สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบาญตาราง		ซ
สารบาญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
	1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
	1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	7
	1.5 ขอบเขตของการศึกษา	7
บทที่ 2	หลักการและทฤษฎี	
	2.1 ระบบการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	9
	2.2 การหาค่าความจุความร้อนของไอเสีย	14
	2.3 การพิจารณาการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับระบบทำความเย็นแบบดูดซึม	15
	2.4 การวิเคราะห์ภาระทำความเย็น	18
	2.5 ทฤษฎีการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ และทฤษฎีการวิเคราะห์ต้นทุนแบบ Life Cycle Cost	21
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	24
	3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	28
บทที่ 4	ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ระบบ	
	4.1 การประเมินศักยภาพของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	33
	4.2 ภาระการทำความเย็นของโรงเรือนที่มีขนาดและลักษณะที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกร	34
	4.3 การหาขนาดที่เหมาะสมของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม	37
	4.4 ความสามารถในการเก็บคืนความร้อนทิ้ง	38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญ (ต่อ)

		หน้า
	4.5 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเลี้ยงสุกร	41
	4.6 ระบบการให้ความร้อนเสริม	42
	4.7 ค่าใช้จ่าย	43
	4.8 รายรับจากการเลี้ยงสุกร	47
	4.9 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์	47
บทที่ 5	สรุปผล	
	5.1 ลำดับขั้นตอนการพิจารณาความเป็นไปได้และความคุ้มค่าของระบบ	59
	5.1 สรุปผลงานวิจัย	59
	5.2 ข้อเสนอแนะ	61
เอกสารอ้างอิง		62
ภาคผนวก		
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลจากการสำรวจ	65
	ภาคผนวก ข. ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์งานวิจัย	92
	ภาคผนวก ค. ตัวอย่างการคำนวณ	110
ประวัติผู้เขียน		124

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณของของแข็งที่ระเหยได้ของสัตว์แต่ละชนิด	11
2.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	11
4.1 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	33
4.2 ภาระความร้อนของโรงเรือนที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกร	37
4.3 สภาวะการทำงานและเงื่อนไขต่างๆ ของเครื่องทำความเย็น	38
4.4 ค่าต่างๆ ที่ได้จากไอเสียเพื่อนำไปคำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้แลกเปลี่ยนกับน้ำ	39
4.5 ลักษณะที่เหมาะสมของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	40
4.6 ค่าใช้จ่ายต่อน้ำหนักขายของการเลี้ยงสุกรในโรงเรือนประเภทต่างๆ	44
4.7 ค่าใช้จ่ายรายปีของการเลี้ยงสุกรในโรงเรือนประเภทต่างๆ	46
4.8 รายรับต่อปีปีของการเลี้ยงสุกรในโรงเรือนประเภทต่างๆ	47
4.9 การใช้พลังงานจากไอเสียและก๊าซชีวภาพสำหรับการทำความเย็นที่ภาระทั่วไป	49
4.10 จำนวนสุกรทั้งหมดในฟาร์มที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า การทำความเย็นแก่โรงเรือน และค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	53
4.11 การแจกแจงของกระแสเงินสดของการเลี้ยงสุกรในโรงเรือนแบบดูดซึม	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
1.1	ส่วนประกอบระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	1
1.2	วัฏจักรการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมร่วมกับการใช้ Solar collector	3
1.3	การดึงความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์กับระบบ AHT	5
2.1	วงจรการจัดการน้ำเสียและทรัพยากรในฟาร์มที่มีระบบก๊าซชีวภาพ	9
2.2	ระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	10
2.3	ค่า $f_{T,RT}$ ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิและระยะเวลาในการย่อยสลาย	12
2.4	ค่าแก้สำหรับความดัน (P')	13
2.5	ภาพรวมระบบทำความเย็นแก่โรงเรือนเลี้ยงสุกรแบบดูดซึม	15
2.6	การกระจายอุณหภูมิของของไหลในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	16
2.7	ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบดูดซึม	17
3.1	ระบบผลิตก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร	23
3.2	ชุดผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเครื่องยนต์ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง	24
3.3	เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซ	25
3.4	เครื่องมือวัดความเร็วของของไหลในท่อ	26
3.5	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	27
3.6	เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์	28
3.7	การวัดค่าอุณหภูมิในบ่อหมักก๊าซชีวภาพ	29
3.8	การวัดค่าอุณหภูมิของไอเสียจากเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ	29
3.9	การวัดปริมาณก๊าซต่างๆ ของไอเสียจากเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ	30
3.10	การวัดความเร็วการไหลของก๊าซชีวภาพก่อนเข้าเครื่องยนต์	30
4.1	ลักษณะพื้นทะลุของชั้นที่สุกรอาศัยอยู่	35
4.2	ขนาดและลักษณะโรงเรือนที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกร	35
4.3	ระบบการทำความเย็นแก่โรงเรือนแบบดูดซึม	43
4.4	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อน้ำหนักขายของโรงเรือนประเภทต่างๆ	45
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความเย็นที่ต้องการกับปริมาณการเผาก๊าซชีวภาพ	51
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับจำนวนสุกรในฟาร์ม	54
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้กับจำนวนสุกรในฟาร์ม	55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อักษรย่อและสัญลักษณ์

		หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัดของท่อส่งก๊าซชีวภาพ	m^2
A_w	พื้นที่รวมของผนังส่วนทึบ	m^2
A_g	พื้นที่รวมของหน้าต่างโปร่งแสงและ/หรือผนังโปร่งแสง	m^2
A_r	พื้นที่รวมของหลังคาส่วนทึบ	m^2
A_{rf}	พื้นที่รวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	m^2
a	รายได้สุทธิรายปี	บาท/ปี
C	ต้นทุนต่อหน่วยของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	£/(kW/K)
C_P	ค่าความจุความร้อนของก๊าซ	kJ/kg^oC
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น	
F_B	แฟคเตอร์บัลลาสท์	
$f_{T,RT}$	ตัวคูณเพื่อคำนวณหาค่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	
f_n	ค่าใช้จ่ายประจำปีที่ n	บาท
G	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	m^3/วัน
Hu_{biogas}	ค่าพลังความร้อนที่ได้รับจากก๊าซชีวภาพ	kJ/kg
IRR	ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR: Internal Rate of Return)	%
i	อัตราดอกเบี้ย	%
j	ปีพิจารณาที่ 5, 10, 15, 20 และ 25	
LMTD	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิแบบล็อกมีน	^oC
M	มวลโมเลกุลของก๊าซ	
N	อายุการใช้งาน	ปี
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	บาท
n	ปีพิจารณา	
OTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก	kW
p	มูลค่าการลงทุน	บาท
P_{act}	ค่าความดันของก๊าซชีวภาพที่แท้จริง	mbar
P_{std}	ค่าความดันที่สภาวะมาตรฐาน	mbar
P_t	ค่าความดันของก๊าซชีวภาพในบ่อหมักก๊าซ	mbar
P’	ค่าแก้ความดันของก๊าซชีวภาพในบ่อหมักก๊าซ	mbar

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อักษรย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

		หน่วย
Q	การถ่ายเทความร้อน	kW
Q_{biogas}	อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ	m^3/hr
RTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก	kW
SC_g	สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่างโปร่งแสงและ/หรือผนังโปร่งแสง	
SF_g	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงและ/หรือผนังโปร่งแสง	
SC_{rf}	สัมประสิทธิ์การบังแดดของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	
SF_{rf}	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ที่ผ่านส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสงบริเวณหลังคา	
sv	มูลค่าซาก	บาท
T_{act}	ค่าอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพที่แท้จริง	^oC
T_{std}	ค่าอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน	^oC
TD_r	ความแตกต่างอุณหภูมิของหลังคาระหว่างภายนอกและภายในอาคาร	^oC
TD_w	ความแตกต่างอุณหภูมิของผนังระหว่างภายนอกและภายในอาคาร	^oC
U	ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน	kW/m^2-K
V	ความเร็วการไหลของก๊าซชีวภาพ	m/s]
VS	ปริมาณสารหรือของแข็งที่เป็นตัวการในการผลิตก๊าซชีวภาพ	kg/วัน
VS_A	ค่าเฉลี่ยของปริมาณของของแข็งที่ระเหยได้ของสุกร	%
Y	เศษส่วนโดยโมลของก๊าซ	
ρ	ค่าความหนาแน่น	kg/m^3
η	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	%
ΔT	ความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร	^oC
ΔT	ความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร	^oC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved