

589. 41046

21418

1.3

ผลของอัตราส่วนและช่วงความถี่ของการให้ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของสาหร่าย Gracilaria firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด

ปริญญานิพนธ์

ของ

วนิดา วัชรโสมภรกุล

12 ก.ย. 2533

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกที่ววิทยา

ธันวาคม 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

170363

ผลของอัตราส่วนและช่วงความถี่ของการให้ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
สาหร่าย Gracilaria firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด

บทคัดย่อ
ของ
วนิดา วัชรโศภิตกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา
ธันวาคม 2532

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria firma ในกระชังโดยใช้แผนแบบการทดลอง 3×8 แฟคตอเรียล ๗ อ่าวชาย ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้น้ำ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ในระบบฟาร์มปิด ปรากฏว่าเมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ 120 วัน อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 3 ระดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้น้ำ N:P ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย G. firma และพบว่าสาหร่าย G. firma มีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการควบคุมสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงแบบระบบฟาร์มปิดก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายให้เพิ่มมากขึ้น

EFFECTS OF PROPORTION AND FREQUENCY OF NUTRIENT PULSES OF N:P
ON THE GROWTH OF GRACILARIA FIRMA IN CLOSED FARM SYSTEM

AN ABSTRACT

BY

WANIDA WACHARASOPITAKUL

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Biology
at Srinakharinwirot University

December 1989

A factorial design experiment, using in situ cage cultures was used to investigate the effects of proportion and frequency of nutrient pulses of N:P on the growth of Gracilaria firma in closed farm system. The experiment have been carried on at Ao Yang, Ao Yai. subdistrict, Muang district, Trad province from July, 1989 to October, 1989. After the period of experiment 120 days growth rate and yield of G. firma, utilizing eight levels of nutrient proportions and three levels of pulse frequencies was also obtained with the statistically significant difference of .01. Both proportion and frequency of nutrient pulses effected growth of G. firma indicating nutrient limitation occurred during the study. The highest productivity was found when N and P were added in proportion 4:1, frequency of nutrient pulses once a week. The prerequisite observation gave the assumption the growth of Gracilaria sp. was directly depended on environmental factors.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ใต้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ใต้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ. สมศักดิ์ แสนสุข)

..... กรรมการ
(รศ. ศาสกร ตรีนันทวัน)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ. สมศักดิ์ แสนสุข)

..... กรรมการ
(รศ. ศาสกร ตรีนันทวัน)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. สุรจิต วรรณจันทร์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่.. 21 .. เดือน .. มีนาคม .. พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์
สมศักดิ์ แสนสุข ที่กรุณารับผู้ทำวิจัยเป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการวิจัยศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย
ชายฝั่งเพื่อการอุตสาหกรรม ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีงบประมาณ 2532
ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สาคร ตรีนันทวัน และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรจิต
วรรณจันทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนการตรวจแก้ไขให้ถูกต้อง ขอกราบขอบพระคุณ คุณฉลอง
เมืองสนธิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในงานทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายตลอดมา ขอขอบคุณ
คุณโสมณ และคุณมงคล ศีลาอาสน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องอาหารและที่พักอาศัยตลอด
ระยะเวลาที่ผู้ทำวิจัยไปทำการเพาะเลี้ยงสาหร่าย และขอขอบคุณทุกทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ
และให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัย แด่มีไฉ่กลาวนามในที่นี้

ผู้ทำวิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณ คุณสมทรง วัชรโศภิชฎกุล
ผู้สนับสนุนทั้งกำลังใจทรัพย์และกำลังใจให้แก่วิจัยมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ครู อาจารย์
ทุกท่านที่ได้มีส่วนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้วิจัยมาตั้งแต่ต้น

วนิดา วัชรโศภิชฎกุล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
✓ สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
✓ นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	8
ลักษณะของสาหร่ายสีแดงสกุล <u>Gracilaria</u>	8
ถิ่นที่ดำรงชีวิตและการกระจายของสาหร่ายสกุล <u>Gracilaria</u>	11
การสำรวจสาหร่ายสกุล <u>Gracilaria</u> ในประเทศไทย	11
สภาพนิเวศของสาหร่ายสกุล <u>Gracilaria</u>	12
อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย	
สกุล <u>Gracilaria</u>	13
การเพาะเลี้ยง <u>Gracilaria</u> spp.	15
การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทย.....	16
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	19
สถานที่และระยะเวลาการทดลอง.....	19
อุปกรณ์.....	19
วิธีการทดลอง.....	20
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	21

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาค้นคว้า.....	22
การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหรับ <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ.....	22
การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง สำหรับ <u>G. firma</u>	43
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	44
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	44
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	44
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
สรุปผลการศึกษา.....	45
อภิปรายผล.....	53
ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก ก	65
ภาคผนวก ข	79
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	81

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตารางแสดงแผนแบบการทดลอง.....	20
2	วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ และช่วงความดี การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	23
3	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความดีการให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน..	24
4	วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่ เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความดีการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	25
5	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความดี การให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	26
6	วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความดี การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	28
7	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความดี การให้ N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	29
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความดี การให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	31

9	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	32
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตน้ำหนัสดของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	34
11	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนัสดของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	35
12	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	47
13	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	49
14	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	51
15	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่าย <u>Gracilaria</u> spp. ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	56
16	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	66

ตาราง	หน้า
17 แสดงผลผลิตน้ำหมักสดของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	68
18 แสดงผลผลิตน้ำหมักแห้งของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	70
19 แสดงสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย <u>G. firma</u> ในระบบ ฟาร์มปิด ณ อ่าวบาง คำนวณอำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	72
20 แสดงวิธีการเตรียมสารละลายให้อัตราส่วนของ N:P ต่างกัน 8 ระดับ.....	80

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงแผนภาพวัฏจักรชีวิตของสาหร่ายสกุล <u>Gracilaria</u>	10
2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	36
3 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	37
4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	38
5 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P = 4:1 ทุกช่วงเวลาการให้.....	39
6 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบ ฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	40
7 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อ เพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	41
8 แสดงผลผลิตน้ำหนัสดของสาหร่าย <u>G. firma</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อ เพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	42
9 แสดงโครงสร้างของแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย <u>G. firma</u> บริเวณอ่าวบาง คำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	73

10	แสดงบอชี่เมนต์ ขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ที่ใช้เป็น แปลงทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ <u>G. firma</u> ณ อ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	73
11-12	แสดงลักษณะของกระชังทดลองคานปากและก้นกระชัง.....	74
13	แสดงการเก็บเกี่ยวพันธุ์สำหรับ <u>G. firma</u> มาใช้ในการทดลอง.....	75
14	แสดงลักษณะการวางกระชังทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ <u>G. firma</u> ตามแผนแบบ การทดลองแบบ 3 x 8 แดคตอเรียลในแปลงเพาะเลี้ยง.....	75
15-16	แสดงการนำสำหรับ <u>G. firma</u> จากแปลงทดลองขึ้นมาให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตรา 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง.....	76
17-18	แสดงการแช่สำหรับ <u>G. firma</u> ในถังพลาสติกโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ในช่วงเวลาการให้ต่างกัน 3 ระดับ.....	77
19	แสดงลักษณะการแตกแขนงของสำหรับ <u>G. firma</u> ในกลุ่มทดลองเมื่อ เพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	78
20	แสดงการชั่งน้ำหนักสดของสำหรับ <u>G. firma</u> เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตามขั้นตอนการทดลอง.....	78

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มนุษย์รู้จักนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานกว่า 4,000 ปีมาแล้ว โดยเฉพาะชาวจีนได้นำมาใช้เป็นยา ประกอบอาหาร ในสมัยก่อนคริสตกาลชาวโรมันรู้จักนำสาหร่ายมาสกัดสารเพื่อใช้ทำเป็นเครื่องสำอาง ต่อมาประเทศทางยุโรปจึงรู้จักใช้สาหร่ายทะเลให้เป็นประโยชน์ โดยใช้เป็นอาหารสัตว์ ทำปุ๋ย สกัดไอโอดีน และโปแตสเซียม (กาญจนภาชน์ ลัวมโนมนต์. 2527 : 40) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถสกัดสารจากสาหร่ายทะเลนำไปใช้ประโยชน์กันมากทางด้านอุตสาหกรรม ได้แก่ สารพวกไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เช่น วุ้น (agar) คาราจีแนน (carrageenan) และแอลจิน (algin) (Hoppe and Schmid. 1969 : 288 - 299)

วุ้น เป็นผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง วุ้นประกอบด้วย พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) คือ อะกาโรส (agarose) และ อะกาโรเพกติน (agaropectin) ซึ่งจีนเป็นชาติแรกที่รู้จักใช้ประโยชน์จากวุ้นและแพร่หลายเข้าไปในญี่ปุ่น ประโยชน์ของวุ้นนั้นจะใช้ในอุตสาหกรรมด้านการผลิตอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และปลา ผลิตภัณฑ์นมอบ ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ใช้ในค่านจุลชีววิทยา โดยใช้เป็นส่วนประกอบในการเลี้ยงจุลินทรีย์ ใช้ในด้านเวชภัณฑ์และทางการแพทย์ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น (วลัย วราโห. 2525 : 27) ประเทศต่าง ๆ ในโลกที่ใช้สาหร่ายสกุล Gracilaria เป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้น ในเอเชีย ได้แก่ ไต้หวัน เกาหลี จีน ญี่ปุ่น เวียดนาม กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย อินเดีย ศรีลังกา ในยุโรป ได้แก่ โปรตุเกส อิตาลี สวีเดน โปแลนด์ ในแอฟริกา ได้แก่ การ์นา ออฟริกาใต้ โมซัมบิก อียิปต์ ในอเมริกาเหนือ ได้แก่ แคนาดา สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก

ในอเมริกาใต้มี เปรู ชิลี อาร์เจนตินา และบราซิล (Durai Ratnam and Santos. 1981 : 669)

สาหร่ายที่นิยมนำมาสกัดในประเทไทยมีหลายชนิดที่นิยมมากคือสาหร่ายสกุล Gracilaria มีชื่อพื้นเมืองทางภาคใต้เรียก สาหร่ายผมนาง ส่วนทางภาคตะวันออกเรียก สาหร่ายเขากวาง ในประเทศไทยมีการเก็บสาหร่ายนี้มาตากแห้ง แล้วส่งขายเป็นสินค้าออก มาก่อนปี พ.ศ. 2499 แต่เพิ่งมีรายงานเป็นหลักฐานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน (กาญจนาภรณ์ ลีวมโนนศักดิ์. 2529 : 144) จากรายงานการส่งสาหร่ายทะเลเป็นสินค้าออก ปี พ.ศ. 2521 - 2528 นั้น ประเทศไทยส่งสาหร่ายสกุล Gracilaria ออกรวมเป็นปริมาณ 737,825 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 142,893,474 บาท และจากการเปรียบเทียบผลผลิตของ สาหร่ายสกุล Gracilaria พบว่าในปี พ.ศ. 2523 เก็บเกี่ยวได้สูงที่สุดถึง 203,380 กิโลกรัม จากนั้นแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จนถึงปี พ.ศ. 2528 ปริมาณของสาหร่ายสกุล Gracilaria ที่เก็บเกี่ยวได้มีเพียง 82,150 กิโลกรัม (Hawaiian agronomic. 1986 : 56) เท่านั้นที่เป็น เช่นนี้เพราะการเก็บเกี่ยวจากธรรมชาติจะผันแปรไปตามฤดูกาล และสาหร่ายสกุล Gracilaria ในธรรมชาติมีปริมาณลดลงมากเนื่องจากสภาวะแวดล้อมและวิธีการเก็บเกี่ยวที่ไม่ถูกต้อง ชาวบ้าน เก็บเกี่ยวสาหร่ายพร้อมที่ยึดเกาะไปด้วย หลังจากเด็ดจากริฐี (thallus) ของสาหร่ายแล้ว ก็ทิ้งโคนที่ติดอยู่กับสิ่งยึดเกาะของสาหร่ายไว้บนพื้นดิน จึงทำให้ปริมาณสาหร่ายในธรรมชาติแทบจะ สูญพันธุ์ลงทีเดียว ส่วนการเก็บที่ถูกต้องนั้นควรเก็บเอาเฉพาะแต่จากริฐีของสาหร่าย ส่วนโคน ที่ติดอยู่กับสิ่งยึดเกาะนั้นปล่อยให้ลอยไว้ในทะเลเพื่อให้สาหร่ายได้เจริญงอกงามต่อไป (ศักดิ์ * เดียร์ในเมือง. 2527 : 2)

ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสาหร่ายทะเลนั้น ประเทศไทยต้องส่งผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเข้ามาไว้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2521 - 2528 ปรากฏว่า ปริมาณวัตถุดิบที่ส่งเข้ามาใช้ภายในประเทศ มีปริมาณสูงถึง 1,813,122 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 583,511,957 บาท (Hawaiian agronomic. 1986 : 62) ปี 2529 ประเทศไทยส่ง ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเข้าประเทศคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 135.1 ล้านบาท (Hawaiian agronomic.

1987 : 163 - 168) จะเห็นว่าประเทศไทยคงขาดบุคลากรเกี่ยวกับเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้นทุกปี ประเทศที่ส่งผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลเป็นสินค้าเข้ามาขายในประเทศไทยมีหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อาร์เจนตินา ชิลี ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา ประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่มีอาณาเขตทางทะเลทั้งสิ้น แต่ละประเทศได้มีการตั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล แล้วเก็บเกี่ยวมาแปรรูปหรือคัดแปลงตามกรรมวิธีจนได้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลมาส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอาณาเขตทางทะเลโดยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,420 กิโลเมตร เป็นชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยประมาณ 1,930 กิโลเมตร ทางฝั่งทะเลอันดามัน ประมาณ 490 กิโลเมตร (กรรพรวงศ์ศึกษาธิการ. 2524 : 1 - 4) มีอาณาเขตที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลอยู่มากมาย รวมทั้งในปัจจุบันรัฐบาลได้มองเห็นความสำคัญของสาหร่ายโดยในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ได้กำหนดให้สาหร่ายเป็นสินค้าเป้าหมายที่มีโอกาสขยายการผลิตและการตลาด โดยจัดอยู่ในประเภทประมง ถือว่าเป็นสินค้าที่ประเทศไทยสามารถทำการผลิตได้ มีตลาดรองรับอยู่แล้วทั้งในและนอกประเทศ รวมทั้งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (จินตนา ศรีตงกล. 2529 : 30 - 37) ดังนั้นทางกรมประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ต่างก็พยายามศึกษาหาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล โดยเฉพาะสาหร่ายสกุล *Gracilaria* เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม ซึ่งถ้าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลประสบผลสำเร็จแล้วก็จะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างมากทั้งในด้านการสร้างงาน สร้างรายได้ให้แก่ชาวประมง ลดการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ และยังเป็นการเพิ่มผลผลิตการพัฒนาชายฝั่งทะเลให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น (สนม วันเพ็ญ. 2530 : 3) สำหรับในประเทศไทยพบว่าในช่วงหนึ่งปีสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายได้เพียงหนึ่งครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - เมษายน เท่านั้น สำหรับในเดือนสิงหาคม - ตุลาคม สาหร่ายจะชะงักการเจริญเติบโต การชะงักการเจริญเติบโตของสาหร่ายนี้มีผลมาจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางนิเวศวิทยาของสาหร่าย สภาพที่เหมาะสม

ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนั้นน้ำทะเลควรจะมีอุณหภูมิ 20 - 28 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเลประมาณ 30 ส่วนในพัน (ppt.) สาหร่ายสกุล Gracilaria จะเจริญได้ดี และสาหร่ายจะตายเมื่อน้ำทะเลมีความเค็มต่ำกว่า 10 ส่วนในพัน (Edelstein and others, 1976 : 2275 - 2290) จากการศึกษพบว่าสาหร่ายต้องการสารอาหารจำพวกแร่ธาตุไม่แตกต่างไปจากพืชชั้นสูง แร่ธาตุที่สาหร่ายต้องการมาก ได้แก่ คาร์บอน ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม (Venkataraman, 1968 : 111) โดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก ทั้ง DNA, RNA, ฟอสโฟไลปิด เอนไซม์, โคเอนไซม์, โปรตีน, ATP และ NAD หากสาหร่ายขาดฟอสฟอรัสรุนแรงเป็นเวลานานจะทำให้มีการเจริญที่จำกัดให้ผลผลิตต่ำ สำหรับไนโตรเจนก็เป็นธาตุโครงสร้างของกรดอะมิโนที่มีอยู่มากกว่า 20 ชนิด ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน, เป็นองค์ประกอบของสารพลังงานสูง คือ ATP, กรดนิวคลีอิก, กลูโคส, โคเอนไซม์, ฮอร์โมนพืช และวิตามิน ถ้าสาหร่ายได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตดี แข็งแรง ให้ผลผลิตสูงถ้าขาดจะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตช้า แตระแกรน ให้ผลผลิตต่ำ (เสนาะ บุญมี, 2530 : 13 - 14) จะเห็นได้ว่าบทบาทและหน้าที่ของฟอสฟอรัสกับไนโตรเจนในสาหร่ายนั้นค่อนข้างจะมีความสัมพันธ์กันหลายทาง เช่น สาหร่ายจะดูดซับและสะสมสารประกอบของไนโตรเจนอย่างรวดเร็วเมื่อมีฟอสฟอรัสในปริมาณน้อย ในทางกลับกันหากมีฟอสฟอรัสปริมาณมากในสารอาหาร การดูดซับไนโตรเจนก็จะลดต่ำลง การใส่ฟอสฟอรัสจึงเป็นตัวทำให้เกิดสมดุลของไนโตรเจน (สุรจิต วรรณจันทร์, 2525 : 75 - 76) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาวิธีการให้สารอาหารในรูปของอัตราส่วน N:P ระดับต่าง ๆ และช่วงเวลาการให้สารอาหารแก่สาหร่าย G. firma เป็นการศึกษาอัตราส่วนและความถี่ของการให้ N:P ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของสาหร่ายให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และสามารถเก็บเกี่ยวได้มากกว่าที่ครั้งต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงเป็นการค้าในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma ภายใต้แสงที่พอเหมาะโดยให้แร่ธาตุ N:P ในอัตราส่วนต่างกันและช่วงเวลาการให้ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วน กับช่วงเวลาการให้ N:P ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบถึงอัตราส่วน N:P และช่วงเวลาการให้แร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสำหร่าย G. firma
2. เพื่อนำผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปใช้เป็นข้อมูลก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงสำหร่าย G. firma เพื่อการค้าในระดับครัวเรือนจนถึงระดับอุตสาหกรรม

สมมติฐานการศึกษา

1. การเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงด้วยวิธีให้แร่ธาตุ N:P ในระดับที่ต่างกันจะแตกต่างกัน
2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงด้วยการให้แร่ธาตุในช่วงเวลาที่ต่างกันจะแตกต่างกัน
3. อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนกับช่วงเวลาการให้ N:P มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. สำหรับรายละเอียดที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้คือ สาหร่ายใน คิวชั้น โรโดไฟตา (Division Rhodophyta) สกุลกรากซิลารีย (Gracilaria) โดยเก็บพันธุ์จากบริเวณอ่าวเลน และ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ

2.1 อัตราส่วน N:P แบ่งเป็น 8 ระดับ คือ

1. $N:P = 0:0$

2. $N:P = 0:1$

3. $N:P = 1:1$

4. $N:P = 4:1$

5. $N:P = 7:1$

6. $N:P = 10:1$

7. $N:P = 13:1$

8. $N:P = 16:1$

2.2 ช่วงเวลาการให้อาหาร 3 ระดับ

1. 2 ครั้งต่อสัปดาห์

2. 1 ครั้งต่อสัปดาห์

3. 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์

ตัวแปรตาม

2.3 การเจริญเติบโต และผลผลิตของสาหร่าย G. firma

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma หมายถึง น้ำหนักสดของสาหร่ายที่เพิ่มขึ้น หลังจากให้อาหารโดยนำไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) จากสูตร

$$u = \frac{100 \ln (N_t / N_o)}{t}$$

N_o = น้ำหนัก ณ เวลาตั้งต้นของสาหร่าย

N_t = น้ำหนักสาหร่ายในช่วงเวลา t

t = ช่วงเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่เวลาตั้งต้นถึงเวลาเก็บเกี่ยว

u = เปอร์เซ็นอัตราการเจริญเติบโตต่อช่วงเวลา t

(DeBore and others. 1978 : 263)

2. ผลผลิตของสาหร่าย G. firma หมายถึง น้ำหนักแห้งของสาหร่าย G. firma

3. น้ำหนักสด หมายถึง น้ำหนักของสาหร่าย G. firma ที่ได้จากการนำสาหร่ายจากกระชังทดลองมาล้างสิ่งสกปรกออกแล้วทิ้งไว้ในถุงตาข่ายในลอนจนสะเด็ดน้ำแล้วนำมาชั่งคือน้ำหนักเป็นกรัม

4. น้ำหนักแห้ง หมายถึง น้ำหนักคงที่ของสาหร่าย G. firma หลังจากนำไปอบแห้งที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Rosenberg. 1981 : 584) แล้วนำมาชั่งคือน้ำหนักเป็นกรัม

5. ธารินทร์ (thallus) หมายถึง โครงสร้างของสาหร่ายที่ประกอบด้วยส่วนที่คล้ายรากและใบ

6. ระบบฟาร์มปิด (closed farm system) หมายถึง การเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ในบ่อที่มีลักษณะคล้ายบ่อเลี้ยงกุ้งแถมกันแข็ง หรือการเพาะเลี้ยงด้วยกระชังในบ่อเลี้ยงกุ้ง

7. อัตราส่วน N:P คัดจากน้ำหนักโมเลกุลของ NH_2CONH_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ และ K_2HPO_4

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กราซิลารีย (Gracilaria) เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน เพราะสาหร่ายชนิดนี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารไฟโตคอลลอยด์ (phycocolloid) ไฟโตคอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่ให้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในทางอุตสาหกรรม คือ วุ้น สาหร่ายสีแดงที่ให้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวุ้นจะเรียกว่า อะกาโรไฟต์ (agarophytes) คำว่า Gracilaria มาจากภาษาละตินว่า Gracilis ซึ่งหมายถึงคำในภาษาอังกฤษ คือ slender ที่แปลว่า เรียว ยาว ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของธารินทร์รี่ ในสาหร่ายสกุลนี้

ลักษณะของสาหร่ายสีแดงสกุล Gracilaria

ธารินทร์รี่ มีรูปร่างเรียวยาวเป็นรูปทรงกระบอกหรือแบน อวบน้ำ ลักษณะของธารินทร์รี่ นั้นมีตั้งแต่อ่อนนุ่มหักง่าย ไปจนกระทั่งเหนียวเหมือนหนังหุ้มหรือกระดูกอ่อน ผิวของธารินทร์รี่อาจเรียบหรือหยากก็ได้ การแตกแขนงมากน้อยสุดแต่ละชนิด บางชนิดแตกแขนงมากจนเป็นพุ่มขนาดใหญ่ การแตกแขนงอาจแตกเป็นคู่ แบบง่าม 2 แขนง (dichotomous) หรือแตกไม่เป็นระเบียบ หรือแตกเป็นหลายแขนง อย่างไม่มีกำหนดกฎเกณฑ์ แผ่ขยายออกไปเรื่อย ๆ การแตกแขนงจะเกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์ที่ยอดธารินทร์รี่หรือยอดแขนง (apical cell) จนทำให้ธารินทร์รี่เป็นพุ่มที่โคนของธารินทร์รี่ฐานกลมแบน ที่เรียกว่า โฮลด์ฟาสต์ (hold fast) ทำหน้าที่ยึดเกาะกับวัตถุใต้น้ำ เช่น หิน กรวด เปลือกหอย เชือก อวน เป็นต้น (กาญจนาภาชน์ ลีวมนมมณต์.

2527 : 287)

ผนังเซลล์ ประกอบด้วย ผนังเซลล์ชั้นในเป็นพวกเซลลูโลสและเพกทิน ส่วนผนังเซลล์ชั้นนอกเป็นสารเมือก พวกลาแลกเตนซัลเฟต (sulfated galactan) ได้แก่ วุ้น (agar) พอร์ไฟแรน (porphyran) ฟอร์เซลล์เลแรน (furcelleran)

สารสี ประกอบด้วย คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นคลอโรฟิลล์ เอ ดี และมีสารพวกบิลิโปรตีน (biliprotein) คือ อาร์ - ไฟโคอีริทริน (r-phycoerythrin) เป็นส่วนประกอบ (Liu, Wand and Youg. 1981 : 457)

สาหร่ายสกุล Gracilaria หรือสาหร่ายเขากวาง ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทย มีลักษณะธารินทร์เดี่ยวแตกแขนงเป็นพุ่ม กิ่งแข็งและอวบน้ำ ความยาวของธารินทร์ 10 - 20 เซนติเมตร ผิวเรียบ สีน้ำตาล เทา เขียวหรือใส เส้นผ่าศูนย์กลางของธารินทร์ 2 - 4 มิลลิเมตร แขนงที่แตกยาว 3 - 5 เซนติเมตร มีสำหรับยึดเกาะอยู่กับก้อนกรวดเป็นพุ่ม มีก้านแข็งจึงคล้ายเขากวาง (ประมุข เพ็ญสุต. 2525 : 7)

วัฏจักรชีวิต (life cycle)

วัฏจักรชีวิตของสาหร่ายสกุล Gracilaria เป็นแบบสลับที่เรียกว่า แบบ 3 ระยะ (triphasic type) คือระยะธารินทร์ซึ่งสร้างเซลล์เพศ มีจำนวนโครโมโซมเป็นแบบแฮพลอยด์ ระยะธารินทร์ซึ่งสร้างการไปสปอร์และระยะธารินทร์ซึ่งสร้างเทรสปอร์ มีจำนวนโครโมโซมเป็นแบบดิพลอยด์ ธารินทร์ที่สร้างการไปสปอร์เกิดบนธารินทร์สร้างเซลล์เพศ เทรสปอร์เกิดบนธารินทร์ที่สร้างเทรสปอร์ (Kim. 1970 : 148)

ถิ่นที่ดำรงชีวิตและการกระจายของสาหร่ายสกุล Gracilaria

สาหร่ายสกุล Gracilaria กระจายอยู่ทั่วโลก ทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ซึ่งประมาณกันว่ามีถึง 160 ชนิด (Kim. 1970 : 157) ในทวีปเอเชียจะพบสาหร่ายสกุล Gracilaria บริเวณชายฝั่งทะเลของญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินเดีย ศรีลังกา เกาหลี ไต้หวัน อินโดนีเซีย ปากีสถาน ชองกง สิงคโปร์ โคลัมเบีย มาเลเซีย สาธารณรัฐประชาชนจีน เวียดนาม และไทย ในทวีปแอฟริกา พบบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และชายฝั่งทะเลของแอฟริกาใต้ ในโอเชียเนีย พบบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย และชายฝั่งทะเลของนิวซีแลนด์ ทวีปอเมริกาเหนือ พบแถบ บริติชโคลัมเบีย ชายฝั่งของแคนาดา ชายฝั่งแคลิฟอร์เนีย ชายฝั่งของฟลอริดา นอร์ทคาโรไลนา อ่าวเม็กซิโก และคิวบา ส่วนทวีปอเมริกาใต้ พบในคอกกลางและตอนใต้ของชายฝั่งประเทศชิลี ตอนกลางและตอนเหนือของเปรู ชายฝั่งทะเลของบราซิล และอาร์เจนตินา (Hoppe and Schmid. 1969 : 290 - 293)

การสำรวจสาหร่ายสกุล Gracilaria ในประเทศไทย

การสำรวจสาหร่ายสกุล Gracilaria ในประเทศไทย ได้มีการสำรวจตั้งแต่ พ.ศ. 2502 จนถึง พ.ศ. 2526 ทั้งนี้ กรมวิทยาศาสตร์ (2502 : 2, 10) สำรวจสาหร่ายทางฝั่งทะเลด้านตะวันออกของประเทศไทย ศรีสุตา จินดาพล (2519 : 73) สำรวจสาหร่ายบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตรัง สมชาย สกลทับ (2519 : 105) สำรวจสาหร่ายบริเวณชายฝั่งทะเลรอบเกาะภูเก็ต ทรัพย์ ภิรวงษ์ภักดี (2519 : 69) สำรวจสาหร่ายบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด วาฬเพชฌัญญุ์ (2520 : 73) สำรวจสาหร่ายฝั่งจังหวัดชุมพร พิสิทธิ์ แสงวงศ์ (2520 : 122) ได้สำรวจสาหร่ายบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี สมภพ อินทสุวรณ์ (2525 : 88) สำรวจในทะเลน้อยและทะเลหลวงจังหวัดสงขลา สุภาจรี นิยะมานนท์ (2526 : 68 - 71) สำรวจบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา และเกาะใกล้เคียง

ผลจากการสำรวจเหล่านี้ ปรากฏว่าพบสาหร่ายสกุล Gracilaria กระจายอยู่ทั่วไปและสามารถพบได้ตลอดปี

สภาพนิเวศของสาหร่ายสกุล Gracilaria

สาหร่ายสกุล Gracilaria พบขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งที่มีก้อนกรวด ก้อนหินเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป และมีสาหร่ายอื่นเช่นปะปนอยู่ด้วย เช่น Hypnea sp., Acetabularia sp. สาหร่ายที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งที่มีการขึ้นลงของน้ำ (Richardson. 1968 : 357 - 363) เมื่อน้ำลงสาหร่ายนี้จะพ้นผิวน้ำ ดังนั้นสาหร่ายที่ขึ้นอยู่บริเวณที่น้ำขึ้นลงจะต้องสามารถทนทานต่อความแห้งและอุณหภูมิสูงได้ดี และยังพบสาหร่ายในเขตชายฝั่งที่มีน้ำท่วมตลอดเวลา (Issacc. 1956 : 173 - 185) สาหร่ายสกุลนี้แพร่กระจายได้เป็นอย่างดี และเจริญได้ดีในบริเวณที่เป็นอ่าวคลื่นลมสงบ ถ้าเป็นบริเวณที่มีคลื่นลมจัดจะทำให้สาหร่ายขาดลอยไปตามน้ำ นอกจากนี้ความเข้มแสงก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต บริเวณที่มีความเข้มของแสงน้อยสาหร่ายจะโตช้าและมีสีซีด เพราะขาดรงควัตถุ พวกไฟโคอีริทริน ดังที่กล่าวมาแล้วว่าสาหร่ายนี้จะเกาะยึดอยู่กับก้อนกรวดหรือเปลือกหอย แถบบริเวณชายฝั่งประเทศญี่ปุ่น บริเวณที่น้ำตื้นก็ยังพบสาหร่ายสกุล Gracilaria เจริญเป็นอิสระไม่มีติดเกาะกับสิ่งใด ลักษณะการขึ้นของสาหร่ายเช่นนี้พบบริเวณชายฝั่งของรัฐนอร์ทคาโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา (Boney. 1965 : 105 - 108) สาหร่าย Gracilaria dumontioides บริเวณมหาสมุทรแอนตาร์กติก เจริญเติบโตในน้ำลึกไม่เกิน 3 เมตร (Dell. 1972 : 1 - 11)

ช่วงเวลาที่สาหร่ายเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศของแต่ละประเทศในประเทศอินเดีย พบสาหร่ายสกุล Gracilaria น้อยในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน สาหร่ายจะปรากฏมากขึ้นในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (Rao. 1968 : 715 - 721) สาหร่าย Gracilaria ในเขตหนาวจะปรากฏในบริเวณระดับความลึกไม่เกิน 3 เมตร และพบได้ในระยะที่อากาศเริ่มอบอุ่น (Taylor. 1979 : 38 - 55 ; Hoyle. 1975 : 288 - 299)

อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายสกุล Gracilaria

แร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายจนครบวัฏจักรชีวิตประกอบด้วย C H O N P K S Ca Mg แร่ธาตุเหล่านี้สาหร่ายต้องการมากบางน้อยบางไม่เท่ากัน อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยไม่เอา C H และ O ไว้ในพวกใดพวกหนึ่ง เพราะสาหร่ายได้จากน้ำและอากาศเพียงพอยู่แล้ว กลุ่มแรกเป็นแร่ธาตุหลัก (fertilizer elements) ได้แก่ N P K กลุ่มที่สองคือ แร่ธาตุรอง (secondary essential elements) ได้แก่ Ca Mg S ซึ่งกลุ่มนี้มักไม่ค่อยมีปัญหาในการขาดเนื่องจากมีพอเพียงในน้ำทะเลและสาหร่ายต้องการแร่ธาตุในกลุ่มนี้น้อย (ชงยุทธ โอสดสภา และสุรเดช จินตกานนท์. 2521 : 34) สำหรับในกลุ่มแรกปริมาณ N และ P ที่มีจำกัดจะมีบทบาทเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน N:P ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำทะเล (Smith. 1984 : 1149 - 1160)

จากการศึกษาอัตราการดูดซับและการเก็บสะสมปริมาณสารอาหารในสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ชายฝั่งฟลอริดา พบว่าสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan สามารถดูดซับ N ได้รวดเร็วโดยใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง และเก็บสะสมในเนื้อเยื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ตลอดช่วง 2 สัปดาห์ จึงจะหาให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลงเนื่องจากเกิดการขาดแร่ธาตุขึ้น (Ryther. 1981 : 107 - 115) การสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan สะสมอยู่ในรูปของกรโคเอมีโน, โปรตีน และรงควัตถุพวกไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) พบว่าองค์ประกอบดังกล่าวจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตในสารอาหารที่มีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อมีธาตุไนโตรเจนน้อย แสดงว่าแร่ธาตุที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิตและมีผลควบคุมชีวเคมีของสาหร่ายสกุล Gracilaria (Bird. 1982 : 344 - 348 ; Lapointe. 1984 : 488 - 495)

เมื่อทดลองเพาะเลี้ยง G. tikvahiae McLachlan โดยใช้ในสารอาหารที่มีแอมโมเนียมและฟอสเฟต นาน 6 ชั่วโมง ทดลองเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการดูดซับแอมโมเนียมสูงสุด 19 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง และดูดซับฟอสเฟตได้

0.28 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบจากน้ำหนักแห้งของสาหร่ายพบว่า กลอโรฟิลล์เอ, ไฟโคอีริทริน และโปรตีน ในกลุ่มสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ทดลองในสารอาหาร มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มสาหร่ายควบคุม มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายกลุ่มทดลองสูงกว่า (Friendlander. 1985 :

448 - 453)

จากการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ในกระชังทดลองที่ South Pine Channel บริเวณหมู่เกาะฟลอริดา โดยให้สารอาหารที่มีความเข้มข้นของ NH_4^+ กับ PO_4^{3-} ต่างกันดังนี้คือ NH_4^+ 700 ไมโครโมลต่อ PO_4^{3-} 40 ไมโครโมล, NH_4^+ 2.8 มิลลิโมลต่อ PO_4^{3-} 160 ไมโครโมล และ NH_4^+ 5.6 มิลลิโมลต่อ PO_4^{3-} 320 ไมโครโมล ช่วงความถี่ในการให้สารอาหาร แบ่งเป็น 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการเพาะเลี้ยง 6 ชั่วโมง พบว่าทั้งความเข้มข้นของสารอาหารและความถี่ของการให้สารอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเยื่อของสาหร่ายชนิดนี้ และจากการศึกษาครั้งนี้ปรากฏว่าสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan นี้สามารถดูดซับและสะสม N:P ได้ดีในอัตราส่วน N:P ตั้งแต่ 18:1, 19:1, 20:1 เรื่อยไปจนถึง 80:1 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ดูดซับ N:P ได้สูงหากจะนำแร่ธาตุ N:P ไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำเป็นต้องลด N:P ให้ต่ำกว่าอัตราส่วน N:P ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อให้สาหร่ายดูดซับแร่ธาตุทั้งสองไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เหมาะสม (Lapointe. 1985 : 211 - 222)

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ใกล้กับ La Herradura Bay โดยเพาะเลี้ยงในถังขนาดจุ้น้ำ 200 ลิตร ใส่พันธุ์สาหร่าย 1 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในสารอาหาร NaNO_3 และ NaH_2PO_4 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลปรากฏว่าสาหร่ายสกุล Gracilaria เจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุดในช่วงฤดูใบไม้ผลิและช่วงต้นฤดูร้อน ผลผลิตของสาหร่ายสูงสุดเมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 8:1 และปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 15:1 (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 365 - 373)

การเพาะเลี้ยง Gracilaria spp.

ในเกาะไต้หวัน ฟาร์มสาหร่ายทะเลที่เก่าแก่มากคือ ฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria verrucosa และสาหร่ายสกุล Gracilaria ชนิดอื่น ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 1967 เป็นต้นมา ระบบการเพาะเลี้ยงเป็นระบบปิด และมีการเพาะเลี้ยงรวมกับสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น ปลา Chanos chanos กุ้ง Penaeus monodon ปลู Scylla serrata ฟาร์มที่เพาะเลี้ยงจะมีลักษณะเป็นบ่อมีพื้นที่ 6.25 ไร่ ก้นบ่อเป็นดินทราย อยู่ในบริเวณที่มีลมแรงจัดหรืออาจจะต้องสร้างแนวกำแพงลม ความลึกของบ่อประมาณ 0.25 - 1 เมตร บ่อที่เพาะเลี้ยงจะมีการควบคุมความเค็มของน้ำทะเล และอุณหภูมิได้ ส่วนวิธีการเพาะเลี้ยงจะใช้การตัดธำนิหรือส่วนของสาหร่าย Gracilaria verrucosa ออกเป็นท่อน ๆ แล้วหว่านลงไป ที่ก้นบ่อเพาะเลี้ยงคลุมด้วยไม้ไผ่สานเป็นตาข่าย หรืออวนเก่า ๆ โดยจะใช้พันธุ์สาหร่ายสดประมาณ 800-1,000 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ สัตว์เศรษฐกิจที่เลี้ยงลงไปจะช่วยให้การกำจัดพืชน้ำที่อื่น ๆ ที่เจริญเติบโตในบ่อเพาะเลี้ยง การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยว 7 - 8 ครั้งต่อปี โดยจะเก็บเกี่ยวประมาณ 30 - 35 วันต่อครั้ง พื้นที่เพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria verrucosa และสาหร่ายสกุล Gracilaria ชนิดอื่น ๆ ในไต้หวันมีประมาณ 1,875 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 12,000 ตันน้ำหนักแห้งต่อปี (Chiang. 1981 : 569 - 574) สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส ช่วงความเค็ม 25 ส่วนในพัน เติบโตอยู่เรื่อย ๆ 3 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ (hectare) ต่อสัปดาห์การควบคุมวัชพืชโดยการลดระดับน้ำให้ต่ำลงแล้วปล่อยให้แห้ง 7 - 10 วัน หรือโดยการเลี้ยงปลาที่กินวัชพืชและสาหร่ายอื่น ๆ ที่ขึ้นรบกวน (Edwards. 1977 : 669)

ในประเทศอินเดียเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ในบ่อซึ่งขุดลึกประมาณ 1 เมตร เมื่อเริ่มเพาะเลี้ยงใน 2 เดือนแรก ปล่อยน้ำเข้าบ่อลึก 20 - 30 เซนติเมตร ต่อมาจึงเปิดน้ำเข้าให้น้ำในบ่อลึก 60 - 80 เซนติเมตร มักเลี้ยงบนไม้ไผ่สานโดยมีแฉะลวไว้ ควบคุมน้ำทะเลให้มีความเค็มประมาณ 25 ส่วนในพัน ปีหนึ่งเก็บสาหร่ายได้ประมาณ 2000 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ (Raju and Thomas. 1971 : 71 - 75)

นอกจากนี้ยังมีประเทศอื่น ๆ ที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria แต่ทำเป็นฟาร์มขนาดเล็ก เช่น ในสหรัฐอเมริกา มีการเพาะเลี้ยงระบบปิด และนำเอาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเข้ามาช่วย คือมีการคอกทอสังกะปุย แร่ธาตุ สารอาหารเข้าสู่ฟาร์มเพาะเลี้ยง การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวทุกสัปดาห์ หรือทุกสองสัปดาห์ จะได้ผลผลิตสาหร่ายแห้งประมาณ 23 ตันต่อไร่ต่อปี (Ryther. 1980 /80 : 52 - 53)

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในญี่ปุ่น จะเลี้ยงในทะเลระหว่างช่วงเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ โดยใช้เชือกเป็นที่ยึดเกาะ ใช้ท่อนพันธุ์สาหร่ายสกุล Gracilaria ขนาด 2.5 - 3 เซนติเมตร การที่ไม่ใช้ท่อนพันธุ์ขนาดเล็กกว่านี้เพราะจะหลุดลอกเชือกได้ง่าย (Shang. 1976 : 42) ในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria วิธีการเพาะเลี้ยงในระยะแรกจะใช้ธารินทร์ของสาหร่ายสอใส่ในรอยแตกของไม้ไผ่ แล้วนำไปปักให้เจริญเติบโต ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง นอกจากนี้ยังมีการเพาะเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ คือเก็บเอาก้อนหินหรือเปลือกหอยที่ธารินทร์ของสาหร่ายชนิดนี้มาเพาะเลี้ยงทำเป็นฟาร์มในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ต่อมาจึงมีการพัฒนาเพาะเลี้ยงโดยใช้ตาข่ายแทน (Tseng. 1981 : 693 - 694) ส่วนในอินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ประเทศเหล่านี้กำลังอยู่ในขั้นทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria (ท้าว อธิศุวรรณ. 2526 : 14)

การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

สภาพภูมิประเทศของประเทศไทยเหมาะสมที่จะทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเป็นอย่างมาก สาหร่ายทะเลที่มีความสำคัญทางการค้าและอุตสาหกรรมในประเทศไทยมี Sargassum spp. เป็นแหล่งให้สารแอลจีเนต Gracilaria spp. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวุ้น Hypnea spp. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต คาราจีแนน และ Porphyra vietnamensis ใช้เป็นอาหาร (Edward. 1977 : 674 - 675) ในปัจจุบันสาหร่ายสกุล Gracilaria กำลังได้รับความสนใจศึกษาทดลองเพื่อหาวิธีการเพาะเลี้ยง จากรายงานของ สิริ ทุกข์วัฒ

สุชาติ เชนรวงศ์ และศราวุธ เจะโล๊ะ (2529 : 4) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ในบ่อคิเบริเวดป่าเลนริมอ่าวปัตตานี โดยขุดบ่อขนาดกว้าง 17 เมตร ยาว 21 เมตร และลึก 1.0 เมตร แล้วเก็บต้นสาหร่ายขนาดเล็กมาหว่านในบ่อคิเบริเวด การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวปีละ 2 ครั้ง จากการเพาะเลี้ยงมา 2 ปี ในปี พ.ศ. 2527 - 2528 เก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายแห้งได้ปีละ 230 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 14,000 บาท สามารถประเมินผลผลิตสาหร่ายแห้งได้เท่ากับ 1,030.8 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

สมศักดิ์ แสนสุข (2526 : 68) เพาะเลี้ยง G. verrucosa, G. salicornia ที่ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่าสาหร่าย G. verrucosa ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจม ส่วน G. salicornia ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบคอนกรีตบล็อก ในปีเดียวกัน เพียว อินสุวรรณ (2526 : 25 - 28) ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายหมนางที่ อ่าวบ้านใหม่ ตำบลหัวเขา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการทำการเพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียว ใช้ธารินหรือไม้ค้ำยอด, ค้ำยอด และแบบค้ำสปอร์ พบว่าการเพาะเลี้ยงด้วยตาข่าย และแบบเชือกเส้นเดียวให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน วิธีการค้ำสปอร์ให้ผลผลิตที่ต่ำที่สุด

ศักดิ์ เกียรในเมือง (2527 : 91 - 94) เพาะเลี้ยงสาหร่าย G. verrucosa ที่อ่าวนาเกลือ ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่า G. verrucosa จะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจม ซึ่งให้ผลผลิตสาหร่ายแห้ง 3,292 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

สนม วันเพ็ญ (2530 : 59) ได้ศึกษาวิธีการรองรับสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมในการเกาะ การงอก และการเจริญเติบโตของสาหร่ายสกุล Gracilaria ที่อ่าวใหญ่ ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด พบว่าสปอร์เกาะติดและงอกบนอวนในลอนใช้แล้วมานานเหมือนเชือกและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ในประเทศไทยได้ศึกษาทดลองจนกระทั่งพบว่าวัสดุที่เหมาะสมให้สาหร่ายสกุลนี้ยึดเกาะแทนที่ยึดเกาะในธรรมชาติและเจริญเติบโตได้ แต่ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงยังไม่พอเพียงกับความต้องการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า

และอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทดลองหาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยให้เรธาตุ
โดยเฉพาะ N และ P ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายให้ได้
ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

การทดลองนี้กระทำในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง G. firma ซึ่งสร้างเป็นบ่อซีเมนต์ ขนาด 7.2 เมตร × 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร บริเวณอ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดตราด ใช้เวลาในการทดลองประมาณ 4 เดือน

2. อุปกรณ์

2.1 วัสดุสร้างกระชัง

1. ตาข่ายไนลอนชนิดตาข่าย
2. กรอบทอพลาสติก ขนาด 0.85 × 2.40 ตารางเมตร
3. เชือกไนลอน
4. เช็มสำหรับเย็บตาข่ายไนลอน

2.2 อุปกรณ์สำหรับเชื้อ G. firma ในสารอาหาร

1. ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความจุ 3 ลิตร
2. ถังตาข่ายไนลอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 29 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร

2.3 เครื่องมือวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล

1. salino-refractometer ใช้สำหรับวัดความเค็ม
2. pH meter ใช้วัดความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเล
3. เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 50 องศาเซลเซียส ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำทะเล
4. secchi disc ใช้วัดความโปร่งแสงของน้ำทะเล

2.4 สารเคมีใช้ NH_2CONH_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ และ K_2HPO_4

3. วิธีการทดลอง

3.1 สร้างกระชังด้วยตาข่ายในลอนชนิดตามุงไม้สี่เหลี่ยมที่ก้นกระชัง 0.5 ตารางเมตร สูง 0.85 เมตร ใช้กรอบท่อพลาสติกผูกติดกันกระชัง และผูกปากกระชังกับไม้ไผ่เพื่อให้กระชังลอยน้ำ

3.2 เก็บพันธุ์สำหร่าย G. firma จากบริเวณอ่าวเลน และอ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง จังหวัดตราด นำไปใส่กระชังทดลองประมาณ 50 กรัมต่อพื้นที่ก้นกระชัง 0.5 ตารางเมตร ทุกกระชังตามแผนแบบการทดลอง สำหร่ายอยู่ที่ระดับผิวน้ำ 0.85 เมตร

3.3 นำสำหร่าย G. firma จากกระชังทดลองใส่ถุงตาข่ายในลอน เข้าในถังพลาสติกที่มีสารอาหารซึ่งมีอัตราส่วน N:P 8 ระดับ (ภาคผนวก ข) นาน 6 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่กระชังในแปลงทดลอง ความถี่ของการให้สารอาหาร 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง และทำการทดลอง โดยมี 10 ซ้ำ

ตาราง 1 แสดงแผนแบบการทดลองเพาะเลี้ยงสำหร่าย G. firma แบบ 3 x 8 factorial design และการบันทึกผลการทดลอง

ช่วงความถี่ การให้	N:P							
	0:0	0:1	1:1	4:1	7:1	10:1	13:1	16:1
2 ครั้งต่อสัปดาห์	x ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x
1 ครั้งต่อสัปดาห์	x	x	x	x	x	x	x	x
1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์	x	x	x	x	x	x	x	x

1) แต่ละกรรมวิธีเก็บข้อมูล 10 ซ้ำ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 บันทึกข้อมูลน้ำที่สกัด (กรัม) ของสำหร่าย G. firma ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 เดือน

4.2 บันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของสำหร่าย G. firma ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาที่ทดลอง โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสกัดกับน้ำหนักแห้งจากการนำสำหร่ายสดที่ทราบน้ำหนักไปอบแห้งที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล

5.1 ปริมาณความเค็ม (salinity) ใช้เครื่องมือวัดความเค็ม (salino-refractometer) โดยใช้หลอดหยดดูดัชนีหักเหของแสงบนแถบค่าไตหน่วยเป็นหนึ่งส่วนในพัน

5.2 ความเป็นกรดเป็นเบส ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นเบส (pH meter) ของน้ำในอู่เพาะเลี้ยงสำหร่าย

5.3 อุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำทะเลประมาณ 10 นาที ณ ระดับที่เพาะเลี้ยง สำหร่ายยกขึ้นมาอ่านค่า

5.4 ความโปร่งแสงของน้ำ ใช้ secchi disc ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะทาสีขาว เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ตรงกลางเจาะรูผูกเชือก ทำเครื่องหมายบนเชือกทุก ๆ 10 เซนติเมตร วัดความโปร่งแสงของน้ำ โดยหย่อน secchi disc ลงไปในน้ำ ยืนให้แสงส่องทางด้านหลังจนกระทั่งจุดสุดท้ายที่มองไม่เห็นสีขาว ความยาวของเชือกที่หย่อนลงไปคือ ค่าความโปร่งแสงของน้ำที่หน่วยเป็นเมตร

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma จากข้อมูล โดยใช้ Analysis of Variance

6.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้ Duncan's new multiple-range test

ผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma ในแปลงเพาะเลี้ยงซึ่งสร้างเป็นเมอซีเมนต์ขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร บริเวณอ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือ จังหวัดตราด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของสำหรับ G. firma ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2532 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 เก็บข้อมูลน้ำหนักสดทุก 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง ผลการศึกษามีดังนี้

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหรับ G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ

การเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma ในระบบสารพัด โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน ซึ่งน้ำหนักสดทุก 2 สัปดาห์ (ตารางผนวก 17) เมื่อนำไปหาอัตราการเจริญเติบโต (ตารางผนวก 16) การศึกษาความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma พบว่าทั้งอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ N:P ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma สำหรับกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ช่วงความถี่การให้ N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างจากกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ (ตาราง 4-9) ยังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P ทุกช่วงความถี่การให้ N:P อัตราส่วนของ N:P ที่ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหรับ N:P สูงสุด ได้แก่ N:P = 4:1 แตกต่างจากอัตราส่วนของ N:P ระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma ต่ำสุดเมื่อเพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:0

ตาราง 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma ที่เพาะเลี้ยง
ในระบบฟาร์มปิดโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้น้ำ N:P 3 ระดับ
เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ช่วงความถี่การให้น้ำ	2	1.15	0.58	8.28**
ระหว่างอัตราส่วน N:P (B)	7	8.75	1.25	17.86**
ปฏิสัมพันธ์ (AB)	14	0.86	0.06	0.86
ความคลาดเคลื่อน (error)	216		0.07	
รวมทั้งหมด (total)	239			

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$F_{2, 216} = 4.66$$

$$F_{7, 216} = 2.69$$

จากตาราง 2 แสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นคืออัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้น้ำ N:P ต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ ที่มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน จึงทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 3 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

ค่าเฉลี่ย		กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 3
		8.13	6.70	6.63
กลุ่ม 2	8.13	-	1.43**	1.50**
กลุ่ม 1	6.70	-	-	0.07
กลุ่ม 3	6.63			-

** มีนัยสำคัญระดับ .01

r	2	3
q.99 (r,72)	3.64	3.80
q.99 (r,72) · $\sqrt{MS_{w/n}}$	0.29	0.30

จากตาราง 3 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .01 และการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .01 ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ

ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์กับการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	7	2.63	0.38	4.22**
ภายในกลุ่ม	72	6.47	0.09	
รวม	79			

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$F_{7, 72} = 2.91$$

จากตาราง 4 แสดงว่าการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นคือให้อัตราส่วนของ N:P อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ G. firma ในกลุ่มนี้แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 5 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์

N:P	ค่าเฉลี่ย	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_7$	$\bar{x}_8$
		9.22	8.74	7.55	6.78	6.74	6.60	4.26	3.68
4:1 = $\bar{x}_5$	9.22	-	0.48**	1.67**	2.44**	2.48**	2.62**	4.96**	5.54**
1:1 = $\bar{x}_6$	8.74		-	1.19**	1.96**	2.00**	2.14**	4.48**	5.06**
7:1 = $\bar{x}_4$	7.55			-	0.77**	0.81**	0.95**	3.29**	3.87**
10:1 = $\bar{x}_3$	6.78				-	0.04	0.18	2.52**	3.10**
16:1 = $\bar{x}_1$	6.74					-	0.14	2.48**	3.06**
13:1 = $\bar{x}_2$	6.60						-	2.34**	2.92**
0:1 = $\bar{x}_7$	4.26							-	0.58**
0:0 = $\bar{x}_8$	3.68								-

** มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

r	2	3	4	5	6	7	8
q.99 (r,72)	3.76	3.92	4.03	4.11	4.17	4.23	4.27
q.99 (r,72) $\cdot \sqrt{MS_{w/n}}$	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.38

จากตาราง 5 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma* โดยให้อัตราส่วนของ N:P = 1:1 กับ N:P 4:1, N:P = 7:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 7:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 10:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 10:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 10:1 กับ N:P = 7:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 7:1, N:P = 13:1 กับ N:P = 4:1

$N:P = 13:1$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 4:1$

$N:P = 0:1$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 10:1$

$N:P = 0:1$ กับ $N:P = 16:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 13:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 4:1$

$N:P = 0:0$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 10:1$

$N:P = 0:0$ กับ $N:P = 16:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 13:1$ และ $N:P = 0:0$ กับ

$N:P = 0:1$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนการเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน

ของ $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 10:1$, $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 10:1$ และ $N:P = 13:1$

กับ $N:P = 16:1$ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	7	5.31	0.76	15.2**
ภายในกลุ่ม	72	3.72	0.05	
รวม	79			

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$F_{7, 72} = 2.91$$

จากตาราง 6 แสดงว่าการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นคือมีอัตราส่วนของ N:P อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ในกลุ่มนั้นแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 7 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์

N:P	ค่าเฉลี่ย	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_7$	$\bar{x}_8$
		11.89	9.86	9.60	9.04	8.25	8.24	4.34	3.83
4:1 = $\bar{x}_5$	11.89	-	2.03**	2.29**	2.85**	3.64**	3.65**	7.55**	8.06**
1:1 = $\bar{x}_6$	9.86		-	0.26*	0.82**	1.61**	1.62**	5.52**	6.03**
7:1 = $\bar{x}_4$	9.60			-	0.56**	1.35**	1.36**	5.26**	5.77**
10:1 = $\bar{x}_3$	9.04				-	0.79**	0.80**	4.70**	5.21**
13:1 = $\bar{x}_2$	8.25					-	0.01	3.91**	4.42**
16:1 = $\bar{x}_1$	8.24						-	3.90**	4.41**
0:1 = $\bar{x}_7$	4.34							-	0.51**
0:0 = $\bar{x}_8$	3.83								-

* มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

r	2	3	4	5	6	7	8
q.95 (r,72)	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28
q.99 (r,72)	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27
q.95 (r,72) · $\sqrt{MS_{w/n}}$	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23
q.99 (r,72) · $\sqrt{MS_{w/n}}$	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30

จากตาราง 7 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยใช้อัตราส่วนของ

$N:P = 1:1$ กับ $N:P = 4:1$, $N:P = 7:1$ กับ $N:P = 4:1$, $N:P = 10:1$ กับ $N:P = 4:1$,
 $N:P = 10:1$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 10:1$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 4:1$,
 $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 13:1$ กับ $N:P = 10:1$
 $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 4:1$, $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 1:1$, $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 7:1$,
 $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 10:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 4:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 1:1$,
 $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 10:1$, $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 13:1$,
 $N:P = 0:1$ กับ $N:P = 16:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 4:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 1:1$,
 $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 7:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 10:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 13:1$,
 $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 16:1$, $N:P = 0:0$ กับ $N:P = 0:1$, แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่
ระดับ .01 สำหรับการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยใช้อัตราส่วนของ $N:P = 7:1$ กับ
 $N:P = 1:1$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนการเพาะเลี้ยง G. firma โดยให้
อัตราส่วนของ $N:P = 16:1$ กับ $N:P = 13:1$ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มเปิดโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่ให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	7	1.68	0.24	3.0**
ภายในกลุ่ม	72	5.67	0.08	
รวม	79			

** มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

$$F_{7, 72} = 2.91$$

จากตาราง 8 แสดงว่าการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นคือมีอัตราส่วนของ N:P อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 9 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์

N:P	ค่าเฉลี่ย	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_7$	$\bar{x}_8$
		9.04	7.47	7.38	7.28	6.63	6.23	4.57	4.43
4:1 = $\bar{x}_5$	9.04	-	1.57**	1.66**	1.76**	2.41**	2.81**	4.47**	4.61**
1:1 = $\bar{x}_6$	7.47		-	0.09	0.19	0.84**	1.24**	2.9**	3.04**
13:1 = $\bar{x}_2$	7.38			-	7.10	0.75**	1.15**	2.81**	2.95**
7:1 = $\bar{x}_4$	7.28				-	0.65**	1.05**	2.71**	2.85**
10:1 = $\bar{x}_3$	6.63					-	0.40**	2.06**	2.20**
16:1 = $\bar{x}_1$	6.23						-	1.66**	1.80**
0:1 = $\bar{x}_7$	4.57							-	0.14
0:0 = $\bar{x}_8$	4.43								-

** มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

r	2	3	4	5	6	7	8
q.99 (r,72)	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27
q.99 (r,72) · $\sqrt{MS_{w/n}}$	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30

จากตาราง 9 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ

N:P = 1:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 13:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 7:1 กับ N:P = 4:1,
 N:P = 10:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 10:0 กับ N:P = 1:1, N:P = 10:1 กับ N:P = 13:1,
 N:P = 10:1 กับ N:P = 7:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 1:1,
 N:P = 16:1 กับ N:P = 13:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 7:1, N:P = 16:1 กับ N:P = 10:1,
 N:P = 0:1 กับ N:P = 4:1, N:P = 0:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 0:1 กับ N:P = 13:1,
 N:P = 0:1 กับ N:P = 7:1, N:P = 0:1 กับ N:P = 10:1, N:P = 0:1 กับ N:P = 16:1,
 N:P = 0:0 กับ N:P = 4:1, N:P = 0:0 กับ N:P = 1:1, N:P = 0:0 กับ N:P = 13:1,
 N:P = 0:0 กับ N:P = 7:1, N:P = 0:0 กับ N:P = 10:1, N:P = 0:0 กับ N:P = 16:1,
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วน
 ของ N:P = 13:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 7:1 กับ N:P = 1:1, N:P = 7:1 กับ
 N:P = 13:1, N:P = 0:0 กับ N:P = 0:1 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตน้ำหนัสดอกของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้อัตราส่วน N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างช่วงความถี่การให้อัตราส่วน (A)	2	1371.51	685.76	94.07**
ระหว่างอัตราส่วน N:P (B)	7	5402.87	771.84	105.88**
ปฏิสัมพันธ์ (AB)	14	1074.84	76.77	10.53**
ความคลาดเคลื่อน (error)	216		7.29	
รวมทั้งหมด (total)	239			

** มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

$$F_{2, 216} = 4.66$$

$$F_{7, 216} = 2.69$$

จากตาราง 10 แสดงว่าผลผลิตน้ำหนัสดอกของสาหร่าย G. firma มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลผลิตน้ำหนัสดอกของสาหร่ายที่แตกต่างกันเกิดจากทั้งการให้อัตราส่วน N:P และช่วงความถี่การให้อัตราส่วนต่างกันและเกิดจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้อัตราส่วนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 11 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักรากของสำหรับ G. firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

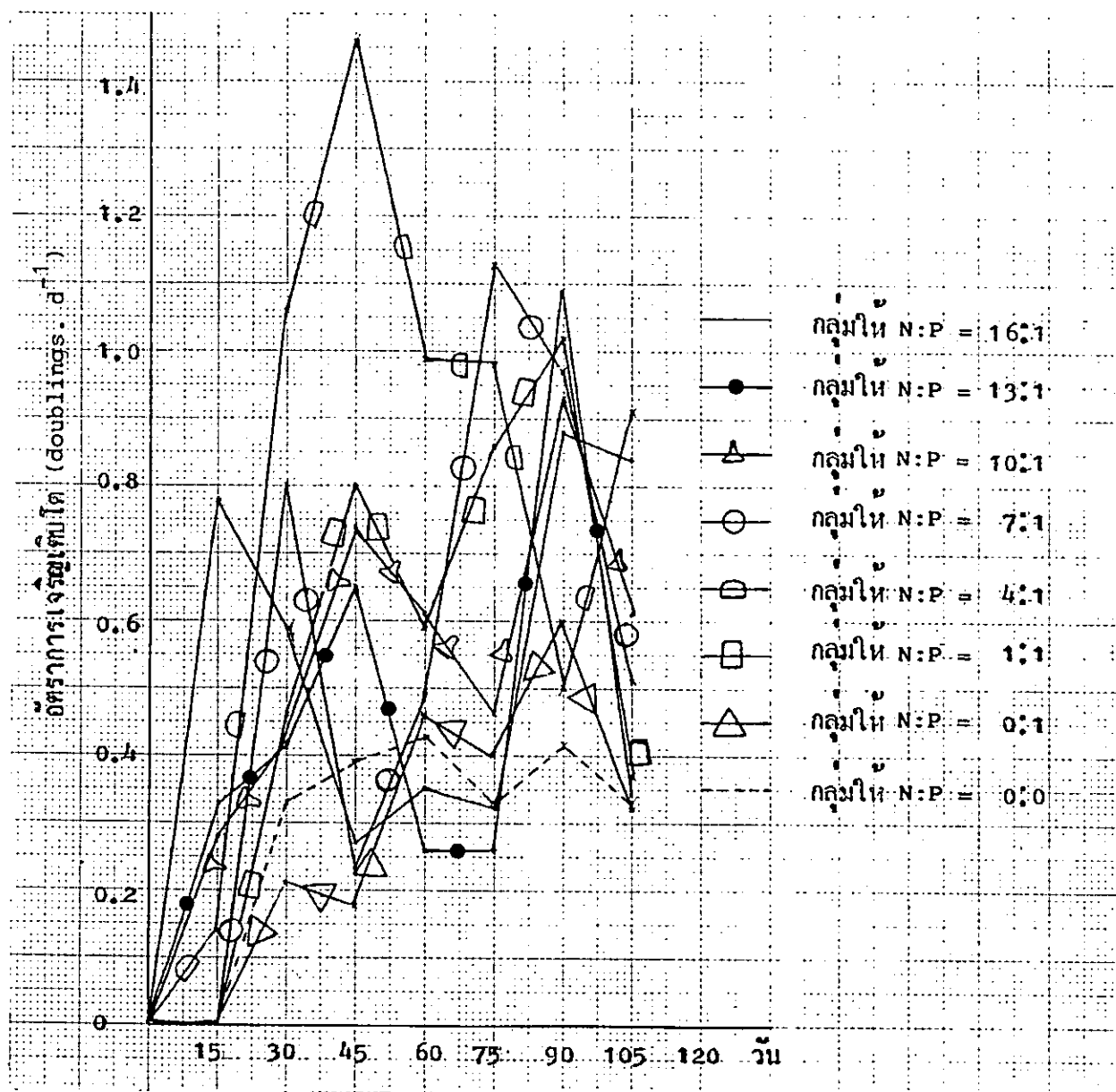
ค่าเฉลี่ย		กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 3
		48.84	44.28	43.37
กลุ่ม 2	48.84	-	4.56**	5.47**
กลุ่ม 1	44.28	-	-	0.91**
กลุ่ม 3	43.37	-	-	-

** มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

r	2	3
q.99 (r,72)	3.64	3.80
q.99 (r,72) - $\sqrt{MS_w/n}$	3.72	3.88

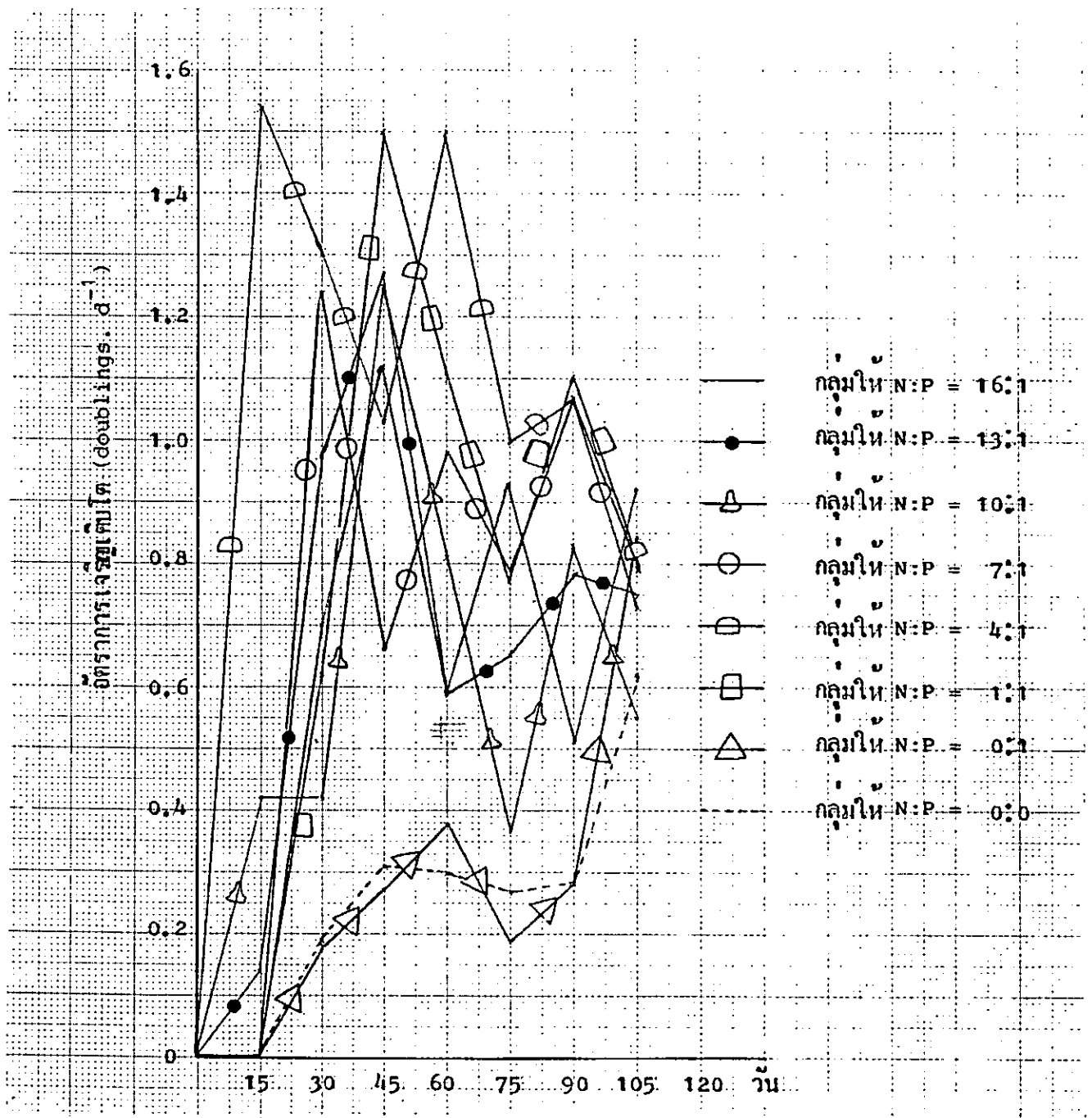
จากตาราง 11 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์, การเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากของสำหรับ G. firma ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กลุ่มการเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูงสุด



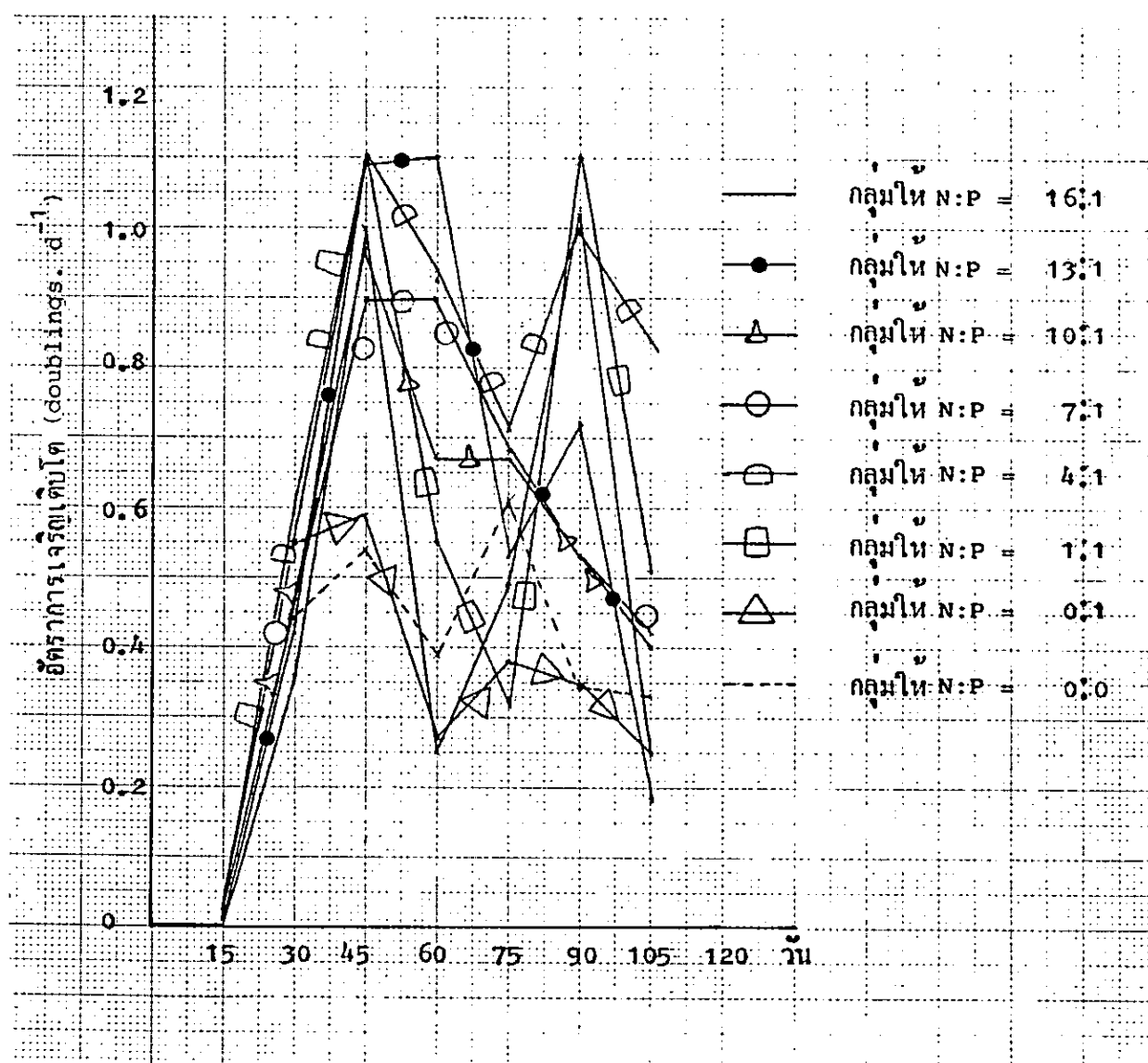
ภาพประกอบ 2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 45 วัน ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น คือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:1 และ 0:0



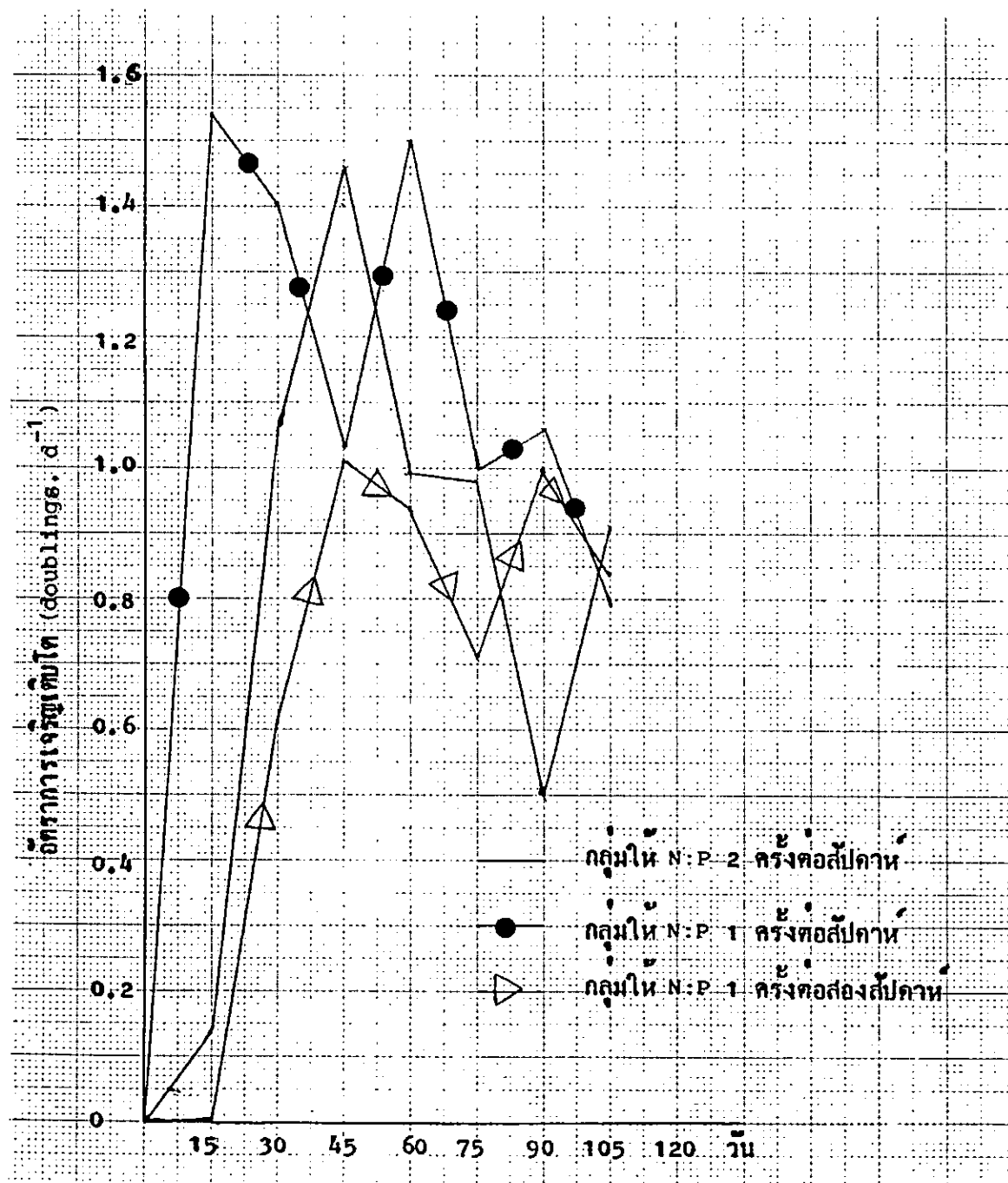
ภาพประกอบ 3 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

จากภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 4:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงไปประมาณ 15 วัน ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น คือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:1 และ 0:0



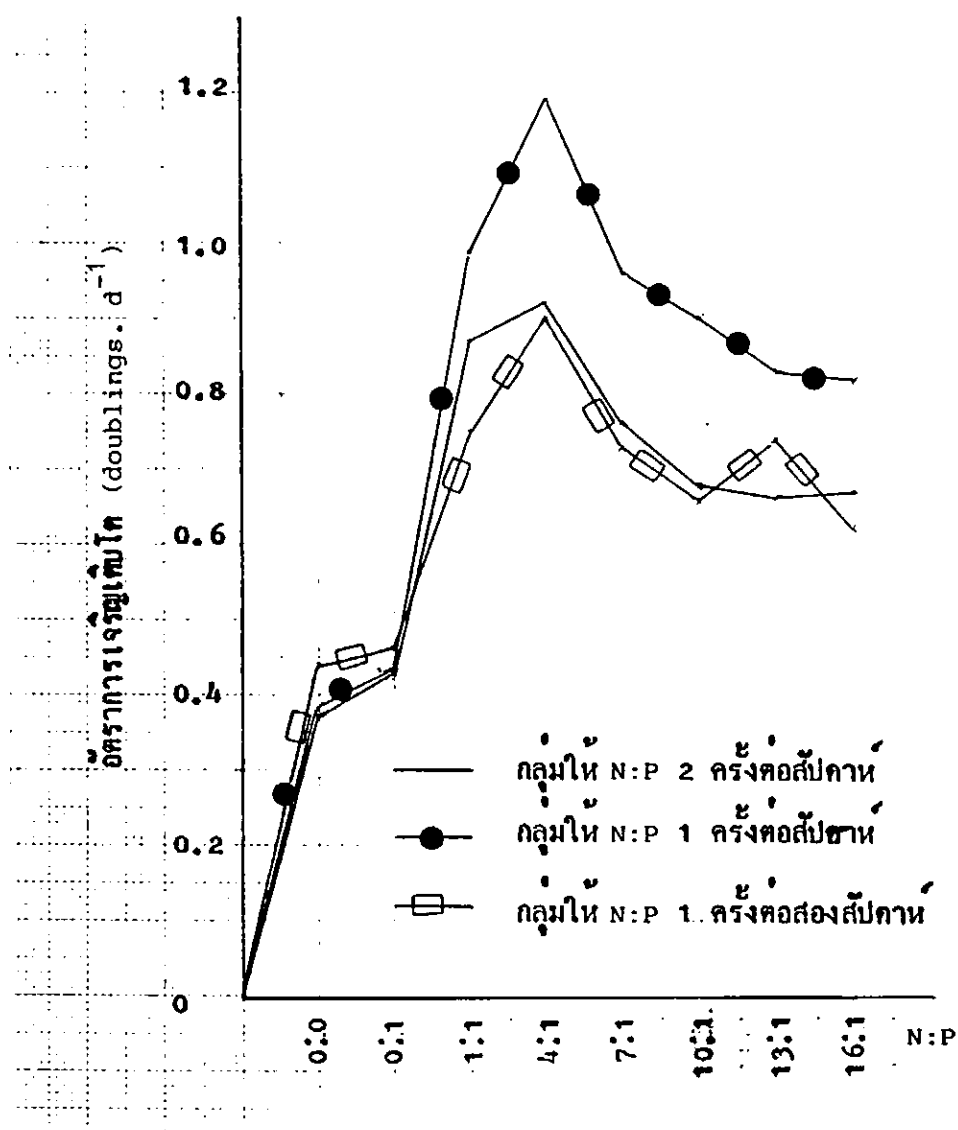
ภาพประกอบ 4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง โคโยไน้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง โคโยไน้ N:P 4:1, 13:1 และ 1:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 45 วัน, 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น คือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโคโยไน้ N:P = 0:1 และ 0:0



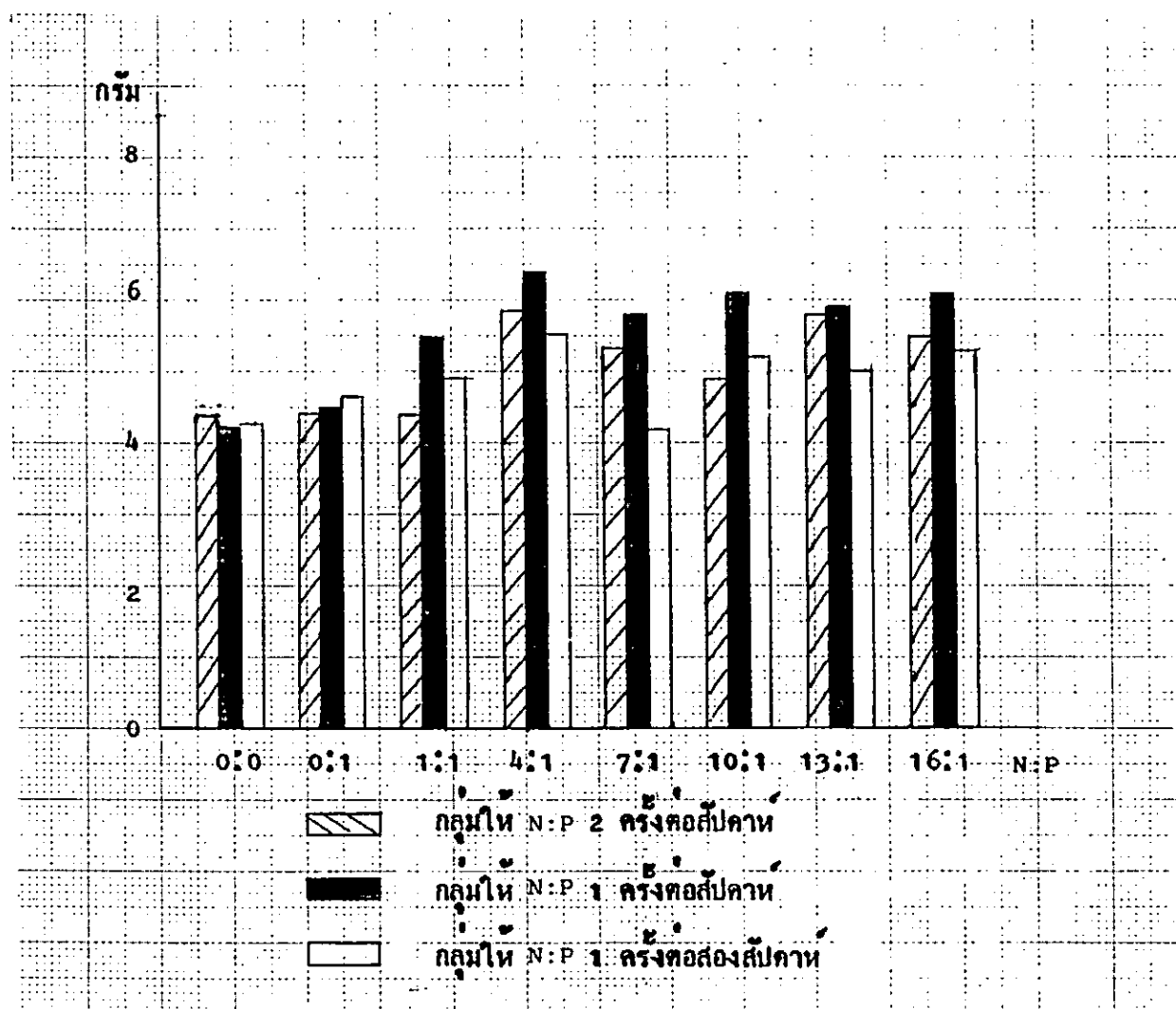
ภาพประกอบ 5 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 ทุกช่วงเวลาการให้อาหาร

จากภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 ในช่วงเวลาการให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์



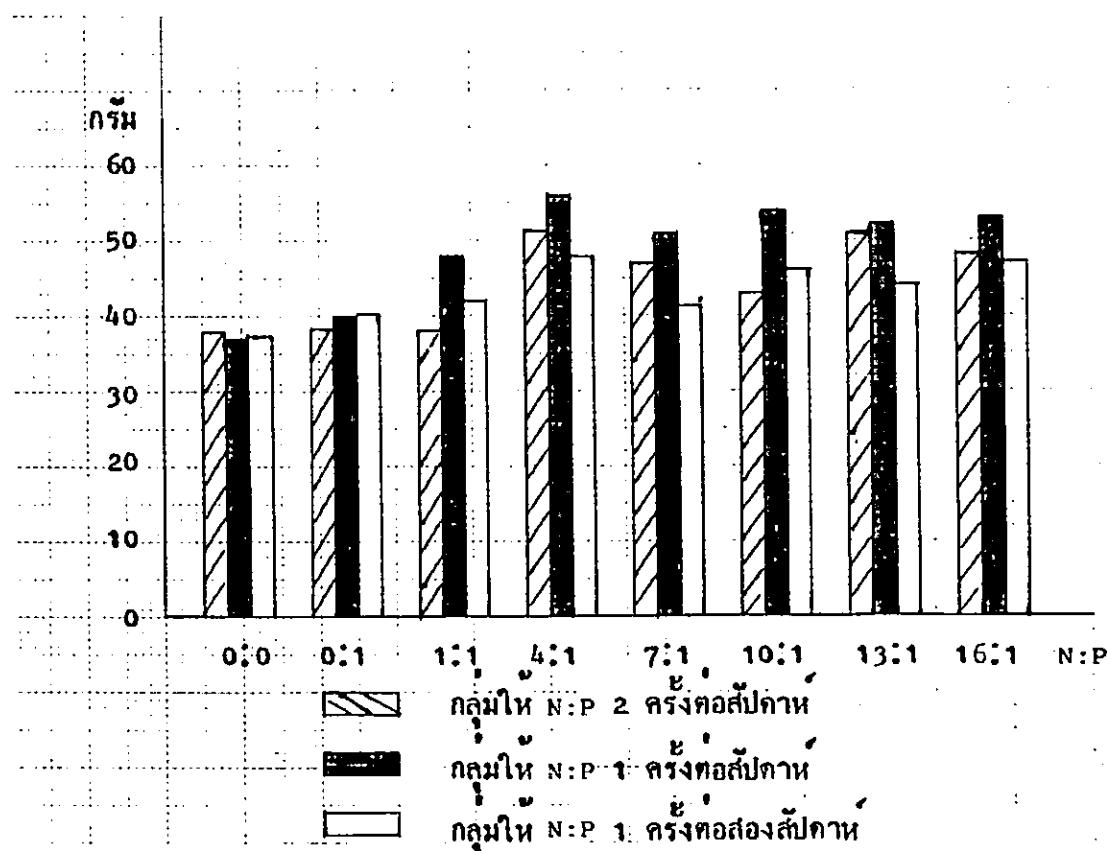
ภาพประกอบ 6 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G.firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G.firma ของกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ส่วนกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ ให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G.firma น้อยลงตามลำดับ สำหรับกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้อาหาร N:P = 0:0 มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด



ภาพประกอบ 7 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 7 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ทุกช่วงความถี่การให้อาหาร จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงและกลุ่มที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดคือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้ N:P = 0:0 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำ



ภาพประกอบ 8 แสดงผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิก โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 8 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ทุกช่วงความถี่การให้อาหาร จะให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงและในกลุ่มช่วงความถี่ให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตสูงที่สุด ส่วนสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้อาหาร N:P = 0:0 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่ำ

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma

สภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองที่สร้างเป็นบ่อซีเมนต์ มีขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ซึ่งใช้เพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ในช่วงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2532 - เดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 มีลักษณะดังนี้

1. ระดับน้ำในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง อยู่ในช่วง 60 - 80 เซนติเมตร
2. ความเค็มของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยง อยู่ช่วงระหว่าง 24 - 33 ส่วนในพัน
3. ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเล อยู่ระหว่าง 8.3 - 8.4
4. อุณหภูมิของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงที่ระดับ เพาะเลี้ยงบริเวณก้นกระชัง

อยู่ระหว่าง 28 - 29 องศาเซลเซียส

5. ความโปร่งแสงของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยง อยู่ช่วงระหว่าง 58 - 78 เซนติเมตร

สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย G. firma ภายหลังจากเพาะเลี้ยง โดยให้แร่ธาตุ N:P ในอัตราส่วนและช่วงเวลาการให้ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนกับช่วงเวลาการให้ N:P ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสำหร่าย G. firma

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สร้างกระชังด้วยตาข่ายไนลอนชนิดความถี่ โดยใช้กรอบท่อพลาสติกผูกติดกันกระชัง และผูกปากกระชังด้วยไม้ไผ่ในแปลงเพาะเลี้ยง
2. เก็บพันธุ์สำหร่าย G. firma มาแช่น้ำฝนเพื่อล้างตะกอน โคลน ออก นำพันธุ์สำหร่าย ไปใส่กระชังทดลองกระชังละ 50 กรัม ตามแผนแบบการทดลอง ทำเครื่องหมายติดไว้ทุกกระชัง
3. นำสำหร่าย G. firma จากกระชังทดลองใส่ถุงตาข่ายไนลอน แช่ในถังพลาสติก โดยให้อัตราส่วนของ N:P ระดับต่าง ๆ 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง แชนาน 6 ชั่วโมง แล้วนำกลับไปใส่กระชังในแปลงทดลอง
4. บันทึกผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตเป็นน้ำหนักสด ซึ่งทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง รวมทั้งศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของแปลงเพาะเลี้ยง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย G. firma จากข้อมูล โดยใช้ Analysis of Variance

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้ Duncan's new multiple - range test

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ

การเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma จากการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma พบว่าทั้งอัตราส่วนของ N:P และช่วงเวลาการให้ทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์, 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ปรากฏว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยง G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จะให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากกว่า ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ และช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ
ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และอัตรา N:P ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ *G. firma* แตกต่าง
กัน สามารถเรียงลำดับจากอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดไปหาต่ำสุดได้ดังนี้

1. $N:P = 4:1$
2. $N:P = 1:1$
3. $N:P = 7:1$
4. $N:P = 10:1$
5. $N:P = 16:1$
6. $N:P = 13:1$
7. $N:P = 0:1$
8. $N:P = 0:0$

ตาราง 12 สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

ทดสอบระหว่างอัตราส่วนของ N:P	ผลทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น .01
1:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
7:1 กับ 4:1, 7:1 กับ 1:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
10:1 กับ 4:1, 10:1 กับ 1:1, 10:1 กับ 7:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
16:1 กับ 1:1, 16:1 กับ 7:1, 16:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
13:1 กับ 4:1, 13:1 กับ 1:1, 13:1 กับ 7:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
0:1 กับ 4:1, 0:1 กับ 1:1, 0:1 กับ 7:1, 0:1 กับ 10:1, 0:1 กับ 16:1, 0:1 กับ 13:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
0:0 กับ 4:1, 0:0 กับ 1:1, 0:1 กับ 7:1, 0:0 กับ 10:1, 0:0 กับ 16:1, 0:0 กับ 13:1, 0:0 กับ 0:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
16:1 กับ 10:1	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
13:1 กับ 10:1, 13:1 กับ 16:1	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ
ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* แตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และอัตรา N:P ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ *G. firma* แตกต่าง
 กัน สามารถเรียงลำดับจากอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดไปหาต่ำสุดได้ดังนี้

1. N:P = 4:1
2. N:P = 1:1
3. N:P = 7:1
4. N:P = 10:1
5. N:P = 13:1
6. N:P = 16:1
7. N:P = 0:1
8. N:P = 0:0

ตาราง 13 สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ชุดทดสอบระหว่างอัตราส่วนของ N:P	ผลทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น
1:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
7:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
10:1 กับ 4:1, 10:1 กับ 1:1, 10:1 กับ 7:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
13:1 กับ 4:1, 13:1 กับ 1:1, 13:1 กับ 7:1, 13:1 กับ 10:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
16:1 กับ 4:1, 16:1 กับ 1:1, 16:1 กับ 7:1, 16:1 กับ 10:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
0:1 กับ 4:1, 0:1 กับ 1:1, 0:1 กับ 7:1, 0:1 กับ 10:1 0:1 กับ 13:1, 0:1 กับ 16:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
0:0 กับ 4:1, 0:0 กับ 1:1, 0:0 กับ 7:1, 0:0 กับ 10:1 0:0 กับ 13:1, 0:0 กับ 16:0, 0:0 กับ 0:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01
7:1 กับ 1:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05
16:1 กับ 13:1	แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ

ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *G. firma* แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และอัตรา N:P ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ *G. firma* แตกต่าง
กัน สามารถเรียงลำดับจากอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดไปหาต่ำสุดได้ดังนี้

1. $N:P = 4:1$
2. $N:P = 1:1$
3. $N:P = 13:1$
4. $N:P = 7:1$
5. $N:P = 10:1$
6. $N:P = 16:1$
7. $N:P = 0:1$
8. $N:P = 0:0$

ตาราง 14 สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์

การทดสอบระหว่างอัตราส่วนของ N:P	ผลทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น .01
1:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
13:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
7:1 กับ 4:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
10:1 กับ 4:1, 10:1 กับ 1:1, 10:1 กับ 13:1, 10:1 กับ 7:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
16:1 กับ 4:1, 16:1 กับ 1:1, 16:1 กับ 13:1, 16:1 กับ 7:1, 16:1 กับ 10:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
0:1 กับ 4:1, 0:1 กับ 1:1, 0:1 กับ 13:1, 0:1 กับ 7:1 0:1 กับ 10:1, 0:1 กับ 16:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
0:0 กับ 4:1, 0:0 กับ 1:1, 0:0 กับ 13:1, 0:0 กับ 7:1 0:0 กับ 10:1, 0:0 กับ 16:1	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
13:1 กับ 1:1	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ
7:1 กับ 1:1, 7:1 กับ 13:1	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ
0:0 กับ 0:1	แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

การศึกษาผลผลิตของสาหร่าย *G. firma* ในด้านผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *G. firma* เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน ทดสอบพบว่าทั้งอัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้อาหาร ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้อาหารส่งผลรวมกันทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *G. firma* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับช่วงเวลาการให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์, การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *G. firma* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กลุ่มการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma* โดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงสุด

ผลผลิตน้ำหนักแห้งจากการนำสาหร่าย *G. firma* อบแห้งที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล่วนำมาชั่งน้ำหนัก ปรากฏว่ากลุ่มสาหร่าย *G. firma* ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดคือกลุ่มสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย *G. firma*

สภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงนั้น ระดับน้ำในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 70 เซนติเมตร ความเค็มของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 28.5 ส่วนในพัน ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 8.35 อุณหภูมิของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงที่ระดับเพาะเลี้ยงบริเวณกันกระชัง เฉลี่ย 28.5 องศาเซลเซียส ความโปร่งแสงของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 68 เซนติเมตร

อภิปรายผลการศึกษา

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ในระบบปิดโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย G. firma สูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 15 วัน ต่างกับสาหร่ายกลุ่มที่ให้ N:P 0:0 เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยวิธีเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายก็ต้องการสารอาหารจำพวกแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากพืชชั้นสูง โดยเฉพาะ N และ P ในปริมาณพอเหมาะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย Gracilaria เพราะสาหร่าย Gracilaria แต่ละชนิดมีการดำรงชีพต่างกัน (Hawaiian agronomic. 1987 : 4) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ผลการทดลองคล้ายคลึงกับการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 369 - 373) และการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ South Pine Channel บริเวณหมู่เกาะฟลอริดา (Lapointe. 1985 : 211 - 222) โดยเฉพาะพบว่าทั้งอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ N:P ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria ผลการทดลองที่ต่างกันคือ ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay โดยให้อัตราส่วนของ N:P = 8:1, 15:1, 20:1 และ 25:1 พบว่าอัตราส่วนของ N:P = 8:1 ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria สูงสุด ส่วนการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ South Pine Channel บริเวณหมู่เกาะฟลอริดา พบว่าอัตราส่วน N:P = 18:1 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เมื่อช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด จะเห็นได้ว่าการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายต่างชนิดมีสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลต่างกันอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตต่างกัน เพราะอัตราการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีขีดจำกัดด้วยคุณสมบัติทางชีวภาพของพันธุ์สาหร่ายแต่ละเผ่าพันธุ์ที่สามารถตอบสนองโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมของทะเล (ศักดิ์ดา เตียรในเมือง. 2527 : 74) อีกประการหนึ่งการทดลองทั้ง 2 ที่นี้ ไม่มีการศึกษาการให้ N:P = 4:1 เหมือนกับการ

เพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ผลการทดลองที่ได้จึงอาจต่างกันได้ แต่ผลจากการทดลองการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria อาจจะเป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าในการให้ N:P โดยให้ P คงที่ และเพิ่ม N และ N:P ต่ำกว่า 18:1 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria เพิ่มขึ้น (Lapointe. 1985 : 221)

พบว่าอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักของสาหร่าย G. firma ส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ มีปริมาณสาหร่ายเล็กน้อยตาย ทั้งนี้เพราะเป็นการเพาะเลี้ยงระบบปิดทำให้สามารถควบคุมแยกน้ำทะเล เปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลและปรับสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลได้ตลอดเวลา แต่ก็มีสาหร่ายจากบางกระชังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักคงที่ หรือไม่ก็ลดลงเป็นบางช่วง ใกล้เคียงกับผลการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้นในเขตจังหวัดจันทบุรี โดยเลี้ยงในนาุ้งโดยใช้กระชังเช่นเดียวกัน พบว่าเดือนแรกของการเลี้ยงสาหร่ายมีการเพิ่มน้ำหนัก เมื่อย้ายไปบ่อเล็กน้ำหนักของสาหร่ายลดลงมีบางส่วนตาย น้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตลดลง (Hawian agronomic. 1987 : 26) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจอธิบายได้หลายกรณีดังนี้

1. การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma เป็นช่วงที่พันธุ์สาหร่ายแทบจะไม่มีเลยในธรรมชาติ จากการที่ศึกษาพบว่าสาหร่าย Gracilaria spp. จะปรากฏมากในเดือนมกราคมไปจนถึงเดือนมิถุนายน เมื่อถึงเดือนกรกฎาคมจะไม่พบสาหร่ายนี้เลย (ประมุข เพ็ญสุต 2525 : 32) ดังนั้นการเก็บพันธุ์สาหร่าย G. firma เพื่อนำมาเพาะเลี้ยงจึงเป็นเรื่องลำบาก พันธุ์สาหร่ายที่ได้มาไม่แข็งแรงเท่ากับสาหร่ายในอุทยานฯ ขณะเดียวกันมีสาหร่ายอื่นปะปนอยู่ เช่น Enteromorpha, Chaetomorpha โดยแทรกตัวอยู่กับสาหร่าย G. firma สาหร่ายเหล่านี้พบตลอด 3 ฤดู ในบริเวณทะเล จังหวัดตราด (พรณี ภิรมภักดิ์. 2519 : 35 - 40, 69) แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลของสาหร่ายเหล่านี้ได้ดีเมื่อได้รับปริมาณสารอาหารพร้อมกับสาหร่าย G. firma ก็เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วทำให้สาหร่าย G. firma บางส่วนเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่เหตุการณ์เช่นนี้ก็เกิดขึ้นในการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay สาหร่ายอื่นที่พบว่าแทรกभवวนการเจริญเติบโตของสาหร่าย Gracilaria ได้แก่ Ectocapus, Giffordia, Colpomenia sinuosa Ulva rigida, Enteromorpha intestinalis และโคอะตอม (Edding, Macchiavello and

Black. 1987 : 371) นอกจากนี้ยังมีตะกอนของโคลน สัตว์เล็ก ๆ เกาะติดอยู่ในกระชัง เพาะเลี้ยง โดยเฉพาะ ปู จะกัดทำลายธารินทร์รี่ของสาหร่ายจนชำรุด หักเน่าตาย ทำให้ปริมาณใน กระชังตกลงบางกระชังมีปริมาณน้อย น้ำหนักจึงคงที่หรือน้อยลง

2. ธารินทร์รี่ของสาหร่ายในกระชังตกลงหักเนื่องจากการแกว่งหรือเขย่ากระชังเพื่อ ทำความสะอาดตะกอนและฝุ่นโคลนของน้ำทะเลที่จับเกาะอยู่กับกระชัง อีกกรณีหนึ่งในขณะที่นำสาหร่าย ขึ้นจากกระชังใส่ถุงตาข่ายในลอนเพื่อใส่สารอาหารนาน 6 ชั่วโมงหรือซัง แล้วนำไปใส่กระชังก็ทำให้ แซงธารินทร์รี่อ่อน ๆ ซึ่งบริเวณส่วนอ่อนของสาหร่ายเป็นเนื้อเยื่อเจริญ มีการสะสม N ไว้มากที่สุด พร้อมทั้งจะเจริญเติบโต (Topinka. 1978 : 241 - 247) เมื่อหักหลุดทำให้การเจริญเติบโต ของสาหร่ายคงที่หรือลดลงผลผลิตที่ได้ต่ำ

3. พันธุ์สาหร่ายที่เก็บมาจากธรรมชาติบางส่วนใช้วิธีตัดจากกอพันธุ์เพื่อรักษาพันธุ์ให้คงอยู่ เมื่อนำพันธุ์สาหร่ายมาเพาะเลี้ยงและเห็นว่าจำเป็นการกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกาะติดกับสาหร่าย (กำพล จันทสุวรรณพร และสมชัย อวเกียรติ. 2531 : 32) สาหร่ายทะเลปกติอยู่ในสภาพที่มีความเค็ม เมื่อมาแช่น้ำจืดก็เท่ากับว่าทำให้สภาวะนั้นเปลี่ยนไป น้ำจืดเข้าสู่เซลล์บริเวณที่ธารินทร์รี่หักหรือรอยตัด ทำให้เซลล์ววมแตกและตายได้ สาหร่ายส่วนที่เหลือสามารถเจริญเติบโตเป็นปกติ แต่อัตราการเจริญ เติบโตก็ลดลงบาง

4. ช่วงกำลังทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย เป็นช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือฝนตกหนัก และติดต่อกันตลอดการทดลอง ทำให้ปริมาณน้ำฝนในแปลงเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ของน้ำทะเล

ตาราง 15 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Gracilaria* spp.

ณ อ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด (สม. วันเพ็ญ. 2530 : 76)

สภาพที่ ศึกษา เดือน	ความเค็ม PPT	ความเป็นกรด เป็นเบส	อุณหภูมิ °C	ความโปร่งแสง ของน้ำ(เมตร)	ปริมาณไนเตรท mgN/L	ปริมาณฟอสเฟต mgP/L
พฤศจิกายน	26	8.30	27	0.95	-	-
ธันวาคม	32	8.34	26	1.18	0.0017	0.073
มกราคม	34	8.27	26	1.16	0.0014	0.2
กุมภาพันธ์	33	8.25	27	0.74	0.0014	0.128
มีนาคม	32	8.18	31	0.62	0.0007	0.018
เมษายน	32	8.15	31	0.44	0.036	0.018
พฤษภาคม	30	8.15	31	0.32	0.0223	0.0475
มิถุนายน	26	8.07	27	0	0.0254	0.0084
กรกฎาคม	16	7.98	31	0	0.0111	0.0112

จากตาราง 15 จะเห็นได้ว่าในเดือนกรกฎาคมนี้สภาพแวดล้อมของน้ำทะเลนอกแปลงทดลองมีสภาพไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Gracilaria* แม้ว่าจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำและปรับสภาพน้ำทะเลในแปลงทดลองบ่อยครั้งแล้วก็ตาม ช่วงที่ยังไม่ได้เปลี่ยนถ่ายน้ำและปรับสภาพน้ำทะเล เซลล์สาหร่ายอาจมีบางส่วนมีน้ำจืดเข้าสู่เซลล์และแตกตาย ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยง

5.. ความขุ่นของน้ำ เกิดจากมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำมาก พบว่าน้ำทะเลมีความขุ่นของน้ำมากในฤดูฝน จากตาราง 15 ก็จะได้เห็นว่าในเดือนกรกฎาคมมีความโปร่งแสงเป็น 0 แสดงว่า

น้ำทะเลบริเวณนี้ชุกชุมมาก ทำให้สำหรับ Gracilaria spp. เจริญเติบโตได้น้อยเมื่อสูบน้ำขึ้น เข้าบ่อทิ้งไว้ก็จะตกตะกอนเกิดปัญหาอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายหลายประการดังที่กล่าวแล้ว ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายลดลงได้เช่นกัน

6. จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าเดือนกรกฎาคมมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟตใน น้ำทะเลน้อยมาก จากการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Pseudanabaena sp. และ Oscillatoria splendida พบว่าเมื่อสาหร่ายขาด N จะมีผลทำให้รงควัตถุเปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตมาก (Canto and other. 1987 : 838 - 843) สาหร่าย G. firma ที่เพาะเลี้ยง ครั้งนี้ปรากฏว่าสาหร่ายกลุ่มควบคุมมีลักษณะของฮาริเทรียจางซีด บางส่วนขาวตาย อาจจะมีสาเหตุ มาจากการขาด N ทำให้รงควัตถุเปลี่ยนแปลงไป ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ชนิดอื่นในระบบฟาร์มปิดด้วย วิธีการให้อัตราส่วน N:P ในช่วงเวลาการให้ต่าง ๆ เพื่อเร่งให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นจนสามารถเก็บเกี่ยว ได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี
2. ควรมีการศึกษาหาวิธีการกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่รบกวนการเจริญเติบโตของสาหร่าย Gracilaria ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิดเพื่อให้สาหร่ายเพาะเลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตและ ผลผลิตสูงขึ้น
3. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria spp. หลายชนิดในระบบ ฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วน N:P = 4:1 ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบอัตรา การเจริญเติบโตและผลผลิต เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายระดับอุตสาหกรรมต่อไป
4. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria โดยให้อัตราส่วนของ N:P และช่วงการให้ในระดับต่าง ๆ กันในระบบฟาร์มกึ่งปิดกึ่งเปิด เพื่อให้น้ำทะเลมีการไหลเวียนใน แปลงเพาะเลี้ยงได้ตลอดเวลา เพื่อให้สาหร่ายเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูงขึ้น

5. ในการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ในระบบฟาร์มปิด สิ่งที่ต้อง
กระทำในการดูแลรักษา คือ สภาพการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงทดลอง
โดยเฉพาะในฤดูฝน ทำให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กาญจนาภรณ์ ลีวโนนท. "งานวิจัยสำหรับทะเลในประเทศไทย," วารสารวิทยาศาสตร์.
3 : 144 - 148 ; มีนาคม 2529.
- _____. สำนักราย. กรุงเทพฯ : คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
- กำพล จันทรสุวรรณ์ และสมชัย อวเกียรติ. "การกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ออกจากสำนักราย
สกุล *Polycavernosa changii* โดยการแช่แข็งในช่วงเวลาต่าง ๆ ในห้อง
ปฏิบัติการ," ใน รายงานการทดลองวิชาชีวะ 511. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- จินตนา ศรีตงกุล. "สินค้าเป้าหมาย 199 ชนิด มีความหมายแค่ไหน," วารสารเศรษฐกิจและ
สังคม. 3 : 30 - 38 ; พฤษภาคม - มิถุนายน 2529.
- ประมุข เพ็ญสุต. การศึกษาและองค์ประกอบอย่างอื่นในสำนักรายสกุลกราซีลาเรีย.
วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อักสำเนา.
- เพียว อินทสุวรรณ์. "การเพาะเลี้ยงสำนักรายสีแดงในทะเลสาบสงขลา," ใน รายงาน
การวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. เล่ม 14, 26 - 28. สงขลา :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.
- พรณี ภิมมย์ภักดี. การสำรวจสำนักรายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.
- พิริยะ แสงวงศ์. การศึกษาสำนักรายทะเลทางสัตววิทยาและการกระจายในบริเวณชายฝั่ง
ทะเลจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2520. อักสำเนา.
- ยงยุทธ โอสภสภา และสุรเดช จินตกานนท์. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. อักสำเนา.

วลัย วราโน. การสกัดยุงจากสำราญทะเลสกุลกราซีลาเรีย. ปรินทิพินท์ วท.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักสำเนา.

วิทยาศาสตร์, กรม. "การสำรวจสำราญทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกของประเทศไทย,"

ข่าวกรมวิทยาศาสตร์. 23 : 2 - 10 ; 2502.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. การสำรวจสำราญทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชุมพร. ปรินทิพินท์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.

ศรีสุตา จินดาพล. การสำรวจสำราญทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดศรีสะเกษ. ปรินทิพินท์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

ศักดิ์ดา เกียรตินเมือง. การเพาะเลี้ยงสำราญทะเลบางชนิดแถบชายฝั่งจังหวัดชลบุรี. ปรินทิพินท์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย วิชาสังคมศึกษา 503. กรุงเทพฯ :

คุรุสภา, 2524.

สนม วันเพ็ญ. การศึกษาวิธีการรองรับสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมในการเพาะ การงอก และการ

เจริญเติบโตของสปอร์ในสำราญสกุลกราซีลาเรีย. ปรินทิพินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.

สมชาย สกลทัต. การสำรวจสำราญทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลรอบเกาะภูเก็ต. ปรินทิพินท์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

สมภพ อินทสุวรรณ. "สำราญทะเลในทะเลสาบสงขลาบริเวณทะเลน้อยและทะเลหลวง," ใน

รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 88. สงขลา :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2525.

สมศักดิ์ แสนสุข. "การศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสำราญชายฝั่งในภาคตะวันออก

ของประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม," ใน รายงาน

การวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 68. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

- สรี พุกชวนาส, สุชาติ เตชนราวงศ์ และศราวุธ เจงโล๊ะ. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายแดง
แบบแผ่นที่อ่าวปัตตานี. สงขลา : สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัด
สงขลา, 2529.
- สุภาจรี นิยะมานนท์. "สาหร่ายทะเลชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลา และเกาะใกล้เคียง," ใน
รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 68 - 71. สงขลา :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.
- สุรจิต วรรณจันทร์. สรีวิทยาพืช. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2525.
- เสนาะ บุญไ. สรีวิทยาของพืช. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530.
- Bird, K.T. "Nitrogen Allocation and Storage Patterns in Gracilaria
tikvahiae (Rhodophyta)," Journal Phycology. 18 : 344 - 348 ;
1980.
- Boney, A.D. "Aspects of the Biology of the Seaweed of Economic Important,"
Advance Marine Biology. 3 : 105 - 253 ; 1965.
- Canto and other. "The Effects of Nitrogen Deficiency on Pigments and
Lipids of Cyanobacteria," Plant Physiology. 83(4) : 838 - 843 ;
1987.
- Chiang, Y.M. "Cultivation of Gracilaria (Rhodophyta, Gigartinales) in
Taiwan," Xth International Seaweed Symposium. New York: Walter
de Gruyter, 1981.
- Dawson, E.Y. How to know the Seaweed. Iowa: Wm. C. Brown Company, 1956.
- DeBore, J.A. and others. "Nutritional Studies of two Red Algae I.
Growth Rate as a Function of Nitrogen Source and Concentration,"
Journal Phycology. 14 : 261 - 266 ; 1978.
- Dell, R.K., "Antarctic Benthos," Advance Marine Biology. 10 ; 1 -
216 ; 1972.
- Durairatnum, M. and N. de Queiroz Santos. "Agar from Gracilaria verrucosa
(Hudson) Papenfuss and Gracilaria sjoestedtii Kylin from Northeast
Brazil," Xth International Seaweed Symposium. New York: Walter
de Gruyter, 1981.

- Edding, M., J. Macchiavello and H. Black. "Culture of Gracilaria sp. in Outdoor Tanks : Productivity," Hydrobiologia. 151/152 ; 369 - 373 ; 1987.
- Edelstein, T. ; Bird, C.J. ; and McLanchlan. "Studies on Gracilaria 2. Growth under Greenhouse Conditions," Canana Journal Botany. 54 : 2275 - 2290 ; 1976.
- Edward, Peter. "Seaweeds Farms : An Integrate Part of Rural Development in Asia, with Special Reference to Thailand," International Conference on Rural Development Technology : An Integrated Approach Asia Institute of Technology Bangkok Thailand. 1977.
- Friendlander, M. and C.J. Dawes. "In Situ Uptake Kinetics of Ammonium and Phosphate and Chemical Composition of the Red Seaweed Gracilaria tikvahiae." Journal Phycology. 21(3) : 448 - 453 ; 1985.
- Hawaiian Agronomics (International), Inc. "Seaweed Production and Processing," Agriculture Technology Transfer Project. 1986, 1987.
- Hoppe, H.A. and Schmid, O.J. "Commercial Products of Seaweed," Marine Algae. Hamburg : Cram, De Gruyter & Co., 1969.
- Hoyle, M.D. The Literature Pertinent to the Red Algal Genal Gracilaria in Hawaii. St. John Plant Science Laboratory. Hawaii : University of Hawaii, 1975.
- Issacc., W.E. "The Ecology of Gracilaria conferucides (L.) Grev. in South Africa with Special Reference to Its Ecology in the Saldanha-Langebaan. Lagoon," Proc. Second International Seaweed Symposium. 1956.
- Kim, Dong HO. "Economically Important Seaweed in Chile Gracilaria," Botanica Marina. 8 : 140 - 162 ; 1970.
- Lapointe, B.E. "Biochemical Strategies for Growth of Gracilaria tikvahiae (Rhodophyta) in Relation to Light Intensity and Nitrogen Availability," Journal Phycology. 20 : 488 - 495 ; 1984.
- _____. "Strategies for Pulsed Nutrient Supply to Gracilaria Cultures in Florida Keys : Interactions Between Concentration and Frequency of Nutrient Pulses," Journal Experimental Marine Biology Ecology. 93 : 211 - 222 ; 1985.
- Liu, C.Y., C.Y. Wang and S.S. Yong. "Seasonal variation of the Chlorophyll Contents of Gracilaria Cultivated in Taiwan," Xth International Seaweed Symposium. New York : Walte de Gruyter, 1981.

- Raju, P.V. and Thomas, P.C. "Experimental Field Cultivation of Gracilaria edulis (Gmel.) Silva," Botanica Marina. 14 : 71 - 75 ; 1971.
- Rao, M.U. "Agar and Algin - Yielding Seaweeds of India," Proc. Sixth International Seaweed Symposium. 1968.
- Richardson, W.D. "Some Observations of the Ecology of Trinidad Marine Algae," Proc. Sixth International Seaweed Symposium. 1968.
- Rosenberg, G. Ecological Growth Strategies in the Seaweeds Gracilaria foliifera (Rhodophyceae) and Ulva sp. (Chlorophyceae) : The Rate and Timing of Growth. Ph.D. Thesis, Connecticut : Yale University New Haven. 1981.
- Ryther, John H. "Fuel From Marine Biomass," Oceanus. 22(4) : 51 - 58 ; Winter 1980/81.
- Ryther, J.H. and others. "Nitrogen Uptake and Storage by the Red Alga Gracilaria tikvahiae (McLachlan, 1979)," Aquaculture. 26 : 107 - 115 ; 1981.
- Shang, Y.C. Economic Aspects of Gracilaria Culture in Taiwan. Amsterdam : Elsevier Scientific Pub. Co., 1976.
- Smith, S.V. "Phosphorus Versus Nitrogen Limitation in the Marine Environment," Limnology and Oceanography. 29(6) : 1149 - 1160 ; 1984.
- Taylor, W.R. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. 4th Printing. Michigan : The University of Michigan Press, 1979.
- Topinka, Jerry A. "Nitrogen Uptake by Fucus spiralis (Rhodophyceae)," Journal Phycology. 14 : 241 - 247 ; 1978.
- Tseng, C.K. "Marine Phycoculture in China," Xth International Seaweed Symposium. New York : Walter de Gruyter, 1981.
- Venkataraman, G.S. The Cultivation of Algae. New Delhi : Indian Council of Agriculture Research, 1969.

ក អានពាក្យ

ตาราง 16 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (doublings. d^{-1}) ของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

N:P	ซ้ำ										ผลรวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
กลุ่ม 1 16:1	0.41	0.51	0.80	0.97	1.28	0.80	0.30	0.73	0.60	0.34	6.74	0.67
13:1	0.70	1.12	0.88	0.35	0.27	0.47	0.70	0.92	0.85	0.34	6.60	0.66
10:1	0.31	0.53	0.35	0.21	0.75	0.78	0.79	1.07	1.18	0.81	6.78	0.68
7:1	0.48	0.79	0.35	0.76	0.49	0.53	0.60	0.89	1.13	0.53	7.55	0.76
4:1	1.29	1.12	0.78	1.12	0.92	0.78	0.90	0.84	0.84	0.63	9.22	0.92
1:1	1.96	0.58	0.97	1.03	1.01	0.90	0.40	0.50	1.04	0.35	8.74	0.87
0:1	0.26	0.24	0.35	0.22	0.42	0.73	0.72	0.29	0.74	0.29	4.26	0.43
0:0	0.30	0.29	0.42	0.31	0.46	0.35	0.37	0.34	0.42	0.32	3.68	0.37
กลุ่ม 2 16:1	0.68	0.87	0.87	1.06	1.10	0.58	0.58	1.06	0.60	0.84	8.24	0.82
13:1	0.98	1.12	0.71	0.95	0.97	0.66	0.52	0.88	0.81	0.65	8.25	0.83
10:1	0.72	1.04	0.88	1.12	0.84	0.88	0.97	0.81	1.06	0.72	9.04	0.90
7:1	1.10	1.12	0.99	0.93	0.96	1.12	0.81	0.90	0.78	0.89	9.60	0.96
4:1	1.11	1.04	1.05	0.99	0.66	1.35	1.33	1.40	2.00	0.96	11.89	1.19
1:1	1.30	1.04	1.07	0.90	1.18	0.87	0.73	1.01	0.93	0.83	9.86	0.99
0:1	0.03	0.51	0.23	1.45	0.32	0.40	0.35	0.23	0.25	0.30	4.34	0.43
0:0	0.45	0.39	0.33	0.53	0.30	0.37	0.33	0.50	0.21	0.42	3.83	0.38

ตาราง 16 (ต่อ)

N:P	ข้าว										ผลรวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
กลุ่ม 3 16:1	0.59	0.61	0.53	0.83	0.45	0.44	0.83	1.08	0.62	0.25	6.23	0.62
13:1	0.48	1.26	0.31	1.03	0.30	0.52	0.46	0.78	0.72	1.02	7.38	0.74
10:1	0.53	0.59	0.65	0.37	0.55	0.54	0.93	0.61	1.08	0.38	6.63	0.66
7:1	0.52	0.57	0.41	0.44	0.72	1.59	0.59	1.04	0.68	0.72	7.28	0.73
4:1	0.97	0.63	1.06	1.31	0.57	1.00	0.68	0.60	0.77	1.45	9.04	0.90
1:1	0.47	0.68	0.94	0.49	1.00	0.96	0.33	0.48	1.59	0.53	7.47	0.75
0:1	0.59	0.66	0.20	0.86	0.64	0.37	0.25	0.39	0.39	0.22	4.57	0.46
0:0	0.52	0.38	0.48	0.41	0.53	0.46	0.33	0.47	0.64	0.21	4.43	0.44

ตาราง 17 แสดงผลผลิตน้ำแก๊ส (กรัม) ของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความเค็ม 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

N:P		ซ้ำ									ผลรวม	เฉลี่ย	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
กลุ่ม 1	16:1	52	52	49	49	39	49	47	50	46	48	481	48.1
	13:1	52	47	49	51	51	51	55	50	54	44	506	50.6
	10:1	41	46	43	46	44	43	42	37	46	38	426	42.6
	7:1	40	47	46	48	45	44	51	48	49	49	467	46.7
	4:1	50	54	50	56	53	47	56	50	48	50	514	51.4
	1:1	42	33	43	37	35	42	36	43	38	36	384	38.4
	0:1	38	35	40	43	37	36	35	37	36	48	385	38.5
	0:0	40	37	39	39	43	39	39	36	34	33	379	37.9
กลุ่ม 2	16:1	53	53	52	54	51	50	52	53	55	60	533	53.3
	13:1	52	57	55	49	48	49	53	52	54	51	520	52.0
	10:1	46	54	53	54	54	51	59	51	56	58	536	53.6
	7:1	53	51	51	52	48	53	53	48	53	49	511	51.1
	4:1	55	56	55	55	56	56	49	59	60	58	559	55.9
	1:1	51	46	45	47	52	49	47	45	48	51	481	48.1
	0:1	41	32	41	28	38	40	46	40	43	47	396	39.6
	0:0	39	37	37	39	41	39	38	35	33	33	371	37.1

ตาราง 17 (ต่อ)

N:P	ซ้ำ										ผลรวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
กลุ่ม 3 16:1	43	44	49	49	52	49	48	46	49	43	472	47.2
13:1	46	43	41	43	42	45	43	47	46	45	441	44.1
10:1	53	48	48	47	48	42	46	43	45	37	457	45.1
7:1	44	42	43	43	43	40	40	43	39	40	417	41.1
4:1	51	53	46	49	54	47	45	43	46	49	483	48.3
1:1	46	41	47	42	43	42	38	41	42	41	423	42.3
0:1	36	42	36	38	42	38	46	40	44	41	403	40.3
0:0	39	36	36	38	41	39	37	36	37	35	374	37.4

ตาราง 18 แสดงผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กรัม) ของสาหร่าย *G. firma* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

สิ่งทดลอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	เฉลี่ย
กลุ่ม 1												
16:1	5.94	5.94	5.60	5.60	4.46	5.60	5.37	5.71	5.26	5.48	54.96	5.50
13:1	5.94	5.37	5.60	5.83	6.06	5.83	6.28	5.71	6.17	5.03	57.82	5.78
10:1	4.68	5.26	4.91	5.26	5.03	4.91	4.80	4.22	5.26	4.34	48.67	4.87
7:1	4.57	5.37	5.26	5.48	5.26	5.03	5.83	5.48	5.60	5.60	53.48	5.35
4:1	5.71	6.17	5.71	6.40	6.06	5.37	6.40	5.71	5.48	5.71	58.72	5.87
1:1	4.80	3.77	4.91	4.23	4.00	4.68	4.11	4.91	4.34	4.11	43.86	4.39
0:1	4.34	4.00	4.57	4.91	4.23	4.11	4.00	4.23	4.11	5.48	43.98	4.40
0:0	4.91	4.23	4.46	4.46	4.91	4.46	4.46	4.11	3.88	3.77	43.65	4.37
กลุ่ม 2												
16:1	6.06	6.06	5.94	6.17	5.83	5.71	5.94	6.06	6.28	6.86	60.91	6.10
13:1	5.94	6.51	6.28	5.60	5.48	5.60	6.06	5.94	6.17	5.83	59.41	5.94
10:1	5.26	6.17	6.06	6.17	6.17	5.83	6.74	5.83	6.40	6.63	61.26	6.13
7:1	6.06	5.83	5.83	5.94	5.48	6.06	6.06	5.48	6.06	5.60	58.40	5.84
4:1	6.28	6.40	6.28	6.28	6.40	6.40	5.60	6.74	6.86	6.63	63.81	6.38
1:1	5.83	5.26	5.14	5.37	5.94	5.60	5.37	5.14	5.48	5.83	54.96	5.50
0:1	4.68	3.66	4.68	3.20	4.34	4.57	5.26	4.57	4.91	5.37	45.24	4.52
0:0	4.46	4.23	4.23	4.46	4.46	4.46	4.34	4.00	3.77	3.77	42.18	4.22

ตาราง 18 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	เฉลี่ย
กลุ่ม 3 16:1	4.91	5.03	5.60	5.60	5.94	5.60	5.48	5.26	5.60	4.91	53.93	5.39
13:1	5.26	4.91	4.68	4.91	4.80	5.14	4.91	5.37	5.26	5.14	50.38	5.04
10:1	6.06	5.48	5.48	5.37	5.48	4.80	5.26	4.91	5.14	4.22	52.2	5.22
7:1	5.03	4.80	4.91	4.91	4.91	4.57	4.57	4.91	4.46	4.57	47.64	4.16
4:1	5.83	6.06	5.26	5.60	6.17	5.37	5.14	4.91	5.26	5.60	55.20	5.52
1:1	5.26	4.68	5.37	4.80	4.91	4.80	4.34	4.68	5.26	4.68	48.78	4.88
0:1	4.11	4.80	4.11	4.34	4.80	4.34	5.26	5.03	5.03	4.68	46.50	4.65
0:0	4.46	4.11	4.11	4.34	4.68	4.46	4.22	4.11	4.22	4.00	42.71	4.27

ตาราง 19 แสดงสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma ในระบบ
ฟาร์มปิด ณ อ่าวบาง ค่ายลอ่าวใหญ่ อำเภอมะนัง จังหวัดตรัง

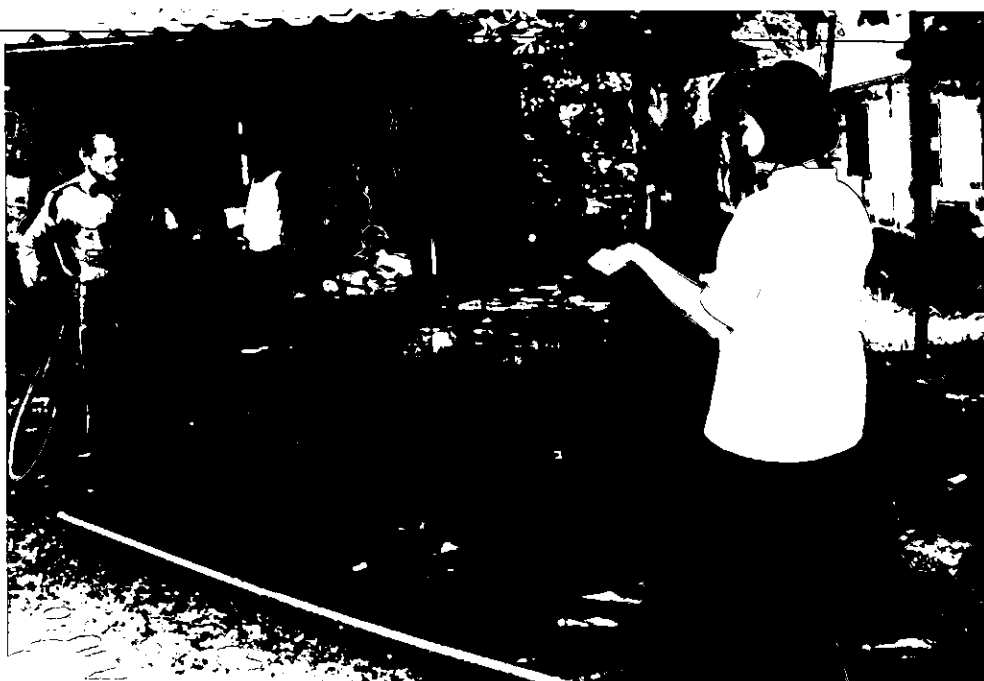
เดือน \ สภาพที่ ศึกษา	ความเค็ม PPT	ความเป็นกรด เป็นเบส	อุณหภูมิ °C	ความโปร่งแสง ของน้ำ (เมตร)
กรกฎาคม	32	8.3	27	0.58
สิงหาคม	24	8.3	27	0.60
กันยายน	30	8.4	28	0.78
ตุลาคม	28	8.4	29	0.70



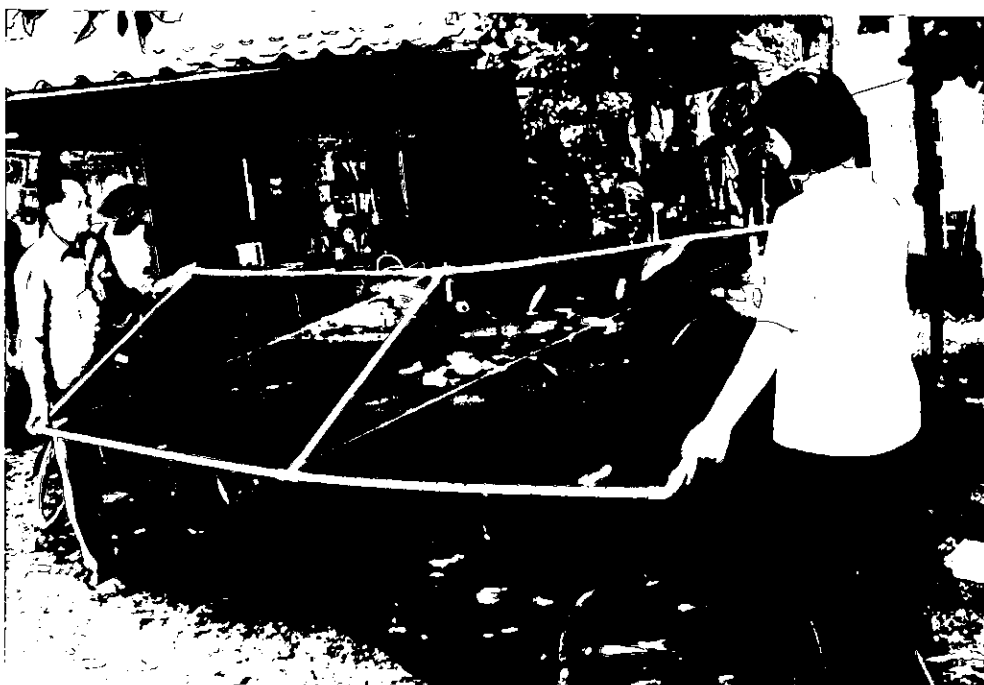
ภาพประกอบ 9 แสดงโครงสร้างของแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma บริเวณอ่าวยาง
ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง จังหวัดตราด



ภาพประกอบ 10 แสดงบ่อซีเมนต์ ขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ที่ใช้เป็น
แปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง จังหวัดตราด



ภาพประกอบ 11

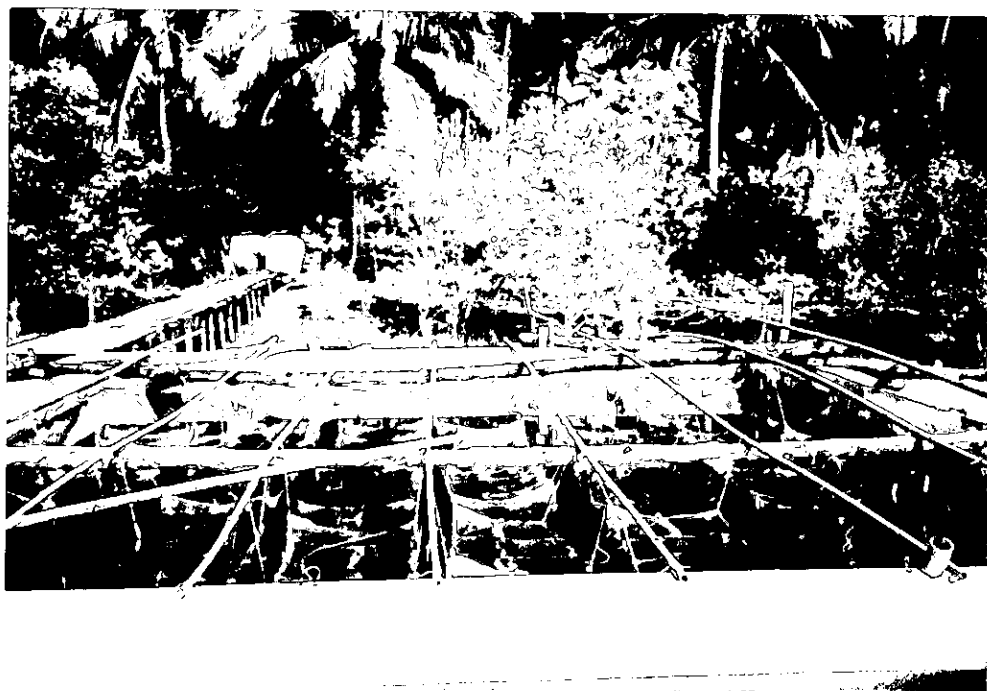


ภาพประกอบ 12

ภาพประกอบ 11-12 แสดงลักษณะของกระถังทดลองค้ำปากและก้นกระชัง



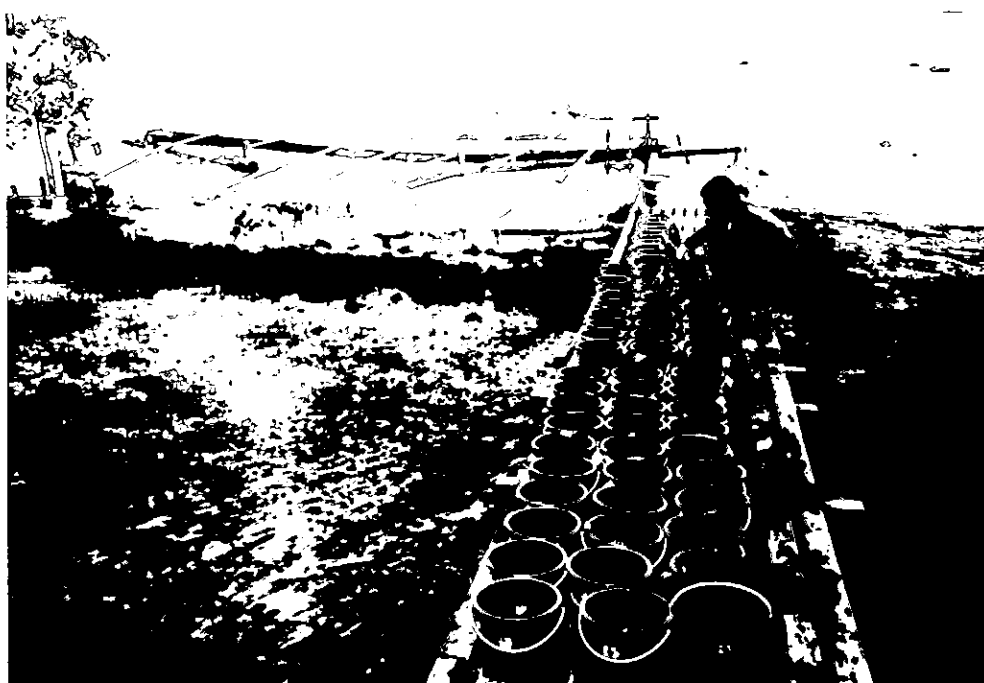
ภาพประกอบ ๑๓ แสดงการเก็บเกี่ยวพันธุ์สำหรับ G. firma มาใช้ในการทดลอง



ภาพประกอบ ๑๔ แสดงลักษณะการวางกระถางทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ G. firma ตามแผนแบบ
การทดลอง แบบ 3 x 8 เฟกคตอเรียล ไบแฟล่งเพาะเลี้ยง



ภาพประกอบ 15

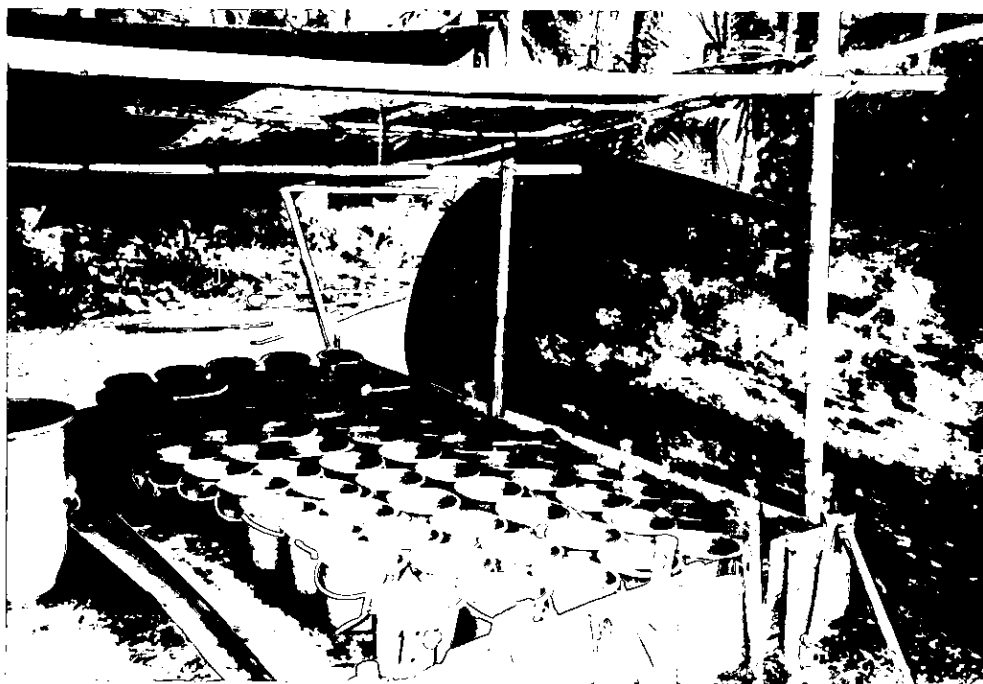


ภาพประกอบ 16

ภาพประกอบ 15-16 แสดงการนำสาหร่าย *G. firma* จากแปลงทดลองขึ้นมาให้สัตว์อาหารในอัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ ตามแผนแผนการทดลอง



ภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 18

ภาพประกอบ 17-18 แสดงการเพาะชำราย G. firma ในถุงพลาสติกโดยให้สารอาหารในอัตราส่วน N:P 8: ระกั ในช่วงเวลาการให้ทางกัน 3 ระกั



ภาพประกอบ 19 แสดงลักษณะการแตกแขนงของสาหร่าย G. firma ในกลุ่มทดลองเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน



ภาพประกอบ 20 แสดงการซึมน้ำของสาหร่าย G. firma เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนการทดลอง

การผนวกรวม ข

สารละลายตั้งต้น

ก. ใช้ NH_2CONH_2 1 กรัมโมเลกุล (60.056 กรัม) ทำให้เป็นสารละลาย
1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ข. ใช้ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 1 กรัมโมเลกุล (132.06 กรัม) ทำให้เป็นสารละลาย
1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ค. ใช้ K_2HPO_4 1 กรัมโมเลกุล (174.18 กรัม) ทำให้เป็นสารละลาย
1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง 20 แสดงวิธีการเตรียมสารละลายให้อัตราส่วนของ N:P ต่างกัน 8 ระดับ

N:P	สารละลายตั้งต้น (มิลลิลิตร)			น้ำฝน มิลลิลิตร	น้ำทะเล มิลลิลิตร	หมายเหตุ
	ก	ข	ค			
0:0	-	-	-	10,000	-	น้ำฝนผสมเกลือให้ได้ ความเค็ม 28-30 ส่วนในพัน
0:1	-	-	10	190	9,800	
1:1	-	10	-	190	9,800	
4:1	10	30	-	160	9,800	
7:1	10	60	-	130	9,800	
10:1	10	90	-	100	9,800	
13:1	10	120	-	70	9,800	
16:1	10	150	-	40	9,800	

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางวนิดา ชื่อสกุล วัชรไศมิขมูล

เกิดวันที่ 29 สิงหาคม พุทธศักราช 2499

สถานที่เกิด อำเภอยะโฮร์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 409-411 ตำบลตลาดไชยา อำเภอยะโฮร์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84110

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวัดจาย (สุทธบุราราม) ตำบลเสม็ด อำเภอยะโฮร์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2515 ม.ศ. 3 จากโรงเรียนประสงศ์สารวิทยา อำเภอนาหมื่น
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

พ.ศ. 2517 ป.กศ. จากวิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช

พ.ศ. 2519 พ.ม. ศึกษาด้วยตนเอง

พ.ศ. 2523 กศ.บ. (วิชาเอกชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา

พ.ศ. 2532 กศ.ม. (วิชาเอกชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร