

15/7/57 105

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.)



นาง พรทิภา ตั้งใจตรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

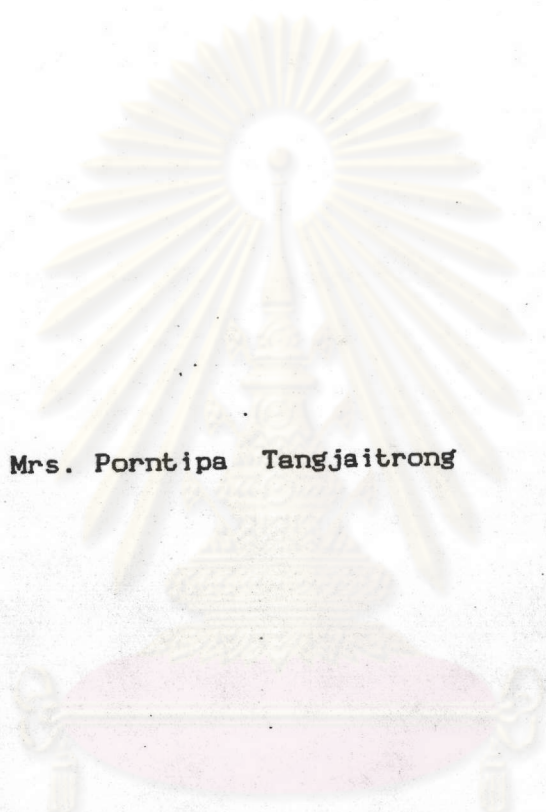
ISBN 974-577-917-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016688

110312390

Factors Affecting Growth of *Spirulina* (*Spirulina* sp.)



Mrs. Porntipa Tangjaitrong

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ศาลาঙ্গกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

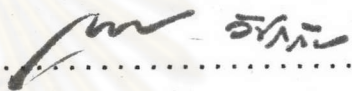
1990

ISBN 974-577-917-2

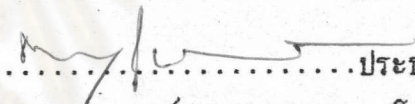
หัวข้อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (Spirulina sp.)  
โดย นาง พรทิภา ตั้งใจตรง  
สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตต์ลีน สีहनนท์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ เขียวลักษณ์ อัมพรรัตน์  
รองศาสตราจารย์ ณีฐฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์

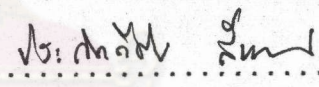



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

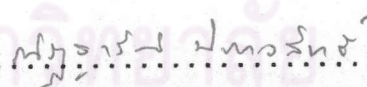
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. ภาว วัชรากัญ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรมนัญญู โรจนะบุรานนท์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตต์ลีน สีहनนท์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ เขียวลักษณ์ อัมพรรัตน์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ ณีฐฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณ อิ่มเจริญศักดิ์)



พรทิกา ตั้งใจตรง : ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (Spirulina sp.)

(FACTORS AFFECTING GROWTH OF SPIRULINA (SPIRULINA SP.))

อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ประภคิต์สิน สิ้นหนนท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. เขียวลักษณ์ อัมพรรัตน์,  
รศ. ณีฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 128 หน้า. ISBN 974-577-917-2

ได้แยกสายพันธุ์สาหร่ายสไปรูลิน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา และบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรดุสิตวนารามให้เป็น unialgal culture และนำมาเลี้ยงในอาหารสูตรของ Zarrouk เพื่อทำการศึกษาลักษณะของสภาวะแวดล้อมทั้งทางกายภาพและเคมีที่มีต่อสาหร่ายสไปรูลิน่า (Spirulina sp.) พบว่าภายใต้ความเข้มของแสงที่ 2500 ลักซ์ สาหร่ายสไปรูลิน่าทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการเจริญต่ำสุด ในขณะที่เพิ่มความเข้มของแสงเป็น 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ จะเพิ่มอัตราการเจริญสาหร่าย สาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการเจริญดีที่สุดในช่วงความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น 7-10 แต่ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น 11 จะทำให้สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีอัตราการเจริญต่ำสุด สาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์เป็นสาหร่ายทนความเค็มคือสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 0-35 กรัมต่อลิตร และพบว่าปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในช่วง 5-35 กรัมต่อลิตร สาหร่ายมีความยาวของ trichome และระยะห่างระหว่างเกลียวมากกว่าที่ปริมาณ 0-1 กรัมต่อลิตร สาหร่ายสไปรูลิน่าจากโครงการส่วนพระองค์และจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าเจริญได้ดี เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.20-33.60 และ 16.80-50.40 กรัมต่อลิตรตามลำดับ จากผลการศึกษาแหล่งไนโตรเจนสำหรับสาหร่ายสไปรูลิน่าสองสายพันธุ์ พบว่าโซเดียมไนเตรตเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีกว่าไดแอมโมเนียมคาร์บอเนต และยูเรีย ความเข้มข้นของโซเดียมไนเตรตที่ทำให้สาหร่ายสไปรูลิน่า จากโครงการส่วนพระองค์และที่ได้จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าเจริญได้ดีอยู่ในช่วงระหว่าง 0.625-12.50 และ 0.625-2.50 กรัมต่อลิตรตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... สาขาวิชา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2532 .....

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

PORNTIPA TANGJAITRONG : FACTORS AFFECTING GROWTH OF SPIRULINA  
(SPIRULINA SP.). THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH  
THESIS CO-ADVISORS : ASSO. PROF. YAWALAK AMPORN RAT, ASSO. PROF.  
NITTHARATANA PAPHAVASIT. 128 PP.

Physical and chemical environmental effects study on unialgal culture in Zarrouk's Medium of two isolated strains of Spirulina sp. obtained from Royal Chitrada Project and isolated from turtle pond in Wat Benjamabopit Dusitwanaram were carried out. Under the light intensity of 2500 lux, both strains of Spirulina sp. showed the lowest growth rate. While increasing light intensity to 5000, 7500 and 10000 lux would increase growth rate. Both strains of Spirulina sp. grew best in pH ranged 7-10, pH 11 the growth rate of Spirulina sp. from turtle pond decreased. These algae were halotolerant species. They grew in sodium chloride concentration range between 0-35 gram per liter in the culture medium. Trichome length and pitch increased when the sodium chloride concentrations ranged between 5-35 gram per liter. Spirulina sp. obtained from Royal Chitrada Palace and isolated from turtle pond grew best in 4.20-33.60 and 16.80-50.40 gram per liter of sodium bicarbonate in medium respectively. Sodium nitrate was the best nitrogen source for both strains of Spirulina sp. when compared with other nitrogen sources such as diammoniumtartrate and urea. The best concentration of sodium nitrate for growing Spirulina sp. obtained from Royal Chitrada Palace and isolated from turtle pond were in range between 0.625-12.50 and 0.625-2.50 gram per liter respectively.

ภาควิชา ..... สาขาวิชา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2532 .....

ลายมือชื่อนิติ ..... *Wan Mitorn* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *Pr. Yawalak Amporn Rat* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... *Wison* .....  
*นิพนธ์ พงษ์พานิช*



## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. ประกิตต์ลีลีน สีหนนทน์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
รศ. เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์ และ รศ. ณีภูธรัตน์ ปภาวสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
ผศ. ดร. อรัญ อินเจริญศักดิ์ และ รศ. ดร. ชรรมนนุญ โรจนะบุรานนท์ ที่กรุณาช่วยให้  
คำแนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาตลอดจนสำเร็จไปด้วยดี

การวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์พัฒนาชีววิศวกรรม และเทคโนโลยี  
ชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน ในโครงการวิจัย  
สำหรับสายไปรษณีย์ จึงขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ที่ได้ให้  
คำปรึกษาในโครงการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชา จุลชีววิทยา ทุกท่านที่  
กรุณาช่วยและให้ความสะดวกในขณะที่ทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ของ ศูนย์พัฒนาและบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะ  
วิทยาศาสตร์ ที่ได้กรุณาช่วยประกอบเครื่องมือในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณ ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำและ  
แก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้อย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้กรุณาช่วยอำนวยความสะดวก  
ความสะดวกในการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำ  
วิทยานิพนธ์ครั้งนี้

และขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้ให้ทุนสนับสนุน  
ในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ ญาติพี่น้อง และคุณ ศุภิชัย ตั้งใจตรง ที่ได้  
ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ และสนับสนุนทางการศึกษามาตลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูป .....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. วิธีดำเนินการทดลอง .....	21
3. ผลการทดลอง .....	27
4. การอภิปรายผลการทดลอง .....	74
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....	83
เอกสารอ้างอิง .....	85
ภาคผนวก .....	90
ประวัติผู้เขียน .....	128

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	93
2	ค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อมิลลิตรของสาหร่าย) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	94
3	ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	95
4	ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	96
5	ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	97
6	ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9, 10 และ 11 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	98



## สารบัญตาราง (ต่อ)

- 7 ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8 , 9 , 10 และ 11  
 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 99
- 8 ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8 , 9 , 10 และ 11  
 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 100
- 9 ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8 , 9 , 10 และ 11  
 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 101
- 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหาร ที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8 , 9 , 10 และ 11 ..... 102
- 11 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารเมื่อไม่เติมสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8 , 9 , 10 และ 11 ..... 103
- 12 ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 , 0.5 , 1 , 5 , 10 และ 15 กรัมต่อลิตร  
 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 104
- 13 ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 , 0.5 , 1 , 5 , 10 และ 15 กรัมต่อลิตร  
 (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 105

สารบัญตาราง (ต่อ)

14	ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 , 0.5 , 1 , 5 , 10 และ 15 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	106
15	ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 , 0.5 , 1 , 5 , 10 และ 15 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	107
16	ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 , 20 , 25 , 30 และ 35 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	108
17	ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 , 20 , 25 , 30 และ 35 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	109
18	ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 , 20 , 25 , 30 และ 35 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	110
19	ความกว้างของ trichome เกลียวของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <u>Spirulina</u> sp.) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 , 20 , 25 , 30 และ 35 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	111

## สารบัญตาราง (ต่อ)

- 20 ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05 , 2.10 , 4.20 , 8.40 , 16.80 , 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ..... 112
- (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 113
- 21 ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05, 2.10, 4.20 , 8.40 , 16.80 , 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ..... 114
- (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 115
- 22 ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05 , 2.10 , 4.20 , 8.40 , 16.80 , 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ..... 116
- (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 117
- 23 ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05, 2.10, 4.20, 8.40, 16.80 , 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ..... 118
- (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 119
- 24 ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
- (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ ..... 120
- 25 ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน
- (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	121
26	ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่าย สไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ไดแอมโม- เนียมคาร์เทรต ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	122
27	ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ไดแอมโมเนียมคาร์เทรต ยูเรีย และ ไม่เติมแหล่งไนโตรเจน	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	123
28	ค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ของสาหร่าย สไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0, 0.625, 1.25, 2.50, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	124
29	ความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0, 0.625, 1.25, 2.50, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	125
30	ระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่าย สไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0, 0.625, 1.25, 2.50, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	126
31	ความกว้างเกลียวของ trichome ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0, 0.625, 1.25, 2.50, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร	
	(ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	
	(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ .....	127



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	วงชีวิตของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.)	4
2	ตุ๊กตาเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) โดยเพาะเลี้ยงในขวดลูกผสมพูนขนาด 2 ลิตร พ่นให้อากาศด้วยเครื่องบ่มอากาศและให้แสงโดยหลอดฟลูออเรสเซนต์	23
3	สาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	28
4	สาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าในวัดเบญจมบพิตรดุสิตวนาราม	28
5	การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 5000 , 7500 และ 10000 ลักซ์	29
6	อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์	30
7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของของสาหร่าย) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์	32
8	การกระจายของค่า O.D. <sub>560</sub> และค่าโปรตีนทั้งหมด เปรียบเทียบความสัมพันธ์เป็นสหสัมพันธ์เส้นตรง (linear correlation) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ (ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์; $r = 0.724$ )	33
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับ	

## สารบัญรูป (ต่อ)

	ระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ .....	34
10	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ .....	35
11	ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500, 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ .....	36
12	การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9, 10 และ 11 .....	38
13	อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9, 10 และ 11 .....	39
14	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9, 10 และ 11 .....	40
15	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสาร	

สารบัญรูป (ต่อ)

ละลายอาหารเป็น 7 , 8, 9, 10 และ 11 ..... 41

16 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9, 10 และ 11 ..... 42

17 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง เทียบกับระยะเวลา (วัน) ของสารละลายอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8, 9, 10 และ 11 ... 44

18 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง เทียบกับระยะเวลา (วัน) ของสารละลายอาหารมาตรฐานสูตรของ Zarrouk เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 , 8, 9, 10 และ 11 ..... 45

19 การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เทียบกับระยะเวลา(วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0, 0.5, 1, 5, 10 และ 15 กรัมต่อลิตร ..... 46

20 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 , 0.5 , 1, 5, 10 และ 15 กรัมต่อลิตร ..... 47

21 การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เทียบกับระยะเวลา(วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1, 20, 25, 30 และ 35 กรัมต่อลิตร ..... 48

สารบัญรูป (ต่อ)

22	อัตราการผลิตของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1, 20, 25, 30 และ 35 กรัมต่อลิตร .....	49
23	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0, 0.5, 1, 5, 10 และ 15 กรัมต่อลิตร .....	51
24	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0, 0.5, 1, 5, 10 และ 15 กรัมต่อลิตร .....	52
25	ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0, 0.5, 1, 5, 10 และ 15 กรัมต่อลิตร .....	53
26	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1, 20, 25, 30 และ 35 กรัมต่อลิตร .....	54
27	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1, 20, 25, 30 และ 35 กรัมต่อลิตร .....	55
28	ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า ( <i>Spirulina</i> sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระ	



สารบัญรูป (ต่อ)

องค์ สวานจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบ  
กับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1, 20, 25, 30 และ  
35 กรัมต่อลิตร ..... 56

29 การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในอาหารเลี้ยง  
เชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวาน  
จิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดง  
ความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโน  
เมตร เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น  
1.05, 2.10, 4.20, 8.40, 16.80, 33.6 และ 50.40 กรัมต่อลิตร ..... 57

30 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในช่วง  
exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวานจิตรลดา  
(ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียม  
ไบคาร์บอเนตเป็น 1.05, 2.10, 4.20, 8.40, 16.80, 33.60 และ  
50.40 กรัมต่อลิตร ..... 58

31 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของ  
สาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์  
สวานจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะ  
เวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05, 2.10, 4.20,  
8.40, 16.80, 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร ..... 60

32 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโคร  
เมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการ  
ส่วนพระองค์ สวานจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ  
เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05,  
2.10, 4.20, 8.40, 16.80, 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร . 61

33 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร)  
ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วน  
พระองค์ สวานจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ  
เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05,  
2.10, 4.20, 8.40, 16.80, 33.60 และ 50.40 กรัมต่อลิตร . 62

34 การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในอาหารเลี้ยง  
เชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวาน

สารบัญรูป (ต่อ)

จิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดง  
 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโน  
 เมตร เทียบกับระยะเวลา(วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต, ไดแอมโมเนียม  
 ทาร์เทรต, ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ..... 63

35 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในช่วง  
 exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา  
 (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียม  
 ไนเตรต, ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต, ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ..... 64

36 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของ  
 สาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์  
 สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะ  
 เวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต, ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต, ยูเรีย  
 และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ..... 66

37 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโคร  
 เมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการ  
 ส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ  
 เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต, ไดแอมโมเนียม  
 ทาร์เทรต, ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ..... 67

38 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร)  
 ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วน  
 พระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ  
 เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต, ไดแอมโมเนียม  
 ทาร์เทรต, ยูเรีย และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน ..... 68

39 การเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในอาหารเลี้ยง  
 เชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวน  
 จิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดง  
 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density ที่ความยาวคลื่น 560 นาโน  
 เมตร เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0, 0.625,  
 1.25, 2.50, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร ..... 69

40 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) ในช่วง  
 exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

สารบัญรูป (ต่อ)

(ข) สำหรับจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ๑, ๑.625, 1.25, 2.5๐, 12.5๐ และ 25.๐๐ กรัมต่อลิตร 70

41 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ๑, ๑.625, 1.25, 2.5๐, 12.5๐ และ 25.๐๐ กรัมต่อลิตร ..... 71

42 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ๑, ๑.625, 1.25, 2.5๐, 12.5๐ และ 25.๐๐ กรัมต่อลิตร ..... 72

43 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต ๑, ๑.625, 1.25, 2.5๐, 12.5๐ และ 25.๐๐ กรัมต่อลิตร ..... 73

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย