

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับกิ้งกูด้าวิธอ่อน

นางสาว บุษบา อภิษฐ์เสถียรโรตติ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-579-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018434

๑๑๖๑๑๕๑๑

CULTIVATION OF SPIRULINA AS FEED FOR
Penaeus monodon Fabricius LARVAE

Miss BUSAYA APICHAISATHAIENCHOTE

A Thesis is submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Inter Department of Biotechnology
Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-579-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับกิ้งกูดำวัยอ่อน
โดย นางสาว บุษบา อภิษฐ์เสถียรโชติ
สหสาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรฉัตรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต
 รองศาสตราจารย์ ดร. ประภคิต์สิน สีहनนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วิชาภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ธานีวัน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรฉัตรกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประภคิต์สิน สีहनนท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ อินเจริญศักดิ์)



บุษยา อภิชัยเลิศียรโชติ : การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับ
กุ้งกุลาดำวัยอ่อน (CULTIVATION OF SPIRULINA AS FEED FOR Penaeus monodon
Fabricius LARVAE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สัมพันธ์ ปิยะธีรธิดาวรรณ,
ศ.ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเคี้ยว และ รศ.ดร.ประภัสสร สนิหนนท์, 103 หน้า.
ISBN 974-581-579-9

ผลการคัดเลือกสาหร่ายเกลียวทองจาก 3 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ส่วนจิตรลดา มีอัตราการ
เจริญ ผลผลิตน้ำหนักแห้ง ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันสูงกว่าสายพันธุ์บึงมกกะสันและสายพันธุ์
วัดเบญจมบพิตรแต่ไม่มีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ผลการวัดรูปร่าง trichome ของสาหร่าย พบว่ามีลักษณะ
คล้ายคลึงกัน ดังนั้นจึงเลือกสายพันธุ์ส่วนจิตรลดา เพื่อใช้ในการศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมจาก 4
สูตร ได้แก่ สูตร Zarrouk CFTRI น้ำทะเลเทียม และน้ำทะเลธรรมชาติ พบว่าสาหร่ายมีอัตรา
การเจริญไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสูตรอาหาร แต่ลักษณะผลผลิตของสาหร่ายที่เลี้ยงในสูตร CFTRI
และสูตรน้ำทะเลเทียมมีตะกอนเกือบบนอยู่ ซึ่งแก้ไขโดยการให้ก๊าซ CO_2 เป็นแหล่งคาร์บอนแทนแหล่งคาร์-
บอนเดิมที่ใช้สารเคมี เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ชนิตและปริมาณของกรดอะมิโน ปริมาณไขมัน
ชนิตและปริมาณของกรดไขมันในสาหร่าย พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงในทุกสูตรอาหารมีคุณภาพใกล้เคียงกัน
แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนของสูตรอาหารจะเห็นว่าสูตรน้ำทะเลเทียมมีการใช้สารเคมีน้อยชนิตและมีราคาถูกร
รวมทั้งสะดวกในทางปฏิบัติ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในปริมาณมาก

ผลการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อสภาพกลางแจ้ง โดยใช้สูตรน้ำทะเลเทียมและให้ก๊าซ CO_2
เป็นแหล่งคาร์บอน พบว่า สาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ แต่อัตราการเจริญต่ำกว่าในระดับห้องปฏิบัติ-
การค่อนข้างมาก ผลผลิตของสาหร่ายที่ทำแห้งด้วยวิธี Freeze drying มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงกว่า
สาหร่ายที่ทำแห้งด้วยวิธีอื่น และสามารถนำมาใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยอ่อนร่วมกับการใช้อาหารธรรมชาติใน
อัตราส่วนของ Chaetoceros : Spirulina เท่ากับ 75 : 25 โดยลูกกุ้งมีอัตราการรอดสูงเทียบเท่า
กับการใช้อาหารธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา.....2534

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C225999 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD : SPIRULINA/ Penaeus monodon

BUSAYA APICHAISATHAIENCHOTE : CULTIVATION OF SPIRULINA AS FEED FOR Penaeus monodon Fabricius LARVAE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SOMKIAT PIYATERATITIVORAKUL, PROF. PIAMSAK MAENASWET, ASSO. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH. 103 pp. ISBN 974-581-579-9

A study of 3 strains of Spirulina grown in Zarrouk medium ie., strain isolated from Royal Chitrada Project, Bung Mukkasan and Wat Benjamabopit pond, showed no significant difference on growth rate, production, protein and lipid contents and trichome morphology. Spirulina strain from Royal Chitrada Project showed a better performance on growth rate and yield than other strains, therefore, it was selected for the media comparison experiment. Four kinds of media; Zarrouk, CFTRI, artificial seawater and enriched seawater, were used for growth rate study. The results showed that growth rates of Spirulina were not significantly different, the quality of Spirulina product cultured in CFTRI and artificial seawater media was affected due to the precipitation of salt. To solve the problem, CO₂ gas was used as an external carbon source. Analysis of protein, amino acids, lipid and fatty acid of Spirulina cultured in these four media showed similar compositions. The results suggested that artificial seawater media, an inexpensive media, seemed to be a good medium for Spirulina in a mass culture. In an outdoor mass culture, artificial seawater medium with 1% CO₂, Spirulina grow more slowly than in the laboratory batch scale. Yield production of Spirulina using freeze drying technique provided higher protein and lipid contents than other techniques. The experiment of using Spirulina as feed for Penaeus monodon larvae (Zoea I to Mysis II), showed that shrimp larvae survived well with lived Chaetoceros 100% as Chaetoceros : Spirulina = 75 : 25. When decrease of lived Chaetoceros ratio and replaced with dried Spirulina, mortality rate of the shrimp larve increased.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต *Yuen Arntorn*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Prakitsin Sihanonth*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม *Prakitsin Sihanonth*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม *Prakitsin Sihanonth*

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมเกียรติ ปิยะธำรดีวารกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต และ รศ.ดร.ประทีปดีสิน สีหนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.อรัญ อินเจริญศักดิ์ และ ผศ.ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาตลอดจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณวิศิษฐพร เพื่อนพิภพ หัวหน้ากิจกรรมพิเศษ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่กรุณาเอื้อเฟื้อบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการฯ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent ประเทศเบลเยียม ที่กรุณาช่วยวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันของสาหร่ายเกลียวทอง คุณบรรจง นิสภาวิชย์ ผู้จัดการบรรจุฟาร์ม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ลูกกุ้งและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน คุณพรทิพา ตั้งใจตรง และคุณดวงรัตน์ อินทร ที่ได้ให้สายพันธุ์สาหร่ายไว้ใช้ในการทดลอง คุณสรวิศ เป่าทองสุข ที่ได้ให้ความช่วยเหลือระหว่างการทดลองตลอดจนช่วยจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ และ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน รวมทั้งพี่น้องๆและเพื่อนทุกคน ในสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ และภาควิชาจุลชีววิทยา ที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทดลอง

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ ญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนงานทางการศึกษา มาโดยตลอด

การวิจัยนี้ ได้รับทุนวิจัยวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยสาหร่ายเกลียวทอง หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	23
4 ผลการทดลอง.....	36
5 อภิปรายผลการทดลอง.....	67
6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	75
เอกสารอ้างอิง.....	77
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบสูตรอาหารต่างๆที่ใช้ในการเลี้ยงสำหรับรายเกลียวทอง.....	83
ภาคผนวก ข การเก็บข้อมูล.....	85
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....	87
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	90
ประวัติผู้เขียน.....	103

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายเกลียวทอง.....	6
2	การผลิตสาหร่ายเกลียวทองในเชิงการค้า.....	16
3	ขนาด trichome ของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์ เมื่อเพาะเลี้ยงใน สูตรอาหาร Zarrouk.....	36
4	ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	41
5	ขนาด trichome ของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์ส่วนจิตรลดา เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร.....	47
6	ขนาด trichome ของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ ส่วนจิตรลดา เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตรโดยให้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน.....	50
7	ปริมาณโปรตีน ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน ปริมาณไขมัน ชนิดและปริมาณ ของกรดไขมัน ในสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ ส่วนจิตรลดา ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร.....	53
8	ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันของสาหร่ายเกลียวทองที่ท่าแห้งด้วยวิธีต่างกัน..	57
9	อัตราการรอดของลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อนที่เลี้ยงพงสาหร่ายเกลียวทอง เปรียบเทียบกับอาหารธรรมชาติ.....	63
10	คุณสมบัติของน้ำทะเลในช่วงระหว่างการเลี้ยงลูกกุ้ง โดยใช้สาหร่ายสด <u>Chaetoceros</u> sp. เพียงอย่างเดียว.....	64
11	คุณสมบัติของน้ำทะเลในช่วงระหว่างการเลี้ยงลูกกุ้ง โดยใช้สาหร่ายสด <u>Chaetoceros</u> 75% และพงสาหร่ายเกลียวทอง 25%.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

12	คุณสมบัติของน้ำทะเลในช่วงระหว่างการเลี้ยงลูกกุ้ง โดยใช้สาหร่ายสด <u>Chaetoceros</u> 50% และผงสาหร่ายเกลียวทอง 50%.....	65
13	คุณสมบัติของน้ำทะเลในช่วงระหว่างการเลี้ยงลูกกุ้ง โดยใช้สาหร่ายสด <u>Chaetoceros</u> 25% และผงสาหร่ายเกลียวทอง 75%.....	65
14	คุณสมบัติของน้ำทะเลในช่วงระหว่างการเลี้ยงลูกกุ้ง โดยใช้ผงสาหร่ายเกลียวทอง เพียงอย่างเดียว.....	66
15	ส่วนประกอบสูตรอาหารต่างๆที่ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง.....	83
16	การทดสอบความแตกต่างอัตราการเจริญตัวของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	90
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง ของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	91
18	การวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่า Optical Density (560 nm) กับน้ำหนักรากแห้งของสาหร่ายเกลียวทอง.....	92
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันของ สาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	93
20	การทดสอบความแตกต่างระหว่างอัตราการเจริญตัวของสาหร่ายเกลียวทอง สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร 4 สูตร.....	94
21	การทดสอบความแตกต่างระหว่างอัตราการเจริญตัวของสาหร่ายเกลียวทอง สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร 4 สูตร โดยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 % เป็นแหล่งคาร์บอน.....	95
22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของสาหร่ายเกลียวทอง สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร 4 สูตร โดยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 % เป็นแหล่งคาร์บอน.....	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันของสำหรับ่าย เกล็ดขาวของสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ส่วนจิตรลดา เพาะเลี้ยงในสูตร อาหาร 4 สูตร โดยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 % เป็นแหล่งคาร์บอน.....	97
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันของสำหรับ่าย เกล็ดขาวของสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ส่วนจิตรลดา เพาะเลี้ยงในบ่อ สภาพกลางแจ้ง โดยเปรียบเทียบวิธีการทำแห้งต่างกัน.....	98
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดของลูกกุ้ง.....	100
26	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งที่อัตราส่วน ของอาหารต่างกัน.....	102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	วงจรกิจต์ของสาหร่ายเกลียวทอง.....	4
2	รูปของคาร์บอนที่สภาพความเป็นกรด-ด่างต่างกัน.....	9
3	รูปร่างสาหร่าย <u>Chaetoceros</u> sp.....	18
4	ตู้เพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง.....	25
5	รูปร่างสาหร่ายเกลียวทองแสดงลักษณะที่จะทำการวัด.....	26
6	บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองสภาพกลางแจ้ง.....	29
7	เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย.....	32
8	Freeze dryer.....	32
9	รูปร่างสาหร่ายเกลียวทอง (<u>Spirulina</u> sp.) 3 สายพันธุ์.....	37
10	กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	39
11	อัตราการเจริญของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	39
12	การกระจายของค่า OD ₅₆₀ และค่าน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบ ความสัมพันธ์เป็นสหสัมพันธ์เส้นตรง (linear correlation) เมื่อเพาะเลี้ยง สาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ในสูตร Zarrouk.....	40
13	ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	42
14	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารเลี้ยงสาหร่าย เกลียวทอง 3 สายพันธุ์.....	43
15	กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วน พระองค์สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร.....	45

สารบัญรูป (ต่อ)

16	อัตรากาการเจริญต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร.....	45
17	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหาร 4 สูตรในการ เลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา.....	46
18	ขนาด trichome ของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาที่มีความยาว trichome มากกว่าปรกติ เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตร น้ำทะเลเทียมและสูตรน้ำทะเลธรรมชาติ (กำลังขยาย 430 เท่า).....	48
19	กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วน พระองค์สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร โดยให้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน.....	51
20	อัตรากาการเจริญต่อวันของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์ที่ได้จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร โดยให้ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน.....	51
21	ผลผลิตของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างกัน 4 สูตร โดยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแหล่งคาร์บอน.....	52
22	กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองสายพันธุ์จากโครงการส่วน พระองค์สวนจิตรลดา เมื่อเพาะเลี้ยงในบ่อสภาพกลางแจ้ง.....	58
23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มแสงที่เวลาต่างๆบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสภาพ กลางแจ้ง.....	59
24	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายอาหารเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในบ่อ เพาะเลี้ยงสภาพกลางแจ้ง.....	59
25	ลักษณะปรากฏของสาหร่ายเกลียวทองที่ได้จากการอบทำแห้งด้วยวิธีต่างกัน.....	60
26	ขนาดอนุภาคของสาหร่ายเกลียวทองที่ใช้เป็นอาหารของกิ้งกูด้าวัยอ่อน.....	62