

การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

DEVELOPMENT OF ENERGY SOURCE FOR PADDY DRYER WITH RICE HUSK FURNACE

วิทยานิพนธ์

ของ

เรวิช บุตรพรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2556

การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

DEVELOPMENT OF ENERGY SOURCE FOR PADDY DRYER WITH RICE HUSK FURNACE

วิทยานิพนธ์

ของ

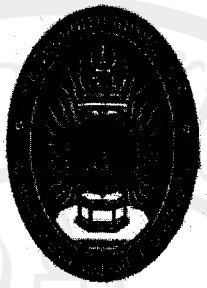
เรวิช บุตรพรม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2556



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

De velopment of Energy Source for Paddy Dryer with Rice Husk Furnace

เรวิช บุตรพรม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

. ..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์)

.. .. ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(องศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ)

.. .. กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอภาศ อินทรวงษ์)

.. .. กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ดร.สินาด โกศลานันท์)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการงานวิศวกรรม)

. ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.สุรีย์มาศ สุขกสิ)

วันที่ 31 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เรวิช บุตรพรม. (2556). **การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ ค.อ.ม. (เครื่องกล) ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอภาศ อินทรวงษ์ Ph.D. (Education) กรรมการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ เลือกใช้เตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสบกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งแบบหมุนเวียน ทดสอบอบแห้งข้าวเปลือกที่อุณหภูมิลมร้อน 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส เวลาในการอบ 20, 30 และ 40 นาที เวลาพักข้าว 8 เท่าของเวลาอบ พบว่า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลาในการอบ 20 นาที เวลาพักข้าว 160 นาที มีอัตราการลดความชื้นมากที่สุด คือ 0.4 เปอร์เซ็นต์ต่อนาที และเมื่อนำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้ง ข้าวนาปี และข้าวนาปรัง ไปสีเป็นข้าวกล้องและข้าวขาว แล้วนำไปคัดข้าวต้น (ข้าวเต็มเมล็ด) พบว่า ข้าวเปลือกที่อบจนมีความชื้น 14 - 15 เปอร์เซ็นต์ จะได้ข้าวต้นทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวสูงสุด คือ 83.8 และ 73.4 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Rewich Bootprom. (2013). **Development of Energy Source for Paddy Dryer with Rice Husk Furnace**. Thesis M.Eng. (Engineering Management). Chanthaburi : Rambhai Bharni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Associate Professor Porphan Suttiwattana M.Ed. (Mechanical) Chairman

Assistance Professor Opas Intarawong Ph.D. (Education) Member

Abstract

The objective of this research is to develop a drying machine for paddy rice by utilizing energy source from a rice husk furnace. By selecting the combination of grate type and cyclone-type rice husk furnaces with a forced convection oven, the test was conducted at 120, 140 and 160°C with drying time set at 20, 30 and 40 minutes and the rest time for the rice was 8 times of the drying time and the result was that as follows; when tested at 160°C and 20 minutes of drying time and 160 minutes for resting time, it has yielded the most reduction rate for moisture which was 0.4 percent per minute. When the dried rice husk combined with in-season and double-crop paddy rice were milled and became brown rice and white rice in order to select only the full grain ones, the result shows that the rice husk with 14-15 percent of moisture will yield the maximum rate for obtaining full grain of brown rice and white rice of 83.8 percent and 73.3 percent respectively.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์พอพันธ์ สุทธิวัฒนะ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิอีกท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอภาศ อินทรวงษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ขอขอบคุณกลุ่มไชยพงษ์ฟาร์ม จำกัด และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกวียนหัก ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ปรากฏชื่อในฉบับนี้ และทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

เรวิช บุตรพรม

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
2	**แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	6
	ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	6
	การลดความชื้น	7
	คุณภาพข้าวเปลือกกับการสีข้าว	10
	การแตกร้าวของข้าวเปลือก	11
	เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์	12
	เทคนิคการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก	12
	เชื้อเพลิงชีวมวล	15
	การอบแห้ง	17
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3	**อุปกรณ์และวิธีการ**	23
	วิธีดำเนินการวิจัย	23
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	24
	วิธีการ	24
4	**ผลและการวิจารณ์**	26
	การศึกษากระบวนการผลิตของโรงสีข้าว อัตราการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องอบข้าวและเตาเผาแกลบ	26
	การปรับปรุงพื้นที่เพื่อติดตั้งเตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก	28
	การสร้างเตาเผาแกลบ	29

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**(ต่อ)**	
	การออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	33
	การทดสอบเตาเผาแกลบ	39
	การทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก	46
	การตรวจสอบคุณภาพข้าว	50
	ค่าใช้จ่ายในการอบข้าวเปลือก	54
	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	54
	การใช้ประโยชน์ขี้เถ้าแกลบ	56
	สรุปข้อดีข้อเสียและการใช้งานของเกษตรกร	57
5	**สรุปผล และข้อเสนอแนะ**	59
	สรุปผล	59
	ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม		60
ภาคผนวก		64
ภาคผนวก ก	ผลการทดสอบ	65
ภาคผนวก ข	แบบแปลนเตาเตาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	69
ภาคผนวก ค	ราคาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ	102
ภาคผนวก ง	ราคาข้าวเปลือกเจ้าและปทุมธานีนาปรัง ปีการผลิต 2555 ณ ระดับความชื้นต่าง ๆ ที่เกษตรกรจะได้รับ เมื่อนำข้าวเปลือกมาจำนำใบประทวน	104
ภาคผนวก จ	หนังสือขอความอนุเคราะห์	110
ภาคผนวก ฉ	คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ	117
ประวัติย่อผู้วิจัย		123

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	พื้นที่ตำบลและพื้นที่การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2554	2
2	สถิติข้อมูลการเกษตรอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 2554	3
3	เชื้อเพลิงพลังงานชีวมวล	16
4	องค์ประกอบของขี้เลื่อยและแกลบ	17
5	ข้อดีข้อเสียของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ	58
6	ผลการทดลองอบแห้งข้าวเปลือก	66
7	ผลการทดลองปริมาณแกลบและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	67
8	ผลการทดลองคัดเปอร์เซ็นต์ข้าว	68
9	ราคาในการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ	103
10	ราคาข้าวเปลือกนาปรัง ปีการผลิต 2555 ณ ระดับความชื้นต่างๆ ที่เกษตรกรจะรับได้เมื่อนำข้าวเปลือกมาจำนำใบประทวน	105
11	คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ	118

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	6
2	การตากข้าว	7
3	ตากข้าวในนา	8
4	ระยะเวลาที่ตากข้าวในนาที่มีผลต่อคุณภาพการสี	8
5	การตากลาน	9
6	วัสดุคลุมกองข้าว	9
7	เครื่องอบข้าวแบบต่าง ๆ 1) เครื่องอบแบบคอลัมน์ 2) เครื่องอบแบบคอลัมน์มีถังพักข้าว 3) เครื่องอบแบบถังหมุนเวียน 4) เครื่องอบแบบกระบะ	10
8	แผนภูมิขั้นตอนการวิจัย	23
9	แผนผังโรงสีข้าวชุมชนเดิม	27
10	พื้นที่โรงสีข้าวชุมชนเดิมก่อนทำการวิจัย	27
11	แผนผังโรงสีข้าวชุมชนที่ทำการต่อเติม	28
12	เชื่อมหลังคาเดิมและหลังคาใหม่ที่ทำการต่อเติม	28
13	ตะกรับสำหรับใช้กับเตาอั้งโล่	30
14	เตาเผาแกลบแบบไซโคลน	30
15	เตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลน	31
16	ส่วนประกอบเตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น	32
17	เตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น	33
18	ส่วนประกอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	34
19	เคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	35
20	ติดตั้งเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	35
21	ส่วนประกอบอุปกรณ์การเชื่อมต่อระหว่างเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	36
22	ติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อและทาสีรองพื้นของเครื่อง	37
23	ตำแหน่งการติดตั้งก่อนเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน	37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

24 ทิศทางการไหลของลมความร้อนจากเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนเข้าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน 38

25 เชื่อมต่อเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน 38

26 ความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิของลมร้อนและอุณหภูมิในห้องอบ 39

27 ทดสอบเตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น 40

28 ฮอบเปอร์ใส่แกลบเพื่อป้อนลงตะกรับเผาแกลบ 40

29 การวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกก่อนอบและหลังอบซึ่งในมิเตอร์วัดค่าวัดได้ 24.6 % 41

30 ลักษณะการจุดเชื้อเพลิงเพื่อเผาแกลบ โดยใช้กระดาษเป็นเชื้อเพลิง 41

31 ลักษณะการติดไฟของแกลบ ซึ่งจะให้ความร้อนทุกชั้นของช่องตะกรับ 42

32 ลักษณะเปลวไฟของการเผาแกลบ ซึ่งเป็นช่วงแกลบติดไฟ 42

33 การวัดค่าความร้อนขณะแกลบไหม้ โดยใช้เครื่องมือวัดแบบเลเซอร์ 353 °C 43

34 การตั้งอุปกรณ์ตัดต่อการทำงานของสกรู โดยตั้งทำงาน 5 นาทีและหยุดการทำงาน 1 นาที 43

35 การติดตั้งโบเวอร์ และหัววัดอุณหภูมิวัดลมร้อน 44

36 การทำงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียนแลกเปลี่ยนความร้อนของข้าวเปลือกและลมร้อนจากเตาเผาแกลบ 44

37 การระบายข้าวออกจากถังหลังจากอบข้าวเสร็จ 45

38 แกลบดำเหลือจากกระบวนการเผาแกลบไหม้ 45

39 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 20 นาที 46

40 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที 46

41 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 นาที 47

42 ความชื้นข้าวเปลือกที่ลดลงที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ 47

43 อัตราการลดความชื้นที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ 48

44 น้ำหนักแกลบที่ใช้และขี้เถ้าแกลบที่ได้ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ 49

45 การทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวต้นและปลายข้าว เครื่องคัดแยกข้าวทั้งสองประเภทออกจากกัน การทำงานของเครื่องจะหมุนหนึ่งนาทีต่อการคัดตัวอย่าง 1 ครั้ง ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือตามลูกศรสีแดง ปลายข้าว ข้าวต้น 50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

46 ข้าวตันหลังจากคัดปลายข้าวออกโดยระบายลงใส่ถาดเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาข้าวต้น (ข้าวขาว) 50

47 ขั้นตอนในการนำข้าวที่แตกหักถูกแยกออกเครื่อง หลังจากเครื่องหยุดการทำงาน 51

48 การชั่งน้ำหนัก ข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวต้น 51

49 เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเมื่อสีข้าวเปลือกที่ความชื้นต่าง ๆ 52

50 เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเมื่อสีข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาในการอบต่าง ๆ 52

51 ผลการอบความชื้นเปลี่ยนอุณหภูมิอบ 160, 140, 120 องศาเซลเซียส 53

52 การใช้ประโยชน์ขี้เถ้าแกลบ 57

53 การใช้งานของเกษตรกร 57

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์ด้านพลังงานภายในประเทศที่มีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้น ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีรายได้ส่วนใหญ่จากสินค้าด้านอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ทำให้ภาครัฐและเอกชนพยายามหาวิธีการในการจัดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดมาตรการต่าง ๆ ทั้งในด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร การลดการสูญเสียพลังงานของระบบ การใช้พลังงานรูปแบบอื่นมาทดแทน ขณะเดียวกันวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรบางประเภทสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานได้ แต่ต้องมีการศึกษาหากระบวนการที่เหมาะสม คือ ต้องมีทั้งประสิทธิภาพในการผลิตพลังงาน ราคาเชื้อเพลิงต่ำ หาได้ตามท้องที่ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

แกลบ (Rice husk) เป็นวัสดุเหลือทิ้งชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวในโรงสี โดยหลังจากสีข้าวเปลือกแล้วจะได้แกลบประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวเปลือก โดยมีค่าความร้อน (Overall Gross Calorific Value of Rice Husk) 3,300 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำมันเตาที่มีค่าความร้อนระหว่าง 9,100-9,900 กิโลแคลอรีต่อลิตร (ทวีวัฒน์ สุภารส และคณะ. ออนไลน์. ม.ป.ป.) จะเห็นได้ว่ามีค่าทางความร้อนประมาณหนึ่งในสาม แต่มีราคาถูกกว่ามาก ดังนั้นแกลบจึงเป็นเชื้อเพลิงที่น่าสนใจในการนำมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานด้านความร้อนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

เทคโนโลยีในการเปลี่ยนรูปชีวมวลเป็นพลังงาน ในปัจจุบันจำแนกได้เป็น 2 เทคโนโลยีหลัก ๆ คือ กระบวนการเปลี่ยนองค์ประกอบทางเคมีโดยชีวเคมี (Biochemical Conversion Process) และกระบวนการเปลี่ยนองค์ประกอบทางเคมีโดยใช้พลังงานความร้อน (Thermo Chemical Conversion Process) แบ่งเป็น 3 กระบวนการย่อย ๆ ดังนี้ กระบวนการเผาไหม้ (Combustion) กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) และกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) ทั้งนี้แต่ละกระบวนการจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะที่ดำเนินการและวัตถุประสงค์หรือผลิตภัณฑ์หลักที่ต้องการ

การเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงแกลบจะมีลักษณะการเผาไหม้แบบ Diffusion คือ ก้อนเชื้อเพลิงจะติดไฟที่ผิวนอกก่อนแล้วจึงค่อย ๆ ลามเข้าไปข้างในก้อนเชื้อเพลิง ในส่วนของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ก่อนก็จะกลายเป็นขี้เถ้า โดยจะไปขัดขวางการลามเข้าไปในก้อนเชื้อเพลิงของเปลวไฟ ทำให้เชื้อเพลิงจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ถ้าหากใช้วิธีการเผาไหม้แบบเตาเปิดก็จะทำให้ได้ปริมาณความร้อนน้อยกว่าที่ควรได้ เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเถ้าและแก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากการศึกษามีรายงานจำนวนมากของเตาเผาหลายชนิดที่มีการใช้วัสดุชีวมวลหรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งในจำนวนเหล่านั้นเทคโนโลยีของเตาเผาไหม้แบบไซโคลนก็เป็นเทคโนโลยีแบบหนึ่งที่เหมาะสม สำหรับการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งเป็นพลังงานในรูปแบบของความร้อนไปใช้ประโยชน์ โดยประยุกต์เอาลักษณะของไซโคลนดักฝุ่นเป็นห้องเผาไหม้ของเตาเผาจึงทำให้เชื้อเพลิงเกิดการลอยตัวภายในห้องเผาไหม้ขณะเกิดการเผาไหม้ ซึ่งการลอยตัวของเชื้อเพลิงจะทำให้มีเวลาอยู่ในห้องเผาไหม้นานเพียงพอที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และการหมุนวนของอากาศนั้นยังช่วยให้อากาศกับเชื้อเพลิงผสมกันมากขึ้น และช่วยให้ขี้เถ้าจากการเผาไหม้ตกลงด้านล่างของเตาเผา โดยที่ไม่ปนไปกับแก๊สร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้ได้แก๊สร้อนสะอาดมากขึ้น แต่ทั้งนี้ในการเลือกเทคโนโลยีมาใช้นั้น สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือเรื่องการเผาไหม้เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางด้านพลังงานมากที่สุดและการปลดปล่อยมลพิษที่ได้จากการไหม้สู่สิ่งแวดล้อม

จังหวัดจันทบุรีเป็นพื้นที่ทางการเกษตรบางพื้นที่มีการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น รวมทั้งข้าว ผัก มันสำปะหลัง พืชอื่น ๆ โดยการแบ่งพื้นที่การปลูกในจังหวัดตามเขตพื้นที่ต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง 1 และ 2

ตาราง 1 พื้นที่ตำบลและพื้นที่การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ปี พ.ศ. 2554

รายการ	พื้นที่ตำบล (ไร่)	พื้นที่การเกษตร (ไร่)	อัตราส่วน
อำเภอแก่งหางแมว	758,750	538,639	70.99
อำเภอขลุง	488,745	192,600	39.409
อำเภอเขาคิชฌกูฏ	486,250	215,757	44.372
อำเภอท่าใหม่	381,785	283,852	74.331
อำเภอนายายอาม	176,875	166,196	93.962
อำเภอโป่งน้ำร้อน	633,750	249,539	39.375
อำเภอมะขาม	276,875	179,195	64.721
อำเภอจันทบุรี	173,125	87,527	50.557
อำเภอสอยดาว	475,000	342,178	72.037
อำเภอแหลมสิงห์	105,000	78,829	75.075
รวม	3,956,250	2,334,312	59.003

ที่มา : สำนักงานเกษตรอำเภอขลุง. 2555 : 24

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 สถิติข้อมูลการเกษตรอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 2554

ตำบล	ครัวเรือนเกษตรกร	พื้นที่การเกษตร (ไร่)	พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่)
ตะปอน	473	9,079	1,800
เกวียนหัก	940	11,997	670
เทศบาลขลุง	213	373	-
วันยาว	947	4,469	57
บ่อ	1252	12,942	3,233
บางชัน	765	27,255	-
ซึ้ง	854	23,961	62
ตรอกนอง	528	14,422	-
วังสรรพรส	502	13,199	69
มาบไพ	455	8,970	-
ตกพรม	509	40,214	28
บ่อเวฬุ	640	28,314	-
รวม	8,078	195,195	5,919

ที่มา : สำนักงานเกษตรอำเภอขลุง. 2555 : 25

ตำบลเกวียนหักอยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอขลุง 1.5 กิโลเมตร ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มและเป็นที่ราบบริเวณเทือกเขาสระบาปและบางส่วนติดกับชายทะเลเนินเขาบางส่วน และมีพื้นที่บางส่วนติดทะเล ทิศเหนือติดกับตำบลซึ้ง อ.ขลุง จ.จันทบุรี ทิศใต้ติดกับตำบลหนองชิ่ม อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี ทิศตะวันออกติดกับตำบลขลุง อ.ขลุง จ.จันทบุรี ทิศตะวันตกติดกับตำบลตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี ชุมชนส่วนใหญ่ของตำบลมีอาชีพทำนาและทำสวนผลไม้ เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม จึงมีความเหมาะสมในการทำนา ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 500 กก./ไร่ ส่วนมากจะปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ส่วนใหญ่สมาชิกจะนำข้าวมาขายให้โรงสีชุมชนและสีข้าวบางส่วนเพื่อรับประทานเอง ทำให้โรงสีมีกำไรสามารถเลี้ยงตัวเองได้ นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้จากการสีข้าว เช่น ปลายข้าว รำ และแกลบ ปลายข้าวและรำนั้นจะมีผู้ซื้อไปเป็นอาหารสัตว์ แต่แกลบเป็นจำนวนมากยังคงต้องเก็บไว้ในโรงเรือนข้างโรงสีข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ยังประสบปัญหาในเรื่องการลดความชื้นข้าวเปลือก โดยทางกลุ่มมีลานดินเพื่อใช้ตากข้าวเปลือกพื้นที่ประมาณ 100 ตารางเมตร แต่เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีมีฝนตกชุก และกินระยะเวลานาน การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยวิธีการตากบนลานดินนั้นทำได้เป็นบางช่วง ทำให้บ่อยครั้งประสบปัญหาผลิตข้าวได้ไม่ทันความต้องการ ทำให้ต้องสีข้าวเปลือกที่ความชื้นสูงเกินกว่า 14 - 15 % ทำให้ข้าวสารหรือข้าวกล้องที่ผลิตได้มีการแตกหักของเมล็ดข้าวสูง

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาผาแกลบ เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนด้านเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตแก่เกษตรกร

ก่อนที่ทำการวิจัยโครงการแห่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบทางชุมชุนได้แจ้งความประสงค์ไปยังมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ผู้วิจัยและอาจารย์จึงได้ลงพื้นที่เพื่อสอบถามความต้องการและปัญหาว่าเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งตอนแรกได้ติดต่อผู้ใหญ่สำเริง อำพร และประธานกลุ่มวิสาหกิจข้าวชุมชนเกวียนหัก นายพินัย พะยม ผลการสอบถามยังมีความต้องการเครื่องอบแห้งข้าวด้วยเตาเผาแกลบ ซึ่งต่อไปสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวตำบลเกวียนหักและผู้ที่สนใจดูเครื่องอบดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดขั้นตอนผลิตข้าว เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีฝนตกบ่อยไม่สะดวกในการตากข้าวเพื่อลดความชื้น
2. ลดพื้นที่ลานตาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้
3. เพิ่มเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวสาร ข้าวเปลือกที่สีที่ความชื้นที่เหมาะสมจะได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมากกว่า
4. สามารถนำขี้เถ้าแกลบไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย ผสมดินปลูกต้นไม้
5. นำแกลบที่เหลือใช้จากกระบวนการสีข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านพลังงาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขอบเขตของการวิจัย

1. เตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้น จัดทำขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้าวเปลือก
2. ลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนนำมาสี หรือจัดเก็บเพื่อนำไปขายให้พ่อค้าคนกลางและเพิ่มมูลค่าของข้าวเปลือก
3. เพิ่มคุณภาพข้าวขาวหลังจากสีข้าวทั้งปริมาณและคุณภาพข้าวขาว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

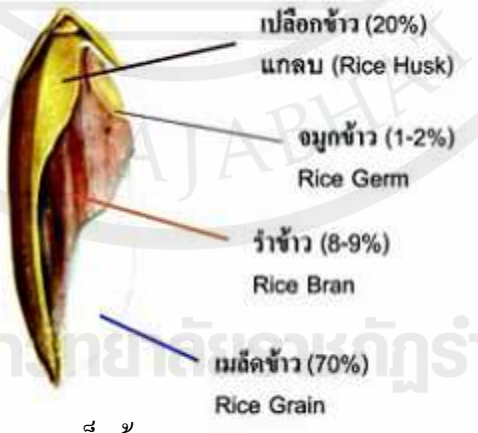
บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ” ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี ตลอดจนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว
2. การลดความชื้น
3. คุณภาพข้าวเปลือกกับการสีข้าว
4. การแตกร้าวของข้าวเปลือก
5. เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์
6. เทคนิคการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก
7. เชื้อเพลิงชีวมวล
8. การอบแห้ง
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

บุษยา รัตนสุภา (ออนไลน์. 2552) กล่าวว่า จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางชีวเคมี พบว่า “เมล็ดข้าว” ประกอบด้วย เปลือกหุ้มเมล็ด หรือแกลบ (Hull หรือ Husk) ซึ่งจะหุ้มข้าวกล้องไว้ ในเมล็ดข้าวกล้องประกอบด้วย จมูกข้าวหรือคัพภะ (Germ หรือ Embryo) รำข้าว (เยื่อหุ้มเมล็ด) และเมล็ดข้าวขาวหรือเมล็ดข้าวสาร (Endosperm) สารอาหารในเมล็ดข้าวประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนประกอบในส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าว นอกจากนี้ยังพบสารอาหารประเภทไขมันซึ่งพบได้ในรำข้าวเป็นส่วนใหญ่



ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

การลดความชื้น

กรมการข้าว (ออนไลน์. 2554) กล่าวว่า ข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เมล็ดมีความชื้นประมาณ 20 - 25% เมื่อนำข้าวเปลือกมากองรวมกัน เนื่องจากเมล็ดมีการหายใจ จะทำให้กองข้าวมีอุณหภูมิสูงขึ้น เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ มีผลทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพ เช่น เกิดข้าวเน่า ข้าวบูด ข้าวเหลือง ข้าวมีคุณภาพการสีต่ำ เมล็ดพันธุ์เสื่อมความงอกเร็ว จึงต้องทำการลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14% สำหรับการเก็บข้าวไว้นาน 2 - 3 เดือน แต่ถ้าเก็บนานเกินกว่า 3 เดือน ควรลดความชื้นเมล็ดให้เหลือต่ำกว่า 12%

การลดความชื้น ทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้แสงอาทิตย์ และการใช้เครื่องอบ

1. การลดความชื้นโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน โดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ด ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง เป็นวิธีการที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียคือ ใช้แรงงานและพื้นที่ในการตาก และไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้

1.1 การตากข้าวในนา ทำให้เกิดการสูญเสีย ทั้งน้ำหนักและคุณภาพข้าว น้ำหนักข้าวลดลง เนื่องจากถูกนก หนูทำลายขณะตาก เกิดการร่วงหล่นขณะตาก และขนย้าย ส่วนการสูญเสียคุณภาพเพราะการตากข้าวทิ้งไว้ในนา ในตอนกลางวันข้าวได้รับอุณหภูมิสูงจากแสงแดด ความชื้นของเมล็ดลดลง ข้าวแห้ง ขณะที่ช่วงกลางคืน อุณหภูมิลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงขึ้น ข้าวจึงดูดความชื้นกลับเข้าไปอีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเมล็ดข้าว แห้งและชื้นสลับกัน ทำให้เกิดการร้าวในเมล็ด เมื่อนำข้าวไปนวดหรือสี จึงเกิดการแตกหัก คุณภาพการสีลดลง นอกจากนี้ยังได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เช่น ข้าวเปียกน้ำค้างในเวลากลางคืน หรือเปียกฝนในระหว่างการตาก



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 2 การตากข้าว

ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554



ภาพประกอบ 3 ตากข้าวในนา
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554



ภาพประกอบ 4 ระยะเวลาที่ตากข้าวในนาที่มีผลต่อคุณภาพการสี
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554

1.2 การตากลาน ปัจจุบันการใช้รถเกี่ยวนวด ทำให้เกษตรกรขายข้าวสด (ชื้น) ให้พ่อค้าทันที ดังนั้นภาระในการลดความชื้นจึงอยู่ที่พ่อค้า หรือโรงสี แต่เกษตรกรบางกลุ่มยังคงตากข้าวลดความชื้นเอง หรือเพื่อเก็บไว้ทำเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการตากข้าวบนลานมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1.2.1 ทำความสะอาดลานตาก ควรมีวัสดุสะอาดและแห้งรองรับเมล็ด เช่น ผ้าใบ หรือเสื่อที่สานด้วยไม้ไผ่ ฯลฯ ไม่ควรตากกับพื้นซีเมนต์หรือถนนโดยตรง เพราะเมล็ดอาจได้รับความร้อนสูงเกินไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.2.2 ความหนาของกองข้าวที่ตากควรหนาประมาณ 5 - 10 ซม. การตากหนาเกินไปจะทำให้การระบายอากาศไม่ดี ข้าวแห้งช้า การตากบางเกินไป ทำให้อุณหภูมิข้าวสูงมีผลต่อการงอก

ของข้าวได้ ระหว่างการตากควรหมั่นกลับกองข้าวทุก ๆ 2 ชั่วโมง หรือวันละ 4 ครั้ง เพื่อให้ลดความชื้นได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ

1.2.3 ควรมีวัสดุคลุมกองข้าวเพื่อป้องกันน้ำค้างหรือฝน

1.2.4 ไม่ควรตากข้าวนานเกินไป ระยะเวลาในการตากข้าวขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้น ความหนาบางของข้าวขณะตาก และความบ่อยครั้งในการกลับ ตลอดจนระดับความชื้นที่ต้องการ โดยทั่วไปหากความชื้นลดลงเหลือประมาณ 12 - 14 % จึงหยุดตาก



ภาพประกอบ 5 การตากลาน
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 6 วัสดุคลุมกองข้าว
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554

2. การลดความชื้นโดยใช้เครื่องอบ วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถปฏิบัติได้ในทุกสภาวะอากาศ แม้ว่าฝนจะตกหรือมีแสงแดดน้อย ใช้พื้นที่น้อย สามารถควบคุมการลดความชื้น ให้อยู่ในระดับตามต้องการ สามารถควบคุมป้องกันความเสียหายต่อคุณภาพข้าวได้ แต่มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง และการปฏิบัติยุ่งยาก



ภาพประกอบ 7 เครื่องอบข้าวแบบต่าง ๆ 1) เครื่องอบแบบคอลัมน์ 2) เครื่องอบแบบคอลัมน์มีถังพักข้าว 3) เครื่องอบแบบถังหมุนเวียน 4) เครื่องอบแบบกระบะ
ที่มา : กรมการข้าว. ออนไลน์. 2554

คุณภาพข้าวเปลือกกับการสีข้าว

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ (2548 : 66) กล่าวว่า ข้าวเปลือกที่โรงสีรับซื้อจากเกษตรกรในท้องถิ่นส่วนใหญ่จะมีคุณภาพไม่ค่อยดีนัก บางครั้งอาจจะมีสิ่งเจือปนมากับข้าวมากเกินไป หรือมีความชื้นสูงเกินไป ทำให้เมื่อนำไปสีเป็นข้าวสารจะได้รับเนื้อข้าวค่อนข้างน้อย นอกจากนั้นยังมีการแตกหัก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากการที่ข้าวมีการแตกร้าวภายในอยู่แล้ว ซึ่งอาจจะเกิดจากกรรมวิธีในการนวดและการเก็บรักษาคุณภาพของข้าวเปลือก (Quality Aspects of Paddy)

ในการรับซื้อข้าวเปลือก จะต้องคำนึงถึงคุณภาพของข้าวเปลือกที่จะมีผลต่อการสีข้าว ซึ่งประกอบด้วย

1. ความชื้น
2. ปริมาณสิ่งเจือปน
3. ปริมาณการแตกร้าวภายใน
4. ปริมาณเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์
5. ปริมาณเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพ
6. ปริมาณข้าวแดง
7. ความบริสุทธิ์ของพันธุ์ข้าว

การแตกร้าวของข้าวเปลือก

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ (2548 : 67) กล่าวว่า จากการสีข้าวเปลือกที่แห้งมีความชื้นประมาณ 14 % โดยข้าวไม่มีการแตกร้าวและเมล็ดมีความสมบูรณ์เต็มที่ พบว่าจะได้เปลือกหรือแกลบประมาณ 23 % ได้ข้าวกล้องประมาณ 77 % เมื่อนำข้าวกล้องไปขัดขาวจะได้รำประมาณ 8 % และได้ข้าวสารรวมปลายเล็กประมาณ 69 % แต่หลังจากผ่านตะแกรงแล้วจะได้รับเนื้อข้าวสารทั้งสิ้นจำนวน 68 % เนื้อข้าวสารที่ได้จะถูกนำไปแยกออกเป็นต้นข้าวและปลายข้าวขนาดต่าง ๆ แต่ถ้าข้าวมีการแตกร้าวก่อนการสีจะทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวที่ได้มีปริมาณลดลง

ในการขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวขาว นอกจากลูกหินจะขัดเอารำและเยื่อเจริญออกจากเมล็ดข้าวแล้ว ยังจะขัดเอาฝุ่นแป้ง และเนื้อข้าวที่แตกจากรอยร้าวออกมารวมกับรำทำให้ได้จำนวนรำมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการมีพื้นที่ผิวในการขัดมากขึ้น จากการแตกของเมล็ดข้าว หินขัดจะขัดลบมุมของข้าวที่หักจนกลม ดังนั้น ยิ่งมีการแตกหักในการสีมากก็ยิ่งจะทำให้มีรำและปลายข้าวเล็กๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้เนื้อข้าวที่ควรจะได้รับปริมาณลดลง

เจ้าของโรงสีเกือบทั้งหมด มีความต้องการสีข้าวมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อเพิ่มรายได้ แต่การแตกหักจากการกะเทาะ การขัดขาวและการขนถ่ายลำเลียง ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว ข้าวที่ปลูกในเอเชียและแอฟริกา โดยทั่วไปจะเกิดการแตกหักในกระบวนการสีประมาณ 15 % ถ้าข้าวมีการแตกร้าวอยู่แล้ว ก็จะเพิ่มเปอร์เซ็นต์การแตกหักมากขึ้น เช่น ถ้าข้าวเปลือกมีการแตกร้าวภายในอยู่แล้ว ประมาณ 20 % ก่อนการสี เมื่อนำมาผ่านกระบวนการสีจะทำให้มีการแตกหักจากการสี รวม 35 %

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์

ในการสีข้าวเปลือกโดยทั่วไปจะได้แกลบจากการสีประมาณ 20 % ของน้ำหนักข้าวเปลือก แต่บางครั้งอาจจะสูงถึง 22 - 23 % ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ปริมาณแกลบที่ลดลง ในบางครั้งมีสาเหตุจากเมล็ดข้าวมีขนาดความหนามากจึงทำให้น้ำหนักแกลบที่ควรจะได้ลดลง

ข้าวพันธ์จาโปนิกา เป็นข้าวที่มีขนาดเมล็ดสั้นและกลม ลักษณะของความสั้นทำให้น้ำหนักของแกลบมีเพียง 17 % และลักษณะความกลมทำให้ข้าวมีการแตกหักได้ยากทำให้ได้ปริมาณรำและปลายข้าวลดลง จึงทำให้เนื้อข้าวที่ได้ของข้าวจาโปนิกามีค่าค่อนข้างสูง การมีเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ปนอยู่มากขึ้น จะทำให้ปริมาณแกลบที่ได้เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณข้าวกล้องลดลงซึ่งจะทำให้เนื้อข้าวที่ได้ลดลงตามไปด้วย นอกจากนั้นข้าวที่ไม่สมบูรณ์ยังแตกหักง่ายเนื่องจากการขัดข้าว จึงทำให้มีปริมาณรำและปลายข้าวมากขึ้น ปริมาณเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์จะลดลงได้ หากทำการเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวมีอายุที่เหมาะสม นอกจากนั้น การฝัดข้าวหลังการนวดจะแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกไป ทำให้ข้าวมีคุณภาพดีขึ้นและได้รับเนื้อข้าวเพิ่มมากขึ้น (รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2548 : 68)

เทคนิคการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ (2548 : 69) ได้กล่าวว่า เนื่องจากข้าวเปลือกที่ผลิตในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ในการซื้อขายข้าวเปลือกจึงมีการแบ่งชั้นข้าวเปลือก และเนื่องจากผู้ซื้อข้าวเปลือกส่วนใหญ่จะนำไปสีเป็นข้าวสาร ดังนั้น ชั้นข้าวเปลือกจึงมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานข้าวสาร ซึ่งเน้นในเรื่องความยาวของเมล็ด และสัดส่วนของข้าวหักชนิดต่าง ๆ การแบ่งชั้นข้าวเปลือกจึงเน้นในเรื่องนี้ด้วย โดยนำข้าวเปลือกที่จะซื้อไปสีออกมาเป็นข้าวสาร จะได้ข้าวสารชนิดใด จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการตรวจสอบไปตีราคาซื้อขายข้าวเปลือก การตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือก

วิธีการเก็บตัวอย่างมักจะแตกต่างกันออกไปตามสถานที่เก็บตัวอย่างข้าวเปลือก หรือวิธีการขนส่ง ได้แก่

1. การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกในยุ้งฉาง จะเก็บตัวอย่างโดยใช้มือหรือกระด้งฝัดข้าวจากริมกองเข้าไปหากลางกอง โดยทำไปเรื่อย ๆ จนรอบกองข้าว หรือใช้หลาวสุ่มที่สามารถแทงลงไปเก็บตัวอย่างข้าวภายใต้กองข้าวได้

2. การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกที่บรรจุในกระสอบ เครื่องมือที่ใช้ คือ ฉ่ำแทงข้าว และกระด้งฝัด โดยใช้ฉ่ำแทงข้าวทุก ๆ กระสอบเพื่อเก็บตัวอย่างข้าวใส่กระด้งฝัดข้าว การใช้ฉ่ำแทงข้าวทั้งปากกระสอบ กลางกระสอบ และก้นกระสอบสลับกันไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกที่บรรจุในรถบรรทุกหรือเรือกระแซง จะใช้หลาวสุ่มที่มีความยาวมาก ๆ ทั้งหลาวสุ่มมือถือ หรือสว่านสุ่มข้าวแทงลงไปภายในกองข้าวลึก ๆ ทุกระดับความลึกและหลายจุด แล้วนำมาผสมกันก่อนทำการตรวจสอบ หรือไม่มีหลาวสุ่มก็จะเก็บตัวอย่างข้าวส่วนบนไปตรวจสอบก่อนแล้วจึงตกลงราคากัน จากนั้นขณะขนถ่ายข้าวลงก็จะทำการสุ่มข้าวที่อยู่ลึก ๆ มาทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้งเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สุ่มครั้งแรก หากคุณภาพข้าวที่ได้ไม่เหมือนกันก็จะมีการตกลงราคากันใหม่

การตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก

โดยทำการพิจารณาตรวจสอบ ความชื้น สิ่งเจือปน ข้าวเสื่อมคุณภาพและข้าวเป็นโรค โดยมีวิธีการ ดังนี้

1. การตรวจสอบความชื้น ความชื้นมีผลต่อน้ำหนักของข้าวเปลือก และคุณภาพการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงเมื่อนำไปสีจะแตกหักได้ง่าย ซึ่งโดยทั่วไปความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมจะมีค่าระหว่าง 14 - 15 % ถ้าข้าวเปลือกมีความชื้นเกินปริมาณดังกล่าว ก็จะถูกตัดราคาหรือตัดน้ำหนักข้าว เพราะผู้ซื้อจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นข้าวเปลือกที่ซื้อให้อยู่ในระดับความเหมาะสมกับการสีหรือการเก็บรักษา การวัดความชื้นโดยทั่วไปโรงสีจะมีเครื่องวัดความชื้นเพื่อตรวจสอบความชื้นข้าวเปลือก แต่ถ้าไม่มี ผู้ซื้อก็จะใช้วิธีการประมาณความชื้นโดยการบีบหรืออัดเมล็ดข้าวหรือดูจากการบดข้าว

2. การตรวจสอบสิ่งเจือปน สิ่งเจือปนที่ติดมากับข้าวเปลือกอาจจะทำอันตรายต่อเครื่องจักรได้ ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากโรงสีจะไม่รับซื้อ แต่ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่บ้างแต่ไม่มาก โรงสีจะใช้วิธีหักน้ำหนักของสิ่งเจือปนจากน้ำหนักของข้าวเปลือกที่ชั่งได้ การตัดน้ำหนักสิ่งเจือปนอาจทำได้โดยการประมาณด้วยตาหรืออาจนำตัวอย่างมาเทลงบนพื้นที่สะอาดผสมคลุกเคล้าแล้วตักข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนัก แล้วใส่กระด้งฝัดหรือตะแกรงร่อน เพื่อแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือกให้หมด จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ได้ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง และนำตัวเลขมาคำนวณหาน้ำหนักของสิ่งเจือปน

3. การตรวจสอบข้าวเสื่อมคุณภาพ ข้าวที่เสื่อมคุณภาพมักเกิดจากการเก็บไว้นานเกินไปหรือเก็บไว้อย่างไม่เหมาะสม เมื่อนำไปสีจะได้ข้าวหักสูงและเมล็ดข้าวจะมีสีเหลือง ซึ่งการค้าข้าวเรียกว่า ข้าวฟันหนู ข้าวเปลือกที่เสื่อมคุณภาพจะถูกตัดราคา การตรวจสอบทำได้โดยการดูด้วยตาหรือบดข้าว แล้วประเมินปริมาณข้าวเสื่อมราคา

4. การตรวจสอบข้าวเป็นโรค เมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์หรือมีอาการผิดปกติเนื่องจากถูกทำลายโดยแมลงและเชื้อรา ทำให้เมล็ดลีบ หรือมีสีคล้ำ เมื่อนำไปสีจะได้ข้าวสารที่มีเมล็ดผอมบาง ขัดไม่มัน มีน้ำหนักเบาและแตกหักง่าย พ่อค้าจะตัดราคาข้าวเปลือก หากตรวจพบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมล็ดที่เป็นโรคหรือได้รับความเสียหายอาจไม่รับซื้อเลย การตรวจสอบทำได้โดยการดูด้วยตาหรือการบดข้าว

การตรวจสอบอัตราการกะเทาะ

หลังจากตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นแล้วก็จะทำการตรวจสอบอัตราการกะเทาะ เพื่อดูปริมาณข้าวหัก พื้นข้าว และความยาวเมล็ดข้าวสารเพื่อนำไปแบ่งชั้นข้าว การตรวจสอบทำได้หลายรูปแบบ คือ การบดข้าวบนกระดานบด และการใช้เครื่องตรวจสอบ

การบดข้าวทำได้โดยนำตัวอย่างข้าวเปลือกเทลงบนกระดานบดข้าว แล้วใช้ไม้บดข้าวตรงส่วนที่เป็นปลายเล็ก เกลี่ยข้าวเปลือกให้กระจายเต็มกระดานบด จากนั้นใช้มือที่ถนัดจับไม้บดตรงส่วนที่เป็นปลายใหญ่เพื่อกันไม่ให้หลุดจากมือ แล้วจึงใช้อีกมือหนึ่งจับไม้บดข้าวตรงส่วนที่เป็นปลายเล็ก ดันไม้บดข้าวให้หมุนไปรอบ ๆ ให้ทั่วกระดานบดข้าว โดยไม่ยกไม้บดออกจากกระดานบดข้าวเลย การบดจะทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งข้าวเปลือกแตกออกเกือบหมด (ร้อยละ 80 ขึ้นไป) การบดข้าวเปลือกออกแรงบดน้อยเกินไป เมล็ดข้าวเปลือกจะไม่กะเทาะ แต่ถ้าออกแรงมากเกินไปข้าวก็จะแตกหักหมด ไม่ว่าจะเป็นข้าวเปลือกชั้นดีเพียงใด หลังจากบดข้าวเปลือกแล้ว ก็จะใช้แปรงกวาดข้าวเปลือกจากกระดานบดลงไปบนกระด้งฝัดข้าว แล้วทำการฝัดข้าวเพื่อแยกเอาเปลือก (แกลบ) ออกจนหมด แล้วเขย่าข้าวบนกระด้งฝัดที่วางเอียงกับแนวราบเบา ๆ เพื่อให้ข้าวบนกระด้งที่มีน้ำหนักแตกต่างกันแยกออกจากกัน แล้วจึงนำต้นข้าวและปลายข้าวไปพิจารณาว่าข้าวเปลือกควรอยู่ในชั้นใด โดยพิจารณาจากความยาว รูปร่าง และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาอัตราการกะเทาะหรือเปอร์เซ็นต์การแตกหัก

การตรวจสอบโดยใช้เครื่องบดสามารถทำได้หลายแบบ ทั้งที่ใช้ลูกหินบดและลูกยางบดเมล็ดข้าวเปลือก จากนั้นจึงนำข้าวที่บดได้ไปฝัดแยกแกลบ และแยกต้นข้าวหรือใช้ตะแกรงคัดขนาดความยาว ทำการคัดแยกต้นข้าว เพื่อคำนวณหาอัตราการกะเทาะหรือเปอร์เซ็นต์การแตกหักต่อไป

เครื่องบดที่โรงสีโดยทั่วไป จะเป็นแบบลูกหินบดที่ควบคุมการกะเทาะเปลือกโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานในการบดข้าวเปลือกให้กะเทาะมากหรือน้อยตามต้องการ จากนั้นจึงนำไปคัดแยกเปอร์เซ็นต์โดยใช้กระด้งฝัด หรือตะแกรงคัดขนาด แต่ปัจจุบันทางราชการได้ออกประกาศให้โรงสีมีเครื่องบดข้าวลาดกระบัง 02/2 เอาไว้ตรวจสอบการกะเทาะ โดยเครื่องประกอบด้วยลูกหินกะเทาะที่มีตุ้มน้ำหนักกดควบคุมการกะเทาะ และตะแกรงคัดขนาดความยาวอยู่ในเครื่องเดียวกัน นอกจากนั้น ยังมีการใช้เครื่องทดสอบการกะเทาะแบบลูกยาง กะเทาะคู่กับตะแกรงคัดขนาดความยาวในการตรวจสอบอัตราการกะเทาะซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ก็ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าการบดด้วยกระดานบดข้าว การตรวจสอบส่วนผสมข้าวที่กะเทาะได้ สามารถทำได้ทั้งการตรวจสอบด้วยสายตาซึ่งต้องใช้ความชำนาญของผู้ตรวจสอบ การตรวจสอบด้วยวิธีการคัดข้าวแล้วนำมา

ชั่งน้ำหนักโดยชั่งข้าวตัวอย่าง 50 หรือ 100 กรัม มาคัดแยกเมล็ดข้าวออกจากกัน แล้วนำแต่ละส่วนที่ได้ไปชั่งน้ำหนักมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกต้องมากที่สุด และการตรวจสอบด้วยวิธีวัดปริมาตร โดยใช้หลอดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร ใส่เมล็ดข้าวให้เต็มแล้วเคาะกับพื้นโต๊ะเบา ๆ เพื่อให้เมล็ดเรียงตัวอัดแน่นเต็มหลอด จากนั้นเทข้าวลงบนโต๊ะเพื่อคัดแยกข้าวขนาดต่าง ๆ ออกจากกัน แล้วนำเมล็ดแต่ละขนาดเทลงในหลอดแก้ว เพื่อวัดปริมาตรของแต่ละส่วนแล้วเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของข้าวชนิดนั้น ๆ

เชื้อเพลิงชีวมวล

กระทรวงพลังงาน (2549 : 74) รายงานว่า เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากการทับถมตัวของซากพืชซากสัตว์ ภายใต้โลกหรือเรียกว่าเชื้อเพลิงดึกดำบรรพ์ (Fossil Fuel) ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เชื้อเพลิงอีกประการหนึ่ง คือ เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) ซึ่งเป็นวัตถุที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น ไม้ ขี้เลื่อย และแกลบข้าว เป็นต้น เชื้อเพลิงประเภทชีวมวลนี้ส่วนใหญ่จะได้จากสิ่งที่เหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งสามารถหาได้ง่ายในกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตร

ประเภทของเชื้อเพลิงชีวมวล

เชื้อเพลิงชีวมวลสามารถแยกประเภทได้ 4 ประเภท คือ

1. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากไม้ (Forest Biomass) ซึ่งสามารถแยกเป็นไม้เนื้ออ่อน (Soft Wood) และไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) ในเชื้อเพลิงประเภทนี้มีปริมาณของ ลิกนิน (Lignin) อยู่ประมาณ 40 % ในไม้เนื้อแข็ง ตัวอย่างของเชื้อเพลิงประเภทนี้ได้แก่ เศษไม้ กิ่งไม้ และขี้เลื่อย

2. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากการเกษตร (Agriculture Biomass) ส่วนใหญ่จะเป็นของเหลือใช้ในการเกษตร เช่น แกลบข้าว ซึ่งสารพวกนี้จะมีปริมาณสารลิกนินต่ำประมาณ 0 - 20%

3. เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) เช่น เชื้อเพลิงที่ได้จากการผลิตน้ำตาล คือ ชานอ้อย นอกจากนี้ก็ยังมีกากสับปะรดที่ได้จากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง เชื้อเพลิงประเภทนี้จะมีปริมาณความชื้นสูง

4. เชื้อเพลิงที่ได้จากของเหลือใช้จากคน (Domestic Wastes) ได้แก่ เชื้อเพลิงจากขยะเทศบาล เป็นต้น

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวล

เชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงชีวมวลโดยทั่วไปจะเป็นเชื้อเพลิงแตกต่างกันตามประเภทของเชื้อเพลิงชีวมวล และการที่เชื้อเพลิงชีวมวลมีปริมาณความชื้น และองค์ประกอบที่แตกต่างกัน จึงทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลมีค่าแตกต่างกันด้วย ดังตาราง 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 3 เชื้อเพลิงพลังงานชีวมวล

วัสดุ	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)
ชานอ้อย	1900
ขยะ	2000
แกลบ	3300
ขี้เลื่อย	4000

ที่มา : กระทรวงพลังงาน. 2549 : 75

เชื้อเพลิงชีวมวลที่นิยมมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน ส่วนมากจะเป็นขี้เลื่อยและแกลบ เพราะให้ปริมาณความร้อนสูงจากการเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของชีวมวลที่เป็นแกลบข้าว และขี้เลื่อย พบว่า

1. ขี้เลื่อย

1.1 ข้อดี มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงที่ดี เนื่องจากเมื่อเผาไหม้แล้วจะได้ปริมาณเถ้าน้อยกว่า 2% และไม่มีปริมาณซัลเฟอร์เลย จึงทำให้เกิดมลพิษในอากาศน้อยมาก

1.2 ข้อเสีย มีปริมาณความร้อนชื้นสูง 20 - 50 % ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาที่ปล่อยทิ้งไว้หลังจากถูกผลิตมา เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง และมีความหนาแน่นต่ำ (400 - 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ดังนั้นต้องเสียพื้นที่ในการจัดเก็บมาก

2. แกลบ

2.1 ข้อดี มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงที่ได้ดีพอสมควรและราคาถูกมาก

2.2 ข้อเสีย เมื่อเผาไหม้จะมีขี้เถาสูงประมาณ 15.7 - 21.3 % มีปริมาณความชื้นสูงประมาณ 2.4 - 11 %

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงชีวมวลโดยวิธี Ultimate Analysis ทำให้ทราบองค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลของขี้เลื่อยและแกลบ ดังตาราง 4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 4 องค์ประกอบของขี้เลื่อยและแกลบ

ส่วนประกอบ	ขี้เลื่อย	แกลบ
ธาตุคาร์บอน (%)	50 - 53	40 - 42
ออกซิเจน (%)	40 - 41	36 - 37
ไฮโดรเจน (%)	6 - 7	5
ไนโตรเจน (%)	0.5 - 1	1
ขี้เถ้า (%)	0.5 - 1	14 - 17

ที่มา : กระทรวงพลังงาน. 2549 : 76

และจากการที่เชื้อเพลิงชีวมวลมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีความต้องการปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ต่างกัน

การอบแห้ง

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2540 : 20) กล่าวว่า การอบแห้ง หมายถึง ขบวนการที่ความร้อนจากอากาศถ่ายเทให้กับวัสดุที่มีความชื้น และภายในวัสดุจะเกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนและถ่ายเทมวลจากวัสดุสู่อากาศพร้อมกัน ทำให้ความชื้นภายในวัสดุลดลง ในขณะที่อากาศร้อนถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ และขณะเดียวกันก็พาความชื้นออกจากวัสดุด้วย การอบแห้งจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และช่วงการอบแห้งลดลงด้วย อัตราการอบแห้งแบบคงที่การอบแห้งจะถูกควบคุมด้วยความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ แต่ในช่วงอัตราการแพร่ของน้ำภายในวัสดุมาที่ผิวเท่านั้น การบอกปริมาณความชื้นในวัสดุสามารถบอกได้เป็นหน่วยใน 2 มาตรฐาน คือ

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet Basis) , M_w

$$M_w = \frac{w - d}{w} \times 100$$

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry Basis) , M_d

$$M_d = \frac{w - d}{d} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อ w คือ มวลของวัสดุ, kg
d คือ มวลของวัสดุแห้ง, kg
M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก, % w.b.
M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง, % d.b.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

วรรณี เอกศิลป์ (2533 : 5) ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลโรงสีข้าวทั่วประเทศ 46,125 โรง มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 1 ตันต่อวันถึง 1,000 ตันต่อวัน จำนวน 181 โรง ผลผลิตข้าวเปลือก ปี พ.ศ. 2532 - 2533 ผลิตได้ 21 ล้านตัน จากการประเมินอาจจะมีแกลบเหลือใช้ประมาณ 2.4 ล้านตัน ปริมาณดังกล่าวยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์หรือการศึกษาแนวทางนำมาใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่า จึงเป็นเหตุผลที่นำเอาแกลบมาเป็นเชื้อเพลิงในการสร้างเตา

ประจักร์ จิตรีพิทย์ (2535 : 16) ได้ศึกษารูปแบบการไหลและลักษณะการสันดาปของห้องเผาไหม้แบบไซโคลนที่ใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง โดยได้ศึกษาเพื่อให้ได้กระบวนการที่ให้ทั้งประสิทธิภาพและการลดมลภาวะ ห้องเผาไหม้ไซโคลนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Do) 155 มิลลิเมตร ขนาดปากทางออก (De) 68.5 มิลลิเมตร ความสูง (L) 310 มิลลิเมตรและอัตราส่วน L/Do เท่ากับ 2 พบว่าอนุภาคได้รับอิทธิพลจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดจากการหมุนวนภายในเตาและเกิดการรวมกลุ่มเคลื่อนที่วนเป็นเกลียวลงสู่ก้นไซโคลนและจากก้นไซโคลนจะไหลหมุนสวนขึ้นตามแนวแกนออกสู่ปากทางออก การสันดาปขี้เลื่อยให้อุณหภูมิเปลวไฟสูงถึง 1,100 องศาเซลเซียส ที่อัตราส่วนสมมูล 1.5 - 2.0 จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแก๊ส พบว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ค่อนข้างสูง คือ 800 และ 2,700 ppm ที่อัตราส่วนสมมูล 2.0 และ 1.5 ตามลำดับ

อดิศักดิ์ ชูจินดา (2540 : 4) ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบเตาเผาแกลบชนิดฟูอิดไดซ์สำหรับอบแห้งข้าวเปลือก ขนาด 10 ตันต่อชั่วโมง ลักษณะเตาเป็นแบบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.37 เมตร สูง 2.75 เมตร ระบบป้อนเชื้อเพลิงแบบ Screw Conveyer โดยป้อนแกลบพร้อมกับอากาศเข้าด้านบนของห้องเผาไหม้ในแนวสัมผัสกับผนังเตา มีการนำอากาศร้อนกลับร้อยละ 70 จากการทดสอบที่อัตราการไหลอากาศ 1.11 กิโลกรัมต่อวินาที พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผา คิดเป็นร้อยละ 59 - 63 และประสิทธิภาพการเผาไหม้ของคาร์บอนอยู่ที่ร้อยละ 85 - 92

บุญเรือง ศรีสวัสดิ์ (2541 : 16) ได้ศึกษาต่อเนื่องงานวิจัยของ อดิศักดิ์ ชูจินดา (2540 : 4) โดยหุ้มฉนวนความร้อนรอบผนังเตาเพื่อลดการสูญเสียความร้อน ปรับปรุงระบบจ่ายลม เพิ่มความแข็งแรงของแผ่นตะแกรงและเพิ่มขนาดใบปาดขี้เถ้า หลังจากนั้นทำการทดลองเหมือนกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ความสูงขี้เถ้า 30 45 50 และ 60 เซนติเมตร อัตราการป้อนแกลบ 110 - 136 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อากาศส่วนเกินร้อยละ 260 - 350 ใช้เวลาการเผาไหม้ 3 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผาอยู่ที่ร้อยละ 57 - 73 ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของคาร์บอนร้อยละ 89 - 97 โดยประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงสุดร้อยละ 73 ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของคาร์บอนร้อยละ 96 ที่ความสูงขี้เถ้าบนตะแกรง 50 เซนติเมตร ที่อัตราการป้อนแกลบ 110 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อากาศส่วนเกินร้อยละ 350

พิมล วุฒิสินธ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์ (2542 : 101) ได้ศึกษาออกแบบสร้างเตาเผาแกลบแบบไซโคลนลักษณะของเตาเป็นรูปทรงกระบอก ประกอบด้วย ห้องเผาไหม้ ชุดป้อนแกลบ ชุดถ่านเถ้าแกลบและชุดพัดลม ทำการทดสอบที่อัตราการป้อนแกลบ 127.9, 105.7 และ 95.9 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพของเตาเผาแกลบแบบไซโคลนอยู่ที่ร้อยละ 70.47, 77.6 และ 83.1 ปริมาณเถ้าแกลบโดยน้ำหนักอยู่ที่ร้อยละ 21.97, 23.27 และ 35.25 ตามลำดับ

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ (2544 : 8) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางความร้อนของการเผาไหม้ขี้เลื่อยในเตาเผาไซโคลน และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เตาไซโคลนที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยห้องเผาไหม้ ท่อส่งอากาศส่วนที่หนึ่ง (Primary Air) ท่อส่งอากาศส่วนที่สอง (Secondary Air) ที่ป้อนอากาศในแนวสัมผัสผนังเตาในห้องเผาไหม้ สำหรับอากาศส่วนที่สาม(Tertiary Air) จะถูกป้อนเข้าสู่ด้านล่างใต้ตะแกรงของห้องเผาไหม้ พบว่า เมื่อปริมาณอากาศส่วนที่หนึ่งและสามเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพทางความร้อนรวมจะเพิ่มขึ้น และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลง เมื่ออุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้สูงขึ้น ทั้งนี้ประสิทธิภาพทางความร้อนรวมของระบบสูงสุดร้อยละ 75 % การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในเชื้อเพลิงที่ร้อยละ 98.5และความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ในก๊าซร้อน 56 ppm ที่สัดส่วนอากาศของส่วนที่หนึ่งต่อส่วนที่สองต่อส่วนที่สาม เท่ากับ 80:0:20 โดยอุณหภูมิในห้องเผาไหม้มีค่าประมาณ 800 องศาเซลเซียส

วิบูลย์ เทเพนทร์ และคณะ (2547 : 45) ได้พัฒนาเตาเผาแกลบสำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือก 2 แบบ คือ เตาแบบเกษตรกร และเตาแบบผู้ประกอบการ เตาแบบเกษตรกรเป็นแบบให้ความร้อนกึ่งทางอ้อม เป็นแบบผสมของเตาเผาแกลบไซโคลนกับแบบตะกรับ ใช้สำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือกแบบกระบะขนาด 2 ตัน ได้ 1 - 2 เครื่อง ส่วนล่างของเตาจะเป็นเตาแบบตะกรับมีพื้นที่ตะแกรงขนาด 0.4 $ม^2$ ส่วนด้านบนของเตาจะเป็นแบบไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ม. สูง 1.2 ม. มีท่อลมอยู่ภายในทำหน้าที่ทั้งเป็นท่อลมและท่อแลกเปลี่ยนความร้อน มีชุดดักฝุ่นเถ้าอยู่ด้านบนตัวเตา ในการใช้งานจะมีท่อลมร้อนที่ออกจากเตาซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับพัดลมของเครื่องลดความชื้นแบบกระบะต่อท่อเข้าทางด้านดูดของพัดลม ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณความร้อนที่ได้ 50 - 100 กิโลวัตต์ ปริมาณขี้เถ้าแกลบที่ผสมกับลมร้อนมีปริมาณน้อยมาก เตาแบบผู้ประกอบการเป็นแบบเตาไซโคลนมีชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ลมร้อนที่ได้สะอาด

ไม่มีกลิ่นควันไฟ เตาที่พัฒนาขึ้นมีค่าภาระเตา 1,500 เมกกะจูล/ชม. ต่อปริมาตรเตา 1 ลูกบาศก์เมตร ตัวเตาเป็นรูปทรงกระบอก ด้านล่างเป็นรูปกรวย ช่วงที่เป็นทรงกระบอกจะมีความสูงเป็น 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง การป้อนแกลบจะป้อนที่ด้านบนของเตาในแนวเส้นสัมผัส เพื่อให้แกลบหมุนวนในเตา อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะใช้พัดลมเป่าเข้าภายในเตาโดยจะใช้มากกว่าอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จริงตามทฤษฎี 110 % อากาศร้อนจะออกจากเตาทางด้านบนผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and Tube ลมสะอาดจะไหลผ่านนอกท่อไฟ ผลการทดสอบเตาต้นแบบขนาด 450 กิโลวัตต์ พบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวมมีค่า 45 %

สุพิชฌาย์ มีสุขเจ้าสำราญ (2551 : 43) ได้ศึกษาผลกระทบระยะเวลาพัก อุณหภูมิและความเร็วอากาศ อบแห้งที่มีต่ออัตราอบแห้ง อัตราสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และคุณภาพผลิตผลหลังการอบแห้ง เมื่ออบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบหล่นอิสระ โดยทดลองอบแห้งข้าวเปลือกด้วยอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 40, 60, 100, 130 และ 150°C ความเร็วอากาศอบแห้ง 1, 2 และ 3 m/s สำหรับระยะเวลาพักข้าวเปลือก เลือกใช้ 1, 2 และ 4 นาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความเร็วอากาศอบแห้งที่สูง ทำให้อบแห้งได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานรวมจำเพาะลงได้มาก (พลังงานปฐมภูมิจำเพาะรวมกับพลังงานทุติยภูมิจำเพาะ) โดยความเร็วอากาศอบแห้งจะให้ผลมากที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากไม่เกิดการอั้นด้วยการแพร่ความชื้นภายในเมล็ด ส่วนการพักนั้นถ้าอุณหภูมิเมล็ดข้าวสูงเกินกว่าอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพคล้ายแก้ว การพักที่นานกว่าจะทำให้อัตราอบแห้งที่สูงกว่าเสมอ ซึ่งในภาพรวมการพักสามารถลดการใช้พลังงานรวมจำเพาะได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ข้าวเปลือกที่อบแห้งด้วยระยะเวลาพักมากกว่าหรือเท่ากับ 1 นาที จะมีปริมาณข้าวต้นและความขาวของข้าวสารใกล้เคียงกับตัวอย่างอ้างอิง และแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับข้าวเปลือกที่อบแห้งอย่างต่อเนื่อง เพราะการพักช่วยคลายความเค้นที่กระทำกับเมล็ด จึงไม่เกิดการแตกหักขณะทำการขัดสี อีกทั้งเพราะระยะเวลาอบแห้งที่สั้นสลับกับการพัก อุณหภูมิสะสมของเมล็ดจึงต่ำ ด้วยเหตุนี้แม้ใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง จึงยังคงรักษาความขาวของข้าวสารได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ช่วงการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องอบแห้งแบบหล่นอิสระควรเป็นช่วงที่อากาศอบแห้งมีอุณหภูมิประมาณ 130°C โดยใช้อากาศความเร็วสูง 3 m/s และระยะเวลาพัก 4 นาที เพราะทำให้สามารถอบแห้งได้รวดเร็ว ใช้พลังงานน้อย ได้ปริมาณข้าวต้นสูง และความขาวของข้าวสารอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

งานวิจัยต่างประเทศ

Rajvir et al. (1980 : 113) ศึกษาและออกแบบเตาเผาแบบไซโคลนสำหรับอบแห้งข้าวเปลือก 1 ตัน ลักษณะของเตาเผาเป็นทรงกระบอกมีกรวยด้านล่างเตาเผา มีปริมาตรห้องเผาไหม้ 0.34 ลูกบาศก์เมตร ทำการทดลองที่อัตราการป้อนเชื้อเพลิงแกลบ 5 - 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการไหลของอากาศ 1.78, 2.25 และ 2.80 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที พบว่าประสิทธิภาพสูงสุดร้อยละ 80 ที่อัตราการป้อนแกลบ 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการไหลของอากาศ 2.80 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจากร้อยละ 35 เหลือร้อยละ 14 มาตรฐานแห้ง

Fang et al. (2003 : 124) ศึกษาการเผาไหม้แกลบในเตาแบบฟลูอิไดซ์เบด ขนาด 1 เมกกะวัตต์ทางความร้อน โดยอุณหภูมิจุดติดไฟของแกลบนั้นจะอยู่ที่ 340 องศาเซลเซียส ใช้ทรายซิลิกอน(Silicon) และถ่านหินช่วยในการเผาไหม้ พบว่าประสิทธิภาพของการเผาไหม้มากกว่าร้อยละ 97 และมีคาร์บอนในขี้เถ้าลอยอยู่ระหว่างร้อยละ 3 และร้อยละ 8 ปริมาณการปล่อย CO 200 - 800 ppm, SO_2 50 - 100 ppm และ NOx 150 - 220 ppm และจากการศึกษาสรุปได้ว่า ความเร็วที่เหมาะสมในการเกิดฟลูอิดไดซ์ที่เหมาะสม คือ 1.2 เมตรต่อวินาที และสัดส่วนอากาศปฐมภูมิต่อทุติยภูมิที่ 7 : 3 ของปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไปเผาไหม้

Permchart and Kouprianov (2004 : 92) ศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเตาเผาแบบฟลูอิไดซ์ของเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ ขี้เลื่อย แกลบ และชานอ้อย ใช้ทรายซิลิกาเป็นวัสดุในเบด ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ อัตราการป้อนเชื้อเพลิง และปริมาณอากาศส่วนเกิน พบว่าเมื่อใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จะให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงสุดร้อยละ 86 ที่ปริมาณอากาศส่วนเกินร้อยละ 90 และพบว่าเชื้อเพลิงแกลบจะมีค่าการปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์สูงมากกว่าชานอ้อยและขี้เลื่อย ตามลำดับ

Iguaz et al. (2006 : 73) ศึกษาคุณภาพข้าวเปลือกหลังการอบแห้งต่อเนื่อง การอบแห้งแบบไม่ต่อเนื่อง แบ่งเป็น 2 ช่วงโดยทำการ Tempering ระหว่างช่วงการอบแห้งด้วยอุณหภูมิอากาศแวดล้อม และการอบแห้งแบบต่อเนื่อง ที่ต่อด้วยการ Tempering ด้วยอุณหภูมิ 60°C โดยงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลา Tempering เท่ากับ 8 เท่าระยะเวลาอบแห้ง ใช้อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 53, 60 และ 80°C ลดความชื้นจากข้าวเปลือกความชื้นเริ่มต้น 16 - 18 % w.b. ถึงความชื้นสุดท้าย 11 - 13 % w.b. ผลการทดลองแสดงว่าการอบแห้งแบบต่อเนื่องด้วยอากาศอบแห้งที่มีอุณหภูมิและความจุความชื้นสูงทำให้อบแห้งได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา แต่เป็นผลเสียกับปริมาณข้าวต้น ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการ Tempering ที่อุณหภูมิ 60°C หลังการอบแห้ง หรืออีกวิธีหนึ่งคือการอบแห้งแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งสามารถลดความเค้นในเมล็ดข้าว ทำให้เปอร์เซ็นต์รอยร้าวลดลงได้

Aquerreta et al. (2007 : 83) ทำการศึกษาจำนวนรอบการอบแห้งข้าวเปลือกที่สอดคล้องกับการอุณหภูมิ Tempering ที่แตกต่างกัน โดยทดลองอบแห้งแบบชั้นบางด้วยอากาศอุณหภูมิ 60°C, ความชื้นสัมพัทธ์ 4 % ซึ่งแบ่งออกเป็น 1, 2 และ 3 ช่วงการอบแห้ง สลับกับการ Tempering ที่อุณหภูมิแวดล้อม, อุณหภูมิ 40°C หรือ 60°C ด้วยระยะเวลา Tempering 8 เท่าของระยะเวลาอบแห้ง พบว่ากรณีลดความชื้นในปริมาณที่เท่ากัน (จาก 18 ถึง 12 % w.b.) การอบแห้งที่แบ่งออกเป็น

2 และ 3 ช่วงสามารถลดจำนวนเมล็ดที่มีรอยร้าวได้ แต่อุณหภูมิ Tempering ที่สูงจะมีผลดีต่อปริมาณข้าวต้นและลดจำนวนรอยร้าวของข้าวได้มากกว่า และพบว่าเงื่อนไขที่ดีที่สุดคือการอบแห้งแบบ 2 ช่วงที่มีการ Tempering ด้วยอุณหภูมิ 60°C หลังการอบแห้งแต่ละช่วง ซึ่งจะทำให้คุณภาพข้าวที่ได้ดีและประหยัดพลังงาน

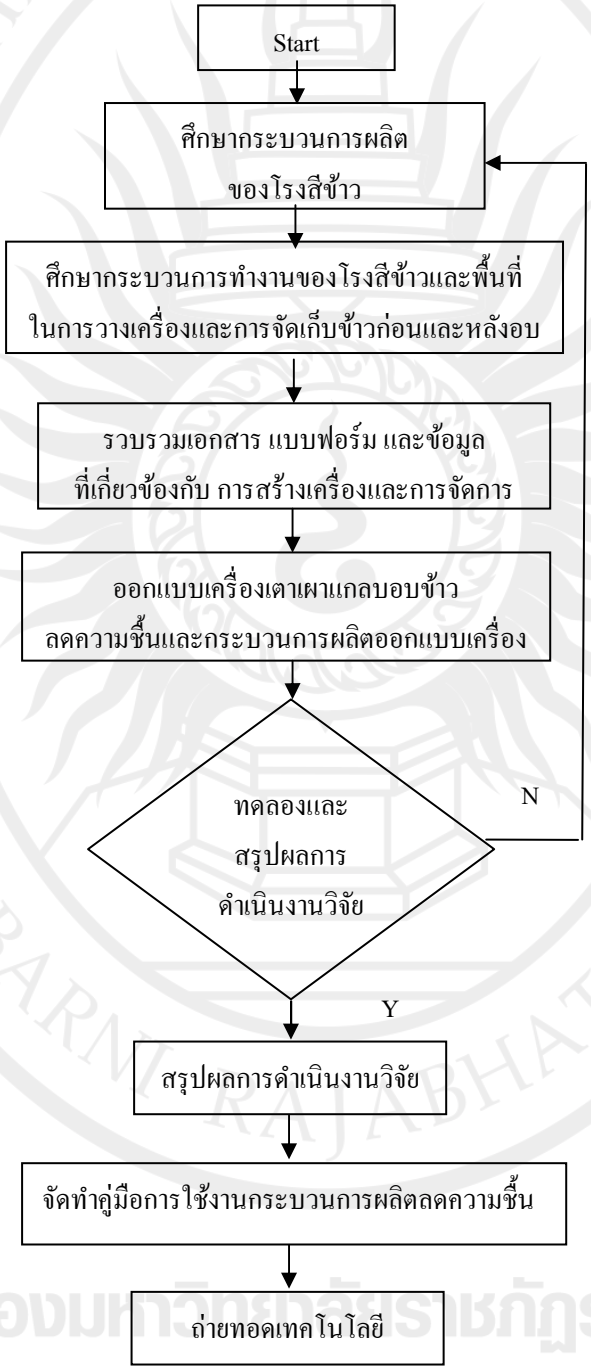
Srinivas and Venkat (2007 : 68) ศึกษาการเผาไหม้แกลบในเตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบดโดยใช้อากาศแวดล้อมที่ปริมาณอากาศส่วนเกินสูง ที่อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง 8.3 - 12.6 จากการทดลองพบว่าเมื่ออัตราไหลของอากาศเพิ่มขึ้นถึง 22.4 ลิตรต่อวินาที (ร้อยละ 94.39 ของอากาศส่วนเกิน) อุณหภูมิการเผาไหม้สูงสุด 800 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณอากาศมากเกินพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้สารประกอบของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ได้จนหมด โดยอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นตามความสูงของห้องเผาไหม้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า แกลบเป็นแหล่งพลังงานที่ให้ความร้อนสูงและมีราคาถูกและเป็นผลผลิตจากโรงสีข้าว เตาเผาแกลบควรเป็นแบบไซโคลนเพาะมีประสิทธิภาพสูงในการอบแห้งข้าวเปลือกควรมีการพักข้าวหลังจากอบแห้ง 8 เท่าของเวลาที่ใช้อบ เพื่อลดการแตกหักของข้าวจากการสี ดั้งนั้นในการพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เตาเผาแกลบเป็นแหล่งพลังงานนั้นจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของโรงสีข้าวสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 8 แผนภูมิขั้นตอนการวิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด ยี่ห้อ Digicon รุ่น DP-92
2. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Digital Photo Tachometer รุ่น DT2234A
3. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ Protros รุ่น TH060H
4. เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว ยี่ห้อ kett รุ่น M-999 และ PM-499
5. เครื่องคัดข้าว ยี่ห้อ เง็กเซ่งฮวด รุ่น I-1
6. ตาชั่งสปริง ยี่ห้อ สิงห์โตคู่ พิกัด 60 kg
7. ตาชั่งดิจิทัล ยี่ห้อ TANITA รุ่น KD-200 พิกัด 1000 g
8. มิเตอร์ไฟฟ้า ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น K 41 YB ขนาด 15/45 Ah
9. Thermocouple Type K
10. Micro processer controller ยี่ห้อ Golink รุ่น FY-800
11. Micro processer controller ยี่ห้อ Ascon Spa รุ่น X-1 line

วิธีการ

1. ศึกษากระบวนการผลิตของโรงสีข้าว อัตราการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องอบข้าวและเตาเผาแกลบ

2. ปรับปรุงพื้นที่เพื่อติดตั้งเตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

3. สร้างเตาเผาแกลบตามแบบของ วิบูลย์ เทเพนทร์ และคณะ (2547 : 45) กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

4. ออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียนโดยมีกำลังการผลิต 150 กิโลกรัมข้าวเปลือก

5. ทดสอบเตาเผาแกลบ

   5.1 ชั่งน้ำหนักแกลบที่จะใช้ในการทดสอบ

   5.2 เทแกลบลงในถังป้อนของเตาแกลบ

   5.3 หมุนลูกกลิ้งป้อนแกลบเพื่อป้อนแกลบสู่ห้องเผาไหม้

   5.4 จุดไฟใต้ห้องเผาไหม้

   5.5 จับเวลาที่เริ่มจุดไฟและวัดอุณหภูมิลมร้อนทุก ๆ 5 นาที จนได้อุณหภูมิสูงสุด

   5.6 เมื่อไฟดับแล้วหมุนลูกกลิ้งนำขี้เถ้าแกลบออก

   5.7 ชั่งน้ำหนักขี้เถาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. การทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

6.1 ชั่งน้ำหนักแกลบและข้าวที่จะใช้ในการทดสอบ จดมิเตอร์ไฟฟ้า

6.2 สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อวัดความชื้นก่อนอบ

6.3 เทแกลบลงในถังป้อนของเตาแกลบ

6.4 หมุนลูกกลิ้งป้อนแกลบเพื่อป้อนแกลบสู่ห้องเผาไหม้

6.5 เปิดสวิทช์หลักของตู้ควบคุมและเปิดสวิทช์ให้พัดลมดูดลมร้อนทำงาน โดยพัดลมดูดความร้อนจะหยุดทำงานเมื่อถึงอุณภูมิที่ตั้งไว้ และเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 2 องศาเซลเซียส

6.6 จุดไฟใต้ห้องเผาไหม้ รอจนได้อุณหภูมิที่กำหนด ใส่ข้าวเปลือกลงถังอบ เปิดสวิทช์ควบคุมเกลียวหมุนเวียนข้าวเปลือก โดยเกลียวหมุนเวียนข้าวเปลือกจะทำงาน 5 นาที และหยุด 1 นาที สลับกันจนเสร็จสิ้นการทดสอบ

6.7 กำหนดอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบ 120 องศาเซลเซียส เวลาในการอบ 20 นาที เวลาในการพักข้าว 160 นาที

6.8 สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกหลังอบ ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบ จดมิเตอร์ไฟฟ้า

6.9 นำข้าวเปลือกที่อบและพักแล้ว เข้าเครื่องสีข้าว

6.10 สุ่มตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวขาวเพื่อนำไปคัดคุณภาพ

6.11 คัดคุณภาพข้าวด้วยเครื่องคัดข้าว

6.12 ทำซ้ำ ข้อ 6.1 ถึง 6.11 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้อบเป็น 140 และ 160 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

6.13 ทำซ้ำ ข้อ 6.1 ถึง 6.11 แต่เปลี่ยนเวลาที่ใช้อบเป็น 30 และ 40 นาที ตามลำดับ

6.14 ทำซ้ำ ข้อ 6.1 ถึง 6.11 แต่เปลี่ยนเวลาพักข้าวเป็น 240 และ 320 นาที ตามลำดับ

6.15 จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เตาเผาแกลบ

7. อบรมบุคลากรในชุมชนและผู้สนใจ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 4
ผลและการวิจารณ์

ผลและการวิจารณ์ เรื่อง การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ ประกอบด้วย

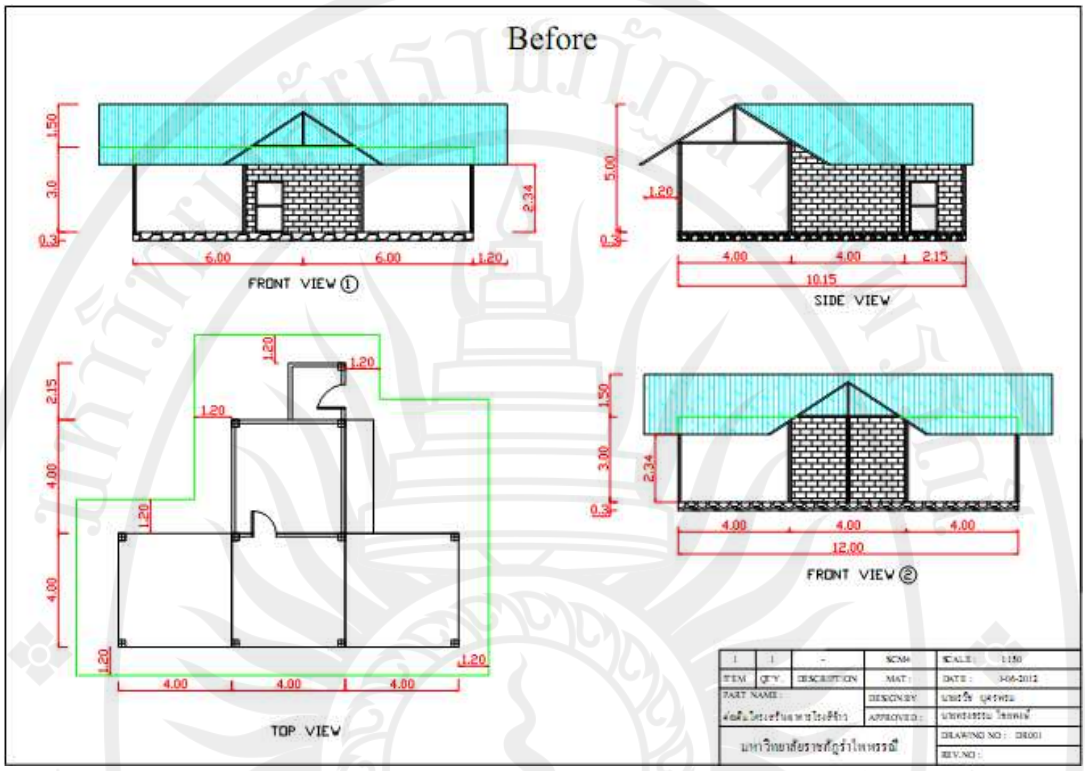
1. การศึกษากระบวนการผลิตของโรงสีข้าว อัตราการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องอบข้าวและเตาเผาแกลบ
2. การปรับปรุงพื้นที่เพื่อติดตั้งเตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก
3. การสร้างเตาเผาแกลบ
4. การออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน
5. การทดสอบเตาเผาแกลบ
6. การทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก
7. การตรวจสอบคุณภาพข้าว
8. ค่าใช้จ่ายในการอบข้าวเปลือก
9. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
10. การใช้ประโยชน์ขี้เถ้าแกลบ
11. สรุปข้อดีข้อเสียและการใช้งานของเกษตรกร

การศึกษากระบวนการผลิตของโรงสีข้าว อัตราการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องอบข้าวและเตาเผาแกลบ

จากการสอบถามข้อมูลกับผู้ใหญ่บ้านและตัวแทนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกวียนหัก สามารถสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. โรงสีชุมชนมีกำลังการผลิต 1,500 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อสัปดาห์ ซึ่งจะได้แกลบ 300 กิโลกรัม (20 % ของน้ำหนักข้าวเปลือก)
2. ในพื้นที่มีการปลูกข้าวปีละ 2 ครั้ง แสดงว่า การปลูกข้าวนาปีและนาปรัง
3. แกลบที่มีไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ซึ่งตอนแรกมีการแรกเปลี่ยนแกลบและปุ๋ยกับกลุ่มโรงปุ๋ยของไทรนอง เพื่อนำไปเผาเพื่อทำปุ๋ย ซึ่งเป็นช่วงการทดลอง ซึ่งตอนนี้แกลบมีพอเพียงที่ใช้ในการทำวิจัย
4. พื้นที่ในการทำวิจัยมีอาคารโรงเรือนแต่พื้นที่มีการใช้งาน ซึ่งถ้ามีการทำวิจัยต้องต่อเติมหลังคาโรงเรือนให้สอดคล้องในการกับการผลิต ดังภาพประกอบ 9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี



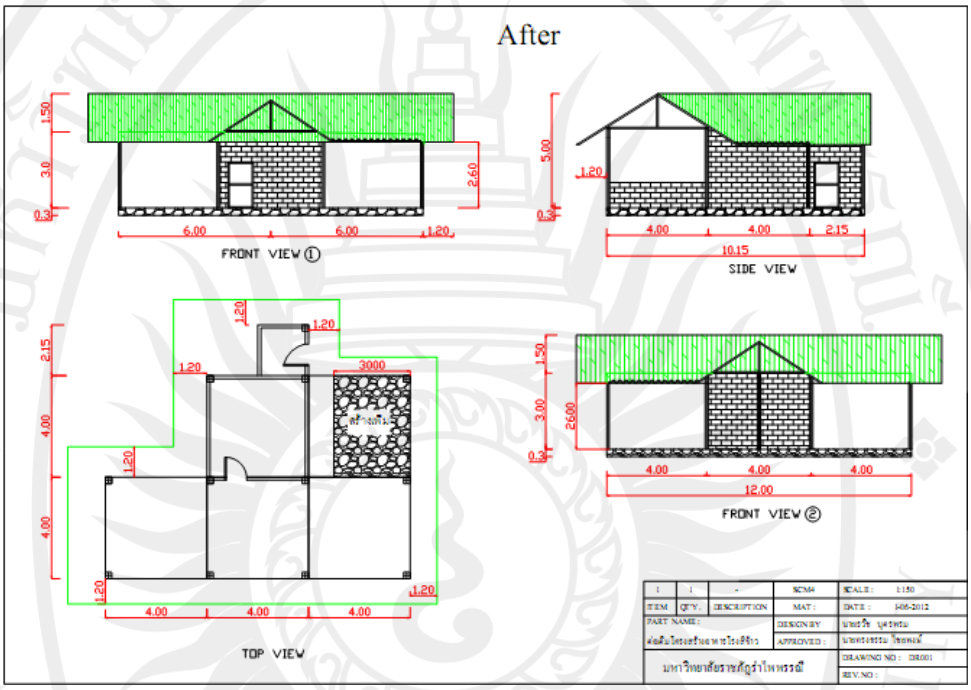
ภาพประกอบ 9 แผนผังโรงสีข้าวชุมชนเดิม



ภาพประกอบ 10 พื้นที่โรงสีข้าวชุมชนเดิมก่อนทำการวิจัย

การปรับปรุงพื้นที่เพื่อติดตั้งเตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

ทำการต่อเติมโรงสีข้าวเพื่อเป็นที่ตั้งของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกและเตาเผาแกลบ โดยทำการต่อเติมหลังคาและเทพื้นด้วยปูนซีเมนต์เท่าระดับพื้นเดิมเป็นพื้นที่ 12 ตารางเมตร



ภาพประกอบ 11 แผนผังโรงสีข้าวชุมชนที่ทำการต่อเติม



ภาพประกอบ 12 เชื่อมหลังคาเดิมและหลังคาใหม่ที่ทำการต่อเติม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การสร้างเตาเผาแกลบ

จากการตรวจเอกสารพบว่า มีเตาเผาแกลบที่มีหลักการ ขนาดและต้นทุนที่เหมาะสมกับวิทยานิพนธ์นี้ โดยวิบูลย์ เทเพนทร์ และคณะ (2547 : 45) กล่าวว่า เพื่อลดต้นทุนของเตาลมร้อนให้เหมาะกับเกษตรกร ในการออกแบบเตาจึงได้เลือกเตาแบบตะกรับให้ความร้อนทางตรง ตะกรับ หมายถึง ดินเผาหรือเหล็กเป็นแผ่นเจาะเป็นรู ๆ สำหรับรองถ่านเพื่อให้ลมเดินผ่านได้และขี้เถ้าตกลงข้างล่าง โดยมากใช้กับเตาอั้งโล่หรือเตาหม้อน้ำเรือกลไฟ เป็นต้น (ภาพประกอบ 11) ดังนั้น เตาแบบตะกรับคือเตาที่มีตะแกรงเพื่อใช้วางเชื้อเพลิงสำหรับจุดไฟในเตา ซึ่งมีข้อดีคือสร้างง่าย ราคาถูก แต่มีข้อเสียคือเชื้อเพลิงที่นำมาใช้จะต้องมีความชื้นต่ำ และมีขี้เถ้าแกลบปนไปกับอากาศร้อน เพื่อแก้ปัญหาเรื่องขี้เถ้าแกลบ รวมทั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา จึงได้ออกแบบให้ห้องเผาไหม้ที่อยู่ด้านบนของเตาตะกรับเป็นห้องเผาไหม้แบบไซโคลน เตาแบบไซโคลน คือ เตาที่พัฒนาขึ้นจากพื้นฐานของไซโคลน โดยปกติไซโคลนทำหน้าที่ดักฝุ่นโดยอาศัยครีบและการหมุนวนของอากาศ เตาทั่วไปจะเผาไหม้เฉพาะบริเวณที่จุดไฟ ฝุ่นละอองจะลอยออกไปทางช่องระบาย เตาแบบไซโคลนมีหลักการ คือ ผสมเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กเข้ากับกระแสอากาศ เมื่อเกิดการเผาไหม้จะมีฝุ่นละอองลอยขึ้นตามความร้อนของอากาศ ครีบจะทำให้เกิดการหมุนวนและเกิดการเผาไหม้ของฝุ่นละอองนั้นอีกครั้งในไซโคลน ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ (ภาพประกอบ 12) โดยทำหน้าที่ทั้งเป็นชุดดักฝุ่นละอองและเป็นชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ในการออกแบบได้ตั้งสมมุติฐานว่าเตาเผาแกลบที่ออกแบบซึ่งเป็นแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนจะสามารถลดพื้นที่ตะกรับเตาลงได้ 50 % เนื่องจากมีห้องเผาไหม้แบบไซโคลนซึ่งอยู่ด้านบนจะช่วยให้การเผาไหม้แกลบให้สมบูรณ์ดีขึ้น ดังนั้น พื้นที่ตะกรับเตาจะเท่ากับ 0.4 $ม^2$ ห้องเผาไหม้ด้านบนแบบไซโคลนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ม. สูง 1.2 ม. ทำ ด้วยเหล็กแผ่นหนา 3.2 ม.ม. ที่แกนกลางมีท่อลมร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 ม. และครีบบังคับลมจำนวน 4 ใบ เพื่อให้ลมหมุนวนภายในห้องเผาไหม้ เหวี่ยงฝุ่นเถ้าให้ติดผนังห้องเผาไหม้และออกไปทางชุดดักฝุ่นที่อยู่ด้านบน ลมร้อนที่สะอาดจะไหลย้อนลงด้านล่างภายในท่อลมร้อน เพื่อต่อไปยังเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกต่อไป ปริมาณความร้อนที่ได้ 50 - 100 กิโลวัตต์ ดังภาพประกอบ 13

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 13 ตะกรับสำหรับใช้กับเตาอั้งโล่

ที่มา : Tengpong. ออนไลน์. 2553



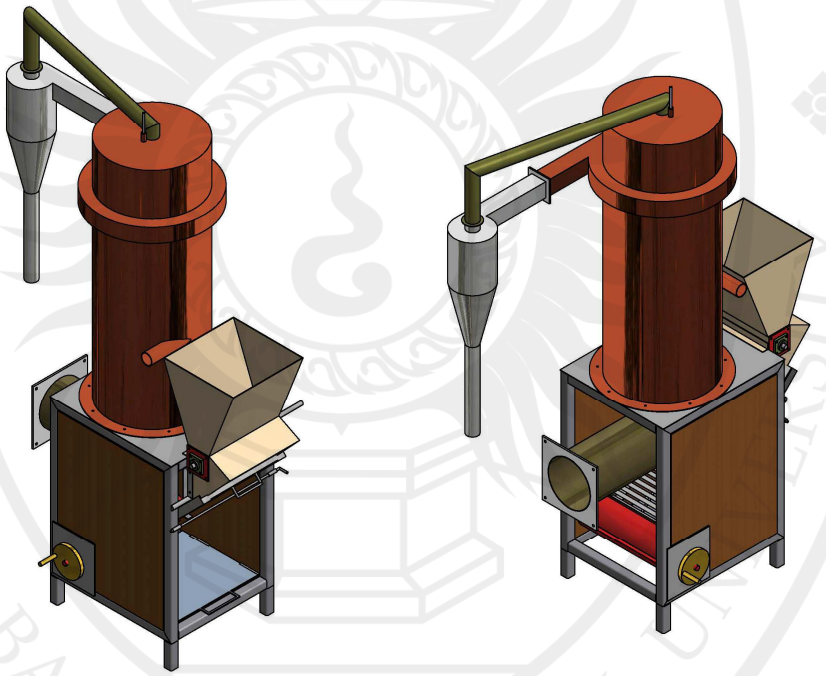
ภาพประกอบ 14 เตาเผาแกลบแบบไซโคลน

ที่มา : thephoenix99.com. ออนไลน์. ม.ป.ป.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

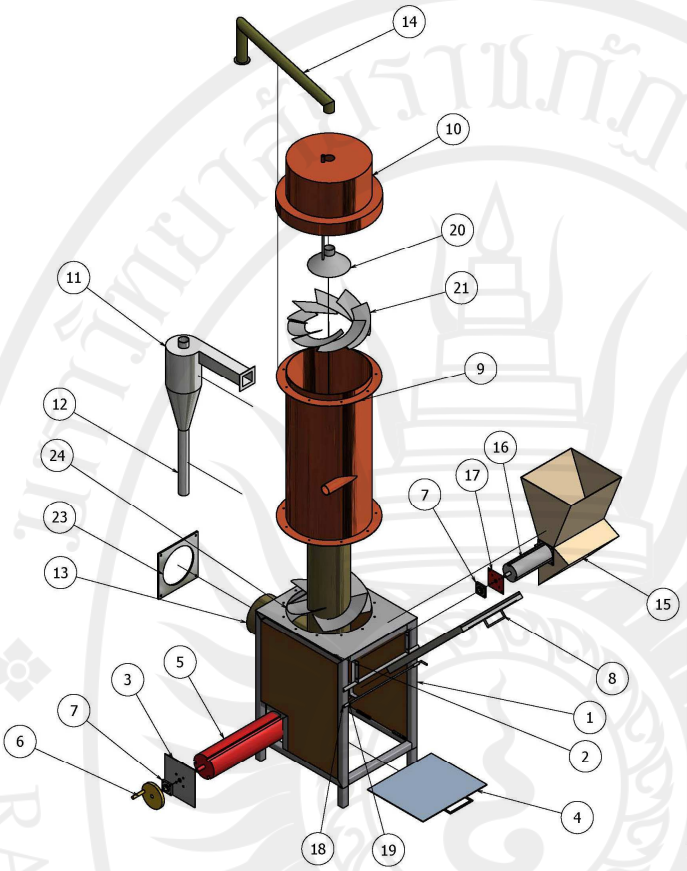
หลังจากติดต่อประสานงานและขออนุญาตเจ้าของผลงาน และได้รับความอนุเคราะห์แบบพิมพ์เขียว เพื่อนำมาสร้าง จึงดำเนินการสร้างเตาเผาแกลบโดยสร้างส่วนโครงของตะกรับ ส่วนไซโคลนและนำมาติดตั้งที่โรงสีเพื่อก่ออิฐมอญเป็นผนังเตาตะกรับ

นอกจากนี้ได้มีการปรับแก้แบบพิมพ์เขียวบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและความประหยัดในการสร้าง เช่น ปรับลดขนาดโดยรวมเพื่อให้เหมาะสมกับโรงเรือน ระบบป้อนแกลบและนำขี้เถาแกลบออก เดิมจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้ปรับมาใช้มือหมุนเพื่อความประหยัดในการสร้าง พัดลมที่ใช้พาลมร้อนจากเตาไปสู่เครื่องอบ เดิมเป็นพัดลมแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ได้ปรับเปลี่ยนมาใช้พัดลมแรงเหวี่ยงขนาดใบพัด 6 นิ้วแทน เพื่อความประหยัดและลดพื้นที่ในการติดตั้ง

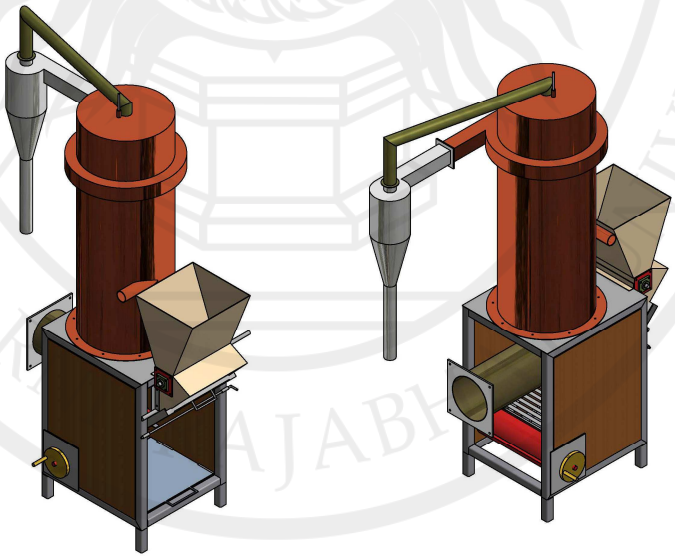


ภาพประกอบ 15 เตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลน
ที่มา : วิบูลย์ เทเพนทร์ และคณะ (2547 : 47)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	โครงเตา
2	1	แผ่นปิดด้านบน
3	1	หน้าแปลนยึดใบกวาด A3
4	1	แผ่นปิดด้านล่าง
5	1	ใบกวาดซีเล่า
6	1	มือปรับ
7	2	UCF305 / 205
8	1	ตะกรับเตา
9	1	ห้องดัก C
10	1	ห้องดัก D
11	1	ห้องดัก E
12	1	ท่อ01
13	1	ท่อลมร้อน
14	1	ท่อ02
15	1	ชุดป้อนแกลบ F1
16	1	ชุดป้อนแกลบ F2
17	1	ชุดป้อนแกลบ F3
18	1	Frame 03
19	2	Frame 04
20	1	กรวยปรับลม
21	1	ใบพัด 01
23	1	Support ท่อร้อน
24	1	ใบพัดด้านล่าง



ภาพประกอบ 16 ส่วนประกอบเตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



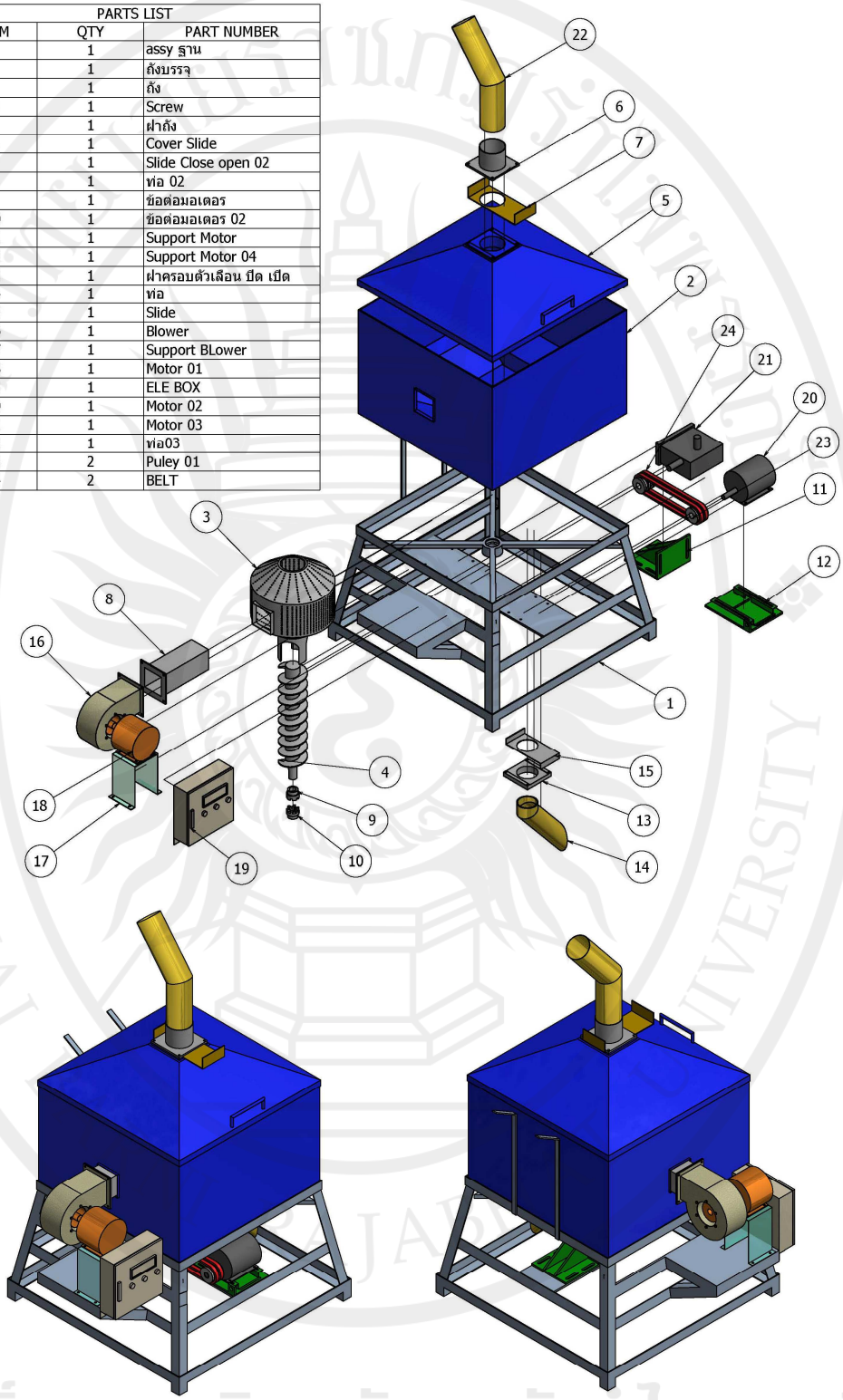
ภาพประกอบ 17 เตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น

การออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน มีส่วนประกอบคือ ถังบรรจุข้าวเปลือกทำด้วยเหล็กแผ่นขึ้นรูปเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ส่วนบนเป็นฝาเปิด-ปิด ส่วนล่างเป็นทรงปิรามิดคว่ำ มีท่อเพื่อนำข้าวออกจากถัง ส่วนกลางถังมีพัดลมและท่อลมทำด้วยตะแกรงเป็นรูปทรงกระบอกวางซ้อนอยู่ภายใน ลมร้อนจะถูกเป่าออกจากรูตะแกรงผ่านเมล็ดข้าวเปลือกออกสู่ภายนอก เมล็ดข้าวเปลือกจะหมุนเวียนผ่านลมร้อน โดยเกลียวขนถ่ายจะทำหน้าที่ลำเลียงข้าวเปลือกจากก้นถังสู่ด้านบนของถัง และไหลผ่านลมร้อนกลับสู่ก้นถังหลาย ๆ เที่ยวจนกว่าจะได้ความชื้นที่ต้องการ ความจุของถังที่ออกแบบสามารถบรรจุข้าวเปลือกได้ประมาณ 200 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	assy ฐาน
2	1	ถังบรรจุ
3	1	ถัง
4	1	Screw
5	1	ฝาถัง
6	1	Cover Slide
7	1	Slide Close open 02
8	1	ท่อ 02
9	1	ข้อต่อมอเตอร
10	1	ข้อต่อมอเตอร 02
11	1	Support Motor
12	1	Support Motor 04
13	1	ฝาครอบตัวเลือน บีด เบีด
14	1	ท่อ
15	1	Slide
16	1	Blower
17	1	Support BLower
18	1	Motor 01
19	1	ELE BOX
20	1	Motor 02
21	1	Motor 03
22	1	ท่อ03
23	2	Puley 01
24	2	BELT



ภาพประกอบ 18 ส่วนประกอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

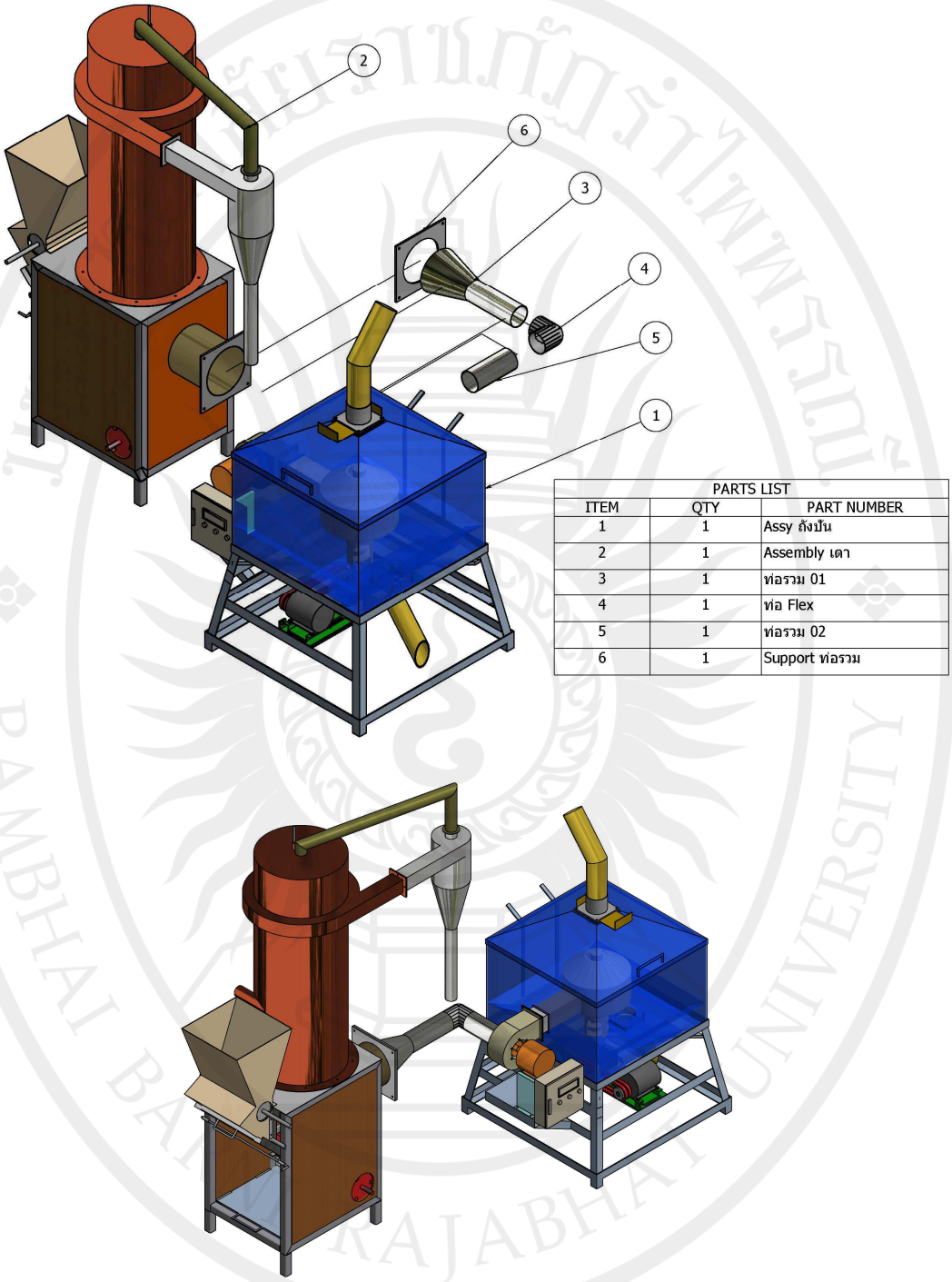


ภาพประกอบ 19 เคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน



ภาพประกอบ 20 ติดตั้งเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	Assy ถังปั่น
2	1	Assembly เตา
3	1	ท่อรวม 01
4	1	ท่อ Flex
5	1	ท่อรวม 02
6	1	Support ท่อรวม

ภาพประกอบ 21 ส่วนประกอบอุปกรณ์การเชื่อมต่อระหว่างเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

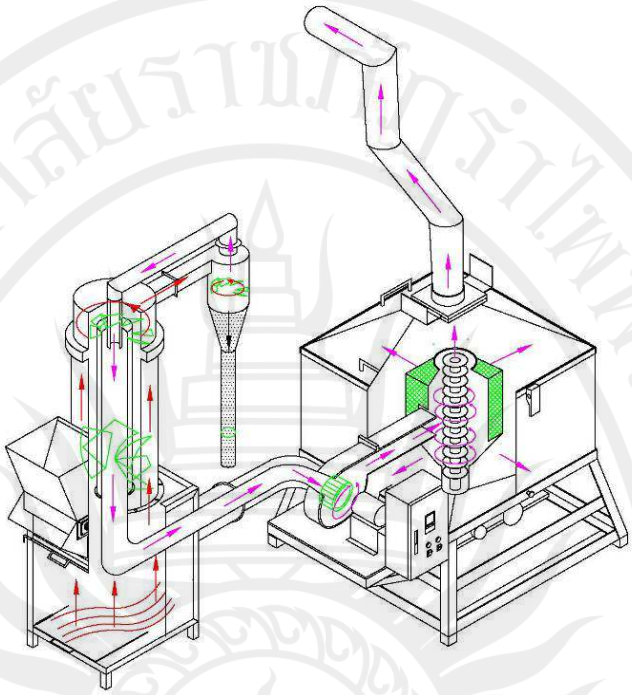


ภาพประกอบ 22 ติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อและทาสีรองพื้นของเครื่อง



ภาพประกอบ 23 ตำแหน่งการติดตั้งก่อนเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 24 ทิศทางการไหลของลมความร้อนจากเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนเข้าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

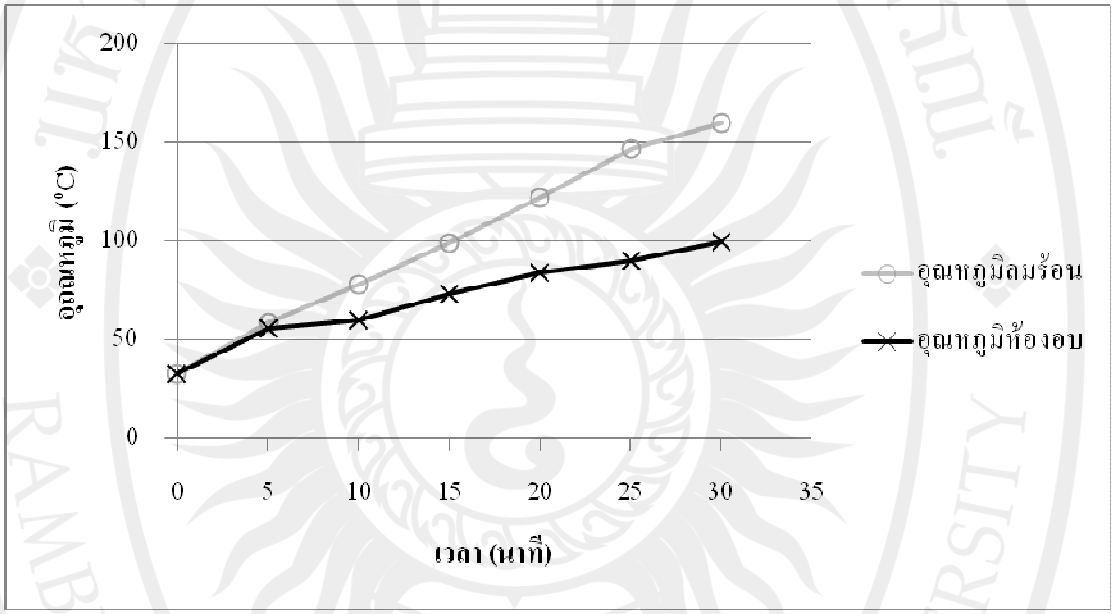


ภาพประกอบ 25 เชื่อมต่อเตาเผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การทดสอบเตาเผาแกลบ

ผลการทดสอบเตาผาแกลบพบว่าต้องใช้เวลาจุดเตาประมาณ 30 นาที จึงจะให้อุณหภูมิลมร้อนประมาณ 160 °C ส่วนอุณภูมิในห้องอบประมาณ 100 °C และการจุดเตาจะใช้เศษวัสดุเหลือใช้ เช่น กระดาษ ใบไม้ กิ่งไม้ แกลบ ฟางข้าวเป็นต้น ใส่ลงในช่องใต้ตะแกรง แล้วจุดไฟ เริ่มป้อนแกลบลงห้องเผาไหม้ เปลวไฟจะลุกไหม้และลามไปทั่วเตา ในช่วงแรกจะมีควันไฟสีขาว เนื่องจากความชื้นในแกลบ ต่อมาเมื่อแกลบลุกไหม้ดีแล้วจะไม่มีควัน



ภาพประกอบ 26 ความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิของลมร้อนและอุณหภูมิในห้องอบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 27 ทดสอบเตาเผาแกลบแบบแบบตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนที่สร้างขึ้น



ภาพประกอบ 28 ฮอบเปอร์ใส่แกลบเพื่อป้อนลงตะกรับเผาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 29 การวัดค่าความชื้นข้าวเปลือกก่อนอบและหลังอบซึ่งในมิเตอร์วัดค่าวัดได้ 24.6 %

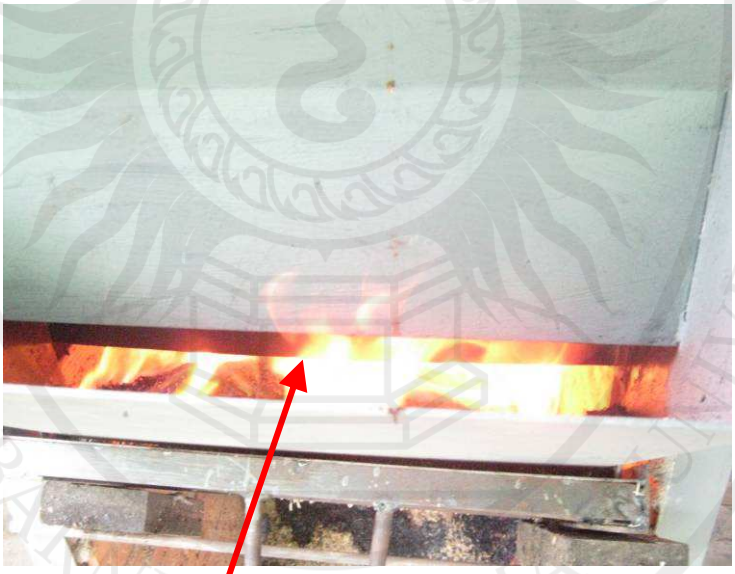


ภาพประกอบ 30 ลักษณะการจุดเชื้อเพลิงเพื่อเผาแกลบ โดยใช้กระดาษเป็นเชื้อเพลิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 31 ลักษณะการติดไฟของแกลบ ซึ่งจะให้ความร้อนทุกชั้นของช่องตะกรับ



ภาพประกอบ 32 ลักษณะเปลวไฟของการเผาแกลบ ซึ่งเป็นช่วงแกลบติดไฟ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 33 การวัดค่าความร้อนขณะแกลบไหม้ โดยใช้เครื่องมือวัดแบบเลเซอร์ 353 °C



ภาพประกอบ 34 การตั้งอุปกรณ์ตัดต่อการทำงานของสกรู โดยตั้งทำงาน 5 นาทีและหยุดการทำงาน 1 นาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 35 1 การติดตั้งโบเวอร์ และ 2 หัววัดอุณหภูมิวัดลมร้อน



ภาพประกอบ 36 การทำงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียนแลกเปลี่ยนความร้อนของข้าวเปลือกและลมร้อนจากเตาเผาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



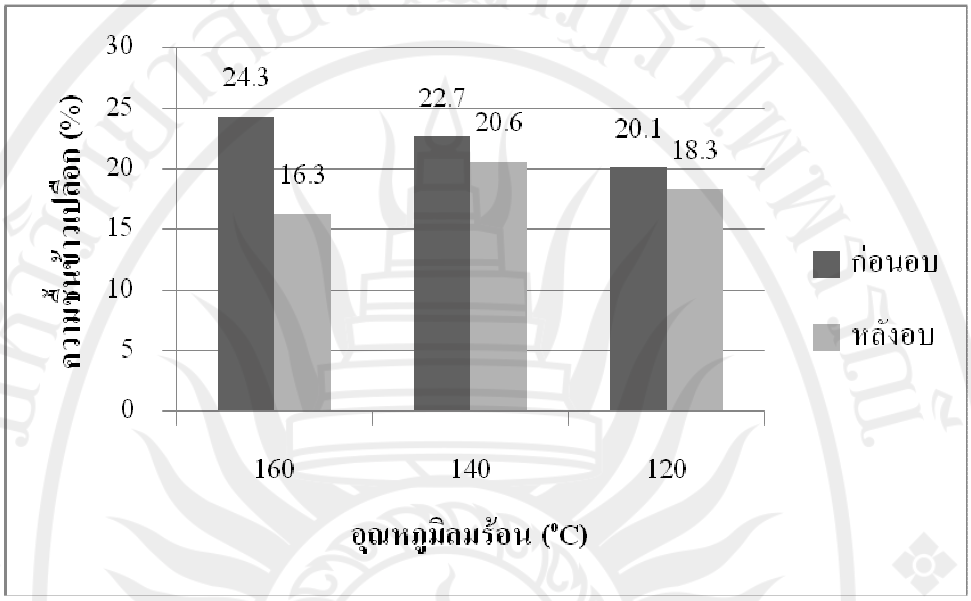
ภาพประกอบ 37 การระบายข้าวออกจากถังหลังจากอบข้าวเสร็จ



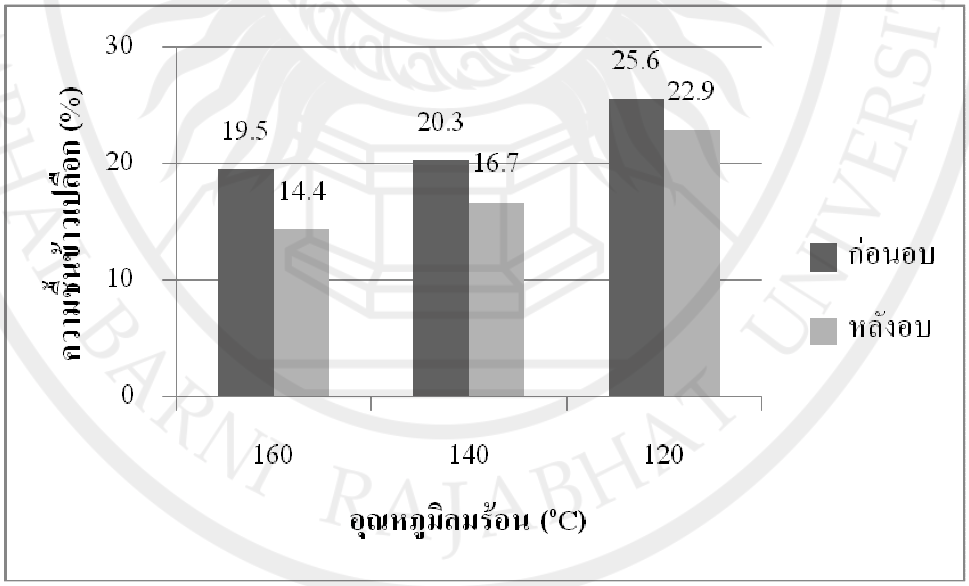
ภาพประกอบ 38 แกลบดำเหลือจากกระบวนการเผาแกลบไหม้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

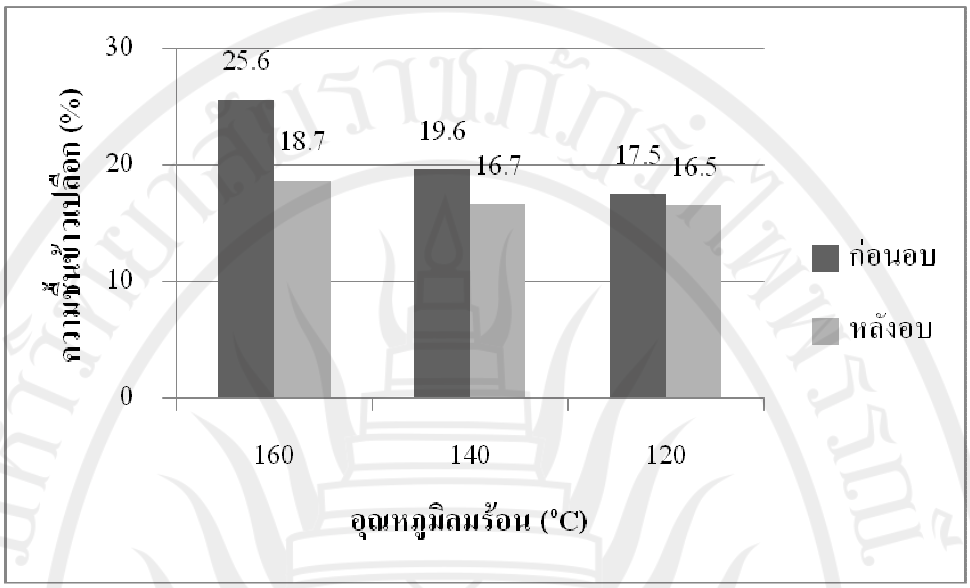


ภาพประกอบ 39 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 20 นาที

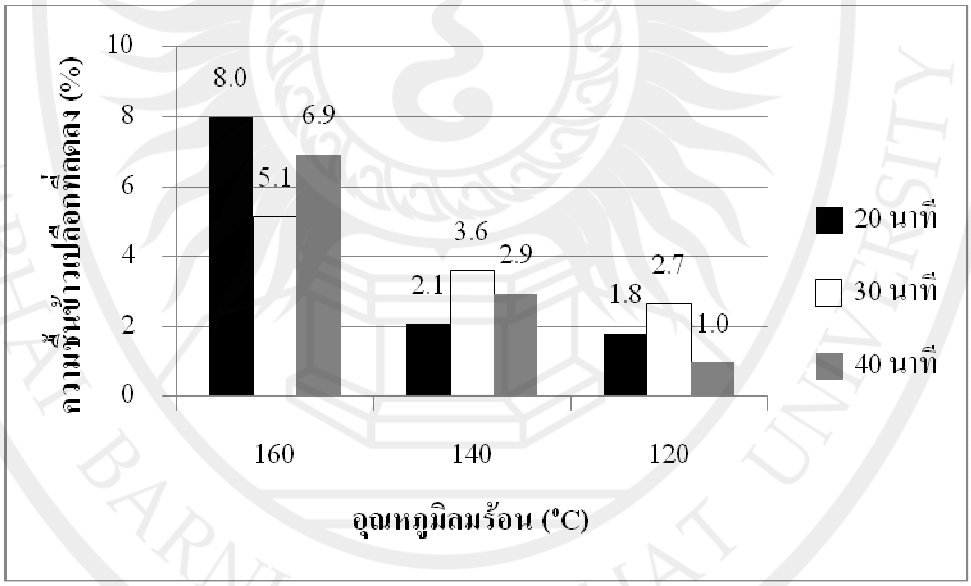


ภาพประกอบ 40 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

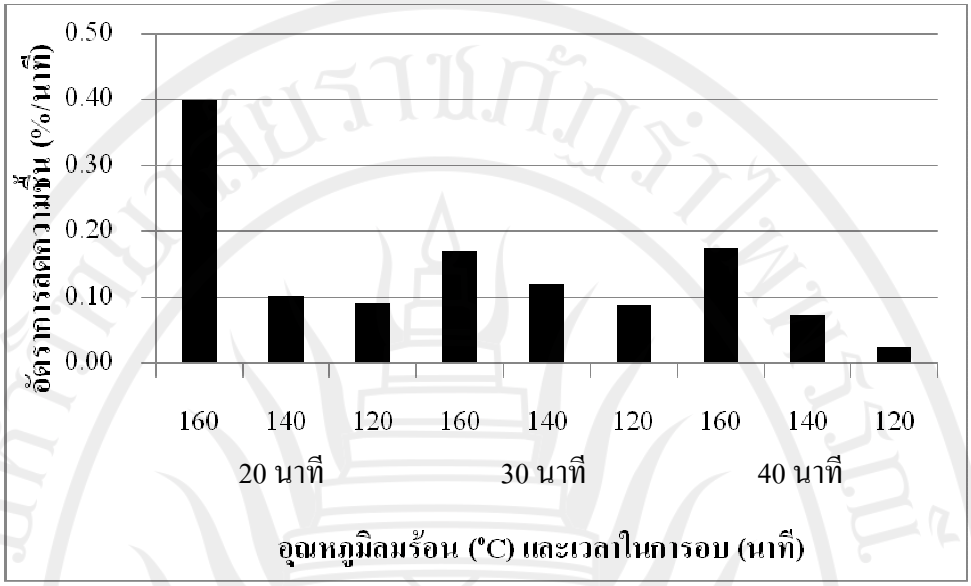


ภาพประกอบ 41 ผลการอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 40 นาที



ภาพประกอบ 42 ความชื้นข้าวเปลือกที่ลดลงที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 43 อัตราการลดความชื้นที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

จากภาพประกอบ 39 - 42 แสดงผลการทดสองอบแห้งข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที และพักข้าวเปลือกที่อบแล้วเป็นเวลา 8 เท่าของเวลาที่อบ คือ 160, 240 และ 320 นาที ตามลำดับ

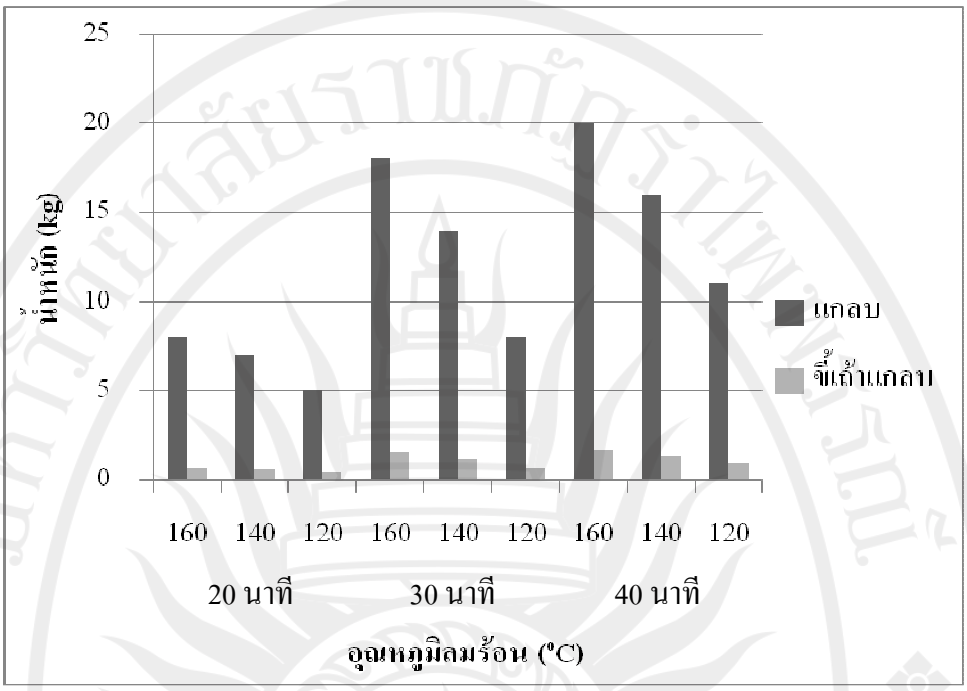
ที่เวลาอบแห้ง 20 นาที พบว่า อุณหภูมิสูงจะสามารถความชื้นได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 8 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 2.1 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 1.8 เปอร์เซ็นต์

ที่เวลาอบแห้ง 30 นาที พบว่า อุณหภูมิสูงจะสามารถความชื้นได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 5.1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 3.6 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 2.7 เปอร์เซ็นต์

ที่เวลาอบแห้ง 40 นาที พบว่า อุณหภูมิสูงจะสามารถความชื้นได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 6.9 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 2.9 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ลดความชื้นได้ 1.0 เปอร์เซ็นต์

จากภาพประกอบ 43 จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที มีอัตราการลดความชื้นสูงที่สุด 0.4 เปอร์เซ็นต์ต่อนาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 44 น้ำหนักแกลบที่ใช้และขี้เถ้าแกลบที่ได้ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

จากภาพประกอบ 44 แสดงน้ำหนักแกลบที่ใช้ในการอบข้าวที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ และขี้เถ้าแกลบที่ได้จะเห็นว่า ถ้าใช้อุณหภูมิสูงและเวลามากจะใช้แกลบมากกว่าใช้อุณหภูมิต่ำและเวลาน้อย และน้ำหนักขี้เถ้าแกลบที่ได้ก็จะแปรผันตรงกับน้ำหนักแกลบที่ใช้

ที่เวลาอบแห้ง 20 นาที พบว่า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 8 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 0.67 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 7 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 0.58 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 5 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 0.42 กิโลกรัม

ที่เวลาอบแห้ง 30 นาที ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 18 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 1.5 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 14 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 1.17 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 8 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 0.67 กิโลกรัม

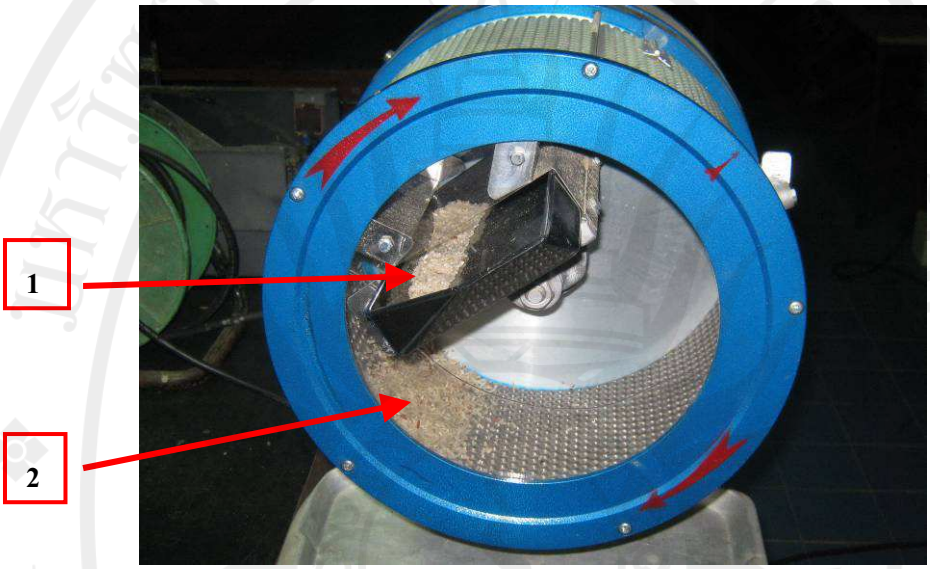
ที่เวลาอบแห้ง 40 นาที ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 20 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 1.67 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 16 กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 1.33 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้แกลบไป 11กิโลกรัม ได้ขี้เถ้าแกลบ 0.92 กิโลกรัม

ซึ่งปริมาณแกลบที่ใช้จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบ คือ ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำและเวลาน้อยจะใช้แกลบน้อย ใช้อุณหภูมิสูงและใช้เวลามากจะใช้แกลบมาก ปริมาณขี้เถ้าแกลบที่ได้จะขึ้นกับปริมาณแกลบที่ป้อนเข้าไป โดยแกลบ 12 กิโลกรัมจะได้ขี้เถ้าแกลบประมาณ 1 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การตรวจสอบคุณภาพข้าว

โดยขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือจากห้องทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตบางพระ นำข้าวขาวและข้าวกล้อง นำมาคัดข้าวต้นทำการสุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ครั้งละ 100 กรัม



ภาพประกอบ 45 การทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวต้นและปลายข้าว เครื่องคัดแยกข้าวทั้งสองประเภทออกจากกัน การทำงานของเครื่องจะหมุนหนึ่งนาทีต่อการคัดตัวอย่าง 1 ครั้ง ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือตามลูกศรสีแดง **1** ปลายข้าว **2** ข้าวต้น



ภาพประกอบ 46 ข้าวตันหลังจากคัดปลายข้าวออกโดยระบายลงใส่ถาดเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาข้าวต้น (ข้าวขาว)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

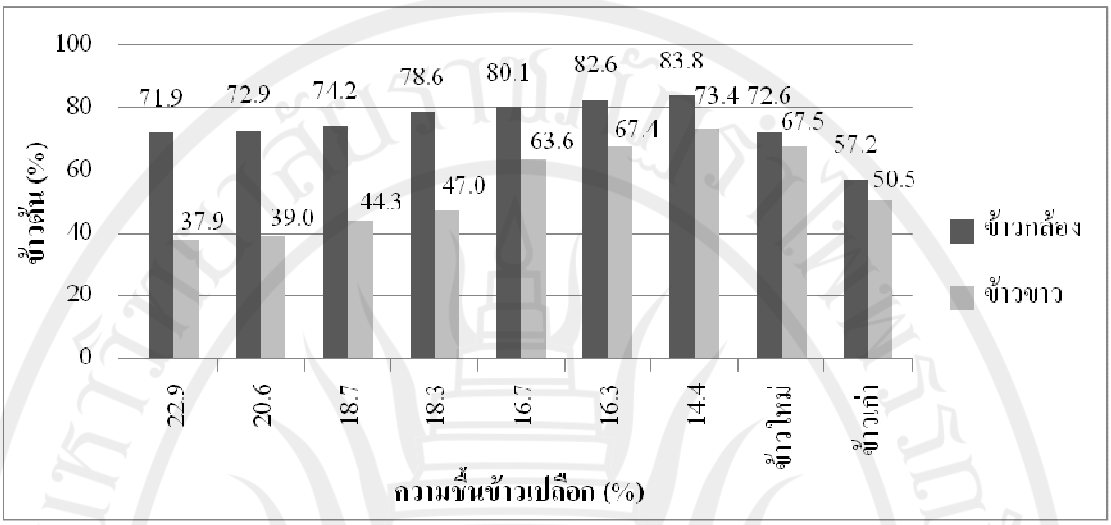


ภาพประกอบ 47 ขั้นตอนในการนำข้าวที่แตกหักถูกแยกออกเครื่อง หลังจากเครื่องหยุดการทำงาน



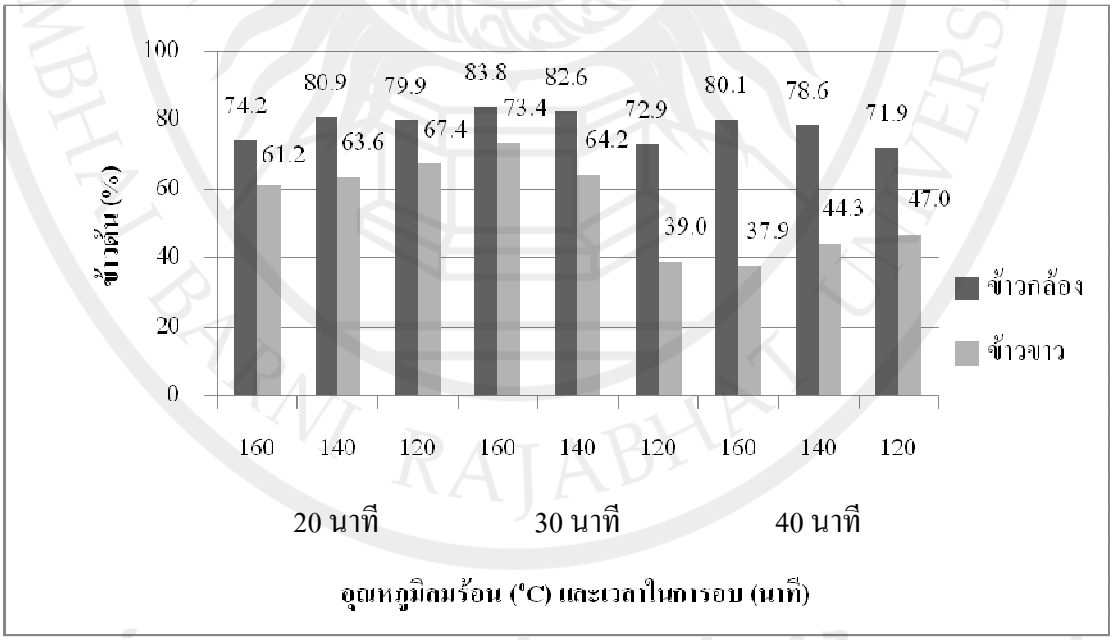
ภาพประกอบ 48 การชั่งน้ำหนัก ข้าวขาว ข้าวกล้อง ข้าวต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 49 เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเมื่อสีข้าวเปลือกที่ความชื้นต่าง ๆ

หมายเหตุ : ข้าวใหม่ คือ ข้าวนาปี เก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม 2555 แล้วนำมาตากเป็นเวลา 7 วัน ข้าวเก่า คือ ข้าวนาปรัง เก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม 2555 แล้วนำมาตากเป็นเวลา 7 วัน แล้วเก็บไว้ในกระสอบ



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 50 เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเมื่อสีข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาในการอบต่าง ๆ

จากภาพประกอบ 49 และ 50 เมื่อนำข้าวกล้องและข้าวขาวที่สีด้วยเครื่องสีข้าวไปคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น พบว่า ข้าวเปลือกมีความชื้นสูงที่ 22.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปสีเป็นข้าวกล้องและข้าวขาว จะได้ข้าวต้นข้าวกล้อง 71.9 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาวเพียง 37.9 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมที่ 14.4 เปอรเซ็นต์ จะสีแล้วได้ข้าวต้นข้าวกล้องสูงถึง 83.8 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 73.4 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และเวลาในการอบ 30 นาที จะได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงสุดทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว

เนื่องจากข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงเมื่อนำไปสี จะเกิดความร้อน ความเค้นและความเครียดในเมล็ดข้าว ทำให้เกิดการร้าวและแตกหักในเมล็ดข้าว และถ้านำมาขัดขาวจะยิ่งทำให้เมล็ดข้าวแตกหักมากขึ้น ส่วนข้าวที่ผ่านการอบแห้ง ความร้อนในการอบแห้งและเวลาในการพักข้าวจะทำให้รอยร้าวที่เกิดในเมล็ดข้าวผสานกันเมื่อนำไปสีจึงเกิดการแตกหักน้อยกว่า

ส่วนข้าวเปลือกนาปีที่ตากแดดไว้ 7 วัน เมื่อสีแล้วได้ข้าวต้นข้าวกล้อง 72.6 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 67.5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเปลือกนาปรัง เมื่อสีแล้วได้ข้าวต้นข้าวกล้อง 57.2 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 50.5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากข้าวนาปรังเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน ทำให้มีความชื้นสูง และการเก็บข้าวเปลือกไว้เป็นเวลานานอาจทำให้ข้าวเปลือกดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 51 ผลการอบความชื้นเปลี่ยนอุณหภูมิอบ 160, 140, 120 องศาเซลเซียส

จากภาพประกอบ 51 **หมายเลข 1** เมื่อนำข้าวกล้องและข้าวขาวที่สีด้วยเครื่องสีข้าวไปคัดเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น พบว่า อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสที่ 30 นาที ข้าวกล้องและข้าวต้น สูงถึง 83.8 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 73.4 เปอร์เซ็นต์ **หมายเลข 2** จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ข้าวกล้องและข้าวต้นที่ 30 นาที สูงถึง 82.6 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 67.4 เปอร์เซ็นต์ **หมายเลข 3** จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่ 20 นาที ข้าวกล้องและข้าวต้น สูงถึง 80.1 เปอร์เซ็นต์ และข้าวต้นข้าวขาว 63.6 เปอร์เซ็นต์

ค่าใช้จ่ายในการอบข้าวเปลือก

ในการอบข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะใช้แกลบไม่เกิน 20 กิโลกรัม ราคาขายแกลบของกลุ่มฯ กิโลกรัมละ 2 บาท คิดเป็นเงิน 40 บาท ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 1 หน่วยต่อการอบหนึ่งครั้ง ใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท คิดเป็นเงิน 4 บาท รวมเป็นเงิน 44 บาท ปริมาณของแกลบ 20 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมัน 25.57 toe (1 ton oil equivalent (toe) = 10,800 kcal/kg โดยที่ 1 cal = 4.184 J) ซึ่งหากเกษตรกรนำข้าวเปลือกที่อบแห้งแล้วจนได้ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถจำนำข้าวได้ตันละ 15,000 บาท แต่นำข้าวเปลือกที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ไปจำนำจะถูกหักน้ำหนักตันละ 150 กิโลกรัม ได้ราคาเพียงตันละ 12,750 บาท (ภาคผนวก ค. ; กรมการข้าว. ออนไลน์. 2555) เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการอบประมาณ 44 บาทต่อ 150 กิโลกรัมหรือประมาณ 220 บาทต่อตัน ซึ่งจะทำให้ได้ราคาเพิ่มขึ้นอีกประมาณตันละ 2,000 บาท

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่ออกแบบนี้ มีต้นทุนในการสร้าง 80,000 บาท จากการทดสอบโดยใช้แรงงานปฏิบัติงาน 1 คน สามารถอบแห้งข้าวเปลือกได้ 150 กิโลกรัม โดยใช้แกลบ 20 กิโลกรัม เมื่อกำหนดให้ใช้งานเครื่องวันละ 6 ชั่วโมง ปีละ 30 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาคืนทุนของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกได้ดังนี้

1. **ค่าใช้จ่ายในการทำงาน**

ราคาของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก (P) เท่ากับ 80,000 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 มีมูลค่าเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 8% ต่อปี

$$\text{มูลค่าซาก (S)} = \left(\frac{10}{100}\right)(80{,}000) = 8{,}000 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา (D)} = \frac{(P - S)}{L} = \frac{(80{,}000 - 8{,}000)}{10} = 7{,}200 \text{ บาท/ปี}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) = ((P + S) / 2) x i

= ((80,000 + 8,000) / 2)(0.08) = 3,520 บาท/ปี

ต้นทุนคงที่ (FC) = ค่าเสื่อมราคา (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

= 7,200 + 3,520 = 10,720 บาท/ปี

กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานในการอบข้าว เหมาจ่ายในอัตราวันละ 300 บาท จำนวน 1 คน ทำงานปีละ 30 วัน ราคาแกลบ 2 บาท/กก. เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแกลบเฉลี่ย 40 กก./ชั่วโมง ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาคิดเฉลี่ยประมาณวันละ 10 บาท

ค่าจ้างแรงงาน (W) = 300 x 30 = 9,000 บาท/ปี

ค่าแกลบ (E) = 40 x 6 x 30 = 7,200 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา (M) = 10 x 30 = 300 บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร (VC) = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าแกลบ (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

= 9,000 + 7,200 + 300 = 16,500 บาท/ปี

ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) = ต้นทุนคงที่ (FC) + ต้นทุนผันแปร (VC)

= 10,720 + 16,500 = 27,220 บาท/ปี

2. จุดคุ้มทุนของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

กำหนดให้ค่าจ้างอบข้าวเปลือก 2 บาท/กก. และภายในระยะเวลา 1 ปี เครื่องทำงาน 30 x 6 = 180 ชั่วโมง สามารถอบข้าวเปลือกได้ 400 x 180 = 72,000 กก. ฉะนั้นเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกทำงานได้ได้ 72,000 กก./ปี คิดเป็นเงิน 144,000 บาท/ปี

$$\text{จุดคุ้มทุน}(BEP_S) = \frac{\text{ต้นทุนคงที่/ปี (FC)}}{\text{ค่าอบแห้งข้าวเปลือก/กก. } (SU_U) - \text{ต้นทุนแปรผัน/กก. } (VC_U)}$$

= 10,720/[2-(16,500/72,000)]

= 6,053 กก./ปี หรือประมาณ 6 ตัน

3. ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

จากรายได้ในการรับจ้างอบแห้งข้าวเปลือกเท่ากับ 2 บาท/กก. และใน 1 ปี เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกอบข้าวเปลือกได้ 72,000 กก./ปี จึงมีรายได้ 1,000 x 1,800 = 144,000 บาท/ปี

กำไร (P) = รายได้ (R) – ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)

= 144,000 – 27,220

= 116,780 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

ระยะเวลาคืนทุน (PBP) = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำไร (P)

= 80,000 / 116,780

= 0.685 ปี หรือประมาณ 8 เดือน 10 วัน

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าในการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกมีต้นทุนอยู่ที่ 80,000 บาทรับจ้างอบแห้งข้าวเปลือกโดยคิดค่าจ้าง 2 บาท/กก. จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 6 ตัน/ปี และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 0.685 ปี หรือประมาณ 8 เดือน 10 วัน

การใช้ประโยชน์ขี้เถ้าแกลบ

ขี้เถ้าแกลบ เป็นส่วนของเปลือกข้าวที่ถูกเผาไหม้ มีสารประกอบซิลิกา (Silica, SiO_2) เป็นสารประกอบหลักอยู่ร้อยละ 95 มีความพรุน (Porosity) มาก น้ำหนักเบา มีพื้นที่ผิวมาก มีคุณสมบัติดูดซับความชื้น และสารเคมีได้ดี จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา ประโยชน์ของขี้เถ้าแกลบยังมีอีกมายมาย เช่น ถ่ายอัดแท่ง นำมาปลูกต้นไม้ทำให้รากพืชสามารถแผ่ขยายได้ และต้นไม้เจริญเติบโตดี ใช้เป็นสารปรับสภาพดินให้มีความเป็นกรดลดลง หรือใช้แก้น้ำที่มีสภาพเป็นกรดได้ ใช้กับอุตสาหกรรมโลหะและอุตสาหกรรมซีเมนต์และคอนกรีต ใช้บำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงปลา (โรงสีนราพิมล. ออนไลน์. 2555) จะเห็นได้ว่าขี้เถ้าแกลบมีประโยชน์มากมาย แต่ในพื้นที่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ส่วนมากนำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร โดยนำมาผสมดินเพื่อเพาะปลูกต้นไม้ พืชผักสวนครัว เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 52 การใช้ประโยชน์ขี้เถ้าแกลบ

สรุปข้อดีข้อเสียและการใช้งานของเกษตรกร

จากการใช้ทดลองใช้งานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียได้ดังนี้



ภาพประกอบ 53 การใช้งานของเกษตรกร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 5 ข้อดีข้อเสียของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ

ข้อดี	ข้อเสีย
สร้างง่าย ราคาถูก ค่าใช้จ่ายถูกค่าบำรุงรักษาเครื่องต่ำ	ใช้เวลาจุดเตานานและมีควันมากช่วงเริ่มจุดไฟ ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ยาก
ใช้เชื้อเพลิงได้หลากหลาย เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ฟางข้าว เศษไม้	ช่องถ่ายข้าวหลังอบ ใช้เวลาในการถ่ายข้าวนาน
สามารถทำงานได้คนเดียวในการอบแต่ละครั้ง ใช้เวลาอบไม่นาน	การหมุนเวียนของข้าวไม่ทั่วถึงเนื่องจากสกรูขับข้าวมีขนาดใหญ่ไม่พอในการขับข้าวหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกวียนหักมีโรงสีชุมชนซึ่งมีกำลังการผลิต 1,500 กิโลกรัมข้าวเปลือกต่อสัปดาห์มีแกลบ 300 กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณเพียงพอต่อการใช้เป็นแหล่งพลังงานในการอบแห้งข้าวเปลือก และทำการต่อเติมโรงเรือนเพื่อติดตั้งเตาเผาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก

ใช้เตาผาแกลบแบบเตาตะกรับผสมกับเตาแบบไซโคลนเพื่อให้ง่ายต่อการสร้างและมีประสิทธิภาพสูง ใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน มีส่วนประกอบคือ ถังบรรจุข้าวเปลือก มีท่อเพื่อนำข้าวออกจากถัง ส่วนกลางถังมีพัดลมและท่อลม ลมร้อนจะถูกเป่าออกจากรูตะแกรงผ่านเมล็ดข้าวเปลือกออกสู่ภายนอก เมล็ดข้าวเปลือกจะหมุนเวียนผ่านลมร้อน โดยเกลียวขนถ่าย การจุดเตาจะใช้เศษวัสดุเหลือใช้ ใส่ลงในช่องใต้ตะแกรง แล้วจุดไฟ เริ่มป้อนแกลบลงห้องเผาไหม้ เปลวไฟจะลุกไหม้และลามไปทั่วเตาใช้เวลาประมาณ 30 นาที

จากการทดสอบพบว่า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที มีอัตราการลดความชื้นสูงที่สุด 0.4 เปอร์เซ็นต์ต่อนาที และเมื่อนำข้าวเปลือกที่อบแห้งแล้วไปสีและนำข้าวกล้องและข้าวขาวที่ได้ไปคัดเปอร์เซ็นต์ พบว่า ข้าวเปลือกที่ความชื้น 14.4 เปอร์เซ็นต์ ได้ข้าวต้นทั้งข้าวกล้องและข้าวขาวสูงที่สุดคือ 83.8 และ 73.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ถ้ามีระบบป้อนแกลบแบบต่อเนื่องจะช่วยให้ใช้งานง่าย อุณหภูมิสม่ำเสมอ และสามารถปรับปรุงให้ระบบป้อนแกลบให้สัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ต้องการได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. (2554). **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.brrd.in.th/rkb/. 10 มกราคม 2556.

กรมการค้าภายใน. (2555). **ราคาข้าวเปลือกเจ้าและปทุมธานีนาปรัง ปีการผลิต 2555 ณ ระดับความชื้นต่าง ๆ ที่เกษตรกรจะได้รับ เมื่อนำข้าวเปลือกมาจำนำใบประทวน.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.dit.go.th/contentdetail.asp?typeid=8&catid=145&ID=3832. 10 มกราคม 2556.

กระทรวงพลังงาน. (2549). **เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและก๊าซชีวภาพ**. กรุงเทพฯ : กระทรวงฯ.

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์. (2544). **การผลิตก๊าซร้อนและไอน้ำจากเตาเผาไซโคลน**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทวีวัฒน์ สุภารส และคณะ. (ม.ป.ป.). **บทเรียนบทเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Energy_Conservation_in_Industrial_Plant/table/.html. 10 มกราคม 2556.

บุญเรือง ศรีสวัสดิ์. (2541). **การปรับปรุงสมรรถนะเตาเผาแกลบ**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บุษยา รัตนสุภา. (2552). **ข้าวกล้องงอก**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.vcharkarn.com/varticle/39050. 10 มกราคม 2556.

ประจักษ์ จิตรีพิทย์. (2535). **การศึกษารูปแบบการไหลและลักษณะการสันดาปของห้องเผาไหม้แบบไซโคลนที่ใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิมล วุฒิสินธิ์ และสุภัทร หนูสวัสดิ์. (2544). **เตาเผาแกลบแบบไซโคลน**. (รายงานการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. (2548). **การลดการสั่นสะเทือนในห้องเผาไหม้ด้วยการนำไอเสียกลับมาเผาไหม้ใหม่**. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15.

โรงสีนราพิมล. (2555). **ขี้เถ้าแกลบ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://narapimon.com/product/แกลบดำ เถ้าแกลบ ขี้เถ้าแกลบ. 10 มกราคม 2556.

วรรณี เอกศิลป์. (2533). **เชื้อเพลิงแกลบในประเทศไทย**. (รายงานการศึกษาปัญหาพิเศษ). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิบูลย์ เทเพนทร์ และคณะ. (2547). **วิจัยและพัฒนาเตาเผาแกลบสำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือก**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2547. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล. (2545). **เตาเผาแกลบวอร์เทคหลายขั้น**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศศิวิมล สูงสว่าง. (2525). **การเผาไหม้แกลบในฟลูอิดไดซ์เบด**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2540). **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางชนิด**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์. (2539). **หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สำนักงานเกษตรอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. (2555). **สถิติข้อมูลการเกษตรอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี**. จันทบุรี : สำนักงานฯ.

สุพิชฌาย์ มีสุขเจ้าสำราญ. (2551). **ผลกระทบของช่วงพัก ความเร็วอากาศและอุณหภูมิอากาศต่ออัตราการอบแห้งของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบข้าวหล่นอิสระ**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เสรีย์ ตู้ประกาย. (2540). **การศึกษาและออกแบบเตาเผากากตะกอนแบบฟลูอิตไดซ์เบด.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อดิศักดิ์ ชูจินดา. (2540). **เตาเผาแกลบสำหรับเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิไดซ์เบด.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีอุณหภาพ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

Aquerreta, J. et al. (2007). “Effect of high temperature intermittent drying and tempering on rough rice quality,” **Journal of Food Engineering**. 80 (2) : 611-618.

Fang, J.Y et al. (2003). “Global Warming, Human-induced Carbon Emissions, and their Uncertainties,” **Science China Earth Sciences**. 54 (10) : 458-468.

Iguaz, A. et al. (2006). “Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields,” **Journal of Food Engineering**. 77 (4) : 803-809.

Permchart, W. and Kouprianov, V. I. (2004). “Emission performance and combustion efficiency of a conical fluidized-bed combustor firing various biomass fuels,” **Bioresource Technology**. 92 (1) : 83.

Rajvir, Singh et al. (1980). “Development of Husk fired Furnace,” **Journal of the American College of Cardiology**. 25 (1) : 109-120.

Srinivas, Rao and Venkat, G. Redd. (2007). “Effect of Distributor Design on Temperature Profiles in the Fluidized Bed During the Combustion of Rice Husk,” **Combustion Science and Technology**, **Journal of Taylor and Francis Publications**. (179) : 1589-1603.

Tengpong. (2553). **วันนี้...ที่ตลาด สุพรรณบุรี**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oknation.net/blog/tengpong/2010/01/19/entry-1. 10 มกราคม 2556.

Thephoenix99.com. (ม.ป.ป.) **เตาเผาแกลบแบบเฮอริเคน**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://thephoenix99.com/เตาเผาแกลบแบบเฮอริเคน. 10 มกราคม 2556.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 6 ผลการทดลองอบแห้งข้าวเปลือก

การทดลองที่	อุณหภูมิลมร้อน (°C)	อุณหภูมิในห้องอบ (°C)	เวลาอบ (นาที)	เวลาพัก (นาที)	เวลารวม (ชม.)	ความชื้นก่อนอบ (%)						ความชื้นหลังอบ (%)					
						1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1 (22/12/2555)	160	48.70	20	160	3	20.4	25.3	27.2	22.5	25.4	23.7	16.9	15.6	16.4	14.2	15	14.7
2 (22/12/2555)	140	55.20	20	160	3	22.2	24.6	21.2	23.4	25.5	23.4	19.3	21.3	21.2	20.8	18.3	19.4
3 (23/12/2555)	120	67.00	20	160	3	20.6	16.6	16.4	21	17.6	18.8	20.4	18.8	21.5	18.9	17.7	18.5
4 (23/12/2555)	160	80.00	30	240	4.3	19.4	20.1	17	17.5	17.5	19	16.1	18.5	15	14.1	19.2	14
5 (23/12/2555)	140	69.40	30	240	4.3	19	22.5	19.3	18.8	18.9	19.1	19.1	18	17.1	17.1	17	16
6 (6/01/2556)	120	55.00	30	240	4.3	25	24.8	25.2	26.1	24.2	25.5	23	23.7	22.6	24.1	23.5	23.2
7 (6/01/2556)	160	106.60	40	320	6	25	25.5	26.3	24.3	24.8	23.6	20	20.5	18.3	19.1	19.9	18.6
8 (6/01/2556)	140	83.50	40	320	6	17.5	18.5	21.3	18.2	18.4	19	19	17.1	16.2	17.2	17.4	16.7
9(6/01/2556)	120	99.80	40	320	6	17.1	16.7	18.1	17.3	16	16.5	17.6	16.5	16.5	17.7	16.6	17.9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 7 ผลการทดลองปริมาณแกลบและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

การทดลองที่	อุณหภูมิหน้าพัดลม(°C)	เวลาเริ่ม minute	เวลาพัก minute	เวลาเสร็จ minute	ข้าวก่อนอบ kg	ข้าวหลังอบ kg	ข้าวขาว kg	Meter ก่อนอบ Unit	Meter หลังอบ Unit	แกลบที่ใช้ kg	ขี้เถ้าแกลบ kg
1 (22/12/2555)	160	11.52	12.12	14.12	61.00	59.20	27.50	9.70	9.77	8.00	0.67
2 (22/12/2555)	140	13.31	13.51	15.51	61.00	60.40	25.00	9.77	9.81	7.00	0.58
3 (23/12/2555)	125	9.05	9.25	12.00	65.00	65.00	24.80	9.86	9.89	5.00	0.42
4 (23/12/2555)	170	11.03	11.35	15.35	62.00	61.30	30.00	9.86	9.90	20.00	1.67
5 (23/12/2555)	150	12.08	12.40	17.05	65.60	65.00	27.00	9.90	9.93	15.00	1.25
6 (6/01/2556)	121	9.02	9.30	13.40	60.00	59.30	22.40	9.94	10.00	7.00	0.58
7 (6/01/2556)	160	10.45	11.25	17.00	60.00	57.80	20.00	10.01	10.05	20.00	1.67
8 (6/01/2556)	142	11.55	12.36	18.00	60.00	57.60	18.60	10.06	10.15	16.00	1.33
9 (6/01/2556)	121	13.25	14.08	19.30	60.00	59.00	18.00	10.16	10.19	11.00	0.92

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 8 ผลการทดลองคัดเปอร์เซ็นต์ข้าว

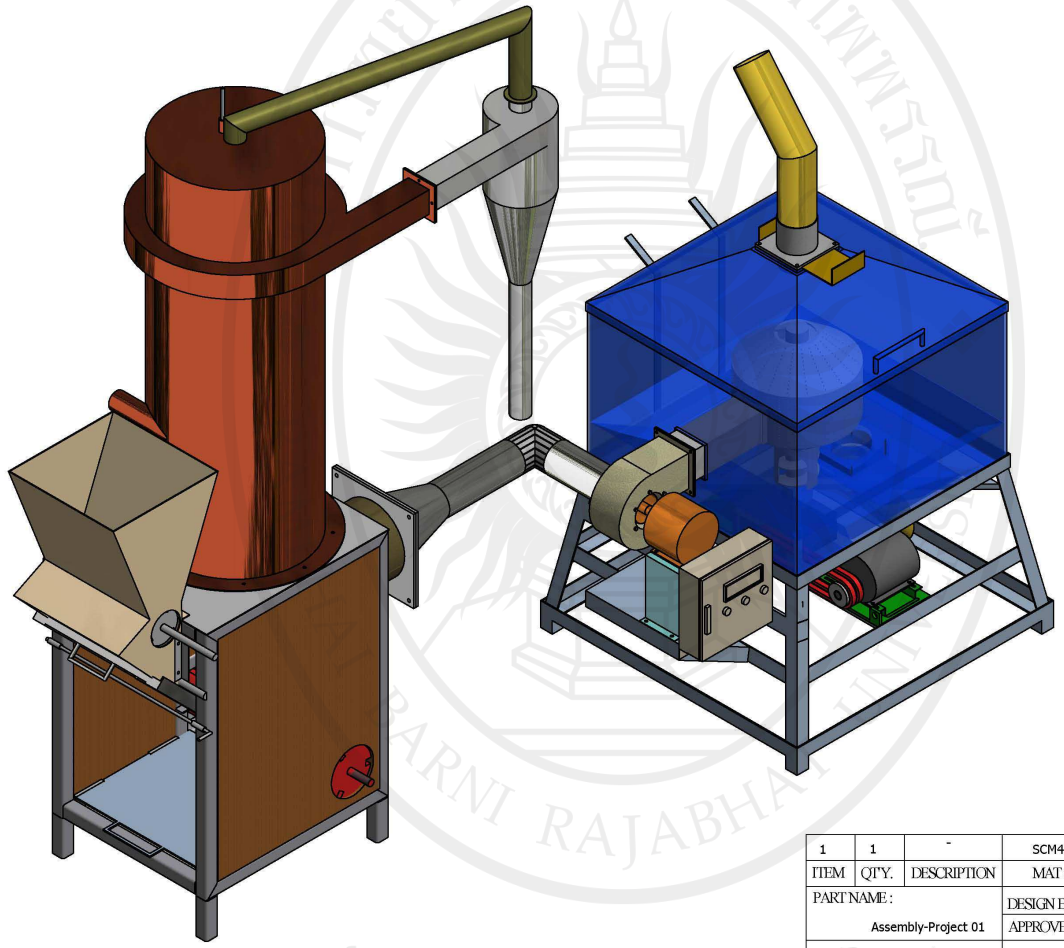
การทดลอง	อุณหภูมิลมร้อน (°C)	ข้าวกล้อง 100 กรัม			ข้าวต้น			ข้าวขาว 100 กรัม			ข้าวต้น		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	160	100.02	100.00	100.20	75.12	74.81	72.77	100.14	100.23	100.38	64.07	60.01	59.64
2	140	100.16	100.01	100.34	81.32	80.44	80.99	100.97	100.20	100.39	63.52	60.13	67.02
3	120	100.01	100.83	100.10	78.26	81.82	79.70	100.00	100.00	100.00	67.11	66.35	68.75
4	160	100.00	100.00	100.00	83.23	85.34	82.92	100.00	100.00	100.00	75.22	70.90	74.13
5	140	100.00	100.00	100.00	84.42	81.60	81.83	100.00	100.00	100.00	66.29	63.24	63.00
6	120	100.09	100.61	100.59	71.69	73.13	73.95	100.51	100.25	100.69	34.95	38.18	43.84
7	160	100.19	100.07	100.10	85.59	72.87	81.88	100.09	100.10	100.05	36.27	38.22	39.33
8	140	100.01	100.33	100.06	78.68	79.89	77.30	100.32	100.08	100.60	48.55	47.96	36.45
9	120	100.34	100.77	100.19	70.52	76.41	68.77	100.36	100.45	100.76	41.40	51.74	47.89
10	ตัวอย่างข้าวไม่อบ ข้าวใหม่ ตาก 7 วัน	100.18	100.08	100.10	70.89	75.85	70.93	100.47	100.44	100.58	68.14	66.17	68.04
11	ตัวอย่างข้าวไม่อบ ข้าวเก่านาปรังของชาวบ้าน	100.48	100.23	100.15	57.86	56.45	61..5	100.17	100.61	100.37	50.12	46.83	54.47

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

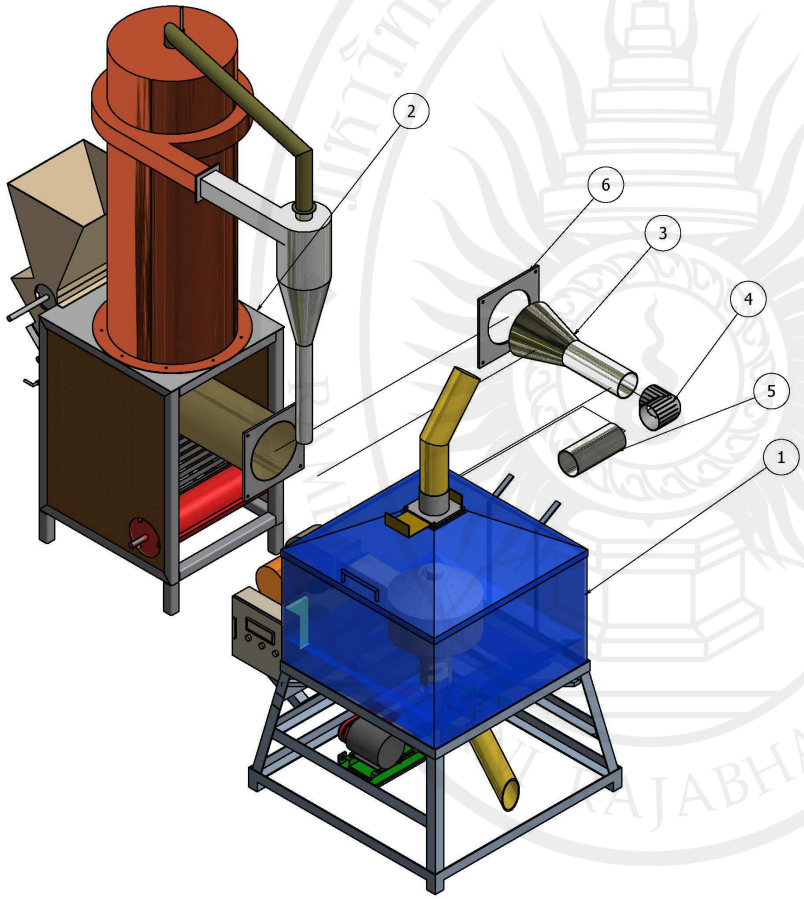
ภาคผนวก ข
แบบแปลนเตาเตาแกลบและเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถังหมุนเวียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



1	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME :			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
Assembly-Project 01			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1	DRAWING NO : PRO-040	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



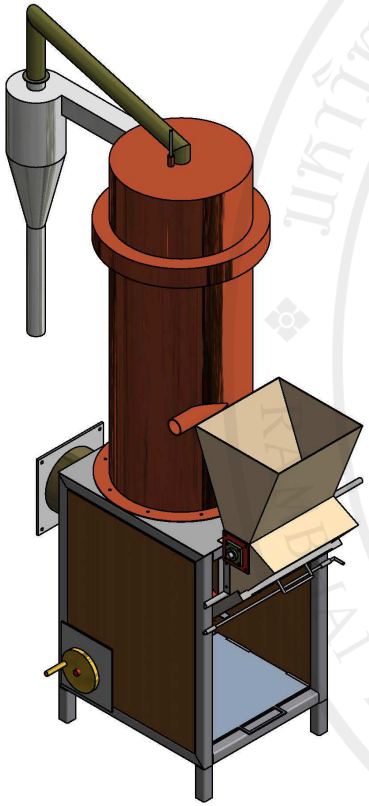
PARTS LIST

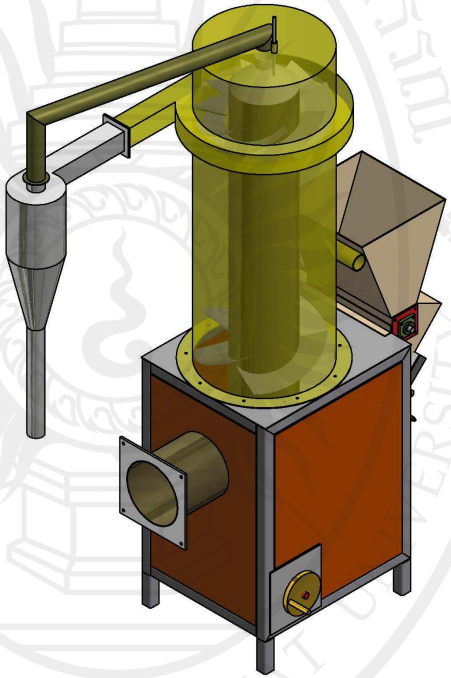
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Assy ถังบ้น	
2	1	Assembly เตา	
3	1	ท่อรวม 01	
4	1	ท่อ Flex	
5	1	ท่อรวม 02	
6	1	Support ท่อรวม	

2	1	-	SCM4		
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MAT:	COST	REMARK

PART NAME : Assembly-Project 02		DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม
		APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	SCALE : 1:1	DRAWING NO : PRO-039	
		REV.NO :	

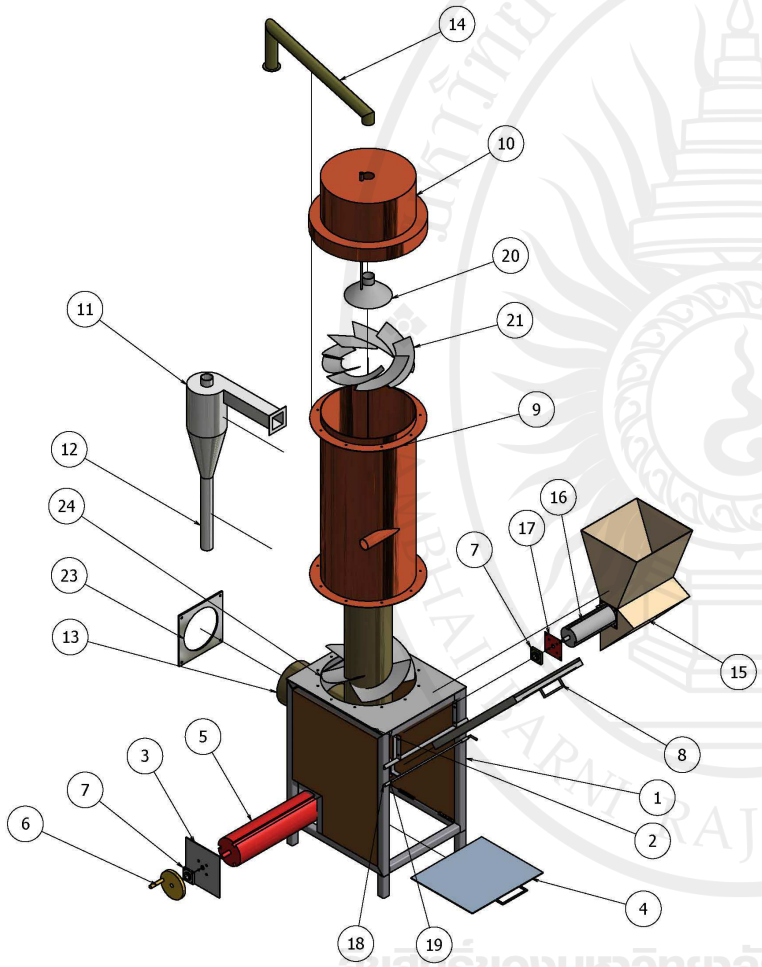
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





24	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ASSY เตาเผา 01			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:10	DRAWING NO : PRO-002	
				REV.NO :	

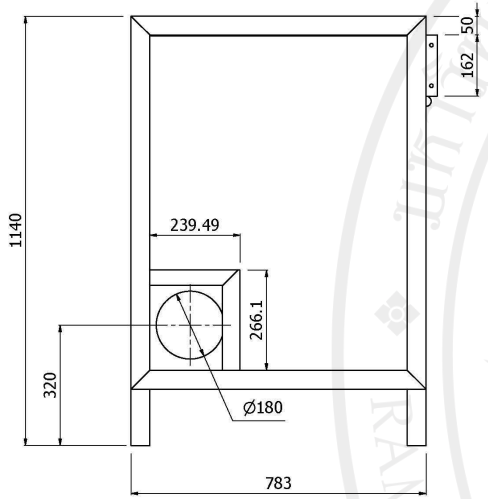
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

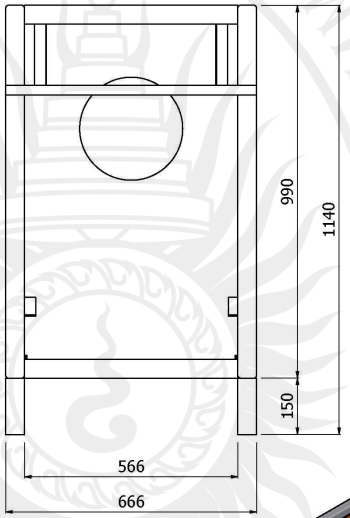


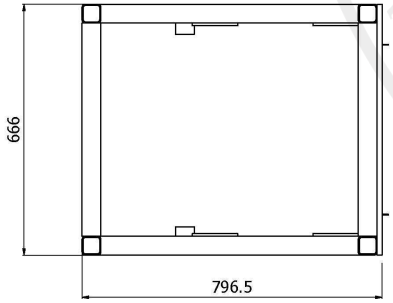
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	โครงเตา	
2	1	แผ่นปิดด้านบน	
3	1	หน้าแปลนยึดใบกวาด A3	
4	1	แผ่นปิดด้านล่าง	
5	1	ใบกวาดขี้เถ้า	
6	1	มือปรับ	
7	2	UCF305 / 205	
8	1	ตะกรับเตา	
9	1	ห้องดัก C	
10	1	ห้องดัก D	
11	1	ห้องดัก E	
12	1	ท่อ01	
13	1	ท่อลมร้อน	
14	1	ท่อ02	
15	1	ชุดป้อนแกลบ F1	
16	1	ชุดป้อนแกลบ F2	
17	1	ชุดป้อนแกลบ F3	
18	1	Frame 03	
19	2	Frame 04	
20	1	กรวยปรับลม	
21	1	ใบพัด 01	
23	1	Support ท่อร้อน	
24	1	ใบพัดด้านล่าง	

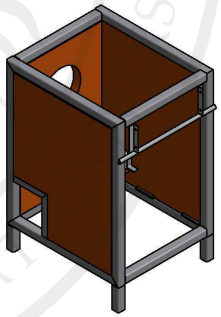
25	1	-	SCM4		
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MAT:	COST	REMARK
PART NAME : ASSY เตาเผา 02			DESIGN BY	นายเวริช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:15	DRAWING NO : PRO-002	
				REV.NO :	

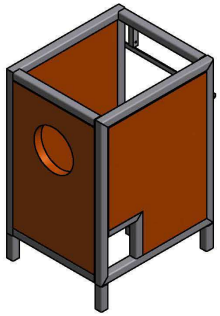
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





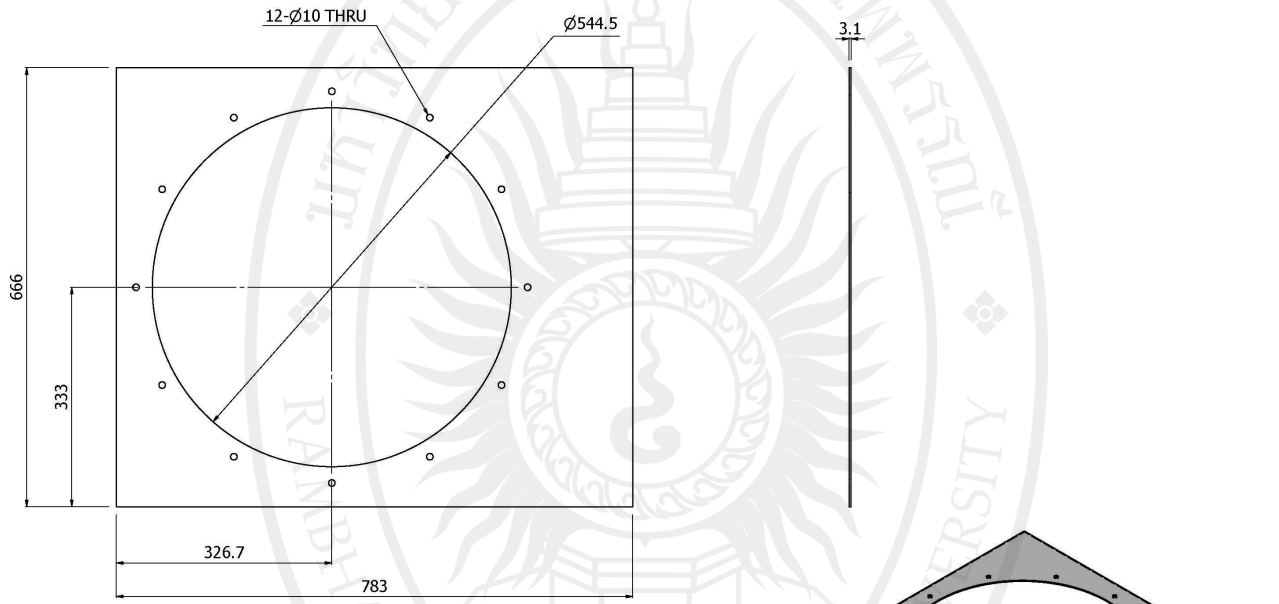






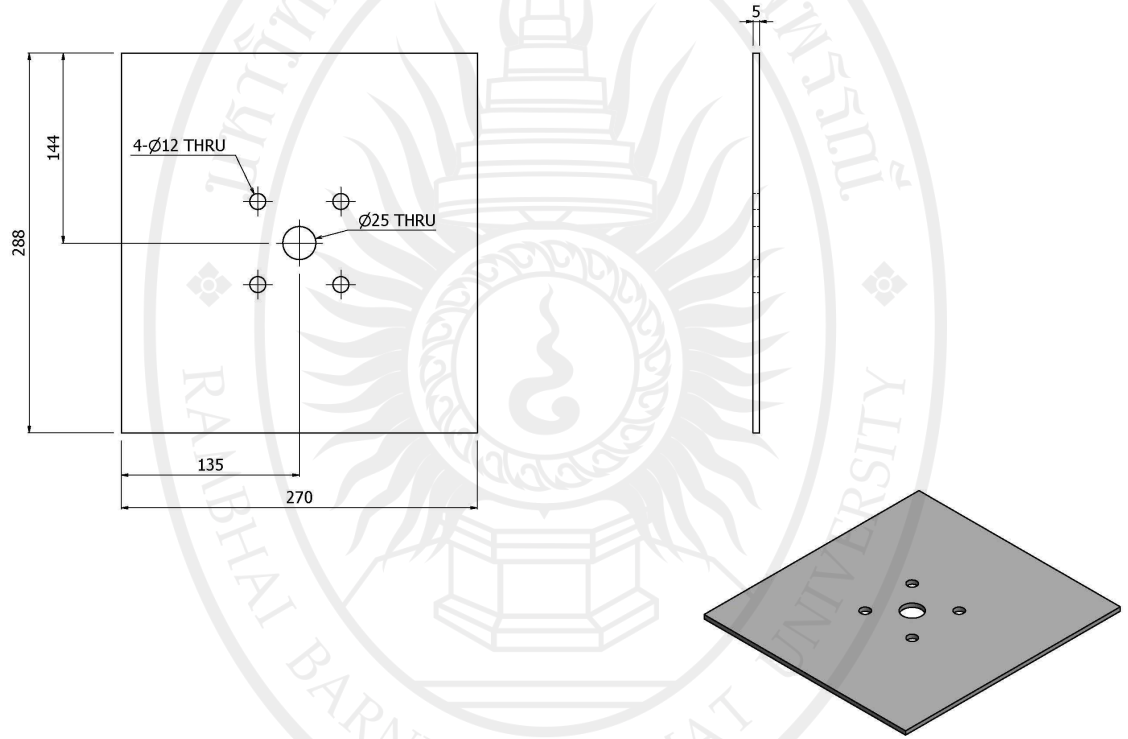
1	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : โครงเตา			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:7	DRAWING NO : PRO-003	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



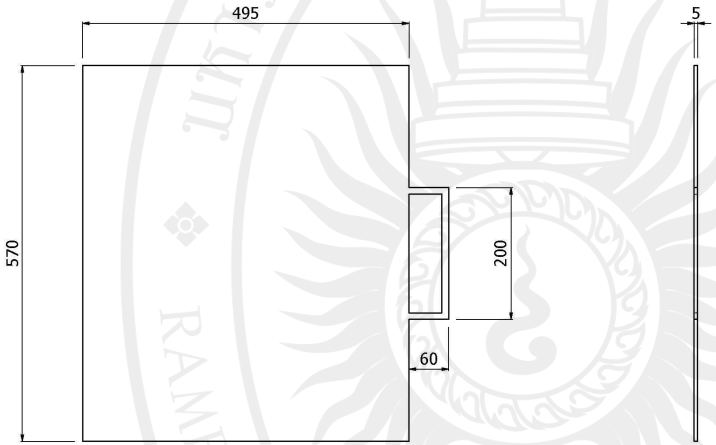
2	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : แผ่นปิดด้านบน			DESIGN BY	นายเวริช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:4	DRAWING NO : PRO-004	
				REV.NO :	

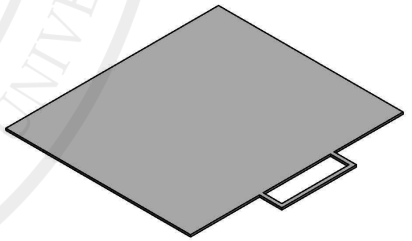
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



3	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : หน้าแปลนยึดใบกวาด			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:2	DRAWING NO : PRO-005	
				REV.NO :	

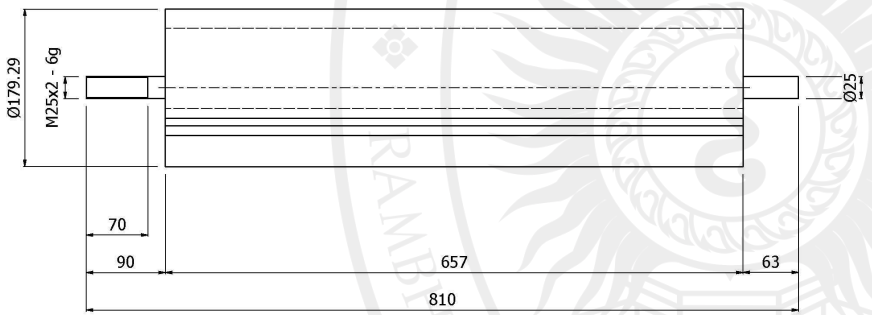
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

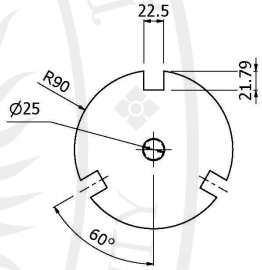


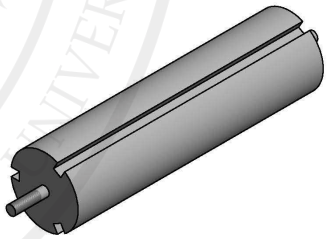


4	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : แผ่นปิดด้านล่าง			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:4	DRAWING NO : PRO-006	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

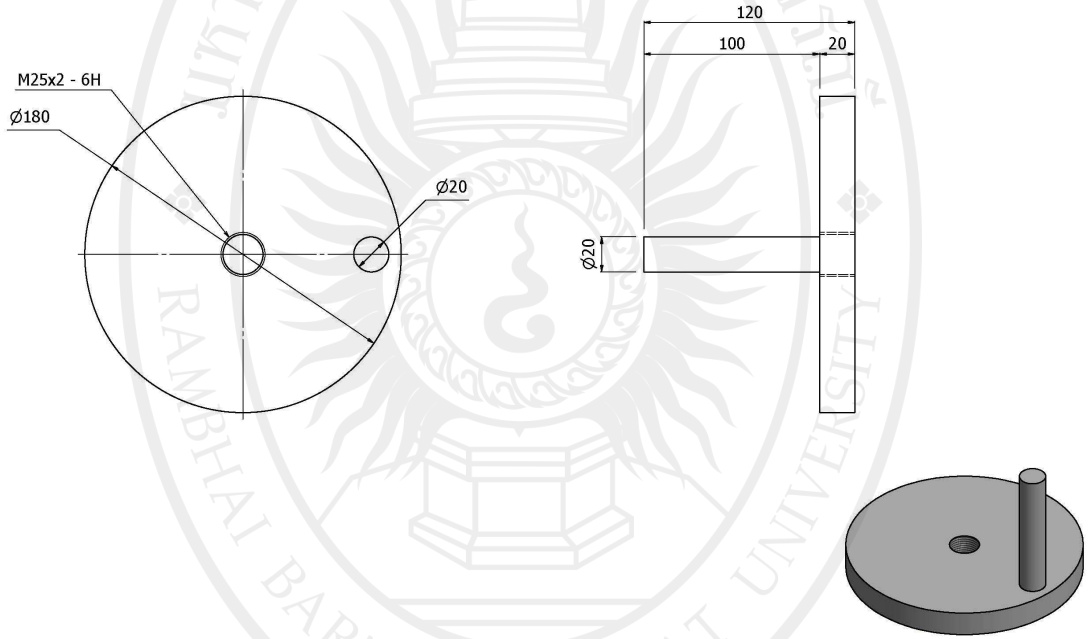






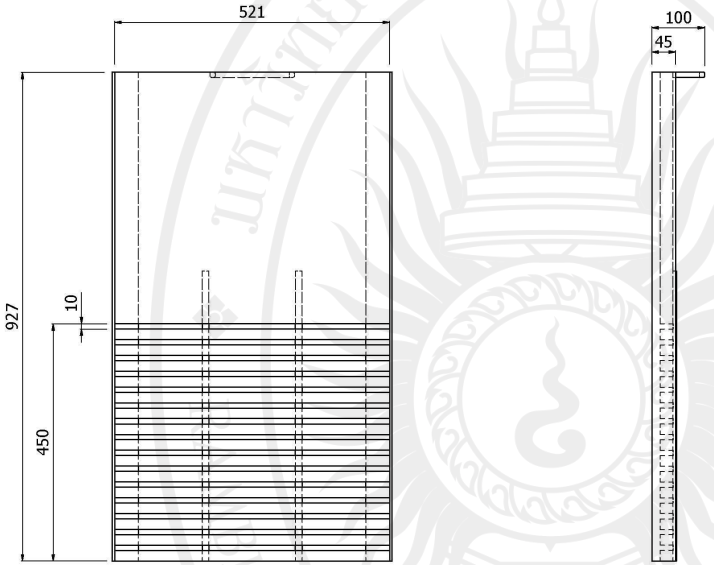
5	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ใบกวาดขี้เถ้า			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:3	DRAWING NO : PRO-007	
				REV.NO :	

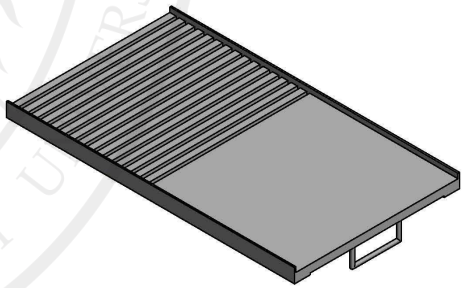
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

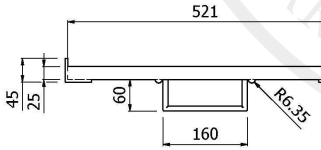


6	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : มือปรับ			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1.5	DRAWING NO : PRO-008	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

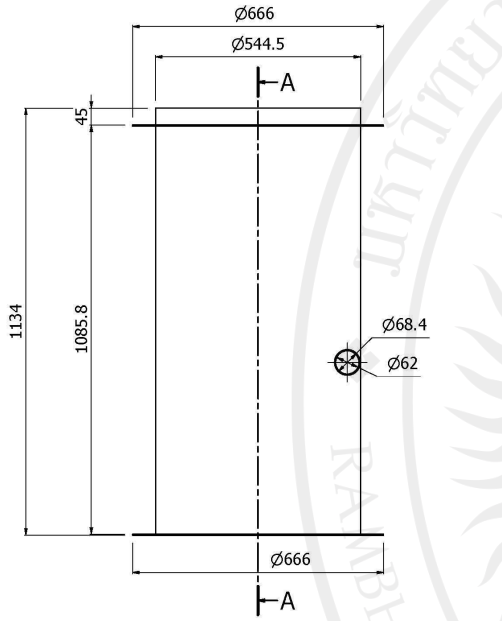




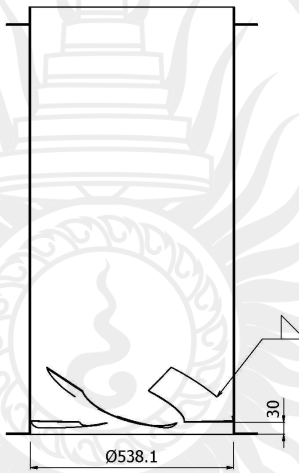


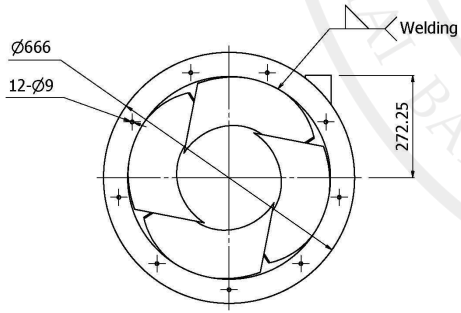
8	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ตะกรับเตา			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:5	DRAWING NO : PRO-010	
				REV.NO :	

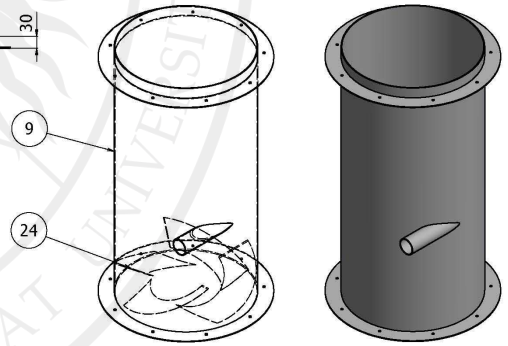
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



A-A (1 : 7)

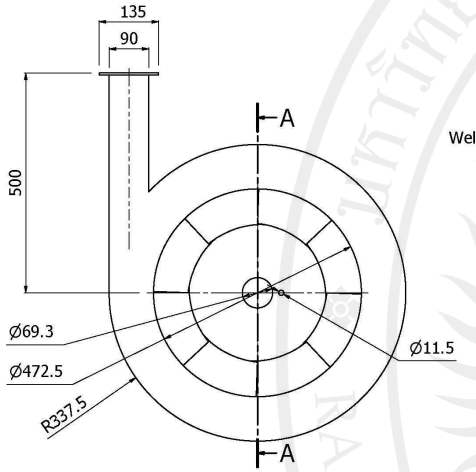


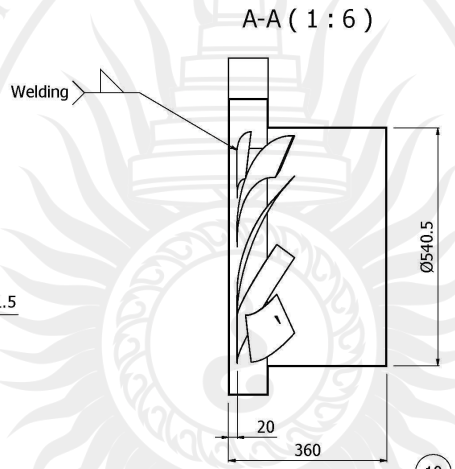


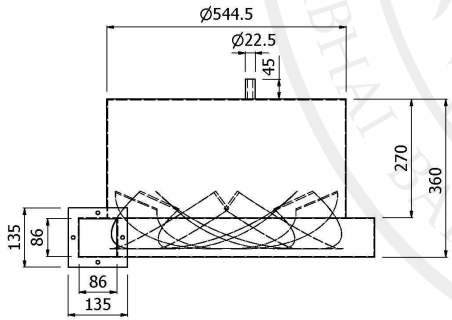


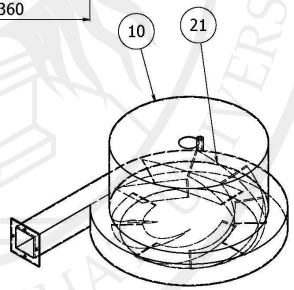
25	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ชุดใบพัดด้านล่าง			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:6	DRAWING NO : PRO-022	
				REV.NO :	

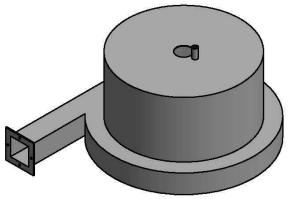
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





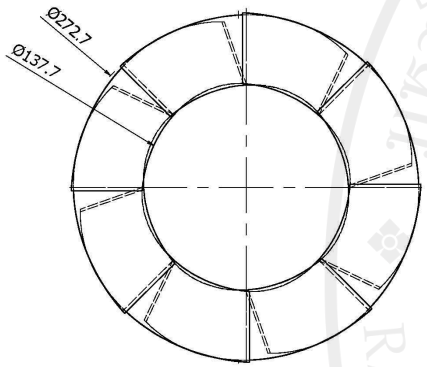


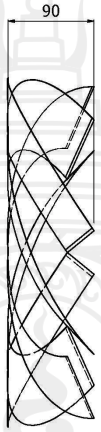


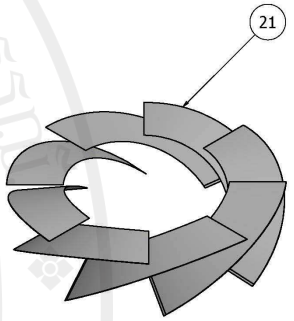


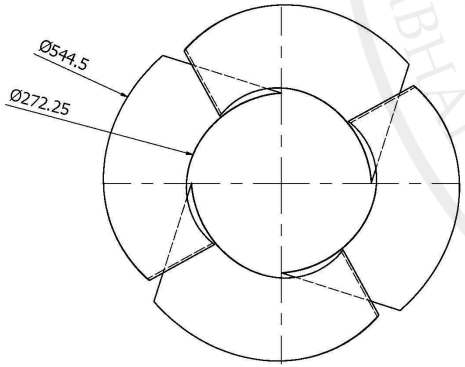
26	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ชุดใบพัดด้านบน			DESIGN BY	นายเวริช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:6	DRAWING NO : PRO-023	
				REV.NO :	

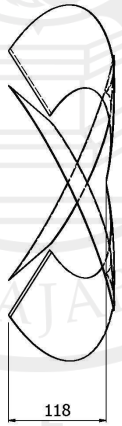
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

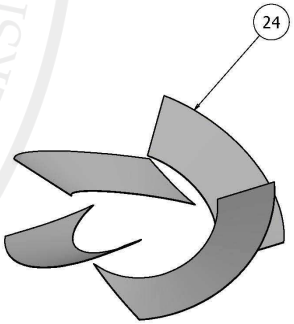






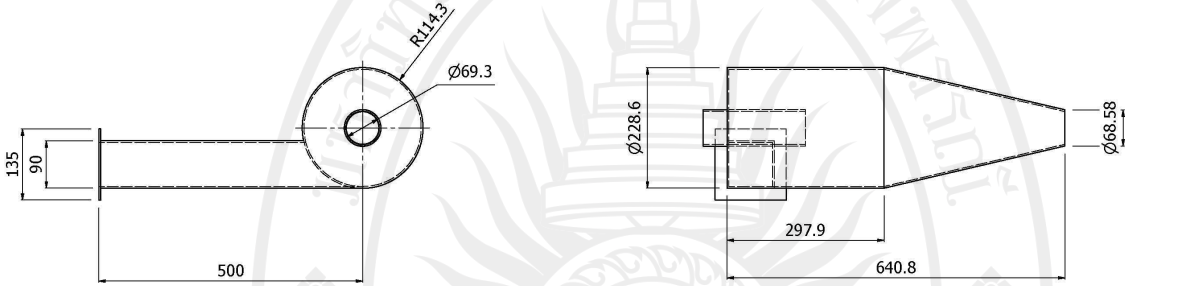


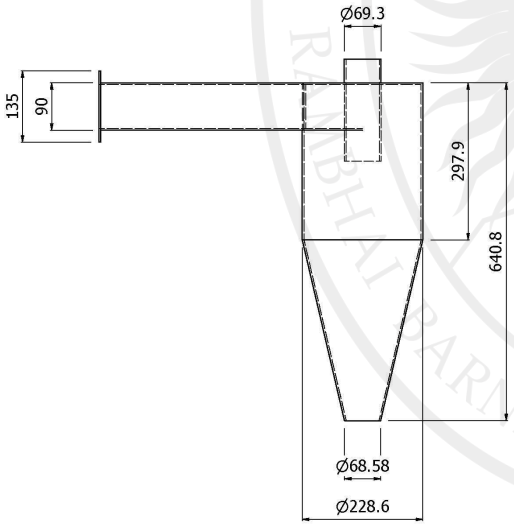


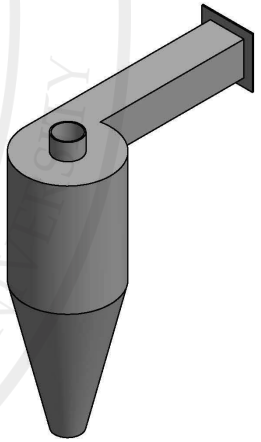


21	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ใบพัด			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:4	DRAWING NO : PRO-023	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

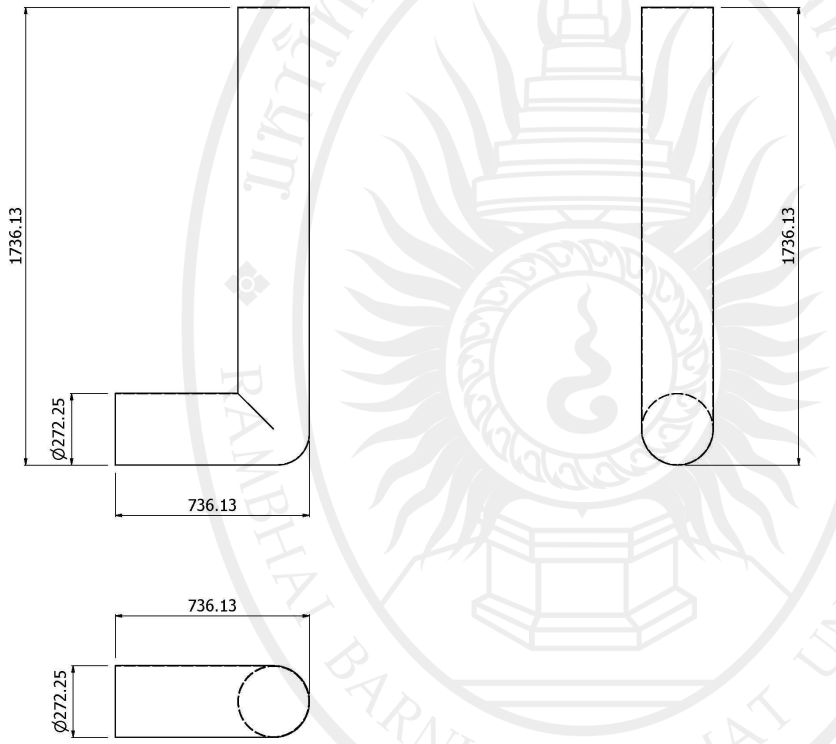


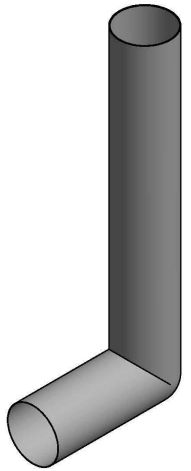




11	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ห้องคัก E			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:5	DRAWING NO : PRO-013	
				REV.NO :	

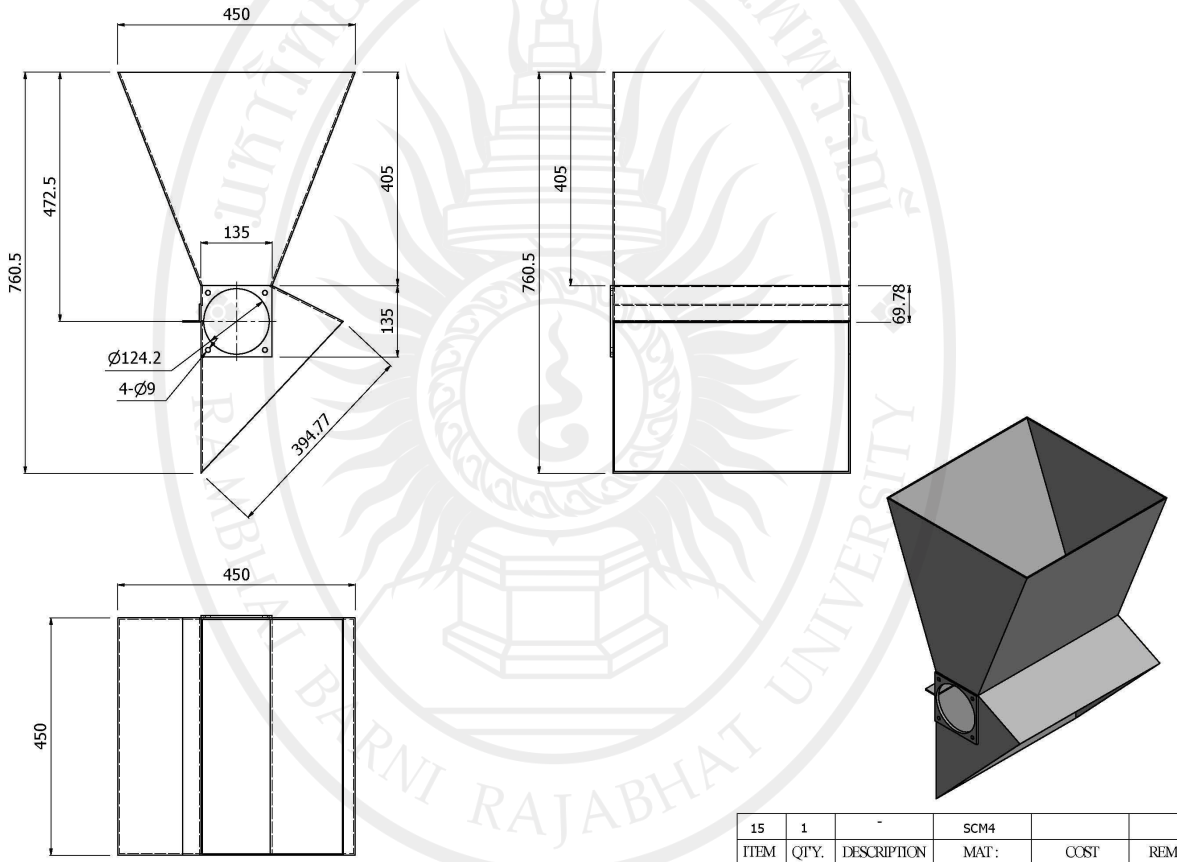
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





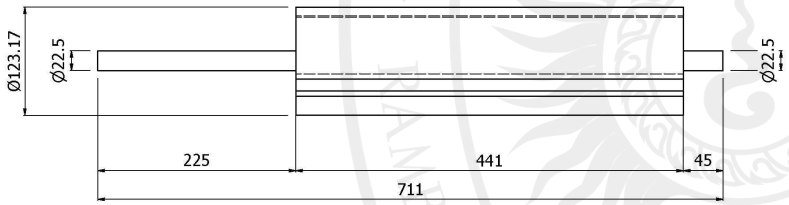
13	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ท่อลมร้อน			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:10	DRAWING NO : PRO-015	
				REV.NO :	

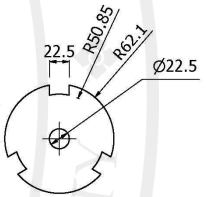
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

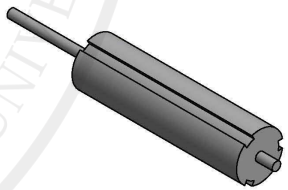


15	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ชุดม่อนแกลบ F1			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:5	DRAWING NO : PRO-017	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

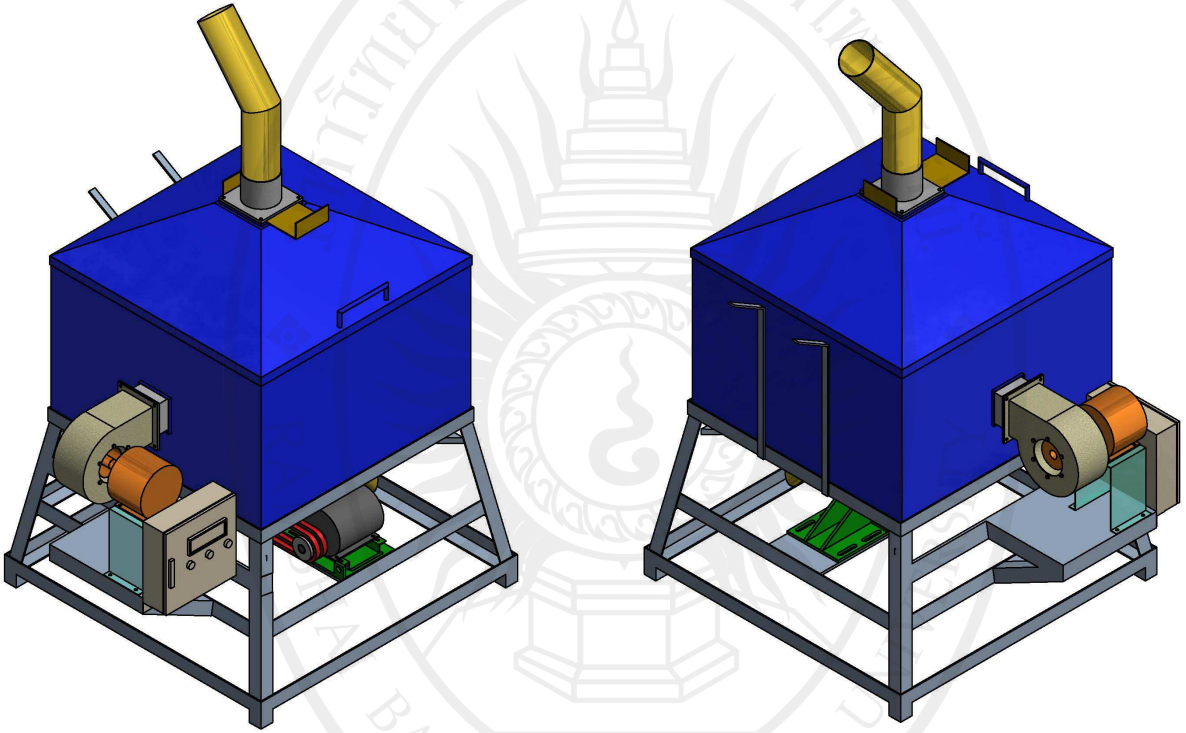






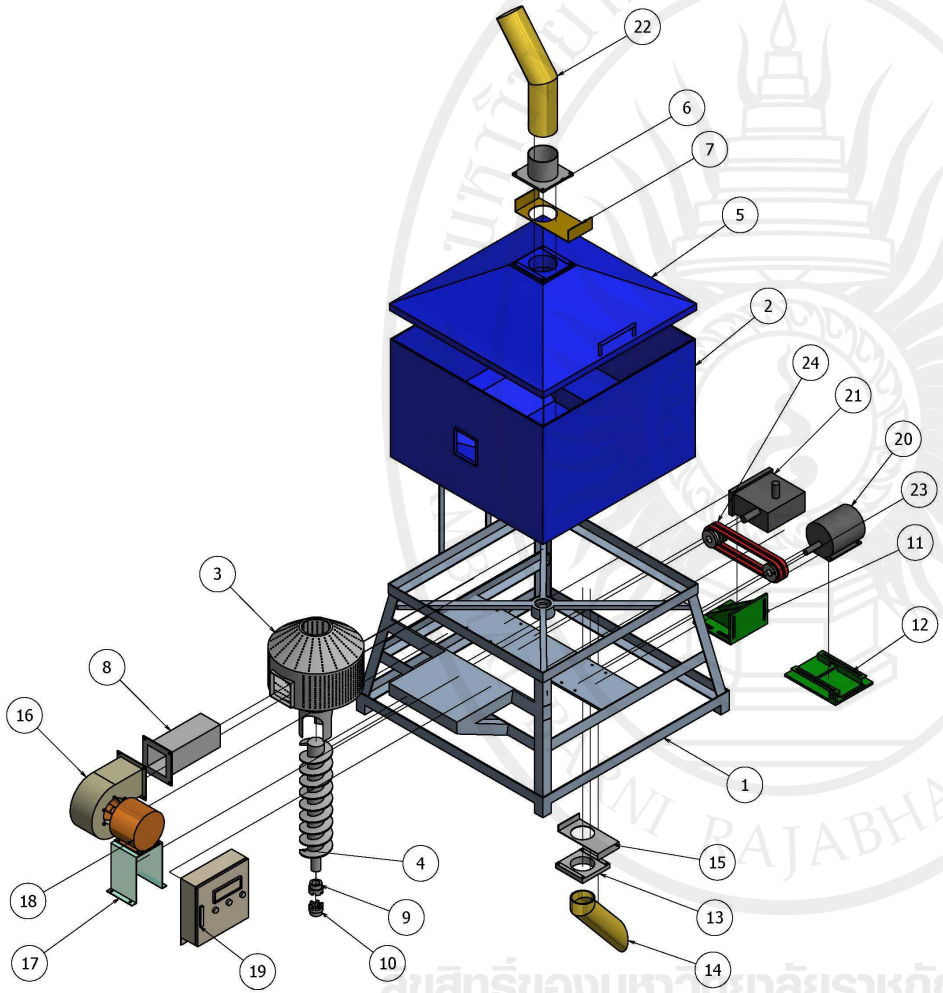
16	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ชุดม้อนแกลบ F2			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:3	DRAWING NO : PRO-018	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



25	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ห้องตัก C			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:8	DRAWING NO : PRO-027	
				REV.NO :	

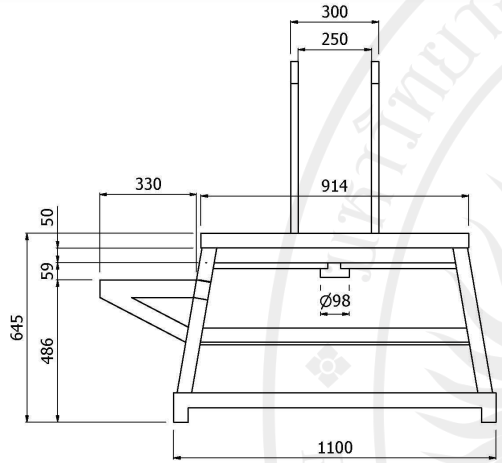
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

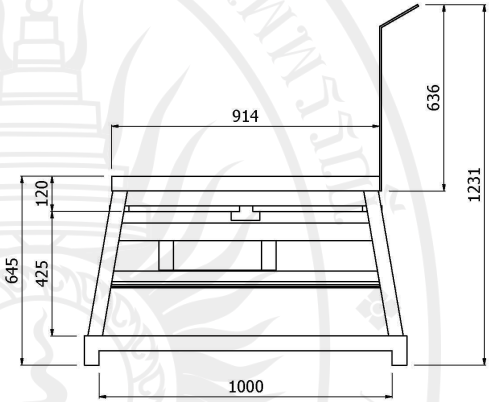


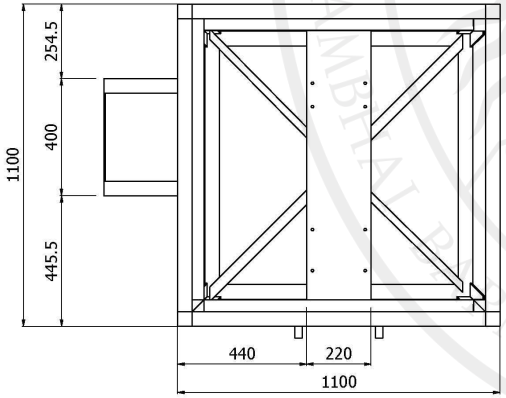
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	assy ฐาน	
2	1	ถังบรรจุ	
3	1	ถัง	
4	1	Screw	
5	1	ฝาถัง	
6	1	Cover Slide	
7	1	Slide Close open 02	
8	1	ท่อ 02	
9	1	ข้อต่อมอเตอร	
10	1	ข้อต่อมอเตอร 02	
11	1	Support Motor	
12	1	Support Motor 04	
13	1	ฝาครอบตัวเลื่อน ปิด เปิด	
14	1	ท่อ	
15	1	Slide	
16	1	Blower	
17	1	Support BLower	
18	1	Motor 01	
19	1	ELE BOX	
20	1	Motor 02	
21	1	Motor 03	
22	1	ท่อ03	
23	2	Puley 01	
24	2	BELT	

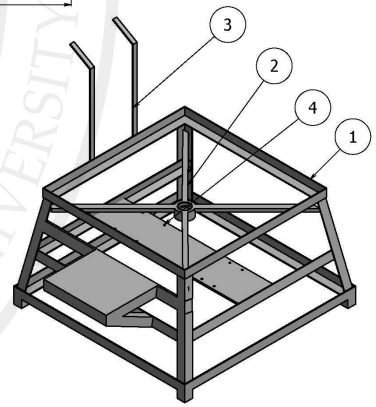
26	1	-	SCM4		
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ห้องคัก C			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:11	DRAWING NO : PRO-026	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





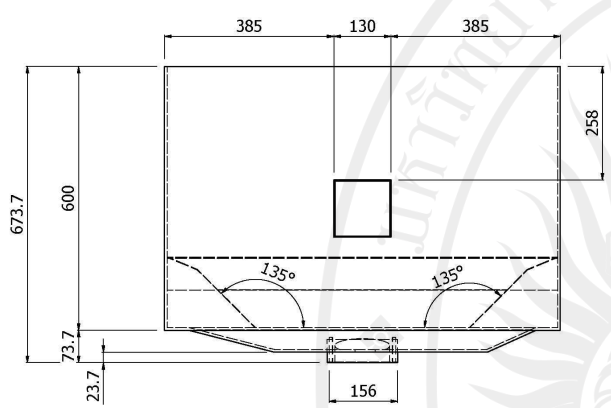


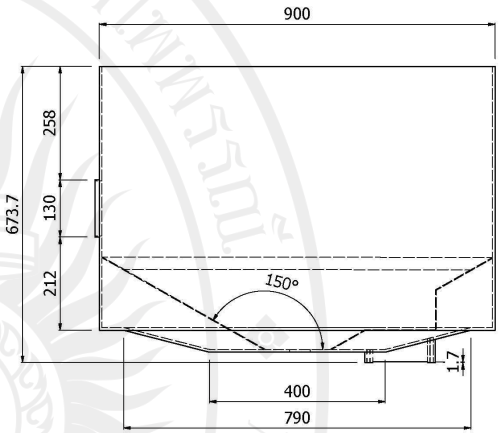


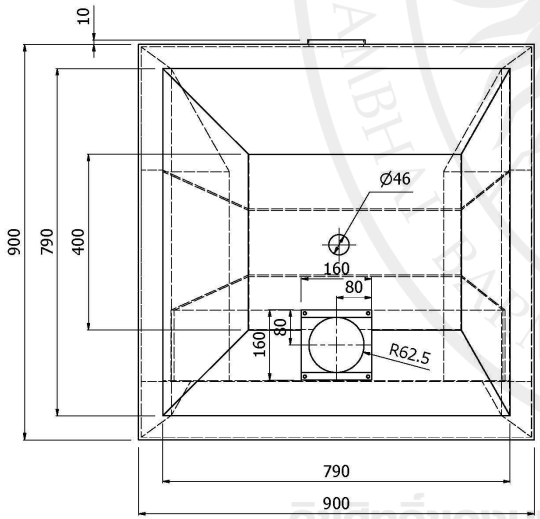
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	ฐานเครื่อง	
2	1	Support ฐานเครื่อง 02	
3	2	Support ฐานเครื่อง 03	
4	1	Support ฐานเครื่อง 01	

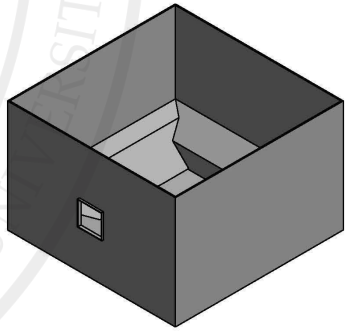
1	1	-	SCM4		
ITEM	QTY.	DESCRIPTION	MAT:	COST	REMARK
PART NAME : โครงสร้าง ฐานรอง			DESIGN BY	นายเวริช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:9	DRAWING NO : PRO-028	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



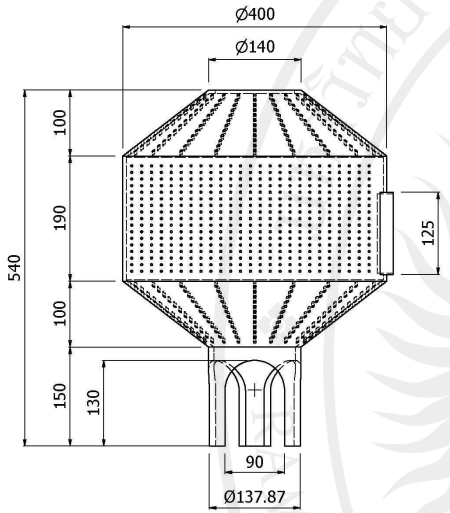


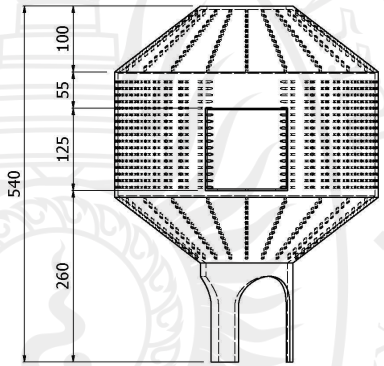


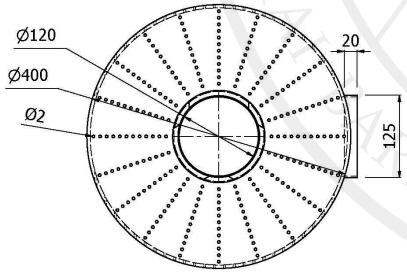


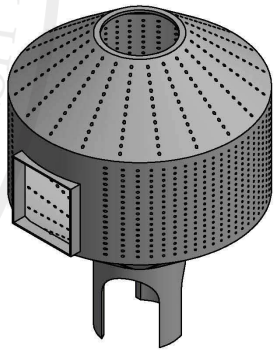
2	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ถังบรรจุ			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:6	DRAWING NO : PRO-029	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



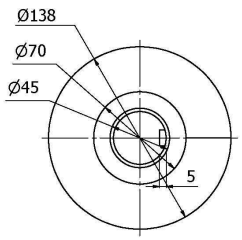


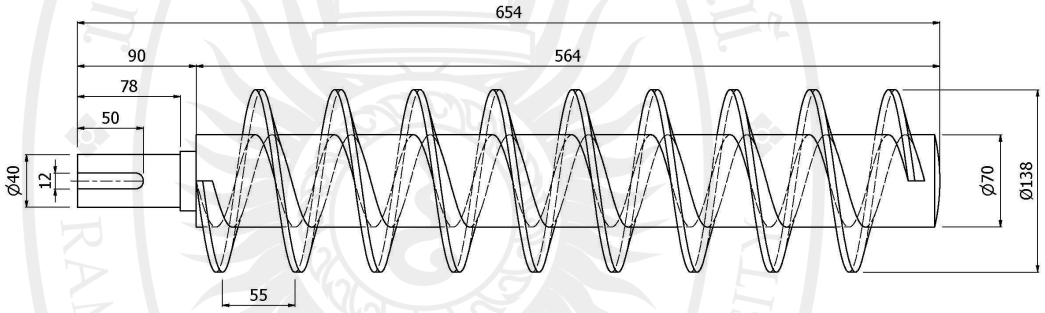


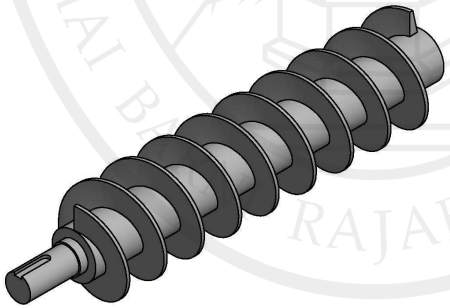


3	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ถังปั่น			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:4	DRAWING NO : PRO-030	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

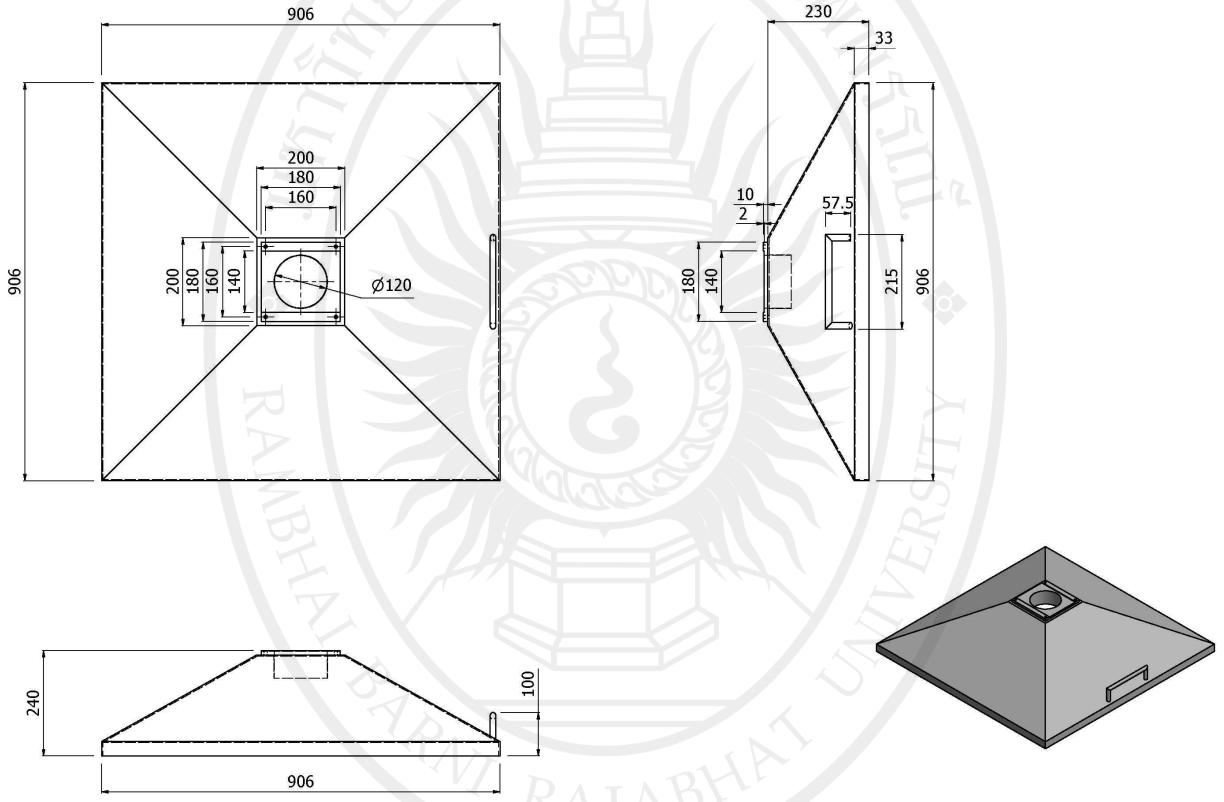






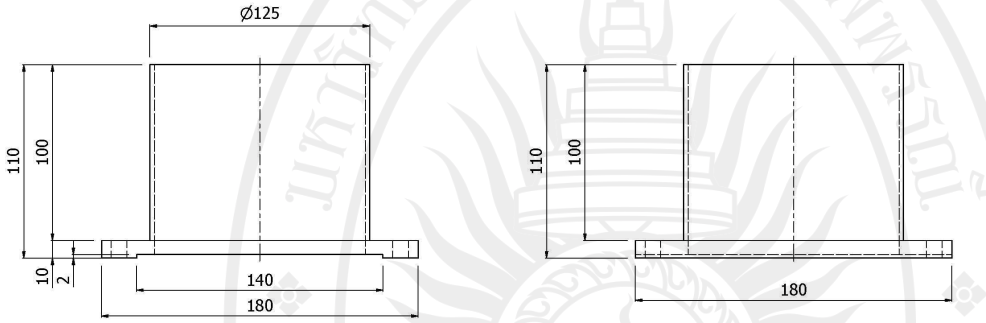
4	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : Screw			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1	DRAWING NO : PRO-031	
				REV.NO :	

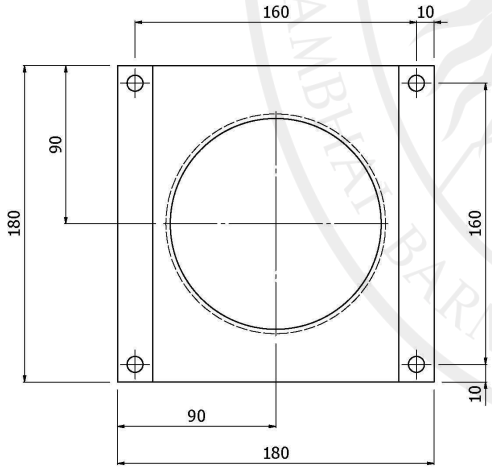
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

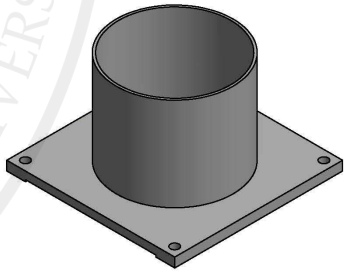


5	1	-	SCM4		
ITEM	QI'TY.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ฝาถัง			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:6	DRAWING NO : PRO-032	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

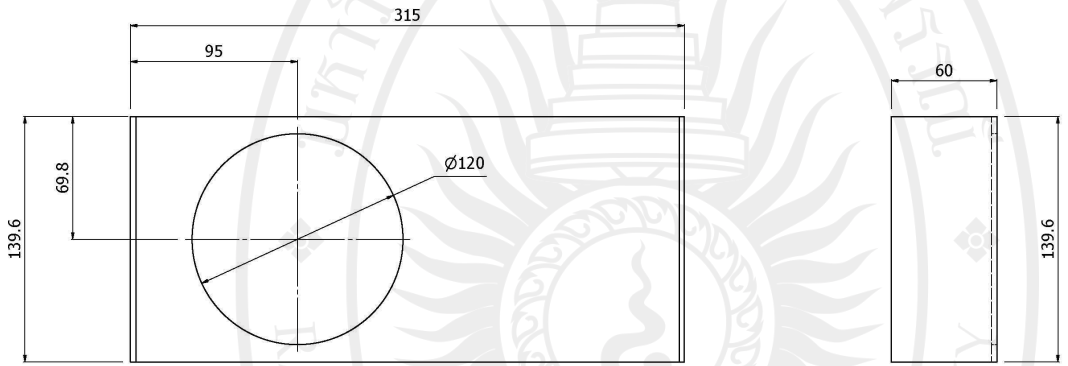


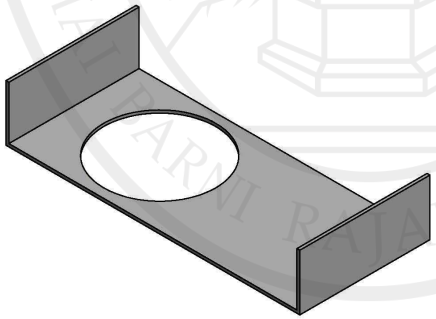




ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
6	1	-	SCM4		
PART NAME : Cover Slide			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1.5	DRAWING NO : PRO-033	
				REV.NO :	

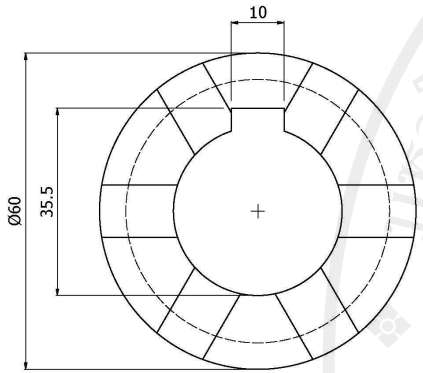
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

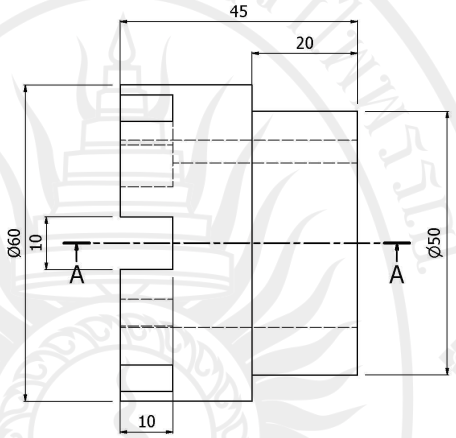


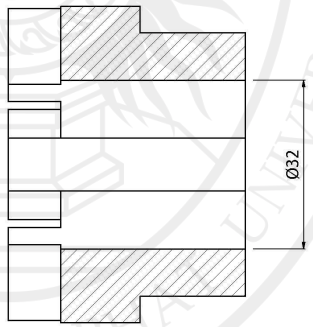


7	1	-	SCM4		
ITEM	QI'TY.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : Slide มีด-เปิด			DESIGN BY	นายเวริช มุดรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1.5	DRAWING NO : PRO-034	
				REV.NO :	

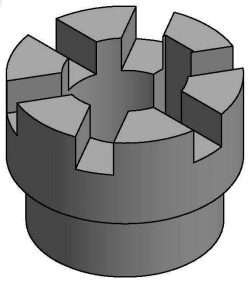
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





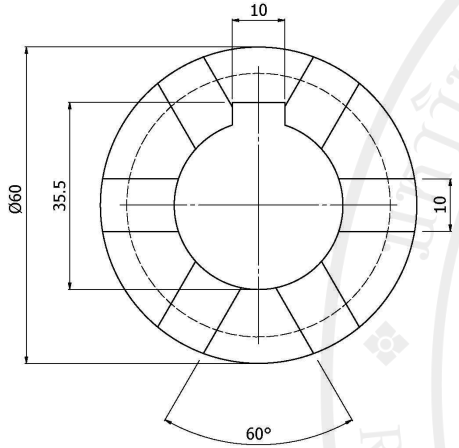


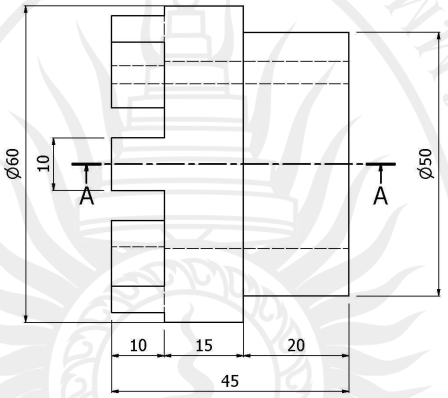
A-A (2 : 1)



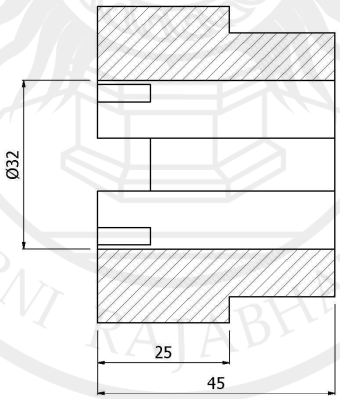
9	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ข้อต่อมอเตอร์			DESIGN BY	นายเวริช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 2:1	DRAWING NO : PRO-035	
				REV.NO :	

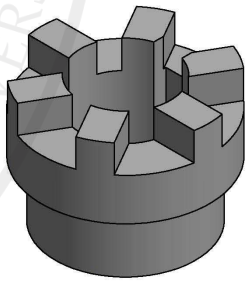
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





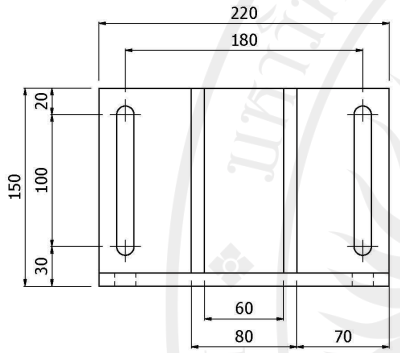
A-A (2 : 1)

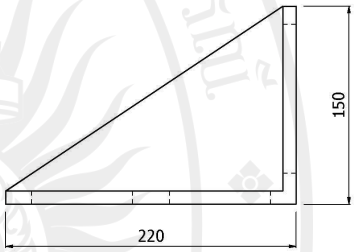


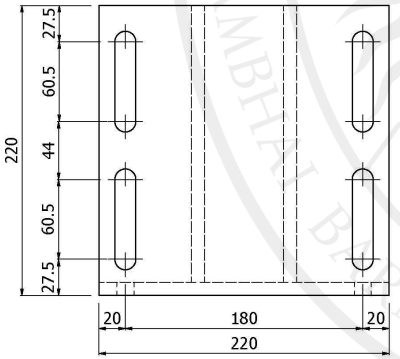


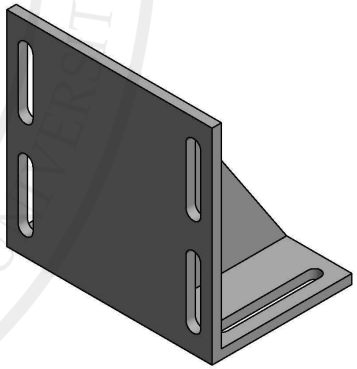
1	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ข้อต่อมอเตอร์ 02			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1	DRAWING NO : PRO-015	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



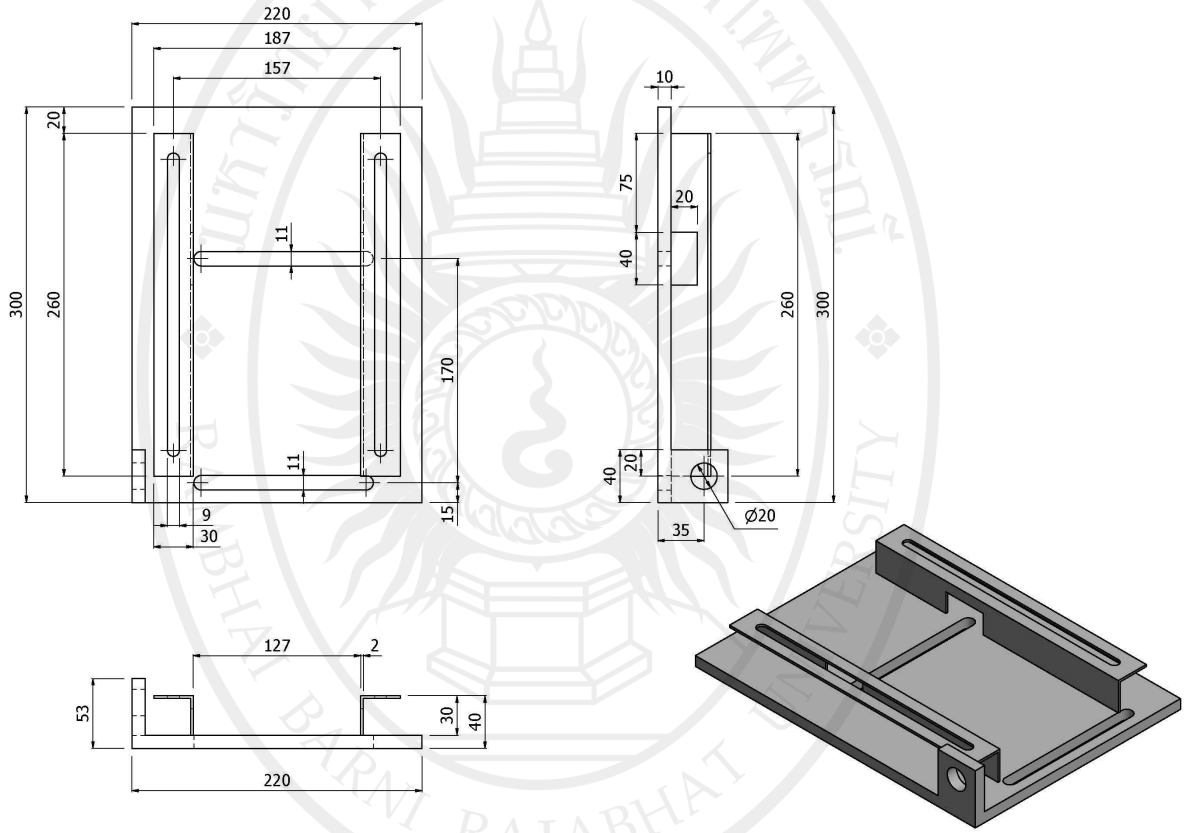






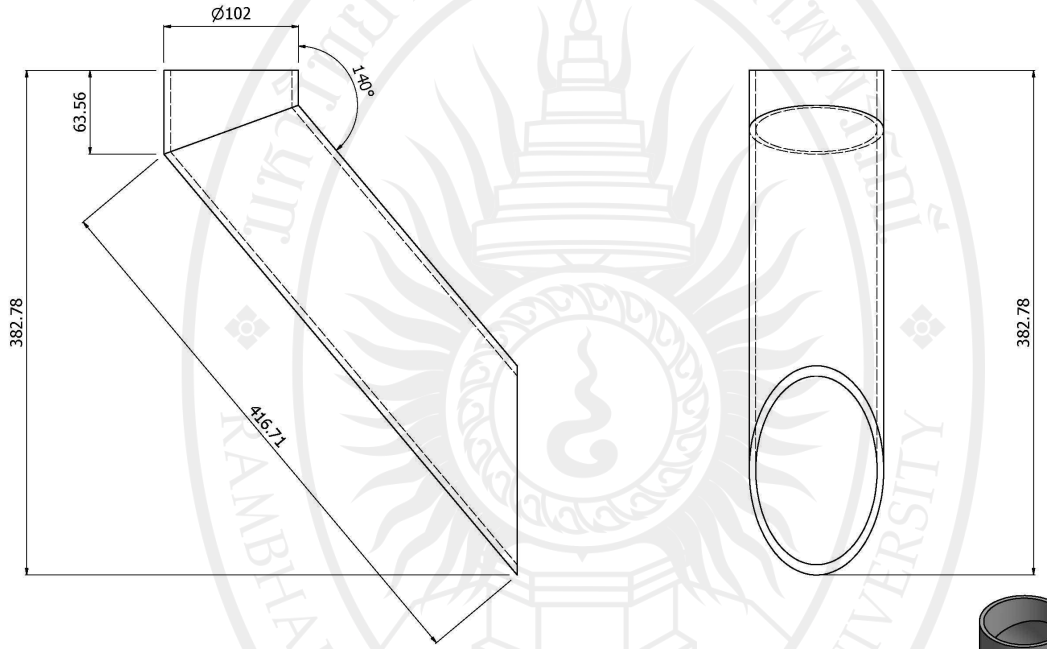
11	1	-	SCM4		
ITEM	QT'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : Support Motor			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:2	DRAWING NO : PRO-036	
				REV.NO :	

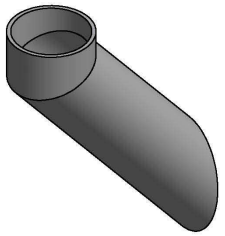
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



12	1	-	SCM4		
ITEM	QI'Y.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : Support Motor 4			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:2	DRAWING NO : PRO-037	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี





14	1	-	PIPE		
ITEM	QI'TY.	DESCRIPTION	MAT :	COST	REMARK
PART NAME : ท่อ			DESIGN BY	นายเรวิช บุตรพรม	
			APPROVED :	ดร.ทรงธรรม ไชยพงษ์	
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี			SCALE : 1:1	DRAWING NO : PRO-038	
				REV.NO :	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ค
ราคาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 9 ราคาในการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาหน่วยละ	ราคารวม
1	เตาเผาแกลบ				
	- ถังใส่แกลบ	1	ชุด	7,000.00	7,000.00
	- ฐานเครื่อง	1	ชุด	8,000.00	8,000.00
	- ชุดขับแกลบดำ	1	ชุด	5,000.00	5,000.00
	- ห้องเผาไหม้ทรงกระบอก	1	ชุด	30,000.00	30,000.00
	รวม	4	ชุด		
2	ถังอบข้าวเปลือก				
	- ถังอบข้าว	1	ชุด	1,0000.00	1,0000.00
	- สกรูขับข้าว	1	ชุด	6,000.00	6,000.00
	- ชุดเกียร์ขับสกรู	1	ชุด	5,000.00	5,000.00
	- มอเตอร์	1	ชุด	4,000.00	4,000.00
	- ระบบไฟฟ้า	1	ชุด	6,000.00	6,000.00
	รวม	5	ชุด		
	แปดหมื่นบาทถ้วน			ราคารวมทั้งสิ้น	80,000.00

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ง

ราคาข้าวเปลือกเจ้าและปทุมธานีนาปรัง ปีการผลิต 2555 ณ ระดับความชื้นต่าง ๆ ที่เกษตรกรจะได้รับ เมื่อนำข้าวเปลือกมาจำนำใบประทวน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 10 ราคาข้าวเปลือกนาปรัง ปีการผลิต 2555 ณ ระดับความชื้นต่างๆ ที่เกษตรกรจะรับได้ เมื่อนำข้าวเปลือกมาจำนำใบประทวน

ความชื้น %	หักลดน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ข้าวเปลือกเจ้า					ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (กรัม)				ข้าวเปลือกเหนียว 10 %	
		100%	5%	10%	15%	25%	42	40	38	36	เมล็ดยาว	คละ
ไม่เกิน 15	-	**15000.00**	**14800.00**	**14600.00**	**14200.00**	**13800.00**	**16000.00**	**15600.00**	**15200.00**	**14800.00**	**16000.00**	**15000.00**
15.1-15.4	-	15000.00	14800.00	14600.00	14200.00	13800.00	16000.00	15600.00	15200.00	14800.00	16000.00	15000.00
15.5-15.9	7.5	14887.00	14689.00	14490.50	14093.50	13696.50	15880.00	15483.00	15086.00	14689.00	15880.00	14887.50
16.0-16.4	15.0	14775.00	14578.00	14381.00	13987.00	13593.00	15760.00	15366.00	14972.00	14578.00	15760.00	14775.00
16.5-16.9	22.5	14662.50	14467.00	14271.50	13880.50	13489.50	15640.00	15249.00	14858.00	14467.00	15640.00	14662.50
17.0-17.4	30.0	14550.00	14356.00	14162.00	13774.00	13386.00	15520.00	15132.00	14744.00	14356.00	15520.00	14550.00
17.5-17.9	37.5	14437.50	14245.00	14052.50	13667.50	13282.50	15400.00	15015.00	14630.00	14245.00	15400.00	14437.50
18.0-18.4	45.0	14325.00	14134.00	13943.00	13561.00	13179.00	15280.00	14898.00	14516.00	14134.00	15280.00	14325.00
18.5-18.9	52.5	14212.50	14023.00	13833.50	13454.50	13075.50	15160.00	14781.00	14402.00	14023.00	15160.00	14212.50
19.0-19.4	60.0	14100.00	13912.00	13724.00	13348.00	12972.00	15040.00	14664.00	14288.00	13912.00	15040.00	14100.00
19.5-19.9	67.5	13987.50	13801.00	13614.50	13241.50	12868.50	14920.00	14547.00	14174.00	13801.00	14920.00	13987.50
20.0-20.4	75.0	13875.00	13690.00	13505.00	13135.00	12765.00	14800.00	14430.00	14060.00	13690.00	14800.00	13875.00
20.5-20.9	82.5	13762.50	13579.00	13395.50	13028.50	12661.50	14680.00	14313.00	13946.00	13579.00	14680.00	13762.50
21.0-21.4	90.0	13650.00	13468.00	13286.00	12922.00	12558.00	14560.00	14196.00	13832.00	13468.00	14560.00	13650.00

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 10 (ต่อ)

ความชื้น %	หักลดน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ข้าวเปลือกเจ้า					ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (กรัม)				ข้าวเปลือกเหนียว 10 %	
		100%	5%	10%	15%	25%	42	40	38	36	เมล็ดยาว	คละ
21.5-21.9	97.5	13537.50	13357.00	13176.50	12815.50	12454.50	14440.00	14079.00	13718.00	13357.00	14440.00	13537.50
22.0-22.4	105.0	13425.00	13246.00	13067.00	12709.00	12351.00	14320.00	13962.00	13604.00	13246.00	14320.00	13425.00
22.5-22.9	112.5	13312.50	13135.00	12957.50	12602.00	12247.50	14200.00	13845.00	13490.00	13135.00	14200.00	13312.50
23.0-23.4	120.0	13200.00	13024.00	12848.00	12496.00	12144.00	14080.00	13728.00	13376.00	13024.00	14080.00	13200.00
23.5-23.9	127.5	13087.50	12913.00	122738.50	12389.50	12040.50	13960.00	13611.00	13262.00	12913.00	13960.00	13087.50

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 10 (ต่อ)

ความชื้น %	หักลดน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ข้าวเปลือกเจ้า					ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (กรัม)				ข้าวเปลือกเหนียว 10 %	
		100%	5%	10%	15%	25%	42	40	38	36	เมล็ดยาว	คละ
24.0-24.4	135.0	12975.00	12802.00	12629.00	12283.00	11937.00	13840.00	13494.00	13494.00	12802.00	13840.00	12975.00
24.5-24.9	142.5	12862.50	12691.00	12519.50	12176.50	11833.50	13720.00	13377.00	13034.00	12691.00	13720.00	12862.50
25.0-25.4	150.0	12750.00	12580.00	12410.00	12070.00	11730.00	13600.00	13260.00	12920.00	12580.00	13600.00	12750.00
25.5-25.9	157.5	12637.50	12469.00	12300.50	11963.50	11626.50	13480.00	13143.00	12806.00	12469.00	13480.00	12637.50
26.0-26.4	165.0	12525.00	12358.00	12191.00	11857.00	11523.00	13360.00	13026.00	12692.00	12358.00	13360.00	12525.00
26.5-26.9	172.5	12412.50	12247.00	12081.50	11750.50	11419.50	13240.00	12909.00	12578.00	12247.00	13240.00	12412.50
27.0-27.4	180.0	12300.00	12136.00	11972.00	11644.00	11316.00	13120.00	12792.00	12464.00	12136.00	13120.00	12300.00
27.5-27.9	187.5	12187.50	12025.00	11862.50	11537.50	11212.50	13000.00	12675.00	12350.00	12025.00	13000.00	12187.50
28.0-28.4	195.0	12075.00	11914.00	11753.00	11431.00	11109.00	12880.00	12558.00	12236.00	11914.00	12880.00	12075.00
28.5-28.9	202.5	11962.00	11803.00	11643.50	11324.50	11005.50	12760.00	12441.00	12122.00	11803.00	12760.00	11962.00
29.0-29.4	210.0	11850.00	11692.00	11534.00	11218.00	10902.00	12640.00	12324.00	12008.00	11692.00	12640.00	11850.00
29.5-29.9	217.5	11737.50	11581.00	11424.50	11111.50	10798.50	12520.00	12207.00	11894.00	11581.00	12520.00	11737.50
30.0-30.4	225.0	11625.00	11470.00	11315.00	11005.00	10695.00	12400.00	12090.00	11780.00	11470.00	12400.00	11625.00
30.5-30.9	232.5	11512.50	11359.00	11205.50	10898.50	10591.50	12280.00	11973.00	11666.00	11359.00	12280.00	11512.50

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ตาราง 10 (ต่อ)

ความชื้น %	หักลดน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ข้าวเปลือกเจ้า					ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (กรัม)				ข้าวเปลือกเหนียว 10 %	
		100%	5%	10%	15%	25%	42	40	38	36	เมล็ดยาว	คละ
31.0-31.4	240.0	11400.00	11248.00	11096.00	10792.00	10488.00	12160.00	11856.00	11552.00	11248.00	12160.00	11400.00
31.5-31.9	247.5	11287.50	11137.00	10986.50	10685.50	10384.50	12040.00	11739.00	11438.00	11137.00	12040.00	11287.50
32.0-32.4	255.0	11175.00	11026.00	10877.00	10579.00	10281.00	11920.00	11622.00	11324.00	11026.00	11920.00	11175.00
32.5-32.9	262.5	11062.50	10915.00	10767.50	10472.50	10177.50	11800.00	11505.00	11210.00	10915.00	11800.00	11062.50
33.0-33.4	270.0	10950.00	10804.00	10658.00	10366.00	10074.00	11680.00	11388.00	11096.00	10804.00	11680.00	10950.00

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 10 (ต่อ)

ความชื้น %	หักลดน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ข้าวเปลือกเจ้า					ข้าวเปลือกปทุมธานี 1 (กรัม)				ข้าวเปลือกเหนียว 10 %	
		100%	5%	10%	15%	25%	42	40	38	36	เมล็ดยาว	คละ
33.5-33.9	227.5	10837.50	10693.00	10548.50	10259.50	9970.50	11560.00	11271.00	10982.00	10693.00	11560.00	10837.50
34.0-34.4	285.0	10725.00	10582.00	10439.00	10153.00	9867.00	11440.00	11154.00	10868.00	10582.00	11440.00	10725.00
34.5-34.9	292.5	10612.50	10471.00	10329.50	10046.50	9763.50	11320.00	11037.00	10754.00	10471.00	11320.00	10612.50
35.0-35.4	300.0	10500.00	10360.00	10220.00	9940.00	9660.00	11200.00	10920.00	10640.00	10360.00	11200.00	10500.00
35.5-35.9	307.5	10387.50	10249.00	10110.50	9833.50	9556.50	11080.00	10803.00	10526.00	10249.00	11080.00	10387.50

หมายเหตุ : 1. การหักลดน้ำหนักได้รวมค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นด้วยแล้ว และมีสิ่งเจือปนไม่เกิน 2% ของน้ำหนักข้าว

2. ราคารับจำนำข้าวเปลือกปทุมธานี 1 ให้ปรับเพิ่ม-ลด ตามจำนวนกรัมในอัตรากรัมละ 200 บาท

ที่มา : ฝ่ายเลขานุการ กขช.กรมการค้าข้าวภายใน กุมภาพันธ์ 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๕๒

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์แบบแปลนเตาเผาแกลบ

เรียน หัวหน้า/ผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม จันทบุรี

เนื่องด้วย นายเรวิช บุตรพรม นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ" โดยใช้ประโยชน์จากแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี โดยในการค้นคว้าข้อมูลของเตาเผาแกลบ พบว่าเตาเผาแกลบของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม จันทบุรี มีประสิทธิภาพสูง และมีขนาดเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิจัยนี้

ดังนั้น เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์แบบแปลนเตาเผาแกลบของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม จันทบุรี เพื่อนำไปใช้ในการทำวิจัยต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ปัญญา วงศ์ต่าย)
รักษาการคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒
โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔ / ๑๕๗

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๕

เรื่อง ขอความร่วมมือการจัดทำชุดโครงการวิจัย

เรียน ประธานโรงสีข้าวชุมชนตำบลเกวียนหัก

เนื่องด้วย นายเรวิช บุตรพรม นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ" โดยใช้ประโยชน์จากแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ดังนั้น จึงมีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ในการให้ความร่วมมือของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการทำวิจัยในพื้นที่โรงสีข้าวชุมชนดังกิจกรรมต่อไปนี้

๑. ความร่วมมือในการจัดทำงานวิจัย

๒. ความร่วมมือในการถ่ายทอดภูมิปัญญาระว่างหน่วยงาน

๓. ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมภายใต้โครงงาน ให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ อาทิเช่น การเป็นพื้นที่ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ปัญญา วงศ์ต่าย)
รักษาการคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒
โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๐๑

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒๘ พฤษภาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้ห้องทดสอบและเครื่องมือทดสอบคุณภาพข้าว

เรียน หัวหน้าสาขาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ด้วยกระผมนายเรวิช บุตรพรม นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยด้วยเตาเผาแกลบ” มีความจำเป็นต้องใช้ห้องทดสอบและเครื่องมือทดสอบคุณภาพข้าวเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ซึ่งทางมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณียังขาดแคลนเครื่องมือทางด้านนี้

ดั้งนั้นเพื่อให้งานวิจัยดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ใช้ห้องทดสอบและเครื่องมือทดสอบคุณภาพข้าว โดยทั้งนี้ได้ติดต่อ ผศ.ดร.ใจทิพย์ วานิชชัง สาขาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติเพื่อประสานงานและควบคุมนักศึกษาในการใช้งานห้องทดสอบและเครื่องมือทดสอบคุณภาพข้าวและความเหมาะสมในการนำไปใช้วิจัยครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์เดชา วงศ์แก้ว)
รักษาการคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทรศัพท์ ๐๓๙-๔๗๑-๐๖๒
โทรสาร ๐๓๙-๔๗๑-๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๑๒

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๖

เรื่อง บันทึกข้อตกลงการส่งมอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ

เรียน นายกเทศมนตรีเทศบาลตำบลเกวียนหัก

โดยหนังสือฉบับนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ในฐานะประธานคณะทำงานโครงการวิจัยเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบ ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า “ผู้ให้” ฝ่ายหนึ่งกับเทศบาลเกวียนหัก

โดยนายพินัย พะยม นายกเทศมนตรีเกวียนหักสถานที่ตั้งสำนักงานเลขที่ ๑๒ หมู่ ๔ ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งต่อไปเรียกว่า “ผู้รับ” อีกฝ่ายหนึ่งทั้งสองฝ่ายได้ตกลงบันทึกกันมีข้อความดังต่อไปนี้

๑. “ผู้ให้”ตกลงยกให้ซึ่งเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แหล่งพลังงานจากเตาเผาแกลบวงเงินทรัพย์สิน ๘๐,๐๐๐ บาท (แปดหมื่นบาทถ้วน) ให้เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับโดยไม่คิดค่าตอบแทนใดๆทั้งสิ้น

๒. “ผู้รับ” ตกลงรับมอบทรัพย์สินดังกล่าวไว้เรียบร้อยในวันนี้

๓. การใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน ข้อ๑. ให้เป็นไปตามผู้รับเห็นสมควร ทั้งนี้ตั้งแต่วันที่ทำหนังสือฉบับนี้เป็นต้นไป

๔. การดูแลรักษาให้ทรัพย์สิน ข้อ๑. อยู่ในสภาพดีหรือใช้งานได้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นหน้าที่ของ “ผู้รับ” นับตั้งแต่วันทำหนังสือฉบับนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์วยากร อุดมโภชน์)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒
โทรสาร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๑๓

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐
๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความร่วมมือประชาสัญมพันธ์ผลงานวิจัย
เรียน นายกเทศมนตรีตำบลเกวียนหัก
สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารเนื้อหาการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้ทำงานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ" ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวตำบลเกวียนหัก และเทศบาลตำบลเกวียนหัก เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการลดความชื้นของข้าวเปลือก

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี พิจารณาเห็นว่า ผลงานวิจัยดังกล่าวฯจะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มชุมชนและประชาชนในพื้นที่ของท่าน ในด้านการจัดการเกี่ยวกับการลดความชื้นของข้าวเปลือก ดังรายละเอียดตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์หน่วยงานของท่าน ช่วยประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัยดังกล่าวฯ ให้ประชาชนในพื้นที่และผู้ที่สนใจได้รับทราบโดยทั่วกัน

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

(อาจารย์วิทการ อุดมโภชน์)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

รับแล้ว
(นายเมธชวิน พาทีทิน)
เจ้าพนักงานธุรการ
๒๗ มิ.ย. ๕๖

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒
โทรสาร ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ที่ ศธ ๐๕๕๒.๐๔/๑๑๔

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความร่วมมือประชาสัญมพันธ์ผลงานวิจัย
เรียน นายกองค์การบริหารส่วนตำบลตะปอน
สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารเนื้อหาการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้ทำงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแหล่งพลังงานเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ” ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวตำบลเกวียนหัก และเทศบาลตำบลเกวียนหัก เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการลดความชื้นของข้าวเปลือก

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี พิจารณาเห็นว่า ผลงานวิจัยดังกล่าวฯจะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มชุมชนและประชาชนในพื้นที่ของท่าน ในด้านการจัดการเกี่ยวกับการลดความชื้นของข้าวเปลือก ดังรายละเอียดตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์หน่วยงานของท่าน ช่วยประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัยดังกล่าวฯ ให้ประชาชนในพื้นที่และผู้ที่สนใจได้รับทราบโดยทั่วกัน

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

(อาจารย์วยากร อุดมโภชน์)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
โทร. ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒
โทรสาร ๐-๓๙๔๗-๑๐๖๒

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	ภาพประกอบ (FIGURE)	ข้อควรระวัง & Key Point
1. การป้อนแกลบลงในถังป้อนของเตาเผาแกลบ 1 เทแกลบลงในถังป้อนแกลบ ผ่านชุดขับป้อน 2 ป้อนแกลบสู่ห้องเผาไหม้ แบบป้อนตรงไม่ผ่านลูกกลิ้งขับป้อน		
2) ป้อนแกลบสู่ห้องเผาไหม้ แบบลูกกลิ้งขับป้อน ป้อนแกลบให้เต็มตะกรับ เพื่อให้แกลบติดไฟได้ง่าย		
3. เบื้องต้นจุดไฟห้องเผาไหม้ โดยใช้กระดาษ ใบไม้แห้ง หรือ เศษไม้แห้ง		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 (ต่อ)

คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	ภาพประกอบ (FIGURE)	ข้อควรระวัง & Key Point
4. แกลบติดไฟห้องเผาไหม้ 1 การไหม้ของแกลบเป็นเชื้อเพลิง 2 การไหม้ของแกลบเมื่อแกลบติดไฟ	 1 2	ระวังเรื่องความร้อน
5. การจ่ายระบบไฟฟ้าเข้าเครื่อง 220 โวลต์ เปิดเบรกเกอร์เพื่อจ่ายไฟเข้าอุปกรณ์ 2 เปิดสวิทช์สั่ง โบเวอร์ทำงานเมื่อแกลบติดไฟ		
6.ปรับตั้งอุณหภูมิตามที่กำหนด เช่น ต้องอบที่ 120 °C โดยการกดตำแหน่งลูกศรขึ้น หมายเลข 1 เพื่อ เพิ่มอุณหภูมิขึ้น เมื่อถึงอุณหภูมิที่ต้องการให้หยุดกด หมายเลข 2 เพิ่มอุณหภูมิลดลง เมื่อถึง เมื่อถึงค่าอุณหภูมิที่ต้องการให้หยุดกด	 1 4 3 2	4 หมายถึง อุณหภูมิที่วัดได้ 3 หมายถึงค่าอุณหภูมที่ตั้ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 (ต่อ)

คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	ภาพประกอบ (FIGURE)	ข้อควรระวัง & Key Point
7. การกดปรับตั้งค่าอุณหภูมิ		
8. โบว์เวอร์ทำงานดูความร้อนจากเตาเผาแกลบเข้าถังอบข้าว 1 หัววัดอุณหภูมิ 2 โบว์เวอร์ดูดมร้อน		
9. การตั้งเวลาการทำงานของสกรู ทำงาน 5 นาที หยุด 1 นาที 1 ช่วงเวลาที่สกรูทำงาน 2 ช่วงเวลาที่สกรูหยุดทำงาน		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 (ต่อ)

คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	ภาพประกอบ (FIGURE)	ข้อควรระวัง & Key Point
10. เปิดสวิทช์ 1 เพื่อให้สกรูหมุนเวียนข้าว เปิดสวิทช์ เมื่อแกลบเริ่มติดไฟแล้ว เปิดสวิทช์ 2 เพื่อให้โบว์เวอร์ดูดลมร้อน เข้าถังอบข้าว		ปรับตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 160 องศาเซลเซียล
11. เปิดฝาถังอบ ยกกระสอบข้าวเปลือกเทลงในถังอบ		ระวังเรื่องความร้อน ขณะเทข้าว
12. แล้วเปิดสกรูทำงาน แสดงการทำงานของสกรู ขณะทำการอบเพื่อให้หมุนเวียนลดความชื้น เมื่อถึงเวลาที่กำหนด เช่น 20 นาที ให้ปิดสวิทช์ โบร์เวอร์และ สวิทช์ควบคุมสกรู		ระวังเรื่องความร้อน ขณะเทข้าว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 (ต่อ)

คู่มือการอบข้าวเปลือกด้วยเตาเผาแกลบ

วิธีการปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	ภาพประกอบ (FIGURE)	ข้อควรระวัง & Key Point
13. ถ่ายข้าวออกจากถังอบเมื่อทำการอบข้าวเสร็จ 1 ถ่ายข้าวใส่กะละมังพลาสติก 2 ถ่ายข้าวใส่กระสอบ สามารถเลือกได้ 2 วิธี		นำข้าวไปพักไว้ 8 เท่าของเวลาอบ เช่น อบ 20 นาที ต้องพักข้าว 160 นาที เพื่อให้ข้าวเย็น แล้วค่อยนำไปสี
14. แกลบดำเกิดจากการเผาไหม้ในห้องเผาแกลบ โดยหมุนลูกกลิ้งขับแกลบดำขณะเผาแกลบ		หลังจากเผาแกลบเสร็จ ยังมีความร้อน ของแกลบดำ ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วขนย้าย ออกจากเครื่องเผาแกลบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	นายเรวิช บุตรพรม
วัน เดือน ปีเกิด	16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	หมู่บ้านพรภิรมณ์ ตำบลพนานิคม อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	หัวหน้าแผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท เอ็นซีอาร์-ทีอาร์บี อินดัสตรี้ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุ่งค้าวิทยาคม จังหวัดยโสธร
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
พ.ศ. 2545	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ไฟฟ้ากำลัง) วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2549	ครุศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2556	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการงานวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี