

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑๔/๒๕๕๖



Technical Paper No.14/2013

วัสดุที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*)
Suitable Substrates for Adhesion of Sea Lettuce (*Ulva rigida*) Spore

wirongrong kumchoo
luechai drunchu
wivat singthaweesak

Wirongrong Kumchoo
Luechai Drunchu
Wiwat Singthaweesak

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑๔/๒๕๕๖



Technical Paper No.14/2013

วัสดุที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*)
Suitable Substrates for Adhesion of Sea Lettuce (*Ulva rigida*) Spore

wirongrong ค้าชู
ลือชัย ดรฺณชู
วิวรรณ สิงห์พิศักดิ์

Wirongrong Kumchoo
Luechai Drunchu
Wiwat Singthaweesak

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี

Chantaburi Coastal Fisheries Research
and Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง

Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries

๒๕๕๖

2013

รหัสทะเบียนวิจัย 53-0328-53050-001

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. การเตรียมกรอบวัสดุสำหรับให้สปอร์ลงเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อน	4
3. การจัดวางกรอบวัสดุในบ่อทดลอง	5
4. การจัดการระหว่างการทดลองและการเก็บข้อมูล	5
5. การคำนวณพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุและความหนาแน่นของต้นอ่อนสำหรับฝักกาดทะเล	6
6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	7
ผลการศึกษา	
1. ผลของการใช้วัสดุแตกต่างกันต่อการลงเกาะของสปอร์สำหรับฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน	7
2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	8
สรุปและวิจารณ์ผล	8
คำขอบคุณ	9
เอกสารอ้างอิง	10
ภาคผนวก	12

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ผิววัสดุที่ใช้ในการลงเกาะของสปอร์สำหรับฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน	6
2	ความหนาแน่นของต้นอ่อนสำหรับฝักกาดทะเลที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนบนวัสดุต่างชนิดกัน	7
3	ค่าเฉลี่ยของปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างการทดลองสำหรับฝักกาดทะเลในบ่อคอนกรีต	8

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบวัสดุ 3 ชนิด ที่ใช้สำหรับการลงเกาะของสปอร์สำหรับฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน ได้แก่ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก	4
2	รูปแบบการวางวัสดุเพื่อให้สปอร์สำหรับฝักกาดทะเลลงเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อนสำหรับในบ่อคอนกรีตแบบแนวตั้ง (vertical)	5
3	รูปร่างพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุสายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก	6
ภาพผนวกที่		
1	ต้นอ่อนของสำหรับฝักกาดทะเลที่ลงเกาะวัสดุต่างชนิดกัน	12
2	รูปแบบบ่อคอนกรีตที่ทำการรวบรวมสปอร์สำหรับฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน	13

วัสดุที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*)

wirongrong คำชู^๑* ลือชัย ดรณชู^๑ และวิวรรธน์ ลิงห์ทวีศักดิ์^๒

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี

^๒ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้วัสดุ 3 ชนิด สำหรับให้สปอร์สาหร่ายผักกาดทะเลลงเกาะ ได้แก่ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก ผูกยึดวัสดุเกาะแต่ละชนิดกับกรอบวัสดุ จำนวน 9 เส้นต่อกรอบ (ขนาด 0.06 ตารางเมตร) แล้วนำไปแขวนไว้ในบ่อคอนกรีตที่มีสาหร่ายผักกาดทะเล ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 4 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงมกราคม 2554 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี จัดการให้มีการเคลื่อนที่ของน้ำโดยให้อากาศแบบแอโรลิฟท์ที่ระดับผิวน้ำ ทำให้มวลน้ำเกิดการเคลื่อนที่จากพื้นบ่อสู่ผิวน้ำอย่างต่อเนื่อง ตรวจวัดการลงเกาะของสปอร์จากการงอกเป็นต้นอ่อนสาหร่าย โดยการนับจำนวนต้นอ่อน เดือนละ 1 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่ามีต้นอ่อนของสาหร่ายงอกขึ้นบนวัสดุทุกชนิด โดยมีจำนวนต้นอ่อนที่เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 ดังนี้ บนกรอบสายยางให้อากาศมีจำนวนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 282.38 ± 317.30 , 450.38 ± 223.72 , 246.63 ± 178.00 และ $1,687.10 \pm 713.83$ ต้นต่อตารางเมตร กรอบเชือกไนลอนมีจำนวนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 141.84 ± 116.61 , 83.31 ± 63.98 , 78.80 ± 88.64 และ 628.17 ± 315.45 ต้นต่อตารางเมตร และกรอบตาข่ายพลาสติกมีจำนวนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 139.98 ± 118.68 , 279.96 ± 234.75 , 601.93 ± 524.58 และ $2,127.70 \pm 665.10$ ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสปอร์สาหร่ายที่ลงเกาะในแต่ละวัสดุในเดือนมกราคม พบว่าสปอร์สาหร่ายที่ลงเกาะกรอบสายยางให้อากาศและตาข่ายพลาสติก มีจำนวนมากกว่ากรอบเชือกไนลอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าวัสดุที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์คือตาข่ายพลาสติก และสายยางให้อากาศ ซึ่งเป็นวัสดุผิวเรียบเหมาะต่อการลงเกาะของสปอร์มากกว่าเชือกไนลอนที่เป็นวัสดุผิวขรุขระ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาวิธีการรวบรวมต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเลเพื่อขยายพันธุ์ได้ โดยน้ำในบ่อเลี้ยงสาหร่ายที่มีการเคลื่อนที่ทำให้สปอร์ฟุ้งกระจายขึ้นมาจากพื้นบ่อ และควรใช้วัสดุที่มีผิวเรียบเพื่อให้สปอร์สามารถลงเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อนได้ดี

คำสำคัญ: วัสดุเกาะ การลงเกาะ สปอร์ สาหร่ายผักกาดทะเล

*ผู้รับผิดชอบ : ๑๖๕ ม.๙ ต.บางกะจะ อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐ โทร ๐ ๓๙๔๔๕ ๗๙๘๗

e-mail : wirongrong.poy@gmail.com

Suitable Substrates for Adhesion of Sea Lettuce (*Ulva rigida*) Spore

Wirongrong Kumchoo^{1*} Luechai Drunchu¹ and Wiwat Singthaweesak²

¹ Chanthaburi Coastal Fisheries Research and Development Center

² Kung Krabaen Bay Fisheries Development Study Center

Abstract

Experiment on sea lettuce (*Ulva rigida*) spore settlement on 3 different substrates; plastic aeration tube, nylon rope and plastic mesh was studied. Each tested material was set into 9 strings tying to PVC frame of 0.06 m² size. All experimental substrates were hung in concrete tank containing well grown sea lettuce. Seawater in the experimental tank was equipped with air-lifted water circulation for continuous movement. The experiment was conducted for four months during October 2010 to January 2011 at Chanthaburi Coastal Fisheries Research and Development Center. Settlement of sea lettuce spore was determined by counting the number of young sea lettuce growing on each substrate every month. The result showed that the number of young sea lettuce increased on every substrate. Increasing numbers of young sea lettuce during the experimental period in the 1, 2, 3 and 4 months were 282.38±317.30, 450.38±223.72, 246.63±178.00 and 1,687.10±713.83 thallus/m² on plastic aeration tube, 141.84±116.61, 83.31±63.98, 78.80±88.64 and 628.17±315.45 thallus/m² on nylon rope, and 139.98±118.68, 279.96±234.75, 601.93±524.58 and 2,127.70±665.10 thallus/m² on plastic mesh. The number of sea lettuce found on nylon rope was significantly lower than those on plastic aeration tube and plastic mesh (P<0.05). This indicated that smooth surface material are more suitable for using as settlement substrate for sea lettuce spore than rough surface material. This finding can be applied for sea lettuce spore collection and sea lettuce culture in the future.

Key word: substrate, adhesion, spore, sea lettuce

*Corresponding author: 165 Moo 9, Tumbon Bangkacha, Maung District, Chanthaburi Province 22000 Tel. 0 3945 7987 e-mail : wirongrong.poy@gmail.com

คำนำ

สาหร่ายทะเลเป็นทรัพยากรจากทะเลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในทะเลและแหล่งน้ำกร่อย สาหร่ายสีเขียวขนาดใหญ่ ในสกุล *Ulva* เป็นที่นิยมบริโภคของชาวเอเชีย และชาวสกอตแลนด์ยังใช้สาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva latuca*) แทนผักสีเขียว ทำเป็นผักสลัดและวัตถุดิบในแกงจืดหรือซุปรได้ (วันเพ็ญ , 2549) ในประเทศไทย สุวรรณและคณะ(2552) ได้นำสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida*) มาดัดแปลงเป็นอาหารเมนูเลิศรสหลายอย่าง เช่นสาหร่ายซุบแป้งทอด เหมปุระ ผักสลัด แกงจืด กวยเตี๋ยว สปาเก็ตตี้ ยำ รับประทานกับน้ำพริก นอกจากนี้ยังนำมาเป็นส่วนผสมในขนมได้ เนื่องจากไม่มีกลิ่นคาว เช่น ขนมดอกจอก และเครื่องดื่มสาหร่ายทะเล เป็นต้น

สาหร่ายผักกาดทะเล มีชื่อสามัญ Sea lettuce มีลักษณะของทลัสบางและแผ่นกว้าง มีใบหยักคล้ายใบผักกาด ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง แผ่นเป็นแผ่นเกาะกับพื้นก้อนหินและเปลือกหอยโดยใช้ holdfast พบบริเวณชายฝั่งจังหวัดภูเก็ต สาหร่ายชนิดนี้จะเกิดขึ้นตามฤดูกาลและบริเวณน้ำล่งต่ำสุด (อนุสรณ์, 2552) ในด้านการเลี้ยง สุวรรณและคณะ(2552) นำสาหร่ายผักกาดทะเลมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ 3 รูปแบบ ได้แก่ เลี้ยงในตะกร้าพลาสติก เลี้ยงในบ่อพ่อแม่พันธุ์ปลากระชังจุดฟ้า และเลี้ยงในบ่อพื้นทรายที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยหวาน บริเวณที่เลี้ยงอยู่ในโรงเรือนกระเบื้องทึบแสงสลักกระเบื้องแผ่นใส ผลการศึกษาพบว่าสามารถเลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลได้ดีในบ่อซีเมนต์พื้นทรายที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยหวาน และมีการเลี้ยงโดยใช้ใบสาหร่าย ผักกาดทะเล (thallus) เพิ่มปริมาณสาหร่ายนั้น ถ้าใช้ใบขนาดใหญ่ของสาหร่ายผักกาดทะเลมาเลี้ยงจะพบว่าใบฉีกขาดง่ายและหยิกมากขึ้น (สุวรรณ และคณะ, 2553) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บรวบรวมจากธรรมชาติที่เกิดมาจากซูโอสปอร์ แล้วงอกเป็นต้นอ่อนสาหร่ายในธรรมชาติ โดยซูโอสปอร์ เป็นเซลล์สืบพันธุ์ของสาหร่ายสีเขียวและสีน้ำตาลมีหนวด (flagellum) สามารถเคลื่อนที่ได้ จะว่ายน้ำตามกระแสแล้วลงเกาะกับผิววัตถุต้นอ่อนซึ่งการเคลื่อนที่ของน้ำมีผลต่อการลงเกาะบนวัสดุของสปอร์สาหร่าย (Loban *et al.*, 1985) โดยมี holdfast ในการยึดเกาะกับวัสดุสายใยให้อากาศ (สุวรรณ และคณะ, 2552) ต้นอ่อนที่ได้มีความแข็งแรง และสามารถย้ายต้นอ่อนที่เกาะติดวัสดุไปเลี้ยงในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้มีรายงานที่ว่าชาวพื้นเมืองของประเทศบังคลาเทศ มีการผลิตสาหร่ายในท้องถิ่น ซึ่งมีการนำวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น ได้แก่ ไม้ไผ่ และเชือก มาล่อสปอร์ โดยมีหลักการเลี้ยงแบบ vegetative propagation จากแม่พันธุ์สาหร่าย หรือสปอร์ ซูโอสปอร์ โมโนสปอร์ เตตราสปอร์ และคาริโอสปอร์ สาหร่ายจะเติบโตจากสปอร์เป็นต้นอ่อน และต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ต่อไป (Ahmed and Taparhudee, 2005)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงเกิดแนวคิดในการเลียนแบบกระแสน้ำและการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายตามธรรมชาติ จึงนำวิธี vegetative propagation มาประยุกต์ใช้ในโรงเรือนที่มีการเลี้ยงสาหร่ายทะเลในบ่อคอนกรีต โดยศึกษาชนิดของวัสดุต่างๆที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์ในบ่อคอนกรีต เพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลให้สามารถนำไปอนุบาลและเลี้ยงเพื่อขยายการผลิตในแหล่งน้ำอื่น ๆ หรือเชิงธุรกิจต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวัสดุที่เหมาะสมต่อการลงเกาะของสปอร์สำหรับรายฝึกภาคทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2553-มกราคม 2554 วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยวัสดุที่ใช้สำหรับการลงเกาะของสปอร์สำหรับรายฝึกภาคทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน มี 3 ชนิด คือ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ดังนี้

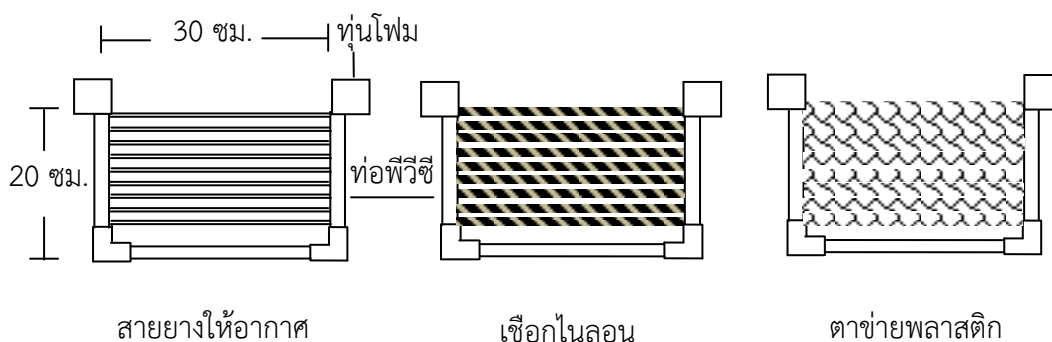
ชุดการทดลองที่ 1 ใช้วัสดุสายยางให้อากาศ (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้วัสดุเชือกไนลอน

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้วัสดุตาข่ายพลาสติก

2. การเตรียมกรอบวัสดุสำหรับให้สปอร์ลงเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อน

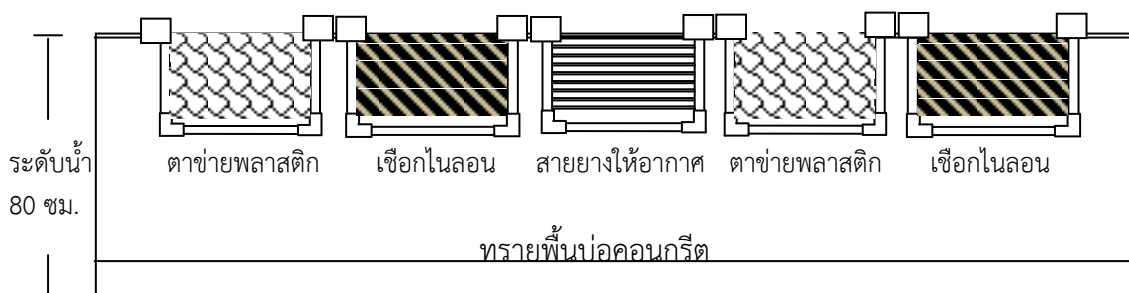
กรอบวัสดุทำด้วยท่อพีวีซี ขนาด ½ นิ้ว มีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยม ขนาด 30x20 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้สำหรับสปอร์สำหรับรายฝึกภาคทะเลจนเกาะ ได้แก่ สายยางให้อากาศในโรงเพาะฟัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.66 เซนติเมตร เชือกไนลอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.44 เซนติเมตร และตาข่ายพลาสติก ขนาดตา 0.55 เซนติเมตร ความยาวเส้นละ 30 เซนติเมตร ผูกซึ่งวัสดุแต่ละชนิด จำนวน 9 เส้นต่อกรอบในแนวนอนเว้นระยะห่างเส้นละ 2 เซนติเมตร ชนิดวัสดุละ 5 กรอบ รวมทั้งสิ้น 15 กรอบ แต่ละกรอบวางให้ลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำในบ่อทดลองในแนวตั้งโดยติดท่อนทำด้วยโฟมไว้ที่ด้านบนของกรอบพีวีซีทั้ง 2 มุม เพื่อให้กรอบพีวีซีลอยในน้ำตามแนวตั้ง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรอบวัสดุ 3 ชนิดที่ใช้สำหรับการลงเกาะของสปอร์สำหรับรายฝึกภาคทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน ได้แก่ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก

3. การจัดวางกรอบวัสดุในบ่อทดลอง

บ่อทดลองอยู่ในบริเวณโรงเรือนที่มุ่งหลังคากระเบื้องทึบแสงสลับกับกระเบื้องใส เป็นบ่อคอนกรีต ขนาด 1.5 x 5 x 1 เมตร มีระดับน้ำลึก 80 เซนติเมตร ซึ่งเป็นบ่อเลี้ยงลูกปลากะพงขาว มีทรายรองพื้นบ่อ และมีต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล กำหนดให้ มีการเคลื่อนที่ของน้ำ โดยใช้ ท่อพีวีซีต่อกับท่อลมเป็นชุดท่อให้อากาศแบบ air lifted 750 มล./นาที่ ที่ระดับผิวน้ำ จำนวน 15 ชุด วางกรอบวัสดุเป็น 3 แถว แถวละ 5 กรอบ ใช้วิธีการวางแบบสุ่ม (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 รูปแบบการวางวัสดุเพื่อให้สปอร์สาหร่ายผักกาดทะเลลงเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อนในบ่อคอนกรีตแบบแนวตั้ง (vertical)

4. การจัดการระหว่างการทดลองและการเก็บข้อมูล

การจัดการระหว่างการทดลอง โดยเปิดแอร์ลิฟต์ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวน้ำมีการเคลื่อนที่เลียนแบบธรรมชาติ ถ่ายน้ำเดือนละ 1 ครั้ง ปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของบ่อทดลอง และมีการให้อาหารสำเร็จรูปลูกปลากะพงขาว วันละ 1 มื้อ

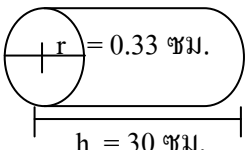
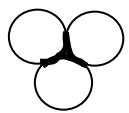
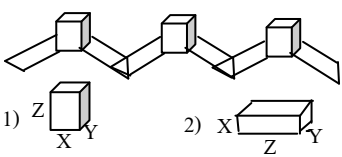
การเก็บข้อมูลโดยการตรวจนับปริมาณการงอกเป็นต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเลที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรขึ้นไปบนวัสดุเกาะทุกเส้นเดือนละ 1 ครั้ง ตลอดช่วงระยะเวลาทดลอง 4 เดือน โดยไม่มีการเปลี่ยนวัสดุเกาะของต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล และวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ดังนี้

- อุณหภูมิ (Temperature) โดยใช้เครื่องมือเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท 0-100 องศาเซลเซียส
- ความเค็ม (Salinity) โดยใช้เครื่องมือ Hand Refracto-Salinometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น S/Mill 0-100 ส่วนในพัน
- ความเข้มแสง (Intensity Light) โดยใช้เครื่องมือ EasyView Digital Light Meter ยี่ห้อ EXTECH INSTRUMENTS รุ่น Model EA31
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องมือ pH meter ยี่ห้อ WTW รุ่น inolab pH 720
- ความเป็นด่าง (Alkalinity) วิเคราะห์ด้วยวิธี potentiometric titration (APHA, 1980)
 - แอมโมเนียรวม (Total Ammonia) วิเคราะห์ด้วยวิธี phenol-hypochlorite (Strickland and Parsons, 1972)
 - ไนไตรท์ (Nitrite) วิเคราะห์ด้วยวิธี diazotization (Strickland and Parsons, 1972)
 - ไนเตรท (Nitrate) วิเคราะห์ด้วยวิธี cadmium-reduction (Strickland and Parsons, 1972)
 - ฟอสเฟส (phosphate) วิเคราะห์ด้วยวิธี ascorbic acid (Strickland and Parsons, 1972)

5. การคำนวณพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุและความหนาแน่นของต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล

การคำนวณหาปริมาณความหนาแน่นของการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเลต่อพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุ โดยใช้สูตรดังนี้

5.1 พื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก คำนวณโดยใช้สูตรคำนวณพื้นที่ผิว (ภาพที่ 3)

สายยางให้อากาศ	เชือกไนลอน	ตาข่ายพลาสติก
 <p>$r = 0.33$ ซม. $h = 30$ ซม.</p>	 <p>ภาพตัดขวาง</p> <p>h</p> <p>1) เชือกควั่นเกลียว $r_1 = 0.22$ $h = 4.5$ ซม. h</p> <p>2) เชือกคลายเกลียว $r_2 = 0.11$ $h = 5.5$</p>	 <p>1) Z X Y 2) X Z Y</p> <p>1) X = 0.27 ซม. Y = 0.24 ซม. Z = 0.46 ซม. 2) X = 0.18 ซม. Y = 0.13 ซม. Z = 0.41 ซม.</p>
พื้นที่ผิว $2\pi rh$	พื้นที่ผิว $2\pi rh \times 3 \times 0.77$	พื้นที่ผิว $(2 \times X \times Z) + (2 \times Y \times Z)$

ภาพที่ 3 รูปร่างพื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก

วัสดุชนิดสายยางให้อากาศ มีรูปทรงกระบอก คำนวณจากสูตรพื้นที่ผิวข้างทรงกระบอก

วัสดุชนิดเชือกไนลอน พื้นที่ผิวที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็นเส้นเชือกไนลอนควั่นเกลียว จำนวน 3 เส้น โดยเชือกที่ควั่นเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.44 เซนติเมตร และเชือกที่คลายเกลียว 1 เส้น มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.22 เซนติเมตร คำนวณหาพื้นที่ผิวที่ควั่นเกลียวและคลายเกลียว พบว่าเมื่อพันเกลียวแล้ว พื้นที่ผิวส่วนนอกที่เหลือมีพื้นที่ผิวที่สาหร่ายสามารถลงเกาะได้ 77 %

วัสดุชนิดตาข่ายพลาสติก ประกอบด้วย 2 ชั้น รูปร่างคล้ายลูกบาศก์ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อได้พื้นที่ผิวแต่ละชนิดนำมาคำนวณโดยการประมาณค่าสัดส่วนพื้นที่ผิวด่อน้ำหนัก (ตารางเซนติเมตรต่อกรัม)

ตารางที่ 1 พื้นที่ผิววัสดุที่ใช้ในการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน

ชนิดวัสดุ	พื้นที่ผิวด่อน้ำหนัก	พื้นที่ผิวต่อเซนติเมตร	พื้นที่ผิวดต่อเส้น (ตารางเซนติเมตร)	พื้นที่ผิวดต่อรอบวัสดุ (ตารางเมตร)
สายยางให้อากาศ	-	-	62.17	0.056
เชือกไนลอน	54.83	3.66	98.70	0.089
ตาข่ายพลาสติก	28.86	1.06	31.75	0.029

5.2 สูตรคำนวณ

$$\text{ความหนาแน่นของต้นอ่อน (ต้นต่อตารางเมตร)} = \frac{\text{ปริมาณต้นอ่อนสาหร่าย (ต้น)}}{\text{พื้นที่ผิวสัมผัสของวัสดุ (ตารางเมตร)}}$$

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลความหนาแน่นของต้นอ่อนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ One Way ANOVA ความแปรปรวนของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษา

1. ผลของการใช้วัสดุแตกต่างกันต่อการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน

วัสดุที่ให้สปอร์สาหร่ายฝักกาดทะเลเกาะจนเจริญเป็นต้นอ่อน มีจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก มีพื้นที่ผิวสัมผัส 0.056 0.089 และ 0.029 ตารางเมตรต่อกรอบวัสดุตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า เดือนตุลาคมถึงมกราคม ความหนาแน่นของต้นอ่อนสาหร่ายเพิ่มขึ้นทุกชนิด วัสดุ ดังนี้ กรอบสายยางให้อากาศ 282.38 ± 317.30 , 450.38 ± 223.72 , 246.63 ± 178.00 และ $1,687.10 \pm 713.83$ ต้นต่อตารางเมตร กรอบเชือกไนลอน 141.84 ± 116.61 , 83.31 ± 63.98 , 78.80 ± 88.64 และ 628.17 ± 315.45 ต้นต่อตารางเมตร กรอบตาข่ายพลาสติก 139.98 ± 118.68 , 279.96 ± 234.75 , 601.93 ± 524.58 และ $2,127.70 \pm 665.10$ ต้นต่อตารางเมตรตามลำดับ แต่ในเดือนมกราคมกรอบเชือกไนลอนมีสปอร์สาหร่ายลงเกาะเป็นต้นอ่อนน้อยกว่ากรอบสายยางให้อากาศ และตาข่ายพลาสติก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของต้นอ่อนสาหร่ายฝักกาดทะเลที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนบนวัสดุต่างชนิดกัน

วัสดุ	ความหนาแน่นต้นอ่อนสาหร่ายที่เพิ่มขึ้น (ต้นต่อตารางเมตร)			
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
สายยางให้อากาศ	282.38 ± 317.30^a	450.38 ± 223.72^a	246.63 ± 178.00^a	$1,687.10 \pm 713.83^a$
เชือกไนลอน	141.84 ± 116.61^a	83.31 ± 63.98^a	78.80 ± 88.64^a	628.17 ± 315.45^b
ตาข่ายพลาสติก	139.98 ± 118.68^a	279.96 ± 234.75^a	601.93 ± 524.58^a	$2,127.70 \pm 665.10^a$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสมมติเดียวกัน หากกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบ่อทดลองระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล ดังนี้ ค่าความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเค็ม พีเอช อัลคาไลน์ดี แอมโมเนียรวม ไนโตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟต พบว่าค่าคุณภาพน้ำมีค่าปกติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างการทดลองสาหร่ายผักกาดทะเลในบ่อคอนกรีต

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย \pm SD			
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม
ความเข้มแสง (Lux)	5,898 \pm 3,165	10,300 \pm 2,031	6,742 \pm 3,764	4,737 \pm 1,976
อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}$ C)	28 \pm 1.57	27 \pm 2.28	27 \pm 1.82	26 \pm 1.08
อุณหภูมิน้ำ ($^{\circ}$ C)	27 \pm 1.17	26 \pm 1.85	26 \pm 0.96	25 \pm 1.14
ความเค็ม (ppt)	30.00 \pm 0.00	31.5 \pm 0.55	33.00 \pm 0.00	33.00 \pm 0.00
พีเอช	7.94 \pm 0.18	7.99 \pm 0.07	8.01 \pm 0.02	7.90 \pm 0.10
อัลคาไลน์ดี (mg/l)	124.75 \pm 21.88	96.50 \pm 12.56	109.75 \pm 7.73	107.00 \pm 7.62
แอมโมเนียรวม (mg/l)	0.87 \pm 0.49	0.25 \pm 0.37	0.05 \pm 0.07	0.51 \pm 0.64
ไนโตรท์ (mg/l)	0.31 \pm 0.30	0.33 \pm 0.34	0.05 \pm 0.08	0.38 \pm 0.42
ไนเตรท (mg/l)	0.36 \pm 0.22	0.49 \pm 0.33	0.20 \pm 0.12	0.32 \pm 0.37
ฟอสเฟต (mg/l)	0.22 \pm 0.14	0.05 \pm 0.02	0.04 \pm 0.01	0.09 \pm 0.13

สรุปและวิจารณ์ผล

ผลจากการใช้วัสดุต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ สายยางให้อากาศ เชือกไนลอน และตาข่ายพลาสติก พบว่าวัสดุที่เหมาะสมในการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายผักกาดทะเล คือสายยางให้อากาศและตาข่ายพลาสติก เนื่องจากวัสดุมีลักษณะผิวที่เรียบทำให้สปอร์ลงเกาะได้อย่างหนาแน่น ส่วนเชือกไนลอนพื้นผิวสัมผัสเป็นเกลียวไม่เรียบจึงทำให้สาหร่ายลงเกาะได้ปริมาณน้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ryder *et al.* (2004) ที่ว่าโครงสร้างของพื้นผิวของเชือกขัดซ้นกว่าเมื่อเทียบกับกระเบื้อง และความซับซ้อนของเชือกไนลอนจึงเป็นข้อจำกัดในการสัมผัสกับน้ำที่นำสปอร์สาหร่ายมาลงเกาะวัสดุได้ ปริมาณความหนาแน่นของสาหร่ายในเดือนตุลาคมถึงธันวาคมมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่เดือนมกราคม ปริมาณความหนาแน่นของการลงเกาะของสปอร์สาหร่ายมีจำนวนมากที่สุดในวัสดุตาข่ายพลาสติกและสายยางให้อากาศ โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.1-0.2 ต้นต่อตารางเซนติเมตร จากรายงานของ Ryder *et al.* (2004) ที่พบว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเขากวางโดยมีการเคลื่อนที่ของน้ำในทะเลสาบ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.2 - 6.7 ต้นต่อตารางเซนติเมตร และถึงเพาะเลี้ยงสาหร่าย มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1.4 ต้นต่อตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ปริมาณความหนาแน่นของสปอร์และการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล สามารถ เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ สารอาหาร แสง

และอุณหภูมิของน้ำ จากการศึกษาครั้งนี้สาหร่ายผักกาดทะเลจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในเดือนมกราคม ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เฉลี่ย 25°C (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับรายงานที่ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเลต้องมีอุณหภูมิ 17°C หรือในช่วงอุณหภูมิ $7-25^{\circ}\text{C}$ (Casabianca, 2002) เป็นช่วงปลายฤดูหนาว จากรายงานของ Tenore (1988) กล่าวว่าในปลายฤดูหนาวจนถึงต้นฤดูใบไม้ผลิ เป็นช่วงที่เกิดตะกอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่อุดมสมบูรณ์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเลได้ดีเช่นกัน และพบว่าสาหร่ายมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เมื่อมีสารอาหารและคาร์บอนไดออกไซด์มาก (Gordillo *et al.*, 2001)

การศึกษานี้ยังพบว่าเดือนตุลาคม มีสปอร์สาหร่ายเกาะกับวัสดุที่บริเวณผิวน้ำและเจริญเป็นต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเลได้ดี เนื่องจากบริเวณผิวน้ำสามารถสัมผัสแสงได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าน้ำที่มีการเคลื่อนที่จะเกิดสารอาหารและสารแขวนลอยในน้ำ เมื่อระดับความเร็วของน้ำลดลงส่งผลให้ความขุ่นในน้ำลดลง ทำให้แสงเพิ่มขึ้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายขนาดใหญ่ (Madsen *et al.* 2001) โดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของน้ำเพื่อให้เกิดการฟุ้งกระจายในบ่อคอนกรีตและพัดพาสปอร์เกาะกับวัสดุจนเจริญเป็นต้นอ่อนสาหร่ายผักกาดทะเล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าเมื่อแหล่งน้ำมีการเคลื่อนที่ในอุณหภูมิต่ำ และความเค็มสูง สาหร่าย *Macrocystis integrifolia* จะมีการพัฒนาการสืบพันธุ์ โดยมีการปล่อยซูโอสปอร์ การงอกเป็นต้นอ่อน และเจริญเติบโตเป็นต้นพันธุ์ (Buschmann *et al.*, 2004) และน้ำที่เคลื่อนที่จะช่วยให้สาหร่ายดูดซึมสารอาหารจำพวกอนินทรีย์สารและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดียิ่งขึ้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Hurd, 2000) ส่วนความเร็วของน้ำที่ระดับต่ำถึงปานกลาง ทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่เพิ่มจำนวนขึ้น แต่เมื่อความเร็วน้ำสูงเกินไปส่งผลให้สาหร่ายลดลงได้เช่นกัน (Madsen *et al.*, 2001) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการพัฒนาสปอร์ของสาหร่ายอีกด้วย (Ryder *et al.*, 2001)

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การขยายพันธุ์สาหร่ายผักกาดทะเล สามารถเก็บรวบรวมต้นอ่อนสาหร่ายที่ได้จากสปอร์ในบ่อเลี้ยงสาหร่าย เพื่อนำมาขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากขึ้นได้ โดยใช้วัสดุที่มีผิวเรียบเป็นชนิดวัสดุที่เหมาะสม เนื่องจากง่ายต่อการสัมผัสและลงเกาะของสปอร์สาหร่าย และควรคำนึงถึงอุณหภูมิและสารอาหารที่ใช้ในการขยายปริมาณต้นพันธุ์สาหร่ายผักกาดทะเลให้เหมาะสมต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร.พุทธ ส่องแสงจินดา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- วันเพ็ญ ภูติจันทร์. 2549. วิทยาศาสตร์ (Phycology). สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 528 หน้า.
- สุวรรณ วรสิงห์, ธวัช ศรีวีระชัย , อรุณ ศรีอนันต์ และภาคภูมิ วงศ์แข็ง. 2552. สันฐานวิทยา การเลี้ยงและการนำไปใช้ประโยชน์ของสาหร่ายผักกาดทะเล. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2552. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. 24 หน้า.
- สุวรรณ วรสิงห์, ธวัช ศรีวีระชัย และอรุณ ศรีอนันต์. 2553. ผลของขนาดใบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida* C.Agardh,1823) เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 13/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. 18 หน้า.
- อนุสรฯ แก่นทอง. 2552. ประโยชน์ของสาหร่ายผักกาดทะเล (Sea Lettuce). http://www.nicaonline.com/articles5/site/view_article.asp?idarticle=117
- Ahmed, N. and W. Taparhudee. 2005. Seaweed cultivation in Bangladesh: problems and potentials. *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*. 28: 13-21.
- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition. American Public Health Association, Washington, D.C. 1430 pp.
- Buschmann, A. H., J. A. Vasques and P. Osorio. 2004. The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Marine Biology* 145: 849-862.
- Casabianca, M. L. d., N. Barthelemy, O. Serrano and A. Sfriso. 2002. Growth rate of *Ulva rigida* in different Mediterranean eutrophicated sites. *Bioresource Technology* 82:27-31.
- Gordillo, F. J. L., F. X. Niell and F. L. Figueroa. 2001. Non-photosynthetic enhancement of growth by high CO₂ level in nitrophilic seaweed *Ulva rigida* C.Agardh (Chlorophyta). *Planta* 213:64-70.
- Hurd, C. L. 2000. Water motion, marine macroalgal physiology and production. *Journal of Phycology* 36:453-472.
- Loban, C. S., P. J. Harrison and M. J. Duncan. 1985. The Physiological Ecology of Seaweeds. Cambridge University Press, London. 42 pp.
- Madsen, J. D., P. A. Chambers, W. F. James, E. W. Koch and D. F. Westlake. 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia* 444: 71-84.
- Ryder, E., S. G. Nelson, C. McKeon, E. P. Glenn, K. Fitzsimmons and S. Napoleon. 2004. Effect of water motion on the cultivation of the economic seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) on Molokai, Haeaii. *Aquaculture* 238:207-219.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 169, Ottawa. 310 pp.

Tenore, K. R. 1988. Nitrogen in Benthic Food Chains. **In:** T. H. Blackburn and J. Sorensen (Editors). Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments. Published by John Wiley & Son Ltd. p. 201-202.

ภาคผนวก



วัสดุสายอากาศ



วัสดุเชือกไนลอน



วัสดุตาข่ายพลาสติก

ภาพผนวกที่ 1 ต้นอ่อนของสาหร่ายฝักกาดทะเลที่ลงเกาะวัสดุต่างชนิดกัน



ภาพผนวกที่ 2 รูปแบบบ่อคอนกรีตที่ทำการรวบรวมสปอร์สาหร่ายฝักกาดทะเลจนเจริญเป็นต้นอ่อน