เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒๖/๒๕๕๐ Technical Paper No. 26/2007

การศึกษาความเค็มและวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

Study on Optimum Salinity and Suitable Substratum for Growth of *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

อำไพ ล่องลอย Amphai Longloy
อรกัญญา เม่งหยู Ornkanya Mengyu

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง Coastal Fisheries Research and Development Bureau
กรมประมง Department of Fisheries
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒๖/๒๕๕๐

Technical Paper No. 26/2007

การศึกษาความเค็มและวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

Study on Optimum Salinity and Suitable Substratum for Growth of *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

อำไพ ล่องลอย Amphai Longloy

อรกัญญา เม่งหยู Ornkanya Mengyu

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง Coastal Fisheries Research and Development Bureau Department of Fisheries

๒๕๕๐ 2007

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 49-0345-46083-015

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. สถานที่ทำการทดลอง	5
3. วิธีการทดลอง	5
4. คุณภาพน้ำ	6
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	7
6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	7
ผลการศึกษา	9
1. ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)	9
2. ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)	10
3. คุณภาพน้ำ	12
สรุปและวิจารณ์ผล	14
ข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	16

สารบาญตาราง

ตารางที่	**หน้า**
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเค็มต่างกัน	9
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงสาหร่ายโดยใช้ชนิดของวัสดุยึดเกาะต่างกัน	11
3. ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดการทดลองความเค็มที่เหมาะสมของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)	12
4. ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดการทดลองวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)	13

สารบาญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. สาหร่าย *C. racemosa* var. *corynephora* 8
2. สาหร่ายในชุดการทดลองความเค็มที่เหมาะสม 8
3. การทดลองวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสม 8
4. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) ที่เพาะเลี้ยงในระดับความเค็มต่างกัน 10
5. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) เมื่อใช้วัสดุยึดเกาะต่างกัน 11

การศึกษาความเค็มและวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

อำไพ ล่องลอย* และอรกัญญา เม่งหยู
ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

บทคัดย่อ

ศึกษาระดับความเค็มและวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*Caulerpa racemosa* var. *corynephora*) ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ ระหว่างเดือนมีนาคม - มิถุนายน 2548 โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่าย ประกอบด้วย 5 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ใส่น้ำทะเลในกะละมังพลาสติกใบละ 40 ลิตร ที่มีระดับความเค็ม 15, 20, 25, 30 (ชุดควบคุม) และ 35 ส่วนในพัน (ppt: part per thousand) โดยใช้สาหร่าย 1 กรัม/ลิตร หลังจาก 15 วัน พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงในระดับความเค็มน้ำ 35 ppt มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าที่ระดับความเค็ม 15, 20 และ 25 ppt อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ($p>0.05$) สำหรับการทดลองที่ 2 ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่าย ประกอบด้วย 4 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ โดยใส่น้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ในตู้ทดลองตู้ละ 26 ลิตร ความหนาแน่นสาหร่าย 1 กรัม/ลิตร โดยมีวัสดุยึดเกาะ 3 ชนิด คือ ซากปะการัง โคลน ทราย และการเลี้ยงที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะซึ่งเป็นชุดควบคุม หลังจาก 15 วัน พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยใช้ซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าชุดควบคุม และชุดทดลองที่ใช้ทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิตกับชุดทดลองที่ใช้โคลน ($p>0.05$)

ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สาหร่ายเขากวางสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็มน้ำอยู่ในช่วง 30-35 ppt โดยใช้ซากปะการัง หรือโคลนเป็นวัสดุยึดเกาะ

คำสำคัญ: สาหร่ายเขากวาง ความเค็ม วัสดุยึดเกาะ การเจริญเติบโต

---

*ผู้รับผิดชอบ : ๑๔๑ ม.๖ ต.ไสไทย อ. เมือง จ. กระบี่ ๘๑๐๐๐ โทร ๐-๗๕๖๘-๕๑๕๐
E-mail: l_amphai@yahoo.com

Study on Optimum Salinity and Suitable Substratum for Growth of *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh var. *corynephora* (Montagne) Weber-van Bosse, 1898

Amphai Longloy* and Ornkanya Mangyu

Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

Abstract

The study on suitable salinity and substratum for growth of seaweed, *Caulerpa racemosa* var. *corynephora* was carried out at Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center during March - June 2005. This study had 2 experiments. The first experiment was used for study suitable salinity with 5 treatments and 3 replications. Cultivating seaweed 1 g/L in 40 liters plastic basin contained sea water with salinity of 15, 20, 25, 30 (control) and 35 ppt. After 15 days, the result showed that the growth rate of seaweed with 35 ppt salinity better than 15, 20, and 25 ppt ($p<0.05$), but not significantly difference with 30 ppt ($p>0.05$). The second experiment was used for study suitable substratum designed with 4 treatments and 3 replications. Substratum was coral stone, mud, sand and no-substrate was used as a control group. Cultivating seaweed 1 g/L in 26 liters glass boxes for 15 days. The result showed that the growth rate of seaweeds with coral stone substratum better than control and sand ($p<0.05$), but not significantly difference with mud substratum ($p>0.05$)

It could be concluded that the suitable salinity and substratum for growth of seaweed was 30-35 ppt and coral stone or mud.

Key words: *Caulerpa racemosa* var. *corynephora,* salinity, substratum, growth

---

*****Corresponding auther : 141 Moo 6, Saithai, Muang, Krabi, Thailand. 81000

Tel. 0-7569-5150 E-mail: l_amphai@yahoo.com

คำนำ

ปัจจุบันในหลายประเทศทั่วโลกมีการนำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย สามารถใช้เป็นปุ๋ย ใช้ในอุตสาหกรรม เป็นยารักษาโรค ทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ รูปแบบการบริโภคมีทั้งนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาด และนำมารับประทานสด คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายทะเล เช่นคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนมีไม่สูงมาก แต่ประโยชน์ที่ได้จากสาหร่าย คือ แร่ธาตุ และวิตามิน เช่นวิตามินเอ บี2 บี12 ซี และดี นอกจากนี้ยังมีกรดโฟลิก และไอโอดีน Chapman. (1970, อ้างตามกาญจนภาชน์, 2527)

สาหร่ายที่นิยมนำมาบริโภคมีหลายชนิด แต่ที่นิยมนำมารับประทาน และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ คือสาหร่าย *Caulerpa* spp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว จัดอยู่ใน Division Chlorophyta ในอันดับ Caulerpales (ยุวดี, 2546) ทัลลัส (thallus) มีรูปร่างเป็นท่อติดต่อกันตลอด ลำต้นคืบคลานไปตามพื้น สีเขียวใส อวบน้ำ มีรากฝอยสำหรับยึดเกาะเป็นระยะๆและทอดแขนงซึ่งมีลักษณะคล้ายไรโซม (rhizome) ส่วนที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงมีลักษณะคล้ายใบ เรียกว่ารามูลัส (ramulus) เกิดเป็นช่อชูขึ้นเหนือพื้นดิน และมีรูปร่างต่างกันหลายลักษณะ อาจเป็นก้านยาวรี กลม แบน หรือมีลักษณะคล้ายขนนก ขึ้นอยู่กับแต่ละชนิด ทัลลัสมีขนาดเล็กใหญ่ต่างๆ กัน บางชนิดอาจยาวถึง 1 เมตร (กาญจนภาชน์, 2527)

สาหร่าย *Caulerpa* spp. มีประโยชน์หลายด้าน เช่นประโยชน์ทางยาช่วยลดความดันของเลือด เพราะในสาหร่าย *Caulerpa* spp. มีกรดโฟลิคและวิตามิน เอ บี และซี ซึ่งในประเทศฟิลิปปินส์ใช้สาหร่าย *Caulerpa* spp. เป็นยาสามัญพื้นบ้านรักษาโรคปวดในข้อ และใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์รวมทั้งเลี้ยงปลาในบ่อ (Navaezek, 2001) ประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจ McHugh (2003) ได้รายงานว่าในประเทศฟิลิปปินส์สาหร่าย *C. racemosa* และ *C. lentillifera* มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสาหร่าย *C. lentillifera* สามารถเพาะเลี้ยงและส่งผลผลิตขายประเทศญี่ปุ่น ประมาณ 12-15 ตันน้ำหนักสด/เฮกแตร์/ปี นอกจากนี้สาหร่ายยังมีประโยชน์ในด้านการบำบัดน้ำ การใส่สาหร่าย *Caulerpa* sp. ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำสาหร่ายช่วยดูดซับสารอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสู่เซลล์เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี ช่วยให้คุณภาพน้ำดีขึ้น แต่ควรมีการกำจัดสาหร่ายออกจากบ่อเลี้ยงปลาเป็นระยะ เพราะหากสาหร่ายตายลงจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลงมากกว่าเดิม ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้ (สรวิศ, 2543)

ประชาชนที่อาศัยในจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทยนิยมนำสาหร่าย *Caulerpa* spp. มาบริโภคอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะสาหร่าย *C. racemosa* var. *corynephora* ที่มีชื่อสามัญแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น สาหร่ายเขากวาง สาหร่ายขนนก สาย ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้ ทัลลัสมีส่วนที่ตั้งตรงจากพื้นลักษณะคล้ายขนนก สูง 10-15 เซนติเมตร มีแกนตั้งตรง และมีรามูลัสเกิด 2 ข้าง เป็นแท่งกลม ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ตรงปลายพองออกเป็นกระเปาะ สีเขียวสด สาหร่ายชนิดนี้ใช้รับประทานสดเป็นผักจิ้มน้ำพริก มีขายในตลาดบางจังหวัด เช่น สตูล ตรัง และกระบี่ โดยทั่วไปสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) จะถูกเก็บมาจากธรรมชาติในคลองบริเวณป่าชายเลนในช่วงน้ำลง (Lewmanomont and

Ogawa, 1995) และตามกระชังเลี้ยงปลา พบในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนธันวาคม-เมษายน ส่วนในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายนน้ำมีความเค็มต่ำ ชาวบ้านจะเก็บสาหร่ายได้น้อยลง ประกอบกับผลผลิตสาหร่ายที่เก็บเกี่ยวภายในจังหวัดไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำผลผลิตสาหร่ายจากจังหวัดสตูลเข้ามาจำหน่ายด้วย โดยราคาจำหน่ายส่งกิโลกรัมละ 10-30 บาท ส่วนราคาจำหน่ายปลีกกิโลกรัมละ 50-70 บาท

ผลผลิตสาหร่ายในธรรมชาติที่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลแสดงว่าค่าความเค็มน้ำทะเลเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Edelstein และคณะ (1976, อ้างตาม สมศักดิ์ และคณะ, 2533) พบว่าสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย คือน้ำทะเลควรมีอุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส และความเค็มน้ำประมาณ 30 ppt โดยเฉพาะในสาหร่ายพวงองุ่น (*C. lentillifera*) พบว่าความเค็มน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต โดยระดับความเค็มที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-30 ppt และหากใช้โคลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งมาเป็นวัสดุยึดเกาะก็จะยิ่งทำให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น (สันติ และคณะ, 2546)

เนื่องจากสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการนำสาหร่ายดังกล่าวมาศึกษาระดับความเค็ม และวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเขากวางในโรงเพาะฟัก เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับเกษตรกรได้นำไปใช้ประกอบในการผลิตสาหร่ายบริโภคในครัวเรือนหรือเพื่อผลิตเป็นรายได้เสริมให้กับครอบครัวได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C .racemosa* var. *corynephora*)
2. ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD : Completely Randomized Design) ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ

1.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาความเค็มน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) มี 5 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

ชุดทดลองที่ 1 ระดับความเค็ม 15 ppt

ชุดทดลองที่ 2 ระดับความเค็ม 20 ppt

ชุดทดลองที่ 3 ระดับความเค็ม 25 ppt

ชุดทดลองที่ 4 ระดับความเค็ม 30 ppt (ชุดควบคุม)

ชุดทดลองที่ 5 ระดับความเค็ม 35 ppt

1.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) มี 3 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ และชุดควบคุม คือ

ชุดทดลองที่ 1 ใช้ซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะ

ชุดทดลองที่ 2 ใช้โคลนเป็นวัสดุยึดเกาะ

ชุดทดลองที่ 3 ใช้ทรายเป็นวัสดุยึดเกาะ

ชุดควบคุม ไม่มีวัสดุยึดเกาะ

2. สถานที่ศึกษา

ดำเนินการทดลองในโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ที่มีหลังคาโปร่งแสงโดยใช้แสงธรรมชาติ ที่มีความเข้มแสงระหว่าง 500-20,000 ลักซ์ ระยะเวลาดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคม - มิถุนายน 2548 โดยศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสม 15 วัน และศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสม 15 วัน

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมพันธุ์สาหร่าย

เก็บตัวอย่างสาหร่ายเขากวางที่เจริญเติบโตเต็มที่ ขนาดความยาว 10-15 เซนติเมตร จากกระชังเลี้ยงปลา ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 3 ตำบลคลองยาง อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ นำมาขยายพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ขนาด 1×1.5×0.5 เมตร เป็นระยะเวลา 1 เดือน จากนั้นตัดแบ่งสาหร่ายเป็นท่อนให้ได้ขนาด 5-10 เซนติเมตร และพักสาหร่ายไว้ เป็นระยะเวลา 3 วัน เพื่อปรับสภาพก่อนนำไปทดลอง

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

เตรียมกะละมังพลาสติกขนาดความจุ 50 ลิตร จำนวน 15 ใบ เติมน้ำทะเลปริมาตร 40 ลิตร ที่ระดับความเค็มน้ำ 15, 20, 25, 30 (ชุดควบคุม) และ 35 ppt ตามลำดับ นำท่อนพันธุ์สาหร่ายที่ได้เตรียมไว้มาเพาะเลี้ยงในกะละมังพลาสติกโดยใช้แท่งแก้วถ่วงเพื่อไม่ให้สาหร่ายลอย ใช้ความหนาแน่นสาหร่าย 1 กรัม/ลิตร พร้อมกับให้อากาศผ่านหัวทรายเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดระยะเวลาการทดลองและควบคุมความเค็มให้อยู่ในระดับที่กำหนด เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละครั้ง เป็นระยะเวลา 15 วัน

ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่าย เขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

เตรียมตู้กระจกขนาด 30×43×30 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ เติมน้ำทะเลปริมาตร 26 ลิตร โดยใช้ระดับความเค็มที่เป็นจากการทดลองที่ 1 มาเพาะเลี้ยงสาหร่ายเขากวางที่ความหนาแน่นสาหร่าย 1 กรัม/ลิตร โดยใช้ซากปะการัง ทราย และโคลน เป็นวัสดุยึดเกาะ และไม่มีวัสดุยึดเกาะเป็นชุดควบคุม พร้อมกับให้อากาศผ่านหัวทรายเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละครั้ง เป็นระยะเวลา 15 วัน

4. คุณภาพน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำสัปดาห์ละครั้ง โดยมีพารามิเตอร์ ดังนี้

- ความเข้มแสง ด้วยเครื่องมือวัดความเข้มแสง Digital LUX-Meter รุ่น INSDX-100
- ความเค็มด้วยเครื่องมือวัดความเค็มแบบหักเหแสง (Refracto-salinometer) ยี่ห้อATAGO รุ่น S/Mill-E
- pH โดยวิธี Electrometric method ด้วยเครื่องมือวัด pH แบบตัวเลข ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น model 50 pH/ion/conductivity meter.
- Alkalinityโดยวิธี Potentiometer titration to pre-selection pH (APHA, AWWA and WPCF, 1980)
- DOโดยวิธี Azide modification Winkler method (APHA, AWWA and WPCF,1980)
- Nitriteโดยวิธี Diazotization method (Strickland and Parsons, 1972)
- Nitrate โดยวิธี Cu-Cd Reduction method (Strickland and Parsons, 1972)
- Total ammoniaโดยวิธี Modified indophenol blue method (Sasaki and Sawada,1980)
- Orthophosphate โดยวิธี Ascorbic method (Strickland and Parsons, 1972)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ชั่งน้ำหนักสุดท้ายของสาหร่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลองด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Oertling รุ่น OB 152-CY0ZA10A-M และนำค่าที่ได้ไปคำนวณเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต โดยสูตรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย หรือ Average Day Growth Rate (ADG) (กรัม/วัน)

$$\textbf{ADG (กรัม/วัน)} = \frac{N_t - N_0}{t}$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ หรือ Specific Growth Rate (SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

คำนวณโดยใช้สูตรการหาอัตราส่วนการเจริญเติบโตของ Lobban and Harrison (1994)

$$\textbf{SGR (เปอร์เซ็นต์/วัน)} = \frac{100 \ln (N_t/N_0)}{t}$$

เมื่อ N_0 = น้ำหนักสดเริ่มต้น (กรัม)

N_t = น้ำหนักสดสุดท้าย (กรัม)

t = ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป microsoft excel 2000 และ SPSS for windows version 11.0 ค่าที่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย (multiple comparisons) ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (กัลยา, 2546)

ภาพที่ 1 สาหร่าย *C. racemosa* var. *corynephora*

ภาพที่ 2 สาหร่ายในชุดการทดลองความเค็มที่เหมาะสม

ภาพที่ 3 การทดลองวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสม

ผลการศึกษา

1. ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

1.1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (Average Day Growth Rate; ADG) (กรัม/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ระดับความเค็ม 20, 25, 30 (ชุดควบคุม) และ 35 ppt มีค่าเท่ากับ -1.99±0.71, 0.68±0.83, 2.52±1.06 และ 2.58±0.38 กรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนระดับความเค็ม 15 ppt สาหร่ายตายหมดไม่สามารถวิเคราะห์สถิติได้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย พบว่าที่ระดับความเค็มน้ำ 35 ppt สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับที่ระดับความเค็มน้ำ 15, 20 และ 25 ppt แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดควบคุม (ตารางที่ 1)

1.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

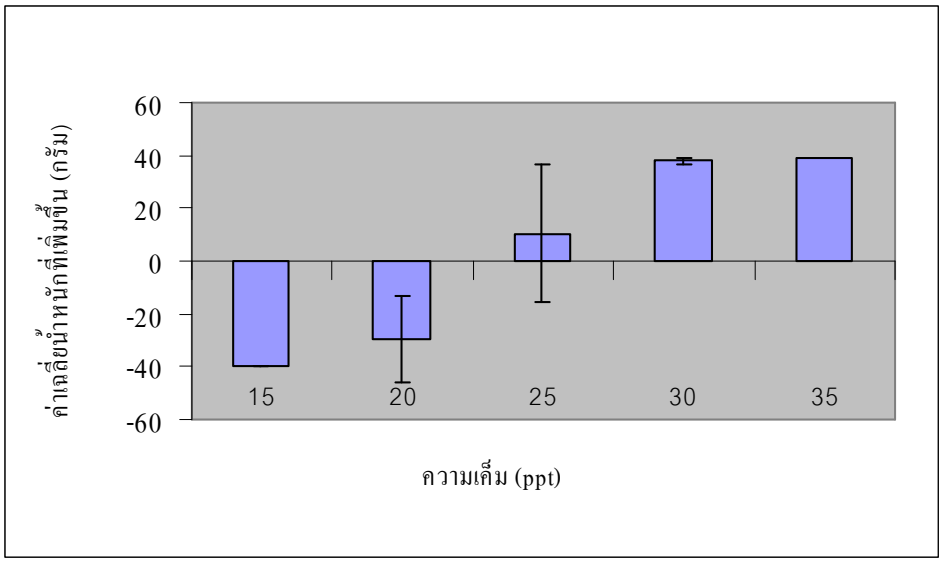
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของสาหร่ายที่ระดับความเค็มน้ำ 25, 30 (ชุดควบคุม) และ 35 ppt มีค่า 1.39±1.65, 4.35±1.35 และ 4.50±0.47 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเค็ม 15 และ 20 ppt ไม่สามารถวิเคราะห์สถิติได้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ พบว่าที่ระดับความเค็ม 35 ppt สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับที่ระดับความเค็มน้ำ 15, 20 และ 25 ppt แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดควบคุม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเค็มต่างกัน

ค่าวิเคราะห์	ระดับความเค็ม				
	15 ppt	**20 ppt**	**25 ppt**	**30 ppt**	**35 ppt**
น้ำหนักเริ่มต้นทดลอง (กรัม)	40.00±0.00	40.00±0.00	40.00±0.00	40.00±0.00	40.00±0.00
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)	0.00*	10.20±10.69	50.26±12.40	77.87±15.94	78.69±5.67
น้ำหนักเพิ่มขึ้น (กรัม)	0.00*	-29.8±10.69	10.26±12.40	37.87±15.94	38.69±5.67
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	0.00*	-1.99 ± 0.71^{a}	0.68 ± 0.83^{b}	2.52 ± 1.06^{c}	2.58 ± 0.38^{c}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	0.00*	คำนวณไม่ได้	1.39 ± 1.65^{a}	4.35 ± 1.35^{b}	4.50 ± 0.47^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* สาหร่ายตายหมดไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) ที่เพาะเลี้ยงในระดับความเค็มต่างกัน

2. ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

2.1 อัตราการเจริญเติบโต (Average Day Growth Rate ; ADG) (กรัม/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ทดลองใช้วัสดุยึดเกาะ 3 ชนิด คือซากปะการัง โคลน ทราย และชุดควบคุมที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.57±0.70, 2.38±1.30, 1.25±1.04, และ 0.51±0.78 กรัม/วัน ตามลำดับ โดยสาหร่ายเขากวางที่ใช้ซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดทดลองที่ใช้ทราย และชุดควบคุม แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดทดลองที่ใช้โคลน ในขณะที่สาหร่ายในชุดควบคุมและชุดทดลองที่ใช้ทราย และโคลนเป็นวัสดุยึดเกาะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2)

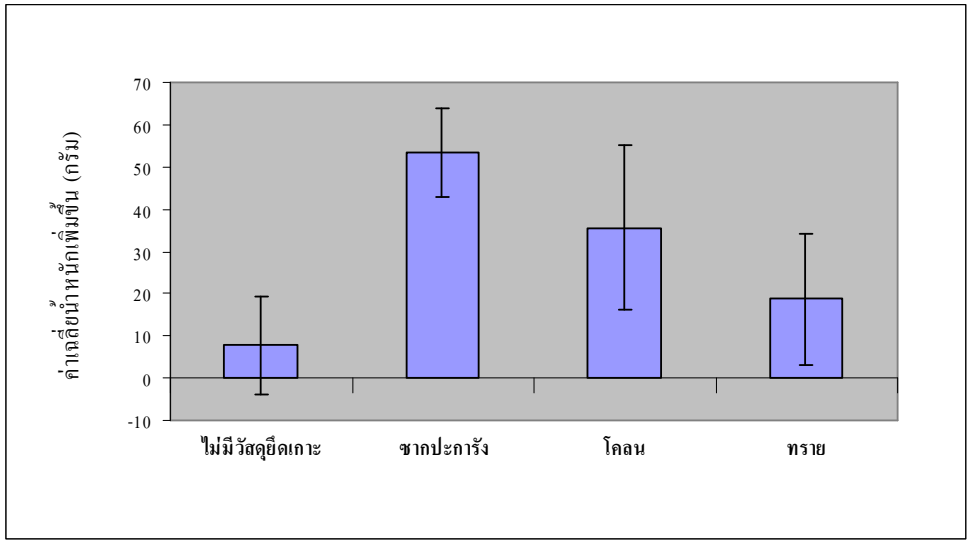
2.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของสาหร่ายที่ทดลองใช้วัสดุยึดเกาะ 3 ชนิด คือซากปะการัง โคลน ทราย และชุดควบคุมที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.42±0.88, 5.50±2.36, 3.31±2.55 และ 1.41±2.62 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ โดยสาหร่ายเขากวางที่มีซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดควบคุมที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะ แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดทดลองที่ใช้โคลน ในขณะที่สาหร่ายในชุดควบคุม และชุดทดลองที่ใช้ทราย และโคลน มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงสาหร่ายโดยใช้ชนิดของวัสดุยึดเกาะต่างกัน

ค่าวิเคราะห์	ชนิดของวัสดุยึดเกาะ			
	ซากปะการัง	โคลน	ทราย	ไม่มีวัสดุยึดเกาะ
น้ำหนักเริ่มต้นทดลอง (กรัม)	26.00±0.00	26.00±0.00	26.00±0.00	26.00±0.00
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)	79.54±10.50	61.64±19.48	44.70±15.63	33.71±11.72
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	53.54±10.50	35.64±19.48	18.70±15.63	7.71±11.72
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	3.57±0.70 [b]	2.38±1.30 [ab]	1.25±1.04 [a]	0.51±0.78 [a]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	7.42±0.88 [b]	5.50±2.36 [ab]	3.31±2.55 [a]	1.41±2.62 [a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*) เมื่อใช้วัสดุยึดเกาะต่างกัน

3. คุณภาพน้ำ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดการทดลองในการศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	15 ppt		20 ppt		25 ppt		30 ppt		35 ppt	
	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด
pH	8.12±0.01	7.91±0.004	8.09±0.01	7.99±0.02	8.11±0.01	7.98±0.02	8.07±0.02	7.99±0.02	8.02±0.04	8.00±0.02
DO (mg/l)	6.20±0.14	6.43±0.15	6.30±0.28	6.50±0.10	6.20±0.17	6.57±0.21	6.15±0.21	6.57±0.15	6.15±0.07	6.50±0.10
Alkalinity (mg/l)	127.0±2.8	120.0±2.5	128.5±2.1	121.0±1.5	130.25±4.6	125.0±1.5	137.8±3.2	130.0±2.5	134.5±0.7	130.0±2.0
Ammonia (mg N/l)	0.0168±0.0006	0.0006±0.0003	0.0198±0.0039	0.0008±0.0003	0.0390±0.0012	0.0002±0.0000	0.0413±0.0009	0.0002±0.0000	0.0418±0.0010	0.0002±0.0000
Nitrite (mg N/l)	0.0010±0.0000	0.0000±0.0000	0.0015±0.0012	0.0000±0.0000	0.0015±0.0006	0.0000±0.0000	0.0018±0.0005	0.0000±0.0000	0.0019±0.0009	0.0000±0.0000
Nitrate (mg N/l)	0.0091±0.0003	0.0091±0.0003	0.0602±0.0021	0.0600±0.0002	0.0602±0.0010	0.0400±0.0010	0.0618±0.0010	0.0300±0.0006	0.0710±0.0012	0.0025±0.0006
Orthophosphate (mg N/l)	0.0002±0.0001	0.0000±0.0000	0.0004±0.0001	0.0001±0.0000	0.0042±0.0003	0.0001±0.0001	0.0060±0.0003	0.0002±0.0001	0.0069±0.0002	0.0001±0.0001
DIN (mg N/l)	0.0269±0.0018	0.0097±0.0006	0.0815±0.0072	0.0072±0.0005	0.1007±0.0028	0.0402±0.0010	0.1049±0.0024	0.0302±0.0006	0.1147±0.0031	0.0027±0.0006

DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen) = Ammonia + Nitrite + Nitrate

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดการทดลองในการศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ซากปะการัง		โคลน		ทราย		ไม่มีวัสดุยึดเกาะ	
	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด
ความเค็ม	30.0±0.0	32.0±0.0	30.0±0.0	32.0±0.0	30.0±0.0	32.0±0.0	30.0±0.0	32.0±0.0
pH	8.08±0.08	8.00±0.05	8.02±0.01	8.00±0.01	8.17±0.17	8.00±0.02	8.18±0.16	8.02±0.02
DO (mg/l)	6.30±0.14	6.45±0.05	6.15±0.07	6.30±0.05	6.25±0.07	6.30±0.10	6.35±0.21	6.50±0.05
Alkalinity (mg/l)	104.0±3.9	101±0.05	104.7±3.9	100.0±0.5	98.7±1.8	98.0±1.0	103.2±1.1	103.5±0.05
Ammonia (mg N/l)	0.0415±0.0002	0.0002±0.0001	0.0429±0.0005	0.0002±0.0001	0.0402±0.0005	0.0001±0.0001	0.0322±0.0008	0.0001±0.0001
Nitrite (mg N/l)	0.0002±0.0000	0.0000±0.0000	0.0002±0.0001	0.0000±0.0000	0.0001±0.0000	0.0000±0.0000	0.0000±0.0000	0.0000±0.0000
Nitrate (mg N/l)	0.0609±0.0001	0.0102±0.0002	0.0621±0.0009	0.0252±0.0010	0.0615±0.0010	0.0125±0.0003	0.0600±0.0010	0.0200±0.0009
Orthophosphate (mg N/l)	0.0080±0.0002	0.0002±0.0000	0.0120±0.0002	0.0005±0.0002	0.0043±0.0002	0.0002±0.0000	0.0042±0.0003	0.0003±0.0001
DIN (mg N/l)	0.1026±0.0003	0.104±0.0003	0.1052±0.0015	0.0227±0.0001	0.1018±0.0015	0.0126±0.0004	0.0922±0.0018	0.0201±0.0010

DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen) = Ammonia + Nitrite + Nitrate

สรุปและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

จากการทดลองเลี้ยงสาหร่ายเขากวาง *C. recemosa* var. *corynephora* ที่ระดับความเค็มต่างๆ พบว่าที่ระดับความเค็ม 15 ppt สาหร่ายมีลักษณะเหี่ยว นิ่ม และตายหมดภายใน 2 วัน เนื่องจากเซลล์สูญเสียสมดุลของน้ำภายในเซลล์ สอดคล้องกับผลการศึกษาในสาหร่าย *C. taxifolia* ที่เลี้ยงในน้ำทะเลความเค็มต่ำกว่า 20 ppt ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายลงในที่สุด (West and West, 2007) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานการศึกษาในสาหร่าย *C. racemosa* พบว่าสาหร่ายมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเมื่อความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงต่ำกว่า 20 ppt และสาหร่ายเริ่มทยอยตายจนหมด (Lobban and Harrison, 1994) ส่วนระดับความเค็ม 20 ppt สาหร่ายมีอัตราการตายสูงและส่วนที่เหลือก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งรายงานการศึกษา *C. racemosa* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าสาหร่ายหยุดเจริญเติบโตเมื่อความเค็มลดลงถึงระดับที่ 20 ppt โดยสามารถทนต่อความเค็มที่ 20 ppt ได้ในระยะหนึ่ง และอาจเริ่มเจริญเติบโตขึ้นใหม่เมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น (Carruthers *et al.*, 1993) เนื่องจากที่ระดับความเค็มน้ำต่ำๆ มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย เช่น ทำให้สาหร่ายไม่แตกแขนง (branching) และองค์ประกอบทางเคมีภายในเซลล์ของสาหร่ายเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่งผลให้น้ำหนักแห้งลดลง ในขณะที่ปริมาณโปรตีนในสาหร่ายกลับเพิ่มขึ้น (Munda and Kremer, 1977 อ้างโดย Lobban and Harrison, 1994) สำหรับสาหร่ายที่เลี้ยงในระดับความเค็ม 25 ppt สามารถเจริญเติบโตได้ แต่ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนสาหร่ายเขากวางที่เพาะเลี้ยงในระดับความเค็ม 30 และ 35 ppt มีอัตราการเจริญเติบโตได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (Paibulkichakul *et al*., 2005)พบว่าที่ระดับความเค็มน้ำ 30 เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการนำเข้าสารประกอบไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากตารางที่ 3 ที่พบว่าค่าไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำมีค่าลดลงมากที่ระดับความเค็ม 30 และ 35 ppt เนื่องจากสาหร่ายนำสารไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาในสาหร่าย *C. lentillifera* (นิสราภรณ์, 2544, McHugh, 2003) และในรายงานของสันติ และคณะ (2546) พบว่า *C. lentillifera* มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงในระดับความเค็ม 30 ppt ส่วนรายงานการศึกษาในสาหร่าย *C. racemosa* ที่เพาะเลี้ยงในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าที่ระดับความเค็ม 30-40 ppt สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีมาก แต่ที่ระดับความเค็มต่ำ 23 ppt หรือสูงถึง 42.5 ppt สาหร่ายไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Horstman, 1983) ส่วน Trono (1988) ได้เสนอแนะว่าควรเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Caulerpa* sp. ที่ระดับความเค็มน้ำตั้งแต่ 30 ppt ขึ้นไป โดยสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด

ดังนั้นการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเขากวางให้มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด น้ำทะเลควรมีความเค็มอยู่ในช่วง 30-35 ppt เพราะความเค็มน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทะเล การ

เปลี่ยนแปลงความเค็มมีผลกระทบต่อกระบวนการทางกายภาพ สรีรวิทยา และชีวเคมีของสาหร่าย โดยสาหร่ายในเขตร้อน (tropical zone) เจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็ม 30 ppt (Luning, 1990) ซึ่งมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำภายในเซลล์ของสาหร่าย ซึ่งเป็นผลจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ภายในเซลล์สิ่งมีชีวิตกับน้ำภายนอก เนื่องจากสาหร่าย *Caulerpa* sp. ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงแคบ (Stenohaline) (Horstman, 1983) หากนำสาหร่ายไปเลี้ยงในสภาวะที่ความเค็มต่ำน้ำจะออสโมซิสเข้าไปในเซลล์มากกว่าออกนอกเซลล์ ทำให้เซลล์เสียสมดุล และไปยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Norton *et al*., 1981 อ้างถึงใน Lobban and Harrison, 1994) ทำให้เซลล์ไม่สามารถรักษารูปร่างไว้ได้ และหากนำสาหร่ายไปเลี้ยงที่ความเค็มสูงเกินไป น้ำจะออสโมซิสออกนอกเซลล์มากกว่าเข้าไปในเซลล์ทำให้สาหร่ายตายได้เช่นกัน

2. ศึกษาวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเขากวาง (*C. racemosa* var. *corynephora*)

จากการศึกษาพบว่าวัสดุยึดเกาะที่ทำให้สาหร่ายเขากวางสามารถเจริญเติบโตได้ดี คือซากปะการัง และโคลนโดยสาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่การใช้ซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะทำให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด เนื่องจากซากปะการังมีคุณสมบัติทางกายภาพที่มีความโปร่ง กลวง และมีลักษณะเป็นรูพรุนจำนวนมาก ทำให้ส่วนที่คล้ายราก (rhizoid) สามารถยึดเกาะได้เป็นอย่างดี และ rhizoid สามารถดูดซับสารอาหารจากอินทรียวัตถุที่ติดอยู่ตามซอกหรือรอยแยกของวัสดุยึดเกาะที่เป็นของแข็งเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ (Williams, 1984) ส่วนสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงโดยใช้โคลนเป็นวัสดุยึดเกาะนั้น การเจริญเติบโตเกิดจากในโคลนมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย เนื่องจากโคลนมีอินทรียวัตถุสะสมอยู่ เมื่อปลดปล่อยออกสู่มวลน้ำทำให้ในน้ำมีสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Terrados and Marba, 2006) แม้ว่าโคลนจะมีคุณลักษณะทางกายภาพที่ไม่น่าจะเป็นวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสมต่อการยึดเกาะ แต่เนื่องจากโคลนก็เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ทั้งที่เป็นโคลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งหรือโคลนจากทะเล ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุยึดเกาะให้กับสาหร่ายได้ ส่วนวัสดุยึดเกาะที่เป็นทรายสาหร่ายเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก (สันติ และคณะ, 2546) สำหรับชุดทดลองที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะสาหร่ายเจริญเติบโตไม่ดี เนื่องจากสาหร่ายลอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา หากสาหร่ายไม่มีวัสดุยึดเกาะ ลักษณะทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายจะผิดปกติไป คือ รากของสาหร่ายพัฒนายาวมากขึ้นเพื่อหาสิ่งยึดเกาะ (De Senerpont domis, *et al*., 2003) แต่อย่างไรก็ตามในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายหากไม่ใช้วัสดุยึดเกาะก็อาจใช้สิ่งของที่มีน้ำหนักถ่วงให้สาหร่ายอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา สาหร่ายจะสามารถเจริญเติบโตคืบคลานไปตามพื้นบ่อได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าการใช้เศษซากปะการังเป็นวัสดุยึดเกาะทำให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้โคลนเป็นวัสดุยึดเกาะ ดังนั้นจึงควรใช้โคลนเป็นวัสดุยึดเกาะ เนื่องจากในการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ การนำเศษซากปะการังมาใช้ประโยชน์เป็นการกระทำที่ผิดกฎหมาย

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 6, ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 536 หน้า.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 342 หน้า.

นิสราภรณ์ ภักดีพันธ์. 2544. การเจริญเติบโตและคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพวงองุ่น, *Caulerpa lentillifera* J. Agardh. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 110 หน้า.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2546. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 492 หน้า.

สมศักดิ์ แสนสุข, สุรจิต วรรณจันทร์, วนิดา วัชรโศภิษฐกุล และฉลอง เมืองสนธ์. 2533. การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Polycavernosa chagii* ในแปลงทดลองระบบฟาร์มปิดซึ่งน้ำทะเลมีความเค็ม 10-20 ส่วนในพัน. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร. 34 หน้า.

สรวิศ เผ่าทองศุข. 2543. สาหร่าย : ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 355 หน้า.

สันติ ปริยะวาที, พุทธ ส่องแสงจินดา, สถาพร ดิเรกบุษราคม, ปิติวงษ์ ตันติโชดก และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2546. สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*). *วารสารการประมง* 56(5): 445-448.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation (APHA, AWWA and WPCF). 1980. Standard method for the examination of water and wastewater. 15th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 1134 pp.

Carruthers, T. J. B., D. I. Walker and J. M. Huisman. 1993. Culture studies on two morphological types of *Caulerpa* (Chlorophyta) from Perth, Western Australia, with a description of a new species. *Bot. Mar*. 36: 589-596.

De Senerpont domis, L. N., P. Fama, A. J. Bartlett, W. F. Prudhomme Van reine, C. A. Espinosa and G. C. Trono. 2003. Defining taxon boundaries in members of the morphologically and genetically plastic genus *Caulerpa* (Caulerpa, Chlorophyta). *J. Phycol*. 39: 1019-1037.

Horstmann, U. 1983. Cultivation of the green alga, *Caulerpa racemosa* in tropical waters and some aspects of its physiological ecology. *Aquaculture* 32: 361-371.

Lewmanomont, K. and H. Ogawa. 1995. Common Seaweed and Seagrasses of Thailand. Faculty of Fisheries, Kasetsart University. 164 pp.

Lobban, C. S. and P. J. Harrison. 1994. Seaweeds Ecology and Physiology. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 366 pp.

Luning, K. 1990. Seaweeds Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 527 pp.

McHugh D. J. 2003. A guide to the seaweed industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 1-21.

Navaezek, I. 2001. A guide to the common Edible and Medicinal Sea Plant of the Pacific Islands. Community Fisheries Training Pacific Series 3A. University of the South Pacific, Scretariat of the Pacific Community. 40 pp.

Paibulkichakul, C., S. Ussavauschariyakul and B. Paibulkichakul. 2005. Effect of salinity and light intensity on total nitrogenous compound uptake efficiency of the green macroalgae *Caulerpa lentillifera.* Faculty of Marine Technology, Burapa University, Chantaburi Campus. 3 pp.

Sasaki, K. and Y. Sawada. 1980. Determination of ammonia in estuary. *Bulletin of Japanese Society of Science and Fisheries*., 46: 319-321.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. Res. Bd. Canada, 167 (2nd Ed.), Ottawa. 284 pp.

Terrados, J. and N. Marba, 2006. Is the vegetative development of the invasive chlorophycean, *Caulerpa taxifolia*, favored in sediments with a high content of organic matter. *Bot. Mar*. 49: 331-338.

Trono G.C., Jr. 1988. Manual on seaweed culture: 2 pond culture of Caulerpa and 3 pond culture of Gracilaria. ASEAN/UNDP/FAO Regional small - scale coastal Fisheries Development Project Manila, Phillippines. pp. 1-25.

West, E. J. and R. J. West. 2007. Growth and survival of the invasive alga, *Caulerpa taxifolia*, in difference salinities and temperatures: implications for coastal management. *Hydrobiologia* 577: 87-94.

Williams, S. L. 1984. Uptake of sediment ammonium and translocation in a marine green macroalga *Caulerpa cupressoides*. *Limnol. Oceannogr*. 29: 374-379.