

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๗
รายการตาราง	๙
รายการรูปประกอบ	๑๐
ประมวลศัพท์และคำย่อ	๑๑

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
2. ทฤษฎี/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ชีวมวล (Biomass)	4
2.1.1 แหล่งที่มาของชีวมวล	4
2.2 ศักยภาพพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย	5
2.2.1 ชนิดของข้าวโพด	6
2.2.2 ชั่งข้าวโพด	7
2.3 กระบวนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน	8
2.3.1 กระบวนการสกัด	9
2.3.2 กระบวนการทางเคมีความร้อน	9
2.3.3 กระบวนการทางชีวเคมี	10
2.4 กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน	10
2.4.1 ตัวเร่งปฏิกิริยาการเพิ่มปริมาณแก๊สเชื้อเพลิง	12

2.5	ปฏิกิริยาเคมีในการผลิตแก๊ส	14
2.5.1	ชั้นการเผาไหม้ (Hearth Zone or Combustion Zone)	14
2.5.2	ชั้นรีดักชัน (Reduction Zone or Gasification Zone)	15
2.5.3	ชั้นกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone or Distillation Zone)	16
2.5.4	ชั้นลดความชื้น (Drying Zone)	16
2.6	ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง	17
2.6.1	Equivalent Ratio	17
2.6.2	ความชื้นของเชื้อเพลิง (Moisture Content)	18
2.6.3	ขนาดของเชื้อเพลิง (Fuel Size)	19
2.6.4	การกระจายขนาด (Size Distribution)	19
2.6.5	ความหนาแน่นรวม (Bulk Density)	19
2.6.6	สารระเหยในเชื้อเพลิง (Volatile Matter)	19
2.6.7	ขี้เถ้า (Ash)	19
2.7	ชนิดของเตาผลิตแก๊ส	20
2.7.1	เตาผลิตแก๊สชนิดไหลขึ้น (Updraft Gasifier หรือ Counter-Current Fixed Bed)	20
2.7.2	เตาผลิตแก๊สชนิดไหลลง (Downdraft Gasifier หรือ Co-Current Fixed Bed)	21
2.7.3	เตาผลิตแก๊สชนิดไหลขวาง (Cross Flow Gasifier หรือ Cross-Current)	22
2.7.4	เตาผลิตแก๊สชนิดฟลูอิดไซ์เบด (Fluidized Bed Gasifier)	23
2.7.5	Entrained Flow Gasifier (Moving Bed Gasifier)	24
2.8	การทำความสะอาดแก๊สเชื้อเพลิง	25
2.8.1	ไซโคลน (Cyclone)	25
2.8.2	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	26
2.9	ส่วนประกอบและค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิง	27
2.10	การใช้ประโยชน์จากแก๊สเชื้อเพลิง	29
2.11	กระบวนการอบแห้ง	30
2.12	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
2.12.1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส	31
2.12.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอบแห้ง	37

3. การดำเนินการวิจัย	39
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	39
3.1.1 เตาผลิตแก๊สชนิดไหลขึ้นแบบสองชั้น (Two-Stage Updraft Gasifier)	39
3.1.2 ไซโคลน (Cyclone)	41
3.1.3 ห้องอบแห้ง (Drying Chamber)	42
3.1.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)	43
3.1.5 ถังคั่นน้ำมันดิน	43
3.1.6 ชุดพัฒนาคูคแก๊ส	44
3.1.7 เครื่องกำเนิดไอน้ำ	44
3.1.8 เครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ	45
3.1.9 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของแก๊ส	45
3.1.10 เครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบต่อเนื่อง	45
3.2 วิธีการทดลอง	46
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	50
4.1 การทดลองผลิตแก๊สที่อุณหภูมิชั้นรีดักชันต่างกัน	50
4.1.1 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อุณหภูมิชั้นรีดักชัน 800 °C	51
4.1.2 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อุณหภูมิชั้นรีดักชัน 850 °C	52
4.1.3 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อุณหภูมิชั้นรีดักชัน 900 °C	54
4.1.4 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ที่อุณหภูมิชั้นรีดักชัน 900 °C	55
4.2 การทดลองใช้ไอน้ำช่วยในการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง	58
4.2.1 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อัตราการฉีดไอน้ำ 0.03 L/min	58
4.2.2 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อัตราการฉีดไอน้ำ 0.07 L/min	60
4.2.3 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากขี้ข้าวโพดที่อัตราการฉีดไอน้ำ 0.15 L/min	61
4.2.4 การทดลองผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ที่อัตราการฉีดไอน้ำ 0.03 L/min	63
4.3 การทดลองวัดระดับความสูงของเชื้อเพลิงชั้นรีดักชัน	65
4.4 การทดลองใช้ความร้อนจากแก๊สเชื้อเพลิงลดความชื้นขี้ข้าวโพด	67

5. สรุปและข้อเสนอแนะ	71
5.1 สรุป	71
5.1.1 สรุปผลการทดลองผลิตแก๊สที่อุณหภูมิชั้นรีดักชันต่างกัน	71
5.1.2 สรุปผลการทดลองใช้น้ำช่วยในการผลิตแก๊ส	72
5.1.3 สรุปผลการทดลองวัดระดับความสูงเชื้อเพลิงในชั้นรีดักชัน	73
5.1.4 สรุปผลการทดลองใช้ความร้อนจากแก๊สเชื้อเพลิงลดความชื้นขังข้าวโพด	73
5.1.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันดินจากการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง	74
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	77
ภาคผนวก	83
ก ผลการตรวจวัดอุณหภูมิภายในเตาผลิตแก๊ส	83
ข ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแก๊สเชื้อเพลิง	89
ค การคำนวณค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิง	95
ง การคำนวณประสิทธิภาพของการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง	97
จ การวิเคราะห์และคำนวณปริมาณน้ำมันดิน	102
ฉ การคำนวณความชื้นและองค์ประกอบของขังข้าวโพด	105
ซ ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	110
ประวัติผู้วิจัย	120