

รายงานการวิจัย

การเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ N:P
ระดับต่าง ๆ ในสาหร่าย *Polycavernosa changii* ในระบบฟาร์มปิด
เพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

161	589.3 ร451	ร.2	31011100115609
-----	------------	-----	----------------

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร
ปีงบประมาณ 2532

589.3
ร451
ร.2

โดย
นายสมศักดิ์ แสนสุข
นายสุรจิต วรรณจันทร์
นางวนิดา วัชรโสภิชฐกุล
นายฉลอง เมืองสนธิ์

ร.45:

ร.2

รายงานการวิจัย

การเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ N:P ระดับต่าง ๆ ในสัหร่าย
Polycavernosa changii ในระบบฟาร์มปิดเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยง
ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร

ปีงบประมาณ 2532

- 5 เม.ย. 2536

โดย

นายสมศักดิ์ แสนสุข

นายสุรจิต วรรณจำทร

นางวนิดา วัชรโศภิตกุล

นายฉลอง เมืองสนธิ

อธิบดีมหาวิทยาลัย รศ. สมศักดิ์ นนท

172398

ประกาศคณะกรรมการ

งานวิจัยในโครงการศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม ในปีงบประมาณ 2528, 2530 และ 2532 นั้น ได้รับเงินอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติผ่านทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทบวงมหาวิทยาลัย

ในปี 2529 ไม่ได้รับเงินงบประมาณอุดหนุน ผู้วิจัยได้เจียดเงินส่วนตัวบ้างและเงินจำนวนเล็กน้อยที่ได้รับจากกองประมาณการกอง กรมประมง ทบวงงานโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเลภายใต้โครงการ เอ ที ที ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำการวิจัยและเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล โพลีคาเวอร์โนซา ชางไอ์ (Polycavernosa changii) เอาไว้เพื่อมีให้สุญพันธุ์ สำหรับพันธุ์นี้ในธรรมชาติให้ผลผลิตช้า ต้องใช้เวลา 2 ปี จึงพอจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ การเพาะเลี้ยงในแปลงทดลองให้ผลผลิตใน 1 ปี แต่ยังมิอาจหาผลผลิตในรูปของอัตราการผลิตได้ เพราะวัสดุที่ใช้สปอร์ของสาหร่ายเกาะเป็นเชือกฟาง (rafia) มีดสิ่งของที่ขายตามตลาดทั่วไป เชือกฟางส่วนใหญ่ (ประมาณ 90 %) ขาดก่อน ส่วนน้อย (ประมาณ 10 %) ที่เหลือเมื่อครบ 1 ปี ขนาดของสาหร่ายโตพอที่จะเก็บเกี่ยวได้ พอที่จะเป็นต้นไม้ได้ แต่ข้อมูลไม่พอที่จะหาอัตราผลผลิต อัตราการเจริญเติบโต เพราะขาดเงินอันเป็นผลกระทบให้ขาดปัจจัยอื่น ๆ ต่อไปอีกมาก งบประมาณปี 2531 ไม่ได้รับเงินงบประมาณอุดหนุน แต่ มศว ได้เจียดเงินรายได้ 30,000 บาท ให้ทำการเพาะเลี้ยงเพื่อรักษาพันธุ์สาหร่าย P. changii โดยวิธีเพาะสปอร์บนอวนในลอน ใช้วิธีการแบบเชือกเส้นเดียว ปรากฏว่าสาหร่ายเกาะและงอกได้ดี ความยาวธารเพิ่มขึ้น สามารถนำพันธุ์ไปพัฒนาเพาะเลี้ยงโดยการให้ N:P ตามโครงการศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้งบประมาณ ปี 2532 ซึ่งผลการทดลองได้ปรากฏในรายงานการวิจัยฉบับนี้

งานวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก นายโสภณ ทิลาอาสน์ นายมงคล ทิลาอาสน์ นายฉลอง เมืองสนธ์ ลูกศิษย์ และญาติอีกหลายท่านมีอาจนำมากล่าวในที่ใดหมด ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุก ๆ ท่านเป็นอย่างยิ่ง ขอท่านทั้งหลายจงอนุโมทนาในกุศลเจตนาและกุศลกรรมที่ท่านได้แสดงไว้

คณะผู้ทำการวิจัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	7
อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย	
สกุล <u>Gracilaria</u>	7
การเพาะเลี้ยง <u>Gracilaria</u> spp.	9
การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทย.....	10
3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	12
สถานที่และระยะเวลาการทดลอง.....	12
อุปกรณ์.....	12
วิธีการทดลอง.....	13
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	14
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	14

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาคุณค่า.....	15
การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย <u>P. changii</u>	
ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ.....	15
การศึกษาสภาพแวดล้อมทางประชากรของน้ำทะเลในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง	
สำหร่าย <u>P. changii</u>	36
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	37
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	37
วิธีดำเนินการศึกษาคุณค่า.....	37
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
สรุปผลการศึกษา.....	38
อภิปรายผล.....	46
ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก ก.....	58
ภาคผนวก ข.....	73

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางแสดงแผนแบบการทดลอง.....	13
2 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่ การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	16
3 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน..	17
4 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่ เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	18
5 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่ การให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	19
6 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่ การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	21
7 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่ การให้ N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	22
8 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่ เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่ การให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	24

9	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	25
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	27
11	วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	28
12	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	40
13	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	42
14	สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	44
15	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย <u>Gracilaria</u> spp. ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	49
16	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	59

17	แสดงผลคณาน้ำหนักสดของสำหรับ <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	61
18	แสดงผลคณาน้ำหนักแห้งของสำหรับ <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	63
19	แสดงสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสำหรับ <u>P. changii</u> ในระบบ ฟาร์มปิด ณ อ่าวบาง คำนล่าวใหญ่ อำเภอมะนัง จังหวัดตรัง.....	65
20	แสดงวิธีการเตรียมสารละลายให้อัตราส่วนของ N:P ต่างกัน 8 ระดับ.....	73

ดัชนีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์.....	29
2	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์.....	30
3	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์.....	31
4	เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P = 4:1 ทุกช่วงเวลาการให้.....	32
5	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	33
6	แสดงผลผลิตน้ำหนักรวมของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	34
7	แสดงผลผลิตน้ำหนักรวมของสำหร่าย <u>P. changii</u> ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	35
8	แสดงโครงสร้างของแปลงเพาะเลี้ยงสำหร่าย <u>P. changii</u> บริเวณอ่าวบางตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	66

9	แสดงบอชี่เมนต์ ขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ที่ใช้เก็บ แปลงทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ <u>P. changii</u> อวียง ตำบลอวียงใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด.....	66
10-11	แสดงลักษณะของกระชังทดลองด้านปากและก้นกระชัง.....	67
12	แสดงการเก็บเกี่ยวพันธุ์สำหรับ <u>P. changii</u> มาใช้ในการทดลอง.....	68
13	แสดงลักษณะการวางกระชังทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ <u>P. changii</u> ตามแผนแบบ การทดลองแบบ 3 x 8 แปลกต่อเรียลในแปลงเพาะเลี้ยง.....	68
14-15	แสดงการนำสำหรับ <u>P. changii</u> จากแปลงทดลองขึ้นมาให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง.....	69
16-17	แสดงการแช่สำหรับ <u>P. changii</u> ในถังพลาสติกโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ในช่วงเวลาการให้อาหารต่างกัน 3 ระดับ.....	70
18	แสดงลักษณะการแตกแขนงของสำหรับ <u>P. changii</u> ในกลุ่มทดลองเมื่อ เพาะเลี้ยงได้ 120 วัน.....	71
19	แสดงการชั่งน้ำหนักสดของสำหรับ <u>P. changii</u> เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตามขั้นตอนการทดลอง.....	71

ผลของอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย
Polycavernosa changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด

Effects of Proportion and Frequency of Nutrient Pulses of N:P on the
Growth of Polycavernosa changii in Closed Farm System.

1. บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สาหร่ายทะเลให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการบริโภคและพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากสาหร่ายทะเลคือ วุ้น (agar) คาร์ราจีแนน (carrageenan) แอลจีนิค (alginic acid) และโซเดียมแอลจีเนต (sodium alginate) กิจกรรมอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเภสัช อุตสาหกรรม การผลิตสี และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น ต้องใช้ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากสาหร่ายทะเล

ในปี พ.ศ. 2529 ประเทศไทยส่งวุ้นออกไปจำหน่ายต่างประเทศคิดเป็นมูลค่า 2,125,058 บาท (กรมศุลกากร) วุ้นที่ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศนั้นเป็นวุ้นผงสำเร็จรูป ที่สั่งเข้ามาบรรจุหีบห่อใหม่ภายในประเทศ แล้วจึงส่งไปจำหน่ายต่อไปยังต่างประเทศ ทั้งนี้เป็น เพราะปริมาณสาหร่ายทะเลที่มีอยู่ตามธรรมชาติบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทยมีปริมาณไม่ มากพอที่จะเป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานไคลลอปี้ ทั้ง ๆ ที่สาหร่ายทะเลของประเทศไทยเป็นสาหร่าย ทะเลที่ให้ผลิตภัณฑ์วุ้นที่มีคุณภาพสูงและดีที่สุด (การวิเคราะห์ปริมาณซิลิเฟตในวุ้นที่สกัดจากสาหร่ายที่ ให้วุ้นของประเทศไทยโดยวิธีนิวตรอนแอคติเวชันแอนาไลซิส เสนอในที่ประชุมพิเศษโครงการผลิต และแปรรูปสาหร่ายทะเล เอทีทีของกรมประมง วันที่ 13 - 14 สิงหาคม 2530)

ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสาหร่ายที่ได้จากสาหร่ายทะเลนั้น ประเทศไทยได้ส่งผลิตภัณฑ์จาก ต่างประเทศเข้ามาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะวุ้นในปี พ.ศ. 2521 - 2528 ปรากฏว่าปริมาณวุ้นที่สั่งเข้ามาใช้ในประเทศมีปริมาณสูงถึง 1,813,122 กิโลกรัม

คิดเป็นมูลค่า 583,511,957 บาท (Hawaiian agronomic. 1986 : 62) ปี พ.ศ. 2529 ประเทศไทยส่งผลิตภัณฑ์จากสำหร่ายทะเลเข้าประเทศคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 135.1 ล้านบาท จำแนกเป็นมูลค่า 108.2 ล้านบาท สำหร่ายทะเล 12.2 ล้านบาท โซเดียมแอลจีเนต 12.7 ล้านบาท และกรกแอลจีนิค 2 ล้านบาท (Hawaiian agronomic. 1987 : 163 - 168) ผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกไปเหล่านี้ล้วนแต่สามารถสกัดได้จากสำหร่ายทะเลพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่พร้อมแล้วตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทยที่มีความยาวประมาณ 2,420 กิโลเมตร แยกเป็นชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยประมาณ 1,930 กิโลเมตร และทางฝั่งทะเลอันดามันประมาณ 490 กิโลเมตร (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 1 - 4) ชายฝั่งทะเลเหล่านี้มีอาณาเขตที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสำหร่ายทะเลอยู่มากมาย รวมทั้งในปัจจุบันรัฐบาลก็มองเห็นความสำคัญของสำหร่ายในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ได้กำหนดให้สำหร่ายเป็นสินค้าเป้าหมายที่มีโอกาสขยายการผลิตและการตลาด โดยจัดอยู่ในประเภทประมงดีว่าเป็นสินค้าที่ประเทศไทยสามารถทำการผลิตได้ มีตลาดรองรับอยู่แล้วทั้งในและนอกประเทศ รวมทั้งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (จินตนา ศรีตงกุล. 2529 : 30 - 37) หากทรัพยากรธรรมชาติตามชายฝั่งทะเลกลุ่มนี้ได้รับการศึกษาพัฒนา ประเทศไทยจะสามารถลดการนำเข้าเกี่ยวกับการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากสำหร่ายทะเลได้มาก หากมีการผลิตผลิตภัณฑ์จากสำหร่ายทะเลได้เกินความต้องการภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งขายเป็นสินค้าออก หำรายได้ให้แก่ประเทศชาติมากขึ้น ผลที่เกิดขึ้นก็คือ การสร้างงานและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและชาวประมงริมฝั่งทะเล นอกจากนี้ลูกสัตว์เศรษฐกิจในทะเลยังได้อาศัยแพลงแพะเลี้ยงสำหร่ายทะเลเป็นที่อยู่และหลบภัยเพื่อการเจริญเติบโตแล้วมุ่งไปสู่ทะเลหลวงเพื่อให้ชาวประมงได้จับเป็นสินค้าต่อไปก็คือแพลงแพะเลี้ยงสำหร่าย ทำหน้าที่แทนปลาช่อนซึ่งกำลังถูกทำลายให้หมดไป

ฝ่ายแปรรูปสำหร่ายทะเลโครงการเอทีที ของกรมประมง (สิงหาคม 2530) ก็อภากวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สรุปความต้องการวัตถุดิบสำหร่ายทะเลให้วันสดไปประมาณ 30,000 ตันต่อปี สำหรับโรงงานที่มีกำลังผลิตวัน ขนาด 1 ตันต่อวัน สำหร่ายทะเลที่อยู่ตามธรรมชาติในปัจจุบันนี้มีปริมาณไม่มากพอที่จะใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานได้

เพื่อแก้ปัญหาจึงเป็นการสมควรขยายการศึกษาและพัฒนารเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลให้ต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตของวัตถุดิบมากพอเพียงสำหรับป้อนโรงงานสกัดวันและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ตลอดปี และรองรับกับการขยายตัวของอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลต่อไปด้วย อนึ่งการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลชายฝั่งในระยะเวลา 3 - 4 ปีที่ผ่านมา โดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และหน่วยงานอื่นนั้นเป็นการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลสกุล Gracilaria ซึ่งในปัจจุบันพบว่า สาหร่ายสกุล Gracilaria ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่าวันที่ได้จากสาหร่ายสกุล Polycavernosa ซึ่งให้วันที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่สาหร่ายสกุล Polycavernosa เจริญเติบโตช้ากว่าสาหร่ายสกุล Gracilaria นับจากเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Polycavernosa ด้วยสปอร์ไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 1 ปี ในกรณีที่เพาะเลี้ยงในธรรมชาติใช้เวลาประมาณ 2 ปี จึงเก็บเกี่ยวได้ สาหร่ายสกุล Gracilaria ที่เพาะเลี้ยงในประเทศไต้หวันมีอายุ 1 เดือนบ้าง 3 เดือนบ้าง ก็เก็บเกี่ยวได้ จึงสมควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยง การพัฒนาพันธุ์ การเก็บรักษาพันธุ์ ตลอดจนการใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายสกุล Polycavernosa ให้สูงขึ้น มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้นให้ผลผลิตมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษารังนี้จึงมุ่งพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Polycavernosa โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ เพื่อหาอัตราส่วน N:P และช่วงความถี่การให้ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii มากที่สุด สามารถใช้เป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การพัฒนาการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย P. changii ภายใต้แสงจากเพาเลียงโดยให้แร่ธาตุ N:P ในอัตราส่วนต่างกันและช่วงเวลาการให้ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วน กับช่วงเวลาการให้ N:P ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสำหร่าย P. changii

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบถึงอัตราส่วน N:P และช่วงเวลาการให้แร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสำหร่าย P. changii
2. เพื่อนำผลการศึกษากลับไปใช้เป็นข้อมูลก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงสำหร่าย P. changii เพื่อการค้าในระดับครัวเรือนจนถึงระดับอุตสาหกรรม

สมมติฐานการศึกษา

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

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. สาหร่ายทะเลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ สาหร่ายสกุล Polycavernasa ใน
 คิวทั้นโรโดไฟตา (Division Rhodophyta) โดยเก็บพันธุ์จากบริเวณอ่าวเลน และ
 อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง 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 P. changii

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii 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 = เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตต่อช่วงเวลา t

(DeBore and others. 1978 : 263)

2. ผลผลิตของสาหร่าย P. changii หมายถึง น้ำหนักแห้งของสาหร่าย P. changii
3. น้ำหนักสด หมายถึง น้ำหนักของสาหร่าย P. changii ที่ได้จากการนำสาหร่ายจากกระชังทดลองมาล้างสิ่งสกปรกออกแล้วทิ้งไว้ในถุงตาข่ายในลอนจนสะเด็ดน้ำแล้วนำมาชั่งคิกน้ำหนักเป็นกรัม
4. น้ำหนักแห้ง หมายถึง น้ำหนักคงที่ของสาหร่าย P. changii หลังจากนำไปอบแห้งที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Rosenberg. 1981 : 584) แล้วนำมาชั่งคิกน้ำหนักเป็นกรัม
5. ธาริพริย์ (thallus) หมายถึง โครงสร้างของสาหร่ายที่ประกอบด้วยส่วนที่คล้ายรากและใบ
6. ระบบฟาร์มปิด (closed farm system) หมายถึง การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ในบ่อที่มีลักษณะคล้ายบ่อเลี้ยงกุ้งแต่มีทึบแสง หรือการเพาะเลี้ยงด้วยกระชังในบ่อเลี้ยงกุ้ง
7. อัตราส่วน N:P คัดจากน้ำหนักโมเลกุลของ NH_2CONH_2 , $(NH_4)_2HPO_4$ และ K_2HPO_4

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายสกุล *Gracilaria*

แร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายจนครบวัฏจักรชีวิตประกอบด้วย C H O N P K S Ca Mg แร่ธาตุเหล่านี้สาหร่ายต้องการมากบ้างน้อยบ้างไม่เท่ากัน อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยไม่เอา C H และ O ไว้ในหลักใดหลักหนึ่ง เพราะสาหร่ายได้จากน้ำและอากาศเพียงพออยู่แล้ว กลุ่มแรกเป็นแร่ธาตุหลัก (fertilizer elements) ได้แก่ N P K กลุ่มที่สองคือ แร่ธาตุรอง (secondary essential elements) ได้แก่ Ca Mg S ซึ่งกลุ่มนี้มักไม่ค่อยมีปัญหาในการขาดเนื่องจากมีพอเพียงในน้ำทะเลและสาหร่ายต้องการแร่ธาตุในกลุ่มนี้ในอัตราที่น้อย (ชงชุต ใสศุภภา และสุรเดช จันทกานนท์. 2521 : 34) สำหรับในกลุ่มแรกปริมาณ N และ P ที่มีจำกัดจะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน N:P ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำทะเล (Smith. 1984 : 1149 - 1160)

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

เมื่อทดลองเพาะเลี้ยง *G. tikvahiae* Melachlan โดยใส่ในสารอาหารที่มีแอมโมเนียมและฟอสเฟต นาน 6 ชั่วโมง ทดลองเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการดูดซับแอมโมเนียมสูงสุด 19 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง และดูดซับฟอสเฟตได้

0.28 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบจากน้ำหนักแห้งของ สาหร่ายพบว่า คลอโรฟิลล์เอ, โฟโตรีทริน และโปรตีน ในกลุ่มสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ทดลองให้สารอาหาร มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มสาหร่ายควบคุม มีผลทำให้อัตราการ เจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายกลุ่มทดลองสูงกว่า (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 มิลลิโมล ต่อ PO_4^{3-} 160 ไมโครโมล และ NH_4^+ 5.6 มิลลิโมลต่อ PO_4^{3-} 320 ไมโครโมล ช่วงความถี่ ในการให้สารอาหาร แบ่งเป็น 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการเพาะเลี้ยง 6 ชั่วโมง พบว่าทั้งความเข้มข้นของสารอาหารและความถี่ของการ ให้สารอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเยื่อของสาหร่าย ชนิดนี้ และจากการศึกษาครั้งนี้ปรากฏว่าสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan นี้สามารถทนกับ และสะสม N:P ได้ในอัตราส่วน N:P ตั้งแต่ 18:1, 19:1, 20:1 เรื่อยไปจนถึง 80:1 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ทนกับ N:P ได้สูงหากจะนำเรื่อมา N:P ไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำเป็นต้องลด N:P ให้ต่ำมากกว่าอัตราส่วน N:P ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อให้สาหร่ายทนกับเรื่อทั้งสองไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อเนก (Lapointe. 1985 : 211 - 222)

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ใกล้กับ La Herradura Bay โดย เพาะเลี้ยงในถังขนาดจุน้ำ 200 ลิตร ใส่พันธุ์สาหร่าย 1 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ให้ สารอาหาร NaNO_3 และ NaH_2PO_4 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลปรากฏว่าสาหร่ายสกุล Gracilaria เจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุดในช่วงฤดูใบไม้ผลิและช่วงต้นฤดูร้อน ผลผลิตของสาหร่ายสูงสุด เมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 8:1 และปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 15:1 (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 369 - 373)

การเพาะเลี้ยง *Gracilaria* spp.

ในเกาะไต้หวัน ฟาร์มสาหร่ายทะเลที่ห้ำหั่นมากที่สุดคือ ฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Gracilaria verrucosa* และสาหร่ายสกุล *Gracilaria* ชนิดอื่น ๆ โดยเริ่มต้นตั้งแต่ ค.ศ. 1967 เป็นต้นมา ระบบการเพาะเลี้ยงเป็นระบบปิด และมีการเพาะเลี้ยงรวมกับสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น ปลา *Chanos chanos* กุ้ง *Penaeus monodon* ปู *Scylla serrata* ฟาร์มที่เพาะเลี้ยงจะมีลักษณะเป็นเขื่อนพื้นที่ 6.25 ไร่ กว้างเป็นคันทราย อยู่บริเวณที่ไม่มีลมแรงจัดหรืออาจจะต้องสร้างแนวกำแพงลม ความลึกของบ่อประมาณ 0.25 - 1 เมตร บ่อที่เพาะเลี้ยงจะมีการควบคุมความเค็มของน้ำทะเล และอุณหภูมิได้ ส่วนวิธีการเพาะเลี้ยงจะใช้การตัดอวารีหรือส่วนของสาหร่าย *Gracilaria verrucosa* ออกเป็นท่อน ๆ แล่นวางลงไปใต้ก้นบ่อเพาะเลี้ยงคลุมด้วยไม้ไผ่สานเป็นตาข่าย หรืออวนเก่า ๆ โดยจะใช้พื้นที่ประมาณ 800 - 1,000 กิโลกรัมสดต่อพื้นที่ 1 ไร่ สัตว์เศรษฐกิจที่เลี้ยงลงไปจะช่วยให้การกำจัดพวกวัชพืชอื่น 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 เติบโตอยู่เร็ว 3 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ (hectare) คือสามารถเพิ่มการควบคุมวัชพืชโดยการลดระดับน้ำให้ต่ำลงแล้วปล่อยให้น้ำท่วม 7 - 10 วัน หรือโดยการเลี้ยงปลาที่กินวัชพืชและสาหร่ายอื่น ๆ ที่ขึ้นรบกวน (Edwards. 1977 : 669)

ในประเทศอินเดียเลี้ยงสาหร่ายสกุล *Gracilaria* ในบ่อที่ขุดลึกประมาณ 1 เมตร เมื่อเริ่มเพาะเลี้ยงใน 2 เดือนแรก ปล่อยน้ำเข้าบ่อลึก 20 - 30 เซนติเมตร ต่อมาจึงเปิดน้ำเข้าให้บ่อลึก 60 - 80 เซนติเมตร มักเลี้ยงบนไม้ไผ่สานโดยมีแปดคลุมไว้ ควบคุมน้ำทะเลให้มีความเค็มประมาณ 25 ส่วนในพัน ปล่อยเก็บสาหร่ายได้ประมาณ 2000 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ (Raju and Thomas. 1971 : 71 - 75)

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

✕ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในญี่ปุ่น จะเลี้ยงในทะเลระหว่างช่วงเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ โดยใช้เชือกเป็นที่ยึดเกาะ ใช้ท่อนพันธุ์สาหร่ายสกุล Gracilaria ขนาด 2.5 - 3 เซนติเมตร การที่ไม่ใช้ท่อนพันธุ์ขนาดเล็กกว่านี้เพราะจะหลุดออกเชือกได้ง่าย (Shang. 1976 : 42) ในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria วิธีการเพาะเลี้ยงในระยะแรกจะใช้ธารินทร์ของสาหร่ายส่อใส่ในรอยแตกของไม้ไผ่ แล้วนำไปปักให้เจริญเติบโต ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง นอกจากนี้ยังมีการเพาะเลี้ยงแบบธรรมชาติ คือเก็บเอาก้อนหินหรือเปลือกหอยที่มีธารินทร์ของสาหร่ายชนิดนี้มาเพาะเลี้ยงทำเป็นฟาร์มในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ต่อมาจึงมีการพัฒนาเพาะเลี้ยงโดยใช้ตาข่ายแทน (Tseng. 1981 : 693 - 694) ส่วนในอินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ประเทศเหล่านี้กำลังอยู่ในขั้นทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria (เหยาวิ อิทสุวรรณ. 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 ทุกขวินาศ

สุชาติ เชนรวางค์ และสราวุธ เจะโล๊ะ (2529 : 4) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยง
สาหร่ายสกุล Gracilaria ในบ่อกึ่งเปิดบริเวณป่าเลนริมอ่าวปัตตานี โดยชุมชนขนาดกว้าง
17 เมตร ยาว 21 เมตร และลึก 1.0 เมตร แล้วเก็บต้นสาหร่ายขนาดเล็กมาหว่านในบ่อ
การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวปีละ 2 ครั้ง จากการเพาะเลี้ยงมา 2 ปี ในปี พ.ศ. 2527 -
2528 เก็บเกี่ยวผลผลิตไคไธอะ 230 กิโลกรัมแห้ง คิดเป็นมูลค่า 14,000 บาท สามารถประเมิน
ผลผลิตได้เท่ากับ 1,030.8 กิโลกรัมแห้งต่อไร่ต่อปี

สมศักดิ์ แสนสุข (2526 : 68) เพาะเลี้ยง G. verrucosa, G. salicornia
ที่ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่าสาหร่าย G. verrucosa ให้ผลผลิต
สูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจุ่ม ส่วน G. salicornia ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบ
คอนกรีตบล็อก ในปีเดียวกัน พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526 : 25 - 28) ได้ทำการเพาะเลี้ยง
สาหร่ายหมนางที่ อ่าวบ้านใหม่ ตำบลหัวเขา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการทำการ
เพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียว ใช้สารอินทรีย์ไม่คักออก, คักออก และแบบคักสปอร์
พบว่า การเพาะเลี้ยงด้วยตาข่าย และแบบเชือกเส้นเดียวให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน วิธีการคักสปอร์
ให้ผลผลิตที่สูง

ศักดิ์ เถียรในเมือง (2527 : 91 - 94) เพาะเลี้ยงสาหร่าย G. verrucosa
ที่อ่าวนาเกลือ ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่า G. verrucosa จะให้
ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจุ่ม ซึ่งให้ผลผลิต 3,292 กิโลกรัมแห้งต่อไร่ต่อปี

สม. วันเพ็ญ (2530 : 59) ได้ศึกษาวิธีการรอมสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมใน
การเพาะ การงอก และการเจริญเติบโตของสาหร่ายสกุล Gracilaria ที่อ่าวบาง ตำบล
อ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด พบว่าสปอร์เกาะติดและงอกบนอวนในอนิโซแลมววน
เหมือนเชือกและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ในประเทศไทยได้ศึกษาทดลองจนกระทั่ง
พบว่าวัสดุที่เหมาะสมให้สาหร่ายสกุลนี้ยึดเกาะแทนที่ยึดเกาะในธรรมชาติและเจริญเติบโตได้ แต่
ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงยังไม่พอเพียงกับความต้องการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า

และอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทดลองหาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยให้แร่ธาตุโดยเฉพาะ N และ P ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายให้ได้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น

3. วิธีดำเนินการทดลอง

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

การทดลองนี้กระทำในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง P. changii ที่สร้างเป็นบ่อซีเมนต์ ขนาด 7.2 เมตร × 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร บริเวณอ่าวอ่าง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ใช้เวลาในการทดลองประมาณ 4 เดือน

อุปกรณ์

1. วัสดุสร้างกระชัง

1. ทาข่ายไนลอนชนิดตาถี่
2. กรอบทอพลาสติก ขนาด 0.85 × 2.40 ตารางเมตร
3. เชือกไนลอน
4. เชือกสำหรับเช็บตาข่ายไนลอน

2. อุปกรณ์สำหรับแช่ P. changii ในสารอาหาร

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

3. เครื่องมือวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล

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

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

วิธีการทดลอง

1 สร้างกระชังด้วยตาข่ายในลอนชนิดตามุ้งใยพื้นทึบกระชัง 0.5 ตารางเมตร สูง 0.85 เมตร ใช้กรอบท่อพลาสติกผูกติดกันกระชัง และผูกปากกระชังกับไม้ไผ่เพื่อให้กระชังลอยน้ำ

2 เก็บพันธุ์สำหรับราย P. changii จากบริเวณอ่าวเลน และอ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง จังหวัดตราด นำไปใส่กระชังทดลองประมาณ 50 กรัมต่อพื้นที่กระชัง 0.5 ตารางเมตร ทุกกระชังตามแผนแบบการทดลอง สำหรับอยู่ได้ระดับผิวน้ำ 0.85 เมตร

3 นำสำหรับราย P. changii จากกระชังทดลองใส่ลงตาข่ายในลอน เข้าในถังพลาสติกที่มีสารอาหารซึ่งมีอัตราส่วน N:P 8 ระดับ (ภาคผนวก ข) นาน 6 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่กระชังในแปลงทดลอง ความถี่ของการให้อาหาร 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง และทำการทดลองโดยมี 10 ซ้ำ

ตาราง 1 แสดงแผนแบบการทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับราย P. changii แบบ 3×8 factorial design และการบันทึกผลการทดลอง

ช่วงความถี่ การให้อาหาร	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

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1 บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของสาหร่าย P. changii ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 เดือน
- 2 บันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้งของสาหร่าย P. changii ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะ...

เวลาที่ทดลอง

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล

- 1 ปริมาณความเค็ม (salinity) ใช้เครื่องมือวัดความเค็ม (salino-refractometer) โดยใช้หลอดหยดหยดน้ำทะเลหยดลงบนแผ่นวัดอ่านค่าได้ทันทีเป็นทศนิยมในทันที
- 2 ความเป็นกรดเป็นเบส ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นเบส (pH meter) ของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย
- 3 อุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำทะเลประมาณ 10 นาที ณ ระดับที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายยกขึ้นมาอ่านค่า
- 4 ความโปร่งแสงของน้ำ ใช้ secchi disc ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะทาสีขาว เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ตรงกลางเจาะรูผูกเชือก ทำเครื่องหมายบนเชือกทุก ๆ 10 เซนติเมตร วัดความโปร่งแสงของน้ำ โดยหย่อน secchi disc ลงไปในน้ำ ขึ้นให้แสงส่องทางด้านบนจนกระทั่งจุดสุดท้ายที่มองไม่เห็นสีขาว ความยาวของเชือกที่หย่อนลงไปคือค่าความโปร่งแสงของน้ำมีหน่วยเป็นเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 วิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย P. changii จากข้อมูล โดยใช้ Analysis of Variance
- 2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้ Duncan's new multiple-range test

4. ผลการศึกษาพบว่า

จากการศึกษาค้นคว้าทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* ในแปลงเพาะเลี้ยงซึ่งสร้างเป็นบ่อสี่เหลี่ยมขนาด 7.2 เมตร $\times$ 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร บริเวณอ่าวบาง ตำบล อ่าวใหญ่ อำเภอมือเมือง จังหวัดตราด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตรา 2 ครั้งต่อสัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของสาหร่าย *P. changii* ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2532 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 เก็บข้อมูลน้ำหนักสดทุก 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง ผลการศึกษามีดังนี้

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตรา 3 ระดับ

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* ในระบบฟาร์มปิด โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตรา 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน ซึ่งน้ำหนักสดทุก 2 สัปดาห์ (ตารางผนวก 17) เมื่อนำไปหาอัตราการเจริญเติบโต (ตารางผนวก 16) การศึกษาความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* พบว่าทั้งอัตราส่วนและช่วงความถี่การให้อัตรา N:P ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* สาหร่ายกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ช่วงความถี่การให้อัตรา N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดแตกต่างจากกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ 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) ยังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P ทุกช่วงความถี่การให้อัตรา N:P อัตราส่วนของ N:P ที่ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย N:P สูงสุด คือ N:P = 4:1 แตกต่างจากอัตราส่วนของ N:P ระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ค่าสุกเมื่อเพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:0

ตาราง 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยง
ในระบบฟาร์มปิดโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ และช่วงความถี่การให้อัตราส่วน N:P 3 ระดับ
เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน	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 แสดงว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นคืออัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้อัตราส่วน N:P ต่างกันเล็กน้อย 1 คู่ ที่มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน จึงทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 3 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii 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			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

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

จากตาราง 3 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับ การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับ การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้น้ำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ

ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับการเพาะเลี้ยงสำหรับ P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ P. changii ที่เพาะเลี้ยง โดยให้อัตราส่วนของ 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 นั้นคือมีอัตราส่วนของ N:P อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ P. changii ในกลุ่มนี้แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 5 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 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 P. changii 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 P. changii 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 P. changii ในกลุ่มนั้นแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 7 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถ่วงการให้ 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) $\cdot \sqrt{MS_{w/n}}$	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23
q.99 (r,72) $\cdot \sqrt{MS_{w/n}}$	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30

จากตาราง 7 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสำหรับ P. changii 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 P. changii โดยใช้อัตราส่วนของ N:P = 7:1 กับ
 N:P = 1:1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนการเพาะเลี้ยง P. changii โดยให้อัตราส่วนของ
 N:P = 16:1 กับ N:P = 13:1 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง
ในระบบฟาร์มปิดโดยให้อัตราส่วนของ 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 นั่นคือให้อัตราส่วนของ N:P
อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* แตกต่างกันได้ จึงทำการ
ทดสอบต่อโดยใช้ Duncan's new multiple - range test

ตาราง 9 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 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 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* 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 ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* 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 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง
ในระบบฟาร์มปิด 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 แสดงว่าผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย *P. changii* มีความแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่ายที่แตกต่างกันเกิดจากทั้งการให้อัตราส่วน N:P
และช่วงความถี่การให้อัตราส่วนต่างกันและเกิดจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่
การให้อัตราส่วนมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 11 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน N:P 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

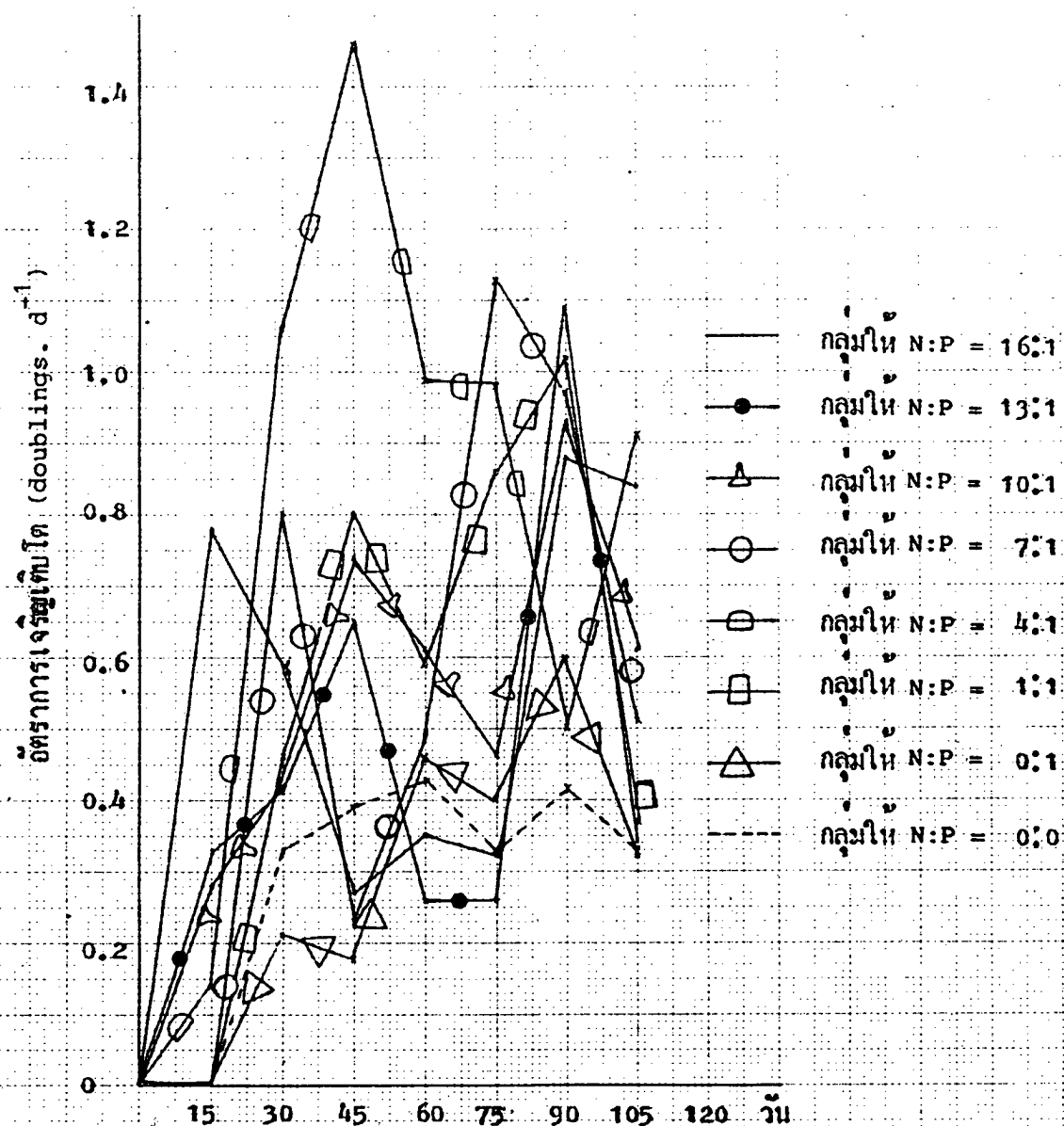
ค่าเฉลี่ย	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 3
	48.84	44.28	43.37
กลุ่ม 2 48.84	-	4.56**	5.47**
กลุ่ม 1 44.28	-	-	0.91**
กลุ่ม 3 43.37	-	-	-

** มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

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

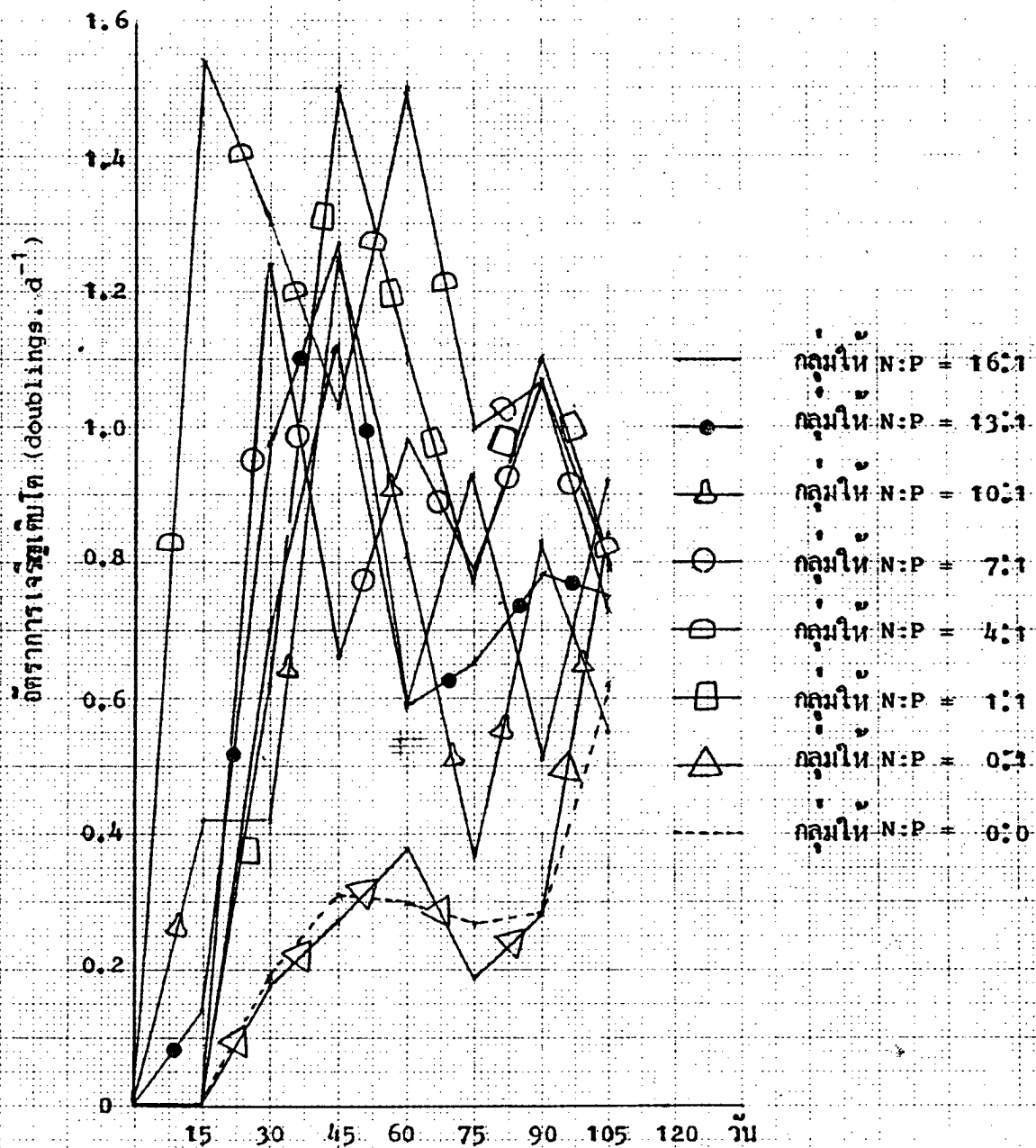
จากตาราง 11 แสดงว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากของสาหร่าย P. changii ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กลุ่มการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูงสุด



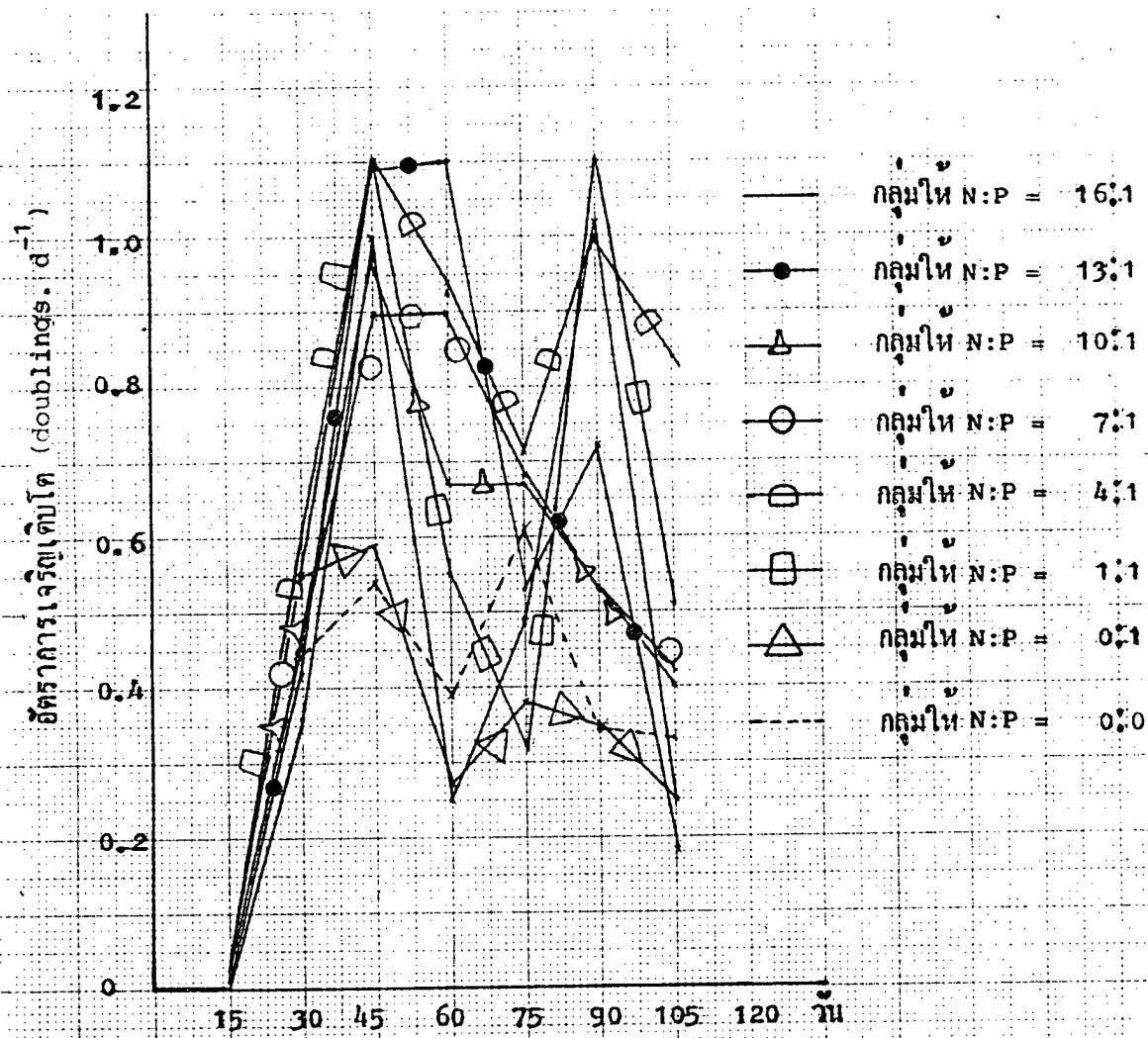
ภาพประกอบ 1 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 45 วัน ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ก็คือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:1 และ 0:0



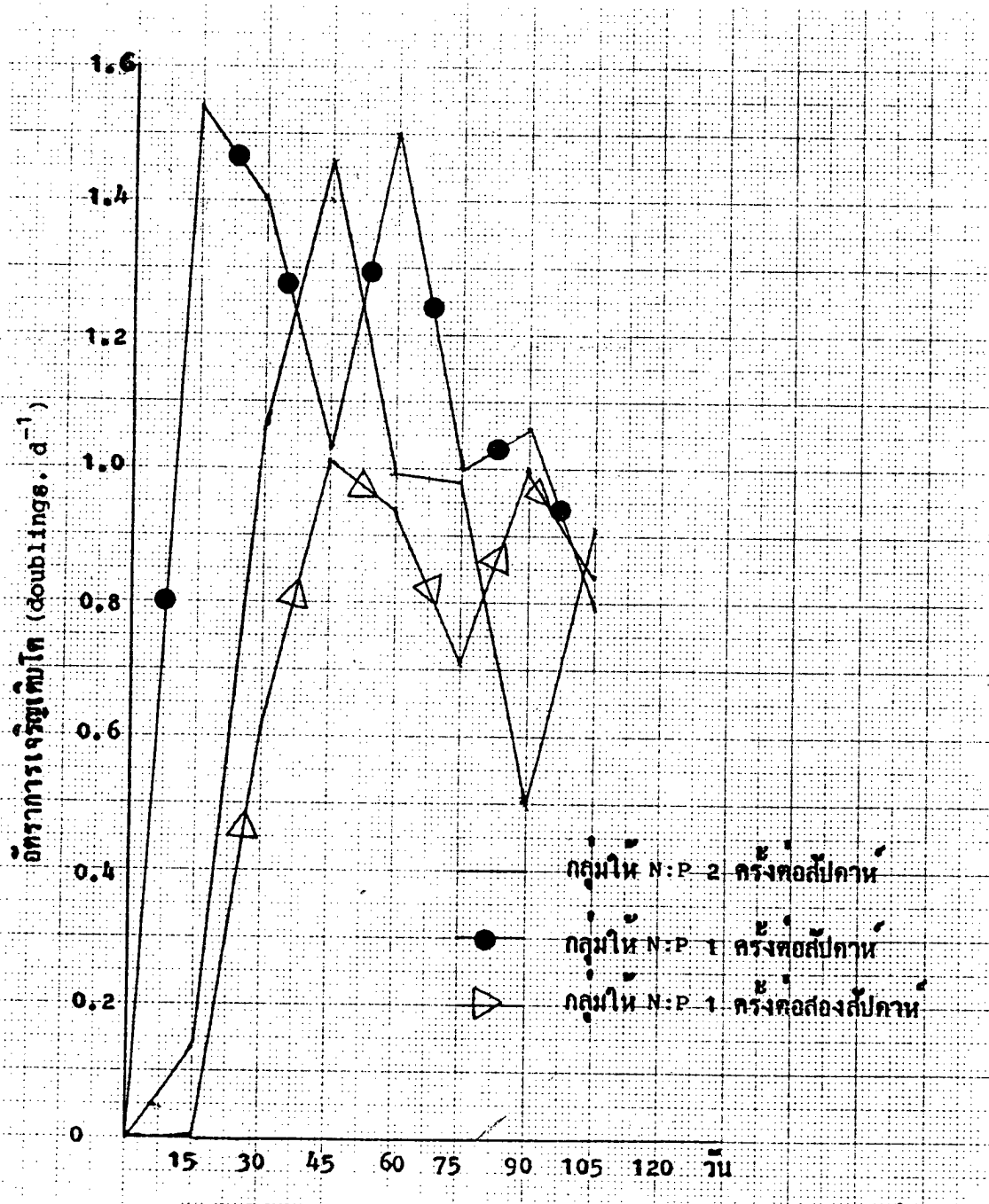
ภาพประกอบ 2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง โดยให้ N:P 4:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงไปประมาณ 15 วัน ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น คือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 0:1 และ 0:0



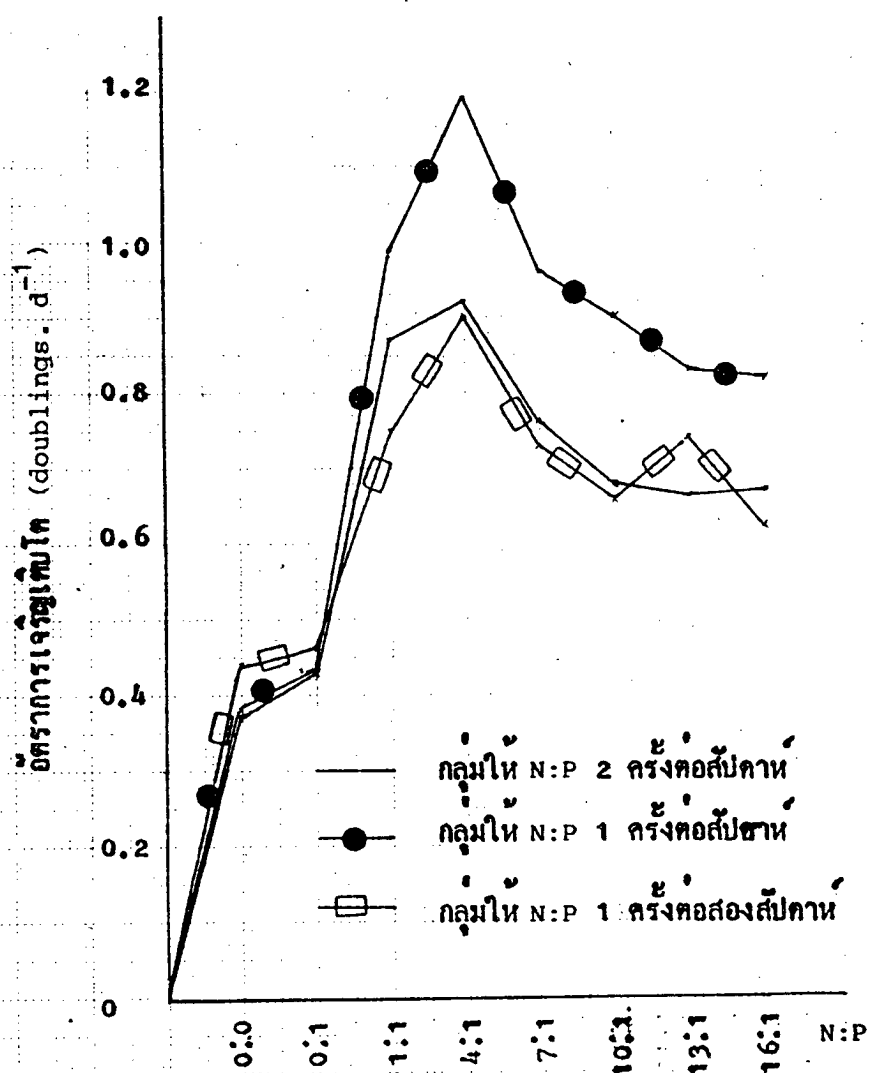
ภาพประกอบ 3 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง โคไฮ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์

จากภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยง โคไฮ N:P 4:1, 13:1 และ 1:1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ N:P ระดับอื่น ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 45 วัน, 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่นคือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโคไฮ N:P = 0:1 และ 0:0



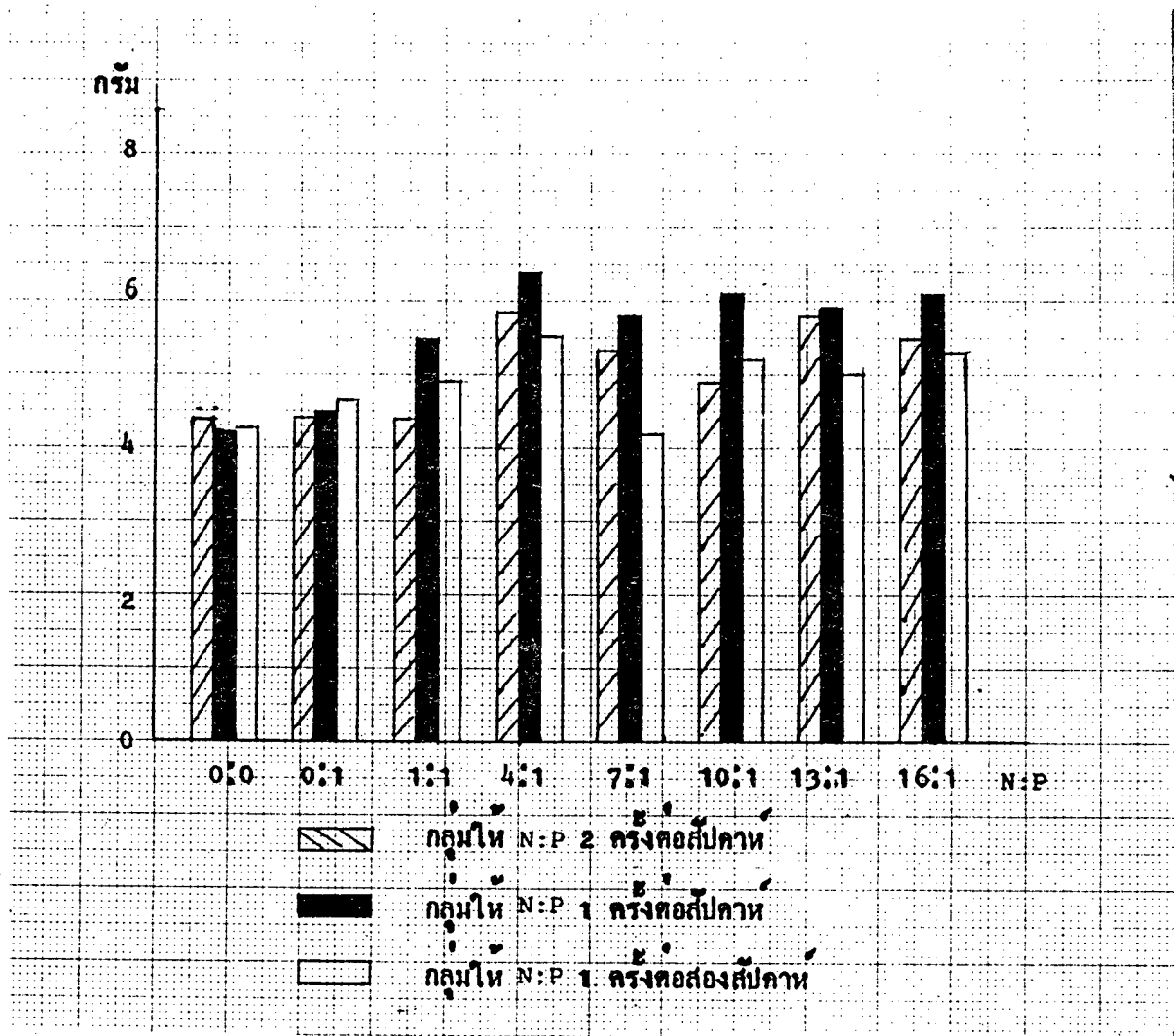
ภาพประกอบ 4 เปรียบเทียบอัตราการผลิตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 ทุกช่วงเวลาการให้

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P = 4:1 ในช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราการผลิตที่ต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์



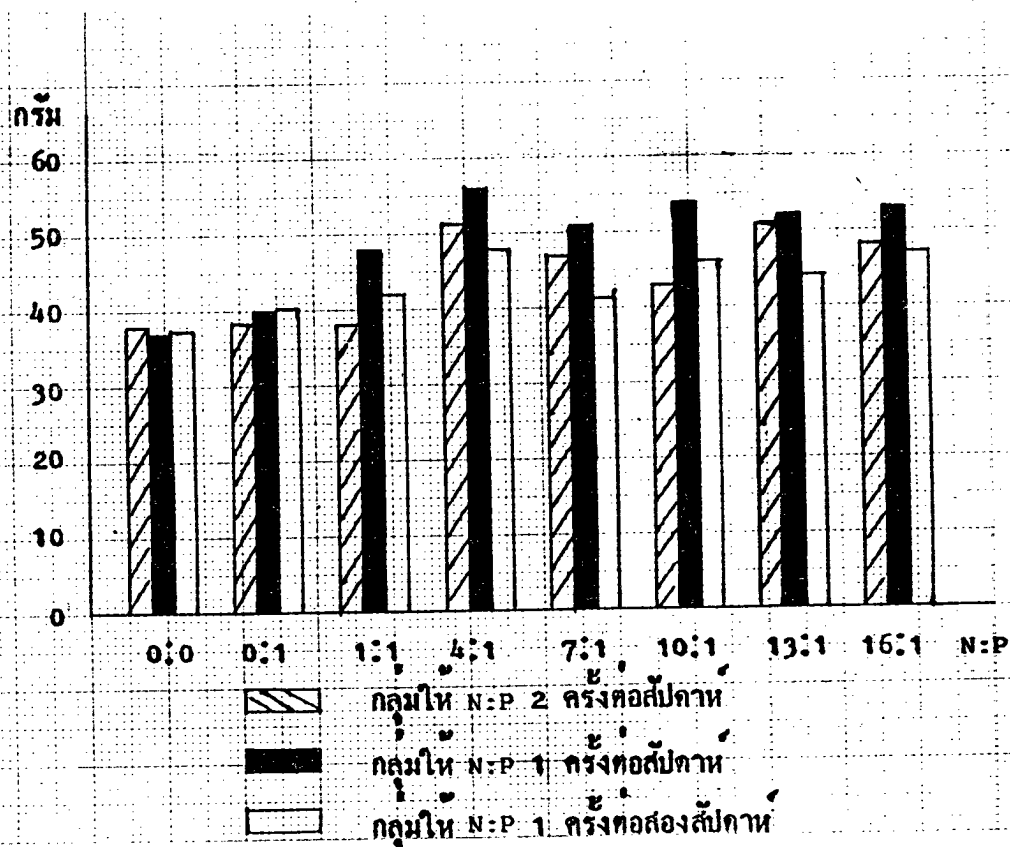
ภาพประกอบ 5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* ของกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสปีคาน์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ส่วนกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสปีคาน์ และ 1 ครั้งต่อสองสปีคาน์ ให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* น้อยลงตามลำดับ สำหรับกลุ่มที่ให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้ N:P = 0:0 มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด



ภาพประกอบ 6 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่าสำหรับ *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ทุกช่วงความถี่การให้อาหาร N:P จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงและกลุ่มที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดคือกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้อาหาร N:P 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนสำหรับ *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้ N:P = 0:0 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำ



ภาพประกอบ 7 แสดงผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน

จากภาพประกอบ 7 แสดงให้เห็นว่าสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ทุกช่วงความถี่การให้อาหาร N:P จะให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงและในกลุ่มช่วงความถี่ให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตสูงที่สุด ส่วนสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 0:1 และกลุ่มที่ให้อาหาร N:P = 0:0 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่ำ

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสำหรับ *P. changii*

สภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองที่สร้างเป็นบ่อซีเมนต์ มีขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ซึ่งใช้เพาะเลี้ยงสำหรับ *P. changii* 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

5. สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย P. changii ภายหลังจากเพาะเลี้ยงโดยให้แร่ธาตุ N:P ในอัตราส่วนและช่วงเวลาการให้อย่างต่างกัน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลรวมระหว่างอัตราส่วนกับช่วงเวลาการให้ N:P ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสาหร่าย P. changii

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สร้างกระชังค้ำยดาขายในลอนชนิดตามุ้ง โดยใช้กรอบท่อพลาสติกผูกติดกันกระชัง และผูกปากกระชังค้ำยดาขายไม่ให้ในแปลงเพาะเลี้ยง
2. เก็บพันธุ์สาหร่าย P. changii มาแช่น้ำฝนเพื่อล้างตะกอน โคลน ออก นำพันธุ์สาหร่ายไปใส่กระชังทดลองกระชังละ 50 กรัม ตามแผนแบบการทดลอง ทำเครื่องหมายติดไว้ทุกกระชัง
3. นำสาหร่าย P. changii จากกระชังทดลองใส่ลงดาขายในลอน แฉในถังพลาสติก โดยให้อัตราส่วนของ N:P ระดับต่าง ๆ 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลองเช่นกัน 6 ชั่วโมง แล้วนำกลับไปใส่กระชังในแปลงทดลอง
4. บันทึกผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตเป็นน้ำหนักสด ซึ่งทุก 2 สัปดาห์ ตลอดจนการทดลอง รวมทั้งศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของแปลงเพาะเลี้ยง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย P. changii จากข้อมูล โดยใช้
Analysis of Variance
2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้
Duncan's new multiple - range test

สรุปผลการศึกษา

การศึกษากำหนดอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ
ช่วงความถี่การให้อาหาร 3 ระดับ

การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii จากการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii พบว่าทั้งอัตราส่วนของ N:P และช่วงเวลาการให้อาหารให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์, 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ปรากฏว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยง P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้อาหาร 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จะให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากกว่า ช่วงความถี่การให้อาหาร 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ และช่วงความถี่การให้อาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์

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

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 สรุปการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของสำหรับ P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

ทุกทดสอบระหว่างอัตราส่วนของ 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, 0:0 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	แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
13:1 กับ 10:1, 13:1 กับ 16:1	แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

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

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 P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระบุ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ทุกสัปดาห์อัตราส่วนของ 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 *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ

ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย *P. changii* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และอัตรา N:P ที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ *P. changii* 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 *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์

ทุกทดสอบระหว่างอัตราส่วนของ 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 *P. changii* ในด้านผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *P. changii* เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน ทดสอบพบว่าทั้งอัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 อัตราส่วนของ N:P และช่วงความถี่การให้ส่งผลรวมกันทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *P. changii* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กับช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์, การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* โดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสองสัปดาห์ กับช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักสดของสาหร่าย *P. changii* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กลุ่มการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii* โดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงสุด

ผลผลิตน้ำหนักแห้งจากการนำสาหร่าย *P. changii* อบแห้งที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แลวนำมาชั่งน้ำหนัก ปรากฏว่ากลุ่มสาหร่าย *P. changii* ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดคือกลุ่มสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย *P. changii*

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 พบว่าอัตรา การเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย G. firma สูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P = 4:1 ช่วงความถี่ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ประมาณ 15 วัน ต่างกับสาหร่ายกลุ่มที่ให้ N:P 0:0 เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยวิธีเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายก็ต้องการสารอาหารจำพวกแร่ธาตุไป ใช้ในการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากพืชชั้นสูง โดยเฉพาะ N และ P ในปริมาณพอเหมาะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย Gracilaria เพราะสาหร่าย Gracilaria แต่ละชนิดมีการดำรงชีพ ต่างกัน (Hawaiian agronomic. 1987 : 4) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ผลการทดลองคล้ายคลึงกับการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 369 - 373) และการทดลอง เพาะเลี้ยงสาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ South Pine Channel บริเวณหมู่เกาะ ฟลอริดา (Lapointe. 1985 : 211 - 222) โดยเฉพาะพบว่าทั้งอัตราส่วนและช่วงความถี่ การให้ N:P ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria ผลการทดลองที่ ต่างกันคือ ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay โดยให้อัตราส่วน ของ N:P = 8:1, 15:1, 20:1 และ 25:1 พบว่าอัตราส่วนของ N:P = 8:1 ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria สูงสุด ส่วนการทดลองเพาะเลี้ยง สาหร่าย G. tikvahiae McLachlan ที่ South Pine Channel บริเวณหมู่เกาะฟลอริดา พบว่าอัตราส่วน N:P = 18:1 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เมื่อช่วงความถี่การให้ 2 ครั้งต่อ สัปดาห์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด จะเห็นได้ว่าการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายต่างชนิดมี สภาพแวดล้อมของน้ำทะเลต่างกันอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตต่างกัน เพราะอัตราการเจริญ เติบโตหรือผลผลิตของสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีขีดจำกัดด้วยคุณสมบัติทางชีวภาพของพันธุ์สาหร่ายแต่ละ เผ่าพันธุ์ที่สามารถตอบสนองโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมของทะเล (ศักดิ์ เจริญในเมือง. 2527 : 74) อีกประการหนึ่งการทดลองทั้ง 2 ที่นี้ ไม่มีการศึกษาการให้ N:P = 4:1 เหมือนกับการ

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

พบว่าอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักของสาหร่าย P. changii ส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ มีปริมาณสาหร่ายเล็กน้อยตาย ทั้งนี้เพราะเป็นการเพาะเลี้ยงระบบปิดทำให้สามารถควบคุมแชน้ำทะเล เปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลและปรับสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลได้ตลอดเวลา แต่ก็มีสาหร่ายจากบางกระชังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักคงที่ หรือไม่ก็ลดลงเป็นบางช่วงใกล้เคียงกับผลการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายวันในเขตจังหวัดจันทบุรีโดยเลี้ยงในนาุ้งโดยใช้กระชังเช่นเดียวกัน พบว่าเงื่อนไขแรกของการเลี้ยงสาหร่ายมีการเพิ่มน้ำหนัก เมื่อย้ายไปบ่อเล็กน้ำหนักของสาหร่ายลดลงมีบางส่วนตาย น้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตลดลง (Hawian agronomic. 1987 : 26) เหตุที่เป็นเช่นนั้นอาจอธิบายได้หลายกรณีดังนี้

1. การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii เป็นช่วงที่พันธุ์สาหร่ายเพาะจะไม่มีเลยในธรรมชาติ จากการศึกษาพบว่าสาหร่าย Gracilaria spp. จะปรากฏมากในเดือนมกราคมไปจนถึงเดือนมิถุนายน เมื่อถึงเดือนกรกฎาคมจะไม่พบสาหร่ายนี้เลย (ประมุข เพ็ญสุต 2525 : 32) ดังนั้นการเก็บพันธุ์สาหร่าย P. changii เพื่อนำมาเพาะเลี้ยงจึงเป็นเรื่องลำบากพันธุ์สาหร่ายที่ไถมาไม่แข็งแรงเท่ากับสาหร่ายในฤดูหนาว ขณะเดียวกันมีสาหร่ายอื่นปะปนอยู่ เช่น Enteromorpha, Chaetomorpha โดยแทรกตัวอยู่กับสาหร่าย P. changii สาหร่ายเหล่านี้พบตลอด 3 ฤดู ในบริเวณทะเล จังหวัดตราด (พรณี ภิรมภักดิ์. 2519 : 35 - 40, 69) แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลของสาหร่ายเหล่านี้ได้ดีเมื่อได้รับปริมาณสารอาหารพร้อมกับสาหร่าย P. changii ก็เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วทำให้สาหร่าย P. changii บางส่วนเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่เหตุการณ์เช่นนี้ก็เกิดขึ้นในการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย Gracilaria ใกล้ La Herradura Bay สาหร่ายอื่นที่พบว่ามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย Gracilaria ได้แก่ Ectocapus, Giffordia, Colpomenia sinuosa Ulva rigida, Enteromorpha intestinalis และไก่อะทอม (Edding, Macchiavello and

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

2. ซาริณทรีย์ของสาหร่ายในกระชังตกลงหักเนื่องจากการเกว่งหรือเขย่ากระชังเพื่อ ทำความสะอาดตะกอนและฝุ่นโคลนของน้ำทะเลที่จับเกาะอยู่กับกระชัง อีกกรณีหนึ่งในขณะที่นำสาหร่าย ขึ้นจากกระชังใส่ถุงตาข่ายในลอนเพื่อใส่สารอาหารนาน 6 ชั่วโมงหรือซัง แล่วนำไปใส่กระชังทำให้ แซงซาริณทรีย์อ่อน ๆ ซึ่งบริเวณส่วนอ่อนของสาหร่ายเป็นเนื้อเยื่อเจริญ มีการสะสม N ไวสูงสุด หรือที่เจาะเจริญเติบโต (Topinka. 1978 : 241 - 247) เมื่อหักหลุดทำให้การเจริญเติบโต ของสาหร่ายคงที่หรือลดลงผลผลิตที่ได้น้อย

3. พันธุ์สาหร่ายที่เก็บมาจากธรรมชาติบางส่วนใช้วิธีคัดจากกอนันธุ์เพื่อรักษาพันธุ์ให้คงอยู่ เมื่อนำพันธุ์สาหร่ายมาชะล้างและแช่น้ำจืดเป็นการกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกาะติดกับสาหร่าย (กำหนด จันทรสุวรรณพร และสมชัย อวเกียรติ. 2531 : 32) สาหร่ายทะเลปกติอยู่ในสภาพที่มีความเค็ม เมื่อนำมาแช่น้ำจืดก็เท่ากับว่าทำให้สภาวะนั้นเปลี่ยนไป น้ำจืดเข้าสู่เซลล์บริเวณที่ซาริณทรีย์หักหรือรอยตัด ทำให้เซลล์ววมแตกและตายได้ สาหร่ายส่วนที่เหลือสามารถเจริญเติบโตเป็นปกติ แต่อัตราการเจริญเติบโตก็ลดลงบ้าง

4. ช่วงกำลังตกลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย เป็นช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือฝนตกหนัก และติดต่อกันตลอดการทดลอง ทำให้ปริมาณน้ำฝนในแปลงเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้นมีผลกระทบตอสภาพแวดล้อม ของน้ำทะเล

ตาราง 15 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Gracilaria* spp.

ณ อ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด (สนม วันเพ็ญ 2530 : 76)

เดือน \ สภาพที่ ศึกษา	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 จะเห็นได้ว่าในเดือนกรกฎาคมนั้นสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลนอกแปลงทดลองมีสภาพไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Gracilaria* แม้ว่าจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำและปรับสภาพน้ำทะเลในแปลงทดลองบ่อยครั้งแล้วก็ตาม ช่วงที่ยังไม่ได้เปลี่ยนถ่ายน้ำและปรับสภาพน้ำทะเล เซลล์สาหร่ายอาจมีบางส่วนน้ำจืดเข้าสู่เซลล์และแตกตาย ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยง

5. ความขุ่นของน้ำ เกิดจากมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำมาก พบว่าน้ำทะเลมีความขุ่นของน้ำมากในฤดูฝน จากตาราง 15 ก็จะได้เห็นว่าในเดือนกรกฎาคมมีความโปร่งแสงเป็น 0 แสดงว่า

น้ำทะเลบริเวณนี้ชุกชุมมาก ทำให้สาหร่าย Gracilaria spp. เจริญเติบโตได้น้อยเมื่อสูบน้ำขึ้นเข้าบ่อทิ้งไว้ก็จะตกตะกอนเกิดได้หาอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายหลายประการทั้งที่กล่าวแล้ว ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายลดลงได้เช่นกัน

6. จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าเดือนกรกฎาคมมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟตในน้ำทะเลน้อยมาก จากการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Pseudanabaena sp. และ Oscillatoria splendida พบว่าเมื่อสาหร่ายขาด N จะมีผลทำให้รงควัตถุเปลี่ยนแปลงไปมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตมาก (Canto and other. 1987 : 838 - 843) สาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงครั้งนี้ปรากฏว่าสาหร่ายกลุ่มควบคุมมีลักษณะของสารอินทรีย์จำพวก คีโตนบางส่วนขาด อาจจะมีสาเหตุมาจากการขาด N ทำให้รงควัตถุเปลี่ยนแปลงไป ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักผลลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Polycavernosa ในระบบฟาร์มปิดชนิดอื่นด้วยวิธีการให้อัตราส่วน N:P ในช่วงเวลาการให้ต่าง ๆ เพื่อเร่งให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นจนสามารถเก็บเกี่ยวได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี
2. ควรมีการศึกษาหาวิธีการกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่จะรบกวนการเจริญเติบโตของสาหร่าย Gracilaria ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิดเพื่อให้สาหร่ายเพาะเลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น
3. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Polycavernosa หลายชนิดในระบบฟาร์มปิด โดยให้อัตราส่วน N:P = 4:1 ช่วงเวลาการให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิต เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายระดับอุตสาหกรรมต่อไป
4. ควรมีการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย Polycavernosa โดยให้อัตราส่วนของ N:P ระหว่างการให้ในระดับต่าง ๆ กันในระบบฟาร์มกึ่งปิดกึ่งเปิด เพื่อให้มีน้ำทะเลมีการไหลเวียนในแปลงเพาะเลี้ยงได้ตลอดเวลา เพื่อให้สาหร่ายเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูงขึ้น

5. ในการศึกษาการเพาะเลี้ยงสำหรับ Polycavernosa ในระบบฟาร์มปิด สิ่งที่ต้อง
กระทำในการดูแลรักษา คือ สภาพการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงทดลอง
โดยเฉพาะในฤดูฝน ทำให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น

หน้าว่าง

บรรณานุกรม

หน้าว่าง

บรรณานุกรม

- กาญจนาภรณ์ ถิรมโนเนน. "งานวิจัยสำหรับทะเลในประเทศไทย," วารสารวิทยาศาสตร์.
3 : 144 - 148 ; มีนาคม 2529.
- _____. สาหร่าย. กรุงเทพฯ : คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.
- กำพล จันทสุวรรณพร และสมชัย อวเกียรติ. "การกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ออกจากสาหร่าย
สกุล Polycavernosa changii โดยการแช่น้ำจืดในช่วงเวลาต่าง ๆ ในห้อง
ปฏิบัติการ," ใน รายงานการทดลองวิชาชีพ 511. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- จินตนา ศรีตงกุล. "สินค้าเป้าหมาย 199 ชนิด มีความหมายแค่ไหน," วารสารเศรษฐกิจและ
สังคม. 3 : 30 - 38 ; พฤษภาคม - มิถุนายน 2529.
- ประมุข เกษุส. การศึกษาน้ำและองค์ประกอบอย่างอื่นในสาหร่ายสกุลกรรขิลาเรีย.
วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อักสาเนา.
- พเยาว์ อินทสุวรรณ. "การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแสดในทะเลสาบสงขลา," ใน รายงาน
การวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. เล่ม 14, 26 - 28. สงขลา :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.
- พรรณี ภิรมย์ภักดี. การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสาเนา.
- พิเชษฐ์ แสงวงศ์. การศึกษาสาหร่ายทะเลทางสัตววิทยาและการกระจายในบริเวณชายฝั่ง
ทะเลจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2520. อักสาเนา.
- ยงยุทธ โอสดสภา และสุรเดช จันทกานนท์. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. อักสาเนา.

- วลัย วราโน. การสกัดกั้นจากสำร่ายทะเลสกุลกราซีลาเรีย. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักสาเนา.
- วิทยาศาสตร์, กรม. "การสำรวจสำร่ายทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกของประเทศไทย,"
ข่าวกรมวิทยาศาสตร์. 23 : 2 - 10 ; 2502.
- วันเพ็ญ ภูติจันทร์. การสำรวจสำร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชุมพร. ปรินซ์นิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสาเนา.
- ศรีสุภา จินดาพล. การสำรวจสำร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตรัง. ปรินซ์นิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสาเนา.
- ศักดิ์ดา เกียรตินเมือง. การเพาะเลี้ยงสำร่ายทะเลบางชนิดแถบชายฝั่งจังหวัดชลบุรี. ปรินซ์นิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสาเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย วิชาสังคมศึกษา 503. กรุงเทพฯ :
คุรุสภา, 2524.
- สมะ วันเพ็ญ. การศึกษาวิธีการรื้อสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมในการเพาะ การงอก และการ
เจริญเติบโตของสปอร์ในสำร่ายสกุลกราซีลาเรีย. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสาเนา.
- สมชาย สุกุลทัต. การสำรวจสำร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลรอบเกาะภูเก็ต. ปรินซ์นิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสาเนา.
- สมภพ อินทสุวรรณ. "สำร่ายทะเลในทะเลสาบสงขลาบริเวณทะเลน้อยและทะเลหลวง," ใน
รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 88. สงขลา :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2525.
- สมศักดิ์ แสนสุข. "การศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสำร่ายชายฝั่งในภาคตะวันออก
ของประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม," ใน รายงาน
การวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 68. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สิริ ทุกขวัณาส, สุชาติ เทชนราวศ์ และศราวุธ เจะโล๊ะ. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายหมอนาง
แบบหมอนางที่อ่าวปัตตานี. สงขลา : สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัด
สงขลา, 2529.

สุภาจรี นิยะมานนท์. "สาหร่ายทะเลชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลา และเกาะใกล้เคียง," ใน
รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 68 - 71. สงขลา :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.

สุรจิต วรรณจันทร์. สรีรวิทยาพืช. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2525.

เสนาะ บุณโธ. สรีรวิทยาของพืช. 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 McLachlan, "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.

หน้าว่าง

ה חשבונות

หน้าว่าง

ตาราง 16 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (doublings. d^{-1}) ของสาหร่าย *P. changii* ที่
เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วน 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	น้ำ										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	0.80	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 แสดงผลผลิตน้ำหักสด (กรัม) ของสาหร่าย *P. changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนของ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อัตราส่วน 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	ค่า										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 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของสาหร่าย *P.changii* ที่เพาะเลี้ยงโดยวิธี N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้อาหาร 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)

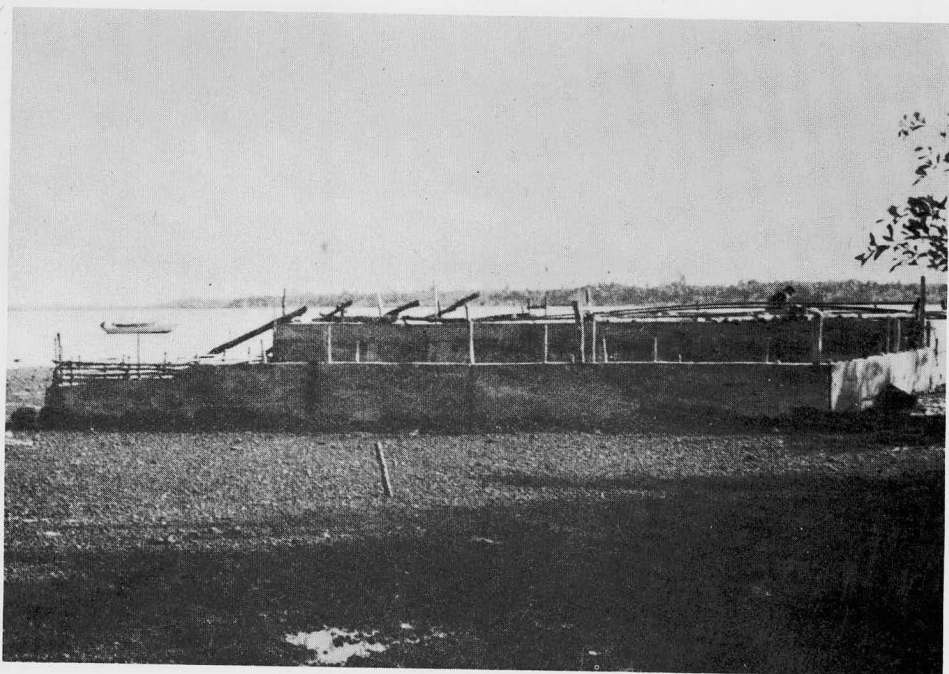
สิ่งทดลอง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	เฉลี่ย
กลุ่ม 3 16:1	4.91	5.03	5.60	5.60	5.94	5.60	5.48	5.26	5.60	4.91	53.93	5.39
13:1	5.26	4.91	4.68	4.91	4.80	5.14	4.91	5.37	5.26	5.14	50.38	5.04
10:1	6.06	5.48	5.48	5.37	5.48	4.80	5.26	4.91	5.14	4.22	52.2	5.22
7:1	5.03	4.80	4.91	4.91	4.91	4.57	4.57	4.91	4.46	4.57	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 P. changii ในระบบ
ฟาร์มปิด ณ อ่าวบาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด

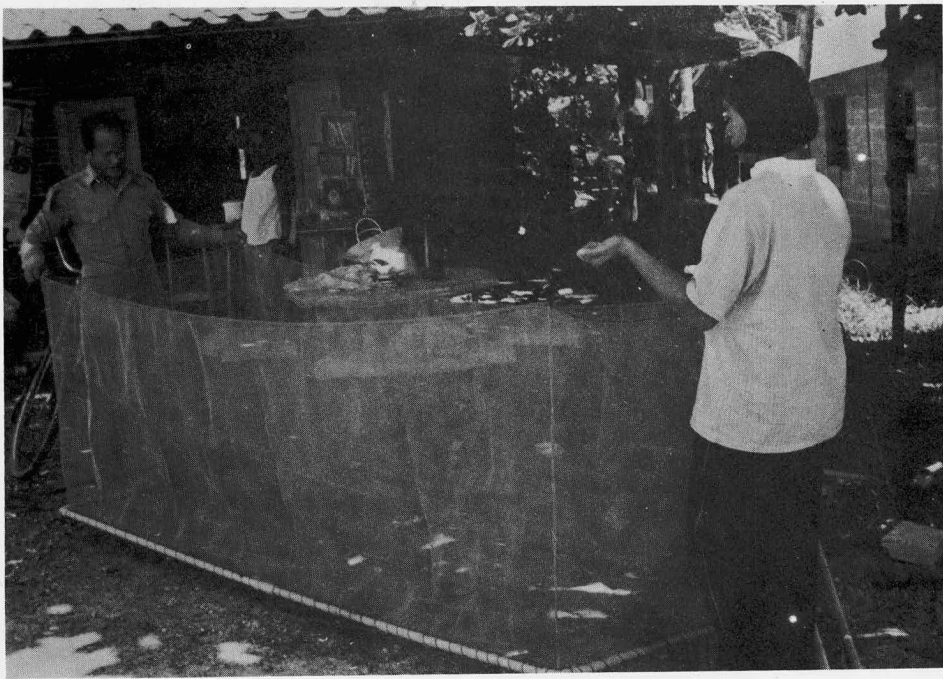
เดือน \ สภาพที่ ศึกษา	ความเค็ม PPT	ความเป็นกรด เป็นเบส	อุณหภูมิ °C	ความโปร่งแสง ของน้ำ (เมตร)
กรกฎาคม	32	8.3	27	0.58
สิงหาคม	24	8.3	27	0.60
กันยายน	30	8.4	28	0.78
ตุลาคม	28	8.4	29	0.70



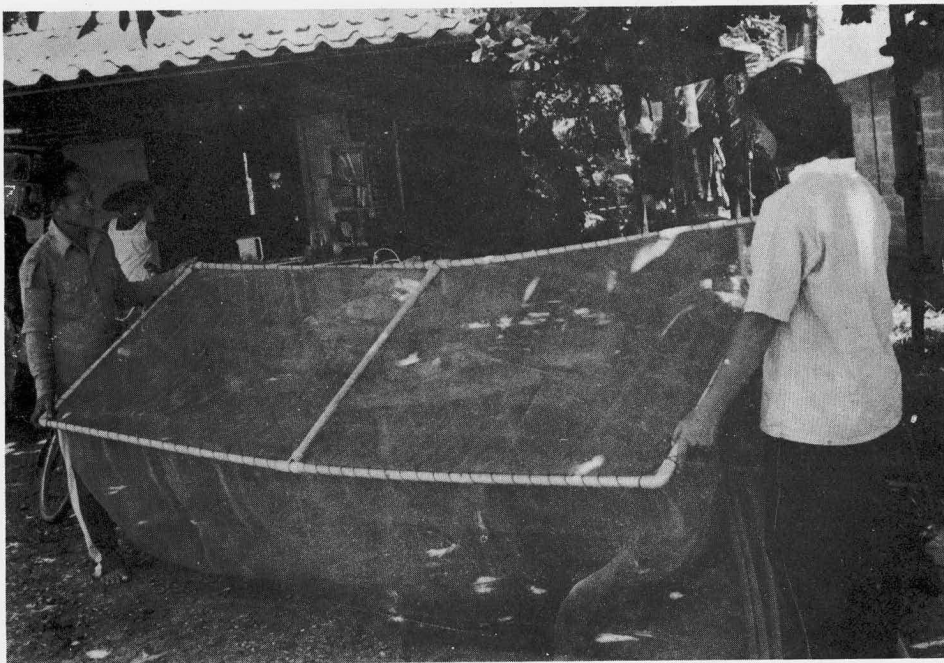
ภาพประกอบ 8 แสดงโครงสร้างของแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย P.changii บริเวณอ่าวยาง
ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดตราด



ภาพประกอบ 9 แสดงบ่อซีเมนต์ ขนาด 7.2 เมตร x 12.0 เมตร ลึก 1.70 เมตร ที่ใช้เป็นแปลงทดลอง
เพาะเลี้ยงสาหร่าย P.changii ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดตราด



ภาพประกอบ 10

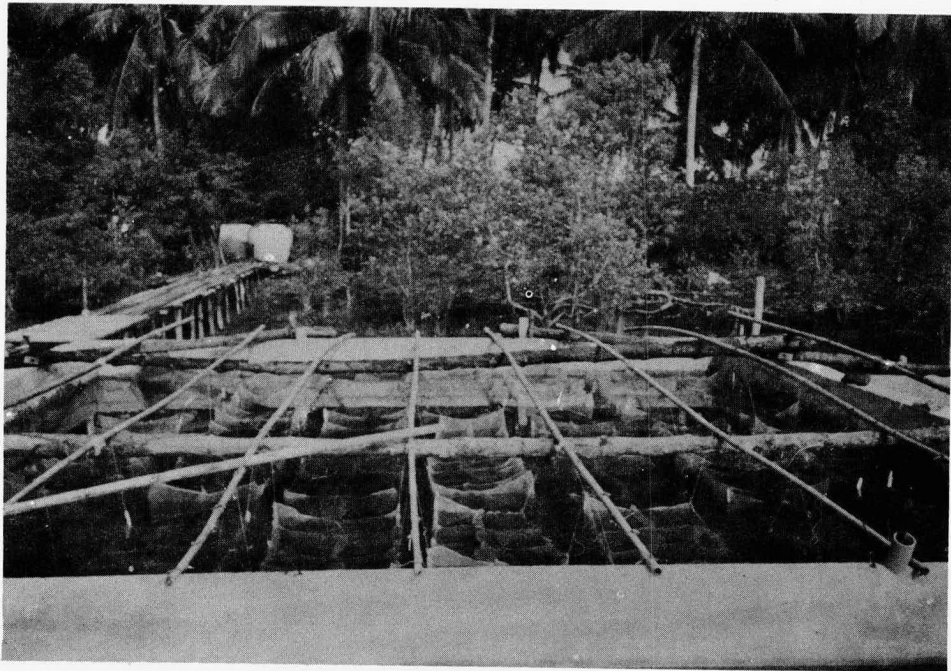


ภาพประกอบ 11

ภาพประกอบ 10-11 แสดงลักษณะของกระชังทดลองด้านปากและก้นกระชัง



ภาพประกอบ 12 แสดงการเก็บเกี่ยวพันธุ์สาหร่าย P.changii มาใช้ในการทดลอง



ภาพประกอบ 13 แสดงลักษณะการวางกระชังทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย P.changii ตามแผนแบบ
การทดลอง แบบ 3 x 8 แพลตต่อเรียง ในแปลงเพาะเลี้ยง

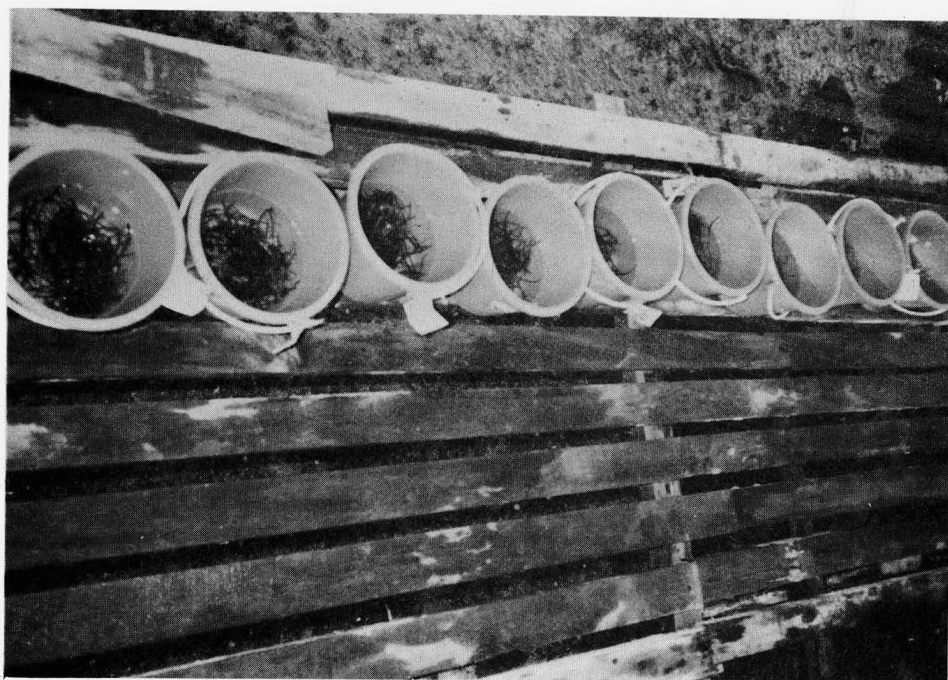


ภาพประกอบ 14

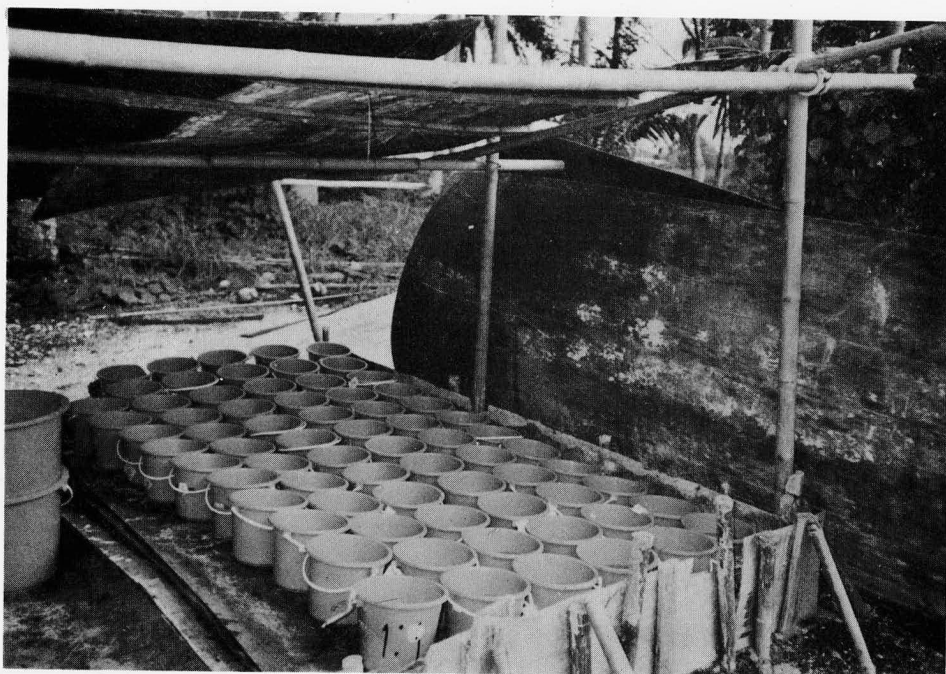


ภาพประกอบ 15

ภาพประกอบ 14-15 แสดงการนำสาหร่าย P.changii จากแปลงทดลองขึ้นมาให้อัศจรรย์ส่วนของ
N:P 8 ระดับ ช่วงเวลาการให้ 3 ระดับ ตามแผนแบบการทดลอง



ภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 17

ภาพประกอบ 16-17 แสดงการแช่สำหรับ P.changii ในถังพลาสติกโดยให้อัตราส่วน
N:P 8 ระดับ ในช่วงเวลาการให้ต่างกัน 3 ระดับ



ภาพประกอบ 18 แสดงลักษณะการแตกแขนงของสาหร่าย P.changii ในกลุ่มทดลองเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 120 วัน



ภาพประกอบ 19 แสดงการซังน้ำหนักสดของสาหร่าย P.changii เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนการทดลอง

ภาคผนวก ข

สารละลายต่าง ๆ

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	สารละลายต่าง ๆ (มิลลิลิตร)			น้ำฝน มิลลิลิตร	น้ำทะเล มิลลิลิตร	หมายเหตุ
	ก	ข	ค			
0:0	-	-	-	10,000	-	น้ำฝนผสมเกลียวให้ 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	

บทคัดย่อ

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

Abstract

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 Polycavernosa changii 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 P. changii, 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 P. changii 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 P. changii was directly depended on environmental factors.