

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การคัดกรองและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กที่ทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิสูงเพื่อการพัฒนาเป็นพลังงานทางเลือก

ผู้เขียน

นายธรณิศ เมืองมูล

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร จันทระ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พิรพรพิศาล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. จีรพร เพกเกาะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และมีส่วนสำคัญที่ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโลกเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากความจริงที่ว่าสาหร่ายขนาดเล็กหลายชนิดสามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงได้เช่นเดียวกับพืชทั่วไป จึงมีความเป็นไปได้ในการนำสาหร่ายมาช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคอุตสาหกรรม แต่อุปสรรคที่พบคือ ก๊าซที่ปล่อยจากปล่องไอเสีย (flue gas) เป็นก๊าซที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้จากการใช้ความร้อนสูง ทำให้ก๊าซที่ปล่อยออกมามีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) คัดกรองหาสาหร่ายขนาดเล็กที่สามารถทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิสูง 2) ขยายปริมาณการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กในสภาวะที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิสูง และ 3) ศึกษาศักยภาพในการใช้ชีวมวลของสาหร่ายขนาดเล็กในสภาวะดังกล่าวเพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือก ทั้งนี้งานวิจัยเริ่มจากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์เดียว 10 สายพันธุ์ และกลุ่มประชากรสาหร่ายขนาดเล็กที่อุณหภูมิ 40 °C โดยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์

ความเข้มข้นสูง 100% (v/v) ด้วยอัตราการไหล 0.2 v/v/min ส่วนชุดควบคุมใช้สถานะเดียวกัน แต่ใช้การเติมอากาศแทนการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้อาหาร Jaworski's Medium (JM) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 วัน พบว่าสายพันธุ์ที่สามารถเจริญได้ดีที่สุดคือ *Chlorella* sp. AARL G049 รองลงมาคือ *Chlorella* sp. AARL G012 และกลุ่มประชากรสาหร่ายขนาดเล็ก โดยมี น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.0453 ± 0.0012 , 0.0343 ± 0.0012 และ 0.0152 ± 0.0029 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และได้ น้ำหนักแห้งวันสุดท้ายมากกว่าน้ำหนักแห้งวันแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทำการ เลือกลำรายชื่อสองชนิดที่มีค่าผลผลิตชีวมวลสูงสุด ได้แก่ *Chlorella* sp. AARL G049 และ *Chlorella* sp. AARL G012 เพื่อนำมาขยายปริมาณการเพาะเลี้ยงในระดับ 5 ลิตร โดยนำสูตรอาหาร CMU03 มา ทดสอบเพื่อลดต้นทุนในการเพาะเลี้ยง โดยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สถานะและอัตราการไหล เดียวกับการทดลองแรก พบว่า *Chlorella* sp. AARL G049 เป็นสาหร่ายชนิดเดียวที่สามารถเจริญใน สถานะนี้ และมีผลผลิตชีวมวลไม่แตกต่างกันทั้งจากอาหารสูตร JM และ CMU03 จากนั้นทำการขยาย ปริมาณการเพาะเลี้ยงเป็น 20 ลิตรและ 100 ลิตร ด้วยสถานะเดียวกัน (100% CO₂, 40 °C) พบว่า *Chlorella* sp. AARL G049 ยังสามารถเจริญได้ จากนั้นทำการทดลองเพาะเลี้ยงอีกครั้งโดยการลดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ให้เหลือ 20% (v/v) ซึ่งเป็นความเข้มข้นเดียวกับก๊าซที่ปล่อยจากปล่อง ไอเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ในสูตรอาหาร CMU03 ปริมาตร 2.5 ลิตร เป็นเวลา 10 วัน ผลการ ทดลองพบว่าสาหร่าย *Chlorella* sp. AARL G049 ให้ผลชีวมวลสูงกว่าแบบที่ไม่มีการเติม คาร์บอนไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการวิจัยมีแนวโน้มที่ดีที่จะนำสาหร่าย ขนาดเล็กมาใช้ประโยชน์ในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต ใน การศึกษาศักยภาพการเป็นพลังงานทางเลือก ได้นำสาหร่าย *Chlorella* sp. AARL G049 ซึ่งเพาะเลี้ยง ในอาหาร CMU03 ปริมาตร 5 ลิตร (100% CO₂, 40 °C) ไปสกัดหาปริมาณลิพิด และทำการจำแนกชนิด ของกรดไขมันด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี พบว่ามีลิพิด 13.8% และมีกรด ไขมันประเภทกรดปาล์มติก (C16:0) และ กรดลิโนเลอิก (C18:2) เป็นองค์ประกอบหลัก จึงสรุปได้ว่า สาหร่าย *Chlorella* sp. AARL G049 มีศักยภาพในการนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลได้

Thesis Title Screening and Cultivation of Carbon Dioxide Tolerant and Thermotolerant Microalgae for Alternative Energy Development

Author Mr. Thoranit Mounmoon

Degree Master of Science (Environmental Science)

Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Somporn Chantara

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Yuwadee Peerapronpisal

Co-advisor

Lect. Dr. Jeerapron Pekkoh

Co-advisor

ABSTRACT

The amount of carbon dioxide (CO₂) emitted from industrial sector tends to be increased every year. It is a main contributor to the rise of atmospheric CO₂ and global climate change. Based on the fact that microalgae can fix CO₂ by photosynthesis as same as plants, therefore, it is a possibility to use microalgae for reduction of CO₂ emitted from industrial sector. The major concern is high temperature of fuel gases emitted from combustion process. Therefore, this work aims to: 1) select thermotolerant microalgae, which can tolerate to high concentration of CO₂. 2) scale up the cultivation to pilot scale and 3) study the potential of algal biomass for alternative energy. The research started with cultivation of 10 monoculture microalgal species and a microalgal consortium culture (3 replications) at 40 °C, 100% CO₂ (0.2 vvm flow rate) in 200 mL Jaworski's Medium (JM) for 5 days. The control set (n = 3) was also set up using the same condition but with air input instead of CO₂. It was found that *Chlorella* sp. AARL G049, *Chlorella* sp. AARL G012 and a microalgal consortium culture were able to grow. Their dry weights were 0.0453±0.0012, 0.0343±0.0012 and

0.0152±0.0029 g.L⁻¹, respectively, which were found to be significantly different ($p<0.05$) from the beginning. Two monocultures with high biomass productivity, *Chlorella* sp. AARL G012 and *Chlorella* sp. AARL G049, were selected for cultivation in 5 L. In order to reduce cultivation cost, CMU03 medium was applied under the same condition. It was found that *Chlorella* sp. AARL G049 was able to grow well in both types of medium (JM and CMU03) without any significant difference ($p<0.05$). After that, the cultivation was scale up to 20 L and 100 L under the same condition of CO₂ and temperature. It showed that *Chlorella* sp. AARL G049 was still able to grow. The next experiment was done by cultivation of *Chlorella* sp. AARL G049 in 2.5 L CMU03 using 20% CO₂ (the same concentration as exhaust CO₂ emitted from industry) for 10 days. The result showed that biomass of *Chlorella* sp. AARL G049 was significantly higher ($p<0.05$) than the biomass gained from the control condition. This research provides a good tendency for reducing industrial carbon dioxide by microalgae in the future. In order to assess potential of algae biomass for alternative energy, *Chlorella* sp. AARL G049 cultivated in 5 L of CMU03 medium under 100% CO₂ and 40 °C, was extracted for lipid content and analyzed for fatty acids by GC-MS. The result showed 13.8% lipid content and the major fatty acids were palmitic acid (C16:0) and linolenic acid (C18:3). It can be concluded that *Chlorella* sp. AARL G049 has potential for biodiesel production.