631.8
S451

รายงานการวิจัย

การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย Polycavernosa changii ในแปลงทดลองระบบฟาร์มปิดซึ่งน้ำทะเลมีความเค็ม 10-20 ส่วนในพัน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตประสานมิตร

ปีงบประมาณ 2533

23 ก.พ. 2538

โดย

รศ. สมศักดิ์ แสนสุข

ผศ. สุรจิต วรรณจันทร์

นางวนิดา วัชรโศภิษฐกุล

นายฉลอง เมืองสนธ์

h221971

ส 111918

192830

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย Polycavernosa changii ด้วยกระชังในระบบฟาร์มปิด ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2533 เพื่อศึกษาผลของอัตราการให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ช่วงความถี่สัปดาห์ละครั้งที่มีค่าต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ปรากฏว่าเมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ได้ 11 สัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยวิธีการแช่สาหร่ายในสารละลายปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีอัตราต่างกัน 6 ระดับช่วงความถี่การให้ปุ๋ยสัปดาห์ละหนึ่งครั้งนั้น ผลทางสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 พบว่าในกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยการแช่สาหร่ายในสารละลายปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.5 กรัม ต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่นที่เพาะเลี้ยงด้วยวิธีเดียวกันในเวลา 70 วัน และพบว่าสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีการหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ สัปดาห์ละครั้งในแปลงทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่หว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.7 กรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร มีแนวโน้มว่าสาหร่ายมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่นที่เพาะเลี้ยงด้วยวิธีเดียวกันในเวลา 63 วัน

Abstract

An experiment, using insitu cage culture, was used to investigate the effects of rates of fertilizer urea 46 percent on the growth of Polycavernosa changii in closed farm system. Two groups of P. changii have been experimented with the same ration of fertilizer but two different treatments. One, the fertilizer was sowed in the farm, the other, the algae was soaked in the solution of fertilizer were conducted The experiment has been carried on at Ao Yang, Ao Yai subdistrict, Muang district, Trad province from August to October 1990. After the period of experiment 11 weeks, the ration of fertilizer of 6 levels was Treated once a week, growth rate and yeild of P. changii that soaked in 6 levels of nutrient was obtained with the statistically significant difference of .05 where the value of fertilizer was 0.5 gram per cubicmeter at 70 days. The other that treated by sowing the fertilizer in the experimental farm in 6 levels, the growth rate and yeild of P. changii was also obtained with statistically nonsignificant difference but it showed the tendency of good growth rate where the value of fertilizer was 0.7 gram per cubicmeter at 63 days. The prerequisite observation gave the assumption the growth of P. changii was directly depended on experimental factors.

หน้าว่าง

ห้องสมุด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยในโครงการศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม ได้รับเงินอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติผ่านทางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทบวงมหาวิทยาลัย ในปีงบประมาณ 2528, 2530 และ 2532

ในปีงบประมาณ 2529 ไม่ได้รับเงินงบประมาณอุดหนุน ผู้วิจัยได้เจียดเงินส่วนตัวบ้างและเงินจำนวนเล็กน้อยที่ได้รับจากกองประมงน้ำกร่อย กรมประมง ในหน่วยงานโครงการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเลภายใต้โครงการ เอที๊ที ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ทำการศึกษาและเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลสีแดง ชื่อ โพลีคาเวอร์โนซา ชางกิไอ (Polycavernosa changii) เอาไว้เพื่อมิให้สูญพันธุ์ ในธรรมชาติสาหร่ายพันธุ์นี้ให้ผลผลิตช้า ต้องใช้เวลา 2 ปี จึงพอจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ (นับแต่สปอร์เริ่มงอกถึงวันเก็บเกี่ยว) การเพาะเลี้ยงในแปลงทดลองให้ผลผลิตใน 1 ปี แต่ยังมิอาจหาผลผลิตในรูปของอัตราการผลิตได้ เพราะวัสดุที่ให้สปอร์ของสาหร่ายเกาะเป็นเชือกฟาง (rafia) มัดสิ่งของที่มีขายตามตลาดทั่วไป และเชือกฟางส่วนใหญ่ (ประมาณ 90 %) ขาดก่อน ส่วนน้อย (ประมาณ 10 %) ที่เหลืออยู่ได้ครบ 1 ปี เมื่อครบ 1 ปี ขนาดของสาหร่ายโตพอที่จะวัดขนาดได้ ข้อมูลที่ได้พอที่จะเป็นดัชนีได้ แต่ข้อมูลไม่พอที่จะหาอัตราผลผลิตอัตราการเจริญเติบโต เพราะขาดเงินอันเป็นผลกระทบให้ขาดปัจจัยอื่น ๆ ต่อไปอีกมาก

ปีงบประมาณ 2531 ไม่ได้รับเงินงบประมาณอุดหนุน แต่ผู้บริหาร มศว มี นายสมควร อภัยพันธุ์ รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา และ นายณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ได้ไปตรวจเยี่ยมที่แปลงทดลอง และได้เจียดเงินประเภทเงินรายได้จำนวน 30,000 บาท ให้ทำการเพาะเลี้ยงเพื่อรักษาพันธุ์สาหร่าย P. changii โดยวิธีเพาะสปอร์ให้สปอร์เกาะตามเนื้ออวนปู (อวนไนลอน) ใช้วิธีการแบบเชือกเส้นเดียว ปรากฏว่าสปอร์ของสาหร่ายเกาะและงอกดี เจริญเติบโตดี สามารถนำพันธุ์ไปพัฒนาเพาะเลี้ยงโดยการให้ N:P ระดับต่าง ๆ ในระบบฟาร์มปิด ผลการทดลองพบว่า N:P เท่ากับ 4:1 ช่วงความถี่การให้ 7 วันต่อ 1 ครั้ง ทำให้สาหร่าย P. changii มีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดในปีงบประมาณ 2532 (150,000 บาท)

แต่เกษตรกรปฏิบัติไม่ค่อยสะดวก คณะผู้ทำการวิจัยจึงศึกษาผลของอัตราปุ๋ยยูเรีย 46 % ซึ่งผลการทดลองได้ปรากฏอยู่ในรายงานการวิจัยฉบับนี้

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณองค์กรและบุคลากรที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น งานวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจาก นายโสภณ ศิลาอาสน์ นางมงคล ศิลาอาสน์ นางสาวเยาวมาลย์ ศิลาอาสน์ พี่น้องชาวแหลมสะบ้า ชาวบ้านอ่าวยาง ลูกศิษย์ และญาติอีกหลายท่านมิอาจนำมากล่าวได้หมดในที่นี้ คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณทุก ๆ ท่านเป็นอย่างยิ่ง ขอท่านทั้งหลายจงอนุโมทนาในกุศลเจตนาและกุศลกรรมที่ท่านได้แสดงไว้

คณะผู้ทำการวิจัย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	สมมุติฐานการวิจัย	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	6
	อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย สกุล Gracilaria	6
	การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในประเทศไทย	8
3	วิธีดำเนินการทดลอง	10
	สถานที่และระยะเวลาการทดลอง	10
	อุปกรณ์	10
	วิธีการทดลอง	11
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	11
	การวิเคราะห์ข้อมูล	12
4	ผลการศึกษาค้นคว้า	12

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... 21

ความมุ่งหมายของการศึกษา..... 21

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า..... 21

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 21

สรุปผลการศึกษา..... 22

บรรณานุกรม..... 23

ภาคผนวก..... 26

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 วิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 13

2 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยง โดยแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่าง 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 14

3 วิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 15

4 แสดงผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม) ของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยการแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 27

5 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (doublings. d^{-1}) ของสาหราย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 28

6 แสดงผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม) ของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราส่วนต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 26

7 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (doublings. d^{-1}) ของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตรา อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง..... 30

8 แสดงสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii ในระบบฟาร์มปิด ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด..... 31

หน้าว่าง

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง 16

2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง 17

3 แสดงลักษณะการวางกระชังในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ ในระบบฟาร์มปิด 32

4 แสดงการให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง โดยแช่นาน 6 ชั่วโมง ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii 32

หน้าว่าง

การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย Polycavernosa changii ในแปลงทดลองระบบฟาร์มปิดซึ่งน้ำทะเลมีความเค็ม 10-12 ส่วนในพัน

Effects of Rate of Urea 46 percent on The Growth of Polycavernosa changii in Closed Farm System Where Salinity of Sea Water 10-20 partperthousand

1. บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

สาหร่ายทะเลให้ผลิตภัณฑ์เคมีมากมายเพื่อประโยชน์ต่อการบริโภคและพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เคมีหลักที่ได้จากสาหร่ายทะเลคือ สารพวกไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เช่น วุ้น (agar), คาราจีแนน (carrageenan), และแอลจิน (algin) (Hoppe and Schmid. 1969 : 288 - 299) ผลิตภัณฑ์เคมีเหล่านี้ได้นำไปใช้ในกิจการอุตสาหกรรมนับร้อยอย่าง เช่น อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเภสัช อุตสาหกรรมการผลิตสี อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น (วลัย วราโห. 2525 : 27)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสาหร่ายทะเลนั้น ประเทศไทยต้องสั่งผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2521 - 2528 ปรากฏว่าปริมาณวุ้นที่สั่งเข้ามาใช้ภายในประเทศมีปริมาณสูงถึง 1,813,122 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 583,511,957 บาท (Hawaiian agronomic. 1986 : 62) ปี 2529 ประเทศไทยสั่งผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายเข้าประเทศคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 135.1 ล้านบาท จำแนกเป็นวุ้น (agar-agar) 108.2 ล้านบาท สาหร่ายทะเล 12.2 ล้านบาท โซเดียมอัลจิเนต 12.7 ล้านบาท อัลจินิคแอซิด 2 ล้านบาท (Hawaiian agronomic. 1987 : 163 - 168) จะเห็นได้ว่าประเทศไทยต้องขาดดุลการค้าเกี่ยวกับเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้นทุกปี ประเทศที่ส่งผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลเป็นสินค้าเข้ามาขายในประเทศไทยมีหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อาร์เจนตินา ชิลี ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา

ประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่มีอาณาเขตทางทะเลทั้งสิ้น แต่ละประเทศได้มีการตั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล แล้วเก็บเกี่ยวมาแปรรูปหรือดัดแปลงตามกรรมวิธีจนได้ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลมาส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก

ในปี 2529 ประเทศไทยส่งออกวุ้นไปจำหน่ายยังต่างประเทศคิดเป็นมูลค่า 2,125,058 บาท วุ้นที่ส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศนี้เป็นวุ้นผงสำเร็จรูป ที่ส่งเข้ามาบรรจุหีบห่อใหม่ภายในประเทศแล้วจึงส่งไปจำหน่ายต่อไปยังต่างประเทศ ทั้งนี้เพราะปริมาณสาหร่ายทะเลที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอ่าวไทยและตามชายฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณไม่มากพอที่จะใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานได้ตลอดปี สาหร่ายทะเลของประเทศไทยโดยเฉพาะสาหร่ายทะเลสีแดง ชนิด Polycavernosa changii ซึ่งเป็นสาหร่ายทะเลที่ให้ผลิตภัณฑ์วุ้น agar-agar และ agarose ที่มีคุณภาพสูงและดีที่สุดในโลก (การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟตในวุ้นที่สกัดจากสาหร่าย ให้วุ้นและสาหร่ายชนิดนี้ของประเทศไทยโดยวิธีนิวตรอนแอกทิเวชัน แอนะไลซิส เสนอในที่ประชุมพิเศษโครงการผลิตและแปรรูปสาหร่ายทะเลในโครงการ เอ ที ที (A.T.T.) ของกรมประมง วันที่ 13-14 สิงหาคม 2530) สาหร่าย Polycavernosa changii อันเป็นสาหร่ายที่ให้ทั้งปริมาณและคุณภาพวุ้นที่ดีที่สุดนั้นมีเหลืออยู่น้อย และเจริญเติบโตค่อนข้างช้า อาจสูญพันธุ์ได้ก่อนที่โรงงานสกัดวุ้นจากสาหร่ายเกิดขึ้น

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอาณาเขตทางทะเลโดยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,420 กิโลเมตร เป็นชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยประมาณ 1,930 กิโลเมตร ทางฝั่งทะเลอันดามันประมาณ 490 กิโลเมตร (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 1 - 4) มีอาณาเขตที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลอยู่มากมาย รวมทั้งในปัจจุบันรัฐบาลได้มองเห็นความสำคัญของสาหร่าย โดยในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ได้กำหนดให้สาหร่ายเป็นสินค้าเป้าหมายที่มีโอกาสขยายการผลิตและการตลาด โดยจัดอยู่ในประเภทประมง ถือว่าเป็นสินค้าที่ประเทศไทยสามารถทำการผลิตได้ มีตลาดรองรับอยู่แล้วทั้งในและนอกประเทศ รวมทั้งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (จินตนา ศรีตงกล. 2529 : 30 - 37) ดังนั้น ทางกรมประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ต่างก็พยายามศึกษา

หาวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลโดยเฉพาะสาหร่ายสกุล Gracilaria เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม ซึ่งถ้าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลประสบผลสำเร็จแล้วก็จะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างมากทั้งในด้านการสร้างงาน สร้างรายได้ให้แก่ชาวประมง ลดการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ และยังเป็นการเพิ่มผลผลิตการพัฒนาชายฝั่งทะเลให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น (สนม วันเพ็ญ. 2530 : 3) สำหรับในประเทศไทยพบว่าในช่วงหนึ่งปีสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายได้เพียงหนึ่งครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - เมษายน เท่านั้น สำหรับในเดือนสิงหาคม - ตุลาคม สาหร่ายจะชะงักการเจริญเติบโต การชะงักการเจริญเติบโตของสาหร่ายนั้นมีผลมาจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางนิเวศวิทยาของสาหร่าย สภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายนั้นน้ำทะเลควรจะมีอุณหภูมิ 20 - 28 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำทะเลประมาณ 30 ส่วนในพัน (ppt.) สาหร่ายสกุล Gracilaria จะเจริญได้ดี และสาหร่ายจะตายเมื่อน้ำทะเลมีความเค็มต่ำกว่า 10 ส่วนในพัน (Edelstein and others. 1976 : 2275 - 2290) จากการศึกษาพบว่าสาหร่ายต้องการสารอาหารจำพวกแร่ธาตุไม่แตกต่างไปจากพืชชั้นสูง แร่ธาตุที่สาหร่ายต้องการมาก ได้แก่ คาร์บอน ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โปตัสเซียม และแมกนีเซียม (Venkataraman. 1968 : 111) โดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุโครงสร้างของกรดนิวคลีอิค ทั้ง DNA, RNA, ฟอสโฟไลปิด เอนไซม์, โคเอนไซม์, โปรตีน, ATP และ NAD หากสาหร่ายขาดฟอสฟอรัสรุนแรงเป็นเวลานานจะทำให้มีการเจริญที่จำกัดให้ผลผลิตต่ำ สำหรับไนโตรเจนก็เป็นธาตุโครงสร้างของกรดอะมิโนที่มีอยู่มากกว่า 20 ชนิด ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน, เป็นองค์ประกอบของสารพลังงานสูง คือ ATP กรดนิวคลีอิค, คลอโรฟิลล์, โคเอนไซม์, ฮอร์โมนพืช และวิตามิน ถ้าสาหร่ายได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตดี แข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ถ้าขาดจะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตช้า แคระแกรน ให้ผลผลิตต่ำ (เสนาะ บุญมี. 2530 : 13 - 14) จะเห็นได้ว่าบทบาทและหน้าที่ของฟอสฟอรัสกับไนโตรเจนในสาหร่ายนั้นค่อนข้างจะมีความสัมพันธ์กันหลายทาง เช่น สาหร่ายจะดูดซับและสะสมสารประกอบของไนโตรเจนอย่างรวดเร็วเมื่อมีฟอสฟอรัสในปริมาณน้อย ในทางกลับกันหากมีฟอสฟอรัสปริมาณมากในสารอาหาร การดูดซับไนโตรเจนก็จะลดต่ำลง การใส่ฟอสฟอรัสจึงเป็นตัวทำให้เกิดสมดุลของไนโตรเจน (สุรจิต วรรณจันทร์. 2525 : 75 - 76)

สาหร่ายทะเลที่เพาะเลี้ยงโดยได้รับสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสมจะเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูง การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งจะศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีขายทั่วไปในอัตราต่าง ๆ ช่วงความถี่การให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ในระบบฟาร์มปิด ช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2533 น้ำทะเลมีความเค็มแปรปรวนระหว่าง 10 ส่วนในพัน ถึง 25 ส่วนในพัน การศึกษาครั้งนี้มุ่งให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายทะเลได้มากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี อันเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อการค้าในระดับอุตสาหกรรมต่อไป และเกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้สะดวกยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในอัตราต่าง ๆ 7 วันครั้ง ในระบบฟาร์มปิด

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบอัตราส่วนของปุ๋ยยูเรียที่ส่งผลให้สาหร่าย P. changii มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด และระยะเวลาที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิต

2. ผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii และสาหร่ายทะเลอื่น ๆ เพื่อการค้าในระดับครัวเรือนจนถึงระดับอุตสาหกรรม

3. ทำให้เกษตรกรปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลและให้ปุ๋ยได้สะดวกยิ่งขึ้น ใช้ต้นทุนต่ำลง

สมมุติฐานการศึกษา

1. การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในอัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง จะแตกต่างกัน

2. การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงเมื่อให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในอัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง โดยวิธีการแช่ปุ๋ย 6 ชั่วโมง กับวิธีหว่านปุ๋ยในแปลงเพาะเลี้ยงจะแตกต่างกัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. สาหร่ายทะเลที่ใช้ในการศึกษาคือ สาหร่ายในดิวิชันโรโดไฟตา (Division Rhodophyta) โดยเก็บพันธุ์จากบริเวณอ่าวยาง อ่าวเลน แหลมสะบ้า และอ่าวขาม ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ

ก. อัตราปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 6 ระดับ คือ

1. 0.1 กรัม/ลบ.ม.
2. 0.3 กรัม/ลบ.ม.
3. 0.5 กรัม/ลบ.ม
4. 0.7 กรัม/ลบ.ม
5. 0.9 กรัม/ลบ.ม
6. 1.1 กรัม/ลบ.ม

ข. วิธีการให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 2 วิธี

1. โดยการแช่ในปุ๋ย 6 ชั่วโมง 7 วันครั้ง
2. โดยการหว่านปุ๋ยในแปลง 7 วันครั้ง

2.2 ตัวแปรตาม การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii หมายถึง น้ำหนักสดของสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นหลังจากใหปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 7 วันครั้ง นำไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) จากสูตร

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

N_o = น้ำหนัก ณ เวลาตั้งต้นของสาหร่าย

N_t = น้ำหนักสาหร่ายในช่วงเวลา t

t = ช่วงเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่เวลาตั้งต้นถึงเวลาเก็บเกี่ยว

u = เปอร์เซนต์อัตราการเจริญเติบโตต่อช่วงเวลา t

(DeBore and others. 1978 : 263)

2. น้ำหนักสด หมายถึง น้ำหนักของสาหราย P. changii ที่ได้จากการนำสาหร่ายจากกระชังทดลองทิ้งให้สะเด็ดน้ำในถุงตาข่ายไนลอนนำไปชั่งคิดน้ำหนักเป็นกรัม

3. ธาลินทรีย์ (thallus) หมายถึง โครงสร้างของสาหร่ายที่ประกอบด้วยส่วนที่คล้ายรากและใบ

4. ระบบฟาร์มปิด (closed farm system) หมายถึง การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ในบ่อที่มีลักษณะคล้ายบ่อเลี้ยงกุ้งแต่มีพื้นแข็งหรือการเพาะเลี้ยงด้วยกระชังในบ่อเลี้ยงกุ้ง

2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อิทธิพลของ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายสกุล Gracilarin

แร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายจนครบวัฏจักรชีวิตประกอบด้วย C H O N P K S Ca Mg แร่ธาตุเหล่านี้สาหร่ายต้องการมากบ้างน้อยบ้างไม่เท่ากัน อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยไม่เอา C H และ O ไว้ในพวกใดพวกหนึ่ง เพราะสาหร่ายได้จากน้ำและอากาศ

เพียงพออยู่แล้ว กลุ่มแรกเป็นแร่ธาตุหลัก (fertilizer elements) ได้แก N P K กลุ่มที่สอง คือ แร่ธาตุรอง (secondary essential elements) ได้แก Ca Mg S ซึ่งกลุ่มนี้มักไม่ค่อยมีปัญหาในการขาดเนื่องจากมีพอเพียงในน้ำทะเลและสาหร่ายต้องการแร่ธาตุในกลุ่มนี้น้อย (ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จินตกานนท์. 2521 : 34) สำหรับในกลุ่มแรกปริมาณ N และ P ที่มีจำกัดจะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน N:P ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำทะเล (Smith. 1984 : 1149 - 1160)

จากการศึกษาอัตราการดูดซับและการเก็บสะสมปริมาณสารอาหารในสาหร่าย G. tikyahiae Melachlan ที่ชายฝั่งฟลอริดา พบว่าสาหร่าย G. tikvahiae Mcalchlan สามารถดูดซับ ได้รวดเร็วโดยใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง และเก็บสะสมในเนื้อเยื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ตลอดช่วง 2 สัปดาห์ จึงจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลง เนื่องจากเกิดการขาดแร่ธาตุขึ้น (Ryther. 1981 : 107 - 115) การสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan สะสมอยู่ในรูปของกรดอะมิโน, โปรตีน และรงควัตถุพวกไฟโคอิริทริน (phycoerythrin) พบว่าองค์ประกอบดังกล่าวจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตในสารอาหารที่มีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อมีธาตุไนโตรเจนน้อย แสดงว่าแร่ธาตุมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิตและมีผลควบคุมชีวเคมีของสาหร่ายสกุล Gracilaria (Bird. 1982 : 344 - 348 ; Lapointe. 1984 : 488 - 495)

เมื่อทดลองเพาะเลี้ยง G. tikvahiae Mclachlan โดยแช่ในสารอาหารที่มีแอมโมเนียมและฟอสเฟต นาน 6 ชั่วโมง ตลอดเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการดูดซับแอมโมเนียมสูงสุด 19 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง และดูดซับฟอสเฟตได้ 0.28 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบจากน้ำหนักเถ้าของสาหร่ายพบว่าคลอโรฟิลล์เอ, ไฟโคอิริทริน และโปรตีน ในกลุ่มสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan ที่ทดลองให้สารอาหารมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มสาหร่ายควบคุม มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายกลุ่มทดลองสูงกว่าด้วย (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 ช่วงความถี่ในการให้สารอาหาร แบ่งเป็น 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการแช่สาหร่าย 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 ให้ต่ำมากกว่าอัตราส่วน N:P ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อให้สาหร่ายดูดซับแร่ธาตุทั้งสองไปใช้ในการเจริญเติบโตได้พอเหมาะ (Lapointe. 1985 : 211 - 222)

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ใกล้กับ La Herradura Bay โดยเพาะเลี้ยงในถังขนาดจุน้ำ 200 ลิตร ใส่พันธุ์สาหร่าย 1 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ให้สารอาหาร $NaNO_3$ และ NaH_2PO_4 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลปรากฏว่าสาหร่ายสกุล Gracilaria เจริญเติบโต และให้ผลิตสูงสุดในช่วงฤดูใบไม้ผลิและช่วงต้นฤดูร้อน ผลผลิตของสาหร่ายสูงสุดเมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 8:1 และปริมาณวุ้นเพิ่มขึ้น เมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 15:1 (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 369 - 373)

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 ทุกข์วินาศ

สุชาติ เตชนราวงค์ และศราวุธ เจะโล๊ะ (2529 : 4) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ในบ่อดินบริเวณป่าเลนริมอ่าวปัตตานี โดยขุดบ่อขนาดกว้าง 17 เมตร ยาว 21 เมตร และลึก 1.0 เมตร แล้วเก็บต้นสาหร่ายขนาดเล็กมาหว่านในบ่อดิน การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวปีละ 2 ครั้ง จากการเพาะเลี้ยงมา 2 ปี ในปี พ.ศ. 2527 - 2528 เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ปีละ 230 กิโลกรัมแห้ง คิดเป็นมูลค่า 14,000 บาท สามารถประเมินผลผลิตได้เท่ากับ 1,030.8 กิโลกรัมแห้งต่อไร่ต่อปี

สมศักดิ์ แสนสุข (2526 : 68) เพาะเลี้ยง G. verrucosa, G. salicornia ที่ตำบลนาเกลือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่าสาหร่าย G. verrucosa ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบตาข่ายจม ส่วน G. salicorinia ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงแบบคอนกรีตบล็อก ในปีเดียวกัน พเยาว์ อินทสุวรรณ (2526 : 25 - 28) ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผมนางที่ อ่าวบ้านใหม่ ตำบลหัวเขา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการทำการเพาะเลี้ยงด้วยตาข่ายและแบบเชือกเส้นเดียว ใช้ธาตุอาหารไม่ตัดยอด, ตัดยอด และแบบดักสปอร์ พบว่าการเพาะเลี้ยงด้วยตาข่าย และแบบเชือกเส้นเดียวให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน วิธีการดักสปอร์ให้ผลผลิตดีที่สุด

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

สนม วันเพ็ญ (2530 : 59) ได้ศึกษาวิธีการรองรับสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมในการเกาะ การงอก และการเจริญเติบโตของสาหร่ายสกุล Gracilaria ที่อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด พบว่าสปอร์เกาะติดและงอกบนอวนไนลอนใช้แล้วม้วนเหมือนเชือกและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

วนิดา วัชรโศภิษฐกุล (2532 : 52) ทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma โดยให้ N:P 8 ระดับ ช่วงความถี่การให้ 3 ระดับ พบว่าสาหร่าย G. firma มีอัตราการเจริญเติบโตดีเมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย G. firma ในระบบฟาร์มปิดโดยให้ N:P = 4:1 ให้ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ในสาหร่าย P. changii พบว่าให้ N:P = 4:1 7 วันต่อครั้ง ในระบบฟาร์มปิด ผลการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ดี (สมศักดิ์ แสนสุข และคณะ. 2532 : 45)

การศึกษาและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้นเพื่อหาอัตราสารอาหารที่เหมาะสมและสะดวกในการปฏิบัติของเกษตรกรในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้นให้มีการเจริญเติบโตดีและได้ผลผลิตสูงพอที่จะใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าและอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องดำเนินการต่อไป

3. วิธีดำเนินการทดลอง

สถานที่ระยะเวลา

การทดลองครั้งนี้กระทำในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง P. changii ที่สร้างเป็นบ่อซีเมนต์ บริเวณอ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ใช้เวลาทดลองประมาณ 11 สัปดาห์

อุปกรณ์

1. วัสดุสร้างกระชัง
   - 1.1 ตาข่ายไนลอนชนิดตามุ้ง
   - 1.2 กรอบท่อพลาสติก ขนาด 0.85 ม. x 2.40 ม.
   - 1.3 เชือกไนลอน
   - 1.4 เข็ม
2. อุปกรณ์สำหรับให้ปุ๋ย
   - 2.1 ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความจุ 3 ลิตร
   - 2.2 ถุงตาข่ายไนลอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 29 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร
3. เครื่องมือวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล
   - 3.1 salina - refractometer ใช้สำหรับวัดความเค็ม
   - 3.2 pH meter ใช้วัดความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเล
   - 3.3 เทอร์โมมิเตอร์ 0-50 องศาเซนเซียส ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำทะเล
4. ใช้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 6 ระดับ

วิธีการทดลอง

1. สร้างกระชังทดลองให้มีพื้นที่ก้นกระชัง 0.5 ตารางเมตร สูง 0.85 เมตร ใช้กรอบท่อพลาสติกผูกติดก้นกระชัง และผูกปากกระชังกับไม้ไผ่เพื่อให้กระชังลอยน้ำ

2. เก็บพันธุ์สาหร่าย P. changii ไปใส่ในกระชังทดลอง 50 กรัมต่อพื้นที่ก้นกระชัง 0.5 ตารางเมตร ทุกกระชัง สาหร่ายอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ 0.85 เมตร

3. ให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ 2 กลุ่มทดลอง

3.1 นำสาหร่าย P. changii จากกระชังทดลองแช่และหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่าง ๆ 6 ระดับ นาน 6 ชั่วโมง ทุก 7 วัน

3.2 หว่านปุ๋ยในแปลงทดลองทุก 7 วัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของสาหร่าย P. changii ทุก 7 วัน เป็นเวลา 11 สัปดาห์

เวลาที่ทดลอง

เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2533

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของน้ำทะเล

1. ปริมาณความเค็ม (salinity) ใช้เครื่องมือวัดความเค็ม (salino-refractometer) โดยใช้หลอดหยดดูดน้ำทะเลลงบนหน้าปัดอ่านค่าได้หน่วยเป็นหนึ่งส่วนในพัน

2. ความเป็นกรดเป็นเบส ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นเบส (pH meter) วัดค่าของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย

3. อุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำทะเลประมาณ 10 นาที ณ ระดับที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายยกขึ้นมาอ่านค่า

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complety randomized desian)

2. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวน ใช้ Duncan's new multiple-range

4. ผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าทดลองเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii ในแปลงเพาะเลี้ยงที่สร้างเป็นบ่อซีเมนต์ บริเวณอาวยาง ตำบลอาวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 6 ระดับ 7 วันครั้ง วิธีการให้ 2 วิธี คือ นำสาหรายไปแช่ปุ๋ย และการหว่านปุ๋ยในแปลงเพาะเลี้ยง เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหราย เก็บข้อมูลน้ำหนักสดทุก 7 วัน

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยนำสาหรายไปแช่ในปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์

การเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii ในระบบฟาร์มปิดโดยนำสาหรายแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ 7 วันครั้ง ชั่งน้ำหนักสดทุก 7 วัน (ตารางผนวก 4) เมื่อนำไปหาอัตราการเจริญเติบโต (ตารางผนวก 5) พบว่าสาหราย P. changii กลุ่มที่เพาะเลี้ยงด้วยการแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.5 กรัม/ลบ.ม. มีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่น และแตกต่างจากกลุ่มที่ให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในอัตราอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และแตกต่างจากกลุ่มที่แช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.3 กรัม/ลบ.ม. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยการหว่านปุ๋ยในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหราย

การเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii ในระบบฟาร์มปิดโดยวิธีการนำปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ไปหว่านในแปลงทดลอง อัตราต่างกัน 6 ระดับ 7 วันครั้ง ชั่งน้ำหนักสดทุก 7 วัน

(ตารางผนวก 6) เมื่อนำไปหาอัตราการเจริญเติบโต (ตารางผนวก 7) พบว่าสาหร่าย P. changii ทุกกลุ่มการทดลองมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตาราง 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	6	150.58	25.09	2.65*
ภายในกลุ่ม	63	596.3	9.47	
รวม				

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 $F_{6, 63} = 2.25$

จากตาราง 1 แสดงว่าการทดสอบมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคืออัตราของปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อย่างน้อย 1 คู่ ที่ทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ในกลุ่มการเพาะเลี้ยงโดยการแช่ปุ๋ยแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อโดยใช้ Duncon's new multiple-range test

ตาราง 2 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

อัตราปุ๋ย กรัม/ลบ.ม.	ค่าเฉลี่ย กรัม	$\bar{X}_3$ 53	$\bar{X}_4$ 51	$\bar{X}_5$ 51	$\bar{X}_6$ 51	$\bar{X}_2$ 50	$\bar{X}_1$ 49	$\bar{X}_7$ 48
0.5 = $\bar{X}_3$	53	-	2	2	2	3*	4**	5**
0.7 = $\bar{X}_4$	51				-	1	2	3
0.9 = $\bar{X}_5$	51					1	2	3*
1.1 = $\bar{X}_6$	51					1	2	3*
0.3 = $\bar{X}_2$	50					-	1	2
0.1 = $\bar{X}_1$	49						-	1
0 = $\bar{X}_7$	48							-

* มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .01

		2	3	4	5	6	7
q.95 (r, 63)		2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24
q.99 (r, 63)		3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23
q.95 (r, 63).	$MS_{w/n}$	2.74	2.89	2.98	3.04	3.10	3.14
q.99 (r, 63).	$MS_{w/n}$	3.64	3.80	3.90	3.99	4.04	4.10

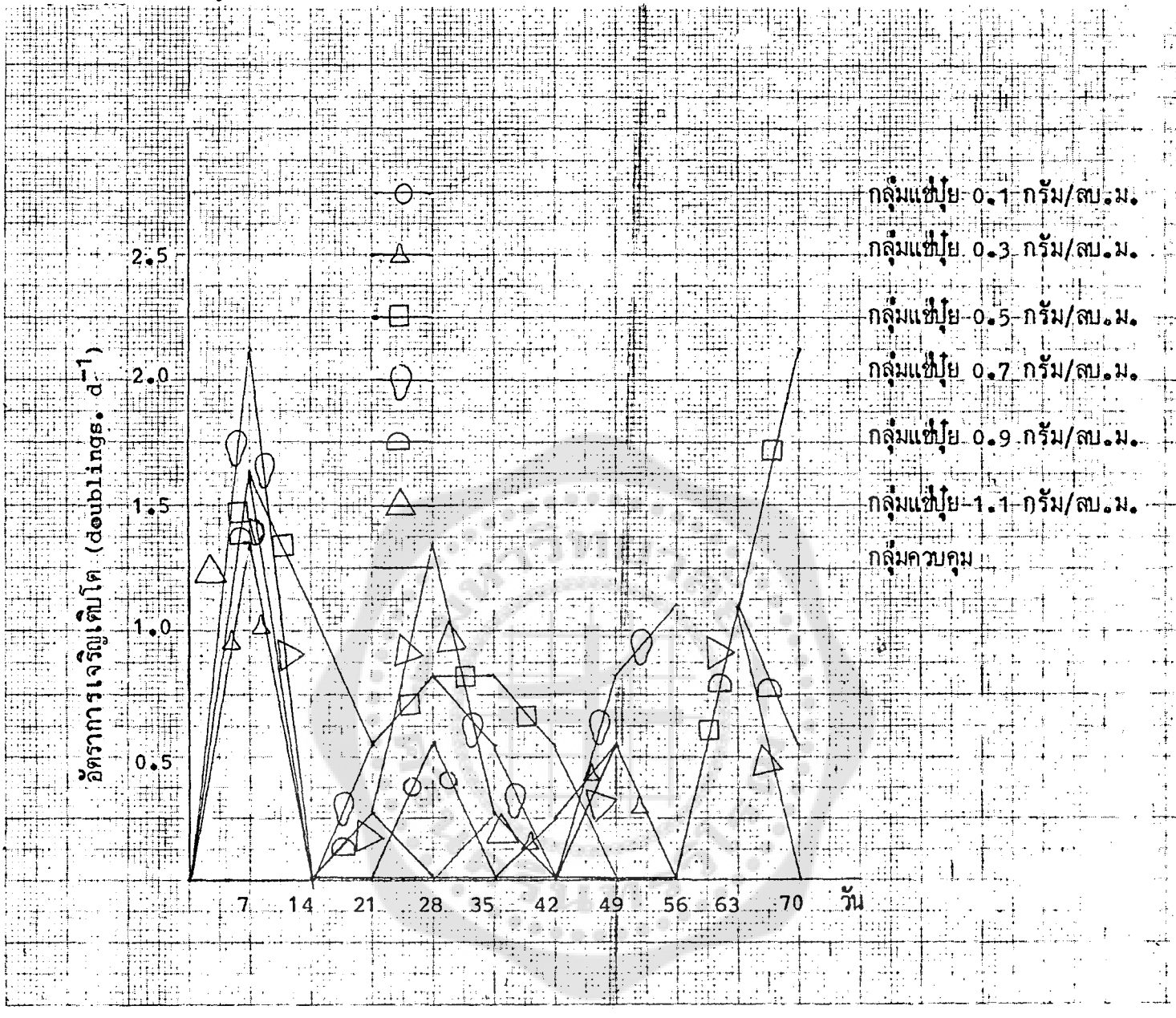
จากตาราง 2 แสดงว่าการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.5 กรัม/ลบ.ม กับ 0.3 กรัม/ลบ.ม

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่แซปุยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.5 กรัม/ลบ.ม 0.1 กรัม/ลบ.ม , และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กลุ่มที่แซปุยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.9 กรัม/ลบ.ม กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่แซปุยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 1.1 กรัม/ลบ.ม กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

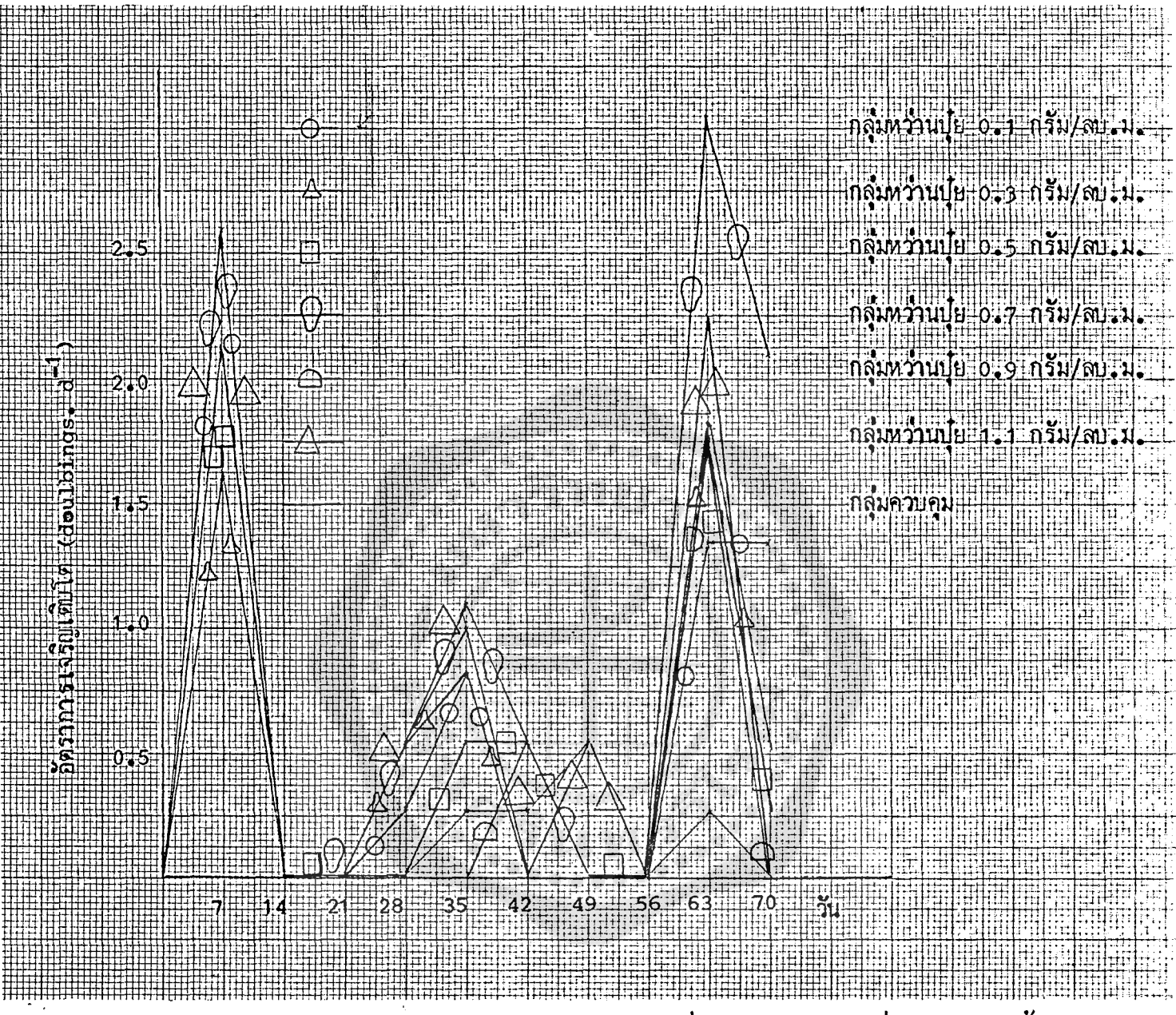
ตาราง 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์ปิด โดยหว่านปุยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	6	99.49	16.58	1.01
ภายในกลุ่ม	63	1039.1	16.49	
รวม	69			

จากตาราง 3 แสดงว่าการทดสอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยหว่านปุยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง ไม่ต่างกัน



ภาพประกอบ 1 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหราย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วัน



ภาพประกอบ 2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii

1. ระดับน้ำในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงอยู่ในช่วง 60 - 80 เซนติเมตร
2. ความเค็มของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยง อยู่ในระหว่าง 10 - 20 ส่วนในพัน
3. ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเล อยู่ระหว่าง 7.9 - 8.4
4. อุณหภูมิของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงที่ระดับเพาะเลี้ยง อยู่ระหว่าง 28 - 29 องศาเซลเซียส

การศึกษาสภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii

สภาพแวดล้อมบางประการของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยง ปรากฏว่าระดับน้ำในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 70 เซนติเมตร ความเค็มของน้ำทะเลเฉลี่ย 15 ส่วนในพัน ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 8.2 อุณหภูมิของน้ำทะเลที่ระดับเพาะเลี้ยงบริเวณก้นกระชังเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส

อภิปรายผลการศึกษา

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ในระบบฟาร์มปิด โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ 7 วันครั้ง พบว่าการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii สูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยวิธีการนำสาหร่ายไปแช่ปุ๋ยนาน 6 ชั่วโมง ในอัตราปุ๋ยยูเรีย 0.5 กรัม/ลบ.ม. 7 วันครั้ง ต่างกับกลุ่มอื่นเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยวิธีเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยยูเรีย (NH_2CNH_2) ซึ่งมีองค์ประกอบของสารอาหารไนโตรเจนส่งผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii การศึกษาทดลองสอดคล้องกับการศึกษาอัตราการดูดซับและการเก็บสะสมปริมาณสารอาหารในสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan ที่ชายฝั่งฟลอริดา พบว่าสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan สามารถดูดซับ N ได้รวดเร็วโดยใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง และเก็บสะสมในเนื้อเยื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ตลอดช่วง 2 สัปดาห์ จึงจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายลดลงเนื่องจากเกิดการขาดแร่ธาตุ (Ryther. 1981 : 107 - 115)

การสะสมไนโตรเจนในเนื้อเยื่อสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan สะสมอยู่ในรูปของกรดอะมิโน, โปรตีน และรงควัตถุพวกไฟโคอิริทริน (phycoerythrin) พบว่าองค์ประกอบดังกล่าวจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตในสารอาหารที่มีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อมีธาตุไนโตรเจนน้อย แสดงว่าธาตุไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบ การเพิ่มผลผลิตและมีผลควบคุมชีวเคมีของสาหร่ายสกุล Gracilaria (Bird. 1982 : 344 - 348 ; Lapointe. 1984 : 488 - 495) เมื่อทดลองเพาะเลี้ยง G. tikvahiae Mclachlan โดยแช่ในสารอาหารที่มีแอมโมเนียมและฟอสเฟส นาน 6 ชั่วโมง ตลอดเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการดูดซับแอมโมเนียมสูงสุด 19 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง และดูดซับฟอสเฟสได้ 0.28 ไมโครโมลต่อกรัมน้ำหนักสดต่อชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบจากน้ำหนักเถ้าของสาหร่าย พบว่าคลอโรฟิลล์เอ, ไฟโคอิริทริน และโปรตีน ในกลุ่มสาหร่าย G. tikvahiae Mclachlan ที่ทดลองให้สารอาหารมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มสาหร่ายควบคุม มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายกลุ่มทดลองสูงกว่าด้วย (Friendlander. 1985 : 448 - 453) การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล Gracilaria ใกล้กับ La Herradura Bay โดยเพาะเลี้ยงในถังขนาดจุน้ำ 200 ลิตร ใส่พันธุ์สาหร่าย 1 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ให้สารอาหาร $NaNO_3$ และ NaH_2PO_4, 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลปรากฏว่าสาหร่ายสกุล Gracilaria เจริญเติบโต และให้ผลิตสูงสุดในช่วงฤดูใบไม้ผลิและช่วงต้นฤดูร้อน ผลผลิตของสาหร่ายสูงสุดเมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 8:1 และปริมาณวุ้นเพิ่มขึ้น เมื่อให้สารอาหาร N:P เป็น 15:1 (Edding, Macchiavello and Black. 1987 : 369 - 373)

ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii โดยการหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซ็นต์ 7 วันครั้ง ในแปลงทดลอง พบว่าการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน เหตุที่เป็นเช่นนั้นอาจอธิบายได้ดังนี้

1. ในแปลงทดลองมีสาหร่ายชนิดอื่นปะปนอยู่ เช่น Enteromorpha, Chaetomorpha ที่พบว่าสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด พบบริเวณทะเล จังหวัดตราด ตลอด 3 ฤดู (พรณี ภิรมภักดิ์. 2519 : 35 - 40, 69) ทำให้สาหร่าย P. changii ได้รับปุ๋ยจากการหว่านนอยกว่ากลุ่มที่นำไปแช่ปุ๋ยโดยตรง

2. ช่วงการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย เป็นช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะภาคตะวันออกฝนตกหนักและตกติดต่อกัน ทำให้ปริมาณน้ำฝนในแปลงทดลองเพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่ออัตราของปุ๋ยที่หว่านลงไปส่งผลให้การเจริญเติบโตและน้ำหนักของสาหร่ายที่เพาะเลี้ยง

3. น้ำทะเลในแปลงทดลองมีความเป็นกรดสูง เนื่องจากบริเวณรอบแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ได้ถูกดัดแปลงเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง ทำให้น้ำจากบ่อกุ้งซึ่งมีความเป็นกรดซึมสู่แปลงทดลองเพาะเลี้ยง ทำให้สาหร่ายตายโดยธาตุอาหารของสาหร่ายมีลักษณะเป็นสีขาว ส่งผลกระทบต่อการสะสมสารอาหารไนโตรเจนโดยเฉพาะบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (Topinka. 1978 : 241 - 247) ทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายคงที่หรือลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยการให้ปุ๋ยยูเรียในระบบฟาร์มปิดทุกฤดูกาล

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่าย Gracilaria spp. กับสาหร่าย Polycavernosa spp. ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิดโดยให้ปุ๋ยยูเรียในอัตราต่าง ๆ กัน

3. ควรมีการศึกษาวิธีการชักนำสาหร่ายทะเลพันธุ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรมให้สามารถปรับตัวพร้อมที่จะเจริญในสภาพแวดล้อมใหม่ (Modulative Adaptation) เพื่อประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม

5. สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ภายหลังจากเพาะเลี้ยงโดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในอัตราต่าง ๆ 6 ระดับ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สร้างกระชังด้วยตาข่ายไนลอนชนิดตามุ้ง โดยใช้กรอบท่อพลาสติกยูกติดกันกระชัง และผูกปากกระชังด้วยไม้ไผ่ในแปลงเพาะเลี้ยง

2. เก็บพันธุ์สาหร่าย P. changii ล้างตะกอน โคลนออก นำพันธุ์สาหร่ายไปใส่กระชังทดลอง กระชังละ 50 กรัม

3. นำสาหร่าย P. changii จากกระชังทดลองใส่ถุงตาข่ายไนลอน แช่ในถังพลาสติก โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่าง ๆ กัน 6 ระดับ แช่นาน 6 ชั่วโมง

4. บันทึกผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตเป็นน้ำหนักสด ชั่งทุก 7 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complety randomized design)

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

192830

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยนำสาหร่ายไปแช่ในปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์

การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii จากน้ำหนักสดและการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงโดยการแช่ในปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ 7 วันครั้ง พบว่าในกลุ่มที่เพาะเลี้ยงโดยการแช่ในปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ 0.5 กรัม/ลบ.ม. มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่นที่เพาะเลี้ยงด้วยวิธีการเดียวกัน

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงโดยการหว่านปุ๋ยในแปลงทดลองเพาะเลี้ยง

การเจริญเติบโตของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีการหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ 7 วันครั้ง ในแปลงทดลองพบว่าสาหร่าย P. changii มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

บรรณานุกรม

จินตนา ศรีตงกุล. "สินค้าเป้าหมาย 199 ชนิด มีความหมายแค่ไหน," วารสารเศรษฐกิจและสังคม. 3 : 30 - 38 ; พฤษภาคม - มิถุนายน 2529.

ประมุข เพ็ญสุต. การศึกษาวุ้นและองค์ประกอบอย่างอื่นในสาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.

พเยาว์ อินทสุวรรณ. "การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีแดงในทะเลสาบสงขลา," ใน รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 14, 26 - 28. สงขลา : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2526.

พรรณี ภิรมย์ภักดิ์. การสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จินตกานนท์. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. อัดสำเนา.

วนิดา วัชรโศภิษฐกุล. ผลของอัตราส่วนและช่วงความถี่ของการให้ N:P ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่าย Gracilaria firma ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

วลัย วราโห. การสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลสกุลกราซิลาเรีย. ปริญญานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

ศักดา เถียรในเมือง. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลบางชนิดแถบชายฝั่งจังหวัดชลบุรี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย วิชาสังคมศึกษา 503. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2524.

สนม วันเพ็ญ. การศึกษาวิธีการรองรับสปอร์และวัสดุที่เหมาะสมในการเกาะ การงอก และการเจริญเติบโตของสปอร์ในสาหร่ายสกุลกราซิลาเรีย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

สมศักดิ์ แสนสุข. "การศึกษาความเหมาะสมของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายชายฝั่งในภาคตะวันออกของประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม," ใน รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 68. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมศักดิ์ แสนสุข และคณะ. "การเพาะเลี้ยงโดยให้อัตราส่วนและช่วงความถี่การให้ระดับต่าง ๆ ในสาหร่าย Polycavernosa changii ในระบบฟาร์มปิดเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมต่อไป" ใน รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 45. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. 75 หน้า

สิริ ทุกข์วินาศ, สุชาติ เตชนราวงศ์ และศราวุธ เจะโละ. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายผมนางแบบพื้นบ้านที่อ่าวปัตตานี. สงขลา : สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา, 2529.

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

เสนาะ บุญมี. สรีรวิทยาของพืช. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530.

Bird. K.T. "Nitrogen Allocation and Storage Patterns in Gracilaria tikvahiae (Rhodophyta)," Journal Phycology. 18 : 344 - 348 ; 1980.

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.

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 Rotany. 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 Integrate Approach Asia Institute of Technology Bangkok Thailand. 1977.

Friendlander, M. and C.J. Dawes. "In Situ Uptake Kineties of Ammonium and Phosphate and Chepical Composition of the Red Seaweed Gracilaria tikvahiae," Journal Phycology. 21(3) : 448 - 453 ; 1985.

Hawaiian Agronomics (Intrnational). 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 Gruvter & Co., 1969.

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.

Ryther, John H. "Fuel From Marine Biomass," Oceanus. 22(4) : 51 - 58 ; Winter 1980/81.

Smith, S.V. "Phosphorus Versus Nitrogen Limitation in the Marine Environment," Limmology and Oceanography. 29(6) : 1149 - 1160 ; 1984.

Topinka, Jerry A. "Nitrogen Uptake by Fucus spiralis (Rhaeophyceae)," Journal Phycology. 14 : 241 - 247 ; 1978.

Venkataraman. G.S. The Cultavation of Algae. New Delha : Indian Council of Agriculture Research, 1969.

ภาคผนวก

ตาราง 4 แสดงผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม) ของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยการแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

อัตราปุ๋ย กรัม/ลบ.ม. \ เก็บข้อมูลครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
0.1	50	50	50	52	50	50	46	46	50	50	49
0.3	55	50	50	50	50	51	52	46	50	50	50
0.5	56	54	52	53	53	52	50	50	54	58	53
0.7	58	50	52	53	52	50	53	44	54	48	51
0.9	56	50	51	50	50	50	50	48	54	52	51
1.1	58	50	51	55	51	48	52	46	54	50	51
กลุ่มควบคุม	55	50	51	50	51	50	46	41	41	48	48

ตาราง 5 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (donblings. d^{-1}) ของสาหร่าย P. changii ที่ทดลองเพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยวิธีแช่ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

กลุ่มน้ำใหปุ๋ย กรัม/ลบ.ม. \ เก็บข้อมูลครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หมายเหตุ
0.1	-	-	-	0.56	-	-	-	-	-	-	
0.3	1.36	-	-	-	-	0.28	0.56	-	-	-	
0.5	1.62	1.10	0.56	0.83	0.83	0.56	-	-	1.10	2.12	
0.7	2.12	-	0.56	0.83	0.56	-	0.83	-	1.10	-	
0.9	1.62	-	0.28	-	-	-	-	-	1.10	0.56	
1.1	2.12	-	0.28	1.36	0.28	-	0.56	-	1.10	-	
0	1.36	-	0.28	-	0.28	-	-	-	-	-	

ตาราง 6 แสดงผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม) ของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยหว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราส่วนต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

อัตราปุ๋ย กรัม/ลบ.ม. \ เก็บข้อมูลครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
0.1	60	50	50	51	53	50	46	42	55	55	51
0.3	56	50	50	52	53	47	50	47	57	52	51
0.5	58	50	49	50	52	52	50	44	57	51	51
0.7	60	50	50	52	54	52	50	47	62	58	54
0.9	50	48	48	46	48	52	50	44	57	49	49
1.1	60	50	50	52	53	50	52	46	59	49	52
กลุ่มควบคุม	58	50	50	50	51	51	52	47	51	50	51

ตาราง 7 แสดงอัตราการเจริญเติบโต (doublings. d^{-1}) ของสาหร่าย P. changii ที่เพาะเลี้ยงในระบบฟาร์มปิด โดยใช้หว่านปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง

กลุ่มใหม่ปุ๋ย กรัม/ลบ.ม. \ เก็บข้อมูลครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	หมายเหตุ
0.1	2.60	-	-	0.28	0.83	-	-	-	1.36	1.36	
0.3	1.62	-	-	0.56	0.83	-	-	-	1.87	0.56	
0.5	2.12	-	-	-	0.56	0.56	-	-	1.87	0.28	
0.7	2.60	-	-	0.56	1.10	0.56	-	-	3.07	2.12	
0.9	-	-	-	-	-	0.56	-	-	1.87	-	
1.1	2.60	-	-	0.56	0.83	-	0.56	-	2.36	-	
0	2.12	-	-	-	0.28	0.28	0.56	-	0.28	-	

ตาราง 8 แสดงสภาพแวดล้อมของน้ำทะเลในแปลงเพาะเลี้ยงสาหร่าย P. changii ในระบบฟาร์มปิด ณ อ่าวยาง ตำบลอ่าวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด

สภาพที่ศึกษา / เดือน	ความเค็มส่วนในพัน	ความเป็นกรดเป็นเบส	อุณหภูมิ °c
สิงหาคม	14	8.3	27
กันยายน	12	8.3	28
ตุลาคม	19	8.0	29

ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะการวางกระชังในแปลงทดลองเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ ในระบบฟาร์มปิด

ภาพประกอบ 4 แสดงการให้ปุ๋ยยูเรีย 46 เปอร์เซนต์ อัตราต่างกัน 6 ระดับ ให้ 7 วันครั้ง โดยแช่นาน 6 ชั่วโมง ในการเพาะเลี้ยงสาหราย P. changii ในระบบฟาร์มปิด