

ภาคผนวก ก  
อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหาร BG-11 Medium สำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีส่วนประกอบดังนี้

$\text{NaNO}_3$	1.500	กรัม
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.040	กรัม
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.075	กรัม
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.036	กรัม
Citric acid	0.006	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.006	กรัม
EDTA, disodium magnesium salt	0.001	กรัม
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.020	กรัม
$\text{FeCl}_3$	0.002	กรัม
Trace metal mix A5	1.000	กรัม
Deionized water	1000	มิลลิลิตร

Trace metal mix A5

$\text{H}_3\text{BO}_3$	2.860	มิลลิกรัมต่อลิตร
$\text{MnCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.810	มิลลิกรัมต่อลิตร
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.222	มิลลิกรัมต่อลิตร
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.390	มิลลิกรัมต่อลิตร
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.079	มิลลิกรัมต่อลิตร
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.049	มิลลิกรัมต่อลิตร
พีเอช 7.8		

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดด้วยน้ำกลั่น นำไปนึ่งผ่าเชือดด้วยหม้อน้ำร้อนดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิวตัน นาน 15 นาที

2. สูตรอาหาร Allen 's Medium สำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีส่วนประกอบดังนี้

$\text{NaNO}_3$	1.500	กรัม
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.040	กรัม
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.075	กรัม
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.020	กรัม
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.020	กรัม

Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> .9H <sub>2</sub> O	0.058	กรัม
EDTA	0.001	กรัม
Citric acid	0.006	กรัม
FeCl <sub>3</sub>	0.002	กรัม
Trace metal mix A5	1.000	กรัม
Deionized water	1000	มิลลิลิตร

#### Trace metal mix A5

H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.860	มิลลิกรัมต่อลิตร
MnCl <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	1.810	มิลลิกรัมต่อลิตร
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.222	มิลลิกรัมต่อลิตร
NaMoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.390	มิลลิกรัมต่อลิตร
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.079	มิลลิกรัมต่อลิตร
Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.049	มิลลิกรัมต่อลิตร

pH 7.8

ละลายน้ำในขวดห้ามดึงดูดตัวยาน้ำก่อน นำไปปั่นให้เข้าด้วยกันอย่างดีแล้วใส่ในขวดห้ามน้ำแข็งไว้ในตู้เย็นไว้ 15 นาที

#### 3. NS III Medium ประกอบด้วย

1.0 M KNO <sub>3</sub>	10	มิลลิกรัม
1.5 M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2	มิลลิกรัม
0.25 M MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	2	มิลลิกรัม
0.05 M CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	2	มิลลิกรัม
0.5 M NaCl	0.1	มิลลิกรัม
Micro A	2	มิลลิกรัม
Micro B (Manganese)	2	มิลลิกรัม
Micro C (Iron-EDTA)	2	มิลลิกรัม
เติมน้ำก่อนให้ครบ	1	ลิตร

#### Stock solution of Microelements

: Micro A

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

KI	415	นิquelicrัם
LiCl	21.2	มิquelicrัם
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	77	มิquelicrัם

ละลายส่วนประกอนทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร จากนั้นปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดร

คลอริกเข้มข้น 3 มิquelicrัם

Solution A.2	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	144	มิquelicrัם
	NiSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	658	มิquelicrัם
	CuSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	70	มิquelicrัם
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .18H <sub>2</sub> O	167	มิquelicrัם
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> .7H <sub>2</sub> O	4	มิquelicrัם
	HN <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>	29	มิquelicrัם

ละลายส่วนประกอนทั้งหมดในน้ำกลั่น 100 ลิตร จากนั้นปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดร

คลอริกเข้มข้น 0.3 มิquelicrัם

:Micro B

ละลาย MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 50 มิquelicrัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วปรับสภาพให้เป็นกรด  
ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิquelicrัม

: Micro C

ละลาย Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O 810 มิquelicrัม และ EDTA 750 มิquelicrัม ในน้ำกลั่น 100  
มิquelicrัม เก็บใส่ขวดลึช่าไว้ในตู้เย็น

## ภาคผนวก ข

### 1. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ดัดแปลงจาก AOAC, 1999)

#### 1.1 อุปกรณ์

1.1.1 ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.1.2 ขวดรูปชามฟู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.1.3 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.1.4 ชุดย่อยโปรตีน ประกอบด้วย เตาเผา (heat) และเครื่องจับไอกกรด (Scrubber)

1.1.5 ชุดกลั่นโปรตีน Kjeltec system distilling unit รุ่น Model 2000 ของบริษัท Tecator

จำกัด

#### 1.2 สารเคมี

1.2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น

1.2.2 สารเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ( $CuSO_4$ ) และโพแทสเซียมซัลเฟต ( $K_2SO_4$ ) อัตราส่วน 1:9

1.2.3 สารละลายน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% และ 60% (โดยน้ำหนัก)

1.2.4 สารละลายน้ำกรดอะคริลิกเข้มข้น 4% (โดยน้ำหนัก)

1.2.5 สารละลายน้ำกรดเกลือเข้มข้น 0.1% (โดยน้ำหนัก) (ภาคผนวก ข)

1.2.6 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง เมทิลเรด เมทิลีนบลู และ โนร์โนมอร์ซอลกอรีน (ภาคผนวก ข)

#### 1.3 วิธีวิเคราะห์

##### 1.3.1 ขั้นตอนการย่อย

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

2.) เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม

3.) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร

4.) วางหลอดย่อยในเตาเผา แล้วประกอบสายยางระหว่างฝากรอบ ขวดใส่ค่างที่มีสารละลายน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% 500-600 มิลลิลิตร และเครื่องจับไอกกรดให้เรียบร้อย

5.) เปิดเครื่องจับไอกกรดและเตาเผา แล้วตั้งอุณหภูมิเป็น 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ย่อ喻นได้สารละลายน้ำ ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

### 1.3.2 ขั้นตอนการคลั่น

- 1.) เปิดสวิทช์ชุดกลั่นโปรตีน และนำหล่อเย็น
- 2.) กลั่นสังเครื่องด้วยน้ำกําลั่น 2 ครั้ง
- 3.) นำขวดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน เติมน้ำกําลั่น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40% 60 มิลลิลิตร
- 4.) นำขวดรูปชุมพุนนาค 500 มิลลิลิตร ที่มีการเติมกรดอะคริก 4% 20 มิลลิลิตรและเติมอินซิเคเตอร์ 3-4 หยด ไปรองรับของเหลวที่จะกลั่นออกมาโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย
- 5.) กลั่นโดยใช้เวลาประมาณ 4 นาที
- 6.) ไทยเกรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1% สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

#### 1.3.2 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณ ในโตรเจน} (\%) = \frac{(a-b) \times N \times 1.4007}{w}$$

$$\text{ปริมาณ โปรตีน} (\%) = \frac{(a-b) \times N \times 1.4007 \times F}{w}$$

โดยที่ a = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไทยเกรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไทยเกรตกับ blank (มิลลิลิตร)

n = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มอล)

w = น้ำหนักหรือปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น (กรัมหรือมิลลิลิตร)

F = แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณ โปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่างๆ

(แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาระบบวัดปริมาณ โปรตีนสำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาเท่ากับ 6.25)

#### 2. การวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีนที่ละลายได้ (Soluble protein) โดยวิธี Lowery และคณะ (1951)

##### 2.1 สารเคมี

A = สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

##### 0.1 นอร์มอล

B = สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) % 0.5

C = สารละลายโซเดียมโพแทสเซียมثار์เทรต % 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 เติมสารพสม D 2.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที
- 2.2.2 เติมสารพสม E 0.2 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
- 2.2.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ BSA

## 2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

- 2.3.1 ชั่งสาร BSA 100 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรตัวยั่งน้ำกัลลัน 10 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้คือสารละลาย BSA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บไว้เป็น Stock solution
- 2.3.2 เจือจางสารละลาย BSA ให้อยู่ในช่วง 50-500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
- 2.3.3 นำไปหาปริมาณโปรตีนที่ละลายได้โดยวิธีของ Lowery และคณะ (1951)
- 2.3.4 เอียงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ BSA กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

## 3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Crude fat (AOAC, 1999)

### 3.1 อุปกรณ์

- 3.1.1 อุปกรณ์จุดสักดิ้นไขมัน (Soxlet apparatus) ประกอบด้วยขวดกลมใส่ตัวทำละลายซอกเลต (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
- 3.1.8 ปีโตรเดียมอีเทอร์

### 3.2 วิธีการ

- 3.2.1 อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมันซึ่งมีปริมาณความชุ่มชื้น 250 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้าที่ไว้ในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
- 3.2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด และใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารตัวทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- 3.2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในชอกเลต
- 3.2.4 เติมสารตัวทำละลายปีโตรเดียมอีเทอร์ (จุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส) ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มิลลิลิตร และวางบนเตาให้ความร้อน

3.2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของตัวท่าละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ความแแห่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

3.2.6 เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากชุดแยก และกัลล์เน็บสารท่าละลายจนเหลือสารละลายในชุดกลมเดือนักห้องเครื่องกลั่นแบบลดความดัน

3.2.7 นำขาวดไขมันนั้นไปใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

3.2.8 ซึ่งนำน้ำหนักและอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 กรัม

### 3.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = 100 \times [\frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}]$$

## 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 เครื่องซึ่งไฟฟ้านิดละอิค 4 คำແນ່ງ

### 4.2 วิธีการ

4.2.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วซึ่งน้ำหนัก

4.2.2 กระทามาซึ่งข้อ 1 ซึ่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ซึ่งทั้งสองครั้งติดต่อกัน ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

4.2.3 ซึ่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วซึ่งภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับเข้าตู้อบอีก และกระทามาซึ่งเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ซึ่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

### 4.3 การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณความชื้น} &= \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)}}{\text{n้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100 \\ (\%) \text{โดยน้ำหนัก} \end{aligned}$$

## 5. การวิเคราะห์ปริมาณถ้า (AOAC, 1999)

### 5.1 อุปกรณ์

5.1.1 เตาเผา

5.1.2 ถ่วงกระเบื้องเคลือบ

5.1.3 โถดูความชื้น

5.1.4 เครื่องซั่งไฟฟ้านิดละอีกด 4 ตำแหน่ง

5.2 วิธีการ

5.2.1 ผู้ถ่วงกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง รองประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ใน โถดูความชื้นปล่อยให้เย็นลงอุณหภูมิห้องแล้วซั่งน้ำหนัก

5.2.2 ผู้ชำนาญครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาทีและกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนัก ทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิตลigran

5.2.3 ซั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ่วงกระเบื้องเคลือบที่ ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาในถูกวันจนหมดครั้น แล้วรีบนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกันกับข้อ 1-2

5.3 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณถ้า (\%)} = 100x [\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}]$$

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.
ไทด์มีน	20 มก.
ไรโนเฟลวิน	20 มก.
ไฟริโคกซิน	20 มก.
กรดเพนไทเกนิก ในอะซีน	200 มก.
ในไอติน	2 มก.
วิตามินบี 12	0.02 มก.
กรดโฟลิก	5 มก.

ที่มา : วิมล จันทร์โรทัย, 2539

ตารางผนวกที่ 2 ส่วนประกอบแร่ธาตุในอาหารปริมาณ 1 กิโลกรัม

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

ที่มา : วิมล จันทร์โรทัย, 2539

**ตารางผนวกที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดสอบสูตรต่างๆ**

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ทรีทเม้นต์ที่ 1	ทรีทเม้นต์ที่ 2	ทรีทเม้นต์ที่ 3	ทรีทเม้นต์ที่ 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
ไขอาหาร	2.30	3.50	4.20	5.10
เต้า	11.20	10.30	9.80	11.50
NFE	46.95	49.39	54.03	47.50

**ตารางผนวกที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดินอาหารที่ใช้ในการทดสอบ**

วัตถุดิน	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ไขอาหาร	เต้า	NFE
ปลาป่น	9.80	54.37	6.24	2.87	24.33	2.39
ภาคถั่วเหลือง	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
ปลาข้าว	11.58	8.25	1.22	0.90	4.78	61.69

**ตารางผนวกที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่าย *Aphanotheeca saxicola***

ชนิด	ปริมาณ
การ์โนทินอยด์	226.18 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
ในไตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	0.96 กรัม/ลิตร
ไขมัน	0.255 กรัม/ลิตร
เต้า	6.83 %

ตารางผนวกที่ 6 องค์ประกอบทางเคมี ในตัวปลาสติกอุบัติเมื่อเริ่มต้นการทดสอบ (% 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
ไข้อาหาร	0.85	0.91	1.02	0.87
เต้า	11.54	10.78	11.04	11.78
NFE	8.92	10.13	8.25	9.43

ตารางผนวกที่ 7 องค์ประกอบทางเคมี ในตัวปลาสติกอุบัติเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ (% 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
ไข้อาหาร	2.35	2.57	1.99	2.14
เต้า	9.24	9.58	9.57	9.65
NFE	3.98	3.73	3.39	3.02

### ตารางพนวกที่

1. ผลการศึกษาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแครอทีนอยด์

ตารางพนวกที่ 8 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแครอทีนอยด์ของสาหร่าย

*Aphanothece saxicola*

<b>สาหร่าย <i>Aphanothece saxicola</i></b>															
วัน เวลา	น้ำหนักเซลล์ต่อฟอง (g/l)			โปรตีน (μg/ml)			แครอทีนอยด์ (μg/ml)(OD430nm)			แครอทีนอยด์ (μg/ml)(OD450nm)			แครอทีนอยด์ (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	0.2	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		49.62									

ตารางพนวกที่ 9 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแครอทีนอยด์ของสาหร่าย

*Chlorella sp.*

<b>สาหร่าย <i>Chlorella sp.</i></b>															
วัน เวลา	น้ำหนักเซลล์ต่อฟอง (g/l)			โปรตีน (μg/ml)			แครอทีนอยด์ (μg/ml)(OD430nm)			แครอทีนอยด์ (μg/ml)(OD450nm)			แครอทีนอยด์ (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	99.05	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

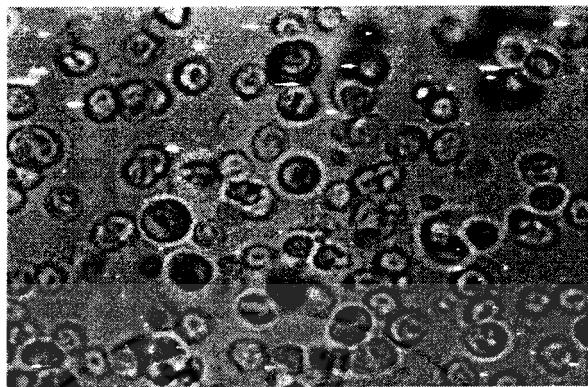
ตารางพนวกที่ 10 แสดงช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การผลิตโปรตีนและแครอทีนของสาหร่าย

*Haematococcus* sp.

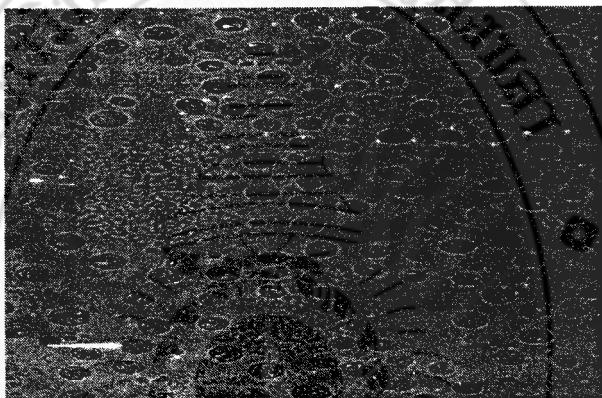
ตารางที่ 10 <i>Haematococcus</i> sp.															
วัน เวลา:	น้ำหนักเซลล์แห้ง (g/l)			โปรตีน (μg/ml)			แครอทีนอยด์ ( μg/ml)(OD430nm)			แครอทีนอยด์ ( μg/ml)(OD450nm)			แครอทีนอยด์ ( μg/ml)(OD460nm)		
	Allen's	BG-11	NS III	Allen's	BG-11	NS III	Allen's	BG-11	NS III	Allen's	BG-11	NS III	Allen's	BG-11	NS 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



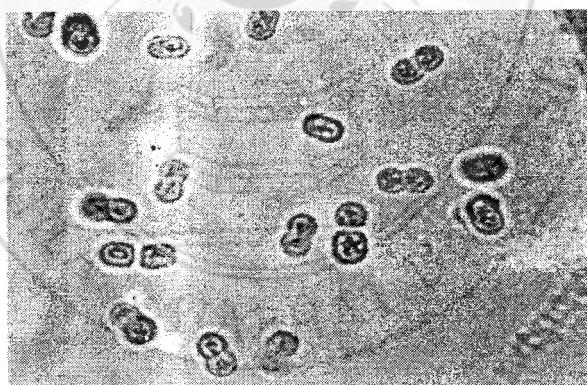
ภาพพนวก ๑



(a)



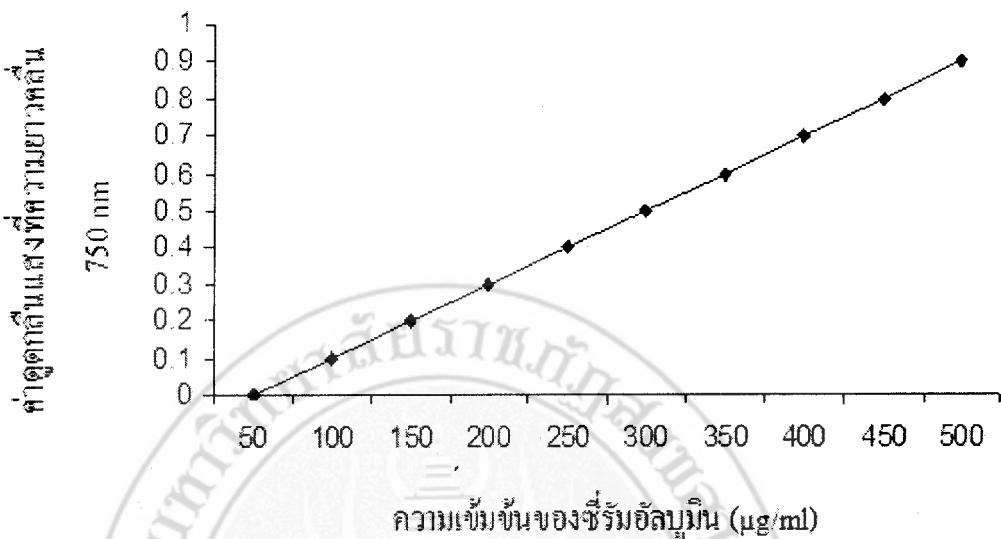
(b)



(c)

ภาพพนวกที่ ๑ ชนิดของสาหร่ายขนาดเล็กที่ใช้ในงานวิจัย

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



ภาพพนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานแสดงความเข้มข้นของชีรัมอัลบูมินที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร



ภาพพนวกที่ 3 แสดงการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Aphanotheces saxicola* ให้อากาศ บ่มภายใต้แสงฟลูออเรสเซน  
ในขวดรูปปัชมพู่



ภาพพนวกที่ 4 แสดงการเพิ่มปริมาณเซลล์สาหร่าย *Aphanotheces saxicola* ในขวดโอลตราชาจากเชื้อ