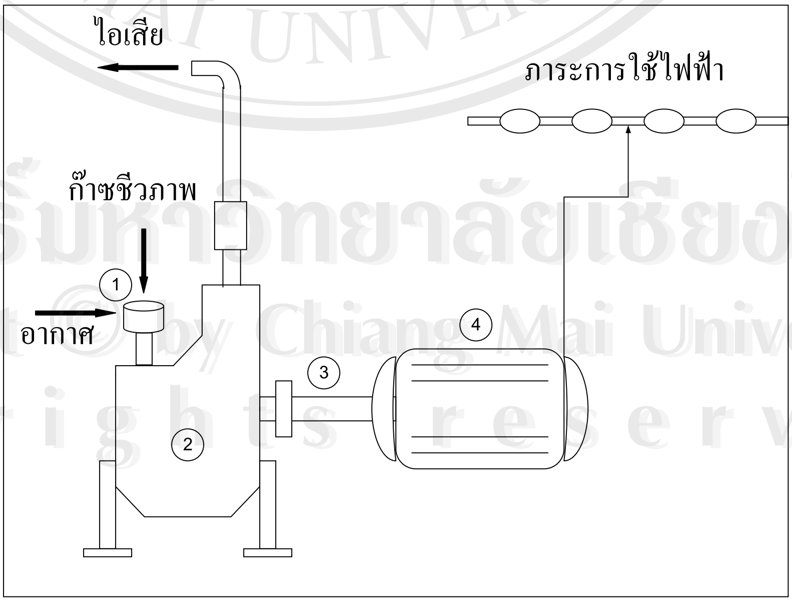
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกิจการฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟาร์มสุกรขนาดกลางและขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะมีระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมูลสุกรมีปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ จึงมีการสร้างบ่อหมักขึ้นมาเพื่อลดมลภาวะดังกล่าว และเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพที่มีมีส่วนประกอบของก๊าซมีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร, จุดตะเกียง, ใช้สำหรับเครื่องกกลูกสุกร, เครื่องบดอาหาร, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องกำเนิดไอน้ำ, ตู้เย็นก๊าซ, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น โดยประโยชน์เหล่านี้สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการซื้อพลังงานหรือค่าใช้จ่ายจากการซื้อเชื้อเพลิงที่ใช้ในฟาร์มได้

ฟาร์มเลี้ยงสุกรหลายแห่งในปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ โดยการนำไปผลิตไฟฟ้าใช้ในกระบวนการต่างๆของฟาร์ม ซึ่งในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะใช้เครื่องยนต์ดัดแปลงเบนซินหรือดีเซลเป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง และเนื่องจากเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานในรูปของความร้อนไปกับไอเสีย, น้ำหล่อเย็น หรือการแผ่รังสีความร้อนเป็นจำนวนมาก โดยระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบหลักคือห้องผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศ (1), เครื่องยนต์สันดาปภายใน (2), เพลาส่งถ่ายกำลัง (3) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการสูญเสียพลังงานไปในรูปต่างๆ ในโครงงานวิจัยนี้ได้พิจารณาการนำเอาความร้อนทิ้งจากไอเสียที่ปล่อยสู่บรรยากาศกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งการเก็บคืนความร้อนทิ้งในส่วนนี้จะสามารถทำให้เกิดการใช้ก๊าซชีวภาพได้คุ้มค่ามากขึ้น โดยนำมาทำความเย็นให้แก่โรงเรือนแบบปิดที่มีระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Cooling System) ซึ่งระบบนี้ผลิตไฟฟ้าและสามารถนำเอาความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์ได้สองรูปแบบ เรียกว่าเป็นการผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) โดยสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ และในขณะเดียวกันก็สามารถนำความร้อนทิ้งไปเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในระบบทำความเย็นแบบดูดซึมได้ สำหรับข้อดีของการทำความเย็นแก่โรงเลี้ยงสุกรด้วยระบบดูดซึมนอกจากจะเก็บคืนความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว ระบบยังมีค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องและค่าบำรุงรักษาต่ำ เสียงเบา และไม่มีปัญหาการรั่วไหลของสารทำความเย็น แต่สำหรับข้อเสียคือมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้นหากมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโรงเรือนที่มีระบบทำความเย็นแบบดูดซึม จะสามารถทำให้ผู้ประกอบการที่กำลังจะทำฟาร์มสุกรหรือเจ้าของกิจการฟาร์มที่เลี้ยงสุกรในโรงเรือนแบบเปิดได้มีแนวทางในการพิจารณานำระบบทำความเย็นนี้มาใช้ในอนาคต

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทั้งในภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาค ปศุสัตว์ ทำให้แนวโน้มของการทำฟาร์มที่มีการเลี้ยงสุกรในโรงเรือนแบบเปิดซึ่งยังคงมีอยู่มาก หันมาเลี้ยงสุกรในโรงเรือนแบบปิดกันมากขึ้นในอนาคต ดังนั้นการพิจารณานำระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมาใช้กับโรงเรือนเลี้ยงสุกร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากความร้อนที่สูญเสียในกระบวนการผลิตไฟฟ้าร่วมกับก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ และเนื่องจากศักยภาพของพลังงานจากก๊าซชีวภาพที่มีอยู่มาก หากสามารถนำพลังงานนี้มาใช้ได้หลากหลาย ก็จะส่งผลให้มีการใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

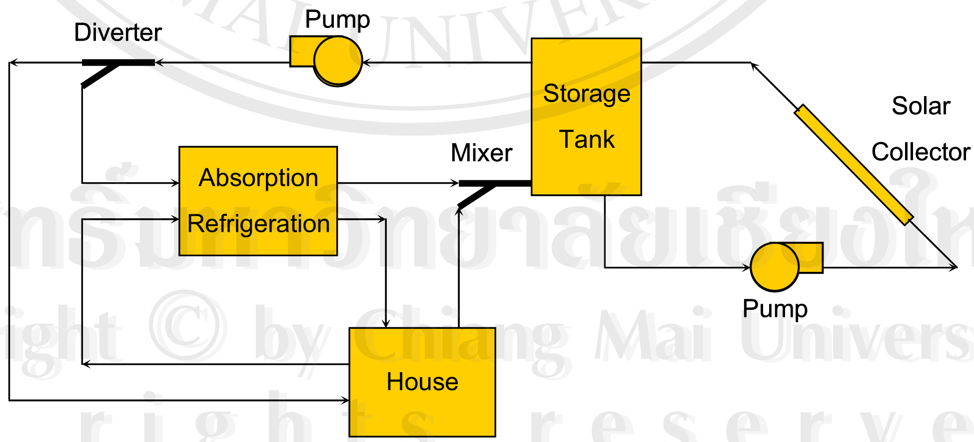
1.2 สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ameri, M. และ Hejazi, S.H. (2004) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงระบบผลิตไฟฟ้าแบบใช้กังหันแก๊สของโรงไฟฟ้าในคาบาฮาร์(Chabahar) ประเทศอิหร่าน โดยใช้ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Chiller System) ที่ใช้พลังงานส่วนหนึ่งจากการเก็บคืนความร้อนจากก๊าซร้อนทิ้งในกระบวนการผลิตไฟฟ้าแบบกังหันแก๊ส โดยความร้อนจะถูกนำไปผลิตไอน้ำก่อนที่จะเข้าสู่ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม เพื่อทำให้อากาศเย็นก่อนเข้าสู่กังหันแก๊ส ผลจากการเก็บคืนความร้อนไปปรับปรุงระบบการผลิตไฟฟ้าขนาด 100 MW ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อีก 11%

โดยผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น 14,000 MWh ต่อปี และจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะได้รับผลตอบแทน IRR เท่ากับ 23.4% และคืนทุนในระยะเวลา 4.2 ปี

Danny, H.W. Li, Wong, S.l. และ Lam, Joseph C. (2003) ได้ศึกษาผลของสภาพอากาศภายนอกต่อโหลดความเย็นของการปรับอากาศในอาคารสำหรับภูมิภาคในเขตโซนร้อน เพื่อช่วยพิจารณาในการเลือกขนาดของเครื่องปรับ อากาศ โดยคำนวณที่สภาวะอากาศต่างๆ ซึ่งอาศัยการจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าโหลดความเย็นจากอากาศภายนอกส่วนใหญ่มาจากความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาตามผนังและกระจก และความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกเข้ามาโดยตรง ซึ่งคิดเป็น 13.2%, 6.4% และ 16.2% ของโหลดความเย็นทั้งหมดตามลำดับ และในหนึ่งปีช่วงระยะเวลาที่มีโหลดความเย็นสูงคือตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งมีค่าประมาณ 2,600 kW ในการศึกษาได้มีการพิจารณาโหลดสูงสุดตั้งแต่ปี 1979-2000 จะให้ค่าใกล้เคียงกันของโหลดจากสภาพอากาศภายนอก คือ 1,200 kW และรวมโหลดความเย็นทั้งหมด (โหลดภายนอกอาคารกับโหลดภายในอาคาร) เท่ากับ 3,500 kW

Florides, G.A. และคณะ (2002) ได้ทำการสร้างแบบจำลองของระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมที่มีตัวเก็บรับสีอาทิตย์ (Solar Collector) เป็นแหล่งให้พลังงานร่วมกับน้ำร้อนจากหม้อต้มน้ำ(Boiler)ในกรณีพลังงานไม่เพียงพอ ซึ่งต้องการกำลังงานในการทำความเย็น 11 kW เพื่อทำการออกแบบให้เหมาะสมที่สุดในการทำความเย็น(17,600 kWh/ปี)แก่ห้องปรับอากาศขนาด 14 x 14 m^2 สูง 3 m โดยจะพิจารณาในแต่ละส่วนประกอบของระบบ คือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์, ถังเก็บ และ ชุดทำความเย็นแบบดูดซึม และในการวิจัยจะได้ระบบที่ดีที่สุด ดังนี้



รูปที่ 1.2 วัฏจักรการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมร่วมกับการใช้ Solar collector
[Florides, G.A. และคณะ : 2002]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) จากการทดลองใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ชนิด, พื้นที่ และการวางในมุมเอียงแบบต่างๆ ระหว่างอุณหภูมิ 25^{O}-30^{O} ได้ผลที่ดีที่สุดเป็นชนิดผิวโค้งพาราโบลิก มีพื้นที่รับแสง 15 m^{2} โดยวางทำมุมเอียง 30^{O} กับพื้น

2) จากการทดลองใช้ขนาดต่างๆ ของ ถังเก็บ เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำให้เกิน 85 ^{O}C จะได้ความจุเหมาะสมที่ 600 ลิตร

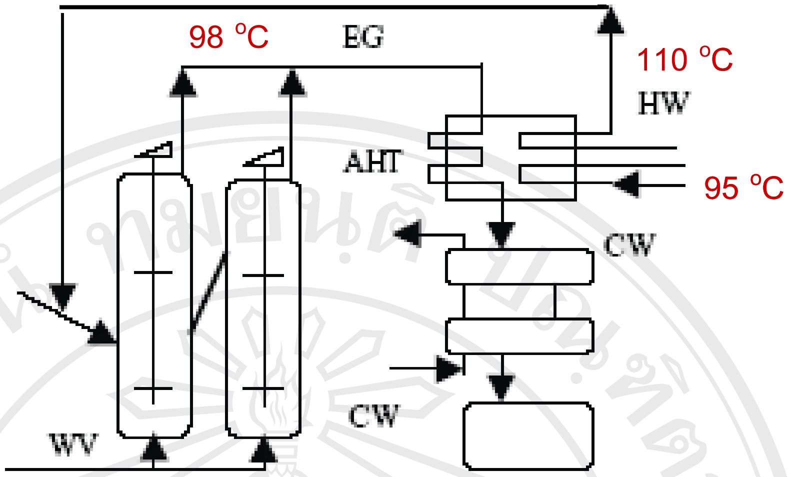
3) สำหรับการทดลองในระบบดูดซึมผลที่ได้จะมีการใช้กำลังงานที่ Generator 15 kW และมีค่า COP ของระบบ 0.74

จากผลการวิจัยของ Florides จะเห็นได้ว่ามีสองระบบใหญ่ๆ ที่มีการลงทุนสูง คือ ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมและระบบผลิตน้ำร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่ใช้ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เนื่องจากต้องมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับไอเสียจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า

Riffat, S.B. และ Qiu Guoquan. (2004) ได้ทำการเปรียบเทียบระบบปรับอากาศ 3 แบบ คือแบบอัดไอ (Vapour compression; VCAC), ดูดซึม (Absorption, AAC) และแบบ เทอร์โมอิเล็กทริค (Thermoelectric, TEAC) ได้ผลการวิจัยคือ แบบ VACA ให้ค่า COP สูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.6-3.0 แบบ AAC มีค่า COP เท่ากับ 0.6-0.7 และแบบ TEAC มีค่า COP น้อยที่สุดคือ 0.38-0.45 สำหรับการใช้พลังงานในระบบเพื่อขับปั๊มและพัดลม แบบ AAC จะใช้พลังงานน้อยที่สุด(1.8-5.4 kW) ส่วนแบบ VCAC และแบบ TEAC จะใช้พลังงานมากกว่า(750-1670 kW และ 36-1459 kW ตามลำดับ) เมื่อคิดที่ภาระในการทำความเย็นเท่ากัน ในส่วนของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการลงทุนสำหรับอุปกรณ์และการติดตั้ง แบบ TEAC จะแพงที่สุด และ VCAC ถูกที่สุด แต่ค่าใช้จ่ายในการใช้งานของทั้งสองแบบจะสูงมาก ส่วนแบบ AAC จะมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้น้อยที่สุด และในเรื่องของมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ถึงแม้แบบ VCAC จะให้ค่า COP สูงมากแต่ก็ทำให้เกิดมลภาวะทำลายโอโซนและมลภาวะทางเสียงมากที่สุด และแบบ TEAC จะกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

Xuehu Ma และคณะ (2003) ได้ทำการประยุกต์ใช้ตัวแปลงความร้อนแบบดูดซึม (Absorption heat transformer, AHT) ในการดึงความร้อนทิ้งที่ถูกปล่อยมาในรูปของของผสมระหว่างไอน้ำกับไอระเหยของสารอินทรีย์ ที่อุณหภูมิ 98 ^{o}C จากโรงสังเคราะห์ยาง (Synthetic rubber plant) โดยนำไปให้ความร้อนแก่น้ำแล้วป้อนกลับเข้าไปยังกระบวนการสังเคราะห์ยางอีกครั้ง เพื่อใช้เป็นแหล่งความร้อนเสริม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.3 การดึงความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์กับระบบ AHT [Xuehu Ma และคณะ : 2003]

ในแบบจำลองของงานวิจัยจะมีการพิจารณาสมดุลพลังงาน (Energy balance) ของส่วนประกอบต่างๆของ AHT โดยอาศัยค่าอุณหภูมิ ความดัน และอัตราการไหลของสารทำงานที่สภาวะต่างๆ และผลจากการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำจาก 95 °C เป็น 110 °C ทำให้ประหยัดไอน้ำ และลดค่าใช้จ่ายลงได้ถึง 3.48 ล้านหยวนต่อปี โดยระบบมีค่า COP เฉลี่ย 0.47 และจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าระบบมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2 ปี

ปรีชา มาระกะ (2547) ได้ทำการพัฒนาหม้อน้ำรถยนต์มาใช้เป็นอุปกรณ์นำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ โดยได้ติดตั้งชุดหม้อน้ำรถยนต์นาด 0.21 เมตร x 0.22 เมตร เพื่อดึงความร้อนจากไอเสียของหม้อไอน้ำขนาดเล็ก (1, 2 และ 3 ตันต่อชั่วโมง) ที่โรงพยาบาลแมคคอร์มิก โรงพยาบาลนครพิงค์ และโรงพยาบาลลานนา พบว่าแต่ละแห่งสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานเชื้อเพลิงได้ปีละ 18,548 บาท(ระยะเวลาคืนทุน 2.35 ปี) 22,930 บาท(ระยะเวลาคืนทุน 2.19 ปี) และ 60,117 บาท(ระยะเวลาคืนทุน 0.95 ปี) ตามลำดับ

ปรีชา ศิริชาญ (2544) ได้ทำการศึกษาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่สูญเสียไปในกระบวนการ(Exergy costing) ของสองกรณี คือ กรณีรวมและไม่รวมผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม พบว่าในกรณีไม่รวมผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะมีต้นทุนสูงสุดเท่ากับ 10.04 บาท/kWh และต่ำสุดเท่ากับ 3.62 บาท/kWh และในกรณีคิดรวมผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมด้วย พบว่ามีค่าใช้จ่ายจากผลกระทบของก๊าซ CH_4 และ CO_2 เท่ากับ 0.07 และ -0.37 บาท/kWh ตามลำดับ ในกรณีนี้จึงทำให้ต้นทุนลดลงไป 0.30 บาท/kWh เมื่อเทียบกับกรณีที่ที่ไม่คิดรวมผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน และระยะเวลาคืนทุนของระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกร กรณีคิดรวมและไม่รวมผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม จะได้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซชีวภาพและไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบพลังความร้อนร่วม พบว่าการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพมีประสิทธิภาพน้อยกว่าประมาณ 3.2 เท่า และจากวิธีการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่สูญเสียไปในกระบวนการทำให้มีต้นทุนสูงกว่าการผลิตไฟฟ้าจากระบบพลังความร้อนร่วม 2.7 เท่า แต่เมื่อได้รับเงินสนับสนุนในการก่อสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ จากสำนักงานคณะกรรมการ นโยบายพลังงานแห่งชาติ จะทำให้อัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนดีกว่าการลงทุนสร้างระบบผลิตไฟฟ้าเองจากระบบพลังความร้อนร่วม และจากหลักการคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน การพิจารณาระบบผลิตพลังความร้อนร่วม และการหาอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของงานวิจัยนี้จะใช้ในการศึกษาการนำไอเสียทิ้งเป็นแหล่งพลังงานป้อนแก่ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Riffat และ Guoquan ในงานวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงสุกรนี้จึงได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบดูดซึม(Absorption Cooling System) มาใช้ในการทำความเย็นแก่โรงเรือน เนื่องจากระบบนี้มีค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องและบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำกว่าระบบอื่น ทั้งยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และเสียงเบาไม่ก่อให้เกิดความรำคาญแก่สุกรในโรงเรือน และจากผลงานวิจัยของ Florides และ Xuehu ทำให้พบว่าในการนำเอาความร้อนทิ้งจากไอเสียมาเป็นแหล่งพลังงานป้อนให้แก่เครื่องผลิตความเย็น/ความร้อนแบบดูดซึมนั้นมีความเป็นไปได้ เนื่องจากให้ผลช่วยลดและประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงาน เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของ Ameri และ Hejazi ที่นำเอาความร้อนทิ้งไปปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น สำหรับหลักการและวิธีคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน การหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพของในแต่ละฟาร์มสุกร และการพิจารณาระบบผลิตพลังงานร่วม จะอาศัยงานวิจัยของปรีชา ศิริชาญ เป็นแนวทางในการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อหาวิธีการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาประยุกต์ใช้กับระบบทำความเย็นแบบดูดซึมเพื่อใช้ในโรงเรือนเลี้ยงสุกร

1.3.2 เพื่อประเมินผลความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของแนวทางการนำความร้อนทิ้งและก๊าซชีวภาพมาใช้สำหรับระบบทำความเย็นในโรงเรือนสุกรแบบดูดซึม

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.4.1 สามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกขนาดของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมาใช้กับโรงเรือนเลี้ยงสุกรได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

1.4.2 สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ได้

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

การนำความร้อนทิ้งมาให้พลังงานแก่ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมของงานวิจัยนี้ไม่ได้ลงทุนสร้างระบบขึ้นมาใช้จริง แต่จะเป็นการนำเอาข้อมูลทางด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องมาคำนวณขนาด, การใช้พลังงานของระบบ และทำการประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อพิจารณาความคุ้มค่า และเสนอเป็นแนวทางในการพิจารณานำระบบมาใช้กับฟาร์มสุกร โดยข้อมูลต่างๆที่ถูกพิจารณาจะมีดังต่อไปนี้

1.5.1 ข้อมูลเบื้องต้นของฟาร์มสุกรที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัย

ตาราง 1.1 ฟาร์มที่ใช้เป็นกรณีศึกษาที่มีขนาดแตกต่างกัน

ฟาร์ม		A	B	C
ชนิดโรงเรือน		ทำความเย็นแบบระเหย	แบบเปิด	แบบเปิด
จำนวนสุกร	ตัว	66,300	35,500	3,300
น้ำหนักสุกรยืนคอก	kg	3,735,000	1,284,210	143,350
ขนาดบ่อหมักก๊าซชีวภาพ	m^3	12,000	4,200	1,000
กำลังการผลิตไฟฟ้า	kW/ชุด	150	128	15
จำนวนชุดการผลิตไฟฟ้า	ชุด	6	4	2
ชนิดบ่อหมักก๊าซชีวภาพ		H-UASB	UASB	UASB

หมายเหตุ : 1) ฟาร์มสุกรที่ใช้เป็นตัวแทนของฟาร์มที่มีขนาดแตกต่างกัน แสดงข้อมูลเบื้องต้นไว้ในภาคผนวก ก.

2) บ่อหมักชนิด UASB เป็นบ่อหมักแบบเร็ว อาศัยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยของเสียเข้าสู่บ่อทางด้านล่างซึ่งแบ่งเป็นบ่อของเสียส่วนเข้มข้นมากและเข้มข้นน้อย หลักจากนั้นแบคทีเรียจะย่อยสารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพ แล้วทำการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แยกก๊าซออกจากกลุ่มของแบคทีเรีย และถูกส่งไปกักเก็บไว้ใต้ผืนพลาสติกเก็บก๊าซเพื่อรอใช้ประโยชน์ ส่วนน้ำที่ผ่านการบำบัดจะส่งไปบำบัดขั้นต่อไป

3) บ่อหมักชนิด H-UASB เป็นบ่อหมักแบบเร็วที่มีหลักการเช่นเดียวกับบ่อหมักชนิด UASB แต่จะแตกต่างกันที่บ่อหมักชนิด H-UASB มีบ่อรับของเสียเพียงบ่อเดียว

4) ทั้งสามฟาร์มจะใช้เป็นกรณีศึกษาข้อมูลที่มีความแตกต่างของจำนวนสุกรซึ่งสามารถขอความอนุเคราะห์ข้อมูลได้โดยผ่านทางหน่วยบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับฟาร์มอื่นๆที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเพิ่มเติมจะพิจารณาจากฟาร์มที่มีการบันทึกข้อมูลและติดต่อประสานงานกับทางหน่วยบริการก๊าซชีวภาพเพื่อความสะดวกและถูกต้องของข้อมูลต่างๆ

1.5.2 พลังงานที่ป้อนให้ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมาจากความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ร่วมกับความร้อนจากเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพในกรณีปริมาณไอเสียไม่เพียงพอต่อการให้พลังงาน

1.5.3 ข้อมูลการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายต่างๆของโรงเลี้ยงสุกรแบบดูดซึมศึกษาจากราคาเครื่องจักร อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและการประเมินค่าใช้จ่ายต่างๆในการทำงานของระบบ

1.5.4 พิจารณาสภาวะการอยู่อาศัยที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของสุกรในบริเวณปรับอากาศ โดยพิจารณาที่อุณหภูมิภายในโรงเรือน 27 ^{o}C และที่ความชื้น 55%

1.5.5 ในระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมจะใช้คู่สารเป็นลิเทียมโบรไมด์กับน้ำ (Water-LiBr)

1.5.6 ประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ของการทำความเย็นแก่โรงเรือนระบบดูดซึม โดยพิจารณาอัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารแห่งประเทศไทย 6.25% และอายุการใช้งานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมจากบริษัทผู้ขาย 25 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved