

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพโดยใช้ *Chlorella* sp. ในถังโฟโตไบโอรีแอक्टरที่ออกแบบและจัดสร้างเพื่อใช้ในในงานวิจัยนี้ สามารถควบคุมการจ่ายก๊าซได้ดี และให้ผลการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สอดคล้องการงานวิจัยอื่นๆ รวมถึงให้การเติบโตของ *Chlorella* sp. เข้าสู่สมดุลได้ตามวัตถุประสงค์
ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 จากการทดลองตอนที่ 1 อัตราการจ่ายก๊าซชีวภาพ 0.050 วิวี่เอ็ม มีประสิทธิภาพการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองอื่นๆ ซึ่งค่าที่ดีที่สุดในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 39.36 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากระบบรับภาระบรรทุก๊าซคาร์บอนมากที่สุดเท่ากับ 5.21 ต่อวัน และสามารถทำเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนได้ดีที่สุดที่ 12.53 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ *Chlorella* sp. ในช่วงเวลา 7 วันของสภาวะสมดุลมีค่า 0.190 กรัมต่อลิตรต่อวัน ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุด

5.1.2 จากการทดลองตอนที่ 2 อัตราการจ่ายก๊าซชีวภาพ 0.035 วิวี่เอ็ม มีประสิทธิภาพการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าการทดลองตอนที่ 1 ซึ่งค่าที่ดีที่สุดในการทดลองมีค่าเท่ากับ 50.23 เปอร์เซ็นต์ ระบบรับภาระบรรทุก๊าซคาร์บอนเท่ากับ 3.42 ต่อวัน และสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนได้ดีที่สุดที่ 14.97 เปอร์เซ็นต์อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยของ *Chlorella* sp. ในช่วงเวลา 7 วันของสภาวะสมดุลมีค่า 0.200 กรัมต่อลิตรต่อวัน

5.1.3 จากการทดลองตอนที่ 3 อัตราการจ่ายก๊าซชีวภาพ 0.020 วิวี่เอ็ม มีประสิทธิภาพการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดีกว่าการทดลองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ซึ่งค่าที่ดีที่สุดในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 55.72 เปอร์เซ็นต์ ระบบรับภาระบรรทุก๊าซคาร์บอนเท่ากับ 2.04 ต่อวัน และสามารถเพิ่ม

เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนได้ดีที่สุดที่ 18.98 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ *Chlorella* sp. ในช่วงเวลา 7 วันของสภาวะสมดุลมีค่าเท่ากับ 0.229 กรัมต่อลิตรต่อวัน

5.1.4 จากการทดลองตอนที่ 4 มีอัตราการจ่ายก๊าซชีวภาพ 0.005 วิวี่เอ็ม มีประสิทธิภาพการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด ซึ่งค่าที่ดีที่สุดในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 72.27 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากระบบบำบัดการบำบัดทุกคาร์บอนต่ำที่สุดเท่ากับ 0.38 ต่อวัน และสามารถทำเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนได้ดีที่สุดที่ 20.58 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของ *Chlorella* sp. ในช่วงเวลา 7 วันของสภาวะสมดุลมีค่า 0.260 กรัมต่อลิตรต่อวัน ซึ่งมีค่ามากที่สุด

5.1.5 การเดินระบบโดยไม่ใช้ *Chlorella* sp. โดยมีแต่สารอาหารที่มีการปรับค่าพีเอชตามทฤษฎีให้อยู่ในช่วง 6.8 - 7.0 เพื่อให้เหมาะสมกับการเลี้ยง *Chlorella* sp. ซึ่งการเดินระบบโดยใช้สารอาหารกลไกการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการละลายน้ำเท่านั้นซึ่งได้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าการเดินระบบโดยใช้ *Chlorella* sp. ซึ่งสาเหตุอาจมาจากค่าพีเอชของสารอาหารมีค่าต่ำกว่าค่าพีเอชของ *Chlorella* sp. เพราะเมื่อ *Chlorella* sp. ถูกเลี้ยงโดยใช้สารอาหารที่เตรียมไว้และเป่าด้วยอากาศพบว่าค่าพีเอชประมาณ 8.3

5.1.6 การบำบัดทุกคาร์บอนมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Chlorella* sp. โดยตรง จากผลการทดลองที่ 1 มีการบำบัดทุกคาร์บอนสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตของ *Chlorella* sp. ต่ำที่สุด และการทดลองสุดท้ายมีการบำบัดทุกคาร์บอนน้อยที่สุด แต่อัตราการเจริญเติบโตของ *Chlorella* sp. มีค่าดีที่สุด

5.1.7 การเดินระบบด้วยก๊าซชีวภาพดิบมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Chlorella* sp. โดยตรง เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองอื่นๆ ถือว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองของ Kao *et al.*, (2012a) พบว่าที่อัตราการจ่ายก๊าซชีวภาพเท่ากัน (0.05 วิวี่เอ็ม) ผลการทดลองที่ได้มีประสิทธิภาพการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าและมีอัตราการเติบโตของ *Chlorella* sp. ที่น้อยกว่า สามารถสรุปเบื้องต้นได้ว่าผลที่ได้ต่างกันเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงต่างกัน เพราะ Kao *et al.*, (2012a) ใช้แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และใช้วิธีการเลี้ยง *Chlorella* sp. แบบไม่มีการตัดออก รวมไปถึงสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคจึงทำให้ผลการทดลองมีความแตกต่างกันการทดลองภายใต้แสงธรรมชาติของ Kao *et al.*, (2012a) นั้น ไม่มีค่าใช้จ่ายในค่าพลังงานของแหล่งกำเนิดแสง แต่มีข้อจำกัดตรงที่ความเข้มแสงไม่คงที่และไม่

สามารถควบคุมความเข้มแสงที่แปรผันโดยสภาพอากาศได้ ซึ่งผลการทดลองในรายงาน Kao *et al.*, (2012b) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนแล้วว่า การเดินระบบในช่วงที่แดดจัดโฟโตไบโอรีแอคเตอร์ที่มี *Chlorella* sp. อยู่ภายในจะทำงานได้ประสิทธิภาพดีกว่าวันที่มีเมฆเพราะความเข้มแสงตกกระทบที่พื้นผิวโฟโตไบโอรีแอคเตอร์ต่ำกว่า รวมไปถึงไม่สามารถเดินระบบได้ต่อเนื่องตลอดทั้งวัน สำหรับในงานวิจัยนี้ทดลองภายใต้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่าง แต่สามารถควบคุมแสงได้ง่ายและคงที่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงระบบให้สามารถทำงานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงได้โดยง่าย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เครื่องมือที่ได้ออกแบบและจัดสร้างในงานศึกษาวิจัยนี้ เป็นระบบที่มีเสถียรภาพ หากได้รับการปรับปรุงพัฒนาระบบกลไกจะสามารถใช้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพได้ตลอด 24 ชั่วโมง

5.2.2 เนื่องจากระบบที่ใช้มีการปิดกั้นแสงจากภายนอก ทำให้ภายในโฟโตไบโอรีแอคเตอร์ไม่สามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก ซึ่งในวันที่อากาศร้อน และรวมกับความร้อนที่เกิดขึ้นจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิภายในโฟโตไบโอรีแอคเตอร์ขึ้นสูงเกือบ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าใกล้เคียงค่าสูงสุดที่ *Chlorella* sp. จะทนอยู่ได้ ในอนาคตอาจมีการติดตั้งระบบระบายอากาศให้แก่โฟโตไบโอรีแอคเตอร์ หรือทำการเดินระบบภายใต้ห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อลดอุณหภูมิให้แก่ *Chlorella* sp. ในระบบ ซึ่งจะทำให้ *Chlorella* sp. ทำการสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น เพิ่มอัตราการเติบโต และส่งผลถึงประสิทธิภาพในการจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้น