



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยเรื่อง
“การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กแบบมิกโซโทรฟิกเพื่อ
ผลิตน้ำมันชีวภาพจากสาหร่าย”
“The mixotrophic cultivation of microalgae for
algal bio-oil production”

จัดทำโดย

๑. ยุวดี พิรพรพิศาล
๒. จีรพร เพกเกาะ
๓. ชยากร ภูมาศ
๔. ดวงเพ็ญ ดิฐมาตย์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๔



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยเรื่อง

“การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กแบบมิกโซโทรฟิกเพื่อ
ผลิตน้ำมันชีวภาพจากสาหร่าย”

“The mixotrophic cultivation of microalgae for
algal bio-oil production”



จัดทำโดย

๑. ยวดี พิรพรพิศาล
๒. จีรพร เพกเกาะ
๓. ชยากร ภูมาศ
๔. ดวงเพ็ญ ดิฐุมาตย์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๔

คำนำ

โครงการวิจัยเรื่อง “การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กแบบมิกโซโทรฟิกเพื่อผลิตน้ำมันชีวภาพจากสาหร่าย” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 และดำเนินการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผลการวิจัยดังกล่าวได้ปรากฏอยู่ในรายงานฉบับนี้

งานวิจัยนี้เป็นงานต่อเนื่องจากโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาสายพันธุ์สาหร่ายขนาดเล็กและพัฒนาสภาวะที่ใช้เพาะเลี้ยงเพื่อหาความเป็นไปได้ในการผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในแผนงานวิจัย “การพัฒนาการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากสาหร่ายขนาดเล็ก ระยะที่ 1” ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินในปี 2553 ผลการวิจัยที่ได้จากการวิจัยที่ผ่านมา รวมทั้งงานวิจัยนี้ทำให้เห็นแนวทางในการนำสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ของประเทศไทยไปใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ในอนาคต คณะผู้วิจัยจึงหวังว่างานวิจัยโครงการนี้จะมีประโยชน์ต่อส่วนรวมและผู้สนใจไม่มากนัก

ยุวดี พีรพรพิศาล

จิรพร เพกเกาะ

ชยากร ภูมาศ

ดวงเพ็ญ ดิฐมาตย์

มกราคม 2555

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องด้วยได้รับความร่วมมือ และความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ดังนี้

ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำหรับการจัดสรรทุน และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยส่งเสริมและอำนวยความสะดวกทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบ แก้ไข และให้คำแนะนำ อันทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ทำให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

ศึกษาการเจริญและการผลิตกรดไขมันของสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก *Scenedesmus* sp. AARL G022 ที่เพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะ mixotrophic ในแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลูโคส กลิเซอรอล และโซเดียม อะซิเตท พบว่าแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายมากที่สุด คือ กลูโคส ความเข้มข้นที่ได้ผลผลิตสูงที่สุด คือ ความเข้มข้น 0.05 M ได้ชีวมวลของสาหร่าย $2.781 \pm 0.859 \text{ g.L}^{-1}$ กรดไขมันในเซลล์ $233.678 \pm 35.33 \text{ mg.L}^{-1}$ เมื่อศึกษาแบบแผนของช่วงเวลาการให้แสงต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายภายใต้สภาวะ mixotrophic พบว่าชีวมวลของสาหร่ายจะหนาแน่นที่สุดในสภาวะการให้แสง 2 แบบ คือเมื่อมีการให้แสงตลอดเวลา และให้แสง 16 ชั่วโมงสลับกับการไม่ให้แสง 8 ชั่วโมง มีชีวมวลเท่ากับ 4.0372 ± 0.364 และ $3.5589 \pm 0.109 \text{ g.L}^{-1}$ ตามลำดับ แต่ปริมาณกรดไขมันสูงที่สุดจะพบในสาหร่าย ให้แสง 16 ชั่วโมงสลับกับการไม่ให้แสง 8 ชั่วโมง เท่ากับ $297.292 \pm 51.203 \text{ mg.L}^{-1}$ ส่วนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบใช้แสง 2 แบบ ได้แก่แบบ flat plate และแบบ column พบว่าสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในถังแบบ flat plate จะมีชีวมวลและปริมาณกรดไขมันมากกว่าในถังแบบ column สำหรับสูตรอาหารที่มีต้นทุนถูกที่สุดสำหรับการผลิตชีวมวลและกรดไขมันจากสาหร่าย *Scenedesmus* sp. AARL G022 คือสูตรอาหารที่ใช้กลูโคส 0.05 M เป็นแหล่งคาร์บอน งานวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายดังกล่าวมีศักยภาพที่จะนำไปผลิตน้ำมันชีวภาพต่อไปได้ในอนาคต โดยจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ต่อไป

Growth and fatty acid production by *Scenedesmus* sp. AARL G022 under mixotrophic condition using different carbon sources namely glucose, glycerol and sodium acetate was investigated. The most suitable carbon source was 0.05 M glucose and the yield of biomass was $2.781 \pm 0.859 \text{ g.L}^{-1}$ and fatty acid was $233.678 \pm 35.33 \text{ mg.L}^{-1}$. The highest biomass was obtained from continuous illumination and 16:8 hrs of light:dark cycle; the yield were 4.0372 ± 0.364 and $3.5589 \pm 0.109 \text{ g.L}^{-1}$, respectively. The highest fatty acid yield of $297.292 \pm 51.203 \text{ mg.L}^{-1}$ was obtained from 16:8 hrs of light:dark cycle. Algal cultivation was carried out in 2 types of photobioreactor i.e. flat plate and column. More biomass and fatty acid were obtained from the flat plate cultivation than those from the column type bioreactor. The most effective production media for biomass and fatty acid production was the medium supplement with 0.05 M glucose as carbon source. This research indicated that the alga has potential for biooil production in the future. However, further study has to be done for commercial production.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทนำ	1
วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	
วิธีดำเนินการวิจัย	15
ผลการวิจัย	23
อภิปรายผลการวิจัย	38
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	50

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล	2
2	ปริมาณน้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนจากสาหร่ายขนาดเล็ก	3
3	คุณลักษณะของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในสภาวะต่างๆ	6
4	ชีวมวลและกรดไขมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยง <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ใน glucose ความเข้มข้นต่างๆ	25
5	ชีวมวลและกรดไขมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยง <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ใน glycerol ความเข้มข้นต่างๆ	26
6	ชีวมวลและกรดไขมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยง <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ใน sodium acetate ความเข้มข้นต่างๆ	28
7	ชีวมวลและกรดไขมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยง <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในการเพาะเลี้ยงที่สภาวะแสงแบบต่างๆ	32
8	ต้นทุนอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงสูตร AM	35
9	ต้นทุนของแหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงแบบ mixotrophic	36
10	ผลผลิตและต้นทุนในส่วนอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ระบบเพาะเลี้ยงสาหร่ายแบบระบบน้ำวน	10
2 closed photobioreactor ที่นิยมใช้เพาะเลี้ยงสาหร่าย	11
3 สาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G0222	16
4 การเพาะเลี้ยง สาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในแหล่งคาร์บอนต่างๆ ภายใต้สภาวะ mixotrophic	17
5 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน	18
6 การศึกษาช่วงเวลาการได้รับแสงและไม่ได้รับแสง สำหรับเพาะเลี้ยง <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G 022 แบบ mixotrophic	19
7 แบบจำลองถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบ flat-plate	21
8 แบบจำลองถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบ แบบ annular หรือ column	21
9 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพขนาด 40 ลิตร	22
10 ค่าเจริญของสาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 แบบ mixotrophic โดยใช้ glucose เป็นแหล่งคาร์บอน	24
11 <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในสภาวะการเพาะเลี้ยงแบบ mixotrophic และ phototrophic	25
12 ค่าเจริญของสาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 แบบ mixotrophic โดยใช้ glycerol เป็นแหล่งคาร์บอน	27
13 ค่าเจริญของสาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 แบบ mixotrophic โดยใช้ sodium acetate เป็นแหล่งคาร์บอน	29
14 ค่าเจริญของสาหร่าย <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในการเพาะเลี้ยงที่ สภาวะแสงแบบต่างๆ	31
15 การเจริญของ <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในการเพาะเลี้ยงแบบ phototrophic โดยใช้อาหาร AM เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง	34
16 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของ <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 ในการเพาะเลี้ยง แบบ phototrophic โดยใช้อาหาร AM เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง	34
17 ระยะเวลาที่เซลล์ <i>Scenedesmus</i> sp. AARL G022 เพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า ในการ เพาะเลี้ยงแบบ phototrophic โดยใช้อาหาร AM เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง	35