Cultivation of red algae, Gracilaria verrucosa

by

Y. Maneetrat[1]

N. Paphavasit[2]

ABSTRACT

Three methods of cultivation of red algae, Gracilaria verrucosa, which is one of the important agarophytes, were demonstrated at Si Chang Marine Research and Training Station, Chonburi Province. Net cultivation methods with fixed positions and with floats were employed. A semi-closed culture system in fiberglass tank was also used. Two selected sites were chosen. The cultures only lasted a short period and with unsuccessful results. Major constraints of the cultures are strong wave actions, freshwater-runoff, grazing intensity from sea urchins and the unhealthy seedlings.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

[2] Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

การทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง, Gracilaria verrucosa

โดย

รองศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ มณีรัตน์[1]

รองศาสตราจารย์ ณัฐฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์[2]

บทคัดย่อ

ทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ซึ่งจัดเป็นสาหร่ายวุ้นที่สำคัญชนิดหนึ่งที่บริเวณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะสีชัง โดยวิธีเลี้ยงสามแบบคือ การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส การเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่และการเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยการผูกติดกับทุ่น แลงที่ทดลองเลี้ยงมีทั้งหมด 2 แปลง การเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้สามารถทำได้เพียงในระยะเวลาสั้น ๆ และไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรเนื่องจากมีปัญหาเรื่องคลื่นลมแรง ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่บริเวณแปลงเพาะเลี้ยงและการกัดกินสาหร่ายของหอยเม่น ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปริมาณและความแข็งแรงของสาหร่ายที่จะนำมาเลี้ยง

---

1 ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนำ

วุ้น (agar หรือ agar-agar) หมายถึงสารประกอบคาร์โบไฮเดรตพวก complex polysaccharide ลักษณะคล้าย gelatine สกัดได้จากสาหร่ายสีแดงหลายชนิดด้วยกัน คุณสมบัติของวุ้นจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายได้ในน้ำเดือด สารละลายวุ้นที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะใสและมีความหนืด เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิ 35 - 50 °ซ. จะแข็งตัวเป็นวุ้น (gel) ซึ่งจะหลอมเหลวอีกถ้าได้รับความร้อนสูงถึง 80 - 100 °ซ. (Chapman and Chapman, 1980) วุ้นที่ได้จากสาหร่ายต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติต่างกันเช่น ความใส อัตราการละลาย อัตราการแข็งตัวเป็นวุ้น และปริมาณความเข้มข้นของวุ้น เป็นต้น การใช้วุ้นและสารประกอบประเภท gum ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาและใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้วุ้นยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมเส้นใย อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมหนังเทียมและไหมเทียม วุ้นยังใช้ทำฟิลม์ถ่ายรูป ทำแบบพิมพ์สำหรับทำฟันปลอม ทำแบบหล่อในการทำยาเทียม ทำฉนวนกันความร้อนและเสียง และใช้เป็นส่วนผสมในลิพสาสติค

ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ที่ผ่านมา (พ.ศ. 2513 - 2523) มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารและยา เครื่องสำอางค์ เส้นใยและกระดาษ เป็นต้น จึงมีความต้องการสารประกอบประเภท gums มากขึ้น สารประกอบประเภท gums ที่ได้จากสาหร่ายได้แก่ วุ้น (agar) alginates carrageenan และ furcellaran จากสถิติchandhry (1982) แสดงไว้ว่า ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการค้าสาหร่ายและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายโดยเฉพาะสารประกอบพวก gums ทั่วโลกคิดเป็นมูลค่าประมาณห้าสิบล้านเหรียญสหรัฐ-อเมริกา และได้เพิ่มขึ้นเป็นมูลค่าประมาณสามร้อยห้าสิบล้านเหรียญสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2523 จากสถิติดังกล่าวจะเห็นได้ว่าราคาวุ้นเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ผลผลิตยังคงที่ กล่าวโดยทั่วไปคือทรัพยากรสาหร่ายได้ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่แล้ว Chapman and Chapman (1980) ได้ลงความเห็นว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนับวันจะมีความสำคัญและจำเป็นมากขึ้นในอนาคต ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพียงพอสำหรับความต้องการของประชากรบนโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการนำวุ้นในลักษณะสินค้าเข้าเป็นปริมาณไม่น้อยเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมและใช้ในการประกอบอาหารดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การนำเข้าและส่งออกของวุ้นในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2516 - 2520 (ดัดแปลงจาก Thailand's Foreign Trade Statistics Commercial edition, 1979)

ปี	มูลค่านำเข้า บาท	มูลค่าส่งออก บาท	ปริมาณนำเข้า ก.ก.	ปริมาณส่งออก ก.ก.	ราคานำเข้าเฉลี่ย บาท/ก.ก.
2516	6,258,000	-	66,292	-	94.4
2517	13,620,000	-	102,923	-	132.3
2518	23,487,000	-	108,723	-	216.0
2519	37,387,000	120,000	181,138	2,270	206.4
2520	45,841,000	-	217,017	-	211.3

สาหร่ายที่ใช้ผลิตภัณฑ์วุ้นหรือที่เรียกกันว่าสาหร่ายวุ้น (agarophytes) นั้นมีหลายชนิด มีการแพร่กระจายกันอยู่ทั่วไปตั้งแต่เขตหนาวจนถึงเขตร้อนดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าประเทศในเขตร้อนนั้นมีสาหร่ายเพียง 2 - 3 สกุลที่เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตวุ้น คือ Gelidium Gracilaria และ Gelidiopsis โดยเฉพาะ Gracilaria นั้นเป็นสาหร่ายสีแดงที่พบบ่อยในหลายจังหวัด และมีปริมาณมากพอสมควรเมื่อเทียบกับสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ในบริเวณเดียวกัน สุชาติ วิเชียรสวรรค์ (2521) ได้รายงานถึงสาหร่ายผมนาง Gracilaria verrucosa (confervoides) ที่พบมากที่จังหวัดสงขลา โดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคม - พฤศจิกายน ในฤดูฝนจะมีสาหร่ายชนิดนี้เกิดน้อยเนื่องจากน้ำมีความเค็มต่ำไม่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายชนิดนี้ Edwards et al (1982) ได้รายงานว่าพบสาหร่ายสีแดง Gracilaria spp. ในหลายจังหวัดโดยเฉพาะที่ปัตตานี สงขลา ตราด และระนอง ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร และประจวบคีรีขันธ์ ก็พบเช่นกันในปริมาณน้อย เขาได้ให้ข้อสังเกตว่าปริมาณของสาหร่ายสีแดงชนิดนี้ได้ลดน้อยลงอย่างมากโดยเฉพาะที่บริเวณจังหวัดชุมพรและประจวบคีรีขันธ์ สาเหตุที่ปริมาณสาหร่ายชนิดนี้ลดลงอาจเนื่องมาจากการใช้เรืออวนลากในบริเวณน่านน้ำไทย ซึ่งทำให้เกิดการรบกวนของตะกอนดิน นอกจากนี้มีการสะสมตะกอนดินเพิ่มขึ้นในบริเวณน่านน้ำไทยเนื่องจากการตัดทำลายป่าไม้บนบกทำให้มีตะกอนดินไหลลงสู่ทะเลมากขึ้น

ตารางที่ 2 สาหร่ายสีแดงที่ใช้ผลิตวุ้นในประเทศต่าง ๆ (ดัดแปลงจาก Chapman and Chapman 1980)

ชนิดของสาหร่ายสีแดง	แหล่งผลิต
Acanthopeltis japonica	Japan Sea
Ahnfeltia plicata	White Sea, Sakhalin
Gelidiella acerosa	Japan
Gelidium corneum var. ses quipedale	Spain, Portugal, Merocco, California
G. amansii	Japan, Korea, China
G. divaricatum	Japan, Korea, China
G. japonicum	Japan, Korea, China
G. liatulum	Japan, KOrea, China
G. pacificum	Japan, Korea, China
G. subcostatum	Japan, Korea, China
G. subfastigiatum	Japan, Korea, China
G. vagum	Japan, Korea, China
G. cartilagineum	South Africa, Mexico, California
G. nudifrons	California
G. arborescens	California
G. lingulatum	Chile
G. pristoides	South Africa
G. spinulosum	Morocco
Gracilaria verrucosa (confervoides)	Atlantic, N. America, California S. America, India, Geylon, Japan, Austradia, S. Africa, China, Formosa, Philippines

ตารางที่ 2 ต่อ

ชนิดของสาหร่ายสีแดง	แหล่งผลิต
G. multipartita	Atlantic, N. America
G. lichenoides	Ceylon
Gelidiopsis rigida	Indonesia, Philippines
Pterocladia pinnada (capillacea)	Japan, New Zealand, U.S.A.
P. lucida	Australia, New Zealand
P. densa	Japan
Suhria vittata	South Africa

ชัยยุทธ รัญพิทยากุล และสมปัติ ยอทรีวัฒนา (2521) ได้ทดลองสกัดวุ้น (agar) จากสาหร่ายในภาคใต้ของประเทศไทยโดยเฉพาะจากสาหร่ายสีแดง Gracilaria พบว่ามีคุณสมบัติหลายอย่างใกล้เคียงกับวุ้นผงที่มีขายตามท้องตลาด Tam and Edwards (1982) ก็ได้ทดสอบคุณภาพของวุ้นที่สกัดได้จาก Gracilaria ที่เก็บจาก 6 จังหวัดในประเทศไทย พบว่าคุณภาพของวุ้นโดยเฉพาะปริมาณวุ้น การแข็งตัว ความเข้มข้นของวุ้น และสี นั้นใกล้เคียงกับวุ้นผงที่เป็นสินค้าเข้าและมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป เขาได้เสนอว่ามีแนวโน้มที่จะพัฒนาการผลิตวุ้นได้ในประเทศไทยโดยผลิตจากสาหร่ายสีแดง Gracilaria

ลักษณะของสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa (Syn. G. confervoides) นั้น ส่วน Thallus มีลักษณะเป็นพุ่ม แตกแขนงได้มาก การแตกแขนงไม่เป็นระเบียบ แขนงเป็นเส้นกลม อวบน้ำ มีความเหนียวไม่เปราะหรือหักหลุดง่าย มีสีเขียวคล้ำ น้ำตาล น้ำตาล-ปนแดง หรือเหลืองปนน้ำตาลแล้วแต่ปริมาณแสงสว่างในบริเวณที่ขึ้นอยู่ บางครั้งพบว่ามี cystocarp เป็นปุ่มนูนขนาดเท่ากับหัวเข็มหมุดขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไปตามผิวของแขนงดังรูปที่ 1 มักพบเกาะอยู่กับก้อนหิน เปลือกหอยหรือวัสดุอื่น ๆ หรือหลุดลอยตามน้ำมา สาหร่ายชนิดนี้มีชื่อสามัญว่าสาย-ผมนางหรือสาหร่ายผมนาง วงจรชีวิตของสาหร่ายสีแดงชนิดนี้มีการขยายพันธุ์ทั้งแบบที่มีเพศและไม่มี

เพศสลับกัน คือในระยะแรกแบบ Sporophyte generation คือเป็นระยะที่มีการเจริญของสาหร่ายในสภาพที่เป็นต้นที่ผลิตสปอร์จำนวนหนึ่ง สปอร์ที่ผลิตเป็นชนิด Tetraspores ส่วนระยะที่สองแบบ Gametophyte generation คือระยะที่สปอร์เจริญเป็นต้นสาหร่ายใหม่ 2 ชนิด คือ ต้นสาหร่ายเพศผู้ (Male gametophyte) และต้นสาหร่ายเพศเมีย (Female gametophyte) ต้นสาหร่ายเพศผู้จะผลิตเซลล์เพศที่เรียกว่า Spermatia ซึ่งจะผสมพันธุ์กับต้นเพศเมียที่บริเวณที่เรียกว่า Carpogonium ในระยะสุดท้ายหรือระยะ Carposporophyte generation คือระยะที่มีการสร้างสปอร์ชนิด Carpospores ซึ่งเป็นผลรวมของเซลล์เพศและมีการเจริญอยู่บนสำต้นของต้นสาหร่ายเพศเมีย เนื้อเยื่อของต้นเพศเมียจะเจริญเติบโตเป็นส่วนที่เรียกว่า Gonimoblast ซึ่งจะสร้างสปอร์ชนิด Carpospores สปอร์ชนิดนี้มักอยู่ภายในเกราะที่เรียกว่า Cystocarp อีกทีหนึ่ง Carpospores นี้จะเจริญเป็นต้นสาหร่าย Sporophyte อีกวาระหนึ่งและมีการเจริญเวียนบรรจบวงจรชีวิตอีกครั้งหนึ่งดังรูปที่ 2 (สุชาติ วิเชียรสวรรค์ 2521 : Kim, 1970; พเยาว์ อินทสุวรรณ 2526)

นิเวศน์วิทยาของสาหร่ายสีแดง Gracilaria นั้น มีผู้ศึกษาน้อย Kim (1970) ได้สรุปว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดขอบเขตการแพร่กระจายของสาหร่ายชนิดนี้รวมทั้งกำหนดอัตราการเจริญของสาหร่ายด้วย อุณหภูมิที่พอเหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายชนิดนี้อยู่ระหว่าง 20 - 28 °ซ. ตามปกติสาหร่าย Gracilaria จะเจริญได้ดีเมื่อมีความเข้มของแสงสว่างสูง ซึ่งการเจริญของสาหร่ายชนิดนี้ในที่น้ำตื้นจะสูงกว่าในที่ลึก ความเข้มแสงที่พอเหมาะมีค่าประมาณ 5000 Lux สาหร่ายชนิดนี้จะพบยึนอยู่ทั่วไปบริเวณที่พื้นดินเป็นโคลนอ่อนนุ่ม โดยเกาะติดกับวัสดุอื่น ๆ ความเค็มที่พอเหมาะแก่การเจริญของสาหร่าย Gracilaria มีค่าระหว่าง 10 - 50%. โดยมันสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 25%. สาหร่ายนี้ชอบขึ้นอยู่ในที่ที่คลื่นลมสงบ ที่ที่มีคลื่นลมจัดจะทำให้สาหร่ายชนิดนี้ตายได้

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในต่างประเทศมักทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งจะเพิ่มผลผลิตได้มากและสนองความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นได้ เช่นในประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลี ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศชิลี จากสถิติ International Trade Center พบว่าในประเทศฟิลิปปินส์เดิมผลิตสาหร่าย Eucheuma ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิต Carrageenan ได้ไม่ถึง 20 ตันในปี พ.ศ. 2515 หลังจากที่มีการส่งเสริมการเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้อย่างกว้างขวางสามารถผลิตสาหร่ายได้มากกว่า 130,000 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 120 ล้านบาท ในปัจจุบัน

ประเทศชิลีซึ่งมีโรงงานผลิตวุ้นที่ใหญ่ที่สุดในโลกกำลังเร่งวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria เพื่อเพิ่มวัตถุดิบให้ทันกับความต้องการของโรงงานและความต้องการของตลาด สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นทดลอง เช่น การทดลองเลี้ยงสาหร่ายเซลเดียว เช่น Chlorella และ Chaetoceros เพื่อเป็นอาหารสำหรับสัตว์ทะเล การทดลองเลี้ยงสาหร่ายใบ (Porphyra) และการทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดงในทะเลสาบสงขลา สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดงในทะเลสาบสงขลาที่ทดลองโดยพเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) นั้นได้ดำเนินการโดยใช้การเลี้ยง 2 แบบ คือ แบบตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียว ซึ่งผลผลิตจากการเลี้ยงทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน การปลูกนั้นใช้ทั้งต้น การปลูกแบบตัดยอดและการปลูกโดยการตักฝับสปอร์ตามธรรมชาติ พบว่าการปลูกโดยการตักฝับสปอร์ตามธรรมชาติให้ผลดีกว่ามาก เนื่องจากการปลูกทั้งต้นและการตัดยอดมีอัตราการร่วงหลุดสูง

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาอัตราการเจริญของสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ซึ่งเป็นสาหร่ายวุ้นชนิดหนึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตวุ้นซึ่งมีคุณภาพดีพอสมควร ข้อมูลที่ได้อาจใช้เป็นพื้นฐานในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้เพื่อการผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

1. สถานที่ ได้ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ที่บริเวณหน้าสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและอนุบัติกนิสิต เกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แปลงที่ทดลองเลี้ยงมีทั้งหมด 2 แปลง คือ แปลง A อยู่ห่างฝั่งประมาณ 50 เมตร เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ แปลงที่สองคือแปลง B อยู่ห่างฝั่งประมาณ 100 เมตร ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมฝ่ายใต้เป็นส่วนใหญ่

2. การเก็บสาหร่ายที่นำมาเลี้ยง สาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ที่นำมาเป็น seedlings สำหรับเลี้ยงเป็นสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตามเส้นอวนที่ใช้ทำกระชังเลี้ยงปลากระพงของสถานีประมงจังหวัดสงขลา บริเวณที่สาหร่ายขึ้นอยู่เป็นพื้นทรายปนโคลนเล็กน้อย น้ำค่อนข้างใส การเก็บรวบรวมสาหร่ายทำในขณะที่น้ำลง เมื่อเก็บมาแล้วทำให้สะเด็ดน้ำก่อน บรรจุลงในถุงพลาสติกถุงละประมาณ 2 กิโลกรัม ปิดปากถุงให้สนิทแล้วจึงบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกอีกชั้นหนึ่ง ช่วงขนส่งต้องระวังอย่าให้ได้รับความร้อน ระยะเวลาตั้งแต่เก็บจนกระทั่งนำไปเลี้ยงใหม่ กินเวลาประมาณ 30 ชั่วโมง

3. วิธีการเพาะเลี้ยง

3.1 การเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่

กำหนดบริเวณที่จะปักเล่าพร้อมทั้งปรับพื้นตรงตำแหน่งที่จะปักเล่าให้กว้างกว่าบ่อปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. โดยรอบประมาณ 10 ซม. ขุดหลุมลึกประมาณ 45 ซม. ให้ศูนย์กลางอยู่ตรงตำแหน่งที่จะปักเล่าและขนาดของหลุมโตพอที่จะนำเล่าปักลงไปได้ นำบ่อปลอกไปวางโดยให้ขอบบ่อปลอกอยู่ในแนวระดับปักเล่าปูนขนาด 3 นิ้ว x 3 นิ้ว ยาวประมาณ 2 ม. ลงในหลุมที่เรียมไว้ ให้เล่าอยู่ในแนวดิ่ง ใช้หินใหญ่ใส่ในหลุมและบ่อปลอกถึงระดับ 15 ซม. นับจากขอบล่างของบ่อปลอก เทปูน ทราย หิน (อัตราส่วน 1 : 3 : 5) ซึ่งคลุกเคล้ากันดีแล้วโดยไม่ต้องผสมน้ำก่อนลงให้สูงกว่าระดับหินในบ่อปลอก 10 ซม. เกลี่ยให้ได้ระดับ ใส่หินทับเหนือขึ้นปูนจนถึงระดับขอบบนของบ่อปลอก การเตรียมสำหร่ายติดกับอวนขนาด 2.5 ม. x 5.0 ม. ขนาดตาอวน 5 ซม. x 5 ซม. ทำได้โดยตัดสำหร่ายเป็นท่อน ๆ ยาวประมาณ 8 - 10 ซม. นำไปสอดในเกลียวของเส้นอวน เว้นระยะห่างกันประมาณ 15 ซม. แล้วจึงนำอวนไปยึงกับเล่าที่เตรียมไว้แล้ว โดยใช้เชือกไนล่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ร้อยรอบฝืนอวน ใช้ลูกลอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ช่วยพยุงไว้ไม่ให้ฝืนอวนหย่อน การเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่แสดงไว้ในรูปที่ 3

3.2 การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส

หลังจากที่การเลี้ยงสำหร่ายแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากถูกคลื่นลมกระทบทำให้หลุดหายไป จึงได้นำสำหร่ายมาเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 1,000 ลิตร นอกอาคารและวัดอัตราการเจริญของสำหร่ายแบ่งสำหร่ายบางส่วนไปทดลองเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยใช้ทุ่นลอย

3.3 การเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยใช้ทุ่นลอย

การเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยใช้ทุ่นลอยซึ่งเป็นโฟมนี้ช่วยลดแรงต้านทานต่อคลื่นลมทำให้อวนไม่ขาดหลุดหายไป สำหรับการเตรียมสำหร่ายที่นำไปเลี้ยงสอดบนอวนก็ทำเช่นเดียวกันกับวิธีแรกพร้อมเพิ่มป้ายบอกเลขที่ของชั้น seedling โดยผูกป้ายกับเส้นอวนใกล้ ๆ จุดที่สอด seedling ไว้

4. การวัดอัตราการเจริญของสาหร่าย

สาหร่ายที่นำมาเป็น seedling แต่ละชั้นต้องทำการชั่งน้ำหนักก่อนนำไปล่อตบนเส้นอวน สุ่มเก็บตัวอย่างสาหร่ายหลังจากเลี้ยงเป็นระยะโดยการชั่งน้ำหนักเช่นกัน อัตราการเจริญของสาหร่ายคำนวณได้จาก Ricohermoso,

$$\text{Growth rate} = \frac{100 \log (\text{initial weight})}{(\text{final weight})} \times \frac{1}{W \text{ days of culture}}$$

5. ข้อมูลสภาพแวดล้อมของบริเวณที่เลี้ยงสาหร่าย

ข้อมูลสภาพแวดล้อมของบริเวณที่เลี้ยงสาหร่ายที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะลีซัง ได้รับความเอื้อเฟื้อจากเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะลีซัง ตลอดการทดลองข้อมูลสภาพแวดล้อมที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเค็ม และปริมาณธาตุอาหาร

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. วิธีการเลี้ยงสาหร่ายสีแดง

การทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดงครั้งนี้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากไม่สามารถทำการวัดผลได้ติดต่อกันเป็นระยะนาน ในการเลี้ยงสาหร่ายแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่นั้นเริ่มการทดลองเดือนพฤษภาคม 2526 เก็บตัวอย่างที่แปลน A ได้ทั้งหมด 2 ครั้งเป็นเวลานานประมาณ 1 เดือน ต้องยุติการทดลองเนื่องจากอวนที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายถูกคลื่นลมกระทบหลุดขาดเป็นบางส่วน ทำให้สาหร่ายที่ติดอวนขาดออก นอกจากนั้นยังมีตะกอนดินต่าง ๆ ทับถมบนอวนทำให้สาหร่ายตายและมีหอยเม่นเป็นจำนวนมากที่ไต่ขึ้นตามเสามากัดกินสาหร่ายที่ติดไว้บนอวน ส่วนที่แปลน B นั้นทำการวัดอัตราการเจริญได้เพียงครั้งเดียวอวนที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายได้หลุดขาดหายไป สำหรับวิธีการเลี้ยงสาหร่ายแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่นี้ไม่เหมาะสำหรับบริเวณที่รับคลื่นลมแรง เหมาะสำหรับการเลี้ยงในบริเวณที่น้ำค่อนข้างนิ่งและคลื่นลมสงบ ซึ่งปัญหาเรื่องคลื่นลมแรงนี้เป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเลี้ยงสาหร่ายเนื่องจากทำให้มีอัตราหลุดร่วงของสาหร่ายสูง พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) ได้ประสบปัญหาเช่นเดียวกันในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดงในทะเลสาบสงขลาที่บริเวณ

อ่าวบ้านใหม่ สำหรับการเลี้ยงล่าหร่ายแบบแขวนลอยโดยติดทุ่นลอยนั้นน่าจะใช้ได้ดีในบริเวณที่รับคลื่นลมเนื่องจากลดแรงต้านจากคลื่นลม แต่ในการทดลองของเราซึ่งเริ่มในเดือนมกราคม 2527 และสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2527 ทำได้เพียงระยะสั้นเนื่องจากล่าหร่ายที่นำมาเป็น seedlings มีลักษณะไม่แข็งแรง ค่อนข้างเปราะทำให้หลุดร่วงได้ง่าย สำหรับการเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส์นั้นอาจทำได้โดยมีการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มอาหารให้แก่ล่าหร่ายหรืออาจให้มีการไหลเวียนของน้ำทะเลตลอดเวลา ในการทดลองครั้งนี้เลี้ยงล่าหร่ายไว้ในถังไฟเบอร์กลาส์ที่ตั้งไว้กลางแจ้งพบว่าล่าหร่ายที่เลี้ยงมีสีอ่อนและค่อนข้างเปราะไม่แข็งแรง ดังนั้นปัจจัยเรื่องอุณหภูมิและความเข้มของแสงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงนอกเหนือจากปริมาณธาตุอาหารสำหรับการเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส์ โดยสรุปแล้ววิธีการเลี้ยงล่าหร่ายที่น่าจะได้ผลมากที่สุดในบริเวณที่รับคลื่นลมเช่นบริเวณเกาะสีชังควรเป็นแบบแขวนลอยโดยติดทุ่นลอยและอาจทำเป็นแพเพื่อสามารถเคลื่อนย้ายได้เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมโดยเฉพาะช่วงที่คลื่นลมแรงหรือช่วงที่มีฝนตกชุกทำให้ความเค็มของน้ำลดลงและมีตะกอนดินต่าง ๆ ไปทับถมทำให้ล่าหร่ายตายได้ ส่วนการเลี้ยงแบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่นั้นเหมาะสำหรับการเลี้ยงล่าหร่ายในบริเวณอ่าวปิด หรือที่ที่คลื่นลมค่อนข้างสงบ การเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส์ก็อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเลี้ยงล่าหร่ายโดยควรเป็นแบบที่มีน้ำทะเลไหลเวียนตลอดเวลาเพื่อเพิ่มอาหารตามธรรมชาติแก่ล่าหร่าย ควรมีการควบคุมอุณหภูมิและความเข้มของแสงในน้ำในถังไฟเบอร์กลาส์ด้วย

2. อัตราการเจริญของล่าหร่ายสีแดง

อัตราการเจริญของล่าหร่ายสีแดงที่ทดลองเลี้ยงโดยวิธีทั้งสามซึ่งวัดในช่วงระยะเวลาสั้นแสดงไว้ในตารางที่ 3

3. สภาพแวดล้อมในบริเวณที่เลี้ยงล่าหร่าย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการสำรวจสมุทรศาสตร์ทั่วไปบริเวณสถานีวิจัย-วิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะสีชัง พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในปี พ.ศ. 2526 มีค่าเท่ากับ 29.6 $\pm$ 1.5 องศาเซลเซียส, 28.8 $\pm$ 2.0 ส่วนในพันส่วน และ 4.643 $\pm$ 0.160 มิลลิกรัมต่อลิตร/ส่วนปริมาณสารอาหารในปี พ.ศ. 2526 มีดังต่อไปนี้คือปริมาณฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 $\pm$ 0.25 μg-at/L ปริมาณซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (มิ.ย. - ก.ย.) เท่ากับ 12.76 $\pm$ 1.99 μg-at/L และในฤดูอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 $\pm$ 1.97 μg-at/L ปริมาณไนเตรตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

ตารางที่ 3 อัตราการเจริญของสาหร่ายสีแดง Gracilaria verrucosa ที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง

วิธีการเลี้ยง	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มเลี้ยง (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อวัดผล (กรัม)	จำนวนวันหลังจากเริ่มเลี้ยง	อัตราการเจริญ
แบบแขวนลอยโดยปักหลักอยู่กับที่				
- แปลน A (ครั้งที่ 1)	0.74	1.02	12	-1.16
(ครั้งที่ 2)	0.74	2.67	29	-1.92
- แปลน B	0.74	2.24	12	-4.01
แบบเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส	1.26		25	1.123
แบบแขวนลอยโดยติดทุ่นลอย	0.34	0.16	19	1.70

0.19 ± 0.10 µg-at/L ปริมาณไนไตรตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 ± 0.10 µg-at/L ปริมาณน้ำฝนคิดเป็นมิลลิเมตรมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคมเท่ากับ 389.1 และต่ำสุดในเดือนมกราคมเท่ากับ 0.4 ปริมาณน้ำฝนเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเท่ากับ 82.9 มิลลิเมตรและในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 118.5 มิลลิเมตร จนกระทั่งเดือนพฤศจิกายนก็ยังคงมีปริมาณน้ำฝนที่สูงถึง 170 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมในบริเวณเกาะสีชังนี้โดยทั่วไปเหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายสีแดง อุณหภูมิของน้ำทะเลในบริเวณนี้ก็ใกล้เคียงกับพิกัดอุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายสีแดงคือ 18 - 28 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเลโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงยกเว้นในบางเดือนที่มีฝนตกชุกทำให้ปริมาณความเค็มลดต่ำลงโดยที่ความเค็มเริ่มลดต่ำลงในเดือนมิถุนายนเท่ากับ 26 ส่วนในพันส่วน และต่ำสุดในเดือนสิงหาคมและตุลาคมเท่ากับ 20 ส่วนในพันส่วน แต่โดยทั่วไปความเค็มของน้ำทะเลในบริเวณนี้ก็อยู่ในช่วงที่เหมาะแก่การเจริญของสาหร่ายสีแดงตั้งแต่ 20 - 25 ส่วนในพันส่วน ใน

ประเทศไทยจากรายงานต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าความเค็มของน้ำมีอิทธิพลต่อการเจริญของสาหร่ายชนิดนี้มากที่สุดโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่จะมีสาหร่ายชนิดนี้ลดน้อยลง (สุชาติ วิเชียรวรรค์, 2521 และพเยาว์ อินทสุวรรณ, 2526) การทดลองเลี้ยงครั้งนี้ก็พบว่าในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะในการทดลองเลี้ยงสาหร่ายครั้งแรกโดยการแขวนลอยแบบปักหลักอยู่กับที่มีสาหร่ายที่เลี้ยงหลุดร่วงไปเนื่องจากมีคลื่นลมแรง ส่วนที่เหลืออยู่บนอวนก็จะตายเนื่องจากมีตะกอนดินโคลนตกทับถม นอกจากนี้มีพวกหอยเม่นจำนวนมากมากัดกินสาหร่ายที่เหลืออยู่

4. <u>ปัญหาและอุปสรรคในการทดลองเลี้ยงสาหร่าย</u>

ปัญหาและอุปสรรคในการทดลองเลี้ยงสาหร่ายสีแดง <u>Gracilaria verrucosa</u> ประการแรกคือปริมาณและความแข็งแรงของสาหร่ายที่นำมาทำ seedlings สาหร่ายที่เก็บมาจากจังหวัดสงขลานั้นสามารถทำได้บางช่วงที่มีปริมาณมากในช่วงเดือนมีนาคม - เดือนพฤษภาคม สาหร่ายที่แข็งแรงจะมีลักษณะเหนียวไม่หักเปราะสามารถนำมาใช้เป็น seedlings ได้ดี นอกจากนี้การเตรียมสาหร่ายไปเลี้ยงโดยการตัดเป็นท่อนเล็ก ๆ แล้วนำไปล่อดในอวนอาจทำให้มีอัตราหลุดร่วงสูงเมื่อถูกคลื่นลม จากการทดลองของพเยาว์ อินทสุวรรณ (2526) พบว่าการเลี้ยงสาหร่ายโดยเอาต้นพันธุ์ไปปลูกเลยโดยไม่ตัดยอดได้ผลมากกว่าการตัดยอดเพราะต้นพันธุ์ที่ถูกตัดยอดไปจะเจริญโดยการแตกแขนงเล็ก ๆ จากกิ่ง น้ำหนักจึงเพิ่มน้อยและช้า นอกจากนี้รอยแผลที่ตัดเมื่อมีโคลนจับอาจเน่าทำให้สาหร่ายตายได้ ปัญหาประการที่สองคือความแรงของคลื่นลม ปัญหาดังกล่าวอาจลดลงได้โดยการเลี้ยงสาหร่ายแบบแขวนลอยโดยติดทุ่นลอยอยู่บนแพซึ่งเราสามารถลากจูงมาไว้ในที่ที่มีคลื่นลมสงบได้ ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้ความเค็มลดต่ำลงและมีตะกอนดินทับถมจับตามเส้นอวนและตามต้นสาหร่ายทำให้สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อยลงจึงเจริญได้ช้าหรืออาจตายได้ในที่สุด ปัญหาประการสุดท้ายคือศัตรูที่มากัดกินสาหร่ายที่เลี้ยงไว้เช่นพวกหอยเม่นโดยเฉพาะการเลี้ยงแบบปักหลัก หอยเม่นสามารถไต่ขึ้นตามหลักและตามเส้นอวนได้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะลีซัง จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้พร้อมกับอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีทุกคน โดยเฉพาะ อาจารย์เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ คุณบุญส่ง สิริกุล แห่งสถาบันพาะเลี้ยงน้ำกร่อยสงขลา ที่ช่วยรวบรวมสาหร่ายสีแดงและ คุณประพัฒน์ ยืนวีระพันธุ์ ที่ช่วยเป็นธุระให้ทุกอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณละออง เตมียวณิชย์ ที่ช่วยพิมพ์รายงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

ชัยยุทธ รัญพิทยากุล และ สงบ ขอทวีวัฒนา "การสกัดเอการ์จากสาหร่ายทะเลในภาคใต้ของไทย" รายงานผลวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เล่ม 3, 2521.

ละเอียด อินทสุวรรณ "การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดง" รายงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา 2526, 51 หน้า (อัดสำเนา).

สุชาติ วิเชียรสวรรค์ "สาหร่ายผมนางที่จังหวัดสงขลา" วารสารการประมง 21(2):295 - 311, 2521.

_____, Pilot Survey of the World SEaweed Industry and Trade International Trade Centre UNCTAD-GATT, Geneva, December, 1981.

_____, Thailand's Foreign Trade Statistics, Commercial Edition United Production, Bangkok, 1979.

Chapman, V.J. and D.J. Chapman Seaweeds and their Uses, 3rd Ed., Chapman and Hall Ltd., London, 1980.

Chaudhry, S. "Developing An Export-Oriented Seaweed Industry" International Trade Forum Vol. 18(2): 12 - 15, 1982.

Edwards, P., Boromthanarat, S. and D.M. Tam "Seaweeds of economic importance in Thailand Part 1 Field Survey, Thai Government Statistics and Future Prospects" Botanica Marine Vol. XXV: 237 - 246, 1982.

Kim D.H. "Economically Important Seaweeds in Chile-I. Gracilaria" Botanica Marina Vol. XIII:140 - 162, 1970.

Parker, H.S. "The Culture of the Red Algal Genus Eucheuma in the Philippines" Aquaculture 3: 425 - 439, 1974.

Ricohermoso, M.A. and L.E. Deveau Review of Commercial Propagation of Eucheuma (Florideophyceae) Clones in the Philippines". Proc. Int. SEaweed Symp. 9: 525 - 539.

Tam, D.M. and P. Edwards "Seaweeds of Economic Importance in Thailand. Part 2. Analysis of Agar from Gracilaria" Botanica Marina Vol XXV: 459 - 465, 1982.