

สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยง Chlorella sp. สายพันธุ์ B.K.1



นางสาว สกานต์ พูลทวี

ศูนย์วิทยพัทยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชาจุลชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-583-062-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019240 117123574

OPTIMAL CONDITIONS FOR CULTIVATION OF Chlorella sp. STRAIN B.K.1



Miss Sakarn Poontawee

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis submitted in Partial Fulfillments of the Requirement  
for the Degree of Master of Science

Department of Microbiology

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-583-062-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยง Chlorella sp. สายพันธุ์ B.K.1  
โดย นางสาว สกานต์ พูลทวี  
ภาควิชา จุลชีววิทยา  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สุชาดา จาติกวณิช  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ เขียวลักษณ์ อัมพรรัตน์

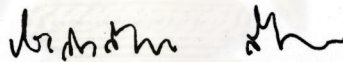


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

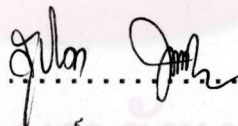


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตต์สิน สีนนทน )



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( รองศาสตราจารย์ สุชาดา จาติกวณิช )



.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( รองศาสตราจารย์ เขียวลักษณ์ อัมพรรัตน์ )



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

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สถานที่ พุทธวิธี : สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยง Chlorella sp. สายพันธุ์ B,K,1  
(OPTIMAL CONDITIONS FOR CULTIVATION OF Chlorella sp. STRAIN B,K,1)  
อ.ที่ปรึกษา : รศ.สุชาติ จาติกวณิช, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์,  
164 หน้า. ISBN 974-583-062-3

ได้ทำการแยกและจำแนกสำหรับ Chlorella sp. จากตัวอย่างน้ำจากสถานที่ต่าง ๆ ใน กรุงเทพมหานครรวม 5 แหล่ง สามารถแยก Chlorella sp. B.K.1 ให้เป็น unialgal culture ได้จากบ่อน้ำภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำมาเลี้ยงในอาหาร สูตร Beijerinck ภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยง 5 แบบ คือ สภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์ สภาวะการเพาะเลี้ยงแบบ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์ และสภาวะการเพาะเลี้ยงแบบ Heterotrophic ในที่มืด โดยผันแปรแหล่งคาร์บอน คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดแอซติก โดยทำการวัดการเจริญและผลผลิต พบว่าสภาวะการเพาะเลี้ยงแบบ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ ภายใต้การให้อากาศผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตรา 60 มล. ต่อ นาที และกรดแอซติกเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ ให้การเจริญและผลผลิต ดีที่สุด โดยมีอัตราการเจริญจำเพาะ  $0.032 \text{ ชม.}^{-1}$  ปริมาณโปรตีน เท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก ต่อ น้ำหนักแห้ง) และผลผลิตเท่ากับ  $6.87 \text{ ไมโครกรัมต่อมล. ต่อ ชม.}$  นอกจากนี้ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสภาวะการเพาะเลี้ยงแบบ Heterotrophic ในที่มืด โดยใช้แหล่งไนโตรเจนสองแหล่งคือ แอมโมเนียมไนเตรต และยูเรียที่ความเข้มข้น  $1.87 \text{ มิลลิโมลาร์}$  พบว่าการใช้แอมโมเนียมไนเตรตจะให้ผลผลิตและการเจริญดีกว่ายูเรีย คือการใช้แอมโมเนียมไนเตรตจะให้ค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต เท่ากับ  $0.028 \text{ ชม.}^{-1}$  และ  $3.093 \text{ ไมโครกรัมต่อมล. ต่อ ชม.}$  ตามลำดับ และมีปริมาณโปรตีนไม่ต่างกันทางสถิติ คือมีค่าประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อ น้ำหนักแห้ง)



ภาควิชา.....จุลชีววิทยา  
สาขาวิชา.....จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา.....2535

ลายมือชื่อนิติ.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## C225857 : MAJOR MICROBIOLOGY  
KEY WORD: Chlorella / CULTIVATIONS

SAKARN POONTAWEE : OPTIMAL CONDITIONS FOR CULTIVATION OF  
Chlorella sp. STRAIN B.K.1. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SUCHADA  
JATIKAVANICH, THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. YAWALAK AMPORN RAT.  
164 pp. ISBN 974-583-062-3

Chlorella sp. B.K.1 has been isolated from a pond near by the Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Chlorella sp. B.K. 1 is cultured in Beijerinck media, under 5 conditions, autotrophic under light intensity of 1750 and 3500 lux, heterotrophic in darkness and mixotrophic at light intensity of 1750 and 3500 lux, by varying carbon sources as carbondioxide and acetic acid. The mixotrophic growth at light intensity of 1750 lux, 30 mM acetic acid, air containing in 1% carbondioxide; with flow rate 60 ml/min, gave the highest specific growth rate,  $0.032 \text{ hr}^{-1}$ , contained 55% protein content (wt./dry wt.) and 6.87 ug/ml/hr yield. Two nitrogen sources, 1.87 mM ammonium nitrate and 1.87 mM urea, were used for culturing Chlorella sp. B.K.1 under heterotrophic condition in darkness. The heterotrophic growth of Chlorella sp. B.K.1 using 1.87 mM ammonium nitrate gave  $0.028 \text{ hr}^{-1}$  higher specific growth rate and 3.093 ug/ml/hr yield. The protein contents of Chlorella sp. B.K.1 when grown in ammonium nitrate and urea shown insignificant different in protein content.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....จุลชีววิทยา

สาขาวิชา.....จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา.....2535

ลายมือชื่อนิสิต.....*นิสิต*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*กัญจน์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*นิสิต*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของรองศาสตราจารย์ สุชาติ จาติกวณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณอย่างสูงทั้งสองท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประภิตติ์สิน สีहनนท์ ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ อินเจริญศักดิ์ ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ชาตสง่าเวช ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บริษัทวิน วิน (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ม.ล.เสาวรส สวัสดิ์วัฒน์ ที่ช่วยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิจัยวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ข
คำย่อ.....	ม
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3. ผลการวิจัย.....	40
4. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....	102
เอกสารอ้างอิง.....	113
ภาคผนวก.....	119
ประวัติผู้เขียน.....	164

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงกรดอะมิโนชนิดต่างๆที่พบในโปรตีนของ <u>Chlorella</u> .....	4
2. แสดงจำนวนโรงงานที่ผลิตสาหร่ายขนาดเล็กในเอเชีย.....	5
3. แสดงการประมาณค่าสาหร่ายตามค่าของผลิตภัณฑ์และปริมาณของผลิตภัณฑ์ในเซลล์....	7
4. แสดงค่าอัตราการเจริญจำเพาะของ <u>Chlorella pyrenoidosa</u> และ <u>Chlorella ellipsoidea</u> ใน Basal medium ที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.5-5.8 เมื่อให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) ที่ 25 องศาเซลเซียสด้วยแหล่งคาร์บอนและภายใต้สภาวะต่างๆ.....	21
5. แสดงผลผลิตของ <u>Chlorella pyrenoidosa</u> และ <u>Chlorella ellipsoidea</u> ต่อแหล่งคาร์บอน และ ไนโตรเจนชนิดต่างๆ เมื่อให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์(ปริมาตรต่อปริมาตร) ที่ 25 องศาเซลเซียส ในที่มีด.....	22
6. แสดงอัตราการเจริญของ <u>Chlorella regularis</u> ในสภาวะการเลี้ยงต่างๆ.....	24
7. แสดงอัตราการเจริญจำเพาะของ <u>Chlorella vulgaris</u> ในสภาวะการเลี้ยงต่างๆ.....	25
8. แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร.....	34
9. แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และจำนวนตัวอย่างที่เก็บได้.....	40
10. แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของ <u>Chlorella ellipsoidea</u> และ <u>Chlorella sp. B.K.1</u> .....	41
11. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella sp. B.K.1</u> ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ โดยผันแปรการให้อากาศด้วยอัตราต่างๆจาก 0-80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง อัตราละ 3 ชั่วโมง.....	44



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
12. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ โดยผันแปรการให้อากาศที่ผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตราต่างๆ จาก 0-200 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราระยะ 1 ชั้ว.....	49
13. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์โดยผันแปรการให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยอัตรา 0, 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราระยะ 10 ชั้ว.....	52
14. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ เมื่อให้อากาศที่ผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ชั้ว.....	55
15. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ เมื่อให้อากาศที่ผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ด้วยอัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มแสงละ 10 ชั้ว.....	59
16. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีดให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยผันแปรกรดแอสติกที่ความเข้มขึ้นต่างๆ จาก 0-200 มิลลิโมลาร์โดยทำการทดลองความเข้มขึ้นละ 1 ชั้ว.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติกที่ 0,30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์ ในที่มีด โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง.....	67
18. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ โดยให้อากาศที่ผสมคาร์บอนไดออกไซด์ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที และกรดแอสติกเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลอง 10 ชั่วโมง.....	72
19. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck โดยการเพาะเลี้ยงแบบ Autotrophic ที่ 3500 ลักซ์ (1) การเพาะเลี้ยงแบบ Heterotrophic (2)และ Mixotrophic ที่ 3500 ลักซ์ (3)...	75
20. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ที่ ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ โดยให้อากาศที่ผสมคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที และ กรดแอสติกเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลอง 10 ชั่วโมง.....	80
21. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck โดยการเพาะเลี้ยงแบบ Autotrophic ที่ 1750 ลักซ์ (1) การเพาะเลี้ยงแบบ Heterotrophic (2)และ Mixotrophic ที่ 1750 ลักซ์ (3)...	83

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน โดยการเพาะเลี้ยงแบบต่างๆ เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck.....	87
23. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด้วยอัตราการให้อากาศ 60 มล. ต่อนาที โดยผันแปรการให้ยูเรียที่ความเข้มข้นต่างๆจาก 0-18.7 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง.....	92
24. แสดงการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด้วยอัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยผันแปรความเข้มข้นยูเรียที่ 0, 0.93, 1.87 และ 3.74 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง.....	95
25. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ด้วยค่าอัตราการเจริญจำเพาะ, ผลผลิต และ ปริมาณโปรตีน เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มี ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที และ กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 30 มิลลิโมลาร์ ระหว่างการเพาะเลี้ยงแบบ Heterotrophic โดยใช้ ยูเรีย หรือ แอมโมเนียมไนเตรต ที่ความเข้มข้น 1.87 มิลลิโมลาร์ การทดลองละ 10 ชั่วโมง.....	99
26. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราเร็ว 0, 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	124
27. แสดงการวิเคราะห์ว่าหริยन्छ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ที่อัตราเร็ว 0, 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	125

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
28. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	125
29. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	126
30. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	126
31. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	127
32. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที.....	128

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
33. แสดงการวิเคราะห์หว่านเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสง อุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เมื่อผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสมแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราเร็ว 40, 60 และ 80 มล.ต่อนาที....	128
34. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติก ที่ ความเข้มข้นกรดแอสติก 0, 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	129
35. แสดงการวิเคราะห์หว่านเหรียญ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp.B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้น กรดแอสติกที่ความเข้มข้น 0, 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	130
36. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติกที่ความเข้มข้นกรดแอสติก 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	130
37. แสดงการวิเคราะห์หว่านเหรียญ ของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp.B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้น กรดแอสติกที่ความเข้มข้น 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	131
38. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp.B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้น กรดแอสติกที่ความเข้มข้น 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	131

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
39. แสดงการวิเคราะห์ห่าเหรียนซ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติกที่ความเข้มข้น 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	132
40. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติกที่ความเข้มข้น 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	132
41. แสดงการวิเคราะห์ห่าเหรียนซ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้นกรดแอสติกที่ความเข้มข้น 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์.....	133
42. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	134
43. แสดงการวิเคราะห์ห่าเหรียนซ์ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	134
44. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	135

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
45. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ , Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	135
46. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	136
47. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของ การเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	136
48. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตของการ เพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	137
49. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสง อุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์.....	137
50. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	138



## สารบัญชิตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
51. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญนซ์ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	139
52. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	139
53. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญนซ์ ของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	140
54. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	140
55. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญนซ์ค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของ การเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	141
56. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตของการ เพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	141



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
57. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสง อุลตราไวโอเล็ต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์.....	142
58. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	143
59. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	143
60. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	144
61. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญ ของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	144
62. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มืด และ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	145

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
63. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโบรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	146
64. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโบรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	147
65. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโบรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์, Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 และ 1750 ลักซ์.....	147
66. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0, 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	148
67. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญ ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0, 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	149
68. แสดงค่าเฉลี่ยของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	149
69. แสดงการวิเคราะห์หาเหรียญ ของค่าเฉลี่ยของผลผลิต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	150

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
70. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	150
71. แสดงการวิเคราะห์หว่านเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ดของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	151
72. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีดเมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	151
73. แสดงการวิเคราะห์หว่านเหรียญค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ที่วัดโดยวิธีการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	152
74. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของอัตราการเจริญจำเพาะ ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อใช้แอมโมเนียไนเตรต หรือยูเรียที่ความเข้มข้น 1.87 มิลลิโมลาร์ เป็นแหล่งไนโตรเจน.....	154
75. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของผลผลิตของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อใช้แอมโมเนียไนเตรตหรือยูเรียที่ความเข้มข้น 1.87 มิลลิโมลาร์ เป็นแหล่งไนโตรเจน.....	155
76. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนที่วัดโดยวิธีแบรดฟอร์ด ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
77. แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนที่วัดโดย อุลตราไวโอเลต ของการเพาะเลี้ยง <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ในภาวะ Heterotrophic ในที่มีด เมื่อผันแปรความเข้มข้นยูเรีย 0.93, 1.87, 3.74 มิลลิโมลาร์.....	157



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงการแบ่งตัวของ <u>Chlorella</u> เพื่อสร้างอโตสปอร์.....	2
2. แสดงการดูดกลืนแสงของ คลอโรฟิล เอ คลอโรฟิล บี และแคโรทีน.....	9
3. แสดงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง.....	9
4. แสดงวัฏจักรแคลวิน.....	10
5. แสดงวัฏจักรไกลออกซีเลต.....	18
6. แสดงวัฏจักรกรดซิตริก.....	19
7. แสดงการสร้างกรดอะมิโน.....	20
8. แสดงลักษณะเซลล์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา.....	42
9. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ ผันแปรอัตราการให้อากาศ จาก 0-1440 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราละ 3 ชั่วโมง.....	45
10. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ ผันแปรอัตราการให้อากาศ จาก 0-1440 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราละ 3 ชั่วโมง.....	46
11. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ ผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์จาก 0-80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราละ 1 ชั่วโมง.....	50

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
12. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 3500 ลักซ์ ผันแปรอัตราการให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์จาก 0-80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราการละ 1 ชั่วโมง.....	51
13. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 3500 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 0, 40, 60, 80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราการละ 10 ชั่วโมง.....	53
14. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 3500 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 0, 40, 60, 80 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองอัตราการละ 10 ชั่วโมง.....	54
15. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 1750 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ชั่วโมง.....	56
16. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 1750 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ชั่วโมง.....	57
17. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญ ด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้น 1750 และ 3500 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง.....	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
18. แสดงการเปรียบเทียบ การเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ ในอากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มแสงละ 10 ชั่วโมง.....	61
19. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด พันแปรความเข้มข้นกรดแอสติก 0-80 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง.....	65
20. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด พันแปรความเข้มข้นกรดแอสติก 0-80 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 1 ชั่วโมง.....	66
21. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด พันแปรความเข้มข้นกรดแอสติก 0, 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง.....	68
22. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด พันแปรความเข้มข้นกรดแอสติก 30, 40 และ 50 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง.....	69
23. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ ในอากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ชั่วโมง.....	73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
24. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ.....	74
25. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	76
26. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	77
27. แสดงการเจริญด้วยการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ.....	81
28. แสดงการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ ให้อากาศที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตรา 60 มล.ต่อนาที โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ.....	82
29. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	84



สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
30. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	85
31. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	88
32. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในภาวะ Autotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ Heterotrophic ในที่มีดและ Mixotrophic ที่ความเข้มแสง 1750 และ 3500 ลักซ์ โดยทำการทดลองละ 10 ซ้ำ.....	89
33. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด ความเข้มขุ่นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที ผันแปรความเข้มขุ่นยูเรีย 0-18.7 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มขุ่นละ 1 ซ้ำ.....	93
34. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <u>Chlorella</u> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีด ความเข้มขุ่นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที ผันแปรความเข้มขุ่นยูเรีย 0-18.7 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มขุ่นละ 1 ซ้ำ.....	94

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
35. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <i>Chlorella</i> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีดีความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที ที่ความเข้มข้นยูเรีย 0, 0.93, 1.87 และ 3.74 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ.....	96
36. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <i>Chlorella</i> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีดีความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที ที่ความเข้มข้นยูเรีย 0, 0.93, 1.87 และ 3.74 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ.....	97
37. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการ นับจำนวนเซลล์ทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ <i>Chlorella</i> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีดี ความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อ นาที ใช้ยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรดที่ความเข้มข้น 1.87 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ.....	100
38. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตรของ <i>Chlorella</i> sp. B.K.1 เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Beijerinck ในที่มีดีความเข้มข้นกรดแอสติก 30 มิลลิโมลาร์ ที่อัตราการให้อากาศ 60 มล.ต่อนาที ใช้ยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรดที่ความเข้มข้น 1.87 มิลลิโมลาร์ โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ.....	101



คำย่อ

- มล. = มิลลิลิตร  
กก. = กิโลกรัม  
มก. = มิลลิกรัม  
ชม. = ชั่วโมง  
มม. = มิลลิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย