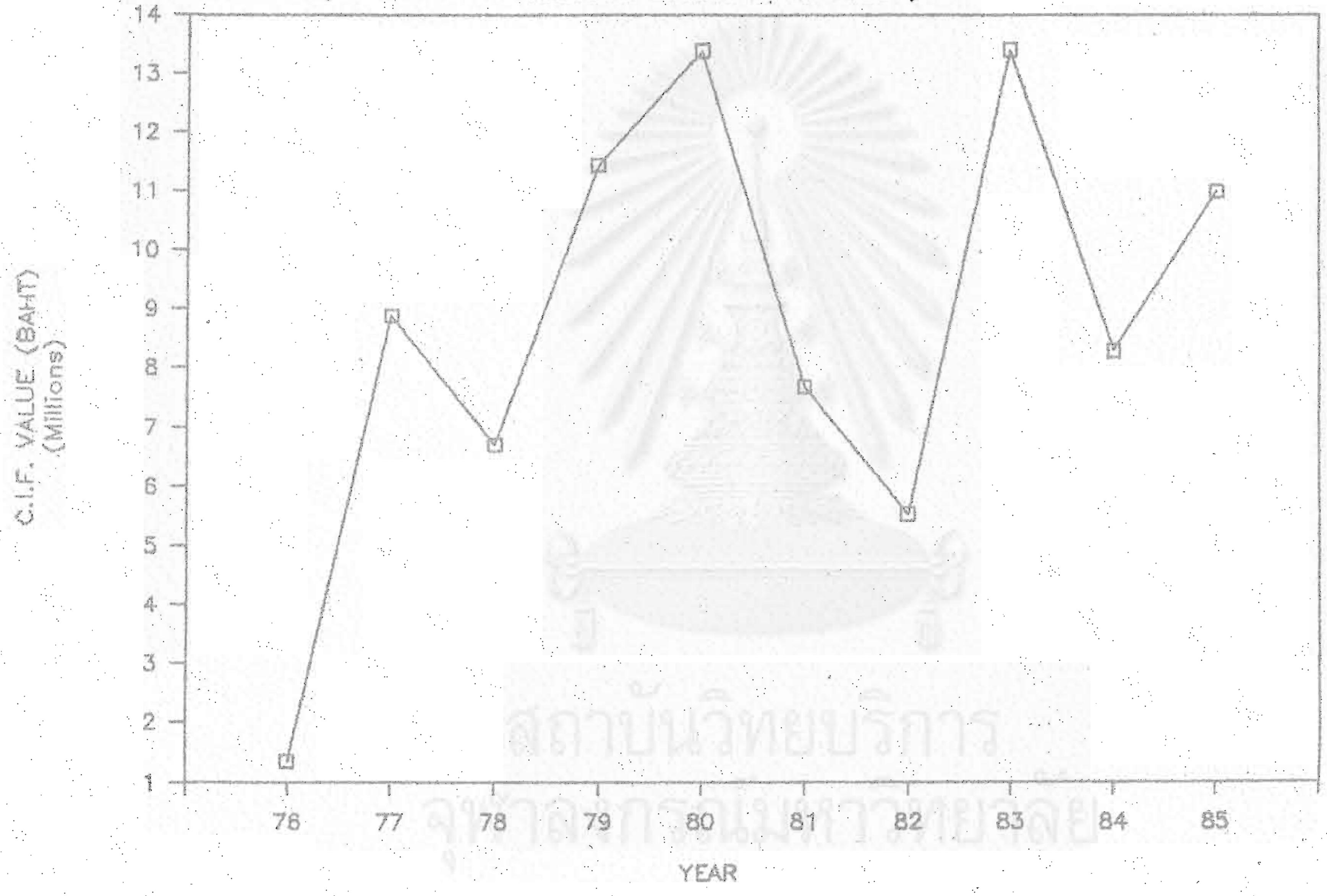
รูปที่ 2.5 IMPORTED SODIUM ALGINATE

DURING 1976–1985



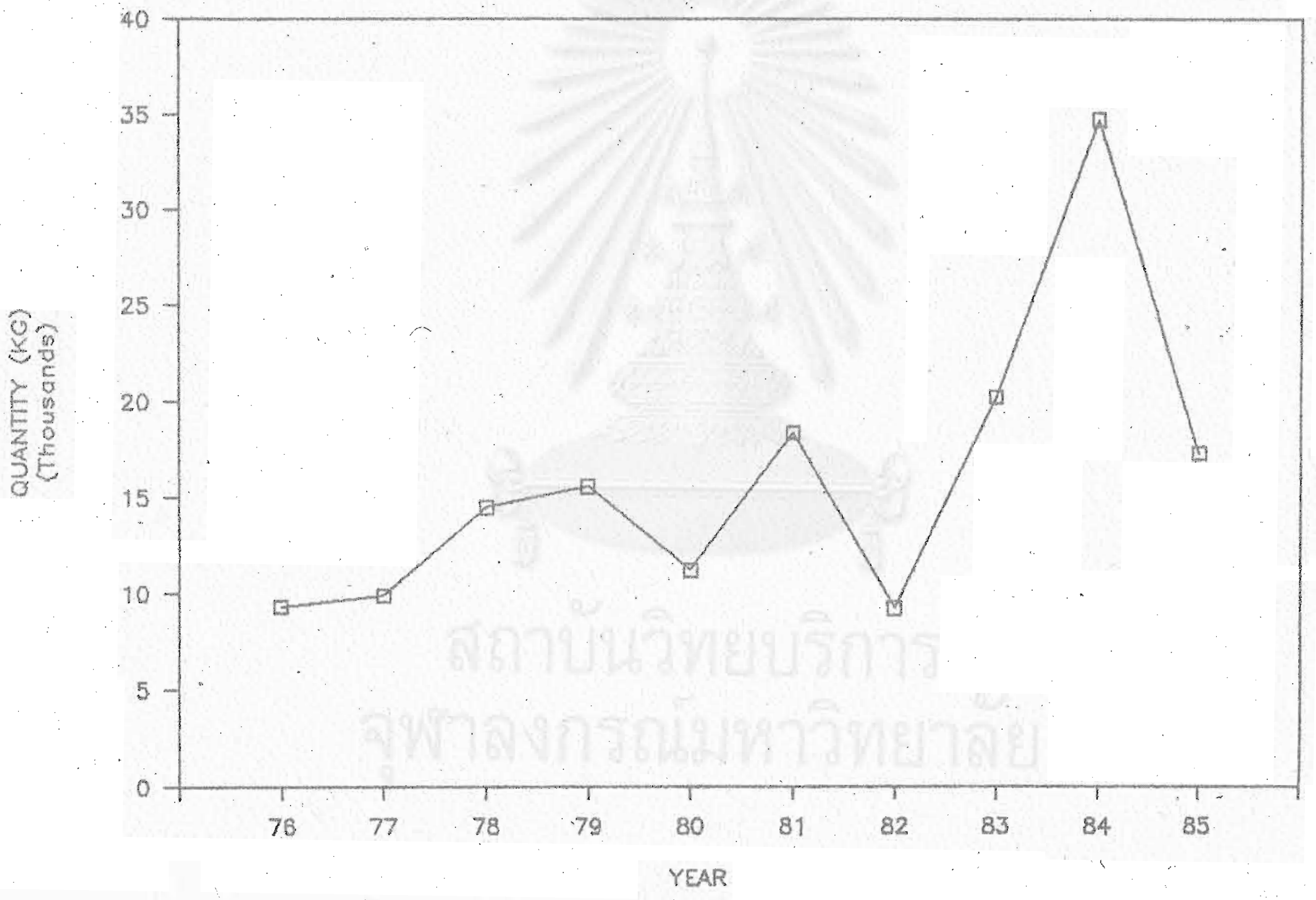
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.6 C.I.F. VALUE OF THE IMPORTED SODIUM ALGINATE DURING 1976–1985



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

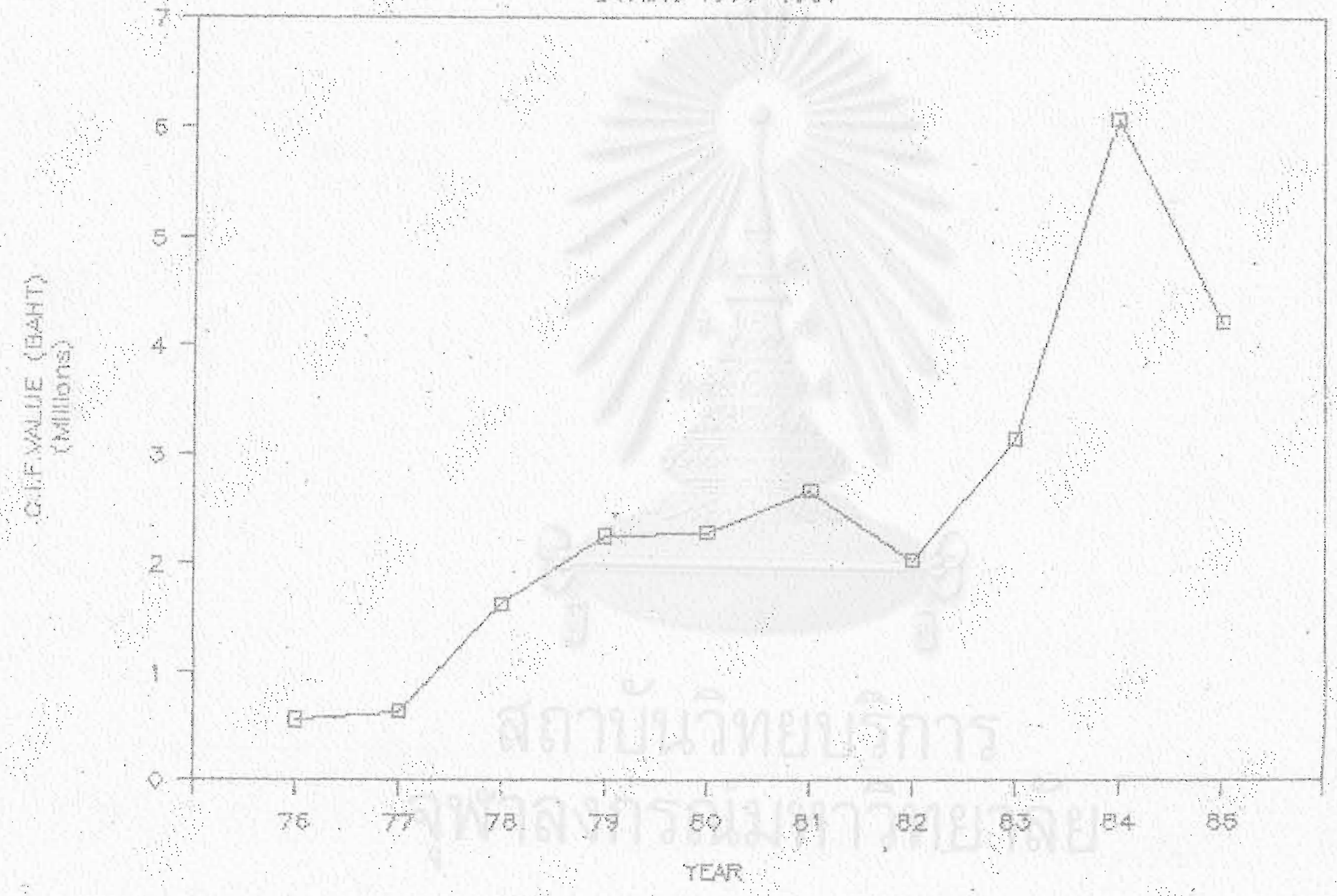
รูปที่ 2.7 IMPORTED SEA WEED DURING 1976–1985



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.8 C.I.F VALUE OF THE IMPORTED SEA WEED

DURING 1976–1980



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.5 THAILAND'S STATISTICS ON THE EXPORTATION OF

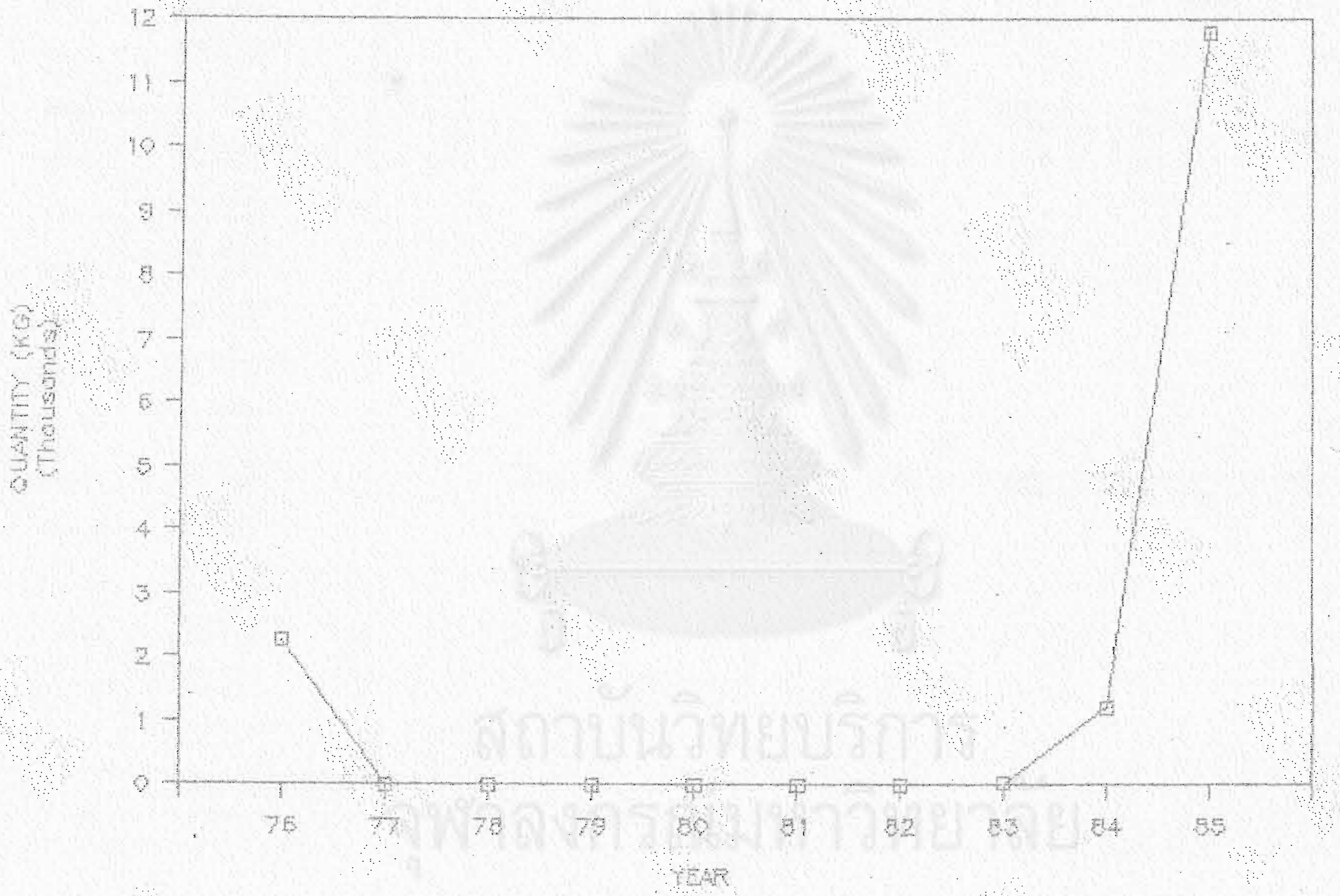
ALGAE AND ALGAL PRODUCT DURING THE PERIOD 1976-1985

SEA WEED

COUNTRY	QUANTITY & F.O.B. VALUE	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	TOTAL FOR EACH COUNTR
LAOS	QTY.(KG)	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
	VALUE(BAHT)	7131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7131
GERMANY FED.	QTY.(KG)	40	0	0	20405	99172	108259	11000	0	0	0	238876
	VALUE(BAHT)	4075	0	0	416262	2096242	1851689	227452	0	0	0	4595720
CANADA	QTY.(KG)	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	695
	VALUE(BAHT)	222270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222270
U.S.A.	QTY.(KG)	12983	2304	0	680	10488	0	0	0	0	0	26455
	VALUE(BAHT)	4434381	869533	0	28200	255008	0	0	0	0	0	5587202
HONG KONG	QTY.(KG)	0	0	615	0	0	500	0	0	0	0	1115
	VALUE(BAHT)	0	0	28992	0	0	6777	0	0	0	0	35769
JAPAN	QTY.(KG)	0	0	19810	58100	90350	45600	57040	60000	68800	100640	500340
	VALUE(BAHT)	0	0	3946002	10356486	10311417	14457342	20755193	20106369	25635227	38739731	144307767
NEPAL	QTY.(KG)	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
	VALUE(BAHT)	0	0	0	4362	0	0	0	0	0	0	4362
BAHRAIN	QTY.(KG)	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	70
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	3570	0	0	0	0	0	3570
ITALY	QTY.(KG)	0	0	0	0	3300	0	0	0	0	0	3300
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	67320	0	0	0	0	0	67320
INDIA	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	1049	0	0	0	0	1049
TAIWAN	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	300
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	78629	0	0	0	0	78629
BELGIUM	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	50
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	2064	0	0	0	0	2064
SAUDI ARABIA	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	125
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	21114	0	0	21114
EGYPT	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	34
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1852	1852
U.K.	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	250
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105971	105971
IRAQ	QTY.(KG)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60
	VALUE(BAHT)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32870	32870
TOTAL FOR ALL COUNTRIE	QTY.(KG)	13808	2304	20425	79191	203380	154714	68040	60125	68800	100984	771771
	VALUE(BAHT)	4667857	869533	3974994	10805310	12733637	16397550	20982645	20127483	25635227	38880424	155074660

- 60 -

รูปที่ 2.9 EXPORTED AGAR-AGAR DURING 1976-1985



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลิตในประเทศไทยโดยเฉพาะพวกสาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่น พวกสาหร่ายวุ้นและสาหร่ายพวกสาหร่ายใบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถผลิตสาหกร่ายเหล่านี้ให้มีปริมาณมากพอเพื่อใช้ในการผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้และเพื่อทดแทนกับปริมาณสาหร่ายในแหล่งธรรมชาติที่ลดน้อยลงไปทุกวัน เนื่องจากการเก็บเกี่ยวเกินกำลังการผลิตตามธรรมชาติและเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมในทะเล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติในประเทศไทย</u>

ฝั่งทะเลของประเทศไทยมีความยาวรวมทั้งสิ้น 2,614.40 กิโลเมตร (กรมประมง, 2520) ทางด้านตะวันออกเป็นอ่าวไทยซึ่งติดต่อกับทะเลจีนตอนใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรแปซิฟิค ทางด้านตะวันตกฝั่งทะเลของไทยติดต่อกับทะเลอันดามันซึ่งเป็นทะเลริมมหาสมุทรอินเดีย

บริเวณอ่าวไทยมีลักษณะเป็นรูปคล้ายสามเหลี่ยมแบ่งออกได้เป็นอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยตอนล่าง อ่าวไทยตอนบนนั้นคลุมอาณาเขตบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดตราดไปจนถึงประจวบคีรีขันธ์ ส่วนอ่าวไทยตอนล่างนั้นนับตั้งแต่บริเวณจังหวัดชุมพรไปจนถึงนราธิวาส ลักษณะชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลน หาดเลน และหาดทราย บริเวณหาดหินหรือบริเวณแนวปะการังพบได้เฉพาะบางบริเวณ โดยเฉพาะแนวปะการังนั้นพบตามบริเวณเกาะต่าง ๆ บริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้นแบ่งออกได้เป็น 3 เขต คือ เขตที่ 1 เป็นบริเวณเขตชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ไปจนถึงจังหวัดสมุทรสงคราม บริเวณนี้ที่ราบชายฝั่งทะเลกว้างประมาณ 30 - 35 กิโลเมตร หาดส่วนใหญ่เป็นหาดทราย บางบริเวณเป็นหาดเลน เช่นบริเวณบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เขตที่ 2 เป็นบริเวณเขตชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพฯและสมุทรปราการ เขตนี้จะมีแม่น้ำที่สำคัญไหลลงสู่บริเวณนี้รวม 4 สาย คือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง บริเวณนี้เป็นบริเวณหาดโคลนและหาดเลนเป็นส่วนใหญ่ เขตที่ 3 เป็นเขตชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกตั้งแต่บริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด บริเวณนี้มีที่ราบชายฝั่งทะเลแคบ ๆ มีเกาะหลายแห่งโดยเฉพาะมีเกาะใหญ่ เช่น เกาะช้าง กูด คราม กระดาด และสีชัง ริมฝั่งทะเลมีการทับถมของตะกอนที่แม่น้ำพัดพามากว้างเพียง 3 - 5 กิโลเมตร แนวดังกล่าวจะยืดยาวลึกเข้าไปในแผ่นดินตามฝั่งแม่น้ำและอ่าว ตามปากแม่น้ำมีป่าชายเลนเจริญงอกงาม มีแม่น้ำสายสั้น ๆ ไหลผ่าน บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบนรวมทั้งสิ้นมีความยาวทั้งสิ้น 941.60 กิโลเมตร (กรมประมง, 2520; อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2521; Piyakarnchana et al, 1985)

บริเวณอ่าวไทยตอนล่างนับตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงมาถึงบริเวณจังหวัดนราธิวาสนั้นเป็นส่วนหนึ่งของชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทย (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2521) มีที่ราบกว้างกว่าที่ราบชายฝั่งทะเลทางด้านฝั่งอันดามัน คือ กว้างประมาณ 30 - 35 กิโลเมตร แต่ชายฝั่งทะเลตื้นกว่า มีหาดทรายกว้างขวางเป็นชนิดฝั่งทะเลที่มีการตกตะกอน เส้นฝั่งทะเลค่อนข้างเรียบเป็นแนวยาว มีอ่าวใหญ่ 3 - 4 แห่ง คือ อ่าวชุมพร อ่าวบ้านดอน สงขลา และปัตตานี มีที่ราบอันเกิดจากการทับถมของตะกอนจากแม่น้ำที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ทะเลภายใน (inland sea) ได้แก่ทะเลสาบน้ำเค็มขนาดใหญ่คือ ทะเลสาบสงขลา ชายฝั่งมีเกาะแก่งน้อย เกาะใหญ่ทางด้านนี้คือ เกาะสมุย เกาะพงัน บริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีชายฝั่งทะเลมีความยาวรวมทั้งสิ้น 933 กิโลเมตร (กรมประมง, 2520; อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2521)

ชายฝั่งทะเลด้านทะเลอันดามันนั้นมีความยาวทั้งสิ้นรวม 739.60 กิโลเมตร ชายฝั่งทะเลด้านนี้ขรุขระ ไม่เป็นระเบียบ มีเอสทูรี่มากมายทำให้ชายฝั่งเว้าแหว่ง มีหมู่เกาะมากมายอยู่ด้านนอก ส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลนอันอุดมสมบูรณ์ ภูเขายื่นยาวลงไปในทะเลหลายแห่ง โดยทั่วไปที่ราบชายฝั่งแคบมาก เกาะที่ใหญ่ที่สุดคือ เกาะภูเก็ต

เราพบว่ามีสาหร่ายทะเลมากมายหลายชนิดขึ้นอยู่ตามธรรมชาติตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทยโดยทั่วไป จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์มากทั้งชนิดและปริมาณ เป็นที่น่าเสียดายว่าการศึกษาสาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้นเป็นการศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลเหล่านี้ตามชายฝั่งทะเลเขตต่าง ๆ โดยที่ไม่มีการศึกษาในเชิงปริมาณอย่างแท้จริงทำให้ยากในการประเมินผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ นอกจากนี้การศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลมักทำในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น มีงานวิจัยชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในที่บางแห่งเท่านั้นที่ทำการศึกษาในระยะยาวทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล นอกจากจะมีการศึกษาด้านปริมาณน้อยมากแล้ว การศึกษาฤดูกาลที่สาหร่ายทะเลเหล่านี้สร้างเซลสืบพันธุ์ในที่ต่าง ๆ ก็มีน้อยมาก

การศึกษาผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติในประเทศไทยนั้นมีการศึกษาเฉพาะการกระจายของสาหร่ายทะเลตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการรายงานชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดต่าง ๆ การศึกษาผลผลิตของสาหร่ายทะเลนั้นมีน้อยมากเท่าที่พบคือ การศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายทะเล

บริเวณอ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรี โดยสุทธิชัย เตมียวณิชย์ และคณะ (2524) ซึ่งพบสาหร่ายในบริเวณนี้รวมทั้งสิ้น 6 สกุล จัดเป็นสาหร่ายสีน้ำตาล 4 สกุล สาหร่ายสีแดง 6 สกุล พบว่าสาหร่ายสกุล Sargassum มีปริมาณสูงสุดถึง 1,243.0 กรัมต่อตารางเมตร, สาหร่ายสกุล Codium มีปริมาณ 1,007.0 กรัมต่อตารางเมตร, Centroceras มีปริมาณ 177 กรัมต่อตาราง-เมตร, Dictyota มีปริมาณ 32 กรัมต่อตารางเมตร และสาหร่าย Udotea พบน้อยเท่ากับ 3 กรัมต่อตารางเมตร นอกนั้นพบสาหร่ายชนิดอื่นในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งการศึกษาผลผลิตของสาหร่ายทะเลมีความจำเป็นมากต่อการประเมินสถานภาพการผลิตสาหร่ายทะเลในปัจจุบันเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางพัฒนาการเพาะเลี้ยงและการวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตสาหร่ายทะเลในอนาคต แต่งานการศึกษาสาหร่ายทะเลนั้นมีการรายงานว่าพบสาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ ในบางบริเวณมากน้อยตามการสังเกตหรือจากการสัมภาษณ์ชาวบ้านเท่านั้น นอกจากนี้อาจมีรายงานเพิ่มเติมว่าพบได้บางฤดูกาล หรือพบได้ตลอดปีก็มักสรุปจากการสังเกตในธรรมชาติหรือจากชาวบ้านเท่านั้น งานการศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในที่ต่าง ๆ ซึ่งทำเป็นระยะยาวตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปนั้นมักจะมีรายงานช่วงฤดูกาลการสืบพันธุ์ของสาหร่ายทะเลชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจไว้ด้วยซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์มากในการพิจารณาผลผลิตของสาหร่ายทะเลในทางอ้อมและในด้านการเพาะเลี้ยงของสาหร่ายทะเล นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการพิจารณาแนวทางจัดการทรัพยากรสาหร่ายทะเลในอนาคตอีกด้วย

การกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ชนิดของสาหร่ายทะเล

ตารางที่ 2.6 แสดงองค์ประกอบชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปจนถึงจังหวัดตราด โดยเปรียบเทียบชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบในเขตต่าง ๆ บริเวณที่มีการศึกษาสาหร่ายทะเลกันมากในอ่าวไทยตอนในได้แก่บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีที่มีการศึกษามากได้แก่แสนสุข แหลมแท่น อ่างศิลา ศรีราชา เกาะสีชัง สัตหีบ และเกาะคราม บริเวณอ่าวบ้านเพในจังหวัดระยองก็มีการศึกษาสาหร่ายทะเลกันมาก ส่วนจังหวัดตราดก็เป็นแหล่งที่มีการศึกษาสาหร่ายทะเลมากโดยเฉพาะจากบริเวณแหลมงอบ เกาะช้าง และเกาะกระดาด ชายฝั่งทะเลนับตั้งแต่สมุทรปราการไปจนถึงเพชรบุรีนั้นส่วนใหญ่เป็นหาดโคลนหรือหาดเลนซึ่งไม่เหมาะ

แก่การเจริญของสาหร่ายทะเล ดังนั้นการศึกษาสาหร่ายทะเลในบริเวณนี้จึงมีน้อยมาก บริเวณคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ก็เป็นแหล่งที่มีการศึกษาสาหร่ายทะเลมากอีกแห่งหนึ่งในบริเวณอ่าวไทยตอนใน ในการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสาหร่ายทะเลในอ่าวไทยตอนบนนี้ได้มุ่งเฉพาะสาหร่ายทะเลที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น ในงานวิจัยบางงานได้รวมเอาพวกสาหร่ายทะเลเซลเดียวซึ่งอาจจัดเป็นพวกแพลงตอนพืชไว้ด้วย

สาหร่ายทะเลที่มีการกระจายอยู่ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนประกอบด้วยสาหร่ายใน Divison Chlorophyta Phaeophyta Rhodophyta และ Cyanophyta สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบได้ทั่วอ่าวไทยตอนบนได้แก่ Trichodesmium, Hildebrandtii และ Brachytrichia Quoyi สาหร่ายสีน้ำตาลที่พบได้ทั่วอ่าวไทยตอนบนได้แก่ Encoelinum clathratum และ Padina tetrastromatica สาหร่ายสีแดงพบได้ทั่วบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีด้วยกันหลายชนิดคือ Acrochaetium sinicolum, Amphiroa fragilissima, Gracilaria cacalia, Herposiphonia tenella, Acanthophora spicifera, Centroceras clavulatum, Spyridia filamentosa, Laurencia obtusa และSolieria robusta สาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนบนได้แก่ สาหร่ายสีน้ำตาลในสกุล Padina และ Sargassum ส่วนสาหร่ายสีแดงในกลุ่มนี้ได้แก่ Gelidium, Gelidiella, Gracilaria, Hypnea, Solieria และ Eucheuma

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบในเขตต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดยใช้การคำนวณค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Index of Similarity) โดยคิดจากเฉพาะสกุล (Genera) ของสาหร่ายทะเลที่พบในบริเวณนี้เป็นหลัก พบว่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายทะเลที่พบในเขตที่ 1 และเขตที่ 2 มีความคล้ายคลึงกันโดยมีค่าเท่ากับ 0.58 แต่เมื่อเทียบชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบมากในเขต 3 กับเขตอื่น ๆ พบว่าไม่มีความคล้ายคลึงกันเลยโดยที่ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายทะเลในเขต 1 และเขต 3 มีค่าเท่ากับ 0.30 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายทะเลในเขต 2 และเขต 3 มีค่าเท่ากับ 0.34

Index of Similarity - Similarity of Jaccard

$$Sj = \frac{2C}{A + B}$$

เมื่อ A = จำนวน species ที่พบใน sample A (ในกรณีนี้ใช้จำนวน Genera)

B = จำนวน species ที่พบใน sample B

C = จำนวนชนิดที่พบทั้งใน sample A และ sample B

ในเขตที่ 3 เราพบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 93 สกุล ในขณะที่เขตที่ 1 และเขตที่ 2 พบเพียง 27 และ 21 สกุล ตามลำดับ ในเขตที่ 3 เป็นบริเวณที่มีเกาะแก่งต่าง ๆ มาก อีกทั้งมีหาดทรายและหาดหินนอกเหนือจากหาดโคลนซึ่งเหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายทะเล นอกจากนี้บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการศึกษาสาหร่ายทะเลมากที่สุด ส่วนบริเวณเขตที่ 1 และเขตที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นหาดเลนซึ่งไม่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายทะเลจึงพบน้อยชนิดกว่าและอีกทั้งในบริเวณนี้มีการศึกษาสาหร่ายทะเลน้อยมาก

<u>ฤดูกาลที่พบสาหร่ายทะเล</u>

พิศิษฐ แสงวงศ์ (2520) ได้รายงานว่าจากการสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชลบุรีพบว่าในระหว่างฤดูหนาวคือเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์นั้นพบสาหร่ายทะเลมากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม เป็นระยะที่คลื่นลมสงบ อุณหภูมิของน้ำประมาณ 22 - 24 องศาเซลเซียส น้ำทะเลจะลดเป็นบริเวณกว้างพอสมควร สามารถมองเห็นโขดหิน ก้อนหินได้ ความโปร่งแสงของน้ำทะเลก็มากกว่าในฤดูอื่น นอกจากนี้เขายังได้รายงานว่าในฤดูหนาวนี้ได้ตรวจสอบสาหร่ายทะเลพบอวัยวะเพศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อสปอร์แตกออกจากอวัยวะเพศก็จะสามารถกระจายไปในน้ำเจริญเป็นทัลลัสหรือต้นใหม่ในบริเวณใกล้เคียง ระยะตั้งแต่เดือนเมษายนจนเข้าฤดูฝนปริมาณของสาหร่ายทะเลที่พบน้อยลง เนื่องจากช่วงเดือนเมษายนน้ำจะลดมากในเวลากลางวันเป็นเวลานานทำให้สาหร่ายถูกแดดเผาเกือบตลอดทั้งวัน ส่วนเมื่อย่างเข้าฤดูฝนจะมีพายุคลื่นลมแรงไม่เหมาะกับการเจริญของสาหร่าย

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบชนิด (species composition) และการกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปจนถึงจังหวัดตราด (วิเคราะห์จากข้อมูลจากหลายแหล่ง) (* สาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
CYANOPHYTA - Blue-green Algae			
Oscillatoriaceae			
Oscillatoria tenuis			+
Trichodesmium Hildebrandtii	+	+	+
Phormidium inundatum			+
Lyngbya maguscula			+
Hydrocoleum lyngbyaceum			+
Scytonemataceae			
Scytonema Hofmanui			+
S. ocellatum			+
S. Schmidtii			+
S. javanicum			+
S. Guyanense			+
Plectonema sp.			+
Stigonemataceae			
Stigonema mamillosum			+
Rivulariaceae			
Brachytrichia Quoyi	+	+	+
B. maculans			+
Calothrix crustaceae			+
C. scopulorum			+

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
Pleurocapsa			
Pleurocapsa sp.			+
Nostocaceae			
Nodularia sp.			+
CHLOROPHYTA - Green Algae			
Chaetophoraceae			
Protoderma sp.			+
Ochlochaeta sp.			+
Cladophoraceae			
**Chaetomorpha* sp.			+
C. capillaris		+	+
C. linum		+	+
Cladophora sp.			+
Rhizoclonium sp.			+
Ulvaceae			
Enteromorpha sp.			+
E. clathrata		+	+
E. flexuosa			+
E. compressa			+
E. plumosa			+
Monostroma sp.			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
Valoniaceae			
Valonia sp.			+
V. Forbesii			+
V. utricularis			+
V. aegagropila			+
Siphonocladus Zoolingeri			+
Halicystis sp.			+
Boodlea Siamensis			+
Cladophoropsis herpestica	+		
Dictyosphaeria favulosa			+
D. cavernosa			+
Struvea sp.			+
Codiaceae			
Avrainvillea comosa			+
A. papuana			+
Chlorodesmis sp.			+
Codium gepii		+	+
C. cicatrix			+
Udotea papillesa			+
U. glaucescens			+
U. javensis	+		+
Ponicillus sibogae			+
Halimeda macroloba			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
Dasycladaceae			
Acetabularia major		+	+
A. clavata			+
Caulerpaceae			
*Caulerpa ambigua	+		
C. fastigiata			+
C. filiformis			+
C. freycinetti			+
C. lentillifera		+	+
C. microphysa			+
C. peltata			+
C. plumaris			+
C. racemosa			+
C. sedoides			+
C. Urvilliana			+
C. verticillata			+
C. crassifolia			+
C. sertularioides			+
Bryopsidaceae			
Bryopsis sp.			+
Vaucheriaceae			
Vaucheria sp.			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
PHAEOPHYTA - Brown Algae			
Ectocarpaceae			
Ectocarpus simpliciusculus			+
Sphacelariaceae			
Sphacelaria furcigera			+
Encoeliaceae			
Encoelinum clathratum	+	+	+
E. sinnosum			+
Punctariaceae			
Colpomenia sp.			+
C. sinnosa			+
Hydroclathrus sp.			+
H. cancellatus			+
H. clatratus			+
Rosenvingea sp.			+
R. intricata			+
Dictyotaceae			
Dictyota sp.			+
D. Barteyresiana			+
D. dichotoma		+	+
D. divaricata			+
Pocockiella sp.			+

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
*Padina sp.			+
*P. australis			+
*P. boryana			+
*P. commersonii			+
*P. distromatica			+
*P. gymnospora			+
*P. japonica			+
*P. minor			+
*P. pavonica			+
*P. tetrastromatica	+	+	+
Fucaceae			
*Sargassum sp.			+
*S. polycystum			+
Cystoseira latifrons			+
*Turbinaria sp.			+
Other Phaeophyta			
Asperococcus sp.			+
Halisevis sp.			+
Zonaria sp.			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
RHODOPHYTA-Red Algae			
Bangiaceae			
Erythrocladia sp.			+
Erythrotrichia sp.			+
E. ceramicola			+
Acrochaetiaceae			
Acrochaetium sp.			+
A. sinicolum	+	+	+
Rhodochorton sp.			+
Helminthocladiaceae			
Nemalion sp.			+
Bonnemaisoniaceae			
Asparagopsis sp.			+
Gelidiaceae			
**Gelidium Amansii*		+	+
**G. pusillum*	+		+
**Gelidiella acerosa*	+		
**G. pannosa*	+		
Gelidiopsis intricata	+		
Wurdemannia sp.			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
Corallinaceae			
Archaeolithothamnion Schmidtii			+
Melobesia farinosa			+
Dermatolithon pustulatum			+
Amphiroa fragilissima	+	+	+
Jania sp.			+
J. capillacea			+
Gracilariaceae			
*Gracilaria cacalia	+	+	+
*G. corticata			+
*G. crassa			+
*G. robusta			+
*G. verrucosa			+
*G. confervoides			+
*G. dura			+
*Gracilariopsis sp.			+
Hypneaceae			
*Hypnea sp.			+
*H. cervicornis			+
H. pannosa			+
H. esperi	+		+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
*H. musciformis			+
*H. cenomyce			+
*H. hamulosa			+
*H. cornuta			+
*H. charoides			+
*H. divaricata			+
Champiaceae			
Champia parvula			+
Lomentaria sp.			+
Ceramiaceae			
Ceramium serpens	+		+
C. fastigiatum	+		
C. kutzingianum			+
Rhodomeliaceae			
Polysiphonia sp.			+
P. scopulerum	+		
P. setacea	+		
P. fragilis	+		+
P. subtilissima			+
Chondria sp.			+
Herposiphonia tenella	+	+	+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
*Acanthophora orientalis			+
A. spicifera	+	+	+
A. Thierryi			+
Centroceras sp.			+
C. apiculatum	+		+
C. clavulatum	+	+	+
C. oxycanthum			+
Tolypiocladia sp.			+
T. glomerulata			+
Spyridia sp.			+
S. filamentosa	+	+	+
Leveillea sp.			+
L. jungermannioides			+
*Laurencia dendroiden			+
L. papillosa			+
L. implicata			+
L. obtusa	+	+	+
Antithamnionella sp.			+
Spermothamnion sp.			+
Griffithsia sp.			+
Roschera sp.			+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล		
	1	2	3
Peyssonnellia sp.			+
Rhodophyllis sp.			+
Delesseriaceae			
Hypoglossa sp.			+
Taenioma sp.			+
Solierfaceae			
**Solieria robusta*	+	+	+
**Eucheuma* sp.			+
Rhabdoniaceae			
Catenella Nipae			+
Rhabdonia Schmidtii			+
Dasyaceae			
Dasya sp.			+
Other Rhodophyta			
Caloglossa sp.			+
Erystomenia sp.			+

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตที่พบสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

เขตที่ 1 บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกตั้งแต่ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรีจนถึงสมุทรสงคราม

เขตที่ 2 บริเวณเขตชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพฯและสมุทรปราการ

เขตที่ 3 บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกตั้งแต่ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2522) ได้ทำการสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณศรีราชา ชลบุรี พบว่าฤดูกาลที่พบสาหร่ายทะเลมากมี 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมกราคม - เมษายน 2520 ซึ่งจะพบสาหร่ายมากที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งตรงกับรายงานของพิศิษฐ แสงวงศ์ (2520) ช่วงที่พบสาหร่ายมากอีกช่วงหนึ่งคือเดือนตุลาคม 2520 - มีนาคม 2521

สุทธิชัย เตมียวณิชย์ และคณะ (2522) ได้ทำการศึกษาสาหร่ายทะเลในบริเวณใกล้เคียงคือบริเวณอ่าวไผ่ก็พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม พบสาหร่ายทะเลมากที่สุด และไม่พบสาหร่ายทะเลเลยในช่วงฤดูฝนคือในเดือนสิงหาคม และพบสาหร่ายทะเลน้อยมากในเดือนธันวาคม เขาสรุปว่าปัจจัยสำคัญที่ควบคุมปริมาณของสาหร่ายทะเลที่พบในฤดูกาลต่าง ๆ คือความเค็มของน้ำ, อุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของน้ำทะเล

ฤดูกาลของสาหร่ายที่บริเวณจังหวัดตราดที่สามารถพบสาหร่ายได้มากที่สุดคือในช่วงฤดูหนาวเช่นกันซึ่ง พรรณี ภิรมย์ภักดิ์ (2519) ได้พบสาหร่ายทะเลในฤดูร้อน 32 สกุล ในฤดูฝน 37 สกุล และในฤดูหนาว พบสาหร่ายทะเลมากถึง 48 สกุล

<u>การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเล</u>

เนื่องจากไม่มีรายงานปริมาณของสาหร่ายทะเลตามบริเวณชายฝั่งทะเลของไทยจึงไม่สามารถประเมินแนวโน้มของผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติได้ ผู้เขียนได้พยายามวิเคราะห์ข้อมูลสาหร่ายทะเลจากแหล่งเดียวกัน โดยตั้งสมมุติฐานว่าข้อมูลเหล่านั้นไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาดูแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเลในแหล่งเดียวกันที่เวลาต่างกันซึ่งอาจใช้เป็นดัชนีชี้บ่งแนวโน้มของผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติโดยเฉพาะสาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจดังเช่นการสำรวจที่บริเวณอ่าวศรีราชาโดยพิศิษฐ แสงวงศ์ (2520) ซึ่งทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2518 - 2519 และกาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2522) ซึ่งทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2520 - 2521 (ตารางที่ 2.7) พบว่าการเปลี่ยนแปลงชนิดของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวศรีราชานี้มีน้อยมากจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเลจากการสำรวจทั้งสองครั้งมีความใกล้เคียงกันมากโดยมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.68 หรืออาจกล่าวได้ว่าชนิดของสาหร่ายทะเลจากการสำรวจทั้งสองครั้งนี้พบเหมือนกันมากถึง 68 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเช่น <u>Padina</u>, <u>Gracilaria</u>, <u>Hypnea</u>, <u>Dictyota</u> ก็สามารถพบได้ หากแต่พิศิษฐ แสงวงศ์

ตารางที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในช่วงระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2518 - 2521)

Division	สาหร่ายทะเลที่พบเฉพาะในการสำรวจของ พิศิษฐ์ แสงวงศ์ (2518-2519)	สาหร่ายพบเฉพาะในการสำรวจของ กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2520 - 2521)	สาหร่ายสกุลที่พบเหมือนกัน
Cyanophyta	Lyngbya	Brachytrichia	
Chlorophyta		Codium	Enteromorpha
Phaeophyta	Sargassum	Hydroclathrus Rosenvingea	Dictyota Padina Colpomenia
Rhodophyta	Centroceras Eucheuma	Acrochaetium Gelidium Amphiroa Acanthophora Laurencia	Gracilaria Hypnea Polysiphonia

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2520) ได้ตั้งข้อสังเกตว่าบริเวณอ่าวศรีราชาอาจจะมีปริมาณสาหร่ายทะเลลดลง เนื่องจากเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมทำแป้งมัน ซึ่งปล่อยน้ำเสียลงทะเลตลอดเวลา ส่วนบริเวณพัทยาก็พบสาหร่ายทะเลน้อยเนื่องจากเป็นแหล่งท่องเที่ยว มีโรงงานขนาดใหญ่กระจายไปทางด้านใต้ของชายฝั่ง ส่วนที่บางสะเหร่กำลังจะกลายเป็นบริเวณที่น้ำเริ่มเสียเนื่องจากการขยายตัวของหมู่บ้านประมง เช่นเดียวกับบริเวณบ้านแสมสารซึ่งทำให้ปริมาณสาหร่ายทะเลลดจำนวนลง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2522) ได้รายงานสาหร่ายทะเลจำนวน 27 ชนิด ซึ่งพบขึ้นอยู่ในบริเวณที่ได้รับน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่อ่าวศรีราชา จากงานวิจัยนี้ยังไม่อาจกล่าวได้ว่าน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากโรงงานนี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้ชนิดและปริมาณสาหร่ายทะเลเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ผลของน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังหากอยู่ในระดับที่ไม่เน่าเสียอาจเป็นประโยชน์แก่การเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ เนื่องจากมีปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ใช้ในการเจริญของสาหร่าย แต่หากมีปริมาณสูงเกินไปก็อาจจะหยุดหรือชะลอการเจริญได้ นอกจากนี้การปล่อยให้เกิดสภาพหมักหมมของสารอินทรีย์เป็นเวลานาน ๆ จนเกิดการเน่าเหม็นและสภาพพื้นท้องน้ำเสื่อมโทรม ก็จะทำให้สาหร่ายไม่อาจขึ้นอยู่ได้ดังเช่นสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 ถ้าปล่อยให้มีการทิ้งน้ำเสียไปเรื่อย ๆ ก็อาจทำให้ชายทะเลบริเวณนี้เสื่อมโทรมไปในที่สุดและไม่มีสาหร่ายขึ้นอยู่ต่อไปได้

สำหรับชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบบริเวณจังหวัดตราดซึ่งเป็นแหล่งที่พบสาหร่ายทะเลมากอีกแห่งหนึ่งในบริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้นเมื่อเปรียบเทียบจากงานของ Schmidt ที่ทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2499 และงานของพรรณี ภิรมย์ภักดิ์ ในปี พ.ศ. 2518 (ข้อมูลจากพรรณี ภิรมย์ภักดิ์, 2519) พบว่าในช่วงระยะเวลา 19 ปี ชนิดของสาหร่ายทะเลในบริเวณนี้มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ ซึ่งอาจเป็นเพราะสภาพสิ่งแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปเช่นสภาพของชายฝั่ง วัตถุที่ยึดเกาะและความแรงของคลื่นลมเป็นต้น ค่าดัชนีความคล้ายคลึงที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.5 อย่างไรก็ตามเรายังสามารถพบสาหร่ายที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเช่น *Caulerpa*, *Dictyota*, *Padina*, *Sargassum*, *Turbinaria*, *Acanthophora*, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Hypnea* และ *Laurencia*

ตารางที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบบริเวณจังหวัดตราด ในช่วงระยะเวลา 19 ปี (พ.ศ. 2499 - 2518) (ข้อมูลจากพรรณี ภิรมย์ภักดิ์, 2519)

Division	พบเฉพาะที่ Schmidt สำรวจ พ.ศ. 2499	พบเฉพาะที่พรรณี สำรวจ พ.ศ.2518	สาหร่ายที่พบเหมือนกัน
Chlorophyta	Protoderma	Chaetomorpha	Enteromorpha
	Udotea	Cladophora	Caulerpa
	Avrainvillea	Cladophoropsis	Acetabularia
	Dictyosphaeria	Codium	
	Valonia	Halicystis	
	Struvea	Halimeda	
	Siphonocladus	Monostroma	
	Boodlea	Rhizoclonium	
		Vaucheria	
Phaeophyta	Asperococcus	Rosenvingea	Colpomenia
	Halisevis		Cystoseira
	Zonaria		Dictyota
			Ectocarpus
			Hydroclathrus
			Padina
			Sargassum
			Sphacelaria
			Turbinaria

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่</u> 2.8 (ต่อ)

Division	พบเฉพาะที่ สำรวจ พ.ศ. 2499	พบเฉพาะที่พรรณี สำรวจ พ.ศ. 2518	สาหร่ายที่พบ เหมือนกัน
Rhodophyta	Caloglossa	Acrochaetium	Acanthophora
	Champia	Asparagopsis	Ceramium
	Catenella	Gelidium	Gelidium
	Erythrotrichia	Gracilaria	Gracilaria
	Erystomenia	Hypnea	Hypnea
Rhodophyta	Leveillea	Eucheuma	Laurencia
	Peyssonnellia	Griffithsia	Polysiphonia
	Rhabdonia	Hypoglossa	Spyridia
	Rhodophyllis	Jania	Tolypiocladia
		Lomentaria	(Roschera
		Nemalion	glomerulata
		Taenioma	Kylin, 1956)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง

ชนิดของสาหร่ายทะเล

บริเวณที่มีการศึกษาสาหร่ายทะเลมากในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างคือ บริเวณจังหวัดชุมพร เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดสงขลา และจังหวัดปัตตานี ในการศึกษานี้ได้แบ่งบริเวณอ่าวไทยตอนล่างออกเป็นสองเขตตามลักษณะพื้นท้องทะเลคือ เขตที่ 1 เป็นบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี จนถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นดินเลนและโคลน ส่วนเขตที่ 2 เป็นบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลาลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี ซึ่งมีพื้นที่เป็นดินโคลนปนทรายและมีเปลือกหอย

สาหร่ายพวกสีน้ำเงินแกมเขียวในบริเวณนี้เท่าที่มีรายงานจะพบมากตั้งแต่เขตสงขลาไปจนถึงปัตตานี ซึ่งในกลุ่มนี้พบสาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ คือ Spirulina และ Anabaena สาหร่ายสีเขียวที่พบแพร่กระจายไปทั่วบริเวณอ่าวไทยตอนล่างได้แก่ Chaetomorpha capillaris, Caulerpa, Cladophora, Rhizoclonium และ Enteromorpha ส่วน Dictyota, Padina และ Sargassum เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่พบได้ทั่วไปและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สาหร่ายสีแดงที่พบได้ทั่วบริเวณอ่าวไทยตอนล่างได้แก่ Gracilaria, Hypnea, Ceramium, Acanthophora orientalis, Polysiphonia และ Centroceras apiculatum สาหร่ายสีแดงที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจที่พบเฉพาะบริเวณชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ได้แก่ Gelidium, Gelidiella และ Laurencia dendroiden Encheuma ส่วนสาหร่ายสีแดงที่สำคัญที่พบเฉพาะบริเวณสงขลา - ปัตตานี ได้แก่ Porphyra

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสาหร่ายทะเลที่มีรายงานจากเขตทั้งสองในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างพบว่าไม่คล้ายคลึงกันโดยมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.36 หรือชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบเหมือนกันมีเพียง 36 เปอร์เซนต์ ในเขตชุมพร - นครศรีธรรมราช พบสาหร่ายทะเลเพียง 33 สกุล ในขณะที่เขตสงขลา - ปัตตานีพบมากถึง 51 สกุล ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณชายฝั่งหรือพื้นท้องทะเลแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Microchaete sp.		+
Plectonema sp.		+
Stigonemataceae		
Hapalosiphon sp.		+
Nostochopsis sp.		+
Rivulariaceae		
Calothrix sp.		+
C. crustaceae		+
Rivularia sp.		+
Gloeotrichia sp.		+
CHLOROPHYTA - Green Algae		
Chaetophoraceae		
Stigeoclonium sp.		+
Cladophoraceae		
Cladophora sp.	+	+
C. fascicularis		+
*Chaetomorpha capillaris	+	+
C. antennina		+
Rhizoclonium sp.	+	+
R. grande		+

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Ulvaceae		
<u>Enteromorpha</u> sp.	+	+
<u>E. lingulata</u>		+
Voloniaceae		
<u>Valonia aegagropila</u>		+
<u>V. pachynema</u>		+
<u>Boodlea</u> sp.		+
<u>Cladophoropsis</u> sp.	+	
<u>Struvea</u> sp.	+	
Codiaceae		
<u>Halimeda</u> sp.	+	
<u>Codium</u> sp.	+	
Dasycladaceae		
<u>Acetabularia</u> sp.		+
<u>A. major</u>	+	+
<u>A. ryukyuensis</u>		+
Caulerpaceae		
*<u>Caulerpa</u> sp.	+	
<u>C. racemosa</u>		+
Bryopsidaceae		
<u>Bryopsis</u> sp.		+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Zygnemataceae		
Mougeotia sp.		+
Spirogyra sp.		+
Characeae		
Chara sp.		+
Nitella sp.		+
PHAEOPHYTA - Brown Algae		
Ectocarpaceae		
Ectocarpus sp.	+	
Dictyotaceae		
*Dictyota sp.	+	+
*D. Barteyresiana		+
*D. dichotoma		+
*D. dentata		+
*Padina sp.	+	
*P. boryana		+
*P. gymnospara	+	
*P. minor		+
*P. pavonica		+
Pocockiella variegata		+
Punctariaceae		
Colpomenia sinnosa		+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Fucaceae		
*Sargassum sp.		+
*S. polycystum	+	
*Turbinaria sp.	+	
RHODOPHYTA - Red Algae		
Chaetangiaceae		
Galaxaura sp.	+	
Bangiaceae		
*Porphyra sp.		+
*P. vietnamensis		+
Compsopogon sp.		+
Gelidiaceae		
*Gelidium sp.	+	
*Gelidiella sp.	+	
Corallinaceae		
Amphiroa sp.	+	
Jania sp.	+	
J. ruben		+
Grateloupiaceae		
Grateloupia sp.		+
G. filicina		+

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Gracilariaceae		
*Gracilaria sp.	+	+
*G. verrucosa		+
Hypneaceae		
*Hypnea sp.	+	+
H. valentiae		+
Ceramiaceae		
Ceramium sp.	+	+
C. fastigiatum		+
C. gracillimum		+
Wrangelia sp.	+	
Delesseriaceae		
Caloglossa sp.		+
Hypoglossum sp.		+
Rhodomeliaceae		
Polysiphonia sp.	+	+
Herposiphonia tenella		+
*Acanthophora orientalis	+	+
Centroceras apiculatum	+	+
C. clavulatum		+
C. minutum		+
Spyridia filamentosa	+	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Leveillea jungermannioides	+	
*Laurencia dendroiden	+	
Roschera sp.	+	
Solierfaceae		
*Eucheuma sp.	+	
Dasyaceae		
Dasya sp.	+	

เขตที่พบสาหร่ายทะเลในอ่าวไทยตอนล่าง

เขตที่ 1 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช

เขตที่ 2 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลา ปัตตานี และนราธิวาส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฤดูกาลของสาหร่ายทะเล

วันเพ็ญ ภูติจันทร์ (2520) ได้ทำการสำรวจสาหร่ายทะเลชายฝั่งทะเลจังหวัดชุมพร พบว่าฤดูกาลที่พบสาหร่ายทะเลจะไม่ตรงกับช่วงที่พบสาหร่ายทะเลมากในบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน - เดือนเมษายน เป็นช่วงที่จังหวัดชุมพรรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้มีคลื่นลมแรงจึงพบสาหร่ายทะเลน้อยมาก พบว่าสาหร่ายทะเลที่มี hold fast แข็งแรงเช่น Sargassum sp. และ Turbinaria sp. ยังถูกคลื่นพัดมาติดอยู่ที่ชายฝั่งเป็นจำนวนมากประกอบกับในช่วงที่สำรวจฝนตกไม่ต้องตามฤดูกาล ทำให้ฝนตกชุกในช่วงเดือนเหล่านี้อีกด้วย

วิทยา ศรีมโนภาษ (2521) ได้สรุปถึงสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทยโดยเฉพาะ Porphyra ที่พบบริเวณจังหวัดสงขลา ปัตตานี และนราธิวาส ว่าเริ่มงอกราวปลายเดือนพฤศจิกายน และจะเจริญงอกงามหนาแน่นประมาณกลางเดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนมกราคม หรือเดือนกุมภาพันธ์ เป็นที่น่าสังเกตว่า Porphyra จะเริ่มเกิดตรงกับระยะฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีฝนตกชุกและความเค็มของน้ำทะเลลดต่ำลงกว่าปกติ ส่วน Gracilaria verrucosa นั้นพบได้ตลอดปีโดยที่มีช่วงพบมากที่สุดระหว่างเดือนมีนาคม - พฤศจิกายน พบปริมาณมากในทะเลสาบสงขลาและที่บ้านบางปู จังหวัดปัตตานี

สุชาติ วิเชียรสุวรรค์ (2521) ได้รายงานช่วงเวลาที่พบสาหร่ายผมนาง Gracilaria sp. มากที่สุดในรอบปีคือช่วงเดือนมีนาคม - พฤศจิกายน ที่บริเวณทะเลสาบสงขลา และพบว่าในช่วงฤดูฝนคือเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม จะมีสาหร่ายขึ้นน้อยเนื่องจากน้ำมีความเค็มต่ำลงซึ่งอาจไม่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายชนิดนี้

สมภพ อินทรสุวรรณ (2524) พบ Gracilaria sp. แพร่กระจายอยู่มากตลอดปีบริเวณเกาะยอและชายฝั่งทางสะทิงพระจังหวัดสงขลา ช่วงความเค็มที่เหมาะสมกับการเจริญของสาหร่ายชนิดนี้ประมาณ 25 - 33 ส่วนในพันส่วน ส่วน Padina พบเฉพาะบริเวณแหลมทรายปากทะเลสาบ และรอบเกาะยอเท่านั้นในช่วงความเค็มตั้งแต่ 27 - 33 ส่วนในพันส่วน นอกจากนี้ยังพบปริมาณมากในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน Polysiphonia เป็นสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งที่พบแพร่กระจายอยู่ในบริเวณนี้ สาหร่ายทะเลชนิดนี้มีการสร้าง tetraspore และ cystocarp ในช่วงฤดูร้อน

การกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณทะเลอันดามัน

ชนิดของสาหร่ายทะเล

บริเวณชายฝั่งทะเลของไทยด้านทะเลอันดามันนั้นเป็นชายฝั่งทะเลที่ขรุขระ มีเอสทูรี่มากมาย นอกจากนี้ยังมีหมู่เกาะมากมายโดยที่มีเกาะใหญ่ที่สุดคือ เกาะภูเก็ต บริเวณชายฝั่งเป็นที่ราบแคบ ๆ ประกอบด้วยป่าชายเลนอันอุดมสมบูรณ์ หาดเลน หาดทราย และหาดหินจึงเป็นที่ที่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายทะเลมาก โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีน้ำตาล และสาหร่ายสีแดง ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันออกเป็น 2 เขต คือ เขตที่ 1 เป็นบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต ซึ่งรวมเกาะแก่งต่าง ๆ ในบริเวณนี้ด้วย เขตที่ 2 เป็นเขตบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล พบว่าสาหร่ายทะเลในทั้งสองเขตนี้มีความคล้ายคลึงประมาณ 53 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.53 ตารางที่ แสดงองค์ประกอบชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

สาหร่ายสีเขียวที่พบได้ทั่วบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันได้แก่ *Cladophora sibogae*, *C. linum*, *Rhizoclonium* sp., *Ulva* sp., *Enteromorpha* sp., *Valonia* sp., *Valoniopsis* sp., *V. pachynema*, *Dictyosphaeria versluysii*, *D. cavernosa*, *Struvea* sp., *S. anastomonas*, *Codium arabicum*, *Acetabularia* sp. และ *Caulerpa corynephora* สำหรับสาหร่ายสีน้ำตาลชนิด *Sphacelaria furcigeria*, *Rosenvingea* sp., *Dictyota* sp., *Padina australis*, *P. tenuis*, *Sargassum* sp., *Turbinaria decurrens*, *T. conoides* และ *T. tricostata* จะพบได้ทั่วไปในทั้งสองเขต ส่วนสาหร่ายสีแดงที่พบได้ทั่วไปและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจด้วยได้แก่ *Gelidium crinale*, *Laurencia* และ *Eucheuma* sp. ส่วนสาหร่ายสีแดงชนิดอื่นที่พบได้ทั่วไปได้แก่ *Amphiroa* sp., *Dasya* sp., *Ceramium* sp. และ *Herposiphonia* sp. สาหร่ายสีแดงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและพบได้เฉพาะแห่งได้แก่ *Gelidiella* sp. และ *Acanthophora orientalis* พบเฉพาะบริเวณสตูลและตรัง ส่วน *Gracilaria* sp., *Gracilaria robusta*, *Hypnea* sp., *H. cervicornis*, *H. pannosa* และ *Acanthophora spicifera* พบเฉพาะบริเวณระนอง พังงา และภูเก็ต

ตารางที่ 2.10 องค์ประกอบชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณฝั่งทะเลอันดามัน (ข้อมูลจากหลายแหล่ง) * สาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
CYANOPHYTA - Blue-green Algae		
Oscillatoriaceae		
Lyngbya maguscula	+	
Hydrocoleum sp.		+
Symploca hypnoides	+	
Rivulariaceae		
Calothrix sp.		+
Dermocarpaceae		
Stichosiphon sp.		+
CHLOROPHYTA - Green Algae		
Chaetophoraceae		
Anadynomene wrightii	+	
Cladophoraceae		
Cladophora sp.	+	
C. rugulosa	+	
C. fascicularis	+	
C. socialis	+	
C. sibogae	+	+
Chaetomorpha sp.	+	
C. antennina	+	

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
C. linum	+	+
Cladophoropsis sp.		+
Rhizoclonium sp.	+	+
R. africanum	+	
R. grande	+	
Ulvaceae		
Ulva sp.	+	+
Enteromorpha sp.	+	+
E. clathrata	+	
E. flexuosa		+
E. intestinalis	+	
Valoniaceae		
Valonia sp.	+	+
V. ventricosa	+	
V. Forbesii		+
V. utricularis	+	
Valoniopsis sp.	+	+
V. pachynema	+	+
Boodlea vanbosseae	+	
B. cemposita	+	
Ulothrix sp.	+	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Cladophoropsis sundanensis	+	
Dictyosphaeria versluysii	+	+
D. cavernosa	+	+
Pseudostruvea siamensis	+	
Struvea sp.	+	+
S. anastomosans	+	+
Codiaceae		
Arvainvillea sp.		+
A. erecta	+	
A. amadelpha	+	
Codium sp.	+	
C. arabicum	+	+
C. cicatrix	+	
C. gepii	+	
C. taylori	+	
Udotea sp.	+	
U. flabellata	+	
U. javensis	+	
Halimeda sp.		+
H. discoidea	+	
H. macroloba	+	
H. opuntia	+	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
H. incrassata	+	
Chlorodesmis hildebrandtii	+	
Dasycladaceae		
**Acetabularia clavata*	+	
A. parvula	+	
A. exigua	+	
Acetabularia sp.	+	+
Caulerpaceae		
**Caulerpa* sp.		+
C. ambigua	+	
C. sertularioides	+	
C. fastigiata	+	
C. corynephora	+	+
C. microphysa	+	
C. peltata	+	
C. serrulata	+	
C. racemosa	+	
C. mexicana	+	
Bryopsidaceae		
Bryopsis sp.		+
B. pennata	+	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Other Chlorophyta		
Pseudobryopsis solomonensis	+	
Penicillus sibogae	+	
PHAEOPHYTA - Brown Algae		
Punctariaceae		
Chnoospora sp.	+	
Ectocarpaceae		
Ectocarpus simpliciusculus	+	
Giffordia sp.		+
Sphacelariaceae		
Sphacelaria sp.		+
S. furcigeria	+	+
Punctariaceae		
Rosenvingea sp.	+	+
R. fastigiata	+	
Dictyotaceae		
*Dictyota sp.	+	+
D. bartayresii	+	
D. delicatula	+	
D. dichotoma	+	
*Padina sp.	+	
*P. australis	+	+

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
*P. boryana	+	
*P. tenuis	+	+
*P. distromatica	+	
*P. minor	+	
Padixna tenuis	+	
Pocockiella variegata	+	
Fucaceae		
*Sargassum sp.	+	+
*S. grevillei	+	
*Turbinaria decurrens	+	+
*T. conoides	+	+
*T. tricostata	+	+
*T. turbinata	+	
RHODOPHYTA - Red Algae		
Bangiaceae		
*Porphyra sp.	+	
Chaetangiaceae		
Galaxaurea sp.	+	
G. vietnamensis	+	
G. oblongata	+	
G. fasciculata	+	

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Gelidiacea		
Gelidium sp.	+	
**G. crinale*	+	+
**G. Amansii*	+	
**Gelidiella* sp.		+
Gelidiopsis intricata	+	
Ceratodictyon spongiosum	+	
Corallinaceae		
Amphiroa sp.	+	+
A. foliacea	+	
A. fragilissiuma	+	
Jania sp.		+
Lithophyllum sp.	+	
Cheilosperum sp.	+	
Cryptonemiaceae		
Halymenia harveyana	+	
Nemastomataceae		
Titanoplora pulchera	+	
Gracilariaceae		
**Gracilaria* sp.	+	
Grateloupiaceae		
Grateloupia sp.	+	

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Hypneaceae		
*Hypnea sp.	+	
*H. cervicornis	+	
*H. pannosa	+	
Champiaceae		
Champia sp.	+	
Dasyaceae		
Dasya sp.	+	+
D. pedicellata	+	
Dasyopsis pilosa	+	
Ceramiaceae		
Ceramium sp.	+	+
C. gracillimum	+	
Rhodomeliaceae		
Polysiphonia sp.	+	
Lophosiphonia villum	+	
Chondria sp.		+
Herposiphonia sp.	+	+
*Acanthophora orientalis		+
*A. spicifera	+	
Centroceras sp.		+

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ชนิดของสาหร่ายทะเล	เขตที่พบสาหร่ายทะเล	
	1	2
Tolypiocladia glomerulata	+	
Spyridia sp.	+	
Leveillea sp.	+	
*Laurencia sp.	+	+
L. paniculata	+	
L. corymbosa	+	
Griffithsia sp.		+
Falkenbergia sp.		+
Roschera sp.	+	+
Solierfaceae		
*Eucheuma sp.	+	+
Other Rhodophyta		
Pterosiphonia sp.	+	
Wrangelia sp.	+	+

เขตที่พบสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

เขตที่ 1 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต

เขตที่ 2 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล

ตารางที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของสาหร่ายทะเลบริเวณเกาะภูเก็ต ในช่วง พ.ศ. 2509 - 2520

	การสำรวจของ Egerod พ.ศ. 2509	การสำรวจ Egerod พ.ศ. 2514	การสำรวจของสมพาย ตุลพันธ์ - พ.ศ. 2518	การสำรวจของอนิพ ลำระบา และคณะ - พ.ศ. 2520
Chlorophyta				
	Enteromorpha	Rhizoclonium	Ulothrix	Halimeda
	Chaetomorpha	Cladophora	Ulva	Caulerpa
	Cladophora	Valonia	Enteromorpha	Chlorodesmis
	Caulerpa	Dictyosphaeria	Cladophora	Avrainvillea
	Codium	Cladophoropsis	Chaetomorpha	Codium
	Halimeda	Pseudostruvea	Rhizoclonium	
		Struvea	Anadyomense	
		Boodlea	Cladophoropsis	
		Caulerpa	Dictyosphaeria	
		Pseudobryopsis	Struvea	
		Penicillus	Valonia	
		Chlorodesmis	Valoniopsis	
		Udotea	Bryopsis	
		Codium	Caulerpa	
		Avrainvillea	Codium	
		Halimeda	Chlorodesmis	
		Acetabularia	Halimeda	
			Udotea	
Phaeophyta				
	Sphacelaria		Ectocarpus	Dictyota
	Dictyota		Dictyota	Padina
	Dictyopteris		Padina	
	Padina		Chnoospora	
	Rosenvingea		Sargassum	
	Turbinaria		Turbinaria	
Rhodophyta				
			Galaxaura	Galaxaura
			Gelidium	Amphiroa
			Gelidiella	Halymenia
			Amphiroa	Titanophora
			Cheilosporum	Hypnea
			Grateloupia	Gelidiopsis
			Gracilaria	Ceratodictyon
			Hypnea	Ceramium
			Eucheuma	Acanthophora
			Champia	Laurencia
			Centroceras	
			Ceramium	
			Spyridia	
			Wrangelia	
			Dasya	
			Acanthophora	
			Chondria	
			Laurencia	
			Lereillia	
			Polysiphonia	
			Pterosiphonia	
			Roschera	

มีปริมาณสาหร่ายทะเลลดลง เนื่องจากการขยายตัวของหมู่บ้านชาวประมง กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2522) ก็ได้สรุปว่า ในบริเวณอ่าวศรีราชานั้นถ้าปล่อยให้มีการทิ้งน้ำเสียจากโรงงานไปเรื่อย ๆ ก็อาจทำให้ชายทะเลบริเวณนี้เสื่อมโทรมไปในที่สุด และไม่มีสาหร่ายขึ้นอยู่ต่อไปได้

<u>ผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ</u>

ถึงแม้รายงานฉบับนี้จะได้รวบรวมและสรุปผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็นชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน ตอนล่าง และฝั่งทะเลอันดามันแล้ว แต่ในการวางแผนเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิต และการใช้สาหร่ายทะเลนั้นจำเป็นต้องให้ความสนใจสาหร่ายทะเลชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษ ซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจและแสดงความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาศักยภาพการผลิตดังกล่าว สาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ผู้เขียนใคร่ขอเสนอให้มุ่งความสนใจเป็นพิเศษได้แก่สาหร่ายสีแดง <u>Gracilaria</u> <u>Porphyra</u>, <u>Gelidium</u>, <u>Gelidiella</u> และ <u>Hypnea</u> ซึ่งสาหร่ายสองชนิดแรกมีความสำคัญในแง่ใช้ในการบริโภคโดยตรง นอกจากนี้ <u>Gracilaria</u>, <u>Gelidium</u> และ <u>Gelidiella</u> ยังเป็นสาหร่ายวุ้นที่สำคัญ ส่วนสาหร่ายที่เป็นแหล่งของ Carragenan ซึ่งนิยมใช้เป็นส่วนผสมในไอสครีม ผงโกโก้ น้ำผลไม้ พาย เนยแข็ง และซุปสำเร็จ นั้นได้แก่ <u>Hypnea</u> คุณภาพของ carragenan นั้นพบว่ามีคุณสมบัติในแง่เป็น stabilizer และ emulsifer ได้ดีกว่า alginic acid agar และ pectin เรามีการนำเข้าของสาร carragenan แต่ไม่ปรากฏอย่างชัดเจนในสถิติของกรมศุลกากร เข้าใจว่าอาจรวมกับสารอื่นหรือใช้ชื่อเครื่องหมายการค้าอย่างอื่น นอกจากนี้ carragenan ยังมีความสำคัญทางด้านการแพทย์อีกด้วย เช่นการทดลองฉีดสาร carragenan เข้าใต้ผิวหนังของหนูตะเภาต่อเนื่องกัน 4 - 5 อาทิตย์ จะป้องกันการเกิดอาการ arteriosclerosis ได้ หรือการที่ป้อนสาร carragenan ในกระต่ายทุกวันในปริมาณ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวกระตายจะช่วยลดการเพิ่มปริมาณไขมันและคลอเรสตอโรลในกระต่ายได้ สาหร่ายสีน้ำตาล <u>Sargassum</u> เป็นแหล่งที่มาของ algin ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะสามารถพัฒนาศักยภาพการผลิตเพื่อลดปริมาณ algin ที่นำเข้ามาในประเทศไทย นอกจากนี้ Sargassum ยังมีคุณสมบัติที่มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์อีกมากมาย สาหร่ายสีเขียวที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ <u>Caulerpa</u> ส่วนสาหร่ายสีน้ำตาล <u>Turbinaria</u> เป็นสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งที่ควรสนใจ

Gracilaria

เป็นสาหร่ายสีแดงซึ่งจัดเป็นสาหร่ายที่มีประโยชน์มากที่สุดสามารถนำมาบริโภคสด หรือลวกจิ้มน้ำพริกหรือนำมายำใส่มะพร้าวคั่ว กุ้งแห้งป่น น้ำตาล น้ำปลา มะนาวหรือมะม่วง-ซอย และพริก นอกจากนี้ยังนำมาสกัดวุ้น (agar) ได้อีกด้วย สาหร่ายในสกุลนี้ชอบขึ้นอยู่ในแหล่งน้ำที่มีพื้นเป็นโคลนปนทรายโดยขึ้นเกาะตามก้อนหิน เปลือกหอย เชือกและสิ่งอื่น ๆ สามารถพบได้ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลทั่วอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดตราด ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สงขลา สุราษฎร์ธานี และปัตตานี ส่วนทางด้านฝั่งอันดามันพบมากบริเวณระนอง ภูเก็ต และตรัง สาหร่าย ในสกุลนี้มีปริมาณ 12 ชนิดที่พบในประเทศไทยที่พบแพร่หลายมากได้แก่ Gracilaria verrucosa ซึ่งมีชื่อพื้นเมืองว่าสาหร่ายวุ้น สาหร่ายผมนาง สายจิ้ม สายไหม สายหางม้า สายโกน วุ้นทะเล และสาหร่ายหิน สาหร่ายชนิดนี้ในบริเวณสงขลาและปัตตานีจะพบมากที่สุดในรอบปีอยู่ระหว่างเดือนมีนาคม - พฤศจิกายน ในช่วงฤดูฝนอาจไม่พบสาหร่ายชนิดนี้เลย

สาหร่าย Gracilaria สามารถนำมาสกัดวุ้นที่มีคุณภาพต่ำ

Gelidium

เป็นสาหร่ายวุ้นที่ให้วุ้นที่มีคุณภาพดีมาก ชอบขึ้นตามก้อนหิน ริมทะเลที่น้ำท่วมถึง มีรายงานการพบสาหร่ายในสกุลนี้ประมาณ 3 ชนิด คือ Gelidium, Amansii, G. pusillum และ G. crinale สำหรับสองชนิดแรกพบได้ทั่วอ่าวไทยตอนบน ส่วน G. crinale มีรายงานที่จังหวัดภูเก็ต นอกจากนี้แหล่งอื่นที่พบ Gelidium ได้แก่ ชุมพร ระนอง และตรัง

Gelidiella

สาหร่ายสีแดงสกุลนี้ให้วุ้นที่มีคุณภาพดีมากเช่นเดียวกับ Gelidium หากแต่มีอยู่ในธรรมชาติในปริมาณน้อยและพบเฉพาะแหล่ง เช่น ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ภูเก็ต พังงา และตรัง ชนิดที่มีความสำคัญได้แก่ Gelidiella acerosa สาหร่ายกลุ่มนี้ชอบขึ้นตามก้อนหินในบริเวณชายหาดที่โผล่พ้นน้ำในยามที่น้ำลง

Hypnea

สาหร่ายสกุลนี้มีชื่อพื้นเมืองว่าสาหร่ายฝอย พบว่ามีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แพร่กระจายทั่วไปทั้งอ่าวไทยตอนบน บริเวณบางแห่งในอ่าวไทยตอนล่าง และทางด้านชายฝั่งทะเลอันดามัน เฉพาะที่พบในอ่าวไทยตอนบนซึ่งมีมากบริเวณชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด มีประมาณ 9 ชนิด นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสกุลนี้ที่ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ปัตตานี และภูเก็ต ชอบขึ้นเกาะบนก้อนหิน เปลือกหอย หรือบริเวณที่มีกรวด ทราย ชอบขึ้นในแหล่งน้ำที่คลื่นไม่แรงจัด ตามแอ่งที่มีน้ำขังมักขึ้นได้ดี

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเล Hypnea นั้นนอกจากจะใช้รับประทานสด ๆ เป็นผักจิ้มแล้ว อาจนำมาสกัดวุ้น แต่ประมาณและคุณภาพของวุ้นที่ได้ไม่ดีนัก แต่ Hypnea อาจนำมาสกัด carragenan ได้อีกด้วยซึ่งมีคุณภาพดีในแง่ gel yield และ gel strength (Tam, 1978; วลัยพร พิริยะพันธุ์ และคณะ 2524)

Porphyra

สายใบจัดอยู่ในประเภทสาหร่ายสีแดง นิยมบริโภคกันในหมู่คนจีนเรียกว่าจี-ฉ่าย ที่พบในประเทศไทยและรับประทานได้มี 2 ชนิด คือ Porphyra vietnamensis และ P. crispata แหล่งที่สายใบขึ้นอยู่ในธรรมชาติ มักเป็นโขดหินริมทะเลที่น้ำท่วมถึงหรือสาดกระเซ็นถึง บริเวณที่ได้รับคลื่นหรือมีคลื่นสาดแรงจะมีสายใบขึ้นอยู่หนาแน่นและต้นยาวกว่าบริเวณที่ไม่ได้รับคลื่น สายใบสีเข้มเป็นมันจะมีรสชาติดีและหวาน หากสีซีดออกเหลืองหรือเขียวเนื่องจากรับแดดจัดจะไม่อร่อย มีมากบริเวณจังหวัดภาคใต้ได้แก่ จังหวัดสงขลา ปัตตานี นราธิวาส ประจวบคีรีขันธ์ และพังงา โดยเฉพาะบริเวณเก้าเส้ง เกาะหนู เกาะแมว จังหวัดสงขลา อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี และที่เขาตันหยง จังหวัดนราธิวาส สายใบจะพบขึ้นอยู่มากในช่วงฤดูมรสุมคือเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน ซึ่งระยะนี้สายใบเริ่มงอกโดยที่อุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเลจะลดต่ำลง การที่สายใบเจริญงอกงามในช่วงที่มีมรสุมและฝนตกชุกนี้ ความแรงและลมจะช่วยป้องกันมิให้สายใบถูกรบกวนจากชาวบ้าน เมื่อถึงเดือนธันวาคมสายใบจะเจริญงอกงามและโตเต็มที่และเป็นระยะเวลาที่คลื่นลมลดความแรงลงบ้าง ชาวบ้านก็จะเริ่มออกเก็บสายใบที่ขึ้นอยู่ตามก้อนหินและโขดหิน

Sargassum

สาหร่ายทุ่นเป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่พบได้ทั่วไปตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย สาหร่ายสกุลนี้พบจำนวนมากตลอดปี มักขึ้นเกาะกับกองหินเป็นแพหนาทึบตามชายฝั่งหรือลอยเป็นอิสระไปตามกระแสน้ำ ในช่วงฤดูมรสุมจะถูกคลื่นซัดขึ้นมากองตามชายหาดเป็นจำนวนมาก สาหร่ายสกุลนี้ใช้รับประทานสดเป็นผักจิ้มน้ำพริก หรือนำมายำใส่มะพร้าวคั่ว กุ้งแห้งหรือกุ้งสด ปรุงรสด้วยมะนาวหรือมะม่วงซอย น้ำตาล น้ำปลา และพริก นอกจากนี้อาจนำมาประกอบแกงส้มหรือแกงเหลือง

สาหร่ายสกุลนี้มีคุณประโยชน์มางด้านการแพทย์อย่างมากโดยทางต้มสาหร่ายทุ่นแห้งกับน้ำเพื่อรับประทานแก้ร้อนใน ใช้ชงแบบน้ำชาดื่มเพื่อลดความร้อนของร่างกายและฟอกเลือก นอกจากนี้ยังแก้โรคคอพอกและต่อมน้ำเหลืองอักเสบได้อีกด้วย สาหร่ายทุ่นยังมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดเนื้องอกได้อีกด้วย (antitumoral effect) และสามารถใช้ในการถ่ายพยาธิด้วยที่น่าสนใจคือการนำสาหร่ายชนิดนี้มาทำเป็นอาหารสัตว์และมาทำปุ๋ยในการทำเป็นปุ๋ยนั้นสามารถใช้ได้โดยตรงหรือสกัดเป็นปุ๋ยน้ำเสียก่อน

Caulerpa

มีชื่อพื้นเมืองว่าสายหรือสาหร่ายพวงองุ่นจัดเป็นสาหร่ายสีเขียว พบมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลงหรือแอ่งหินชายฝั่งที่มีน้ำทะเลขัง มักเกาะอยู่กับห้อนหินหรือปะการัง บางชนิดพบในป่าชายเลน พบมากมายหลายชนิดกระจายทั่วอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน นิยมใช้รับ-ประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริกซึ่งมีอยู่ด้วยกันสองชนิดคือ *C. racemosa* var. *macrophysa* และ *C. racemosa* var. *corynephora* สาหร่ายชนิดนี้มีสารพิษ Caulerpicin ซึ่งทำให้เกิดอาการชาในมนุษย์ได้ถ้ารับประทานในปริมาณมาก พบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม *Caulerpa* ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญได้ในที่ที่ความเค็มต่ำ ในช่วงฤดูฝนสีของสาหร่ายชนิดนี้มักจะซีดและตายไปในที่สุด

Turbinaria

สาหร่ายจอกเป็นสาหร่ายสีน้ำตาล พบได้ทั่วไปในเขตน้ำขึ้นน้ำลงปะปนกับสาหร่ายทุ่นเกาะกับก้อนหินหรือปะการังด้วย สาหร่ายสกุลนี้จะนำมาทำสลัดหรือดองน้ำส้มรับประทาน นอกจากนี้อาจใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสกุลนี้โดยการสกัด alginate ได้ด้วย

การวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

งานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้นมีมากพอสมควร กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2529) ได้รวบรวมงานวิจัยสาหร่ายทะเลในประเทศไทย โดยเฉพาะรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยสาหร่ายทะเลของไทยในอดีต ซึ่งเธอได้กล่าวว่างานวิจัยสาหร่ายทะเลในประเทศไทยในระยะแรกนั้นเริ่มโดยชาวต่างประเทศ ส่วนมากจากประเทศในทวีปยุโรป รายงานผลการสำรวจต่าง ๆ ก็ได้จัดพิมพ์ไว้เป็นภาษาต่างประเทศ เช่น อังกฤษ และเยอรมัน และอยู่อย่างกระจัดกระจาย ไม่มีผู้ใดทราบรายละเอียดมากนัก ซึ่งผู้เขียนเองรวบรวมได้เฉพาะงานวิจัยในปัจจุบันที่ส่วนใหญ่เป็นผลงานของนักวิทยาศาสตร์ไทยซึ่งอาจแบ่งงานวิจัยเหล่านี้ออกได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. การวิจัยเกี่ยวกับอนุกรมวิธาน (Taxonomy) และสัณฐานวิทยา (Morphology)

2. การศึกษาการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ (Distribution) และนิเวศน์วิทยา (Ecology)

3. การศึกษาวงจรชีวิต (Life history)

4. การวิจัยด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล

5. การวิจัยด้านผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวกับสาหร่ายเซลเดียวไว้บ้างบางส่วนโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับสาหร่ายที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแต่จะไม่ได้กล่าวถึงไว้ในรายงานวิจัยฉบับนี้

งานวิจัยสาหร่ายทะเลในระยะแรกมักเป็นการรายงานชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลที่พบในแหล่งธรรมชาติทั่วบริเวณชายฝั่งทะเลของไทย นอกจากนั้นยังเป็นการเน้นการศึกษาด้านอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยา การศึกษานิเวศน์วิทยา และการศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลมีน้อยมาก ในระยะหลังเนื่องจากมีการมองเห็นแนวทางที่จะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสาหร่ายทะเลมากขึ้นโดยเฉพาะการสกัดวุ้นจากพวกสาหร่ายวุ้นจึงได้มีความสนใจทางด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลขึ้น ซึ่งจนถึงปัจจุบันก็ยังอยู่ในขั้นการทดลองเท่านั้น เช่นเดียวกับการวิจัยด้านผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลตลอดจนการแปรรูปนั้นยังไม่ได้ดำเนินการจนถึงขั้นที่จะประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม

การวิจัยเกี่ยวกับอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาของสาหร่ายทะเล

การวิจัยเกี่ยวกับอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยามักทำควบคู่ไปกับการศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ แต่งานวิจัยอนุกรมวิธานโดยเฉพาะนั้นมักมุ่งศึกษาสาหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ Maneerat (1974) ทำการศึกษาอนุกรมวิธานของสาหร่ายสีน้ำตาลสกุล Padina ของประเทศไทย พบทั้งสิ้น 8 ชนิด และในจำนวนนี้ 3 ชนิดเป็นการพบครั้งแรกในประเทศไทย สาหร่ายสีน้ำตาลในสกุลนี้ได้แก่ Padina australis *P. distromatica, P. gymnospora, *P. japonica, *P. minor, P. pavonica และ P. tetrastromatica (* แสดงการรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย)

Ogawa and Lewmanomont (1981) บรรยายลักษณะของสาหร่ายทะเลในสกุล Hypnea ซึ่งพบในบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบทั้งสิ้นในบริเวณนี้ 6 ชนิด โดยที่มี 4 ชนิดพบครั้งแรกในประเทศไทย ได้แก่ *Hypnea cenomyee, *H. hamulosa, H. cervicornis, *H. cornuta, H. esperi และ H. charoides

Ogawa and Lewmanomont (1984) ได้บรรยายลักษณะของสาหร่ายใน Subclass Bangiophycidae ซึ่งเป็น subclass ซึ่งสาหร่ายที่สำคัญทางเศรษฐกิจเช่น Porphyra สังกัดอยู่ พบทั้งสิ้น 9 ชนิดในบริเวณชายฝั่งทะเลของไทยและในจำนวนนี้มี 6 ชนิดที่มีรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทยได้แก่ *Goniotrichum alsidii, *Erythrocladia subintegra, Erythroclada, *Erythrotrichia carnea, *Erythrotrichia parietaris, *Bangia fusco-purpurea, Porphyra crispata, P. vietnamensis และ *Compsopogon acruginosus

เบญจวรรณ ไชยวงศ์ (2529) ได้ศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายสกุล Turbinaria ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทยตั้งแต่ภูเก็ต - ตะรูเตา ในช่วงวันที่ 11 - 20 เมษายน 2529 พบ Turbinaria 5 species และ 1 subspecies จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า Turbinaria ชนิดที่เป็นรายงานการพบครั้งแรกคือ Turbinaria cf. tricostata และ T. cf. turbinata สาหร่าย 5 ชนิดที่พบคือ Turbinaria decurrens, T. cf. tricostata, T. ornata, T. ornata var. ornata f. evesiculosa, T. cf. turbinata และ T. conoides บริเวณที่พบ Turbinaria มักเป็นบริเวณพื้นที่อยู่ในแนว

น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งต้องปะทะกับคลื่นลมแรกและยึดติดแน่นกับก้อนหินหรือซากปะการัง เพื่อสอดคล้องกับการมีราก (hold fast) ที่เหนียวและแข็งแรงและเกี่ยวกับการปล่อยเชื้อสืบพันธุ์ สำหรับการแพร่กระจายพบว่า T. cf. tricostata มีการแพร่กระจายมากกว่าชนิดอื่น ส่วนชนิดอื่นส่วนชนิดที่แพร่กระจายน้อยที่สุดคือ T. conoides และ T. cf. turbinata

นาค ดาวกระจ่าง (2529) ได้ทำการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและนิเวศน์วิทยาบางประการของสาหร่ายสีแดงสกุล Gracilaria ในทะเลสาปสงขลาตอนนอก บริเวณเกาะยอ พบว่าสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสีแดงสกุลนี้มีลักษณะทรงพุ่มตั้งตรง สูงประมาณ 12 - 27 เซนติเมตร ทัลลัสแตกแขนงไม่เป็นระเบียบ บริเวณที่ทัลลัสแยกออกจากแกนกลางจะคอดเรียวเล็ก กลางทัลลัสจะพองออก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.75 - 2.50 มิลลิเมตร โครงสร้างภายในทัลลัสประกอบด้วยเซลล์ Pseudoparenchyma ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.49 - 0.68 มิลลิเมตร สาหร่ายชนิดที่ทำการศึกษานี้ยังไม่สามารถระบุชนิดแน่ชัดได้แต่พบว่าไม่คล้ายคลึงกับ Gracilaria verrucosa ที่เคยมีรายงานไว้ก่อน

โดยสรุปแล้วการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาของสาหร่ายทะเล โดยเฉพาะสาหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจยังมีทำอยู่น้อย ซึ่งการศึกษาด้านนี้มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาศักยภาพการเพาะเลี้ยงและการใช้ผลิตภัณฑ์สาหร่ายซึ่งจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการคัดพันธุ์เลือกชนิดของสาหร่ายทะเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงและเหมาะสมในการใช้สกัดสารที่มีคุณภาพดี การศึกษาสาหร่ายทะเลส่วนใหญ่มักศึกษาแค่ระดับสกุลเท่านั้น นอกจากนี้สาหร่ายวุ้นในสกุล Gracilaria ซึ่งเป็นสาหร่ายสำคัญในประเทศไทยก็ยังไม่ได้มีผู้ศึกษาอย่างจริงจังในแง่อนุกรมวิธานซึ่งจำเป็นในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงและการสกัดวุ้นต่อไป

การศึกษาการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติและนิเวศน์วิทยา

การศึกษาการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติและนิเวศน์วิทยาในประเทศไทยนั้นมีผู้ทำการศึกษากันมาก ซึ่งผู้เขียนได้รวบรวมและวิเคราะห์ไว้ในส่วนผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติในประเทศไทย ซึ่งได้แบ่งแนวชายฝั่งทะเลที่มีการสำรวจสาหร่ายทะเลออกเป็นเขตอ่าวไทยตอนบน อ่าวไทยตอนล่างและเขตชายฝั่งทะเลอันดามัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วการศึกษาในเรื่องนี้เห็นเฉพาะการศึกษาชนิดและแหล่งที่พบสาหร่ายทะเลเหล่านี้โดยไม่ได้มีการศึกษาในเชิงปริมาณว่ามีมากน้อยแค่ไหนทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หรือ

ประเมินผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติได้ นอกจากนี้การศึกษามักเป็นการศึกษาที่ทำในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้นไม่สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้ ยกเว้นงานวิจัยบางเรื่องที่ทำการศึกษาในระยะยาวทำให้สามารถเห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้และสามารถบอกฤดูกาลที่มีปริมาณสาหร่ายทะเลชุกชุมได้ การศึกษาการกระจายของสาหร่ายทะเลมักจะมีการศึกษาทางด้านนิเวศน์วิทยาประกอบด้วยเพื่อศึกษาแหล่งหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับสาหร่ายทะเลจะเจริญงอกงาม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบทางด้านสัณฐานวิทยาของสาหร่ายทะเลชนิดเดียวกันที่พบในแหล่งที่ต่างกัน หากแต่การศึกษาฤดูกาลที่สาหร่ายทะเลเหล่านี้สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อแพร่พันธุ์หรือเพิ่มปริมาณสาหร่ายนั้นมีการศึกษาน้อยมากซึ่งข้อมูลในเรื่องนี้ก็มีความจำเป็นมากสำหรับการพัฒนาทางด้านการเพาะเลี้ยงและการจัดการทรัพยากรสาหร่ายทะเล

งานวิจัยที่มีความสำคัญในแง่การศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลโดยทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทยได้แก่งานวิจัยของ Velasquez and Lewmanomont (1975) ซึ่งได้เสนอ Cheeklist ของสาหร่ายทะเลที่พบในประเทศไทยซึ่งรวบรวมจากการศึกษาของเขาทั้งสองในบริเวณต่าง ๆ ในประเทศ และจากการศึกษาในอดีตที่มีการบันทึกไว้ ผู้เขียนได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ไว้ในเรื่องผลผลิตและการกระจายของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติโดยยึดงานวิจัยของ Velasquez and Lewmanomont (1975) เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่กล่าวถึงทรัพยากรสาหร่ายทะเลในประเทศไทยโดยทั่วไป เช่น งานวิจัยของ Lewmanomont (1981) ซึ่งกล่าวถึงการใช้ทรัพยากรสาหร่ายทะเลในประเทศไทย งานวิจัยของ Lewmanomont (1982) ซึ่งกล่าวถึงการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลบางชนิดในประเทศไทยโดยเน้นสาหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพร้อมทั้งกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่สาหร่ายทะเลบางชนิดชอบขึ้นอยู่ด้วย Jarayabhand (1984) ได้สรุปสถานภาพของทรัพยากรสาหร่ายทะเลในประเทศไทย นอกจากนี้กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ ได้เสนอสาหร่ายทะเลที่พบในบริเวณป่าชายเลน (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ 2519; Lewmanomont, 1983) ส่วนงานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทยโดยเฉพาะสาหร่ายบางชนิดที่รับประทานได้ก็ได้แก่งานของ สุชาติ วิเชียรสวรรค์, 2521; วิทยา ศรีมโนภาษ, 2511, กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2521 และ Jarayabhand, 1984

การศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้นที่มีการศึกษากันมากคือ บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ได้แก่งานวิจัยของ พิศิษฐ์ แสงวงศ์ (2520) ซึ่งพบสาหร่ายทะเล 6 Division จำนวน 60 genera และพบ unidentified genera อีกรวม 2 genera พบว่าปริมาณสาหร่ายทะเลมีมากที่สุดในช่วงฤดูหนาวคือ พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ พบสาหร่ายทะเลที่มีการแพร่กระจายกว้างได้แก่ Gracilaria, Hypnea, Enteromorpha, Padina และ Codium เมื่อเปรียบเทียบด้านสัณฐานวิทยาของสาหร่ายทะเลในบริเวณนี้กับสาหร่ายทะเลที่พบในแหล่งอื่นพบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกันมาก แต่มีหลาย genera ที่เจริญงอกงามและมีขนาดใหญ่กว่าสาหร่ายทะเลที่พบที่จังหวัดตราด ตรัง และภูเก็ต เช่น Codium, Gracilaria, Ectocarpus, Hypnea, Halimeda, Roschera, Laurencia, Spyridia, Champia, Valonia และ Turbinaria

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2522) ศึกษาชนิดของสาหร่ายทะเลที่ขึ้นอยู่ในแหล่งน้ำอ่าวศรีราชาบริเวณที่ได้รับอิทธิพลน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังพบรวมทั้งหมด 27 ชนิด สาหร่ายที่พบเสมอในบริเวณชายฝั่งได้แก่สกุล Padina, Dictyota, Gracilaria, Hypnea, Codium และEnteromorpha ช่วงที่พบสาหร่ายมากมี 2 ช่วง คือ เดือนมกราคมถึงเมษายน 2520 และตุลาคม

สุทธิชัย เตมียวณิชย์ และคณะ (2522) ทำการสำรวจสาหร่ายที่ขึ้นบริเวณชายฝั่งอ่าวไผ่และบริเวณใกล้เคียง ทำการศึกษา 3 ฤดูในระหว่างปี พ.ศ. 2519 - 2520 พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 16 สกุล โดยมีสาหร่ายสีน้ำตาลคือ Sargassum มากที่สุด (คิดเป็นน้ำหนัก 1,243.0 กรัม/ตร.ม.) รองลงมาได้แก่สาหร่ายสีเขียว Codium (คิดเป็นน้ำหนัก 1,007.0 กรัม/ตร.ม. สาหร่ายในบริเวณนี้จะพบมากที่สุดในฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) และพบน้อยที่สุดหรือไม่พบเลยในฤดูฝน ซึ่งคาดว่าความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด รองลงมาได้แก่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของน้ำทะเลในบริเวณดังกล่าว

Srimanobhas (2523) ได้ทำการศึกษาสาหร่ายบริเวณเกาะคราม อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 20 ชนิด จัดเป็นพวกสาหร่ายสีเขียว 11 ชนิด สาหร่ายสีน้ำตาล 1 ชนิด และสาหร่ายสีแดง 8 ชนิด

สมภพ อินทสุวรรณ (2524) และ สมภพ อินทสุวรรณ (2525) ได้ทำการศึกษาสาหร่ายในทะเลสาบสงขลาตอนนอกและในทะเลสาบสงขลาบริเวณทะเลน้อยและทะเลหลวงตามลำดับ พบว่าในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีสาหร่ายที่สำรวจพบ 6 Division 57 สกุล ดังต่อไปนี้ คือ Division Chlorophyta 13 สกุล, Division Chrysophyta 22 สกุล, Division Pyrrophyta 3 สกุล, Division Phaeophyta 1 สกุล, Division Rhodophyta 7 สกุล, Division Cyanophyta 11 สกุล และรวมสาหร่ายที่ไม่สามารถแยกชนิดได้อีก 2 สกุล สาหร่ายที่พบมากได้แก่ Cladophora, Enteromorpha, Navicula, Nitzchia, Melosira Polysiphonia, Gracilaria, Oscillatoria และ Lyngbya

ส่วนสาหร่ายในบริเวณทะเลน้อยพบทั้งสิ้น 110 สกุล คือ Division Chlorophyta 59 สกุล, Division Chrysophyta 11 สกุล, Division Cyanophyta 19 สกุล, Division Euglenophyta 5 สกุล, Division Pyrrophyta 4 สกุล และ Division Cryptophyta 2 สกุล ส่วนในบริเวณทะเลหลวงพบสาหร่ายทั้งสิ้น 120 สกุล คือ Division Chlorophyta 58 สกุล, Division Chrysophyta 12 สกุล, Division Cyanophyta 25 สกุล, Division Euglenophyta 5 สกุล, Division Pyrrophyta 6 สกุล, Division Rhodophyta 3 สกุล และ Division Cryptophyta 2 สกุล สาหร่ายที่พบมากในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนใน ได้แก่ Spirogyra, Cosmarium, Oedogonium, Navicula Fragilaria, Nitzchia, Oscillatoria, Anabaena, Formidium และ Euglena

Srimanobhas (2521) ศึกษาชนิดและการกระจายของสาหร่ายทะเลบริเวณหมู่บ้านชาวประมงแหลมโพธิ์ในเขตอำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี พบทั้งสิ้น 21 ชนิดจัดเป็น Division Chlorophyta 9 ชนิด, Division Phaeophyta 2 ชนิด และ Division Rhodophyta 10 ชนิด ที่สำคัญได้พบสาหร่าย Porphyra ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และพบ Grateloupia ซึ่งมีรายงานครั้งแรกในประเทศไทย

การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันนั้น มีผู้ศึกษากันมากบริเวณระนอง พังงา ภูเก็ต และสตูล Egerod (1974) ได้รายงานผลจากการสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยคณะสำรวจร่วมไทย-เดนมาร์คครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2509 พบทั้งสิ้น 59 ตัวอย่างจากบริเวณที่เก็บ 18 แห่ง ในจำนวนนี้เป็นพวกสาหร่าย Chlorophyceae 28 ชนิด และ 9 ชนิด อยู่ในพวกสาหร่าย Phaeophyceae พบว่า 20 ชนิดเป็นการรายงานการพบครั้งแรก

ในประเทศไทย การสำรวจครั้งนี้นับได้ว่าเป็นการสำรวจสาหร่ายทะเลเป็นครั้งแรกบริเวณชายฝั่งทะเลแถบนี้ ต่อมา Egerod (1975) ได้รายงานการสำรวจสาหร่ายทะเลที่เขาเป็นผู้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงปี พ.ศ. 2514 พบรวมทั้งสิ้น 31 ชนิด การศึกษาครั้งนี้เน้นเฉพาะพวกสาหร่ายสีเขียว มีทั้งหมด 19 ชนิดที่เป็นสาหร่ายสีเขียนที่เพิ่งมีรายงานการพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยเฉพาะพบชนิดใหม่ที่ไม่เคยพบบริเวณใดมาก่อนในโลก คือ Pseudostruvea siamensis

สมชาย สกุลทับ (2519) รายงานว่าพบสาหร่ายทะเลรวม 46 สกุลจากการสำรวจจากบริเวณ 16 แห่งรอบเกาะภูเก็ต ในจำนวนนี้จัดเป็น Division Chlorophyta 18 สกุล, Division Phaeophyta 6 สกุล, Division Rhodophyta 22 สกุล และไม่สามารถแยกชนิดได้อีก 3 ชนิด สาหร่ายที่พบแพร่กระจายทั่วไป ได้แก่ Enteromorpha, Valonia, Padina, Sargassum, Turbinaria และ Ceramium ส่วนสาหร่ายที่พบน้อยที่สุดและพบเฉพาะที่ ได้แก่ Codium Cladophorpsis Chnoospora Cheilosporum และ Grateloupia ช่วงที่พบสาหร่ายทะเลมากที่สุด คือ ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน - เดือนกุมภาพันธ์ สาเหตุที่สาหร่าย Enteromorpha และ Valonia แพร่กระจายได้ทั่วไปเพราะสาหร่ายทั้งสองชนิดมีความทนทานต่อความเค็มของน้ำทะเลในช่วงกว้าง ส่วน Padina, Sargassum และ Turbinaria นี้พบได้ทั่วเกาะภูเก็ตเพราะทั้งสามชนิดมีทัลลัสที่สามารถลอยน้ำได้เพราะมีลักษณะเป็นแผ่นใบ โดยเฉพาะ Sargassum และ Turbinaria มีถุงลมและ receptacle ซึ่งเป็นทุ่นลอยพยุงให้ลอยตามน้ำแพร่กระจายไปยังแหล่งต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้สาหร่ายทั้งสามชนิดมี hold fast ที่ใช้ยึดเกาะที่แข็งแรงทนต่อแรงคลื่นแรงลมได้ดี Ceramium ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดงที่พบได้ทั่วไปมักเป็นสาหร่ายที่พบเกาะติดบนสาหร่ายอื่น เช่น Padina, Sargassum และ Turbinaria

Christensen and Wium-Andersen (1977) ได้ทำการสำรวจช่วงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2519 บริเวณเกาะสุรินทร์ พบทั้งสิ้น 39 ชนิดจัดเป็นพวก Cyanophyceae 2 ชนิด, Rhodophyceae 14 ชนิด, Phaeophyceae 4 ชนิด และ Chlorophyceae 19 ชนิด ในจำนวนที่พบ 13 ชนิดเพิ่งมีรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย

อนันต์ สาระยา และคณะ (2525) รายงานการสำรวจสาหร่ายทะเลที่เก็บตามหาดและเกาะต่าง ๆ รอบภูเก็ตในปี พ.ศ.ค 2520 พบสาหร่ายใน Division Cyanophyta 1 ชนิด Division Chlorophyta 7 ชนิด, Division Phaeophyta 2 ชนิด และ Division Rhodophyta 13 ชนิด

ศิริลุดา สินดาพล (2519) พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 53 สกุล ที่บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตรัง จัดเป็นพวกสาหร่ายใน Division Chlorophyta 15 สกุล, Division Chrysophyta 3 สกุล, Division Cyanophyta 4 สกุล, Division Phaeophyta 6 สกุล และ Division Rhodophyta พบมากที่สุด 23 สกุล สาหร่ายที่กระจายอย่างกว้างขวางในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้แก่ พวก diatom, Lyngbya, Enteromorpha, Gracilaria, Polysiphonia, Dictyota, Hypnea และ Padina

การวิจัยเกี่ยวกับวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเล

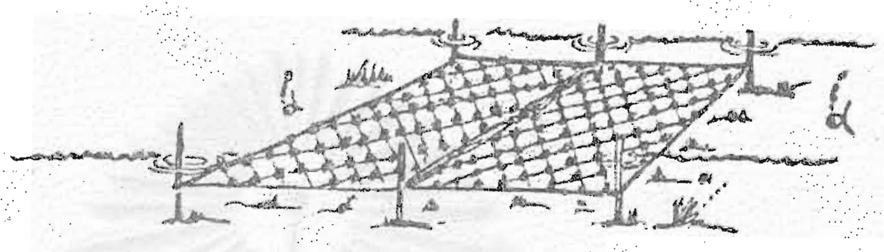
การศึกษาเกี่ยวกับวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลนั้นมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ทั้งในธรรมชาติและในห้องปฏิบัติการ การศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลในประเทศไทยมีน้อยมาก เท่าที่ปรากฏ คือ กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ Hisao Ogawa (2521) ทำการศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลจำพวกสาหร่ายใบ (Porphyra) ของไทยโดยศึกษาเฉพาะ Porphyra vietnamensis พบว่าวงจรชีวิตมี 2 ระยะด้วยกัน ระยะหนึ่งเป็น gametophyte phase ขึ้นเกาะบนก้อนหินหรือโขดหินที่น้ำท่วมถึงหรือสาดกระเซ็นถึง มีลักษณะเป็นแผ่นแบนยาว สีน้ำมือ ความกว้าง 0.3 - 3.6 ซม. ยาว 3 - 27 ซม. ส่วนโคนกว้างและเรียวเล็กทางปลาย ขอบย่นเป็นรอยจีบ เมื่อแก่เต็มที่จะมีสีม่วงเข้มเกือบดำ ระยะที่เป็นต้นนี้เป็นระยะที่เก็บมารับประทานกัน อีกระยะหนึ่งเป็นระยะ conchocelis phase ที่มีขนาดเล็กมากเป็นเส้นสาย ซึ่งอาจขึ้นซอนไชอยู่ในเปลือกหอยหรือขึ้นรวมกลุ่มกันเป็น free living conchocelis ระยะนี้เป็นระยะพักจนกว่าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมจึงจะสร้าง conchospore และงอกเป็น gametophyte plant ใหม่ พบว่าระยะ conchocelis สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากระหว่าง 24 - 35°C แต่ไม่อาจทนต่อความเข้มของแสงในปริมาณสูง ช่วงความเข้มของแสงที่เจริญเติบโตดีที่สุดอยู่ระหว่าง 35 - 90 ฟุตกำลังเทียน ปัญหาการเลี้ยงสาหร่ายใบในห้องปฏิบัติการนั้นถึงแม้จะทำได้สำเร็จ แต่ก็ไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เนื่องจากมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มักจะมาขึ้นคลุมอยู่บนต้นอ่อนของสาหร่ายใบ ทำให้ไม่เจริญเติบโตและหลุดจากที่ยึดเกาะได้ง่าย

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

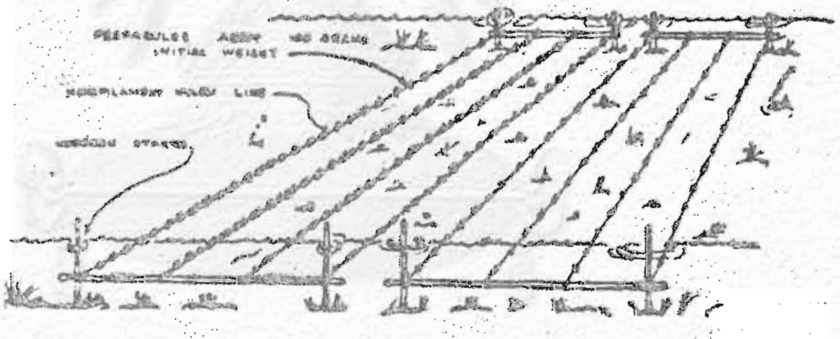
การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในต่างประเทศได้รับความสนใจและพัฒนามาเป็นเวลาช้านานแล้วจนกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากและสนองความต้องการ

ของตลาดที่เพิ่มขึ้นได้ เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศเกาหลี ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศชิลี ดังจะเห็นว่าในประเทศฟิลิปปินส์เดิมผลิตสาหร่าย Eucheuma ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิต Carrageenan ในปี พ.ศ. 2515 ได้ไม่ถึง 20 ตัน แต่ต่อมามีการส่งเสริมการเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้อย่างกว้างขวางสามารถผลิตสาหร่ายได้มากกว่า 130,000 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 120 ล้านบาท Parker (1974) ได้สรุปสถานภาพการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Eucheuma ในประเทศฟิลิปปินส์ตลอดจนการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ในน่านน้ำฟิลิปปินส์ Ricohermoso and Devean (1978) ได้สรุปวิธีการเพาะเลี้ยงของ Eucheuma spinosum และ Eucheuma cottonii ในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าวิธีการเพาะเลี้ยงนี้ได้รับการพัฒนามากว่า 5 ปีก่อนที่จะมีการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายวิธีการเพาะเลี้ยงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันรวมทั้งสิ้น 5 วิธีที่นิยมเลี้ยงกันมาก คือ การเลี้ยงบนตาข่ายซึ่งดัดแปลงมาจากการเลี้ยง Porphyra ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งการเลี้ยงสาหร่ายวิธีนี้ได้รับความนิยมมากในระยะแรก แต่ต่อมาชาวบ้านเริ่มหันมาสนใจการเลี้ยงโดยการขึงบนเชือกแบบ monofilament line หรือ monoline เชือกที่ใช้ขึงนี้มักเป็นเชือกไนล่อนที่ทนแรงได้มากถึง 150 - 180 ปอนด์ ความยาวของเชือกที่ขึงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 เมตร เชือกแต่ละเส้นจะมีท่อนของสาหร่าย Eucheuma ผูกอยู่เป็นระยะ ๆ ประมาณ 50 ท่อน ดูรูปที่ 2.10 วิธีเลี้ยงอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาก คือ การหว่านสาหร่ายบนตาข่ายหรืออวนในที่ที่เราขึงตาข่ายหรืออวนไว้เพื่อดักหรือเก็บกักต้นอ่อน วิธีการเลี้ยงในปัจจุบันให้ผลผลิตปริมาณสูงมากจนไม่ต้องมีการวิจัยหรือการปรับปรุงเทคนิคใหม่ ๆ เช่น การให้ปุ๋ย การเพิ่มปริมาณการปลูกหรือการควบคุมโรคหรือศัตรูของสาหร่ายนี้แต่อย่างใด ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2.62 และ 2.73 แต่อย่างไรก็ตามมีการวิจัยเพื่อหาพันธ์สาหร่ายที่โตเร็วและทนต่อโรคและศัตรูของสาหร่าย เช่น Eucheuma spinosum เพื่อเพิ่มผลผลิต

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ที่ทำกันมาช้านานแล้วในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งจัดว่าเป็นประเทศที่มีชื่อเสียงมากที่สุดทางด้านนี้ เนื่องจากมีการศึกษาและพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงให้ก้าวหน้าอยู่เสมอเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ตลอดจนพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในญี่ปุ่นนิยมเลี้ยงในระบบเปิด (Open system) คือ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในสภาพธรรมชาติ ที่มีชื่อมาก คือ การเลี้ยงสาหร่ายสายใบ Porphyra Bardach et al (1972) Chapman (1980) และกาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ Hisao Ogawa (2521) ได้สรุปว่าการเพาะเลี้ยง Porphyra เริ่มขึ้นครั้งแรกในอ่าวโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น โดยที่ชาวบ้านจะนำกิ่งไม้ไผ่ไปปักในทะเลเพื่อดักสปอร์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำทะเล หลังจาก



ก.



ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.10 วิธีการเลี้ยงสาหร่าย Eucheuma ในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งเป็นระบบเปิด

ก. การเลี้ยงบนตาข่าย

ข. การเลี้ยงบนเชือกเส้นเดียว

(จาก Ricohermoso & Deveau, 1978)

ตารางที่ 2.๖๒ ปริมาณสาหร่าย *Eucheuma* ที่ส่งออกจากประเทศฟิลิปปินส์ในช่วงปี ค.ศ. 1966 - 1977 หน่วยเป็นตัน (น้ำหนักแห้ง) (จาก Ricohermoso & Deveau, 1978)

Year	*E. cottonii*	*E. spinosum*	Total
1966	565	240	805
1967	430	245	675
1968	185	80	265
1969	306	122	428
1970	230	88	318
1971	195	145	340
1972	330	155	485
1973	751	214	965
1974	6286	304	6590
1975	2670	58	2728
1976	3277	253	3530
1977	1920	86	2006[a]
	2500	180	2680[b]

[a] Actual exportation, January-June 1977.
[b] Estimated exportation, July-December 1977.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.13 ปริมาณสาหร่าย Eucheuma ที่ผลิตได้โดยการเพาะเลี้ยงระดับชาวบ้านในประเทศฟิลิปปินส์ (จาก Ricohermoso & Deveau, 1978)

Month	*E. spinosum* Family farms	*E. spinosum* Plants (M)	*E. cottonii* Family farms	*E. cottonii* Plants (M)
January	294	1150	447	1707
February	284	1166	436	1958
March	351	1212	654	3218
April	482	2071	733	4218
May	461	1830	603	3439
June	448	1924	755	4068
Total	2320	9353	3628	18,608
Mean	386	1558	604	3101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สปอร์ลงเกาะแล้วก็จะงอกเป็นต้นในช่วงเวลา 30 วัน ซึ่งวิธีนี้เป็นการใช้ non-motile spore เป็นตัวล่อหรือ seed เกาะและเลี้ยงบนพื้นหรือไม้ที่ปักล่อสปอร์เหล่านี้ หลังจากที่สปอร์เจริญเป็นต้นในช่วงเวลา 30 วันก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ ต่อมาการเลี้ยง Porphyra ได้รับการพัฒนาโดยการเลี้ยงบนตาข่ายหรืออวนซึ่งขึงบนพื้นท้องทะเล อวนที่ใช้มักเป็นอวนที่ทำด้วยเส้นใยสังเคราะห์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 - 3 มิลลิเมตร ขนาดช่องตา 6 นิ้ว อวนแต่ละผืนมีขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 60 ฟุต อวนนี้มีชื่อเรียกว่า hibi ซึ่งมักจะนำไปขึงเมื่ออุณหภูมิของน้ำประมาณ 20°C ซึ่งเป็นระยะที่สปอร์ของสาหร่ายถูกปล่อยออกมาแพร่กระจายในน้ำทะเลและสปอร์เหล่านั้นจะมาเกาะตามเส้นอวน หลังจากนั้นประมาณ 1 เดือนจึงเริ่มงอกเป็นต้นอ่อน

นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1949 หลังจากที่ Dr. K.M. Drew ได้ค้นพบระยะ conchocelis ซึ่งเป็นระยะหนึ่งในวงจรชีวิตของ Porphyra ขึ้นได้ทำให้วงการเพาะเลี้ยง Porphyra ตื่นตัวกันมากโดยมีการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเพาะเลี้ยง Porphyra โดยทำการเลี้ยงในห้องทดลองโดยควบคุมระยะต่าง ๆ ได้ ไม่จำเป็นต้องพึ่งสปอร์จากธรรมชาติอีกต่อไป ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยง Porphyra ที่เป็นบริษัท หรือสหกรณ์ขนาดใหญ่จะมีโรงงานและห้องปฏิบัติการที่เลี้ยงสาหร่ายในระยะ conchocelis ที่มีขนาดเล็กเป็นเส้นสายไชอยู่ในเปลือกหอยนางรม โดยมีเชือกร้อยเปลือกหอยนางรมเหล่านี้เป็นพวงแขวนแช่น้ำทะเลไว้ในบ่อหรือถังซีเมนต์เป็นเวลานานถึง 7 - 8 เดือน จนกว่าอุณหภูมิจะลดลงถึง 22°C spore จึงจะถูกปล่อยออกมา หลังจากตรวจดูว่ามี spore ปล่อยออกมาตามต้องการแล้วก็เอาเปลือกหอยออกและนำอวน hibi มาแช่ในถังซีเมนต์เพื่อให้สปอร์เกาะตามเส้นอวน แล้วจึงนำไปขึงในทะเลเพื่อให้สปอร์งอกเป็นต้นอ่อน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 50 วันจะมีขนาด 15 - 20 ซม. ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ครั้งแรกและหลังจากนั้นอีก 15 - 20 วันก็สามารถเก็บเกี่ยวครั้งที่สองหรือครั้งที่สามได้อีก บางครั้งชาวบ้านจะเอาอวน hibi ที่ดัก spore บางผืนไปขึงในทะเลเพื่อให้ต้นอ่อนมีขนาด 5 - 30 ม.ม. แล้วนำไปเก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -20 ถึง -24°C เพื่อนำมาเลี้ยงเสริมทีหลัง อวนนี้สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือนและสามารถนำมาเสริมเลี้ยงในทะเลได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะหมดฤดูกาลเพาะเลี้ยง

สาหร่ายวุ้น Gracilaria ก็เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะ ogo-hori (Gracilaria confervoides) Tamura (1966) สรุปวิธีการเพาะเลี้ยงที่นิยมทำกันบริเวณทะเลสาบน้ำเค็ม Akkeshi เกาะ Hokkaido โดยการที่ชาวบ้านเก็บต้นแม่มาเป็น seed มาหว่าน คือ ต้น carposporophyte ที่มี gametophyte อยู่ด้วย ซึ่งต่อมาก็จะมี carpospore

ปล่อยออกมา เพื่อนำต้นแม่มาตากแห้งในที่ร่มระยะหนึ่งแล้วจึงจุ่มในน้ำทะเลต่อมา carpospores จะลงเกาะและงอกเป็นต้นอ่อนที่มองเห็นด้วยตาเปล่าภายในเวลา 14 วัน ต่อจากนั้นอีก 28 วัน จะมีการแตกแขนงของกิ่งก้านต่าง ๆ หลังจากที่เจริญเต็มที่แล้วก็สามารถเก็บเกี่ยวบางส่วนโดยที่ส่วน hold fast ยังคงอยู่และสามารถงอกใหม่ได้ อีกวิธีที่นิยม คือ การผูกส่วนของสาหร่ายที่ตัดออกเป็นท่อน ๆ มาเลี้ยงบนเส้นเชือกเดี่ยว (monoline) ตารางที่ 2.8 แสดงผลผลิต Gracilaria confervoides ที่เลี้ยงบริเวณ Akkeshi Lagoon

ประเทศชิลีเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีโรงงานผลิตวุ้นที่ใหญ่ที่สุดในโลกกำลังเริ่มวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria เพื่อเพิ่มวัตถุดิบให้ทันความต้องการของโรงงานและความต้องการของตลาด การเพาะเลี้ยง Gracilaria ในประเทศที่นิยมใช้แบบฟาร์มระบบเปิดที่เลี้ยงกันมาก คือ Gracilaria lemanaeformis และ Gracilaria verrucosa ผืนตาข่ายที่ใช้เป็นที่ยึดเกาะของ Gracilaria ต้องอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา ที่เหมาะสมมากคือระดับน้ำลงต่ำสุด 0.5 เมตร อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20 - 28°C ความเข้มของแสงสว่างประมาณ 5,000 lux ส่วนความเค็มที่ Gracilaria verrucosa ขึ้นอยู่ได้ในช่วง 18 - 50% โดยมีความเค็มที่เหมาะสมเท่ากับ 25% (Kim, 1970)

การเลี้ยงสาหร่ายวุ้นอีกแบบหนึ่งที่นิยมทำในไต้หวัน คือ การเลี้ยงแบบระบบปิด คือ การเลี้ยงสาหร่ายในบ่อที่เตรียมไว้ ในไต้หวันเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria verrucosa โดยการขุดเป็นบ่อมีพื้นที่ 1 เฮกตาร์ ก้นบ่อควรเป็นดินทราย (Sandy loam) และอยู่ในบริเวณที่ไม่มีลมแรงจัดหรือต้องสร้างกำบังกั้นลม บ่อดังกล่าวจะต้องมีการถ่ายน้ำทะเลบ่อย ๆ เพื่อรักษาความเค็มในบ่อให้คงที่เท่ากับ 25% และอุณหภูมิควรอยู่ในระดับ 20 - 25°C เพื่อให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญสูงสุด ระบายน้ำในบ่อทุก 2 - 3 วัน ระดับน้ำในบ่อก็มีความสำคัญในการรักษาให้ความเค็มคงที่ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศโดยรอบ การใส่ปุ๋ยจะช่วยเพิ่มผลผลิตทำให้สาหร่ายเจริญเร็วขึ้น นอกจากนี้ต้องมีการควบคุมวัชพืชที่ขึ้นในบ่อเลี้ยงสาหร่ายโดยการล้างบ่อหรือโดยการเลี้ยงปลาที่กินวัชพืชหรือสาหร่ายชนิดอื่นเป็นอาหาร สาหร่ายวุ้นที่นำมาเลี้ยอาจนำมาตัดเป็นท่อน ๆ แล้วหว่านลงบริเวณก้นบ่อหรืออาจปล่อยให้เกาะกับตาข่ายที่นำมาคลุมทับภายหลังก็ได้ การเลี้ยงวิธีนี้ได้ผลผลิตที่สูงโดยในพื้นที่ 1 เฮกตาร์จะได้สาหร่ายแห้งหนัก 10 - 20 ตันต่อปี คิดเป็นกำไรไม่ต่ำกว่า 3,650 ดอลลาร์สหรัฐ (Edwards, 1977)

ตารางที่ 2.84 ผลผลิต *Gracilaria confervoides* ในบริเวณ Akkeshi Lagoon, Hokkaido ประเทศญี่ปุ่น (Tamura, 1966)

Year	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Yield (dry wt) (kan)	20,480	36,000	32,514	122,320	423,344	65,000	116,000	64,060	120,000	142,000
Number of boats	12	20	40	55	100	360	600	650	670	820
Days for harvest	45	50	55	60	25	1	5	2	2	3
Unit price (yen/kan)	30	39	48	55	165	920	793	300	575	444

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นการทดลอง ซึ่งยังมีปัญหาและอุปสรรคอีกมาก สาหร่ายที่เริ่มทำการทดลองเพาะเลี้ยงได้แก่สาหร่ายวุ้นโดยเฉพาะ Gracilaria และสาหร่ายใบ Porphyra การเพาะเลี้ยงนิยมใช้ระบบเปิด ส่วนการเพาะเลี้ยงในบ่อหรือระบบปิดนั้นมีทำกันอยู่บ้าง

การทดลองเลี้ยงสาหร่ายวุ้นในประเทศไทย

การทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทยที่นิยมทำกันเป็นแบบการเพาะเลี้ยงระบบเปิดซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ โดยไม่มีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมในการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายระบบเปิดนี้ พบว่าสามารถแบการเลี้ยงออกตามวัสดุที่ใช้สำหรับเป็นที่ยึดเกาะเพื่อการเจริญของสาหร่ายที่นิยม คือ การเลี้ยงโดยให้เกาะอยู่กับเชือก (Rope cultivation) โดยผูกส่วนของสาหร่ายที่ตัดออกหรือสปอร์ของสาหร่ายเจริญบนเส้นเชือกที่ขึงแช่อยู่ในน้ำอาจใช้เชือกเส้นเดียว (monoline) หรือตาข่าย

ธิดา เพชรมณี และ เยาวนิตย์ ดนยดล (2520) ได้ทดลองเลี้ยงสาหร่ายวุ้น Gracilaria verrucosa ที่บริเวณทะเลสาบสงขลา โดยการสร้างคอกไม้ไผ่เนื้อที่ 100 ตารางเมตรในบริเวณที่ทำการทดลอง วิธีการเลี้ยงดำเนินการ 2 วิธี คือ การดักจับสปอร์จากธรรมชาติโดยขึงอวนตาถี่โดยที่อวนมีความกว้าง 1 เมตร สองด้านของคอกและการใช้สาหร่ายจากธรรมชาติตัดเป็นท่อนแล้วหว่านลงในคอกจำนวน 20 กิโลกรัม พบว่าวิธีการดักจับสปอร์นั้นจะมีสาหร่ายงอกน้อยไม่สม่ำเสมอและไม่พร้อมกัน การเจริญของสาหร่ายที่สุ่มมาเป็นตัวอย่างในแต่ละสัปดาห์ไม่สม่ำเสมอกันใน 1 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายมีความยาวสูงสุดเท่ากับ 10 ซม. และต่ำสุดเท่ากับ 0.25 ซม. เมื่อครบกำหนด 30 วันทำการเก็บเกี่ยว ผลปรากฏว่าสามารถเก็บเกี่ยวสาหร่ายได้จากบริเวณที่มีสาหร่ายขึ้นหนาแน่นที่สุด 450 กรัมต่อตารางเมตรและจากการใช้เนื้ออวน 20 ตารางเมตร ดักจับสปอร์ครั้งนี้สามารถเก็บสาหร่ายได้ 2,100 กรัม

จากการตัดสาหร่ายเป็นท่อน ๆ หว่านลงในคอกใน 1 สัปดาห์ พบว่าท่อนสาหร่ายมีความยาวเพิ่มต่ำสุด 0.20 ซม. และยาวเพิ่มสูงสุด 9.9 ซม. สาหร่ายที่หว่านลงไปมีการสูญหายมากจึงสิ้นสุดการทดลองภายใน 1 สัปดาห์ ซึ่งน้ำหนักสาหร่ายที่รวบรวมได้ 5,300 กรัม จากการหว่านสาหร่ายลงไป 20 กิโลกรัม ปัญหาคือแหล่งทดลองอยู่ในบริเวณที่มีการสัญจรทางน้ำทำให้เกิดกระแสคลื่นเสมอประกอบกับคอกไม้ไผ่ไม่แข็งแรง ทำให้สาหร่ายสูญหายไปได้

พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) ได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaris บริเวณอ่าวบ้านใหม่ จังหวัดสงขลาโดยใช้การเลี้ยง 2 แบบ คือ แบบตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียว ส่วนการปลูกสาหร่ายนั้นใช้การปลูกโดยใช้สาหร่ายทั้งต้นโดยไม่ต้องตัดยอด การปลูกแบบตัดยอด และการปลูกโดยการดักจับสปอร์ตามธรรมชาติ ผลการเพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียวได้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่แบบตาข่ายมีแนวเส้นเชือกมากทำให้การร่วงหลุดของต้นพันธุ์น้อยและการเกาะของสปอร์ดีกว่าแบบเชือกเส้นเดียว ข้อเสียคือการเก็บเกี่ยวทำได้ยากกว่าแบบเชือกเส้นเดียว การปลูกสาหร่ายโดยการดักสปอร์จากธรรมชาตินั้นให้ผลดีกว่าการปลูกโดยเอาต้นพันธุ์ไปปลูก การดักจับสปอร์ทำโดยการเก็บต้นพันธุ์ระยะ Carposporophyte โดยสังเกตจากการที่ต้นจะแตกแขนงน้อย บริเวณผิวลำต้นมี Cystocarp อยู่ แล้วนำต้นพันธุ์นี้มาหว่านในแปลง ระยะเวลาการเกาะและเจริญของสปอร์บนตาข่ายและเชือกจะกินเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วแต่สภาพคลื่นลม เมื่อสปอร์เกาะและงอกแล้วก็จะงอกอย่างสม่ำเสมอบนเส้นเชือกและตาข่าย โดยมี hold fast ช่วยยึดเกาะอย่างมั่นคง จึงไม่มีการร่วงหลุดแบบปลูกด้วยต้นพันธุ์ แต่การปลูกด้วยสปอร์นั้นจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตนานกว่าการปลูกด้วยต้นพันธุ์ เมื่อสาหร่ายโตเต็มที่แล้วจะทำการเก็บเกี่ยวโดยตัดส่วนยอดเหลือโคนไว้ประมาณ 1 นิ้ว ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่ได้อีก ส่วนการเพาะเลี้ยงแบบเอาต้นพันธุ์ไปปลูกโดยไม่ตัดยอดได้ผลมากกว่าการตัดยอด เพราะต้นพันธุ์ที่ถูกตัดยอดจะเจริญโดยแตกแขนงเล็ก ๆ จากกิ่ง ทำให้น้ำหนักเพิ่มน้อยและช้า นอกจากนี้รอยแผลที่ตัดเมื่อมีโคลนมาจับอาจเน่าทำให้ต้นพันธุ์ตายได้ การปลูกโดยต้นพันธุ์นี้ร่วงหลุดได้ง่ายมากเมื่อถูกคลื่นลม ต้องเสียเวลาปลูกซ่อมแซมใหม่และยังทำให้ผลผลิตลดลงอีกด้วย สภาพธรรมชาติของแปลงเพาะเลี้ยงบริเวณอ่าวบ้านใหม่ ส่วนใหญ่สภาพพื้นที่เป็นโคลนน้ำขุ่นโดยมีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 29°C ความเค็มของน้ำเฉลี่ย 30.5%. ความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย 5 ซม. และความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 7.8 ส่วนความลึกของน้ำเฉลี่ย 1.5 ฟุต สภาวะธรรมชาติที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย คือ น้ำขุ่นทำให้มีโคลนพอกจับลำต้นและคลื่นลมแรงเพราะอยู่ในทางสัญจรของน้ำ ทำให้สาหร่ายร่วงหลุดจากแปลง

สมศักดิ์ แสนสุข (2526) ได้ทดลองทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี แถบตำบลนาเกลือ โดยใช้ระบบเปิดรวมทั้งสิ้น 5 แบบ คือ แบบตาข่ายแขวนลอย (Net culture) แบบตาข่ายจมหรือตาข่ายคลุม (Net culture on sea bed)

แบบเชือกเส้นเดียว (monoline) แบบตาข่ายม้วนเหมือนเชือก (Rolled net) และแบบแผ่นคอนกรีต (Concrete Block) สาหร่ายที่ใช้ในการศึกษามี 3 ชนิด คือ Gracilaria verrucosa, Gracilaria salicornia และ Hypnea valentiae ผลการวิจัยพบว่าผลผลิตของ Gracilaria verrucosa เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายจมจะให้ผลผลิตสูงกว่าทุกแบบ ในขณะที่ทำการเลี้ยงด้วยตาข่ายม้วนเหมือนเชือกให้ผลผลิตต่ำที่สุด ส่วนการศึกษาผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria salicornai เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยแบบคอนกรีตบล็อกจะให้ผลผลิตสูงกว่าการเพาะเลี้ยงทุกแบบ ในขณะที่แบบตาข่ายม้วนเหมือนเชือกให้ผลผลิตต่ำสุด ส่วนสาหร่าย Hypnea valentiae นั้นพบว่าถ้าเลี้ยงแบบตาข่ายจมจะให้ผลผลิตสูงกว่าการเลี้ยงทุกแบบดังแสดงในตารางที่ 2.9 พบว่าแบบของการเพาะเลี้ยงหรือ วัตถุที่ให้สาหร่ายทะเลยึดเกาะจะมีผลต่อการเพิ่มหรือลดผลผลิตของสาหร่ายทะเลแต่ละชนิดต่อหน่วยพื้นที่ในรอบปี Gracilaria verrucosa ให้ผลผลิตสูงสุด 7,408 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์ต่อเวลาที่เลี้ยง 1 ปี เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยแบบตาข่ายจม ส่วน G. salicornia ให้ผลผลิตสูงสุด 6,052 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อ 1 เอเคอร์ ต่อ 1 ปี เมื่อเพาะเลี้ยงแบบคอนกรีตบล็อก ข้อเสียของการเพาะเลี้ยงแบบคอนกรีตบล็อก คือ ลงทุนสูงกว่าการเพาะเลี้ยงทุกแบบ เมื่อเลี้ยง G. salicornia โดยใช้การเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจมจะให้ผลผลิต 5,760 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อ 1 เอเคอร์ ต่อ 1 ปี แต่ค่าลงทุนต่ำกว่า

พีระพล วรรณศิริพัฒน์ (2527) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria verrucosa ที่บริเวณหมู่บ้านอ่าวทราย ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายโดยวิธีตัดปลูกและการเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายโดยวิธีดักสปอร์ สำหรับการดักสปอร์นี้ใช้ท่อนที่มี cystocarp น้ำหนัก 2 กิโลกรัมหว่านรอบ ๆ แปลงตาข่ายเพื่อให้สปอร์ของสาหร่ายมาเกาะเองตามธรรมชาติ พบว่าในระยะเวลาเลี้ยงนาน 88 วันนั้น แบบตัดปลูกได้น้ำหนักเพิ่มขึ้น 16.36% ส่วนแบบดักสปอร์สาหร่ายมีขนาดเล็กมากแต่มีการเจริญบนเส้นเชือกหนาแน่นกว่า

ฉัตรฤดี สุทธิมา (2527) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria sp. ด้วยเส้นเชือกโดยวิธีตัดปลูกและดักสปอร์ที่บริเวณหมู่บ้านอ่าวทราย ตำบลเกาะยอ จังหวัดสงขลา พบว่าวิธีการเพาะเลี้ยงแบบดักสปอร์มีการเจริญบนเส้นเชือกหนาแน่นกว่าโดยการเลี้ยงในสภาพธรรมชาติเดียวกัน

ตารางที่ 2.15 ผลผลิตของสาหร่ายทะเลที่ทดลองเลี้ยงแบบระบบเปิด รวมทั้งสิ้น 5 วิธี ในบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี (สมศักดิ์ แสนสุข, 2526)

ผลผลิตกิโลกรัม นน.แห้ง/เอเคอร์/ปี ชนิดของสาหร่าย	ตาข่ายแขวนลอย	ตาข่ายจม	ตาข่ายม้วนเหนือเชือก	เชือกเส้นเดี่ยว	คอนกรีตบล็อก
Gracilaria verrucosa	7196	7408	5849	6908	6944
Gracilaria salicornia	5760	5760	5476	5620	6052
Hypnea valentiae	8088	8212	7788	7704	7640

เยาวลักษณ์ มณีรัตน์ และ ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2528) ได้ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ที่บริเวณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล และศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง โดยวิธีเลี้ยงสามแบบ คือ การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส การเลี้ยงแบบแขวนลอยบนตาข่ายโดยมีหลักอยู่กับที่และการเลี้ยงแบบแขวนลอยบนตาข่ายโดยการผูกติดทุ่น การปลูกใช้วิธีการตัดปลูก พบว่าทดลองเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ได้เพียงระยะเวลาสั้น ๆ และไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรเนื่องจากมีปัญหาเรื่องคลื่นลมแรง ปริมาณน้ำจืดที่ไหลสู่บริเวณแปลงเพาะเลี้ยงและการกัดกินสาหร่ายของหอยเม่น ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ปริมาณและความแข็งแรงของสาหร่ายที่จะนำมาเลี้ยง ตารางที่ 2.10 แสดงผลอัตราการเจริญของสาหร่ายชนิดนี้

ตารางที่ 2.10 อัตราการเจริญของสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง

วิธีการเลี้ยง	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อวัดผล (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)
แบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่			
- แปลน A (ครั้งที่ 1)	0.74	1.02	0.02
(ครั้งที่ 2)	0.74	2.67	0.07
- แปลน B	0.74	2.24	0.125
*แบบแขวนลอยโดยติดทุ่นลอย	0.34	*0.16	*-0.009

(*-นน. ลดลง)

โดยทั่วไปพบว่าสภาพสมุทรศาสตร์ทั่วไปบริเวณเกาะสีชังนั้น เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายสีแดง คือ 18 - 28 °C ความเค็มของน้ำทะเลอยู่ในช่วง 20 - 25% มีปริมาณธาตุอาหาร เช่น ฟอสเฟต ไนเตรต และ ซิลิเกตมากพอสมควร หากแต่ต้องพัฒนาวิธีการเลี้ยงให้เหมาะสมเนื่องจากสภาพคลื่นลมแรงในบริเวณนี้ ทำให้สาหร่ายร่วงหายและมีดินตะกอนทับถมมาก ทำให้ตายไป โดยสรุปแล้ววิธีการเลี้ยงสาหร่ายที่น่าจะได้ผลมากที่สุดในบริเวณที่รับคลื่นลมเช่นบริเวณเกาะสีชังควรเป็นแบบแขวนลอย โดยติดทุ่นลอยและอาจทำเป็นแพเพื่อสามารถเคลื่อนย้าย

ได้เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมโดยเฉพาะช่วยที่คลื่นลมแรงหรือช่วงที่มีฝนตกชุกทำให้ความเค็มของน้ำลดลงและมีตะกอนดินต่าง ๆ ไปทับถมทำให้สาหร่ายตายได้ ส่วนการเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่นั้นเหมาะสำหรับการเลี้ยงสาหร่ายในบริเวณอ่าวปิด หรือที่ที่คลื่นลมค่อนข้างสงบ การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กาสก็อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเลี้ยงสาหร่ายโดยควรเป็นแบบที่มีน้ำทะเลไหลเวียนตลอดเวลา เพื่อเพิ่มอาหารตามธรรมชาติแก่สาหร่าย ควรมีการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มของแสงในน้ำในถังไฟเบอร์กลาสด้วย

ลักคิษฐ เถียรในเมือง และ สมศักดิ์ แสนสุข (2528) ได้ทดลองเลี้ยงสาหร่ายทะเลบางชนิดแถบชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี คือ Padina tetrastromatica, Acanthophora spicifera และ Gracilaria verrucosa โดยวิธีการเพาะเลี้ยง 5 แบบ คือ แบบตาข่ายแขวนลอย แบบเชือกเส้นเดียว แบตาข่ายม้วนเหมือนเชือก แบบตาข่ายจม แบบคอนกรีตบล็อก ผลการวิจัยพบว่าการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับ Padina tetrastromatica Acanthophora spicifera นั้นควรใช้แบบคอนกรีตบล็อกจะให้ผลดีที่สุด ผลผลิตของสาหร่ายทะเลทั้งสามชนิดขึ้นกับการตอบสนองของทัลลัสของสาหร่ายต่อวัตถุที่ยึดเกาะ ดังตารางที่ 2.11

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผลผลิตของสาหร่าย Padina tetrastromatica เมื่อเพาะเลี้ยงด้วย..อนกรีตบล็อก ให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,167 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี และแบบตาข่ายม้วนเหมือนเชือกให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ 863 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี ผลผลิตของสาหร่าย Acanthophora spicifera ปรากฏดังนี้ แบบคอนกรีตบล็อกให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,850 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี และแบบตาข่ายม้วนเหมือนเชือกให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 1,713 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี ผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria verrucosa เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายจม ได้ผลผลิตสูงถึง 1,852 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี และแบบตาข่ายม้วนเหมือนเชือกให้ผลผลิตต่ำสุด 1,712 กรัม น้ำหนักแห้ง/1 ตารางเมตร/1 ปี โดยสรุปพบว่า ประการแรก คุณลักษณะของแบบเพาะเลี้ยงหรือวัตถุสำหรับให้สาหร่ายยึดเกาะ หากเหมาะสมกับคุณสมบัติทางชีวภาพของสาหร่ายทะเลมากที่สุด จะให้ผลผลิตของสาหร่ายทะเลสูงที่สุด โดยการตอบสนองของทัลลัสสาหร่ายทะเลต่อวัตถุที่ยึดเกาะ ประการที่สอง อัตราการเจริญเติบโตหรือการให้ผลผลิตของสาหร่ายทะเลแต่ละชนิดจะมีขีดจำกัดด้วยคุณสมบัติทางชีวภาพของพันธุ์สาหร่ายแต่ละเผ่าพันธุ์ ซึ่งตอบสนองโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมของทะเล ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดผลผลิตของสาหร่ายทะเลที่เพาะเลี้ยงในแปลงทดลอง

ตารางที่ 2.11 ผลผลิตของสาหร่ายทะเลเมื่อเพาะเลี้ยงระบบเปิด บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี (สักศิษฐ เถียรในเมือง และสมศักดิ์ แสนสุข, ๒๕๒๘)

แบบการเพาะเลี้ยง / ชนิดของสาหร่าย	ผลผลิต กรัม นน แห้ง/1 ตร.ม./1 ปี				
	ตาข่ายแขวนลอย	ตาข่ายจม	ตาข่ายม้วนเหมือนเชือก	เชือกเส้นเดี่ยว	คอนกรีต บล็อก
Padina tetrastromatica	1009	1009	863	933	1167
Acanthophora spicifera	1801	1795	1713	1736	1850
Gracilaria verrucosa	1799	1852	1712	1742	1736

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลระบบเปิดนั้นยังมีวิธีการเลี้ยงอีก 2 วิธี คือ การเลี้ยงโดยให้เกาะกับคอนกรีต (Stone cultivation) โดยใช้แท่งคอนกรีต ก้อนหิน ปักและวางเป็นแถวให้เป็นที่เกาะของสาหร่ายดังเช่น งานวิจัยของสมศักดิ์ แล่นลุ่ย (2526) และ ลักษิษฐ์ เถียรในเมือง และสมศักดิ์ แล่นลุ่ย (2528) อีกวิธีหนึ่งคือการเลี้ยงโดยให้เกาะกับแพ (Raft cultivation) โดยใช้ไม้ไผ่ผูกเป็นแพแล้วแขวนเปลือกหอยให้เป็นที่เกาะของสาหร่ายซึ่งกำลังทดลองดำเนินการอยู่ในสาหร่ายวุ้น สกุล Gracilaria

โดยสรุปแล้วปัญหาและอุปสรรคในการทดลองเลี้ยงสาหร่ายทะเลในการเพาะเลี้ยงระบบเปิดบนเชือกนั้นประการแรกคือ ปริมาณและความแข็งแรงของสาหร่ายที่นำมาตัดและปลูกทำเป็น seedling สาหร่ายที่แข็งแรงจะมีลักษณะเหนียวไม่หักเปราะสามารถนำมาใช้เป็น seedling ได้ดี นอกจากนี้การเตรียมสาหร่ายไปเลี้ยงโดยการตัดเป็นท่อนเล็ก ๆ แล้วนำไปสอดในอวนหรือตาข่ายอาจทำให้มีอัตราหลุดร่วงสูงเมื่อถูกคลื่นลม การเลี้ยงสาหร่ายทะเลโดยวิธีการถอนต้นตอพันธุ์จากแหล่งธรรมชาติไปปลูกตามวิธีการเพาะเลี้ยงต่าง ๆ จำเป็นต้องดูแลรักษาอย่างใกล้ชิดโดยการสำรวจปลูกซ่อมส่วนที่หลุดร่วงไปเนื่องจากคลื่นลม นอกจากนี้รอยแผลที่ตัดบนสาหร่ายที่เป็น seedlings เมื่อมีโคลนจับอาจเน่าทำให้สาหร่ายตายได้ วิธีการเพาะเลี้ยงแบบดักสปอร์อาจให้ผลที่ดีกว่าแต่ต้องอยู่ในแหล่งธรรมชาติของสาหร่ายนั้นหรือมีปริมาณสาหร่ายมากเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงแบบดักสปอร์นั้นจะต้องใช้ระยะเวลาที่นานกว่า กว่าจะได้ผลผลิต ปัญหาประการที่สองที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงระบบเปิดคือ ความแรงของคลื่นลม ปัญหาดังกล่าวอาจลดลงได้โดยการเลี้ยงสาหร่ายแบบแพโดยติดทุ่นลอยอยู่บนแพซึ่งเราสามารถลากจูงมาไว้ในที่คลื่นลมสงบได้ นอกจากนี้ในการเพาะเลี้ยงระบบเปิดเราไม่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมได้ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้ความเค็มของน้ำทะเลลดต่ำลงมาก และมีตะกอนดินทับถมจับตามเส้นเชือกหรือตาข่ายตลอดจนตามต้นสาหร่าย ทำให้สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อยลงจึงเจริญได้ช้าหรืออาจตายได้ในที่สุด ปัญหาอีกประการหนึ่งซึ่งมักเกิดกับการเลี้ยงสาหร่ายทะเลแบบปักหลักอยู่กับที่ไม่ว่าจะเป็นบนเส้นเชือกหรือตาข่ายที่มักจะมีสิ่งมีชีวิตอื่นเจริญเติบโตแย่งกับสาหร่ายทะเลที่ทำการเลี้ยง เช่น พวกฟองน้ำ ไปรโอซัว และสาหร่ายชนิดอื่น นอกจากนี้ยังมีพวกศัตรูที่กัดกินสาหร่ายที่เลี้ยงไว้เช่น หอยเม่น และปู เป็นต้น

นอกจากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลระบบเปิดนี้ยังมีการดำเนินการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในระบบปิดคือ การเพาะเลี้ยงโดยมีการควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น การเพาะเลี้ยงในบ่อหรือท่อซีเมนต์หรือในถังไฟเบอร์กลาส ซึ่งในการเลี้ยงแบบนี้ยังมีขีดจำกัดอยู่มาก การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องคลื่นลม แต่ต้องเป็นแบบที่มีน้ำทะเลไหลเวียนตลอดเวลา เพื่อเพิ่มอาหารตามธรรมชาติให้เพียงพอแก่สาหร่ายและเพิ่มอากาศและการไหลเวียนของน้ำ นอกจากนี้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ ความเข้มของแสงและความเค็มของน้ำในถังไฟเบอร์กลาสด้วย ซึ่งปัจจุบันนี้ผู้เขียนกำลังดำเนินการทดลองเลี้ยงสาหร่ายบางชนิดในระบบปิดอยู่ที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา และที่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ในขณะนี้มีโครงการการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลจำพวกสาหร่ายวุ้นและนำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงได้มาสกัดวุ้นซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่าง 3 หน่วยงาน คือ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือจากรัฐบาลสหรัฐอเมริกาภายใต้โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเกษตร

การทดลองเลี้ยงสาหร่ายใบ Porphyra ในประเทศไทย

การทดลองเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้เพิ่งเป็นระยะแรกโดยส่วนใหญ่ทำในห้องทดลองเพื่อเลี้ยงเพื่อทำให้เกิด conchospores โดยไม่ต้องพึ่งสปอร์จากธรรมชาติซึ่งจากการศึกษาของกาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ Hisao Ogawa (2521) พบว่าระยะ conchocelis ของ *Porphyra vistnamensis* สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างตั้งแต่ 24 - 55 องศาเซลเซียส แต่ไม่อาจทนได้ต่อความเข้มแสงปริมาณสูง นอกจากนี้ถึงแม้จะเลี้ยงสาหร่ายใบได้ในห้องปฏิบัติการแต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวขึ้นคลุมต้นอ่อนของสาหร่ายใบ

บรรเจิด ศีละมรรค และ วโรภาส จุ่งพิวัฒน์ (2528) ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสาหร่ายใบในห้องทดลองโดยเก็บพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเลี้ยงจนปล่อยสปอร์ออกมาเจริญในเปลือกหอยตะโกรมในระยะที่เป็น conchocelis phase แล้วนำมาเลี้ยงในที่ร่มและในห้องแอร์จนเกิด conchospores ทั่วไปภายใน 45 - 60 วัน แต่การทดลองครั้งนี้ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจาก spores sac ไม่ปล่อย conchospores ออกมา จึงไม่เกิดสาหร่าย

สาหร่ายบนเชือกที่ปล่อยดักเอาไว้ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาวะแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิ ความเค็ม และช่วงระยะแสงสว่างยังไม่เหมาะสม จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป

การวิจัยด้านผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

การวิจัยด้านผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยโดยเฉพาะการสกัดสารบางอย่าง การศึกษากระบวนการผลิตแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายนั้นมีทำกันน้อยมาก ที่ได้รับความสนใจมากเป็นพิเศษได้แก่การวิเคราะห์คุณค่าอาหารของสาหร่ายทะเล การสกัดวุ้น agar-agar จากพวกสาหร่ายสีแดง การสกัดสาร Sodium alginates และการสกัดสาร carragenan

ในเรื่องการวิเคราะห์คุณค่าอาหารของสาหร่ายทะเลนั้น ปาริชาต ภู่สว่าง และเยาวลักษณ์ มณีรัตน์ (2522) ได้ศึกษาปริมาณไนโตรเจน โปรตีน เถ้า ไขมัน และคาร์โบไฮเดรท ในสาหร่ายวุ้น Gracilaria spp. และสายใบ Porphyra sp. สรุปได้ว่าสาหร่ายที่นำมาศึกษานั้นสามารถใช้เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรทและโปรตีนที่ดีดังตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 คุณค่าอาหารของสาหร่ายวุ้น Gracilaria spp. และสายใบ Porphyra sp. (ดัดแปลงจากปาริชาต ภู่สว่าง และเยาวลักษณ์ มณีรัตน์, 2522)

คุณค่าอาหาร	Gracilaria salicornia	Gracilaria verrucosa	Porphyra vietnamensis
% moisture	89.95	83.93	90.25
% ash	9.63	3.94	10.28
% total nitrogen	0.94	1.01	3.26
% total crude protein	5.90	6.30	20.30
& lipid	6.67	4.00	2.40
% carbohydrate	77.80	85.76	67.02

มิ่งมิตร ส่งไพศาล (2523) ทำการศึกษาปริมาณเกลือแร่และโปรตีนในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิดได้แก่ Padina, Turbinaria, Hydroclathrus และ Sargassum พบว่าปริมาณเกลือแร่ในอัตราร้อยละ 16.92 - 51.80 ของน้ำหนักสาหร่ายแห้งและปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.61 - 9.24 ของน้ำหนักแห้งดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ปริมาณเกลือแร่และปริมาณโปรตีนคิดเป็นหน่วยร้อยละของน้ำหนักแห้งในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิด (ดัดแปลงจากมิ่งมิตร ส่งไพศาล, 2523)

สายหร่ายสีน้ำตาล	ปริมาณเกลือแร่	ปริมาณโปรตีน
Padina	29.33	6.53
Turbinaria	16.92	3.61
Hydroclathrus	51.80	7.39
Sargassum	26.17	9.24

วัลลภา พรสู่ยส่ว่าง (2523) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ β-carotene และ chlorophylla ในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิดได้แก่ Padina, Turbinaria, Hydroclathrus และ Sargassum ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ β-carotene ตามวิธีของ Bay field (1971) พบปริมาณดังกล่าว 12.5 - 25 mg% และพบปริมาณ β-carotene มากที่สุดใน Sargassum เช่นเดียวกับปริมาณ chlorophyll a ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีของ Arnon (1948) จะพบสูงสุดใน Sargassum พบปริมาณ chlorophyll a ในสาหร่ายสีน้ำตาลเหล่านี้ในช่วงพิกัด 30.5 - 128.7 mg% ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.10 ปริมาณ β-carotene และปริมาณ chlorophyll-a ในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิด (ดัดแปลงจากวัลลภา พรสุขสว่าง, 2523)

สาหร่ายสีน้ำตาล	ปริมาณ β-carotene (mg %)	ปริมาณ chlorophyll-a (mg %)
Padina	14.5	50.3
Turbinaria	12.5	30.5
Hydroclathrus	16.5	48.9
Sargassum	26.0	128.7

นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเล ซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์โดยตรง ทำให้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในสาหร่ายทะเลและการแพร่กระจายของโลหะหนักในทะเล องอาจ ฟูทอง (2521) ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 6 ชนิด คือ แคดเมียม โครเมียม เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล 2 สกุล คือ Padina, Dictyota กับสาหร่ายสีแดง 1 สกุล คือ Gracilaria ซึ่งเก็บตัวอย่างจากบริเวณชายฝั่งทะเล ด้านตะวันออกที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ที่อ่าวมะนาว อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ในระหว่างเดือนมีนาคม 2521 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2522

จากการวิจัยพบว่า การสะสมโลหะหนักระหว่างสาหร่ายทะเลสกุล Padina และ Dictyota กับ Gracilaria นั้นนับว่าแตกต่างกันอย่างยิ่ง แต่ระหว่างสาหร่ายสีน้ำตาลด้วยกันแล้วการสะสมโลหะหนักไม่แตกต่างกัน การสะสมโลหะหนักแต่ละชนิดในสาหร่ายทะเลมีปริมาณแตกต่างกัน และระหว่างฝั่งทะเลมีการสะสมโลหะหนักในสาหร่ายทะเล ดินตะกอน และในน้ำทะเลมากน้อยไม่แน่นอน สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมโลหะหนักในสาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ ตามฤดูกาลนั้นพบว่าการสะสมโครเมียม ตะกั่ว และสังกะสีใน Padina สกุลเดียวเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล สำหรับดินตะกอนพบว่ามีการสะสมแคดเมียมและแมงกานีสที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ส่วนในน้ำทะเลพบว่าโลหะหนักที่มีการสะสมเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลคือ โครเมียม

และสังกะสี ปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อการสะสมโลหะหนักในสาหร่ายมากที่สุดคือ อุณหภูมิของน้ำทะเล รองลงมาได้แก่ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเล และในดินตะกอน และ pH ส่วนความเค็มอาจกล่าวได้ว่าไม่มีอิทธิพลต่อการสะสมโลหะหนักในสาหร่ายทะเลแต่อย่างใด

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และคณะ (2526) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเลที่เก็บจากบริเวณชายฝั่งทะเลของไทย คือ จังหวัดตราด ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี สงขลา และนราธิวาส ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม 2523 ตัวอย่างสาหร่ายทะเลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมสีน้ำเงิน สีเขียว สีน้ำตาล และสีแดง โลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ ได้แก่ แคดเมี่ยม โครเมี่ยม ทองแดง ปรอท ตะกั่ว และสังกะสี โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry ปริมาณโลหะหนักที่พบคือ แคดเมี่ยมอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20 - 1.44 โครเมียม 1 - 46 ทองแดง 0.9 - 50.0 ปรอท 0 - 0.839 ตะกั่ว 0 - 59 และสังกะสี 15 - 377 µg/g น้ำหนักแห้ง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ ผลปรากฏว่าปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายต่างชนิด ถึงแม้จะขึ้นอยู่ในสภาวะแวดล้อมเดียวกันก็ตาม จะแตกต่างกันไปดังเช่น ตัวอย่างสาหร่าย 8 ชนิด ซึ่งเก็บเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2526 จากแหลมตาตั้ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าในสาหร่ายสีเขียวชนิด Caulerpa macrophysa มีปริมาณแคดเมี่ยมเพียง 0.24 µg/g ส่วนในสาหร่ายสีแดงชนิด Gelidiella acerosa พบว่ามีแคดเมี่ยมสูงถึง 1.44 µg/g แต่กลับไม่พบปรอทเลยในสาหร่ายชนิดนี้ และพบปรอทสูงสุดในสาหร่ายสีแดงชนิด Acanthophora spicifera ในปริมาณ 0.144 µg/g ทำนองเดียวกันสังกะสี ซึ่งพบในสาหร่ายสีน้ำตาลชนิด Sargassum sp.2 เพียง 56 µg/g แต่พบในสาหร่ายสีแดงชนิด Laurencia glandulifera ถึง 358 µg/g ผลที่ได้นี้แสดงว่าสาหร่ายแต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมโลหะหนักแต่ละอย่างได้ไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ยังพบว่า สาหร่ายชนิดเดียวกัน ขึ้นในที่เดียวกัน แต่ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์แตกต่างกัน ปริมาณโลหะหนักบางชนิดจะแตกต่างไปด้วย เช่น สาหร่ายสีน้ำตาลชนิด Sargassum sp. 2 ซึ่งเก็บจากแหลมตาตั้ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2523 และ 21 เมษายน 2523 พบว่ามีปริมาณแคดเมี่ยม 0.39 (ค่าเฉลี่ยของ 3 ต้น)

และ 0.76 โครเมี่ยม 1.7 และ 20.0 ปรอท 0.027 และ 0.005 ตะกั่ว 6.3 และ 9.0 และสังกะสี 44 และ 56 µg/g ตามลำดับ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบในสาหร่ายทะเลจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย และปริมาณโลหะหนักที่มีอยู่ในน้ำทะเล

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักจะเห็นว่าสาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีน้ำตาล มีความสามารถในการสะสมโลหะหนักทุกชนิดได้ดีกว่าสาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อาทิเช่น สาหร่ายสีแดงชนิด Gelidiella acerosa สามารถสะสมแคดเมี่ยมได้ถึง 1.44 µg/g ซึ่งสูงกว่าสาหร่ายทุกชนิด แต่กลับสะสมโครเมี่ยม ทองแดง ปรอท ตะกั่ว และสังกะสีได้ต่ำ เช่นเดียวกับสาหร่ายสีแดง ชนิด Laurencia papillosa จากศรีราชา จังหวัดชลบุรี สามารถสะสมโครเมี่ยม ทองแดง และสังกะสีได้ในปริมาณค่อนข้างสูง แต่สะสมโลหะชนิดอื่นได้ไม่สูงนัก

สาหร่ายสีแดงที่สะสมโลหะหนักได้สูงสุดมีดังนี้ Gelidiella acerosa สะสมแคดเมี่ยมได้สูงสุด Laurencia papillosa สะสมโครเมี่ยมได้สูงสุด Gracilaria sp. สะสมปรอทได้สูงสุด และ Acanthophora spicifera สะสมสังกะสีได้สูงสุด

ส่วนสาหร่ายสีน้ำตาล ได้แก่ Padina tetrastromatice และ Dictyota dichotoma สามารถสะสมทองแดงและตะกั่วได้สูงสุด ตามลำดับ

จากคุณสมบัติที่สาหร่ายสามารถสะสมโลหะหนักได้ดีจึงใช้เป็นดัชนีชี้บ่งมลภาวะของโลหะหนักในทะเลได้ ผู้วิจัยจึงเสนอให้ใช้ Padina tetrastromatica, Dictyota dichotoma Acanthophora spicifera เป็นดัชนีชี้บ่งมลภาวะโลหะหนักในทะเล เพราะเป็นสาหร่ายที่มีการแพร่กระจายสูง พบขึ้นอยู่ทั่วไปบริเวณชายทะเลของอ่าวไทย พบในปริมาณมาก และพบเก็บตลอดปี

การศึกษาการสกัดวุ้น agar-agar ได้มีผู้ศึกษานับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนกระทั่งถึงปัจจุบันดังงานวิจัยของชัยยุทธ ธัญพิทยากูล และสมบัติ ขอทรีวัฒนา (2521) ได้ทดลองสกัดวุ้น (agar) จากสาหร่ายวุ้น Gracilaria จากภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า pH ในระหว่างการสกัดมีความสัมพันธ์กับ yield ของวุ้นที่ได้ pH ในระหว่างการสกัด = 5.5 - 6.5 จะทำให้ได้ yield มากที่สุด อัตราส่วนของสาหร่ายกับน้ำที่ใช้สกัดจะต้องพอดี เพื่อที่จะทำให้วุ้นแห้งที่ได้

ออกมามีลักษณะเป็นเส้นโปร่งคล้ายฟองน้ำ และแข็งตัวดี นอกจากนั้นการทำ Alkali pretreatment สาหร่ายแห้งก่อนนำมาสกัดวุ้นนั้นจะช่วยทำให้วุ้นที่ได้ออกมามีความแข็ง (gel strength) ดีขึ้น จากการทดลองสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลสีแดง Genus Gracilaria ที่เก็บจากภาคใต้พบว่า สาหร่ายจาก จังหวัดระนองให้ปริมาณวุ้นมากที่สุด คือ 21 - 26 เปอร์เซ็นต์ และมี gel strength 113.4 กรัมต่อตารางเซ็นติเมตร ส่วนสาหร่ายจากจังหวัดสงขลา และจากเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ก็ให้ปริมาณวุ้นใกล้เคียงกันคือ 20 - 23 และ 18 - 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วุ้นที่สกัดได้พบว่ามีคุณภาพดีพอใช้ เมื่อทดลองเปรียบเทียบกับวุ้นผงที่ขายในท้องตลาดก็พบว่า มีคุณสมบัติหลายอย่างที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นที่ gel strength ของวุ้นที่สกัดได้ยังต่ำกว่า ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ปริมาณวุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายวุ้น Gracilaria ที่เก็บจากภาคใต้ของประเทศไทย (ชัยยุทธ รัญพิทยากูล และสมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2521)

Source of Seaweeds	% yield (agar)
Ranong	21 - 26
Songkla	20 - 23
Suratthanee	18 - 21

Tam and Edwards (1982) ก็ได้ทดสอบคุณภาพของวุ้นที่สกัดได้จาก Gracilaria ที่เก็บจาก 6 จังหวัดในประเทศไทย พบว่าคุณภาพของวุ้นโดยเฉพาะปริมาณวุ้น การแข็งตัว ความเข้มข้นของวุ้น และสีนั้นใกล้เคียงกับวุ้นผงที่เป็นสินค้าเขาและมีจำหน่ายตามตลาดทั่วไป เขาได้เสนอว่ามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการผลิตวุ้นได้ในประเทศไทยโดยผลิตจากสาหร่ายสีแดง Gracilaria ดังตารางที่ 2.16 นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายวุ้นที่ได้จากปัตตานีและนราธิวาส ซึ่งให้ปริมาณวุ้นค่อนข้างต่ำ และคุณภาพโดยเฉพาะสีไม่ดีนักนั้น น่าจะมาจากแหล่งเดียวกัน คือ ปัตตานีเช่นเดียวกับสาหร่ายที่ได้จากสุราษฎร์ธานี ส่วนสาหร่ายที่ได้จากสงขลา ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และตราด นั้นให้ปริมาณวุ้นและคุณภาพดีพอสมควร ปริมาณวุ้นที่ได้ (agar yield) จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ระหว่าง 21 - 50.5% โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34%

ตารางที่ 2.19 คุณสมบัติของวุ้น agar ที่สกัดได้จากสาหร่ายวุ้นในประเทศไทย (Tam and Edwards, 1982)

Sample code number	Province	Yield (%) (Mean + range)	Gel strength (g cm^{-2}) (Median + range)	Gelation temperature (°C) (mean)	Melting temperature (°C) (mean)	Colour unit (mean)
NT1	Narathiwat	31 ± 2	120 ± 20	37	82	> 350
PT1	Pattani	32 ± 2	200 ± 20	37	85	> 350
PT2	Pattani	29 ± 2	230 ± 20	35	83	250
PT3	Pattani	21 ± 2	225 ± 15	34	81	> 350
PT4	Pattani	24.5 ± 3.5	235 ± 15	34	75	> 350
SK1	Songkhla	30.5 ± 2.5	240 ± 20	35	81	70
SK2	Songkhla	34.5 ± 1.5	295 ± 15	32	92	100
SK3	Songkhla	34 ± 1	195 ± 25	36	90	75
SK4	Songkhla	38 ± 2	215 ± 25	35	88	75
SK5	Songkhla	33 ± 1	200 ± 20	34	89	75
ST1	Surat Thani	34 ± 2	110 ± 10	38	87	> 350
ST2	Surat Thani	24.5 ± 1.5	135 ± 25	40	85	250
ST3	Surat Thani	34 ± 1	110 ± 20	39	84	250
ST4	Surat Thani	28 ± 2	130 ± 30	37	85	> 350
ST5	Surat Thani	31.5 ± 2.5	120 ± 10	39	87	> 350
CP1	Chumphon	34 ± 2	205 ± 25	40	90	20
CP2	Chumphon	32.5 ± 2.5	190 ± 20	42	90	60
CP3	Chumphon	35.5 ± 1.5	315 ± 25	44	85	20
PC1	Prachuap Khiri Khan	50.5 ± 1.5	255 ± 15	41	88	20
PC2	Prachuap Khiri Khan	48 ± 2	220 ± 20	43	91	20
TD1	Trat	35.5 ± 1.5	240 ± 25	34	83	150
TD2	Trat	45.5 ± 2.5	255 ± 25	35	88	150
TD3	Trat	41.5 ± 1.5	255 ± 15	33	82	200
TD4	Trat	26 ± 2	200 ± 30	35	89	120
TD5	Trat	31 ± 1	340 ± 10	31	93	150

บรรเจิด ศีละมรรค และคณะ (2526) ได้เสนอปริมาณวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายผมนาง หรือสาหร่ายวุ้น Gracilaria จากบริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด ว่ามีค่า agar yield 6.44 - 17.05% ดังตารางที่ 2.17

ในปัจจุบันนี้ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ร่วมกับกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ดำเนินการโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเลภายใต้โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร โดยความช่วยเหลือจาก USAID ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ ประสานมิตร รับผิดชอบทางด้านการศึกษาวิจัยโครงการแปรรูปสาหร่ายพร้อมทั้งหาแนวทางที่จะออกแบบโรงงานต้นแบบ (pilot plant) สำหรับการผลิตวุ้นในประเทศไทย ผลงานวิจัยในโครงการนี้ที่ได้รับการเผยแพร่แล้วมีหลายเรื่องเช่น ธนู อุดมพันธ์ และคณะ (2529) ได้ศึกษาการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล (ผมนาง) เพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ โดยการต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 - 5% เพื่อเป็นการกำจัดหมู่ซัลเฟทก่อนการสกัด ที่ pH ประมาณ 6.5 - 7 เมื่อนำวุ้นที่สกัดได้มาทำความสะอาดแล้วจึงนำไปผสมอาหารสูตรของวาซินและเวนท์ เพื่อใช้ปลูกต้นกล้วยไม้อ่อน ซึ่งเพาะออกจากเมล็ดโดยเปรียบเทียบกับการปลูกกล้วยไม้ที่ใช้วุ้นจากท้องตลาด ได้ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของต้นกล้วยไม้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ปรีณา วรรักษ์เสรี และคณะ (2529) ได้ศึกษาหาสภาพที่เหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเล โดยทดลองแฟคเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพของวุ้น อาทิเช่น ความเข้มข้นของด่างที่ใช้ ปริมาณน้ำ และเวลาที่ใช้ในการสกัด ซึ่งได้ผลตามที่พอสรุปได้ว่า สภาพที่ควรใช้คือ การต้มสาหร่ายกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 2 - 3% และใช้เวลาการสกัด 2 ชั่วโมง

ปรีณา วรรักษ์เสรี และคณะ (2529) ได้ทำการศึกษาวิธีการกำจัดหมู่ซัลเฟทจากวุ้นโดยวิธีการแช่สาหร่ายกับสารละลาย NaOH และวิธีการแช่วุ้นในสารละลายด่างโดยตรง ที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาและความเข้มข้นของด่างต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าการนำเอาวุ้นมากำจัดซัลเฟทโดยแช่ในสารละลายด่างโดยตรง จะให้วุ้นที่มีคุณภาพดีกว่าการแช่สาหร่ายในด่างอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังเป็นการประหยัดพลังงานกว่าการกำจัดซัลเฟทโดยการทำปฏิกิริยาระหว่างสาหร่ายกับด่างที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 85 - 90 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมการสกัดวุ้นด้วย

ตารางที่ 2.13 เปอร์เซ็นต์วุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายผมนางที่เก็บจาก บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด

ครั้งที่ 1	น้ำหนักสาหร่าย(กรัม)	น้ำหนักวุ้น(กรัม)	% วุ้นที่สกัดได้
1	20.1211	2.6032	12.94
2	20.4148	1.8404	9.01
3	20.083	1.8947	9.43
4	19.6597	2.5730	13.09
5	20.1771	1.300	6.44
6	20.2216	1.8415	9.11
7	19.7858	3.3733	17.05
8	18.8612	1.9710	10.45
9	19.8036	1.6222	8.19
10	20.1440	2.3942	11.88
11	19.9526	3.0857	15.46
12	19.7949	2.6776	13.58
เฉลี่ย	19.9185	2.2647	11.36

อุดมชัย จินะดิษฐ์ และสุวลี จันทร์กระจ่าง (2529) ศึกษาความสามารถในการละลายของโพลีแซคคาไรด์ผสมที่สกัดได้จากสาหร่ายให้วุ้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการละลายแยกส่วนของวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายให้วุ้น และวุ้นจากท้องตลาด โดยใช้ช่วงอุณหภูมิจาก 50 ถึง 70 องศา-เซลเซียส ในเวลาครึ่งชั่วโมง แล้ววัดค่าความแข็งของวุ้นก่อนและหลังการละลาย แยกส่วนเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่าค่าความแข็งของวุ้นเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิ และในขณะเดียวกันปริมาณของวุ้น คุณภาพดีที่แยกออกมาได้อยู่ระหว่าง 50 - 95%

สมนึก รุ่งเรืองรัช และคณะ (2529) ได้ทำการสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria spp.) ในประเทศไทย เอกาโรส เป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยโมเลกุลของ β-D-galactose สลับกับ 3, 6-anhydro-α-L-galactose จากการที่เอกาโรสไม่มีคุณสมบัติเป็นสารพวกไอออนิก จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวค้ำจุนในการทำอิเล็คโตรโฟรีซีสโครมาโตกราฟฟี่ และอิมมิวโนโลยี ซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยวิเคราะห์โรคต่าง ๆ ในทางการแพทย์ได้

เนื่องจากประเทศไทยยังต้องซื้อเอกาโรสจากต่างประเทศมาใช้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria spp.) ในประเทศไทยและได้ทดลองใช้เป็นตัวค้ำจุนในการแยกดีเอ็นเอ โดยวิธีเล็คโตรโฟรีซีส และในขั้นต้นนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเอกาโรสที่สกัดได้เรียบร้อยแล้ว

ขวัญชัย สุวรรณสัมฤทธิ์ (2519) ได้ทดลองสกัดโซเดียมแอลจีเนท (Sodium alginate) จากสาหร่ายทะเลสกุลต่าง ๆ ซึ่งเก็บจากอำเภอสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าสาหร่ายสีน้ำตาล Sargassum sp. มีปริมาณของโซเดียมแอลจีเนทสูงสุดเมื่อเทียบกับชนิดอื่น ดังตารางที่ 2.18

ผลิตภัณฑ์ที่สกัดจากสาหร่ายทะเลซึ่งประเทศไทยได้ทำการสั่งซื้อเข้ามาในพระราชอาณา-จักรอีกชนิดหนึ่ง คือ สาร Carrageenan ซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมหลายด้านโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ ยา และอื่น ๆ วลัยพร พิริยะพันธุ์ ชลลดา ปรีดา และชัยยุทธ รัญพิทยากุล (2524) ได้ทำการสกัด carrageenan จากสาหร่ายสีแดง Hypnea sp. ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้มีสารนี้เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย การศึกษาวิจัยมุ่งที่จะศึกษาหาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ปริมาณ carrageenan มากที่สุด รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของ electrolyte ต่าง ๆ ที่มีต่อความแข็งแรงของเจลด้วยวิธีการสกัดมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน จากผล

<u>ตารางที่</u> 2.19 ผลการทดลองสกัดโซเดียมแอลจิเนทจากสาหร่ายทะเลสกุลต่าง ๆ แหล่งของสาหร่ายทะเล อำเภอสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ขวัญชัย สุวรรณสัมฤทธิ์)

สาหร่ายทะเล จำแนกตามสกุล	% ความชื้นของสาหร่ายทะเล	น.น.แห้งสนิทของสาหร่ายทะเล	น.น.อบแห้งของกรดแอลจีนิค(กรัม)	% ของกรดแอลจีนิคที่สกัดได้
Padina spp.	9.12	9.9088	0.1818	2%
Sargassum spp.1	8.60	9.9140	1.2796	14%
Sargassum spp.2	9.51	9.9049	1.5745	17.4%
Turbinaria spp.	10.24	9.8976	0.4578	5.1%
Gracilaria spp.	12.43	9.8757	-	-
Acanthophora spp.	7.46	9.9254	-	-

การทดลองพบว่าจะได้ปริมาณ carrageenan มากที่สุด เมื่อใช้ pH 5.5, เวลา 2 ชั่วโมง, อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส และจากสภาพแวดล้อมดังกล่าวจะทำให้ได้ปริมาณของ carrageenan ประมาณ 75% (dry basis)

นอกจากการศึกษากระบวนการผลิตแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในแง่การสกัดสารบางอย่างออกมาเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่น้อยนั้น การแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในประเทศไทยในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากเป็นอาหารโดยตรงนั้นยังมีอยู่น้อยมาก ได้มีการทดลองเพื่อนำน้ำสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล (Sargassum sp.) มาทำเป็นปุ๋ยทั้งนี้เพื่อลดปัญหาความขาดแคลนปุ๋ยภายในประเทศ อักษร ศรีเปล่ง และคณะ (2523) ได้นำน้ำสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล (Sargassum sp.) ซึ่งมีความเข้มข้น 40, 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ปรดโคนต้นคะน้าพบว่าถ้ารดในอัตรา 3 วัน/1 ครั้ง น้ำสกัดสาหร่ายทุกความเข้มข้นจะช่วยให้คะน้าเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อรดในอัตรา 7 วัน/1 ครั้ง พบว่าที่ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ คะน้าและผักกาดเขียวกวางตุ้งจะมีน้ำหนักสด ความสูงของลำต้น ความยาวของใบ และความกว้างของใบสูงสุด

มิลินท์ ชื่นสมบูรณ์ (2523) ได้ทดลองใช้ Padina เป็นปุ๋ยสำหรับพริกชี้ฟ้า โดยการนำสาหร่ายมาหมักผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน และทดลองปลูกพริกชี้ฟ้า พบว่าอัตราการรอดของต้นพริกชี้ฟ้านั้นสูงสุด เมื่อปลูกในดินที่มีสาหร่ายผสมอยู่ 30% ต้นพริกที่ปลูกในดินล้วนมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าต้นพริกที่ปลูกในดินที่มีสาหร่ายผสม 30% แต่พบว่าต้นพริกที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ ต้นพริกที่ปลูกในดินที่มีสาหร่ายผสม 45% เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตจากต้นพริกชี้ฟ้าที่ปลูกในดินสภาพต่าง ๆ กันพบว่าผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักผลเฉลี่ยแห้งต่อต้นจะสูงในต้นพริกที่ปลูกในดินที่มีสาหร่ายผสมในอัตราส่วน 15%, 30% และ 45% เมื่อเทียบกับต้นพริกที่ปลูกในดินล้วน

ปัญหาและอุปสรรคที่ประมวลได้จากการวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

งานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้น เมื่อรวบรวมแล้วพบว่ามีมากพอสมควร งานวิจัยบางส่วนอยู่ในรูปของ Gray document คือไม่ได้มีการเผยแพร่ มีใช้เฉพาะในหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษาบางแห่งเท่านั้น งานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลที่ทำกันมากคือเรื่องชนิดและการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องที่จำแนกชนิดของสาหร่ายถึงสกุล (Genera) เท่านั้น การจำแนกชนิดของสาหร่ายทะเลอย่างละเอียดโดยการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานและการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการหาพันธุ์สาหร่ายทะเลที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงต่อไปในอนาคต นอกจากนี้การศึกษาการกระจายและชนิดของสาหร่ายทะเลมักทำในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งไม่สามารถจะบอกได้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสาหร่ายทะเลในแหล่งที่ทำการสำรวจในรอบปีได้ ดังจะเห็นจากรายงานวิจัยหลายฉบับที่สรุปว่าปริมาณและความชุกชุมของสาหร่ายทะเลนั้นมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับฤดูกาล การศึกษาผลผลิตของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติเป็นส่วนที่ควรส่งเสริมให้มีการศึกษามากขึ้น โดยวิธีปริมาณวิเคราะห์เพื่อทำให้สามารถเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชนิดนี้ตามแหล่งต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งทะเลและทำให้สามารถทำนายแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรดังกล่าวได้ในอนาคต นอกจากนี้การศึกษาผลผลิตของสาหร่ายทะเลจะเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่ช่วยชี้บ่งได้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมในทะเลหรือกิจกรรมมนุษย์ที่มีต่อทรัพยากรสาหร่ายทะเลอันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรสาหร่ายทะเลนี้ให้คงอยู่ต่อไป

ปัญหาอีกประการหนึ่งที่พบในการศึกษาเรื่องชนิดและการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลตามแหล่งต่าง ๆ คือ ขาดการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมหรือการศึกษาด้านนิเวศน์วิทยาประกอบไปด้วย ในบางกรณีมีการบันทึกปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายประการ แต่ไม่ได้มีการวิเคราะห์หรือหาความสัมพันธ์อย่างจริงจังกับชนิดและปริมาณของสาหร่ายทะเล งานส่วนใหญ่มักจะสรุปเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยประมวลจากการสังเกต (observations) การบอกเล่าของชาวบ้านและจากการสำรวจเอกสารซึ่งเป็นงานที่ทำในต่างประเทศซึ่งบางครั้งไม่สามารถจะนำมาเปรียบเทียบกันได้ การขาดการศึกษาด้านนิเวศน์วิทยาทำให้เราไม่สามารถแน่ชัดถึงสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเจริญงอกงามของสาหร่ายทะเล การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ต้องดำเนินการควบคู่กันไปทั้งในห้องปฏิบัติการและในห้อง

ทดลอง ข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล เราต้องทราบสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับสาหร่ายทะเลที่เราต้องการเลี้ยงและต้องทราบถึงขอบเขตความทนทานของสาหร่ายแต่ละชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมเช่นความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณดินตะกอนที่ตกทับถมและความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

ในเรื่องการวิจัยด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนั้นพบว่าปัญหาที่สำคัญและเป็นอุปสรรคในการวิจัยด้านนี้คือ เงินทุนหรือเงินงบประมาณที่ไม่เพียงพอต่อรายจ่าย ทั้งนี้เพราะการทดลองเพาะเลี้ยงไม่ว่าจะเป็นระบบเปิดหรือระบบปิดก็ตามจะต้องใช้ระยะเวลายาวและมีอุปสรรคหรือปัญหาเกิดขึ้นตลอดเวลาโดยที่ผู้วิจัยไม่ได้คาดคิดมาก่อน เช่น ปัญหาเรื่องคลื่นลมแรงทำให้แปลงทดลองเสียหาย ปัญหาเรื่องขโมยซึ่งอาจทำโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของชาวบ้าน ปัญหาเรื่องค่าจ้างแรงงานสำหรับทำแปลงทดลอง และการดำน้ำเก็บต้นตอพันธุ์ของสาหร่ายทะเล นอกจากนี้ค่าจ้างคนงานในการอนุบาลพันธุ์สาหร่ายและการรักษาต้นตอพันธุ์ที่ปลูกในแปลงทดลองต่าง ๆ ดูแลไม่ทั่วถึงและทัดต่อเหตุการณ์โดยเฉพาะในฤดูการเจริญพันธุ์ของสาหร่ายทะเลในธรรมชาติจำเป็นต้องจ้างคนงานเพื่อช่วยเก็บต้นตอพันธุ์ให้ได้ปริมาณมาก แต่ก็ไม่สามารถเก็บต้นตอพันธ์ให้ได้ปริมาณมากตามต้องการได้

ปัญหาที่สำคัญของการวิจัยด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคือ การเลือกพันธุ์สาหร่ายที่เหมาะสมเท่าที่ดำเนินการอยู่นี้นิยมเลี้ยงเฉพาะ Gracilaria และสาหร่ายสีแดงบางชนิด ต้องเก็บต้นตอมาจากแหล่งธรรมชาติซึ่งมีเป็นฤดูกาลช่วงเวลาสั้น ๆ เช่นในช่วงเดือนธันวาคม - เมษายน ซึ่งต้องรีบทำการทดลองในช่วงนั้นยกเว้นในบางบริเวณที่อาจหาต้นพันธุ์ของสาหร่ายมาทำการทดลองเสริมได้ทั้งปีเช่นที่จังหวัดสงขลา นอกจากนี้สาหร่ายทะเลในธรรมชาติก็มีปริมาณลดน้อยลงทุกปี แหล่งที่เคยมีรายงานว่ามีสาหร่ายชุกชุมเมื่อไปเก็บสาหรายต้นตอพันธุ์จริง ๆ ก็พบว่ามีสาหร่ายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต้องเก็บรวบรวมจากที่หลายแห่ง สาหร่ายที่เก็บจากที่ต่าง ๆ กันเมื่อนำมาเลี้ยงจะเจริญเติบโตและมีอัตราการอยู่รอดได้ไม่เท่ากัน

ในเรื่องปัญหาทางด้านเทคนิคการเพาะเลี้ยงนั้นได้สรุปไว้แล้วในตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทยโดยเน้นปัญหาของการเลี้ยงสาหร่ายในระบบเปิดพร้อมทั้งกล่าวสรุปว่าวิธีการหรือรูปแบบของการเพาะเลี้ยงวิธีใดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอย่างไร สำหรับการพัฒนาการเพาะเลี้ยงในระบบเปิดนั้นต้องทำให้ได้ผลการทดลองในระยะเวลายาวขึ้น จึงจะสามารถประเมินผลผลิตได้จริงจังและอาจจะต้องมีวิธีการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการสลับกับการเลี้ยงในทะเล

โดยตรง เมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของสาหร่ายพันธุ์ที่เลี้ยงและข้อมูลเกี่ยวกับระยะต่าง ๆ ในวงจรชีวิตของมัน อาจต้องพัฒนาวิธีการอนุบาลต้นอ่อนในห้องปฏิบัติการและนำไปเลี้ยงต่อในทะเลดังเช่นความพยายามในการเลี้ยงสาหร่ายใบในปัจจุบันนี้ การเลี้ยงสาหร่ายใบในห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้ผลเท่าที่ควรอาจเนื่องจากขาดความรู้ด้านสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมของระยะต่าง ๆ ในวงจรชีวิตของสาหร่าย ปัจจัยหรือกลไกที่เกี่ยวข้องในการชักนำให้สาหร่ายปล่อยสปอร์ จริงอยู่ความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้มีมากแล้วในต่างประเทศ เช่นประเทศญี่ปุ่น หากแต่สาหร่ายแต่ละชนิดและที่ขึ้นอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกันย่อมแสดงการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมต่างกันและขอบเขตความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมย่อมต่างกัน การเลือกวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในการวิจัยนอกจากจะพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของสาหร่ายและบริเวณที่ทำการทดลองแล้วควรคำนึงถึงวิธีการเพาะเลี้ยงที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในแง่การดำเนินการและการลงทุน เมื่อมีการนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้หรือแนะนำกับชาวบ้านเพื่อส่งเสริมให้มีการเลี้ยงสาหร่าย ขั้นตอนการขยายการเพาะเลี้ยงจากระดับการทดลองไปเป็นขั้นดำเนินการ เป็นระบบฟาร์มนั้นยังไม่ได้มีการดำเนินการและประเมินผล ซึ่งในเรื่องนี้กรมประมงน่าจะมีบทบาทในการส่งเสริมและการแนะนำชาวบ้าน เช่นเดียวกับการส่งเสริมการเลี้ยงปลา กุ้ง และสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ

ปัญหาทางด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะการสกัดวุ้นนั้น พบว่า เทคนิคหรือวิธีการในการสกัดวุ้นนั้นสามารถดัดแปลงได้เหมาะสมกับสาหร่ายทะเลในประเทศไทย หากแต่ต้องมีการพัฒนาในเรื่องคุณภาพของวุ้นที่ทำการสกัดและความเป็นไปได้ในการพัฒนาและขยายวิธีการสกัดวุ้นในห้องปฏิบัติการไปเป็นขนาดอุตสาหกรรมเพื่อทำการส่งเสริมต่อไป ซึ่งในเรื่องนี้จะต้องมีการทดลองออกแบบและสร้างโรงงานต้นแบบ (pilot plan) อีกทั้งต้องคำนึงถึงระบบน้ำทิ้งน้ำเสียจากโรงงานด้วย สิ่งจำเป็นต้องพึ่งความชำนาญการของวิศวกรประกอบกับนักวิทยาศาสตร์และค่าใช้จ่ายในการทดลองในขั้นนี้จะสูงมาก

ปัญหาของการสกัดวุ้นที่สำคัญมากคือปริมาณสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติมีน้อยไม่พอเพียงต่อการสกัดวุ้นจึงจำเป็นต้องหันมาพึ่งการเพาะเลี้ยง เพื่อให้มีปริมาณสาหร่ายมากพอสำหรับการสกัดวุ้น การเพาะเลี้ยงสาหร่ายก็จะเป็นการลงทุนส่วนหนึ่งที่สูงมากซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงด้วยในเรื่องต้นทุนของการสกัดวุ้น นอกจากนี้เราจำเป็นต้องมีการคัดพันธุ์สาหร่ายที่จะให้วุ้นคุณภาพดีหรือให้วุ้นในปริมาณมาก เพื่อทำการส่งเสริมการเพาะเลี้ยง คุณภาพของวุ้นที่ได้จากสาหร่ายในแหล่งธรรมชาติ

และที่ได้จากสาหร่ายที่เลี้ยงนั้นเป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษาต่อไปว่าเหมือนกันและต่างกันอย่างไร ดังนั้น การส่งเสริมการเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้นนั้นนอกเหนือจากการเพิ่มผลผลิตสาหร่ายให้มีปริมาณพอเพียงแก่ความต้องการแล้ว เรายังต้องพิจารณาพันธุ์สาหร่ายที่ให้วุ้นที่มีคุณภาพดีทัดเทียมกันหรือดีกว่าวุ้นที่ผลิตจากสาหร่ายชนิดเดียวกันที่เก็บจากธรรมชาติ

ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลคือ ประสิทธิภาพของเทคนิคหรือวิธีการสกัดวุ้นนั้นเมื่อขยายขนาดหรือขอบเขตจากการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นขั้นอุตสาหกรรมนั้นจะลดลง

นอกจากการสกัดวุ้นแล้วการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสาหร่ายทะเลในรูปอื่นยังมีทำกันน้อยมาก น่าจะมีการทดลองและศึกษาวิจัยแนวทางการแปรรูปผลิตภัณฑ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสาหร่ายในรูปอื่นให้มากขึ้น

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายทะเลทางด้านเศรษฐกิจโดยเฉพาะเรื่องการตลาด การเพาะเลี้ยง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ตลอดจนการลงทุนและการจัดการยังไม่มีการดำเนินการเลย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ศักยภาพการผลิตและการใช้สาหร่ายทะเลในอนาคตรวมทั้งความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาในประเทศไทย

โดยสรุปแล้วเราพบว่าทรัพยากรสาหร่ายทะเลที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลด้านทะเลอันดามันนั้น มีความอุดมสมบูรณ์ทั้งในแง่ชนิดและปริมาณ หากแต่ทรัพยากรดังกล่าวไม่ได้รับความสนใจมากเท่าที่ควรในแง่ที่เป็นทรัพยากรทางน้ำที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การใช้สาหร่ายทะเลในประเทศไทยในปัจจุบันมักเป็นในรูปที่นำมาเป็นอาหารในลักษณะสดและแห้งโดยการเก็บสาหร่ายทะเลเหล่านี้จากแหล่งธรรมชาติ ปริมาณสาหร่ายทะเลที่เก็บได้นั้นขึ้นกับฤดูกาลของสาหร่ายที่มีอยู่ในแหล่งธรรมชาติ ปริมาณที่เก็บเกี่ยวได้ในธรรมชาตินั้นไม่แน่นอนขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม เนื่องจากไม่มีการจัดการทรัพยากรสาหร่ายทะเลในน่านน้ำไทยจึงพบว่าปริมาณสาหร่ายทะเลที่เก็บเกี่ยวได้จากแหล่งธรรมชาติมีแนวโน้มลดลง ปัญหาที่สำคัญคือปริมาณการเก็บเกี่ยวของชาวบ้านที่มากเกินกำลังผลิตตามธรรมชาติ นอกจากนี้ปริมาณสาหร่ายทะเลที่ลดลงตามแหล่งต่าง ๆ อาจได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ปัญหาเรื่องน้ำเสีย ปัญหาการทับถมของตะกอนดินตามชายฝั่งทะเล ปัญหาการขยายตัวของเขตเมือง และปัญหาการขยายตัวของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นต้น

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการนำทรัพยากรสาหร่ายทะเลมาใช้ในประเทศในปริมาณน้อย เราสามารถที่จะพัฒนาและนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์ให้เต็มที่ถ้าได้รับการจัดการอย่างดีเช่นเดียวกับทรัพยากรสัตว์น้ำที่สำคัญอื่น เช่น กุ้ง หอย ปูและปลา การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลในรูปการสกัดวุ้น agar-agar หรือสารอื่น ๆ เช่น sodium alginate และ carragenan นั้นยังดำเนินการอยู่ในขั้นการทดลองเท่านั้น ยังไม่ได้รับการพัฒนาจนถึงขั้นการผลิตระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีแนวทางการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลอีกมากที่ยังเพิ่งเริ่มได้รับความสนใจ เช่น การใช้ทำปุ๋ยหรือการทำอาหารสัตว์ แนวทางที่น่าจะได้รับความสนใจมากคือการสกัดสารบางอย่างจากสาหร่ายทะเลเพื่อใช้ในทางการแพทย์หรือเป็นยารักษาโรคได้

แนวโน้มของการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในอนาคต

จากสถิติจากกรมศุลกากรในเรื่องปริมาณการนำเข้าและส่งออกของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าปริมาณความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลนั้นยังอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณการผลิตสาหร่ายทะเลได้ในประเทศโดยเฉพาะปริมาณสาหร่ายแห้งสำหรับการบริโภคและปริมาณสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเล ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศปีหนึ่ง ๆ มีมูลค่านับร้อยล้านบาท

ในปัจจุบันเรายังไม่ได้มีการสำรวจหรือวิจัยอย่างจริงจังถึงปริมาณการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมผลิตเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมผลิตสบู่และยาสีฟัน อุตสาหกรรมนม อุตสาหกรรมผลิตยารักษาโรค และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เท่าที่ปรากฏนั้นเป็นการคาดการณ์หรือวิเคราะห์แนวโน้มของการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลจากสถิติกรมศุลกากรเท่านั้น แม้แต่ปริมาณที่ชาวบ้านเก็บเกี่ยวเพื่อใช้เป็นอาหารเฉพาะถิ่นก็ไม่ได้มีการจดบันทึกไว้

เท่าที่ประเมินแนวโน้มของการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลเพิ่มขึ้นจึงได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเพิ่มผลผลิตในประเทศไทย โดยเฉพาะพวกสาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่น พวกสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายใบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถผลิตสาหร่ายเหล่านี้ให้มีปริมาณมากพอเพื่อใช้ในการผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ และเพื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติที่กำลังลดลงมากในปัจจุบัน

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันนี้ยังอยู่ในขั้นการทดลองนั้นน่าจะมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ

ก. การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายทะเลตามแหล่งธรรมชาติเพื่อทดแทนกับปริมาณสาหร่ายทะเลที่ลดลงเนื่องจากการเก็บเกี่ยวเกินกำลังผลิตตามธรรมชาติ

ข. การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตหรือสกัดสารตลอดจนการแปรรูปสาหร่ายทะเลในขั้นอุตสาหกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทยนั้นต้องมีสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาและมีขั้นตอนการพัฒนาหลายประการด้วยกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างเร่งด่วน ดังต่อไปนี้

1. <u>การประเมินผลผลิตของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ</u>

การประเมินผลผลิตของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ ซึ่งต้องทำโดยวิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณ นอกจากนี้ต้องทำการศึกษาในระยะยาวเพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาการจัดการทรัพยากรสาหร่ายทะเล เราอาจเลือกทำการประเมินผลผลิตของสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติที่แสดงศักยภาพที่จะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลได้ในอนาคต เช่น บริเวณจังหวัดชลบุรี ระยอง ตราด สงขลา ปัตตานี และภูเก็ต เป็นต้น

2. <u>การเลือกชนิดหรือคัดพันธุ์ของสาหร่ายทะเลที่จะทำการส่งเสริมเพาะเลี้ยง</u>

การเลือกชนิดของสาหร่ายทะเลที่ควรสนับสนุนให้มีการเพาะเลี้ยในประเทศไทยเท่าที่ได้รับความสนใจมากในขณะนี้ คือ สาหร่ายวุ้น และสายใบ ในเรื่องของสาหร่ายวุ้นในสกุล <u>Gracilaria</u> นี้ในปัจจุบันยังมีความสับสนกันอย่างมากในเรื่องการจำแนกชนิด ซึ่งการจำแนกชนิดว่าเป็น <u>Gracilaria</u> ชนิดใดนั้นมีความสำคัญมากเพราะ <u>Gracilaria</u> แต่ละชนิดและที่ขึ้นในแหล่งต่าง ๆ นั้นจะให้ปริมาณวุ้นและคุณภาพของวุ้นไม่ทัดเทียมกันดังงานของ ชัยยุทธ ธัญพิทยากูล และสมบัติ ขอทวีวัฒนา (2521) ที่รายงานว่าสาหร่าย <u>Gracilaria</u> จากจังหวัดระนองให้ปริมาณวุ้นมากที่สุด คือ 21 - 26 % และมี gel strength 113.4 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ในขณะที่สาหร่ายจากจังหวัดสงขลาและจากเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานีก็ให้ปริมาณวุ้นใกล้เคียงกัน คือ 20 - 23 และ 18 - 21 % ตามลำดับ ปัญหาในเรื่องนี้ก็คือว่าในการทดลองดังกล่าวไม่ได้มีการจำแนกชนิดของสาหร่ายวุ้นที่ใช้ในการทดลองออกจนถึงระดับ species จึงทำให้ไม่ทราบว่าการที่ปริมาณวุ้นแตกต่างกันนี้เป็นเพราะสาหร่ายวุ้นต่างชนิดกันหรือเป็นเพราะเป็นสาหร่ายวุ้นชนิดเดียวกันแต่ขึ้นในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดความแตกต่างกันดังกล่าว ชนิดของสาหร่ายวุ้นที่ควรได้รับการพิจารณาส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงควรเป็นชนิดที่ให้ปริมาณวุ้นค่อนข้างสูงและให้คุณภาพวุ้นที่ดีพอสมควร นอกจากนี้ควรเป็นชนิดที่เจริญได้รวดเร็วโดยเฉพาะมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบการแตกแขนงงอกจากต้นและทั้งแบบที่งอกจากสปอร์ ทำให้สามารถส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงได้ทั้งสองแบบคือการปลูกแบบตัดยอดหรือปลูกทั้งต้นและการปลูกโดยการดักจับสปอร์ตามธรรมชาติ

สาหร่ายวุ้นต่างชนิดกันจะเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งการศึกษาทางนิเวศน์-วิทยาของสาหร่ายวุ้นชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทยนั้นยังมีทำน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นการสรุปจากการสังเกตุในแหล่งธรรมชาติหรือถ้ามีการศึกษาในเรื่องนี้ก็ไม่ได้มีการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กับอัตราการเจริญของสาหร่ายในสกุลนี้อย่างเด่นชัด ซึ่งการศึกษาทางนิเวศน์วิทยาของสาหร่ายชนิดต่าง ๆ จำเป็นต้องทำการทดลองทั้งในสภาพธรรมชาติและในห้องทดลอง ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญคือ อุณหภูมิซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญงอกงามของ Gracilaria และฤดูกาลสืบพันธุ์ของ Gracilaria (Jones, 1959 ; Kim, 1970) อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของ Gracilaria เท่าที่มีรายงานอยู่ในช่วงพิกัด 20° C - 28° C ซึ่งสำหรับสาหร่ายวุ้นในประเทศไทยน่าจะได้มีการทดลองในเรื่องนี้ เท่าที่สรุปมักเป็นการหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้แล้วเทียบว่าอุณหภูมิดังกล่าวอยู่ในช่วงพิกัดที่มีรายงานว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมหรือไม่ ปริมาณแสงสว่างหรือความเข้มของแสงก็มีความสำคัญต่อการเจริญของสาหร่ายชนิดนี้ดังจะพบว่าในแหล่งต่าง ๆ อาจพบสาหร่ายขึ้นอยู่ในระดับความลึกของน้ำที่ไม่เท่ากัน ตามปกติ Gracilaria จะเจริญได้ดีในบริเวณที่มีความเข้มของแสงปริมาณสูง แต่อย่างไรก็ตามถ้าสาหร่ายวุ้นสัมผัสหรือถูกเลี้ยงภายใต้ความเข้มของแสงปริมาณสูงเป็นเวลานานก็จะทำให้มีสีซีดและอาจหักเปราะง่าย สาหร่ายวุ้นชอบขึ้นบริเวณดินโคลนหรือดินปนทราย นอกจากนี้ยังขึ้นได้บนพื้นแข็งหรือบนเส้นเชือกใยสังเคราะห์ต่าง ๆ เนื่องจากบริเวณชายฝั่งทะเลหลายแห่งมีอัตราการตกทับถมของตะกอนดินเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและในบางฤดูกาล เช่น ช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำหลากและชะพาพวกดินตะกอนต่าง ๆ มาตกทับถมบริเวณชายฝั่งทำให้มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายวุ้นดังการทดลองของ พะเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) และ เยาวลักษณ์ มณีรัตน์ และ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2528) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการตกทับถมของดินตะกอนในอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายวุ้น การที่มีดินตะกอนทับถมมากโดยเฉพาะบริเวณหาดเลนหรือหาดโคลนจะมีปัญหาการย่อยสลายของอินทรีย์สารและเกิดเป็นก๊าซ H_2S เกิดขึ้นซึ่งอาจเป็นพิษหรือมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายวุ้น ซึ่งการศึกษาในเรื่องดังกล่าวยังไม่มีปรากฏเช่นเดียวกับการศึกษาผลของสภาวะการสูญเสียน้ำ (desiccation) จากต้นสาหร่ายเนื่องจากช่วงเวลาที่โผล่พ้นน้ำหรือน้ำลงผิดปกติก็ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาเช่นกัน ในการเลี้ยงสาหร่ายวุ้นที่ผู้เขียนได้ทำการทดลองอยู่ขณะนี้หรือที่มีรายงานแล้ว จากงานวิจัยของเยาวลักษณ์ มณีรัตน์ และ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2528) พบว่าปัญหาที่ทำให้สาหร่ายที่เลี้ยง

ไม่สามารถเจริญได้เต็มที่เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตอื่นเจริญเติบโตแข่งกับสาหร่ายทะเล เช่น พวกฟองน้ำ ไบรโอซัวและสาหร่ายชนิดอื่น นอกจากนี้ยังมีพวกศัตรูที่กัดกินสาหร่ายที่เลี้ยงไว้เช่น หอยเม่นและปู เป็นต้น พวกไบรโอซัวและฟองน้ำมักจะเจริญคลุมต้นอ่อนของสาหร่ายหมด เช่นเดียวกับสาหร่ายชนิดอื่น เช่น พวกสาหร่ายไส้ไก่ Enteromopha sp. จะเจริญได้เร็วกว่าสาหร่ายวุ้น จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดโดยหมั่นดูแลถอนหรือแกะสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ออกเสมอ ซึ่งจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าใช้จ่ายดูแลสาหร่ายทะเลที่เลี้ยงอยู่ให้สูงขึ้น

ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีความสำคัญในการเจริญของสาหร่ายทะเลโดยเฉพาะในประเทศที่อยู่ในเขตมรสุมอย่างประเทศไทย คือ ความเค็มของน้ำทะเล Kim (1970) ได้รายงานว่าสาหร่ายวุ้น Gracilaria สามารถทนได้ต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างตั้งแต่ 10 - 50 % โดยมีช่วงความเค็มที่เหมาะสมเท่ากับ 25 % แต่พบว่าความเค็มต่ำที่เกิดเนื่องจากฝนตกมากทำให้สาหร่ายวุ้นที่เลี้ยงตายได้ นอกจากนี้ผลของปริมาณธาตุอาหาร เช่นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายวุ้นก็ยังมีผู้ศึกษาอยู่น้อย ซึ่งการศึกษาในเรื่องนี้อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายทะเลที่เลี้ยงไว้ทั้งในระบบเปิดและระบบปิด การให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารแก่สาหร่ายทะเลในแปลนทดลองในระบบเปิดก็มีทำกัน เช่น ในประเทศญี่ปุ่นและประเทศจีน ส่วนการให้ปุ๋ยอาหารแก่สาหร่ายที่เลี้ยงในระบบปิด คือ ในประเทศไต้หวันซึ่งให้ผลผลิตที่สูงมาก

สายใบ Porphyra spp. เป็นสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการเพาะเลี้ยง เนื่องจากมีราคาสูง มีผู้นิยมบริโภคมากจนมีการนำเข้าจากต่างประเทศและมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ เช่น ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส หากแต่ปริมาณที่เก็บเกี่ยวได้ไม่แน่นอนในแต่ละปี การทดลองเลี้ยงสายใบยังเพิ่งเริ่มต้นเท่านั้นจากความพยายามทดลองเลี้ยงในห้องทดลอง โดยการเก็บพันธุ์สาหร่ายมาเลี้ยงจนปล่อยสปอร์ออกมาเจริญในเปลือกหอยตะโกรมแต่ไม่สามารถเลี้ยงต่อได้จนเจริญเป็นสาหร่ายสายใบบนเชือกที่นำมาล่อไว้หรือการเจริญของต้นอ่อนไม่ดีเท่าที่ควร (กาญจนาภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ Hisao Ogawa, 2521 ; บรรเจิด ศีละมรรค และ วไรภาส จุ้งพิวัฒน์, 2528) นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายทะเลชนิดอื่นที่แสดงศักยภาพในการเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายเหล่านี้เช่น Hypnea Sargassum Caulerpa Enteromorpha และ Turbinaria เป็นต้น

โดยสรุปแล้วการเลือกชนิดหรือคัดพันธุ์สาหร่ายทะเลที่จะทำการเพาะเลี้ยงนั้นในอนาคตจะต้องพึ่งวิธีการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการเพาะพันธุ์และการคัดพันธุ์พืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ซึ่งจะนำมาดัดแปลงและประยุกต์ใช้ในการคัดพันธุ์สาหร่ายทะเลดัง เช่นที่มีการคัดพันธุ์สายพันธุ์ของ Laminaria japonica ที่สามารถทนได้ต่ออุณหภูมิสูง หรือสายพันธุ์ของ Chondrus crispus ที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ลักษณะสายพันธุ์สาหร่ายทะเลที่เหมาะสำหรับการเพาะเลี้ยงในอนาคต ได้แก่ สายพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สายพันธุ์ที่มีองค์ประกอบเคมีที่มีคุณภาพดี เช่น คุณภาพวุ้นที่ดีและที่ให้ปริมาณวุ้นค่อนข้างสูง นอกจากนี้สายพันธุ์สาหร่ายทะเลที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความเค็ม สายพันธุ์ที่ทนทานต่อโรคที่เกิดแก่สาหร่ายชนิดต่าง ๆ และสายพันธุ์ที่สามารถขึ้นได้ในสภาวะที่น้ำเสียเป็นต้นจะได้รับความสนใจมากขึ้นในอนาคต การศึกษาการเพาะพันธุ์หรือการคัดพันธุ์สาหร่ายทะเลที่จะทำการเพาะเลี้ยงในอนาคตนี้จะประสพความสำเร็จได้ต่อเมื่อเราต้องเพิ่มความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับเคมี ชีวเคมี สรีรวิทยาและนิเวศน์วิทยาของสาหร่ายทะเล นอกจากนี้ต้องมีการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ของสาหร่ายทะเล (seaweed genetics) อย่างจริงจัง

3. การศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลและฤดูกาลสืบพันธุ์ของสาหร่ายทะเล

ถึงแม้ว่าวิธีการเพาะเลี้ยงสายใบ Porphyra จะเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่นมาเป็นเวลาช้านานแล้วแต่ก่อนปี ค.ศ. 1949 ไม่มีผู้ใดรู้ว่า monospores ของ Porphyra เกิดมาจากไหนและทำไมจึงไม่พบสายใบในช่วงฤดูร้อนจนกระทั่งนักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ Dr. K.M. Drew ได้ค้นพบช่วงวงจรชีวิตที่เป็นปริศนาของสายใบ Porphyra umbilacilis ซึ่งความรู้ดังกล่าวนี้ได้พลิกโฉมหน้าประวัติศาสตร์การเพาะเลี้ยงสายใบในประเทศญี่ปุ่นโดยมีการศึกษาวงจรชีวิตโดยละเอียดของสายใบทั้ง 5 ชนิดที่นิยมเลี้ยงกันในประเทศญี่ปุ่น คือ Porphyra angusta, P. kuniedai, P. pseudolinealis, P. tenera และ P. yezoensis (Bardach et al, 1972) ความรู้โดยละเอียดเกี่ยวกับวงจรชีวิตของสายใบ Porphyra และการค้นพบระยะ conchocelis ซึ่งเป็นระยะที่พบบนเปลือกหอยนั้นได้นำไปสู่การพัฒนาเทคนิควิธีการเลี้ยงสายใบ โดยที่ในปัจจุบันกว่า 70 % ของผลผลิตสายใบที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจะได้จากผลิต monospores ในห้องทดลองเพื่อนำไปเลี้ยงให้เป็นต้นอ่อนต่อไป ปัจจัยที่สำคัญในการเจริญของระยะ conchocelis โดยเฉพาะของ P. tenera ซึ่งมักจะนำไปเลี้ยงในบ่อไว้ก่อนระยะหนึ่ง คือ การรักษาระดับอุณหภูมิให้สูงกว่า 25° C เพื่อป้องกันการปล่อย

monospores ก่อนเวลาที่ต้องการ อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้เลี้ยงได้คือประมาณ 29° C ในบางกรณีอาจต้องเพิ่มอุณหภูมิหรือลดอุณหภูมิในบ่อเลี้ยงสลับกัน ความเข้มของแสงก็มีความสำคัญโดยการให้แสงสว่างพอควรในระยะแรกจนกว่าสาหร่ายจะโตพอมองเห็นได้จึงให้ระดับความเข้มแสงสว่างที่เหมาะสมประมาณ 500 lux ความเค็มก็มีความสำคัญเช่นกันประมาณ 20 - 31 % ความเค็มจะแปรเปลี่ยนไปตามอายุของสาหร่ายทะเล การกระตุ้นให้ conchocelis ปล่อย monospores ในห้องปฏิบัติการทำได้โดยการลดอุณหภูมิในบ่อเลี้ยงให้ลดลงอย่างฉับพลันเท่ากับ 17 - 20° C พร้อมกับลดระยะที่ได้รับแสงสว่างเป็น 8 - 10 ชั่วโมงในแต่ละวัน การพัฒนาการวิธีการผลิต monospores ในห้องปฏิบัติการนั้นมีประโยชน์อย่างมากในแง่การแก้ปัญหาปริมาณสปอร์ที่ดักได้ในแหล่งธรรมชาติ ซึ่งจะมีปริมาณไม่แน่นอนขึ้นกับสภาวะแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสปอร์ในปริมาณที่สูงมากและทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นและทำให้เก็บเกี่ยวได้หลายครั้งอันจะทำให้ผลผลิตสายใบสูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิธีการผลิตสปอร์ในห้องปฏิบัติการของสายใบตลอดจนสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็นยิ่งในการเพาะเลี้ยงสายใบในประเทศไทยในอนาคต นอกจากนี้การศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์ของสายใบในแหล่งต่าง ๆ ก็มีความจำเป็นยิ่งโดยการตรวจสอบลักษณะต่าง ๆ เมื่อถึงระยะสืบพันธ์

การศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายวุ้นก็มีความจำเป็นเช่นกันที่จะต้องทำการศึกษา เช่นการศึกษาของ Jones (1959) ที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและฤดูกาลสืบพันธุ์ของ <u>Gracilaria verrucosa</u> ที่บริเวณ Menai Straits ซึ่งทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยที่มีอัตราช้าลงในช่วงฤดูหนาวและมีอัตราสูงขึ้นอย่างมากในช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่ควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนี้ จากการศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์พบว่ามีการผลิตสปอร์ตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ช่วงที่ผลิตสปอร์มากที่สุดเป็นช่วงฤดูร้อนโดยผลิต tetraspores สูงสุดในเดือนกรกฎาคมและผลิต carpospores ในเดือนสิงหาคม - กันยายน ช่วงการผลิตสปอร์จะมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับระยะการเจริญเติบโตของต้นแก่ Kim (1970) ได้สรุปวิธีการที่ใช้ทำให้ <u>Gracilaria</u> ปล่อยสปอร์ออกมาในห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับการศึกษาในสายใบอัตราการปล่อยสปอร์ของ <u>G. verrucosa</u> อาจถูกเร่งได้โดยการนำต้นสาหร่ายมาเก็บไว้ในที่มืดและปล่อยให้แห้งเป็นเวลา 3 - 5 ชั่วโมงภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50% - 75% นอกจากนี้อัตราการปล่อยสปอร์ของสาหร่ายวุ้นอาจเพิ่มขึ้นเมื่อจุ่มสาหร่ายลงในน้ำทะเลที่มีความเค็มต่างกัน

การปล่อยสปอร์อาจใช้ฮอร์โมนพืชและ EDTA เป็นสารเร่งหรือสารกระตุ้น ในกรณีของการปล่อย tetraspore ใน G. verrucosa นั้นนิยมใช้ 0.1-10 ppm Heteroauxin, 10 ppm Naphthalin Acetic Acid, 0.1 ppm Gibberellin และ 10^{-4}-10^{-5} mol EDTA นอกจากนี้ควรมีการศึกษาผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการปล่อยสปอร์ต่างชนิดกันคือ carpospores และ tetraspores เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณแสงสว่าง ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณธาตุอาหาร

4. การเลือกสถานที่ทำการเลี้ยงสาหร่ายทะเล

การเลือกสถานที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลนั้นต้องพิจารณาหลักเกณฑ์หลายอย่างประกอบกันเช่น นิเวศน์วิทยาของบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยง ขนาดของบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยง และความสะดวกในการบริหารการเพาะเลี้ยง

4.1 นิเวศน์วิทยาของบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยง

ความสำเร็จของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลขึ้นอยู่กับการตัดสินใจเลือกบริเวณหรือสถานที่จะทำการเพาะเลี้ยง ซึ่งการตัดสินใจในเรื่องนี้เป็นเรื่องที่ยากมาก ต้องมีการวิเคราะห์ลักษณะปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกายภ. เคมี และชีวภาพในบริเวณนั้นที่สำคัญคือ ความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายทะเลที่ต้องการเลี้ยงที่มีอยู่แล้วในบริเวณนั้นตามธรรมชาติ (local stocks) การที่ในบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยงมีความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายทะเลอยู่แล้วเป็นหลักประกันได้อย่างดีว่าบริเวณนี้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสาหร่ายชนิดนั้น และมีสาหร่ายที่จะใช้เป็นต้นตอได้ตลอดเวลา การหมุนเวียนหรือการไหลของกระแสน้ำในบริเวณนั้น (water movement) มีความสำคัญในเรื่องการหมุนเวียนของธาตุอาหาร การทับถมของดินตะกอนและการเจริญของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาจขึ้นแข่งกับสาหร่ายทะเล นอกจากนี้ต้องพิจารณาดูความแรงของคลื่นลมในบริเวณนั้นด้วยเพื่อหาวิธีการเลี้ยงที่เหมาะสม ชนิดและคุณลักษณะของพื้นท้องทะเลในบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยงก็เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา เพราะจะสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในบริเวณนั้นรวมทั้งบ่งถึงความยากง่ายในการสร้างและพัฒนาฟาร์มสาหร่ายในบริเวณนั้น นอกจากนี้ต้องพิจารณาปัจจัยทางชีวภาพประกอบด้วยเช่นศึกษาว่ามีสิ่งมีชีวิตชนิดใดอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นซึ่งอาจชี้บ่งถึงสภาพน้ำในบริเวณดังกล่าวว่าอุดมสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งอาจจะพิจารณาจากดัชนีความแตกต่าง (species diversity indices) ในประชากรสิ่งมีชีวิตในทะเลใน

บริเวณนั้น ความลึกของน้ำในบริเวณที่เลี้ยงสาหร่ายทะเลควรอยู่ระหว่าง 0 - 0.6 เมตร ในขณะที่น้ำลงต่ำสุดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความทนทานของสาหร่ายทะเลที่จะทำการเลี้ยงต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาวะการสูญเสียน้ำจากต้นสาหร่ายเองและขึ้นกับความสะดวกของผู้ที่ทำการเพาะเลี้ยงจะทำงาน นอกจากนี้การเลี้ยงสาหร่ายทะเลในที่ที่น้ำไม่ลึกจนเกินไปยังช่วยลดการลงทุนในการก่อสร้างฟาร์มและง่ายแก่การดูแลในระหว่างการเลี้ยงสาหร่ายอีกด้วย ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาด้วย คือ ความขุ่นของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง แหล่งน้ำจืดที่ไหลลงสู่บริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยงและอุณหภูมิ การตัดสินใจจะเลือกบริเวณใดเป็นบริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทำแปลงทดลองในบริเวณดังกล่าวโดยใช้สาหร่ายทะเลชนิดที่มีความประสงค์จะเลี้ยง ทำในระดับ pilot farm เสียก่อนแล้วประเมินจากผลที่ได้ก่อนที่จะขยายขอบเขตของฟาร์มออกไป

4.2 <u>ขนาดของบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล</u>

การขยายอาณาบริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลนั้นก็ต้องพิจารณาถึงการลงทุนทางด้านการดูแลรักษาต้นตอพันธุ์ของสาหร่ายทะเลให้เป็นไปอย่างทั่วถึง ซึ่งต้องใช้จำนวนคนงานมากขึ้นในการปราบและกำจัดวัชพืชของสาหร่ายทะเล การซ่อมแซมต้นตอพันธุ์สาหร่ายตลอดจนการเก็บเกี่ยวสาหร่ายทะเลให้ทันฤดูกาลถ้าทิ้งระยะการเก็บเกี่ยวให้นานเกินควรก็จะทำให้ทัลลัสของสาหร่ายทะเลแก่ตัวเต็มที่และหลังจากสร้างสปอร์แล้ว ทัลลัสก็จะโทรม ดังนั้นเราควรเก็บเกี่ยวทัลลัสของสาหร่ายทะเลให้ทันฤดูการเก็บเกี่ยวที่ประมาณไว้เพื่อให้ทัลลัสของสาหร่ายงอกแตกใหม่อยู่เสมอ

4.3 <u>ความสะดวกในการบริหารฟาร์มเลี้ยงสาหร่ายทะเล</u>

บริเวณที่จะทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลไม่ควรอยู่ห่างไหลจากสถานีประมงหรือแหล่งที่มีนักวิชาการที่จะให้ข้อเสนอแนะทางวิชาการได้ ซึ่งในระยะแรกมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากนักวิชาการเพื่อเป็นประโยชน์ในการบริหารฟาร์ม Edwards et al (1982) ได้ลงความเห็นว่าในบริเวณอ่าวไทยนั้นบริเวณสงขลาและตราดอาจเป็นแหล่งที่สามารถทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้นในสกุล <u>*Gracilaria*</u> ได้ หากแต่บริเวณดังกล่าวนี้จะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายวุ้นที่แปรเปลี่ยนตามฤดูกาล บริเวณสงขลาอาจจะได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์หลายประการ เช่น การประมงอวนลาก การขุดร่องน้ำและการสร้างท่าเรือต่าง ๆ ที่จะทำให้ปริมาณผลผลิตของสาหร่ายวุ้นในแหล่งธรรมชาติลดลง นอกจากนี้บริเวณอ่าว

ตุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี และบริเวณจังหวัดปัตตานีก็เป็นอีกแหล่งบริเวณที่เหมาะแก่การเลี้ยงสาหร่ายวุ้น โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดปัตตานีที่พบสาหร่ายวุ้นได้ตลอดปี ทั้งแหล่งบริเวณนี้มีปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลน้อยมากทำให้ความเค็มของน้ำค่อนข้างคงที่ บริเวณที่ Edwards et al (1982) ลงความเห็นว่าเหมาะแก่การเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้น คือ บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันเนื่องจากพบสาหร่ายวุ้นได้ตลอดทั้งปี ความเค็มของน้ำทะเลคงที่เนื่องจากไม่มีแม่น้ำสายใหญ่ไหลลงสู่บริเวณนี้ นอกจากนั้นยังพบว่าช่วงพิกัดความแตกต่างของน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันนั้นกว้างกว่าที่พบในบริเวณอ่าวไทย ซึ่งจะมีประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนน้ำในบ่อเลี้ยงสาหร่าย บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันยังมีสภาพเป็นอ่าวและเกาะแก่งต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับสาหร่ายทะเลจะขึ้นอยู่

5. <u>วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล</u>

โดยทั่วไปวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลนั้นมีอยู่ 2 ระบบ คือ การเพาะเลี้ยงระบบเปิดซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติโดยไม่มีการควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมและการเพาะเลี้ยงระบบปิดซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้บ้างโดยการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อหรือท่อซีเมนต์หรือในถังไฟเบอร์กลาส นอกจากนี้ยังมีการเลี้ยงสาหร่ายทะเลโดยการเลี้ยงจากต้นสาหร่าย การเลี้ยงแบบตัดยอดหรือตัดสาหร่ายออกเป็นท่อน ๆ และการเลี้ยงสาหร่ายโดยการดักจับสปอร์ซึ่งอาจล่อจากธรรมชาติหรือผลิตเองในห้องปฏิบัติการ ไม่ว่าจะเลือกวิธีการหรือเทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลแบบใดก็มีข้อดีและข้อเสียต่างกันไปซึ่งผู้เลี้ยงจะต้องพิจารณาเองให้เหมาะสมกับชนิดของสาหร่ายทะเลที่จะเลี้ยง บริเวณที่เลือกเป็นบริเวณที่ทำการเลี้ยงสาหร่ายและขึ้นกับกำลังทุน เยาวลักษณ์ มณีรัตน์ และ ณัฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2528) ได้สรุปว่าบริเวณที่รับคลื่นลมเช่นบริเวณเกาะสียังควรใช้การเลี้ยงสาหร่ายวุ้นแบบแขวนลอย โดยติดทุ่นลอยและอาจทำเป็นแพเพื่อสามารถเคลื่อนย้ายได้เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมโดยเฉพาะในช่วงที่คลื่นลมแรงหรือช่วงที่มีฝนตกชุกทำให้ความเค็มลดลงและมีตะกอนดินต่าง ๆ ไปทับถมทำให้สาหร่ายตายได้ ส่วนการเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่นั้นเหมาะสำหรับการเลี้ยงสาหร่ายในบริเวณอ่าวปิดหรือที่ที่คลื่นลมค่อนข้างสงบ วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลที่จะแนะนำหรือส่งเสริมให้ชาวบ้านทำการเลี้ยงต่อไปนั้นควรเป็นวิธีที่ง่ายและชาวบ้านสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยการลงทุนไม่สูงมาก วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่ให้ผลผลิตสูงในขั้นทดลองนั้นควรที่จะมีการขยายทำเป็นแปลนทดลอง (pilot site) ในที่หลายแห่งและประเมินผลผลิตเสียก่อนที่จะมีการแนะนำหรือส่งเสริมให้ชาวบ้านและชาวประมงใช้อย่างแพร่หลาย บทบาทในการแนะนำและส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลนั้นควรเป็นความรับผิดชอบ

ของกรมประมงโดยความร่วมมือจากนักวิชาการในสถาบันต่าง ๆ กรมประมงควรมีบทบาทในการให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่ชาวบ้านและชาวประมงในเรื่องการเลือกบริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยง วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่เหมาะสมตลอดจนการให้ข้อมูลผลงานวิจัยใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล นอกจากนี้กรมประมงน่าจะมีบทบาทในการเพิ่มผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติ เช่น การเลี้ยงสาหร่ายทะเลโดยการกั้นคอกและดักจับสปอร์ตามธรรมชาติ หรือการกั้นคอกในทะเลในแหล่งธรรมชาติและนำทัลลัสมาหว่านไว้เพื่อเพิ่มผลผลิตในธรรมชาติดังเช่นการเพาะเลี้ยงสาหร่าย <u>Eucheuma</u> ในประเทศฟิลิปปินส์โดยวิธี broadcast method

การเลี้ยงสาหร่ายทะเลในระบบปิดโดยการเลี้ยงในบ่อหรือท่อซีเมนต์ หรือในถังไฟเบอร์กลาสนั้นมีทำกันมากและได้ผลดีในประเทศไต้หวัน การเลี้ยงในระบบปิดอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันปัญหาเรื่องคลื่นลมและการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเช่นความเค็มหรืออุณหภูมิ หากแต่การเลี้ยงแบบนี้ยังมีขีดจำกัดอยู่มาก เนื่องจากต้องมีการลงทุนสูงในระยะแรกโดยการสร้างบ่อเลี้ยงและการสร้างระบบควบคุมการไหลเวียนของน้ำทะเลเพื่อเพิ่มอาหารตามธรรมชาติให้เพียงพอแก่สาหร่ายและเป็นการเพิ่มอากาศให้แก่สาหร่ายด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีระบบการควบคุมอุณหภูมิ ความเข้มของแสงและความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงด้วย การเลี้ยงสาหร่ายทะเลในระบบปิดนี้มีผลดีในแง่การบริหารฟาร์มเลี้ยงสาหร่ายตรงที่ไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่มากในการเลี้ยง เป็นการเลี้ยงแบบ semi-closed intensive culturing system ซึ่งให้ผลผลิตสูงเช่นงานวิจัยของ Waaland (1976) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตและการเจริญของสาหร่ายสีแดง <u>Iridea cordata</u> ในระบบดังกล่าว ปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ขนาดของต้นสาหร่ายที่ทำการเลี้ยง อัตราการไหลเวียนของน้ำในบ่อทดลอง ความเข้มของแสงสว่างและปริมาณปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่เติมลงไปในระบบ พบว่าผลผลิตของสาหร่ายทะเลที่ได้จากการเลี้ยงในระบบ semi-closed culture system นี้เมื่อคิดต่อหน่วยพื้นที่จะมีค่าสูงกว่าผลผลิตสาหร่ายทะเลในแหล่งธรรมชาติถึง 6 เท่า

แนวทางพัฒนาวิธีการเลี้ยงสาหร่ายทะเลอีกแบบหนึ่งที่น่าจะให้ความสนใจคือการเลี้ยงสาหร่ายทะเลในบ่อปลา ซึ่งสาหร่ายทะเลจะช่วยแก้ปัญหาการสะสมของเสียพวกแอมโมเนีย ไนไตรท และไนเตรทในบ่อปลา โดยการดึงสารเหล่านี้มาใช้ Harlin et al (1978) ได้ทดลองเลี้ยง <u>Gracilaria</u> sp. และ <u>Ulva lactuca</u> ในบ่อปลา <u>Fundulus heteroclitus</u> ขนาด 60 ลิตร

เป็นเวลา 13 วัน พบว่าที่อุณหภูมิ 15° C, Gracilaria sp. สามารถดึงเอาแอมโมเนีย NH_4^+ ออกในอัตรา 25.0 μmolg/wet wt/day ส่วน U. lactuca ไม่สามารถดึงแอมโมเนียได้เท่ากับสาหร่ายวุ้น ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในบ่อปลาหากแต่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเจริญของสาหร่ายในระบบปิดนี้เป็นระยะเวลานานและสัดส่วนที่พอเหมาะในการเลี้ยงสาหร่ายทะเลและปลาในบ่อเลี้ยงเดียวกัน

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการเลี้ยงสาหร่ายทะเลในระบบการบำบัดน้ำเสีย (waste water treatment) โดยพัฒนาระบบร่วมระหว่างการบำบัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล (waste water treatment-marine aquaculture system) ดังงานวิจัยของ Ryther et al (1978) ที่ทดลองที่ Wood Hole Oceanographic Institution โดยมีหลักการนำ secondary sewage effluent มาผสมกับน้ำทะเลและนำมาเลี้ยงสาหร่ายเซลเดียวในระบบน้ำไหลเวียน (continuous flow-through mode) ส่วนสาหร่ายเซลเดียวเหล่านี้ก็ใช้เลี้ยงหอย-นางรมและหอยสองฝาชนิดอื่นซึ่งเลี้ยงในถาดหรือบ่อยางที่อยู่ข้างล่างอีกทีหนึ่ง สาหร่ายเซลเดียวจะดึงเอาไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจาก sewage effluent ไปใช้เป็นการบำบัดน้ำเสียขั้น biological tertiary sewage treatment ส่วนหอยสองฝาจะช่วยดึงสาหร่ายออกจากน้ำอีกทีเป็นการจำกัดปริมาณธาตุอาหารที่มีมากเกินพอในน้ำเสียนี้ ปริมาณธาตุอาหารที่ถูกกำจัดโดยสาหร่ายเซลเดียวและหอยสองฝานั้นจะเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น ยังมีปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออีกส่วนหนึ่งในน้ำเสียโดยการกำจัดของเสียจากหอยสองฝาเหล่านี้และจากการเน่าเปื่อยต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีการทดลองเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพิ่มขึ้นอีกในระบบนี้เพื่อช่วยกำจัดธาตุอาหารเหล่านี้ จากการทดลองดัง-กล่าวพบว่ามีสาหร่ายหลายชนิดที่แสดงศักยภาพในการเจริญเติบโตในการเลี้ยงในระบบนี้ในระยะสั้น 1 - 2 อาทิตย์ คือ Enteromorpha clathrata, Chaetomorpha linum, Ulva lactuca, Gracilaria foliifera Gracilariopsis sjoestedtii และ Hypnea musciformis จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงสาหร่ายทะเลอาจมีบทบาทสำคัญในการกำจัดน้ำเสียเป็นระบบ advanced wastewater treatment system แต่อย่างไรก็ตามข้อควรระมัดระวัง คือ การประเมินความสำเร็จจากการทดลองในระบบเล็ก (small and experimental system) เพื่อนำไปขยายเป็นระบบการเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ (large aquacultural system) ซึ่งต้องคำนึงถึงการลงทุนด้วยในการออกแบบและก่อสร้างระบบการเพาะเลี้ยงนี้

6. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตสาหร่ายทะเล

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตสาหร่ายทะเลทั้งในแหล่งธรรมชาติและในแหล่งที่ทำการเพาะเลี้ยงที่สำคัญ ได้แก่ โรคที่เกิดขึ้นแก่สาหร่ายที่สำคัญทางเศรษฐกิจทั้งที่เป็นเชื้อราและแบคทีเรียซึ่งยังมีผู้ทำการศึกษาน้อยมาก นอกจากนี้การศึกษาผลกระทบของสารมีพิษหลายชนิดต่อการเจริญของสาหร่ายทะเลหรือการสะสมสารมีพิษหลายชนิดในสาหร่ายทะเล เช่น ผลของน้ำเสียจากบ้านเรือนต่อสาหร่ายทะเล ผลของมลภาวะประเภทน้ำมัน (oil pollution) ที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายทะเลบางชนิดและการสะสมปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเลบางชนิด การศึกษาอัตราการถูกกินของสาหร่ายทะเลโดยสัตว์ทะเลที่กินพืชบางชนิดก็เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญต่อผลผลิตของสาหร่ายทะเล

การพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล

การพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับการสกัดวุ้น agar-agar จากสาหร่ายวุ้นในประเทศไทยนั้นมีศักยภาพสูงในเรื่องเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการสกัดวุ้นให้มีคุณภาพดีและในการเพิ่มคุณค่าวุ้นที่สกัดได้ให้ดีขึ้น ในขณะนี้ถึงขั้นที่ทำการทดลองในการออกแบบโรงงานต้นแบบสำหรับการสกัดวุ้น สิ่งที่ควรคำนึงถึงผลผลิตวุ้นที่ได้จากการทดลองสกัดวุ้นในห้องปฏิบัติการกับการสกัดวุ้นในระดับอุตสาหกรรมซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการสกัดวุ้นและผลผลิตวุ้นที่ได้ในระดับอุตสาหกรรมจะลดลงดังที่ Tam and Edwards (1982) ได้อ้างถึง Humm ในปี ค.ศ. 1951 พบว่าผลผลิตการสกัดวุ้นสูงถึง 45% เมื่อทำการสกัดในห้องทดลอง ส่วนการสกัดวุ้นโดยวิธีเดียวกันในระดับอุตสาหกรรมให้ผลผลิตวุ้นเพียง 25% การพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเป็นการเพิ่มผลผลิตสาหร่ายทะเลเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการสกัดวุ้นหรือการแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลชนิดอื่น ๆ สิ่งหนึ่งที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมคือ การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายวุ้นที่ทำการเพาะเลี้ยงและที่เจริญในแหล่งธรรมชาติ ดังงานวิจัยของ Whyte และ Englar (1978) พบว่าสาหร่าย <u>Gracilaria</u> sp. ที่ทำการเลี้ยงนั้นมีปริมาณ hydrophobic และ hydrophilic component ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสูงกว่าสาหร่ายที่เจริญในแหล่งธรรมชาติ แต่มีปริมาณ polymeric material ต่ำกว่าดังตารางที่ 3.1 ปริมาณวุ้นที่สกัดได้จากสาหร่ายที่ทำการเลี้ยงเท่ากับ 26 - 28 % ในขณะที่สาหร่ายที่เจริญในแหล่งธรรมชาติเท่ากับ 19 % ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบเคมีของสาหร่าย *Gracilaria* sp. (คิดเป็นน้ำหนักแห้ง) ที่เลี้ยงและที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ (จาก Whyte and Englar, 1978)

Parameter %	Natural stock	Fresh-seawater cultured stock	Effluent-seawater cultured stock
Dry matter	8.3	11.3	11.1
Hydrophobic components	3.02	3.45	3.84
Hydrophilic components	30.88	31.15	32.06
Polymeric components	66.10	65.40	64.10
Total ash	41.00	34.40	33.00
Insoluble ash	2.91	2.30	2.54
Total nitrogen	1.68	2.67	1.69

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของส่วนประกอบ polysaccharide ในสาหร่ายวุ้น *Gracilaria* sp. ที่เลี้ยงและที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ (จาก Whyte and Englar, 1978)

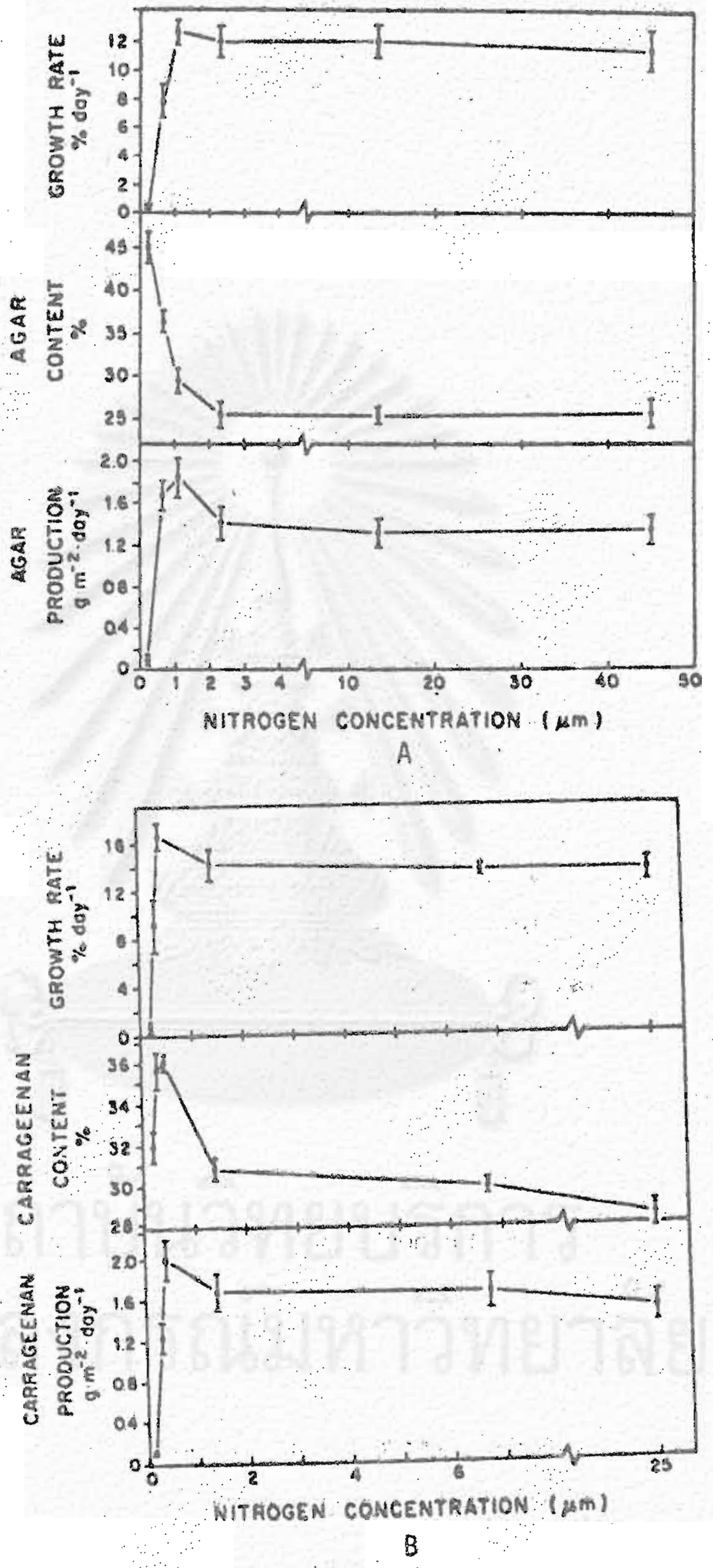
Parameter	Natural stock	Fresh-seawater cultured stock	Effluent-seawater cultured stock
Crude polysaccharide (%)	42.1 (31.5)	40.1 (22.4)	42.2 (19.7)
Purified polysaccharide (%)	19.4 (17.2)	28.8 (18.6)	26.3 (15.3)
Gelation temperature (C)	32.7 (39.9)	40.3 (45.9)	39.5 (43.7)
Gel melting temperature (C)	80.1 (97.4)	83.9 (95.3)	83.1 (90.8)
Viscosity (65 C, cps)	18.9 (76.0)	12.1 (122)	14.2 (160)
Anhydrogalactose content (%)	27.8 (31.3)	33.7 (36.6)	31.0 (37.6)
Sulfate content (%)	4.2 (1.8)	2.4 (1.9)	1.9 (1.8)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติทางเคมีของสาหร่ายวุ้นที่เลี้ยงและที่เจริญในธรรมชาติแสดงให้เห็นว่าสาร polysaccharides ที่ซับซ้อนในสาหร่ายวุ้นที่เลี้ยงได้ผ่านการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับเอนไซม์ในช่วงที่ทำการเลี้ยง คุณสมบัติของ agarose ที่เปลี่ยนไปจากเดิมนั้นอาจได้รับผลกระทบจากสภาวะแวดล้อมภายนอกที่สาหร่ายนั้นเจริญอยู่ ดังนั้นสภาวะสิ่งแวดล้อมของบริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลหรือในบ่อเลี้ยงสาหร่ายจึงมีความสำคัญมากต่อองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายทะเล

การเพิ่มปริมาณปุ๋ยหรือธาตุอาหารให้แก่สาหร่ายทะเลที่เลี้ยงทั้งในระบบเปิดและระบบปิดนั้นนอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตและเร่งให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตได้เร็วขึ้นแล้วยังอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีภายในสาหร่ายทะเลอีกด้วยเช่นปริมาณ phycocolloid ดังงานวิจัยของ DeBoer (1978) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณวุ้น agar ใน Gracilaria foliifera ที่เลี้ยงในน้ำทะเลที่มีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันและทำการวิเคราะห์ปริมาณ Carragenan ในสาหร่าย Neoagardhiella baileyi ที่เลี้ยงในน้ำทะเลที่มีปริมาณไนโตรเจนต่างกัน พบว่าในสาหร่าย Gracilaria นั้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นสัดส่วนกับปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งปริมาณไนโตรเจนประมาณ 1.0 μM จะเท่ากับ 25 % ส่วนในสาหร่าย Neoagardhiella baileyi พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนี้มีอัตราสูงสุดเมื่อปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.5 μM และอัตราดังกล่าวนี้คงที่ไม่ว่าจะเพิ่มปริมาณไนโตรเจนเป็นเท่าใด ส่วนปริมาณ Carragenan นั้นจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 36 % เมื่อเลี้ยงในปริมาณไนโตรเจน 0.5 μM ปริมาณ carragenan จะลดลงเมื่อเลี้ยงสาหร่ายในปริมาณไนโตรเจนที่สูงกว่า 0.5 μM ดังรูปที่ 3.1

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลในประเทศไทยในรูปอื่นนอกเหนือจากการสกัดวุ้นนั้นยังมีน้อยมาก มีการทดลองสกัด Alginic acids ในรูปของเกลือ Alginate และการสกัด carragenan (ขวัญชัย สุวรรณสัมฤทธิ์, 2519, วลัยพร พิริยะพันธุ์และคณะ, 2524) แต่ยังไม่มีการดำเนินการต่อ การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลที่น่าจะได้รับความสนใจและได้รับการพัฒนาคือการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลในแง่การแพทย์ สาหร่ายทะเลนั้นมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรค ซึ่งในประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่นได้มีการใช้สาหร่ายทะเลเป็นยารักษาโรคมานานตั้งแต่สมัยโบราณ สาหร่ายทะเลหลายชนิดพบว่ามีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial), ฆ่าเชื้อรา (antifungal), ฆ่าเชื้อไวรัส (antiviral), และฆ่าเชื้อโปรตัวซัว (antiprotozoal) นอกจากนี้บางชนิดยังมีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลงหรือยาเบื่อปลาได้อีกด้วยซึ่งอาจนำมาใช้



<u>รูปที่</u> 3.1 ปริมาณ Phycocolloid ในสาหร่ายวุ้น <u>Gracilaria</u> <u>foliifera</u> และสาหร่าย <u>Neoagardhiella</u> <u>baileyi</u> ที่เลี้ยงในน้ำทะเล ที่มีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกัน (จาก DeBoer, 1978)

ในการควบคุมแมลง วัชพืชหรือปลาบางชนิดโดยวิธีชีวภาพ สาหร่ายทะเลบางชนิดมีฤทธิ์ในการลด cholesterol ในเลือดหรือมีผลต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์ เช่น การทดลองผสม Entero-morpha, Monostroma และ Porphyra tenera ลงในอาหารสัตว์ในปริมาณ 5 % ของปริมาณอาหารสัตว์ทั้งหมดและใช้เลี้ยงหนูขาว พบว่าทำให้ปริมาณ cholesterol ในหนูขาวลดลง สารจำพวก Sitosterol โดยที่มี fucosterol สกัดได้จากสาหร่าย Laminaria และสาร Sargasterol จากสาหร่าย Sagassum สามารถลดปริมาณ Cholesterol ในเลือดได้ สาร Carrageenan ในสาหร่ายก็พบว่ามีฤทธิ์ควบคุมปริมาณไขมันและ cholesterol ได้จากการทดลองในกระต่าย นอกจากนี้พบ iodoamino acids เช่น thyroxin ในสาหร่ายทะเลโดยเฉพาะในสาหร่ายสีน้ำตาล

สารประกอบในสาหร่ายทะเลจำพวก polysaccharides มีคุณสมบัติเป็น blood anticoagulants คล้ายคลึงกับคุณสมบัติของ heparin carrageenan ก็พบว่ามีคุณสมบัติเป็น anticoagulant อย่างอ่อน ๆ แต่สาร fucoidan ที่สกัดได้จาก Fucus จะมีคุณสมบัติทัดเทียมกับ heparin ในการเป็น blood anticoagulants ในตำรายาแผนโบราณของประเทศญี่ปุ่นได้กล่าวถึงคุณสมบัติของสาหร่ายทะเลไว้อีกประการหนึ่งว่ามีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดเนื้องอกซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับ polysaccharides ในสาหร่ายทะเลก็แสดงให้เห็นว่า polysaccharides ที่สกัดจากสาหร่ายสีแดง Sargassum spp. และสาหร่ายสีแดง Gloiopeltis sp. มีฤทธิ์ในการสกัดกั้นการเกิดเนื้องอกได้ซึ่งทำการทดลองในหนูขาว

สารที่มีฤทธิ์หรือมีคุณสมบัติเป็น antibiotic ในสาหร่ายทะเลได้แก่พวก fatty acids, terpene, tannin และ bromophenols พบว่า Sargassum natans และสาหร่ายสีแดง Chondria littoria มีสาร fatty acids ที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย Enteromorpha และ Ulva pertusa มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้เนื่องจากมีสารพวก acrylic acids

ตารางที่ 3.3 แสดงชนิดของสารพิษ (Toxic components) ที่พบในสาหร่ายทะเล สาหร่ายทะเลบางชนิดที่มีสารพิษเหล่านี้ถูกนำไปใช้ประกอบเป็นยาถ่ายพยาธิ์โดยเฉพาะสาหร่าย Digenea simplex นิยมใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ์ในเด็ก ๆ ในประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่น ในสาหร่ายชนิดนี้มี kainic acid ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงในการถ่ายพยาธิ์ ในปัจจุบันมีการสังเคราะห์กรดชนิดนี้ขึ้นทางเคมี นอกจากนี้ในสาหร่าย Chondria armata มีส่วนประกอบเป็น

domoic acid ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาถ่ายพยาธิที่แรงกว่าสาหร่าย Digenea simplex สาหร่าย Sargassum confusum, S. thunbergii และ Codium fragile เป็นสาหร่ายอีก 3 ชนิดที่มีฤทธิ์เป็นยาถ่ายพยาธิ

สาร Alginate และสาร carrageenan นั้นมีประโยชน์ในแง่อุตสาหกรรมหลายประเภทแล้วยังมีประโยชน์ในเชิงการแพทย์อีกด้วย โดยเฉพาะ alginate หรือ alginic acid นั้นได้มีการนำมาใช้ในการแพทย์มากเช่น ใช้ผสมกับ barium sulfate เพื่อเป็นสารละลาย radiography contrast agent ซึ่งใช้เวลาฉายรังสี x-ray เพื่อตรวจโรคที่เกิดบริเวณท้องและทางเดินอาหาร สาร barium sulfate ละลายน้ำได้เล็กน้อยและมักจะตกตะกอนอย่างรวดเร็ว การผสม propylene glycol ester of alginic acid จะไปช่วยให้สารละลาย barium sulfate คงรูปอยู่ได้นาน alginic acid เป็นแหล่งของ calcium alginate wool ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในการผ่าตัดและในทันตกรรมโดยใช้เป็นตัวห้ามเลือด ซึ่ง calcium alginate wool นี้สามารถทำการฆ่าเชื้อโรคได้ง่ายและไม่ทำให้เกิดอาการแทรกซ้อนในภายหลัง นอกจากนี้ Alginic acid ยังมีประโยชน์ทางเกษตรกรรมโดยที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อไวรัสที่ทำลายผลผลิตยาสูบ ยาฉีดพ่น Alginic acid นั้นไม่ก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อมนุษย์ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมมากกว่ายาฆ่าแมลงอื่น ๆ ซึ่งเป็นสารเคมีสังเคราะห์

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลที่มีศักยภาพในอนาคตคือการวิจัยทางด้าน Marine natural products สกัดสารเคมีที่มีอยู่ในสาหร่ายทะเลและนำมาใช้ในทางการแพทย์ ทั้งนี้นอกเหนือจากการพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับการสกัดวุ้น นอกจากนี้ยังควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลในรูปอื่นอย่างจริงจัง เช่น การเป็นปุ๋ยและการเป็นอาหารสัตว์

<u>การตลาดและการส่งออกของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลในอนาคต</u>

เนื่องจากสาหร่ายทะเลยังเป็นทรัพยากรทางทะเลซึ่งยังไม่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ จึงยังไม่มีการจัดการทรัพยากรชนิดนี้ตลอดจนการตลาดของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล หากแต่ในอนาคตถ้าจะมีการพัฒนาและส่งเสริมการเพาะเลี้ยงและการแปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลอย่างจริงจังเพื่อใช้เองภายในประเทศเป็นการลดดุลย์การค้ากับต่างประเทศ หรือเพื่อส่งเสริมให้มีการส่งออกก็ตาม มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งวางนโยบายเกี่ยวกับ

การจัดการและการตลาดของทรัพยากรสาหร่ายทะเลนี้ ในปัจจุบันมีการเก็บเกี่ยวสาหร่ายทะเลในธรรมชาติและนำมาตากแห้งเพื่อนำมาบริโภคเองภายในประเทศและส่งขายเป็นวัตถุดิบในต่างประเทศบ้าง แต่เนื่องจากไม่มีการจัดการและการควบคุมมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงได้เกิดปัญหาการส่งผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานหรือมีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ด้วย ทำให้ประเทศที่เคยสั่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เข้าประเทศต้องยับยั้งการนำเข้าซึ่งเป็นผลเสียระยะยาวต่อการค้าระหว่างประเทศของประเทศไทย

สิ่งที่จะต้องพิจารณาอย่างเร่งด่วนในกรณีที่จะมีการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลไม่ว่าจะเป็นสาหร่ายวุ้นหรือสาหร่ายใบก็คือเรื่องปริมาณที่ต้องการในตลาดและแหล่งที่จะเป็นตลาดรับซื้อผลผลิตเหล่านี้ การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายประเภทน่าจะเป็นบทเรียนสำหรับการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลได้เป็นอย่างดี เมื่อรัฐบาลมีการส่งเสริมกันมากในระยะแรกก็ได้ราคาดี แต่ต่อมามีการผลิตมากจนเกิดปริมาณที่ล้นตลาด (Over production) ทำให้ราคาตกต่ำลง ชาวบ้านที่ลงทุนไปแล้วก็เดือดร้อนเพราะขาดทุน ควรจะมีการสำรวจปริมาณที่ต้องการในประเทศและต่างประเทศอย่างจริงจังและแนวโน้มความต้องการทรัพยากรชนิดนี้ในอนาคตเพื่อจะวางเป็นแผนระยะยาวในการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเลให้ได้ประโยชน์สูงสุด

สำหรับการสกัดวุ้นนั้นแนวโน้มในอนาคตคือการศึกษาวิธีการสกัดวุ้นให้ได้คุณภาพหรือปรับ-ปรุงคุณภาพวุ้นให้มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งจะต้องทำการพัฒนาได้จนถึงระดับที่ทำเป็นอุตสาหกรรม สิ่งที่ต้องพิจารณาคือเทคโนโลยีเพื่อการผลิตให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพและต้องทุนต่ำเพื่อสามารถที่จะขายแข่งกับตลาดภายนอกได้

จะเห็นได้ว่าในการวางแผนระยะยาวเกี่ยวกับการนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยให้ครบวงจร เริ่มจากการศึกษาสถานภาพและศักยภาพการผลิตสาหร่ายทะเลทั้งในปัจจุบันและอนาคต ปริมาณความต้องการใช้สาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลทั้งในปัจจุบันและอนาคต การพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับการเพาะ-เลี้ยงสาหร่ายทะเลทั้งนี้ต้องรวมถึงการศึกษาทางด้านชีววิทยา วงจรชีวิต นิเวศน์วิทยา การคัด-เลือกสายพันธุ์และวิธีการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม นอกจากนี้ต้องมีการศึกษาการพัฒนาและการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลและท้ายที่สุดต้องเป็นเรื่องของการจัดการทรัพยากรสาหร่ายทะเลและการตลาดของสาหร่ายทะเลและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเล

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2519) พรรณสาหร่ายบริเวณป่าชายเลน รายงานการประชุมปฏิบัติการระบบนิเวศน์วิทยาของทรัพยากรธรรมชาติชายเลนครั้งที่ 1 สภาวิจัยแห่งชาติ หน้า 202 - 215.

________. (2521) สาหร่ายบางชนิดของไทยที่รับประทานได้ วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 12(2) : 119 - 129.

________. (2522) สาหร่ายทะเลบริเวณอ่าวศรีราชาที่ได้รับน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง รายงานวิจัยคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 73 หน้า

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ และ H. Ogawa (2519) สายใบ-สาหร่ายเศรษฐกิจของไทย. เสนอในการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 15 8 หน้า

________. (2521) การศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเล จำพวกสายใบ (Porphyra) ของไทย. รายงานวิจัยคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 27 หน้า, 7 ภาพ.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, สุจินต์ ดีแท้ และเติมศักดิ์ โชติวรรณวิรัช (2527) ปริมาณโลหะหนักในสาหร่ายทะเลของไทย รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 22 สาขาสิ่งแวดล้อม หน้า 2 - 1 ถึง 2 - 26.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์ (2529) งานวิจัยสาหร่ายทะเลในประเทศไทย วารสารวิทยาศาสตร์ 40(3) : 144 - 150.

กรมประมง (2520) สถิติการประมงแห่งประเทศไทย 2518 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ งานเศรษฐกิจการประมงและแผนงาน เอกสารฉบับที่ 6/2520 104 หน้า

กรรณิการ์ พุทธาธร (2524) การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 56 หน้า.

ขวัญชัย สุวรรณสัมฤทธิ์ (2518) การสกัดโซเดียม แอลจิเนท จากสาหร่ายทะเล. ปริญญานิพนธ์. วท.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 111 หน้า อัดสำเนา.

จันทนา สุขปรีดีและสุปรียา รอดเกิด (2526) ปุ๋ยจากสาหร่ายทะเลสกุล Padina. รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 32 หน้า.

ฉัตรฤดี สุทธิมา. (2527) "การทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียด้วยเส้นเชือกแบบตัดปลูกและดักสปอร์" ปัญหาพิเศษทางชีววิทยา เสนอต่อภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล และ สมบัติ ชอทรีวัฒนา (2521) "การสกัดเอการ์จากสาหร่ายทะเลในภาคใต้ของไทย" รายงานผลวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เล่ม 3, หน้า 151 - 164.

ธิดา เพชรมณี และ เยาวนิตย์ ดนยดล (2520) การทดลองเลี้ยงสาหร่ายผมนาง ในแหล่งน้ำกร่อย รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการ ประจำปี 2520 สถานีประมงสงขลา : 34 - 39.

ธนู อุดมพันธ์, อุดมชัย จินะดิษฐ และ สุวสี จันทร์กระจ่าง (2529) การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ ผลงานวิจัยที่เสนอในการประชุม วทท. 12 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ประสานมิตร 20 - 22 ตุลาคม 2529.

นาค ดาวกระจ่าง (2529) การศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและนิเวศวิทยาบางประการของสาหร่ายสีแดงสกุลกราซิลาเรีย ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก บริเวณเกาะยอ ปัญหาพิเศษภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา

ประเสริฐ ศีลมรรค มณฑา ลอยชูศักดิ์, ดารณี หันหาบุญ และ สุรางค์ ทิพย์โยธิน (2526) สาหร่ายผมนาง จังหวัดตราด. เอกสารวิชาการ กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง ฉบับที่ 29, 21 หน้า.

ประเสริฐ ศิละมรรค และ วโรภาส จุ่งพิวัฒน์ (2528) "การเลี้ยงสาหร่ายสายใบ" เอกสารรายงานวิชาการฉบับที่ 37 ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

เบญจวรรณ์ ไชยวงศ์ (2529) ชนิดและการแพร่กระจายของสาหร่ายสกุล Turbinaria ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทย รายงานการฝึกงานที่ศูนย์ชีววิทยาทางทะเลภูเก็ต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 22 หน้า.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรีณา วรรักษ์เสรี และคณะ (2529) การศึกษาสภาพเหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลจากฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ผลงานวิจัยเสนอในการประชุม วทท. 12 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 20 - 22 ตุลาคม 2529.

ปรีณา วรรักษ์เสรี, อุดมชัย จินะดิษฐ และ สุวสี จันทร์กระจ่าง (2529) เปรียบเทียบเทคนิคการกำจัดซัลเฟทจากวุ้นโดยการให้ด่างทำปฏิกิริยากับสาหร่ายและการให้ด่างทำปฏิกิริยากับวุ้นโดยตรง ผลงานวิจัยเสนอในการประชุม วทท. 12 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 20 - 22 ตุลาคม 2529.

ปาริชาติ ภู่สว่าง และ เยาวลักษณ์ มณีรัตน์ (2522) การศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายและพืชน้ำบางชนิด รายงานผลวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เล่มที่ 4 หน้า 324 - 333.

พรรณี ภิรมย์ภักดิ์ (2519) การศึกษาสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดตราด ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 92 หน้า อัดสำเนา.

พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดงในทะเลสาบสงขลา รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสงขลา. 34 หน้า.

พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) "การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดง" รายงานวิจัยภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 51 หน้า (อัดสำเนา).

พิสิทธิ์ แสงวงศ์ (2519) การศึกษาสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 140 หน้า อัดสำเนา.

พีระพล วรรณศิริพิพัฒน์ (2527) "การทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียด้วยตาข่ายแบบตัดปลูกและแบบดักสปอร์" ปัญหาพิเศษทางชีววิทยา เสนอต่อภาควิชาวิทยาฯ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

มิ่งมิตร สิ่งไพศาล (2523) การศึกษาปริมาณเกลือแร่และโปรตีนในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิด ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 26 หน้า.

มิลินท์ ยืนสมบูรณ์ (2523) การศึกษาการใช้สาหร่ายทะเลพาดิน่า (Padina spp.) เป็นปุ๋ยสำหรับพริกขี้ฟ้า ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 29 หน้า.

เยาวลักษณ์ มณีรัตน์ และ ณัฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2528) "การทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa" เสนอในการประชุมทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำครั้งที่ 3 ในระหว่างวันที่ 7 - 8 มีนาคม ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันเพ็ญ ภูมิจันทร์ (2520) การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชุมพร ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 93 หน้า อัดสำเนา.

วัลลภา พรสุขสว่าง (2523) การหาปริมาณ -carotene และ Chlorophyll a ในสาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิด ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 24 หน้า.

วลัยพร พิริยะพันธุ์, ชลลดา ปรีดา และ ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล (2524) การสกัด carrageenan จากสาหร่ายทะเล. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2 : 123 - 134.

วิทยา ศรีมโนภาษ (2521) สาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทย เอกสารเผยแพร่สถานีวิจัยประมงทะเล กรมประมง ฉบับที่ 3. 14 หน้า.

ศรีสุดา จินดาพล (2519) การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตรัง ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 88 หน้า อัดสำเนา.

สักศิษฐ์ เถียรในเมือง และ สมศักดิ์ แสนสุข (2528) "การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลบางชนิดแถบชายฝั่งจังหวัดชลบุรี" วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 ธันวาคม.

สมชาย สกุลทับ (2519) การศึกษาสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งรอบเกาะภูเก็ต ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 122 หน้า อัดสำเนา.

สมนึก รุ่งเรืองธัช, สมบัติ เนตรสุวรรณ และ ธารารัตน์ ศุภศิริ (2528) การสกัดเอกาโรสจากสาหร่ายทะเล (Gracilaria spp.) ในประเทศไทยผลงานวิจัยเสนอในการประชุม วทท. 12 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 20 - 2 ตุลาคม 2529.

สมภพ อินทสุวรรณ (2524) สาหร่ายทะเลในทะเลสาบสงขลาตอนนอก รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสงขลา 92 หน้า.

__________. สาหร่ายทะเลในทะเลสาบสงขลาบริเวณทะเลน้อยและทะเลหลวง รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาสันศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสงขลา 162 หน้า.

สมศักดิ์ แสนสุข (2526) "รายงานการวิจัยศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชายฝั่งในภาคตะวันออกของประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม", 98 หน้า.

สมศักดิ์ แสนสุข, สุรจิตร วรรณจันทร์ และ ศักดา เถียรในเมือง (2526) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลชายฝั่งเพื่อการอุตสาหกรรม รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย-ศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร 44 หน้า.

สุชาติ วิเชียรสรรค์ (2511) สายผมนางที่จังหวัดสงขลา วารสารการประมง 21(2) : 295 - 307.

_________. (2512) สาหร่ายผมนาง-สาหร่ายที่ใช้ทำเป็นวุ้น กสิกร 42(3) : 220 - 233.

สุทธิชัย เตมียวณิชย์, สุชนา วิเศษสังข์ และ จารุณี จันทร์ประมุข (2522) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณและชนิดของสาหร่ายบริเวณอ่าวไผ่ รายงานผลวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เล่มที่ 4 หน้า 425 - 446.

สุรจิต วรรณจันทร์ (2523) การใช้ผลิตภัณฑ์สาหร่ายทะเลในประเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร 63 หน้า.

เสาวนิต คูประเสริฐ และ จารุรัตน์ เศรษฐภักดี (2527) "การใช้สาหร่าย (<u>Najas</u> spp.) เป็นอาหารลูกกรุ่น" วารสารสงขลานครินทร์ 6(3).

อนันต์ สาระยา, บรรเจิด ศีลมรรค และ ชาติ เลิศธุรกิจสกุล (2522) สาหร่ายทะเลที่พบบริเวณใกล้เคียงในจังหวัดสงขลา เอกสารวิชาการ กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง ฉบับที่ 11, 15 หน้า.

อนันต์ สาระยา, บรรเจิด ศีลมรรค, ยอดชาย กรรณสูต และ มณฑา ลอยชูศักดิ์ (2526) สาหร่ายทะเลที่พบบริเวณเกาะภูเก็ต เอกสารวิชาการ กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง ฉบับที่ 3/2526, 20 หน้า.

อักษร ศรีเปล่ง, จันทนา สุขปรีดี, สุภาพรรณ นามวงศ์พรหม และ มิ่งขวัญ มิ่งเมือง (2523) อิทธิพลของสาหร่ายบางชนิดที่มีต่อพืชผัก ข่าวสาร สสวท. 8(3 - 4) : 1 - 3.

Jarayabhand, P (1984) A Background status on marine algal resources of Thailand. Paper presented at the Training Workshop on Algae Resources Survey and Methodologies, Townsville, Australia 8 - 20 May, 1984, 25 pp.

Jensen, A. (1978). Industrial Utilization of seaweeds in the past present and future. Proceedings of the Ninth International Seaweed Symposium. Santa Barbara, California. p. 17 - 34.

Jones, W.E. (1959) The growth and fruiting of Gracilaria verrucosa (Hudson) papenfuss. J. mar. biol. Ass. U.K. 38 : 47 - 56.

Kim, D.H. (1970) Economically important seaweeds in Chile-I. Gracilaria Bot. Mar. 13 : 140 - 162.

Lewmanomont, K. (1978) Some edible algae of Thailand Kasetsart J. 12(2) : 119 - 129. (in Thai)

Lewmanomont, K. (1981) The utilization of seaweeds in Thailand. Paper presented at the Symposium on Culture and Uses of Algae in Southeast Asia. iloilom Philippines. 7 pp.

Lewmanomont, K. (1982) Distribution of some marine algae in Thailand. Paper presented at the Second International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Pacific. Sydney, Austrialia. 19 pp.

Lewmanomont, K. (1983) Algal flora in mangrove community Paper presented at the Regional Training Course on Introduction to Mangrove Ecosystem : UNDP/UNESCO Regional Project-Training and Research Pilot Programms on the Mangrove Ecosystems of Asia and Oceania (RAS/79/002/E/01/13), National Research Conncil, Bangkok Thailand, 6 pp.

Maneerat, Y. (1974) Taxonomic study of the Brown Algae genus Padina of Thailand, Master of Science Thesis, Chulalongkorn University. Bangkok. 79 pp.

Martens, G.V. (1966) Dic Preussische Expedition nach Ost-Asien. Bot. Thai.l.die Jange, K. Geheime, Berlin. 152 pp.

Ogawa, H. and K Lewmanomont (1981) Some economic seaweeds of Thailand 1. The genus Hypnea in the vicinity of Si Racha, Chonburi Province. Kasetsart Univ. Fish. Res. Bull. No. 12, 14 pp.

Ogawa, H. and K. Lewmanomont (1984a) The Porphyra of Thailand 111. A new record of Porphyra vietnamensis Tanaka et P.H. Ho and morphological observations on the specimens of Porphyra sp. collected from Surin Islands, Andaman Sea. Jap. J. Phyco. 321 : 158 - 161

________. (1984b) The red algae subclass Bangiophycidae of Thailand. Kasetsart Univ. Fish. Res. Bull. No. 15, 15 pp.

Parker, H.S. (1974) The culture of the red algal genus Eucheuma in the Philippines Aquaculture, 3 : 425 - 439.

Ricohermoso, M.A. and Deveau, L.E. (1978) Review of commercial propagation of Eucheuma (Florideophyceae) clones in the Philippines. Proceedings of the Ninth International Seaweed Symposium. Santa Barbara, California.

Ryther, J.H: J.A. DeBoer and B.E. Lapointe. (1978). Cultivation of seaweeds for hydrocolloids, waste treatment and biomass for energy conversion. Proceedings of the Ninth International Seaweed Symposium. Santa Barbara, California. p. 1 - 16.

Saunders, R.G. and J.G. Lindsay. (1978) Growth and enhancement of the agarophyte Gracilaria (Florideophyceae). Proceedings of the Ninth International Seaweed Symposium. Santa Barbara, California. p. 249 - 255.

Schmidt, J. (1900 - 1916) Flora of Koh Chang. Contributions to the Knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. Bianco Luno, Copenhagen. 444 pp.

Srimanobhas, V. (1978) Some benthic marine algae at Ka-Ka, Pattani. Mar. Fish. Lab., Bangkok. Tech. Paper MFL/78/15. 8 pp.

_______. (1980) Some marine plants of Koh Kam. Chonburi. Mrr. Fish. Lab., Bangkok. Tech. Paper MFL/79/3. 13 pp., 3 pls.

Tam, D.M. and P. Edwards (19820 Seaweeds of economic importance in Thailand. Part 2. Analysis of agar from Gracilaria. Bot. Mar. 25 : 459 - 465.

Tamura, T. (1966) Marine Aquaculture Translated from the Japanese of the revised and enlarged second edition of Suisan Zōshokugaku by M.I. Watanabe.

Thiemmedh, J. (1960) A report on the Saibai (Porphyra sp.) of Songkhla Thai Fisheries Gazette 13(4) ; 331 - 339. (in Thai).

Velasquez, G.T. and K Lewmanomont (1975) A checklist on the study of the benthic marine algae of Thailand. Kasetsart Univ. Fish. Res. Bull. No. 8, 25 pp.

Waaland, J.R. (1976) Growth of the red alga Iridaea cordata (Turner) Bory in semi-closed culture. J. exp. mar. Biol. Ecol. 23 : 45 - 53.

Weber van Bosse, A. (1913 - 1928) List des algues der Siboga. Siboga Expeditie Monogr. E.J. Brill, Leiden 59 : 1 - 533.

Whyte, J.N.C. and J.R. Englar. (1978) Chemical composition of natural and cultured *Gracilaria* sp. (Florideophyceae). Proceedings of the Ninth International Seaweed Symoposium. Santa Barbara, California. p. 437 - 443.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chulalinet
3 0021 00085034 7
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย