ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหาร BG-11 Medium สำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีส่วนประกอบดังนี้

$NaNO_3$	1.500	กรัม
$K_2HPO_4.3H_2O$	0.040	กรัม
$MgSO_4.\ 7H_2O$	0.075	กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	0.036	กรัม
Citric acid	0.006	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.006	กรัม
EDTA, disodium magnesium salt	0.001	กรัม
Na_2CO_3	0.020	กรัม
$FeCl_3$	0.002	กรัม
Trace metal mix A5	1.000	กรัม
Deionized water	1000	มิลลิลิตร

Trace metal mix A5

H_3BO_3	2.860	มิลลิกรัมต่อลิตร
$MnCl.4H_2O$	1.810	มิลลิกรัมต่อลิตร
$ZnSO_4.7H_2O$	0.222	มิลลิกรัมต่อลิตร
$NaMoO_4.2H_2O$	0.390	มิลลิกรัมต่อลิตร
$CuSO_4.5H_2O$	0.079	มิลลิกรัมต่อลิตร
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.049	มิลลิกรัมต่อลิตร

พีเอช 7.8

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดด้วยน้ำกลั่น นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

2. สูตรอาหาร Allen 's Medium สำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีส่วนประกอบดังนี้

$NaNO_3$	1.500	กรัม
$K_2HPO_4.3H_2O$	0.040	กรัม
$MgSO_4.\ 7H_2O$	0.075	กรัม
Na_2CO_3	0.020	กรัม
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	0.020	กรัม

$Na_2SiO_3.9H2O$	0.058	กรัม
EDTA	0.001	กรัม
Citric acid	0.006	กรัม
FeCl3	0.002	กรัม
Trace metal mix A5	1.000	กรัม
Deionized water	1000	มิลลิลิตร

Trace metal mix A5

H_3BO_3	2.860	มิลลิกรัมต่อลิตร
$MnCl.4H_2O$	1.810	มิลลิกรัมต่อลิตร
$ZnSO_4.7H_2O$	0.222	มิลลิกรัมต่อลิตร
$NaMoO_4.2H_2O$	0.390	มิลลิกรัมต่อลิตร
$CuSO_4.5H_2O$	0.079	มิลลิกรัมต่อลิตร
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.049	มิลลิกรัมต่อลิตร

พีเอช 7.8

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดด้วยน้ำกลั่น นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

3. NS III Medium ประกอบด้วย

1.0 M KNO_3	10	มิลลิกรัม
1.5 M KH_2PO_4	2	มิลลิกรัม
0.25 M $MgSO_4.7H_2O$	2	มิลลิกรัม
0.05 M $CaCl_2.2H_20$	2	มิลลิกรัม
0.5 M NaCl	0.1	มิลลิกรัม
Micro A	2	มิลลิกรัม
Micro B (Manganese)	2	มิลลิกรัม
Micro C (Iron-EDTA)	2	มิลลิกรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1	ลิตร

Stock solution of Microelements

: Micro A

Solution A. 1	200	มิลลิกรัม
Solution A. 2	2	มิลลิกรัม
น้ำกลั่น	798	มิลลิกรัม
Solution A.1 KBr	595	มิลลิกรัม

	KI	415	มิลลิกรัม
	LiCl	21.2	มิลลิกรัม
	H_3BO_3	77	มิลลิกรัม

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร จากนั้นปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิลลิกรัม

Solution A.2	$ZnSO_4.7H_2O$	144	มิลลิกรัม
	$NiSO_4.6H_20$	658	มิลลิกรัม
	$CuSO_4.7H_2O$	70	มิลลิกรัม
	$Al_2(SO_4)_2.18H_2O$	167	มิลลิกรัม
	$(NH_4)6MO_7O_{24}.7H_2O$	4	มิลลิกรัม
	HN_4VO_3	29	มิลลิกรัม

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำกลั่น 100 ลิตร จากนั้นปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัม

:Micro B

ละลาย $MnCl_2.4H_2O$ 50 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร

: Micro C

ละลาย $Fe(NO_3).9H_2O$ 810 มิลลิกรัม และ EDTA 750 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดสีชาไว้ในตู้เย็น

ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ดัดแปลงจาก AOAC, 1999)

1.1 อุปกรณ์

1.1.1 ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.1.2 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.1.3 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.1.4 ชุดย่อยโปรตีน ประกอบด้วย เตาย่อย (heat) และเครื่องจับไอกรด (Scrubber)

1.1.5 ชุดกลั่นโปรตีน Kjeltec sys tem distilling unit รุ่น Model 2000 ของบริษัท Tecator จำกัด

1.2 สารเคมี

1.2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น

1.2.2 สารเร่งปฏิกิยา ซึ่งสารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO4) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) อัตราส่วน 1:9

1.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% และ 60% (โดยน้ำหนัก)

1.2.4 สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4% (โดยน้ำหนัก)

1.2.5 สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1% (โดยน้ำหนัก) (ภาคผนวก ข)

1.2.6 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง เมทิลเรด เมทิลีนบลู และโบรโมครีซอลกรีน (ภาคผนวก ข)

1.3 วิธีวิเคราะห์

1.3.1 ขั้นตอนการย่อย

1.) ชั่งตัวอย่าง (ของแข็ง) ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5-1 กรัม(ตัวอย่างของเหลวใช้ปริมาตร 1-10 มิลลิลิตร) ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนที่ตัวอย่าง

2.) เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม

3.) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร

4.) วางหลอดย่อยในเตาย่อย แล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ด่างที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% 500-600 มิลลิลิตร และเครื่องจับไอกรดให้เรียบร้อย

5.) เปิดเครื่องจับไอกรดและเตาย่อย แล้วตั้งอุณหภูมิเป็น 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ย่อยจนได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

1.3.2 ขั้นตอนการกลั่น

1.) เปิดสวิทช์ชุดกลั่นโปรตีน และน้ำหล่อเย็น

2.) กลั่นล้างเครื่องด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง

3.) นำขวดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40% 60 มิลลิลิตร

4.) นำขวดรูปชมพูขนาด 500 มิลลิลิตร ที่มีการเติมกรดบอริก 4% 20 มิลลิลิตรและเติมอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด ไปรองรับของเหลวที่จะกลั่นออกมาโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

5.) กลั่นโดยใช้เวลาประมาณ 4 นาที

6.) ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1% สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

1.3.2 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน(\%)} = \frac{(a-b)\ xNx1.4007}{w}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(a-b)\ xNx1.4007xF}{w}$$

โดยที่ a = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

n = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มอล)

w = น้ำหนักหรือปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น (กรัมหรือมิลลิลิตร)

F = แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่าง ๆ

(แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาเท่ากับ 6.25)

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ (Soluble protein) โดยวิธี Lowery และคณะ (1951)

2.1 สารเคมี

A = สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต% 2 ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มอล

B = สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) % 0.5

C = สารละลายโซเดียมโพแตสเซียมทาร์เทรต% 1

D = สารผสมระหว่าง A:B:C ในอัตราส่วน 98:1:1 (ผสมก่อนใช้)

E = สารผสมระหว่าง Folin-ciocateau reagent และน้ำในอัตราส่วน 1:1 (ผสมก่อนใช้)

2.2 วิธีการ

2.2.1 นำสารละลายตัวอย่างที่เจือจางอย่างเหมาะสม 0.2 มิลลิลิตร เติมสารผสม D 2.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

2.2.2 เติมสารผสม E 0.2 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

2.2.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ BSA

2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

2.3.1 ชั่งสาร BSA 100 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้คือสารละลาย BSA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บไว้เป็น Stock solution

2.3.2 เจือจางสารละลาย BSA ให้อยู่ในช่วง 50-500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2.3.3 นำไปหาปริมาณโปรตีนที่ละลายได้โดนวิธีของ Lowery และคณะ (1951)

2.3.4 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ BSA กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Crude fat (AOAC, 1999)

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์จุดสกัดไขมัน (Soxlet apparatus) ประกอบด้วยขวดกลมใส่ตัวทำละลายซอคเลต (soxlet) เครื่องควบแน่น (condensate) และเตาให้ความร้อน (heating mantus)

3.1.2 หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)

3.1.3 ตู้อบไฟฟ้า

3.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

3.1.5 โถดูดความชื้น

3.1.6 สำลี

3.1.7 กระดาษกรอง

3.18 ปิโตรเลียมอีเทอร์

3.2 วิธีการ

3.2.1 อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมันซึ่งมีปริมาณความจุ 250 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้าทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3.2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิดและใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารตัวทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3.2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

3.2.4 เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ (จุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส) ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มิลลิลิตร และวางบนเตาให้ความร้อน

3.2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของตัวทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

3.2.6 เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอคเลต และกลั่นเก็บสารทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเล็กน้อยด้วยเครื่องกลั่นแบบลดความดัน

3.2.7 นำขวดไขมันนั้นไปใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

3.2.8 ชั่งน้ำหนักและอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 กรัม

3.3 การคำนวณ

ปริมาณไขมัน (%) = 100x [น้ำหนักไขมันหลังอบ/น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น]

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง

4.1 อุปกรณ์

4.1.1 ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)

4.1.2 โถดูดความชื้น (desiccators)

4.1.3 ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)

4.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

4.2 วิธีการ

4.2.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

4.2.2 กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกัน ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

4.2.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับเข้าตู้อบอีกและกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

4.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อยอบและหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1999)

5.1 อุปกรณ์

5.1.1 เตาเผา

5.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ

5.1.3 โถดูดความชื้น

5.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

5.2 วิธีการ

5.2.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่งโมง รอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

5.2.2 เผาซ้ำอีกครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาทีและกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

5.2.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกันกับข้อ 1-2

5.3 การคำนวณ

ปริมาณเถ้า (%) = 100x [น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา/น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น]

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ 1 ส่วนประกอบของวิตามินในอาหาร ปริมาณ 1 กิโลกรัม

ชนิด	ปริมาณ
วิตามินเอ	4,000 IU
วิตามินดี 3	2,000 IU
วิตามินอี	500 IU
วิตามินเค	10 มก.
ไทอะมีน	20 มก.
ไรโบเฟลวิน	20 มก.
ไพริดอกซิน	20 มก.
กรดเพนโทเทนิค	200 มก.
ไนอะซีน	2 มก.
ไบโอติน	2 มก.
วิตามินบี 12	0.02 มก.
กรดโฟลิค	5 มก.

ที่มา : วิมล จันทรโรทัย, 2539

ตารางผนวกที่ 2 ส่วนประกอบแร่ธาตุในอาหารปริมาณ 1 กิโลกรัม

ชนิด	ปริมาณ
$MgCl_2$	196 ก.
$FeSO_4.7H_2O$	14.9 ก.
$CuSO_4.5H_2O$	1.96 ก.
$ZnSO_4.7H_2O$	8.81 ก.
$MnSO_4.H_2O$	0.74 ก.
$Na_2SeO_3.5H_2O$	0.83 ก.

ที่มา : วิมล จันทรโรทัย, 2539

ตารางผนวกที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ทรีทเมนต์ที่ 1	ทรีทเมนต์ที่ 2	ทรีทเมนต์ที่ 3	ทรีทเมนต์ที่ 4
ความชื้น	8.50	9.20	7.90	8.10
โปรตีน	25.45	21.01	18.27	20.70
ไขมัน	5.60	6.60	5.80	7.10
ใยอาหาร	2.30	3.50	4.20	5.10
เถ้า	11.20	10.30	9.80	11.50
NFE	46.95	49.39	54.03	47.50

ตารางผนวกที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ใยอาหาร	เถ้า	NFE
ปลาป่น	9.80	54.37	6.24	2.87	24.33	2.39
กากถั่วเหลือง	12.11	45.58	6.70	5.89	7.59	22.13
รำ	10.11	12.40	12.50	11.25	11.78	41.96
ปลายข้าว	11.58	8.25	1.22	0.90	4.78	61.69

ตารางผนวกที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่าย*Aphanotheca saxicola*

ชนิด	ปริมาณ
คาร์โรทินอยด์	226.18 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	0.96 กรัม/ลิตร
ไขมัน	0.255 กรัม/ลิตร
เถ้า	6.83 %

ตารางผนวกที่ 6 องค์ประกอบทางเคมี ในตัวปลาดุกบิ๊กอุยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (% นน.แห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ทรีทเมนต์ที่ 1	ทรีทเมนต์ที่ 2	ทรีทเมนต์ที่ 3	ทรีทเมนต์ที่ 4
ความชื้น	1.43	1.58	1.89	1.35
โปรตีน	52.02	50.33	50.45	51.69
ไขมัน	25.24	26.27	27.35	24.88
ใยอาหาร	0.85	0.91	1.02	0.87
เถ้า	11.54	10.78	11.04	11.78
NFE	8.92	10.13	8.25	9.43

ตารางผนวกที่ 7 องค์ประกอบทางเคมี ในตัวปลาดุกบิ๊กอุยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (% นน.แห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ทรีทเมนต์ที่ 1	ทรีทเมนต์ที่ 2	ทรีทเมนต์ที่ 3	ทรีทเมนต์ที่ 4
ความชื้น	2.34	2.48	2.17	2.36
โปรตีน	53.22	54.87	52.47	53.57
ไขมัน	28.87	26.77	30.41	29.26
ใยอาหาร	2.35	2.57	1.99	2.14
เถ้า	9.24	9.58	9.57	9.65
NFE	3.98	3.73	3.39	3.02

ภาคผนวก ง

1. ผลการศึกษาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแคโรทีนอยด์

ตารางผนวกที่ 8 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแคโรทีนอยด์ของสาหร่าย *Aphanothece saxicola*

สาหร่าย *Aphanothece saxicola*															
วันเวลา	น้ำหนักเซลล์แห้ง (g/l)			โปรตีน(µg/ml)			แคโรทีนอยด์ที่ (µg/ml)(OD430nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(OD450nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(CD480nm)		
	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.2	0.1	0.5	29.62	19.62	29.62	56.67	71.66	117.52	22.49	32.55	59.6	32.97	68.62	35.5
4	0.3	0.5	0.1	3926	29.62	29.62	90.3	71.32	181.77	36.26	29.16	59.49	45.58	41.25	69.5
6	1.6	0.5	1.5	49.62	39.62	49.62	45.6	33.78	73.81	23.15	18.43	60.5	42.98	84.63	77.76
8	1.3	1.4	1.3	39.62	39.62	39.62	70.89	52.71	31.57	28.19	18.18	51.99	72.98	92.4	96.83
10	2	2.1	0.7	179.62	119.62	39.62	178.5	120.5	124.78	78.56	93.12	98.25	169.62	130.42	197.6
12	4.9	2	2.3	209.62	69.62	139.62	175.81	139.12	77.61	123.07	67.33	119.42	202.78	150.5	125.5
14	40.3	3.7	3.1	339.62	119.62	119.62	425.5	194.97	283.56	133.222	110.39	168.25	264.86	188.11	204.03
16	7.2	3.2	3	239.62	99.62	99.62	170.08	103.15	97.25	97.5	103.34	124.79	155.2	128.75	121.32
18	5.2	2.9	1.5	189.62	69.62	9.62	175.75	88.35	210.68	76.69	76.75	60.47	125	92.03	98.59
20	4.8	2.5	2.5	129.62		9.62	113.82	126.71	96.17	41.12	56.79	55.07	101.88	75.69	35.05
22	2.3	2	2	39.62		42.62									

ตารางผนวกที่ 9 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแคโรทีนอยด์ของสาหร่าย *Chlerella* sp.

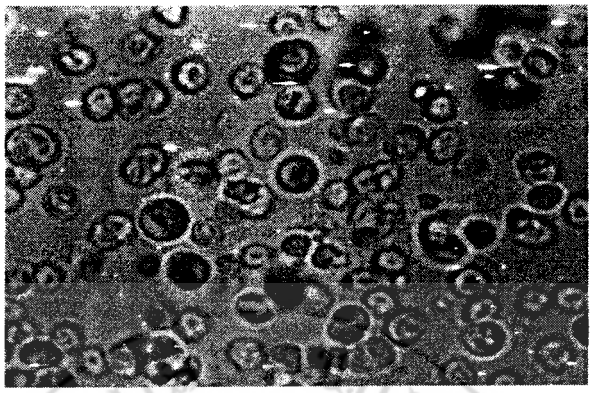
สาหร่าย *Chlorella* sp.															
วันเวลา	น้ำหนักเซลล์แห้ง (g/l)			โปรตีน(µg/ml)			แคโรทีนอยด์ (µg/ml)(OD430nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(OD450nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(OD480nm)		
	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.4	0.7	2.2	19.62	9.62	7.62	93.12	112.06	7.34	9.58	48.23	7.06	76.66	100.24	49.94
4	0.7	1.4	1.8	29.62	9.62	6.62	22.4	99.03	24.96	4.98	53.72	3.09	75.53	89.32	49.65
6	3.1	4.4	1.5	7.62	6.62	6.62	25.81	46.09	12.78	13.64	26.05	4.76	18.78	28.12	15.35
8	5	3	0.9	6.62	10.62	6.62	18.35	29.74	76.16	9.81	9.88	2.27	10.62	20.84	12.13
10	4.5	1.8	1.6	6.62	7.62	5.62	120.25	59.577	75.99	77.36	25.52	62.23	126.58	32.79	62.31
12	3.4	2.9	2.9	19.62	15.62	8.62	166.32	56.15	80.56	107.24	65.14	287.5	151.2	62.17	98
14	21.5	5.4	8.6	69.62	49.62	39.62	1613.68	667.82	580	1201.21	469.2	398.81	1388.33	521.8	543.28
16	6	5.1	2.9	3.62	4.62	4.62	90.23	566.25	348.68	296.24	287.68	70.52	258.65	455	450
18	4.6	3.2	3.4	9.62	15.62	7.62	760	497.95	291.42	601.74	52.38	46.19	655.65	224.96	637.72

ตารางผนวกที่ 10 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแคโรทีนอยด์ของสาหร่าย *Haematococcus* sp.

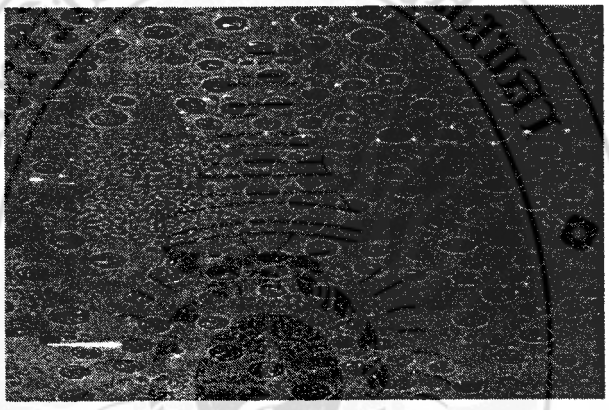
สาหร่าย *Haematococcus* sp.															
วัน เวลา	น้ำหนักเซลล์แห้ง (g/l)			โปรตีน(µg/ml)			แคโรทีนอยด์ที่ (µg/ml)(OD430nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(OD450nm)			แคโรทีนอยด์(µg/ml)(OD480nm)		
	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III	Allen 's	BG-11	NS III
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.3	0.4	0.4	29.62	19.62	29.62	75.31	23.59	19.7	44.89	12.4	4.87	11.26	29.9	45.58
4	0.4	0.2	0.1	39.62	29.62	39.62	11.4	13.44	73.56	7.01	4.87	2.57	33.24	11.78	12.74
6	3.5	6.5	0.7	41.62	49.62	59.62	46.93	33.27	21.21	27.67	18.14	10.94	83.89	31.83	30.15
8	4.9	0.6	0.8	69.62	49.62	39.62	132.67	95.51	52.13	82.09	80.98	24.65	55.5	40.35	52.99
10	9.4	1.5	1	49.62	139.62	59.62	103.96	28.12	59.8	42.81	70.05	22.25	52.65	49.94	60
12	20.9	5.6	0.4	29.62	179.62	9.62	83.99	33.21	48	38.25	79.52	15.55	48.95	55.6	75.52
14	30.8	10.3	8.5	179.62	189.62	4.62	290.92	202	89	801.95	82.09	30.5	120.18	83.89	80.2
16	24.3	4.8	4.5	19.62	89.62	3.62	287.5	189.62	75.43	118.23	15.11	25.55	83.89	40.55	55.62

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

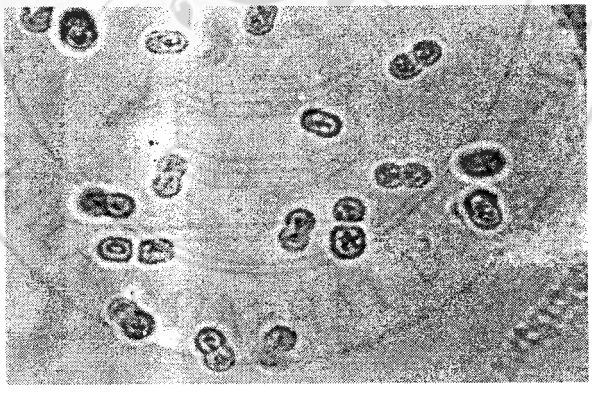
ภาคผนวก จ



(a)



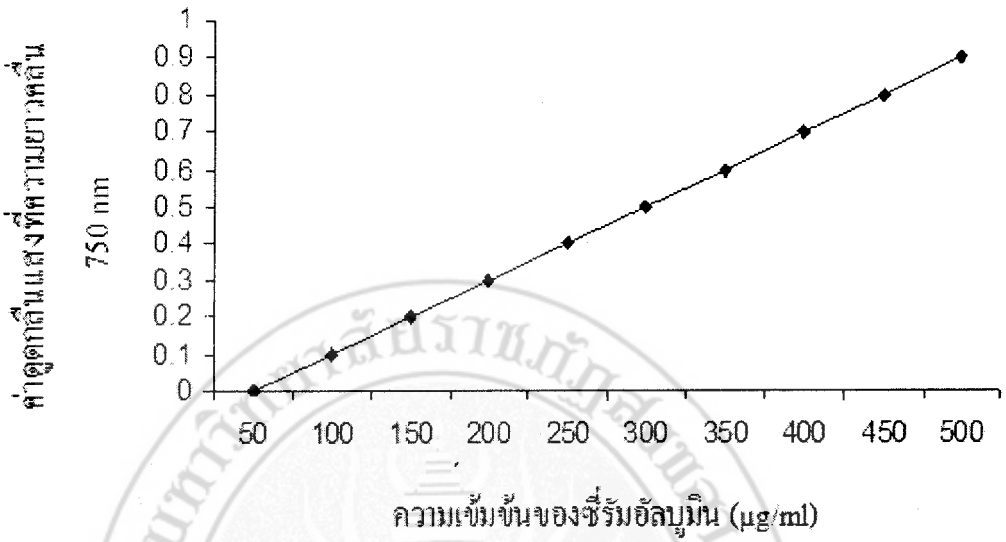
(b)



(c)

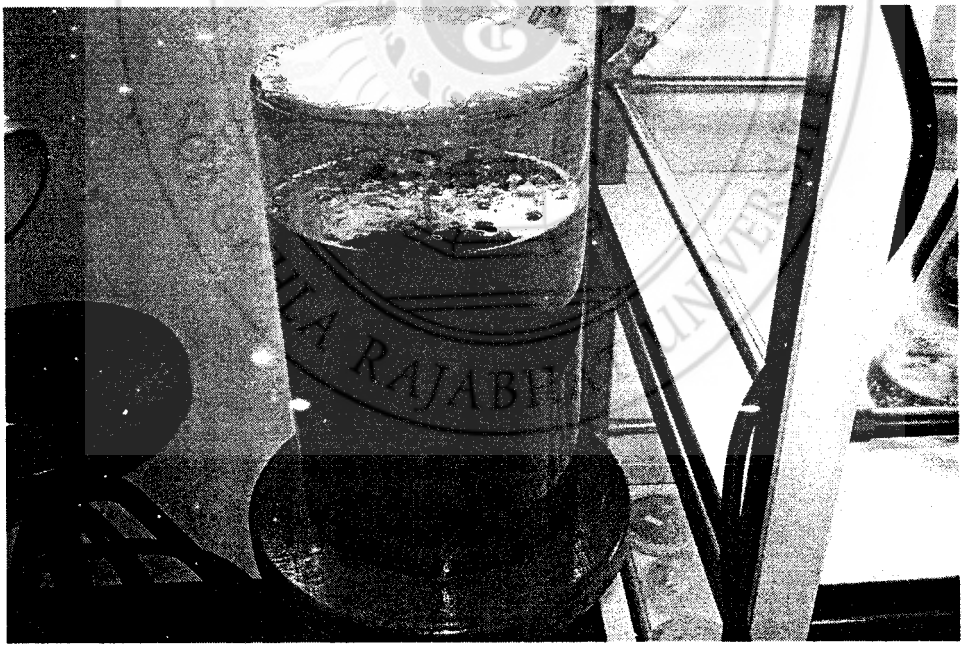
ภาพผนวกที่ 1 ชนิดของสาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้ในงานวิจัย

(a) *Chlorella* sp. (b) *Haematococcus* sp. (c) *Aphanothece saxicola*



ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานแสดงความเข้มข้นของซีรัมอัลบูมินที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

ภาพผนวกที่ 3 แสดงการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Aphanothece saxicola* ให้อากาศ บ่มภายใต้แสงฟลูออเรสเซนในขวดรูปชมพู่



ภาพผนวกที่ 4 แสดงการเพิ่มปริมาณเซลล์สาหร่าย *Aphanothece saxicola* ในขวดโหลปราศจากเชื้อ