บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

1.1.1 ปัญหาด้านพลังงานต่อภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (global warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (climate change) คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก หรือ Greenhouse Effect อันเกิดจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแก๊สเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่ประกอบด้วย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แก๊สมีเทน (CH_4) แก๊สไนตรัสออกไซด์ (N_2O) แก๊สไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) แก๊สเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และแก๊สซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF6) ซึ่งแก๊สทั้ง 6 ชนิดนี้ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) แก๊สเรือนกระจกทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเนื่องจากแก๊สเหล่านี้มีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนไม่ให้สะท้อนกลับสู่บรรยากาศทั้งหมด การปกคลุมชั้นบรรยากาศของโลกด้วยแก๊สเรือนกระจกในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น เป็นเหตุให้ฤดูกาลทั่วโลกเปลี่ยนไป แผ่นน้ำแข็งขั้วโลกจะละลายทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และเกิดผลกระทบอีกมากมาย สำหรับประเทศไทยมีปรากฏการณ์ด้านโลกร้อนเกิดขึ้นเช่นกัน จากการสำรวจพบว่าระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยเพิ่มขึ้น 1 – 2 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งยังอยู่ในระดับปกติ แต่ในทะเลฝั่งอันดามันสูงขึ้น 8 –12 มิลลิเมตรต่อปี มีผลอย่างมากต่อการกัดเซาะชายฝั่ง เนื่องจากที่ผ่านมาปริมาณน้ำทะเลที่สูงเพียง 50 เซนติเมตร สามารถกัดเซาะชายฝั่งได้อย่างรุนแรง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นออกไซด์ (oxide) ของคาร์บอนที่เป็นผลผลิตหลักจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สเรือนกระจกที่ทุกภาคส่วนให้ความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันความเข้มข้นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของโลกที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับแก๊สเรือนกระจกชนิดอื่น สำหรับในประเทศไทยมีแหล่งปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญ ได้แก่ ไอเสียจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงในรถยนต์ ไอเสียจากปล่องควันของเตาเผาเชื้อเพลิงทั้งที่เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล (biomass) และเชื้อเพลิงฟอสซิลในอุตสาหกรรม สำหรับแหล่งปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคใต้ ได้แก่ โรงงานอบยางแผ่นและยางแท่ง เตาเผาของหม้อต้ม (boiler) ในโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม และเตาเผาขยะ (incinerator) ของชุมชน

1.1.2 การผลิตแก๊สชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน

แก๊สชีวภาพหรือไบโอแก๊สเป็นพลังงานทดแทน เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากมูลสัตว์หรือน้ำเสียจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศ

(Anaerobic digestion) องค์ประกอบหลักของแก๊สชีวภาพ ได้แก่ แก๊สมีเทน (Methane, CH_4) 60-70% แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 30-40% และแก๊สอื่นๆ เช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือแก๊สไข่เน่า และไนโตรเจน (N_2) เป็นต้น (Rautenbach et al., 2003) เนื่องจากแก๊สชีวภาพมีแก๊สมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักทำให้มีคุณสมบัติจุดติดไฟได้ดีและสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปต่างๆ ได้ เช่น ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้ในการให้ความร้อนโดยตรงกับหม้อต้มไอน้ำ และใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์แทนน้ำมันเบนซินหรือดีเซล เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพยังช่วยแก้ปัญหากลิ่นเน่าเหม็นจากระบบบำบัดของเสียในโรงงาน อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการปล่อยแก๊สมีเทนซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gas) สู่ชั้นบรรยากาศ โดยพบว่าแก๊สมีเทนก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่รุนแรงกว่าแก๊ส CO_2 สูงถึง 24.5 เท่า (Caveny et al., 2000)

1.1.3 ปัญหาการใช้ประโยชน์ของแก๊สชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน

การผลิตแก๊สชีวภาพจากของเสียในอุตสาหกรรมหรือฟาร์มปศุสัตว์บางประเภทได้ปริมาณแก๊สชีวภาพที่มากเกินความต้องการในการใช้ประโยชน์สำหรับให้ความร้อนและผลิตไฟฟ้าภายในพื้นที่ของโรงงานและฟาร์ม จึงมีความต้องการในการนำแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ เพื่อให้เกิดรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายแก๊สชีวภาพ ซึ่งปัญหาของการนำแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์ คือ การมี CO_2 เป็นส่วนผสมในแก๊สชีวภาพถึง 30-40% ซึ่งคิดเป็นประมาณครึ่งหนึ่งของแก๊สมีเทนที่อยู่ในแก๊สชีวภาพ ปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นในแก๊สชีวภาพเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอน (carbon) ด้วยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ ถึงแม้ว่า CO_2 จะไม่ได้เป็นแก๊สพิษและทำอันตรายต่อการสึกกร่อนของเครื่องจักร แต่ปริมาณของแก๊ส CO_2 ที่มีความเข้มข้นสูงก็นับเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการนำแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์ คือ ทำให้มีปัญหาต่อการกักเก็บและการขนย้ายแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่อื่น ด้วยการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเพื่อการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ สำหรับใช้แทนแก๊สปิโตรเลียมชนิด LPG หรือ NGV ซึ่งราคาของแก๊สจากหลุมขุดเจาะปิโตรเลียมทั้งสองนี้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นในอนาคต ดังนั้นในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการนำแก๊สชีวภาพมาใช้ประโยชน์และมีแนวคิดในการผลิตแก๊สชีวภาพให้เป็นไบโอมีเทน (biomethane) ที่มีความเข้มข้นของมีเทนในแก๊สชีวภาพมากกว่า 90% ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่างๆ ในการกำจัด CO_2 ในแก๊สชีวภาพ เช่น การใช้เทคโนโลยีเมมเบรน (membrane technology) การใช้ระบบความดันสูงร่วมกับการดูดซึมด้วยสารดูดซึม (high pressure and absorption) และการใช้วิธีดูดซึมทางเคมี (chemical absorption) ซึ่งวิธีการดูดซึมทางเคมีสำหรับการกำจัด CO_2 เป็นวิธีการที่นิยมและทำการศึกษาโดยทั่วไปกับการบำบัดแก๊สเสียจากการเผาไหม้ (flue gas) แต่ยังมีการใช้งานและการศึกษาวิจัยกับการผลิตไบโอมีเทนจากแก๊สชีวภาพอยู่น้อย จึงเป็นสิ่งน่าสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยการกำจัด CO_2 ในแก๊สชีวภาพใน

โครงการวิจัยนี้และมีโอกาสในการนำผลงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์จริงในภาคอุตสาหกรรมและฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศสูง

1.1.4 การกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ในแก๊สชีวภาพ

การดักจับแก๊ส CO_2 จากเฟสแก๊สของแก๊สเสียจากการเผาไหม้เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันโดยทั่วไปมาเป็นเวลานานสำหรับในอุตสาหกรรมต่างๆ ในต่างประเทศ โดยแก๊สเสียจากการเผาไหม้มี CO_2 ที่ความเข้มข้นประมาณ 15% ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถทำการดักจับ CO_2 ได้ด้วยระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนการกำจัด CO_2 ในแก๊สชีวภาพซึ่งมี CO_2 ที่ความเข้มข้นที่สูงกว่าแก๊สเสียจากการเผาไหม้ถึงประมาณ 2 เท่า คือ 30-40% จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในการออกแบบระบบเพื่อหาระบบที่เหมาะสมให้ได้ CO_2 เหลือในแก๊สชีวภาพที่ความเข้มข้นต่ำเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

สารละลายเอมีน (amine) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้เป็นสารดูดซึมในระบบคอลัมน์ดูดซึม (absorption column) เนื่องจากให้ประสิทธิภาพสูงในการทำปฏิกิริยากับ CO_2 และสามารถทำการฟื้นฟูสภาพได้ด้วยการให้ความร้อน โดยสารเอมีนมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Monoethanolamine (MEA) และ Diethylenetriamine (DETA) ซึ่งแต่ละชนิดจะมีข้อดีข้อเสียในเรื่องของประสิทธิภาพการดูดซึมและการฟื้นฟูสภาพที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งมีข้อจำกัดในเรื่องราคาของสารเคมีและข้อกำหนดในจัดซื้อของแต่ละพื้นที่ ซึ่ง Monoethanolamine (MEA) เป็นสารเคมีที่มีราคาไม่สูงมากนัก ให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมสูง และสามารถทำการฟื้นฟูสภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงน่าสนใจในการศึกษาวิจัยสำหรับการผลิตไบโอมีเทนจากแก๊สชีวภาพด้วยระบบหอดูดซึมและระบบกลั่นลำดับส่วนเพื่อการฟื้นฟูสภาพของสารเคมี

งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สชีวภาพ ด้วยกระบวนการดูดซึมทางเคมี (chemical absorption) ของแก๊ส CO_2 ในหอดูดซึม โดยสารดูดซึมที่ใช้เป็นสารเอมีนชนิด Monoethanolamine (MEA) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับแก๊ส CO_2 และสามารถฟื้นฟูสภาพเพื่อการนำสารดูดซึมกลับมาใช้ใหม่ได้ และได้แก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการฟื้นฟูสภาพมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการ ด้วยการศึกษาตัวแปรดำเนินการที่ประกอบด้วย ความเข้มข้นของสารละลาย MEA อัตราการไหลของแก๊ส และอัตราการไหลของของเหลว โดยใช้แก๊สสังเคราะห์และแก๊สชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำปฏิกิริยาและสามารถทำการฟื้นฟูสภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการออกแบบและสร้างชุดทดลองหอดูดซึมขนาดห้องปฏิบัติการ (laboratory scale) เพื่อทำการทดลองหาประสิทธิภาพของระบบและหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดแก๊ส CO_2

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สชีวภาพให้ได้ไบโอมีเทนโดยใช้สารดูดซึมทางเคมีชนิดสารเอมีนในระบบหอดูดซึม

2. เพื่อศึกษาการฟื้นฟูสภาพตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเอมีนให้สามารถนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในการกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สชีวภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สชีวภาพ โดยใช้กระบวนการดูดซึมทางเคมีในระบบหอดูดซึมชนิดวัสดุบรรจุ (packed column) ซึ่งมีขอบเขตการวิจัยที่ชัดเจนดังนี้

1. ใช้สารดูดซึมชนิดสารเอมีนชนิด Monoethanolamine สำหรับการกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สชีวภาพด้วยระบบหอดูดซึม

2. ออกแบบและติดตั้งระบบหอดูดซึมชนิด Packed column ขนาดห้องทดลอง (laboratory scale) สำหรับการทดลองกำจัดแก๊ส CO_2 ในแก๊สสังเคราะห์และแก๊สชีวภาพ

3. ศึกษาการฟื้นฟูสภาพสาร Monoethanolamine เพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ในระบบหอดูดซึม

4. ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. จดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และเผยแพร่ผลวิจัยในรูปบทความทางวิชาการในวารสารวิชาการ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้

2. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์เพื่อร่วมในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน คือ

- โรงงานอุตสาหกรรมหรือฟาร์มปศุสัตว์ผู้ผลิตแก๊สชีวภาพ
- หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการผลิตแก๊สชีวภาพ