



T148055

ปัญหาพิเศษ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี
โดยเตาแก๊สชีวมวลกลับ

FEASIBILITY STUDY ON ROTARY SCEN DRYER BY PADDY
A INVERTED DOWNDRAFT RICE HUSK

ณัฐวุฒิ หนูนโธสง

NATTIWUT NUNTHAISONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 148055
ในเดือนปี 9 พ.ศ. 2560

b. 12866520
i.

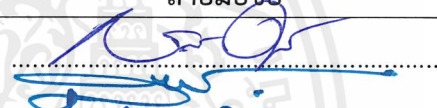

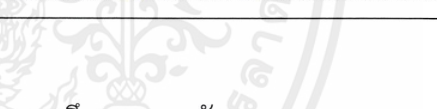
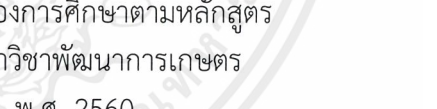
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนการเกษตร)
ภาควิชาพัฒนการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปัญหาพิเศษ

หัวข้อปัญหาพิเศษ การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊ส
ชีวมวลแกลบ
Feasibility Study On Rotary Scen Dryer By Paddy As A Inverted
Downdraft Rice Husk

นักศึกษา นายณัฐวุฒิ หนูนไธสง
รหัสประจำตัว 56040606
ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา พัฒนาการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลือพงษ์ ลือนาม

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สมศักดิ์ คุหาสวรรค์เวช	
ผศ.ลือพงษ์ ลือนาม	
ดร.ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์	
ดร.จิรนนท์ เข็มขันธุ์	

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาการเกษตร
เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2560



ผศ.ดร.สมศักดิ์ คุหาสวรรค์เวช

หัวหน้าภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ
นักศึกษา	นายณัฐวุฒิ หนูนโธสง
รหัสประจำตัว	56040606
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)
สาขาวิชา	พัฒนาการเกษตร
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ	ผศ.ลือพงษ์ ลือนาม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งและเตาแก๊สชีวมวลกลบ และศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลบ 3 ระดับ เตาแก๊สชีวมวลกลบประกอบได้แก่ ฝาเตา ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง ตะแกรงดักขี้เถ้า เปลือกเตา จากนั้นเริ่มทำการทดลองจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบ พบว่า ความเร็วลมที่ระดับ 2.46 เมตรต่อวินาที มีระยะเวลาในการเผาไหม้นานที่สุด 42 นาที มีอุณหภูมิคงที่อยู่ในช่วง 590 – 600 องศาเซลเซียส ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่เมื่อนำไปทดลองกับชุดศึกษาไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากอัตราการไหลอากาศเท่า 7.40 ไม่เพียงพอต่อการเผาไหม้ จึงต้องปรับใช้อัตราการไหลของอากาศเป็นระดับความเร็วลมที่ 5.09 เมตรต่อวินาที มีอัตราการไหลของอากาศอยู่ที่ 15.32 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอุณหภูมิเปลวไฟบนฝาเตาอยู่ในช่วง 37.3 – 831.9 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการเผาไหม้ 27 นาที อัตราการใช้เชื้อเพลิงกลบอยู่ที่ 1.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากนั้นนำผลการศึกษาที่ใช้ในการศึกษาหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยชุดศึกษา มีส่วนประกอบได้แก่ ถังโรตารี มอเตอร์และเกียร์ทด สายพาน ปล่องความร้อน เตาแก๊สชีวมวลกลบ ฐานถังโรตารี ฐานปล่องครอบร้อน จากนั้นเริ่มทำการทดลอง พบว่า ข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท 1 ปีฤดูการผลิตข้าวนาปี 2559 จำนวน 25 กิโลกรัม มีความชื้นเริ่มต้น 22.68 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้งนาน 355 นาที ข้าวเปลือกมีความชื้นลดลงเหลือ 13.26 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) มีอัตราการอบแห้งอยู่ที่ 1.26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีอัตราเชื้อเพลิงกลบอยู่ที่ 1.33 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ดังนั้นการหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบชี้ให้เห็นว่าสามารถอบข้าวเปลือก ที่มีความชื้นสูงให้ลดลงอยู่ในระดับการเก็บรักษา มีมาตรฐานความชื้นตามที่ตลาดต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สือพงษ์ ลื่อนาม ที่ได้ให้คำปรึกษาความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะ ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ จนผ่านพ้นด้วยดีจึงได้รับประสบการณ์จนไปสู่การปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นไป ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช ดร.ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์ และ ดร.จිරินทร์ เข็มขันธุ์ กรรมการผู้คุมสอบปัญหาพิเศษที่ได้ช่วยเหลือตรวจสอบข้อผิดพลาด ให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อชี้แนะจนในที่สุดทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณนายรุ่งโรจน์ อยู่ทอง พนักงานขับเครื่องจักรเบา ซึ่งคอยให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางช่าง รวมทั้งทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลให้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนให้ทุกๆ เรื่องตลอดมารวมถึงเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดี ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ประสบความสำเร็จ ขอมอบส่วนดีของการศึกษานี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนความผิดพลาดและข้อบกพร่องใดๆ ข้าพเจ้าขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

ณัฐวุฒิ หนุ่นไธสง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
กิตติกรรมประกาศ.....	II
สารบัญ.....	III
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	3
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.5 นิยามศัพท์ปฏิบัติการ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สถานการณ์ข้าว.....	4
2.2 พันธุ์ข้าว.....	5
2.3 การปลูกข้าว.....	6
2.4 การเก็บเกี่ยวข้าว.....	10
2.5 ความชื้น การอบแห้ง และประเภทเครื่องอบแห้ง	13
2.6 เครื่องลดความชื้นแบบโรตารี.....	24
2.7 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้ง	26
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	35
3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการอบแห้งและเตาแก๊สชีวมวลกลบ	35
3.2 การศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลบ	36
3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ..	38
.....	38
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	39
4.1 ผลการศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลบ.....	39
4.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้การอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ..	43
.....	43
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	71
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	71
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	88
ประวัติผู้วิจัย.....	152



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 รายการวิเคราะห์ผลการความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลแกลบ.....	42
4.2 ผลการวิเคราะห์ของชุดทดสอบการอบแห้งแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ	58
ก.1 ระดับความเร็วลมของแรงดันไฟฟ้าของพัดลม DC	67
ก.2 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1	68
ก.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2	70
ก.4 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3	72
ก.5 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1	73
ก.6 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2	74
ก.7 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3	75
ก.8 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1	76
ก.9 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2	77
ก.10 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3	79
ข.1 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 1	86
ข.2 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 2	103
ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 3	119
ข.4 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่นำออกมาสุ่มชั่งน้ำหนัก ความชื้นข้าวเปลือก ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 1	136
ข.5 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่นำออกมาสุ่มชั่งน้ำหนัก ความชื้นข้าวเปลือก ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 2	139
ข.6 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่นำออกมาสุ่มชั่งน้ำหนัก ความชื้นข้าวเปลือก ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลแกลบ การทดลองที่ 3	142

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1	6
2.2 ลักษณะข้าวพันธุ์ชัยนาท 1	6
2.3 ลักษณะการไถตะ	7
2.4 การใช้ลูกทูปหรือเครื่องไถพรวนจอบหมุน (Rotary)	7
2.5 เมล็ดข้าวหลังจากแช่และหุ้มแล้วพร้อมที่จะนำไปหว่าน	8
2.6 แปลงกล้าในสภาพเปียก	9
2.7 ลักษณะระยะกล้า	10
2.8 ลักษณะของเคียว และแกระ	11
2.9 เครื่องเกี่ยวข้าววางราย	11
2.10 เครื่องนวดข้าว	12
2.11 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว	12
2.12 การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยการตากแดด	16
2.13 กราฟระหว่างความชื้น (Moisture content) ต่อเวลา และกราฟระหว่างอัตราการอบแห้ง (Drying rate) และความชื้น	18
2.14 การลดความชื้นข้าวเปลือกในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่	20
2.15 เครื่องลดความชื้นแบบเมล็ดพืชบรรจุในกระสอบ	21
2.16 เครื่องลดความชื้นแบบกระเบ	21
2.17 เครื่องลดความชื้นแบบถังหมุนเวียน	22
2.18 เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ชนิดเมล็ดพืชไม่ไหลคลุกเคล้า	22
2.19 เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ชนิดเมล็ดพืชมีการคลุกเคล้า	23
2.20 เครื่องลดความชื้นแบบฟลูอิดไดซ์ - เบด	23
2.21 เครื่องอบแบบโรตารี	24
2.22 ลักษณะใบกวน (Flights) หรือ แผ่นยก (Lifters)	25
2.23 กระบวนอบแห้งแบบโรตารี	25
2.24 การใช้แก๊สหุงต้มในการอบแห้ง	27
2.25 หัวจุดให้ความร้อนโดยการฉีบน้ำมัน	27
2.26 ลักษณะของแกลบที่เป็นเชื้อเพลิง	28
2.28 ลักษณะเตาชีวมวลแบบ Inverted Down-draft	29
2.29 หลักการทำงานของเตา Inverted Down-draft	29
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	35
3.2 ส่วนประกอบเตาชีวมวลแกลบ	36
3.3 เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer รุ่น DA-43A	37
3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ Graphtec รุ่น GL 800	37
3.5 พัดลม DC แบบหมุนแรงเหวี่ยง 12 v 1.34 A	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.6 ขั้นตอนข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง	39
3.7 ชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สซีวมวลแกลบ	40
3.8 เครื่องอบแห้ง Hot air oven BINDER รุ่น INEDER53	41
3.9 เครื่องวัดรอบความเร็ว RPM Speedometer รุ่น DT22340	41
4.1 การศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาแก๊สซีวมวลแกลบ	45
4.2 อุณหภูมิเปลวหน้าเตาของแก๊สซีวมวลแกลบ แต่ละระดับความเร็วลม	51
4.3 ชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สซีวมวลแกลบ	53
4.4 ลักษณะการทำแห้งของชุดศึกษาอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี	54
4.5 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 1	64
4.6 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 2	65
4.7 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 3	65
4.8 อัตราการลดความชื้นของข้าวเปลือกด้วยการอบแห้งแบบโรตารี	66
4.9 อัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือกด้วยการอบแห้งแบบโรตารี	66
4.10 ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งแบบโรตารีในแต่ละรอบของการทดลองที่ 2	67
ก.1 วัดพื้นที่ในการเผาไหม้	80
ก.2 วัดความเร็วลมของพัดลม dc.....	80
ก.3 ชั่งน้ำหนักแกลบเชื้อเพลิง	81
ก.4 บรรจุแกลบเชื้อเพลิง	81
ก.5 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลเข้ากับเตาแก๊สซีวมวลแกลบและเครื่องวัดอุณหภูมิ	82
ก.6 จุดไฟหน้าเตาแก๊สซีวมวลแกลบ	82
ก.7 เพื่อบันทึก อุณหภูมิ เวลา เหตุการณ์ ของเปลวไฟบนเตาแก๊สซีวมวลแกลบ	83
ก.8 เมื่อจบกระบวนการเผาไหม้ทำการชั่งน้ำหนักซี้แล้ว	83
ข.1 การเตรียมตัวอย่างข้าวเปลือก	147
ข.2 การแช่ตัวอย่างข้าวเปลือกในอุณหภูมิ 9 °C เวลา 48 ชม.	147
ข.3 เตรียมตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง	148
ข.4 การสุ่มชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนการทดลอง	148
ข.5 ติดสายวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่กำหนด	149
ข.6 จุดไฟหน้าเตาแก๊สซีวมวลแกลบ	149
ข.7 ป้อนข้าวทุกๆ 2 นาที ตลอดการทดลอง	150
ข.8 สุ่มชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ทุกๆ 6 นาที ตลอดการทดลอง	150
ข.9 สังเกตเหตุการณ์ต่างๆ แล้วจดบันทึก	151
ข.10 ชั่งน้ำหนักซี้แล้วจบการ	151

บทที่ 1

บทนำ

(Introduction)

1.1 ความสำคัญของปัญหา (Statement of the Problem)

ในฤดูกาลผลิตปี 2558/59 คาดการณ์ว่าประเทศไทยมีผลผลิตข้าวรวมประมาณ 27.06 ล้านตัน ซึ่งลดลงจากปีการผลิต 2557/58 ประมาณ 31.64 ล้านตัน เนื่องจากผลกระทบจากปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วม โดยปี 2559 กระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดเป้าหมายการส่งออกข้าวปริมาณ 9.5 ล้านตัน มูลค่า 5,052 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ซึ่งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2559 ไทยส่งออกข้าวประมาณ 1.86 ล้านตัน มูลค่า 804 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (28,886 ล้านบาท) ราคาส่งออกเฉลี่ยตันละ 432 ดอลลาร์สหรัฐฯ เมื่อเปรียบเทียบกับ ช่วงเดียวกันของ ปีก่อนปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.81 และ 14.37 ตามลำดับ ในขณะที่ราคาส่งออกเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 17.71 โดยตลาดส่งออกข้าวที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่เป็นตลาดภูมิภาคแอฟริกา โดยมีสัดส่วนการส่งออกถึงร้อยละ 48.60 ของปริมาณการส่งออกข้าวไทยทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ตลาดภูมิภาคเอเชียตะวันออกกลาง และอเมริกา (สำนักงานการค้าระหว่างประเทศ, 2559)

เมื่อข้าวเริ่มออกดอกควรเดินสำรวจแปลงนา ถ้าข้าวทั้งแปลงออกดอกประมาณ 80% นับจากวันออกดอกไปอีก 28-30 วัน เป็นการกำหนดวันเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวข้าวก่อนหรือหลังจากระยะนี้จะทำให้ข้าวสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพมากยิ่งขึ้น (พิชัย สมบูรณ์วงศ์, มปป) ช่วงระยะการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวนั้น ข้าวเปลือกจะมีความชื้นค่อนข้างสูง (ประมาณ 20 – 28%) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการลดความชื้นของเมล็ด ไม่ให้เสื่อมสภาพจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ ม.ป.ป)หรือป้องกันไม่ให้เมล็ดพืชเกิดการงอกขึ้นมาจะทำให้เมล็ดข้าวสารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ข้าวพันหนุ) และเปอร์เซ็นต์ข้าวตันหลังการสีมีค่าต่ำ (วทัญญู ชัยวัฒน์ พงศกร, 2544) ความชื้นในเมล็ดข้าวมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ควรลดความชื้นเมล็ดให้เร็วที่สุด ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-14% สามารถเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน หากต้องการเก็บรักษาไว้นานกว่านั้น ควรลดความชื้นเมล็ดให้ต่ำกว่า 12% (ไพรวลัย วงศ์ดี, 2554) ความชื้นยังมีความสำคัญต่อหักน้ำหนักข้าวเปลือกที่นำไปจำหน่าย ดังนี้ น้ำหนักให้มีการหักลดน้ำหนักข้าวเปลือกในอัตราส่วนต่อ 1,000 กิโลกรัม ดังนี้ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ไม่ให้มีการหักลดน้ำหนัก กรณีความชื้นเกินร้อยละ 15 แต่ไม่เกินร้อยละ 16 ให้หักลด น้ำหนักได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 16 แต่ไม่เกินร้อยละ 17 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 30 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 17 แต่ไม่เกินร้อยละ 18 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 45 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 18 แต่ไม่เกินร้อยละ 19 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 60 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 19 แต่ไม่เกินร้อยละ 20 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 75 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 20 แต่ไม่เกินร้อยละ 21 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 90 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 21 แต่ไม่เกินร้อยละ 22 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 105 กิโลกรัม ความชื้นเกิน ร้อยละ 22 แต่ไม่เกินร้อยละ 23 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 23 ขึ้นไป ให้หักลด น้ำหนักในแต่ละเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(วฑฺฒญู ชัยวัฒน์พงศกร. 2544)การใช้แสงแดดเป็นแหล่งความร้อนและอากาศทำให้ความชื้นในเมล็ดข้าวลดลง โดยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่มีข้อเสียคือใช้พื้นที่มาก และไม่สามารถควบคุมสภาพอากาศได้ อุณหภูมิที่แปรปรวนจะทำให้เกิดการร้าวในเมล็ดข้าวที่ได้จากการตากข้าว และในช่วงฤดูฝนจะไม่สามารถทำการตากแห้งได้ (เสรี กังวานกิจ. 2551)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว และคณะ (2551) ได้ทำการทดลองการอบข้าวเปลือกที่ไหลในเครื่องอบแบบต่อเนื่อง คือผลของความเร็วยกอากาศอบแห้งต่ออัตราการอบแห้งและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานปฏุมภูมิจำเพาะ ในการศึกษาใช้เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ความชื้นข้าวเปลือกเริ่มต้นประมาณ 26% w.b. อัตราการป้อนข้าวเปลือก 15.37 kg/min อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 90 °C และ 120 °C โดยระยะเวลาการอบแห้งลดลงจาก 150 นาที เหลือประมาณ 82 นาทีและ 130 นาทีเหลือประมาณ 60 นาที แสดงให้เห็นว่าเครื่องอบแห้งนี้มีศักยภาพการอบดีพอควร แต่มีข้อเสียคือเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและต้องซื้อวัสดุเชื้อเพลิง กฤษฏานามวงษ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาเครื่องอบแห้งแบบโรตารี เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งปุ๋ยแบบหมุนโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าร่วมกับก๊าซชีวภาพ โดยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งปุ๋ยแบบหมุนโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง เครื่องอบแห้งที่ได้ทำการออกแบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ 66 % ผู้วิจัยจึงได้ทำการนำเครื่องอบแบบโรตารีจะมาปรับใช้กับการอบแห้งข้าวเปลือก วิบูลย์ และคณะ (2548) ได้วิจัยและพัฒนาเตาเผาแกสสำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือก โดยแบ่งเป็น 2 แบบ คือแบบเกษตรกรและแบบผู้ประกอบการ เตาแบบเกษตรกรที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบ ผสมของเตาเผาแกสโซโคลนกับแบบตะกรับ ใช้สำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทั้งเปลือกแบบกระบะ ขนาด 2 ตัน ได้ 1-2 เครื่อง มีประสิทธิภาพเตาความร้อนเฉลี่ย 79 % ในช่วงอัตราการป้อนแกสที่ 17.8-29.0 322 กิโลกรัม/ชั่วโมง พลังงานความร้อนที่ได้ 50-100 กิโลวัตต์ ผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำเตาชีวมวลมาเป็นตัวให้ความร้อน และใช้แกสเป็นเชื้อเพลิง

แกส ถือเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการสีข้าวเปลือกซึ่งทำให้เกิดเศษของเปลือกข้าวออกมามีลักษณะสีเหลืองทอง สีเหลืองอ่อนสีน้ำตาลแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว แกสที่ได้จากการสีข้าวเปลือกจะมีประมาณร้อยละ 22-25 โดยน้ำหนักจากเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้การสีข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะเกิดแกสจำนวนมาก (เว็บเพื่อเกษตรไทย. 2559) แกสเป็นส่วนหนึ่งของข้าวที่ขาวนาเป็น ผู้ผลิตขึ้นจากธรรมชาติของข้าว ถ้าหากขาวนายังทำการปลุกข้าวได้ตลอด ไร่รองแกสไม่มีหมด แกสมีมาราคาถูก อีกทางหนึ่งด้วย ประกอบกับมีทรัพยากรภายในท้องถิ่นอยู่แล้วคือ แกสจากโรงสีชุมชน (เรณู โพธิวัฒน์. ม.ป.ป.)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยใช้แกสเป็นเชื้อเพลิง เพื่อช่วยลดเวลาในการอบแห้ง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุเชื้อเพลิง และประหยัดพื้นที่ในการดำเนินการอบแห้งเมล็ดข้าว อีกทั้งแกสยังเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรสามารถหาได้ง่าย แล้วยังเหมาะสำหรับการใช้งานภายในชุมชน และสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา (Objective of the Study)

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการอบแห้งและเตาชีวมวลแกลบ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Significance of the Study)

- 1.3.1 ชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี
- 1.3.2 ประหยัดเวลาในการอบแห้งข้าวเปลือก
- 1.3.3 ได้รู้อัตราส่วนข้าวเปลือกต่อแกลบที่ใช้ในการอบแห้ง
- 1.3.4 ได้ข้าวเปลือกที่มีความชื้นตามมาตรฐานตามที่ตลาดยอมรับ
- 1.3.5 ได้ข้าวสารที่มีคุณภาพการสีสูง
- 1.3.6 ได้ความเร็วลมระดับแรงดันไฟฟ้าต่างๆ
- 1.3.7 ได้รู้อัตราการไหลของอากาศแต่ละความเร็วลม
- 1.3.8 ได้อัตราเชื้อเพลิงในการเผาไหม้แต่ละความเร็วลม
- 1.3.9 ได้ระยะเวลาในการเผาไหม้แต่ละความเร็วลม
- 1.3.10 ได้อัตราการอบแห้งข้าวเปลือก

1.4 ขอบเขตการศึกษา (Scope and limitation)

ศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากนั้นทำการทดสอบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในบริเวณ ภาคกลาง

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2559 – 1 พฤษภาคม 2560 โดยจะเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม 2560

1.5 นิยามศัพท์ปฏิบัติการ (Operational Definition of Terms)

การอบแห้งแบบโรตารี หมายถึง การทำแห้ง หรือ ลดความชื้นวัสดุ โดยลมร้อนอุณหภูมิสูง ในห้องอบที่มี ลักษณะเป็นถังทรงกระบอกหมุน

แก๊สชีวมวลแกลบ หมายถึง เชื้อเพลิงที่ได้การเปลือกข้าว และเป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตข้าว

ข้าวเปลือก หมายถึง ผลผลิตของชาวนาที่มีความชื้นสูง

อัตราการอบแห้งข้าวเปลือก หมายถึง ปริมาณการระเหยน้ำออกจากข้าวเปลือกโดยชุดศึกษาโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบต่อระยะเวลา

อัตราการใช้เชื้อเพลิงแกลบ หมายถึง ปริมาณแกลบที่ใช้ในการเผาไหม้ต่อระยะเวลา

ความชื้น หมายถึง ปริมาณที่น้ำที่อยู่ในข้าวเปลือก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Literature Review)

การศึกษาเรื่องความเป็นได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยแก๊สชีววมวลแกลบ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 สถานการณ์ข้าวไทย
- 2.2 พันธุ์ข้าว
- 2.3 การปลูกข้าว
- 2.4 การเก็บเกี่ยวข้าว
- 2.5 ความชื้น การอบแห้ง และประเภทเครื่องอบแห้ง
- 2.6 เครื่องลดความชื้นแบบโรตารี
- 2.7 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้ง
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานการณ์ข้าวไทย

2.1.1 การผลิต

(1) คาดการณ์ การผลิตปี 2558/59 จะมีผลผลิตข้าวรวมประมาณ 27.06 ล้านตัน ลดลงจากปีการผลิต 2557/58 ซึ่งประมาณ 31.64 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 14.48 เนื่องจากเกิดภาวะแห้งแล้ง ทำให้ในหลายพื้นที่สามารถปลูกข้าวได้เพียงรอบเดียว และต้องปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น

(2) คาดการณ์ว่า ข้าวนาปี การผลิต 2558/59 จะมีประมาณ 23.01 ล้านตัน และในเดือนมีนาคม 2559 คาดการณ์ว่า ผลผลิตข้าวนาปรังจะออกสู่ตลาดสูงสุดร้อยละ 32.03 หรือประมาณ 1.30 ล้านตัน และ ผลผลิตข้าวนาปีจะออกสู่ตลาดลดลงเหลือ ร้อยละ 0.21 หรือประมาณ 0.05 ล้านตัน

2.1.2 การส่งออกข้าว

(1) เป้าหมายการส่งออก ข้าวปี 2559 กระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดเป้าหมายการส่งออกข้าวปริมาณ 9 ล้านตัน มูลค่า 4,787 ล้านเหรียญสหรัฐฯ

(2) ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2559 ไทยส่งออกข้าวประมาณ 1.86 ล้านตัน มูลค่า 804 ล้านเหรียญ สหรัฐฯ (28,886 ล้านบาท) ราคาส่งออกเฉลี่ยตันละ 432 เหรียญสหรัฐฯ เมื่อเปรียบเทียบกับ ช่วงเดียวกันของ ปีก่อนปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.81 และ 14.37 ตามลำดับ ในขณะที่ราคาส่งออกเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 17.71

(3) ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2559 ตลาดส่งออกข้าวที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่เป็นตลาดภูมิภาคเอเชีย โดยมี สัดส่วน การส่งออกถึงร้อยละ 45.16 ของปริมาณการส่งออกข้าวไทยทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ตลาดภูมิภาค แอฟริกา อเมริกาและยุโรป ร้อยละ 41.40 ร้อยละ 5.91 และร้อยละ 3.76 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3. การเปิดตลาดนำเข้าข้าวตามพันธกรณีองค์การการค้าโลกและการดำเนินการในส่วน ของ กรมการค้าต่างประเทศในปี 2559 กระทรวงพาณิชย์ได้ออกระเบียบว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการออกหนังสือรับรองแสดง การได้รับสิทธิชำระภาษีในโควตาตามพันธกรณีตามความ ตกลงการเกษตร ภายใต้องค์การการค้าโลก (WTO) ในปี 2558 จำนวน 249,757 ตัน และในเดือน กุมภาพันธ์ 2559 กรมการค้าต่างประเทศได้ออกหนังสือรับรอง การนำเข้าข้าว 119 ตัน

2.1.4 ปัญหาและอุปสรรคการส่งออกข้าวของไทย

- (1) ขาดความสามารถในการแข่งขันทางด้านราคา เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูง
- (2) การกีดกันทางการค้าด้วยมาตรการภาษี (Tariff barrier) และมาตรการที่ไม่มีใช้ภาษี (non-tariff barrier) ในภาพแบบต่าง ๆ โดยประเทศผู้นำเข้าข้าวสำคัญ ยังคงเก็บภาษีนำเข้าข้าวใน อัตราค่อนข้างสูง ได้แก่ ไนจีเรียร้อยละ 70 เคนยาร้อยละ 75 ฟิลิปปินส์ร้อยละ 40 อินโดนีเซียร้อยละ 25 และเม็กซิโกร้อยละ 20 เป็นต้น สำหรับมาตรการที่ไม่มีใช้ภาษี (non-tariff barrier) ในภาพแบบต่าง ๆ ได้แก่ อินโดนีเซียยังคงห้ามภาคเอกชนนำเข้าข้าว ญี่ปุ่นได้เข้มงวดข้าวที่นำเข้าต้องผ่านการตรวจ สารเคมี การตรวจสอบย้อนกลับ และการระบุข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ แคนาดาปรับค่ามาตรฐานปริมาณ สารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ที่ใช้ในการปราบศัตรูพืช รวมทั้ง ไนจีเรียได้ปรับเปลี่ยนนโยบายด้านการ บริหารเงินตราต่างประเทศ เพื่อเพิ่มระดับเงินทุนสำรองเงินตราต่างประเทศ
- (3) การแข่งขันการส่งออกข้าวกับประเทศคู่แข่ง โดยเฉพาะข้าวคุณภาพต่ำ ของไทยต้อง แข่งขันกับประเทศเวียดนาม อินเดีย และปากีสถานที่มีราคาส่งออกต่ำกว่าข้าวของไทย
- (4) ประเทศผู้บริโภคข้าวและผู้นำเข้าข้าวที่สำคัญ เช่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และ ไนจีเรีย ดำเนินนโยบายพึ่งพาผลผลิตภายในประเทศ และมีมาตรการอุดหนุนเกษตรกร เพื่อเพิ่ม ผลผลิตในประเทศและลดการนำเข้าข้าวจากต่างประเทศ
- (5) ราคาน้ำมันที่ปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่อง เศรษฐกิจโลกที่ยังชะลอตัว และอัตรา แลกเปลี่ยนที่ผันผวน ทำให้ผู้ซื้อหลายประเทศชะลอและลดการนำเข้าข้าว รวมทั้ง ผลกระทบทาง จิตวิทยา เนื่องจากสต็อกข้าวของรัฐที่มีอยู่ในคลังเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ซื้อต่างประเทศใช้ข้ออ้าง ดังกล่าวมาเป็นข้อต่อรองในการกดราคาข้าวซื้อข้าวไทย (สำนักงานการค้าระหว่างประเทศ. 2559)

2.2 พันธุ์ข้าว

2.2.1 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

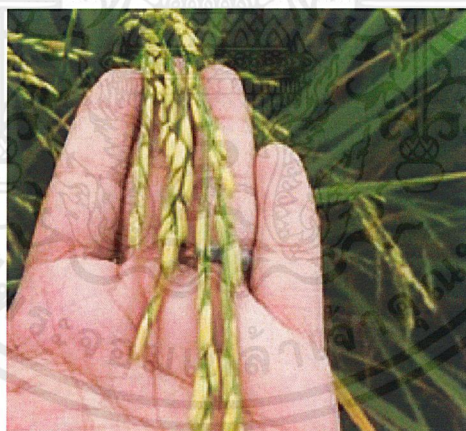
ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง สายพันธุ์ BKNA 6-183-2 (สายพันธุ์ แม่) กับสายพันธุ์ PTT 8506-3-21 เมื่อฤดูนาปรังปี 2553 ด้วยศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวปทุมธานี เป็นข้าว เจ้าอายุ 104-126 วัน ความสูง 104-133 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง คอรวงสั้นรวงอยู่ใต้ใบธง เมล็ด ข้าวเปลือกยาว 10.52 มิลลิเมตร กว้าง 2.47 มิลลิเมตร และหนา 1.95 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.6 มิลลิเมตร หนา 1.72 มิลลิเมตร อยู่ในกลุ่มข้าวเจ้านุ่มเนื่องจากมีมีโลสต่ำ (15-19%) เมื่อหุงสุก เป็นข้าวสวยจะนุ่มเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 650-774 กิโลกรัมต่อไร่ มี ลักษณะเด่นคือให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดพันธุ์คล้ายข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือข้าวหอมมะลิ มีความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากกว่า ข้าวพันธุ์ กข 41 และต้านทานโรคไหม้ ดีกว่าข้าวพันธุ์ พิษณุโลก คุณภาพเมล็ดทางกายภาพดี เป็นข้าวเจ้าเมล็ดเรียวยาว คุณภาพการสีดีถึงดีมาก (ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย. 2543)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1
ที่มา : ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย (2543)

2.2.2 ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างสายพันธุ์ IR13146-158-1 และสายพันธุ์ IR15314-43-2-3-3 กับ BKN6995-16-1-1-2 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท เมื่อ พ.ศ. 2525 ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ CNTBR82075-43-2-1 เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 113 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 121-130 วัน เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.4 x 2.3 x 1.7 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.7 x 2.1 x 1.7 มิลลิเมตร ปริมาณมิโลส 26-27 % ประมาณ 740 กิโลกรัมต่อไร่(ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย. 2543)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะข้าวพันธุ์ชัยนาท 1
ที่มา : ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย (2543)

2.3 การปลูกข้าว

2.3.1 การทำนาดำ เป็นวิธีการทำนามีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะแมสสั้นในแปลงที่เตรียมไว้ (แปลงกล้า) ให้งอกเป็นต้นกล้า แล้วถอนต้นกล้าไปปักดำในกระถางนาที่เตรียมไว้ และมีการดูแลรักษาจนให้ผลผลิต การทำนาดำนิยมในพื้นที่ที่มีแรงงานเพียงพอ การทำนาดำ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.การเตรียมดินดำ

การเตรียมดินสำหรับทำนา ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เช่น น้ำ ภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ ตลอดจนแบบวิธีการทำนา และเครื่องมือการเตรียมดินที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 การเตรียมดินในการทำนาแยกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การไถตะ และไถแปร การไถตะ คือ การไถพลิกหน้าดินครั้งแรกเพื่อกำจัดวัชพืช และตากดินให้แห้ง การไถแปร คือ การไถครั้งที่สองโดยไถขวางแนวไถตะ เพื่อย่อยดินและคลุกเคล้าฟาง วัชพืช ฯลฯ ลงไปในดิน การไถ ไถด้วยแรงงานสัตว์ เช่น วัว ควาย รถไถเดินตาม รถแทรกเตอร์ (ประพาส วีระแพทย์. ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการไถตะ

ที่มา : แหล่งเรียนรู้ข้าวเพื่อชีวิต (2557)

2. การคราดหรือใช้ลูกทูป คือ การกำจัดวัชพืช ตลอดจนการทำให้ดินแตกตัว และเป็นเทือกพร้อมที่จะปักดำได้ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำต่อจากขั้นตอนที่ 1 และขังน้ำไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้มีสภาพดินที่เหมาะสมในการคราด (สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว. 2557)



ภาพที่ 2.4 การใช้ลูกทูปหรือเครื่องไถพรวนจอบหมุน (Rotary)

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

2.3.1.2 การตกล้ำ

การเตรียมต้นกล้าให้ได้ต้นที่แข็งแรง เมื่อนำไปปักดำก็จะได้ข้าวที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และมีโอกาสให้ผลผลิตสูง ต้นกล้าที่แข็งแรงดีต้องมีการเจริญเติบโตและความสูงสม่ำเสมอทั้งแปลง มีกาบใบสั้น มีรากมากและรากขนาดใหญ่ ไม่มีโรคและแมลงทำลาย

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ ต้องเป็นเมล็ดพันธุ์ที่บริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งเจือปน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง (ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) ปราศจากการทำลายของโรคและแมลง

การแช่และหุ้มเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดข้าวที่ได้เตรียมไว้บรรจุในภาชนะเช่นตะกร้าไม้ไผ่สาน กระจอบป่านหรือ ถุงผ้า ไปแช่ในน้ำสะอาด นานประมาณ 12-24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ขึ้นมาวางบนพื้นที่ไม่ขัง และมีการถ่ายเทอากาศดี นำกระจอบป่านชุบน้ำจนชุ่มมาหุ้มเมล็ดพันธุ์โดยรอบ รดน้ำทุกเช้าและเย็น เพื่อรักษาความชุ่มชื้น หุ้มเมล็ดพันธุ์ไว้นานประมาณ 30-48 ชั่วโมง

เมล็ดข้าวจะงอกขนาด “ตุ่มตา” (มียอดและรากเล็กน้อยโดยรากจะยาวกว่ายอด) พร้อมทั้งจะนำไปหว่านได้ (พรชัย พุกกะมาน. 2520)



ภาพที่ 2.5 เมล็ดข้าวหลังจากแช่และหุ้มแล้วพร้อมที่จะนำไปหว่าน
ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

ในการหุ้มเมล็ดพันธุ์นั้น ควรวางเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ร่ม ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง และขนาดของกองเมล็ดพันธุ์ต้องไม่โตมากเกินไป หรือบรรจุลงในภาชนะที่ใหญ่เกินไป เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสูงในกองหรือถุงข้าว เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปเมล็ดพันธุ์ข้าวจะตาย ถ้าอุณหภูมิพอเหมาะข้าวจะงอกเร็ว และสม่ำเสมอจนตลอดทั้งกอง

การตกกล้า การตกกล้ามีหลายวิธีการ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัตถุประสงค์ เช่น การตกกล้าบนดินเปียก (ทำเทือก) การตกกล้าบนดินแห้ง และการตกกล้าใช้กับเครื่องปักดำข้าว

การตกกล้าในสภาพเปียก หรือการตกกล้าเทือก เป็นวิธีที่ชาวไร่คุ้นเคยกันดี การตกกล้าแบบนี้จะต้องมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ การดูแลรักษาไม่ยุ่งยากและความสูญเสียจากการทำลายของศัตรูข้าวมีน้อย มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

การเตรียมดิน ปฏิบัติเช่นเดียวกับแปลงปักดำ แต่เพิ่มความพิถีพิถันมากขึ้น ในการเก็บกำจัดวัชพืช และปรับระดับเทือกให้ราบเรียบสม่ำเสมอ

การเพาะเมล็ดพันธุ์ ปฏิบัติตามขั้นตอนของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ การแช่และหุ้มเมล็ดพันธุ์ โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 50-60 กรัมต่อตารางเมตร หรือประมาณ 80-90 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้กล้าสำหรับปักดำได้ประมาณ 15-20 ไร่

การหว่านเมล็ดพันธุ์ ปล่อยน้ำแปลงกล้าให้แห้ง ทำเทือกให้ราบเรียบสม่ำเสมอ นำเมล็ดพันธุ์ที่เพาะงอกดีแล้วมาหว่านให้กระจายสม่ำเสมอตลอดแปลง ควรหว่านเมล็ดพันธุ์ตอนบ่ายหรือตอนเย็น เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดตอนเที่ยงซึ่งมีความร้อนแรงมาก อาจทำให้เมล็ดข้าวตายได้

การให้น้ำ ถ้าตกกล้าไม่มากนัก หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์แล้วหนึ่งวัน สาดน้ำรดให้กระจายทั่วแปลง ประมาณ 3-5 วัน ถ้าจะสูงพอที่ให้น้ำเข้าท่วมแปลงได้ แต่ถ้าตกกล้ามาก ไม่สามารถที่จะสาดน้ำรดได้ ให้ปล่อยน้ำหล่อเลี้ยงระหว่างแปลงย่อย ประมาณ 3-5 วัน เมื่อต้นกล้าสูงจึงให้น้ำเข้าท่วมแปลง และค่อยเพิ่มระดับขึ้นเรื่อยๆ ตามความสูงของต้นกล้าจนน้ำท่วมผิวดินตลอด ให้หล่อเลี้ยงไว้ในระดับลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร จนกว่าจะถอนกล้าไปปักดำ

การใส่ปุ๋ยเคมี ถ้าดินแปลงกล้ามีความอุดมสมบูรณ์สูง กล้างามดีก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย เพราะจะงามเกินไป ใบจะยาว ต้นอ่อน ทำให้ถอนแล้วต้นขาดง่ายและตั้งตัวได้ช้าเมื่อนำไปปักดำ แต่ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ให้ใส่ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมฟอสเฟต (16-20-0) อัตราประมาณ 25-40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่หลังหว่านเมล็ดพันธุ์แล้วประมาณ 7 วัน หรือเมื่อสามารถไขน้ำเข้าท่วมแปลงได้แล้ว การดูแลรักษา ใช้สารป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูข้าวตามความจำเป็น (จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2532)



ภาพที่ 2.6 แปลงกล้าในสภาพเปียก

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

การตกกล้าในสภาพดินแห้ง การตกกล้าโดยวิธีนี้ ควรกระทำเมื่อฝนไม่ตกตามปกติ และไม่มีน้ำเพียงพอที่จะทำเทือกเพื่อตกกล้าได้ แต่มีน้ำพอที่จะใช้รดแปลงกล้าได้ มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

การเตรียมดิน เลือกแปลงที่ดอนน้ำไม่ท่วม มีการระบายน้ำดี อยู่ใกล้แหล่งน้ำที่จะนำมารดแปลง ทำการไถตะตากดินให้แห้ง แล้วไถแปร คราดดินให้แตกละเอียด เก็บวัชพืชออก ปรับระดับดินให้ราบเรียบ การตกกล้า ทำได้ 4 แบบคือ

1) การหว่านข้าวแห้ง หว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงโดยตรง โดยไม่ต้องเพาะเมล็ดในไหก่อน ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกับการตกกล้าเทือก คือประมาณ 80-90 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วคราดกลบเมล็ดพันธุ์ให้จมดินพอประมาณ อย่าให้จมมาก เพราะจะทำให้เมล็ดงอกช้าและโคนกล้าอยู่ลึกทำให้ถอนยาก

2) การหว่านข้าวงอก เพาะเมล็ดในไหงอกขนาดตุ่มตา (วิธีการเพาะเช่นเดียวกับการตกกล้าเทือก) อัตราเมล็ดพันธุ์เช่นเดียวกับการหว่านข้าวแห้ง ควรหว่านตอนบ่ายหรือเย็น หว่านแล้วคราดกลบและรดน้ำให้ชุ่มทันทีหลังการหว่าน

3) การตกกล้าแบบกระทุ้งหยอดข้าวแห้ง หรือวิธีการซิมกล้า เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพนาดอนอาศัยน้ำฝน โดยการไถพรวนดินให้ดินร่วน เพื่อกำจัดวัชพืชและสะดวกต่อการงอกของเมล็ด จากนั้นใช้ไม้กระทุ้งหยอดเมล็ดลงหลุม แล้วใช้ดินหรือขี้เถ้ากลบกลบเมล็ดเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยหรือแมลง มากุ้ยเขี่ย หลังจากนั้นจึงถอนกล้าจากแปลงกล้านี้ไปปักดำในแปลงปักดำ ซึ่งคิดเป็นอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการปักดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 12-15 กิโลกรัมต่อไร่

4) การตกกล้าสำหรับใช้กับเครื่องปักดำ เนื่องจากเครื่องปักดำข้าวมีหลากหลายยี่ห้อ และมีกรรมวิธีรายละเอียดแตกต่างกัน การตกกล้าเพื่อใช้กับเครื่องเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะมีคำแนะนำมาพร้อมเครื่อง (จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2532)

2.3.1.3 การปักดำ

การปักดำควรทำเป็นแถวเป็นแนวซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ย การพ่นยากำจัดโรคแมลง และยังทำให้ข้าวแต่ละกอมีโอกาสได้รับอาหารและแสงแดดอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.7 ลักษณะระยะกล้า

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

2.4 การเก็บเกี่ยวข้าว

ข้าวสุกจากเหนือลงใต้ ผลไม้สุกจากใต้สู่เหนือ ฤดูข้าวนาปี หรือข้าวไวต่อช่วงแสง จะปลูกวันแม่และเก็บเกี่ยววันพ่อ ขณะนี้ใกล้จะถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว โดยในประเทศไทยจะมีการเก็บเกี่ยวข้าวนาปี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนมกราคม โดยข้าวจะสามารถเก็บเกี่ยวได้โดยเริ่มตั้งแต่อากาศเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ เป็นลำดับ (ประพาส วีระแพทย์, 2542)

2.4.1 คำแนะนำการเก็บเกี่ยว

กำหนดวันเก็บเกี่ยว เมื่อข้าวเริ่มออกดอก หมั่นเดินสำรวจแปลงนา ถ้าข้าวทิ้งแปลงออกดอกประมาณ 80% ถือเป็นวันออกดอก นับจากวันออกดอกไปอีก 28-30 วัน เป็นกำหนดวันเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสม ระบายน้ำออกจากแปลง ก่อนถึงกำหนดเก็บเกี่ยว 7-10 วัน ควรระบายน้ำออกจากแปลงนา เพื่อให้ข้าวสุกแก่สม่ำเสมอ แปลงนาแห้งสะดวกในการเก็บเกี่ยวด้วยคนหรือเครื่องเกี่ยวข้าวไม่สกปรก และเปียกน้ำเก็บเกี่ยวข้าว เมื่อถึงระยะสุกแก่เหมาะสมคือ 28-30 วันหลังออกดอก ให้ทำการเก็บเกี่ยวความชื้นเมล็ดไม่ควรต่ำกว่า 20% การเก็บเกี่ยวข้าวก่อนหรือหลังจากระยะนี้จะทำให้ข้าวสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพมากยิ่งขึ้น(พิชัย สมบูรณ์วงศ์, ม.ป.ป) การเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การเก็บด้วยแรงงานคน และการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

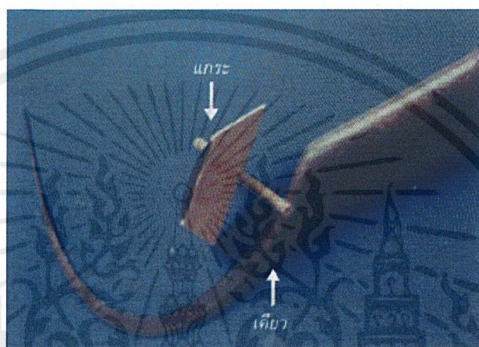
1.การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน

การเก็บเกี่ยว โดยแรงงานคนเป็นที่นิยมปฏิบัติกันในพื้นที่ที่ขาดแคลนเครื่องเกี่ยวนวดหรือผู้ ประกอบการไม่นิยมเข้าไปรับจ้างเกี่ยวนวดเนื่องจากสภาพที่นาเป็นแปลงเล็ก มีต้นไม้มากและคันนาใหญ่ เพราะจะทำให้ความสามารถในการทำงานลดลงส่งผลต่อรายได้ในการรับจ้างที่คิดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเหมาจ่ายต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนจะใช้แรงงานในครอบครัว การลงแขกและหรือ การว่าจ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ สภาวะหลาย ๆ อย่าง เช่น สภาพข้าว สภาพพื้นที่ สภาพสังคม แรงงาน ครอบครัวยุทธศาสตร์ สภาพอากาศ และหรือการประกอบอาชีพอื่นนอกจากการเพาะปลูกข้าว เป็นต้น ด้วยมีอุปกรณ์ช่วยคือ เคียว แกระแส เครื่องเก็บเกี่ยวแบบวางราย เครื่องนวดข้าว เป็นต้น (สมชาย ชวนอุดม. 2552)

1.1 การใช้เคียว และกระแส วิธีเกี่ยวข้าวโดยใช้เคียว และกระแส ชาวไร่ชาวนาจะถือเคียว แกระแส ด้วยมือข้างที่ถนัด แล้วใช้เคียวหรือกระแสเกี่ยวกระหวัดกอข้าวที่ละกอ ในขณะที่เดียวกันก็ใช้มือ อีกข้างหนึ่งจับกอข้าวขึ้น และออกแรงดึงเคียวให้คมเคียวตัดลำต้นข้าวให้ขาดออกมา โดยทั่วไปจะ เกี่ยวให้มีความยาวของต้นข้าวห่างจากรวงข้าว ให้พอเหมาะที่จะนำไปฟาดข้าวได้สะดวก (มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด. 2545)



ภาพที่ 2.8 ลักษณะของเคียว และกระแส
ที่มา : กองวิจัยและพัฒนาข้าว (2555)

1.2 เครื่องเกี่ยวข้าววางราย

การจะเพิ่มประโยชน์จากพื้นที่ในการผลิต ทำให้เกษตรกรจึงเลือกใช้เครื่อง ทุนแรงการเกษตรสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก ที่ไม่สะดวกและเหมาะสมในการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าว ซึ่งมี ขนาดใหญ่เกษตรกรเลือกใช้เครื่องเกี่ยวข้าววางราย ซึ่งมีขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลังจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้เกี่ยวข้าวตั้งตรง ความสูง 80 – 120 เซนติเมตร และใช้ไม่ได้เลยเมื่อต้นข้าวล้มติดดิน (สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว, 2557)



ภาพที่ 2.9 เครื่องเกี่ยวข้าววางราย
ที่มา : เกษตรพอเพียง.คอม (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เครื่องนวดข้าว

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องนวดข้าวกันอย่างแพร่หลายแต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการในเรื่องของลักษณะพื้นที่ที่มีขนาดเล็กการสึกแก่ของข้าวในพื้นที่เดียวกันไม่พร้อมกัน จึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวลดลงและมีต้นทุนสูงขึ้น ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมเกี่ยวด้วยมือหรือเครื่องเกี่ยวข้าววางรายขนาดเล็ก แล้วนำมานวดด้วยเครื่องนวดข้าว เครื่องนวดข้าวที่เกษตรกรนิยมใช้กันทั่วไปมีความยาวลูกกวอดขนาด 5 ฟุต ลักษณะการเคลื่อนที่ของข้าวผ่านลูกกวอดเป็นแบบไหลตามแกน ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 70 แรงม้า ความสามารถในการทำงานประมาณ 2.5 ตันต่อชั่วโมง (สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว. 2557)



ภาพที่ 2.10 เครื่องนวดข้าว

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

2. เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ปัจจุบันเกษตรกรสามารถทำนาได้ตลอดปี โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตชลประทาน โดยเลือกใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวข้าวกันมากขึ้น เพราะรวดเร็วทำให้เกษตรกรสามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวตลอดปี เครื่องเกี่ยวนวดข้าวผลิตโดยโรงงานเอกชน มีสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมสนับสนุนให้คำแนะนำในด้านเทคนิค ในการผลิตและพัฒนาความสามารถในการทำงาน ประมาณ 5 ไร่ต่อชั่วโมง ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลัง 120 แรงม้า (สมชาย ชวนอุดม, 2554)



ภาพที่ 2.11 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ที่มา : จี แคปิตอล (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความชื้น การอบแห้ง และประเภทเครื่องอบแห้ง

2.5.1 ความชื้นข้าวเปลือก

ความชื้นในเมล็ดข้าว คือ เป็นตัวบ่งบอกปริมาณของน้ำในเมล็ดข้าวที่มีอยู่คิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์โดยข้าวที่เก็บเกี่ยวอยู่ 25-28 % เกษตรกรจะต้องมีการลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนนำข้าวไปจำหน่าย (บริษัท ดีเอสเค วิศวกรรม จำกัด. 2553)ความชื้นในเมล็ดข้าวมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ควรลดความชื้นเมล็ดให้เร็วที่สุด ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-14% สามารถเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน หากต้องการเก็บรักษาไว้นาน ควรลดความชื้นเมล็ดให้ต่ำกว่า 12% (ไพรวลัย วงศ์ดี, 2554)หลังจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวเปลือกมาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการลดความชื้นของเมล็ด เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ด ไม่ให้เสื่อมสภาพจากจุลินทรีย์ หรือ ป้องกันไม่ให้เมล็ดพืชเกิดการงอกขึ้นมาจะทำให้เมล็ดข้าวสารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ข้าวฟืนหนู) และเปอร์เซ็นต์ข้าวตันหลังการสีมีค่าต่ำ (วฑัญญ ชัยวัฒน์พงศกร. 2544)

ความชื้น (moisture content) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial spoilage) ซึ่งกระทบต่ออายุการวางจำหน่าย (shelf life) อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจะเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่าย (perishable food) เนื่องจากมีสภาวะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา

ความชื้นมีผลต่อความปลอดภัยทางอาหาร (food safety) อาหารที่มีน้ำสูงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และการสร้างสารพิษ (toxin) ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา (mycotoxin) เช่น aflatoxin และ patulin ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ความชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่างๆ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำความร้อน (thermal conductivity) ความร้อนจำเพาะ (specific heat)

ความชื้นมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของอาหาร ได้แก่ เนื้อสัมผัส (texture) เช่น ความกรอบ ความหนืด (viscosity) การเกาะติดกันเป็นก้อน (caking)

ความชื้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่มีผลกระทบทางลบต่ออาหารระหว่างการเก็บรักษา เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation)

ความชื้นมีผลต่อการกำหนดราคาสินค้า เช่น ข้าวเมล็ดธัญพืช กำหนดราคาซื้อขายผันแปรตามปริมาณความชื้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ. ม.ป.ป.)

2.5.1.1 ความชื้นข้าวเปลือกต่อราคาดังนี้

ความชื้นที่มีอยู่ในเมล็ดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของเมล็ดพืชซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ คุณภาพของ เมล็ดพืชนั้นๆ รวมทั้งใช้เป็นข้อกำหนดในการซื้อขายด้วย ความชื้นที่สูงเกินมาตรฐานจะถูกหักลดน้ำหนักหรือ ราคาต่อหน่วยลง เพื่อให้การซื้อขายข้าวเปลือกให้เป็นไปอย่างมีระบบและมีมาตรฐานสอดคล้องกับภาวะการค้า ข้าวกรรมการค้าภายในได้ออกประกาศกำหนดการซื้อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเปลือกที่มีความชื้น และเป็นข้าวเปลือกที่มี สิ่งเจือปนไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนักให้มีการหักลดน้ำหนักข้าวเปลือกในอัตราส่วนต่อ 1,000 กิโลกรัม ดังนี้ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ไม่ให้มีการหักลดน้ำหนัก กรณีความชื้นเกินร้อยละ 15 แต่ไม่เกินร้อยละ 16 ให้หักลด น้ำหนักได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 16 แต่ไม่เกินร้อยละ 17 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 30 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 17 แต่ไม่เกินร้อยละ 18 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 45 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 18 แต่ไม่เกินร้อยละ 19 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 60 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 19 แต่ไม่เกินร้อยละ 20 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 75 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 20 แต่ไม่เกินร้อยละ 21 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 90 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 21 แต่ไม่เกินร้อยละ 22 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 105 กิโลกรัม ความชื้นเกิน ร้อยละ 22 แต่ไม่เกินร้อยละ 23 ให้หักลดน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม ความชื้นเกินร้อยละ 23 ขึ้นไป ให้หักลด น้ำหนักในแต่ละเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม ส่วนข้าวเปลือกจำนวนที่มีปริมาณต่างหรือสูงกว่า หน่วยที่กำหนดไว้ที่ 1 ตัน (1,000 กก.) ให้คิดเทียบหักน้ำหนักตามอัตราส่วน เพื่อให้เกษตรกรได้รับความเป็น ธรรม ได้ราคาที่เป็นจริงในการขายข้าวเปลือก กรมการค้าภายในได้ส่งเจ้าหน้าที่ซึ่งตวงวัดออกตรวจสอบ เครื่องวัดความชื้นข้าวและเครื่องชั่งตามโรงสีและท่าข้าวให้มีความถูกต้องและเที่ยงตรง หากเครื่องวัดความชื้น และเครื่องชั่ง ผิดไปจากที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงกับแบบมาตราเกินอัตราที่กำหนดไว้เพื่อไม่ให้ถูกเกษตรกรเอา รัดเอาเปรียบ (วิบูลย์ เทพนนท์. ม.ป.ป.)

2.5.1.2 ความชื้นในเมล็ดพืช

ความชื้นในเมล็ดพืชคือปริมาณน้ำ ที่มีอยู่ในเมล็ดพืชเมื่อพิจารณาจะพบว่าในเมล็ดพืชประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นน้ำหนักแห้งของเมล็ดพืชซึ่งจะมีค่าคงที่ตลอด กับส่วนที่เป็นน้ำหนักน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดพืชโดยส่วนน้ำหนักน้ำในเมล็ดพืชจะเปลี่ยนแปลงตามความชื้นของเมล็ดพืช (วิบูลย์ เทพนนท์. ม.ป.ป.)

น้ำหนักน้ำในเมล็ดพืช ($W_w - W_d$)
น้ำหนักแห้งของเมล็ดพืช W_d

$$W_w = \text{น้ำหนักเมล็ดพืชทั้งหมด}$$

การบอกค่าความชื้นในเมล็ดพืชจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราส่วนน้ำหนัก น้ำในเมล็ดกับน้ำหนักเมล็ดพืชซึ่งสามารถคำนวณหาได้ 2 วิธีคือ

1. คำนวณจากฐานมวลชื้น (wet basis)

$$MC = \frac{W_w - W_d}{W_w} \times 100$$

2. คำนวณจากฐานมวลแห้ง (dry basis)

$$MC = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100$$

2.5.1.3 การวัดความชื้นวัสดุ

น้ำที่มีอยู่ในวัสดุแต่ละชนิดมีการยึดติดอยู่ในโครงสร้าง หรือโมเลกุลของสารอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารในภาพแบบ และความแข็งแรงต่างกัน ทำให้เทคนิคที่ใช้สำหรับการหาความชื้นของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทั้งความยากง่าย ความซับซ้อนของอุปกรณ์ และความถูกต้องแม่นยำของค่าที่ได้ วัตถุประสงค์หลักของบทนี้จึงเป็นการแนะนำให้ผู้รู้จักวิธีการหาความชื้นในวัสดุแบบต่างๆ ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี เพื่อสามารถเลือกนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

1. การวัดความชื้นโดยตรง (direct method) เป็นการวัดปริมาณที่มีอยู่ในอาหารโดยตรงสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การแยกเอาน้ำออกด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การอบแห้งทำให้น้ำระเหยออกไป การกลั่นแยกเอาน้ำออกจากอาหาร หรือการใช้วิธีการทางเคมี โดยการใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับน้ำ เป็นต้น วิธีการวัดโดยตรงเป็นการวัดที่ทำลายตัวอย่าง แต่แต่ละวิธีจะมีความถูกต้องแตกต่างกัน วิธีที่มีการยอมรับกันทั่วไปว่ามีความถูกต้องแม่นยำสูง จะนิยมใช้เป็นค่าความชื้นมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดด้วยวิธีการอื่นๆ ก่อนนำค่าที่ได้ไปใช้ประโยชน์ Karl fischer method การทำปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) การวิเคราะห์ความชื้นด้วยการอบแห้ง การวิเคราะห์ความชื้นด้วยการกลั่น (distillation) นำตัวอย่างเมล็ดพืชที่บดเป็นแป้งผสมกับตัวทำละลายโทลูอีน (toluene) แล้วนำไปต้ม น้ำจะระเหยออกมาและควบแน่นเป็นหยดน้ำ ซึ่งวัดเป็นปริมาตรและน้ำหนักได้ การใช้รังสีอินฟราเรดหรือคลื่นไมโครเวฟ (infrared and microwave radiation) เป็นการใช้อินฟราเรดหรือคลื่นไมโครเวฟ เพื่อระเหยน้ำในแป้งที่ได้จากการบดตัวอย่างเมล็ดพืช วิธีวัดความชื้นเหล่านี้มีจุดเด่นที่ให้ผลการวัดถูกต้อง แต่จุดด้อยสำคัญคือ อุปกรณ์และเครื่องมือมีราคาแพง ใช้งานต้องเตรียมอุปกรณ์หลายชิ้น และการวัดแต่ละครั้งใช้เวลานาน

2. การวัดโดยอ้อม (indirect methods) เป็นการวัดสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพืชด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น วัดค่าความจุไฟฟ้า การวัดความชื้นโดยทางอ้อมมีจุดเด่นตรงรู้ผลเร็ว สะดวก และทำได้บ่อย จุดด้อยคือ ค่าที่ได้จากการวัดเป็นค่าโดยประมาณการ การวัดโดยอ้อมวัดได้หลายวิธีเช่นกัน

1). การวัดความต้านทานไฟฟ้า (resistance) อุปกรณ์วัดความต้านทานไฟฟ้าของเมล็ดพืช ทำได้โดยบรรจุเมล็ดพืชตัวอย่างลงช่องว่างระหว่างขั้วไฟฟ้าในภาชนะปิดแน่น ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรเป็นค่าปริมาณความชื้น

2). ความจุไฟฟ้า (capacitance) ตัวอย่างจะถูกบรรจุในภาชนะปิด โดยผนังภาชนะทำหน้าที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าความถี่สูงออกมา การวัดวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ตารางคาลิเบรชัน (calibration) ประกอบด้วยค่าความชื้นที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนี้จะมีความแม่นยำมากกว่าการวัดจากค่าความต้านทานไฟฟ้า

3). ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) เป็นวิธีหาค่าความชื้นในเมล็ดพืชจากการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างเมล็ด เนื่องจากปริมาณความชื้นในเมล็ดจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างเมล็ดเปลี่ยนแปลง ซึ่งความถูกต้องของค่าความชื้นที่วัดได้จากวิธีนี้ขึ้นอยู่กับ

กับการกระจายตัวของความชื้น ดังนั้นการวัดด้วยวิธีนี้ต้องรอเวลานานประมาณ 1-2 ชั่วโมงเพื่อให้ความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศต่างๆ เกิดสมดุลก่อนวัดเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. ม.ป.ป.)

2.5.1.4 วิธีการลดความชื้น

1.วิธีการธรรมชาติ (Natural drying or Sun drying) ใช้แสงแดดเป็นแหล่งความร้อนและอากาศทำให้ ความชื้นในเมล็ดข้าวลดลง โดยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่มีข้อเสียคือใช้พื้นที่มาก และไม่สามารถควบคุมสภาพอากาศได้อุณหภูมิที่แปรปรวนจะทำให้เกิดการร้าวในเมล็ดข้าวได้การตากข้าว เกษตรกรเขตคลองสามวานิยมตากข้าวบริเวณลานกว้าง จะมีวัสดุรองรับที่สะอาดและแห้งจะไม่ตากลงไปบนลานปูนด้วยตรง เพราะพื้นปูนจะร้อนเกินไปอาจทำให้เมล็ดข้าวแตกร้าวภายในความหนาของข้าวที่ตากควรไม่เกิน 5-10 เซนติเมตร หากตากข้าวบางเกินไปจะทำให้ความร้อนมากเกินไป ขณะตากข้าวควรหมั่นกลับกองข้าวทุกๆ 2 ชั่วโมง วันละ 4 ครั้ง เพื่อลดระยะเวลาในการลดความชื้น เวลากลางวันควรหาววัสดุคลุมกองข้าวเพื่อป้องกันน้ำค้างและฝน ความชื้นสัมพัทธ์ขณะลดความชื้น ควรต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่จะสมดุลของเมล็ดการลดความชื้นจึงจะได้ผล ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ไม่ควรจะเกิน 60% (สำนักงานเขตคลองสามวา. 2559)



ภาพที่ 2.12 การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยการตากแดด
ที่มา : สำนักงานเขตคลองสามวา (2559)

2.5.2 การอบแห้ง (Drying)

การอบแห้ง (Drying) คือ การเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง(ความชื้นลดลง) โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้น อาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มาก-น้อย จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของมันด้วย ในการอบ เมื่อทำให้ของเหลวในวัตถุดิบระเหยเป็นไอ จะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ซึ่งนอกจากจะมีกรณีที่วัตถุดิบมีสภาพเป็นของแข็งที่เปียกชื้นแล้ว ยังมีกรณีที่อบของเหลวข้น(slurry) หรือของเหลวใสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงอีกด้วย เครื่องอบโดยมากมักจะเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วจะกลายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จทันที ดังนั้น การอบไม่สม่ำเสมอ เช่น ไม่แห้งหรือแห้งเกินไป และภาพร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบเป็นก้อน รวมทั้งปริมาณผลได้ (yield) จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจ นอกจากนี้ความร้อนแฝงของการระเหยของของเหลวจะมีค่าสูง การอบจึงสิ้นเปลืองพลังงานมาก การ

จัดการพลังงานความร้อนจึงเป็นปัญหาที่สำคัญ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547)

2.5.2.1 หลักการและทฤษฎี

การอบแห้ง คือการถ่ายเทความร้อนไปยังวัตถุที่มีความชื้นเพื่อให้น้ำเลเยออกจาก วัตถุการอบแห้งส่วนมากจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนไปสู่วัตถุ และเป็นตัวช่วยพา ความชื้นออกจากวัตถุเมื่อน้ำวัตถุเข้าไปอบแห้งจะเกิดกระบวนการพื้นฐานขึ้นพร้อมกัน 2 กระบวนการ ได้แก่

(1) การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิแตกต่างกันคือจากแหล่งกำเนิดความร้อนและ ตัววัตถุการถ่ายเทความร้อนมี3ชนิดคือการนำความร้อนการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนใน การอบแห้งอาจใช้หลายร่วมกันได้

-การนำความร้อน เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนจากโมเลกุลกับโมเลกุลข้างเคียง สภาพ การนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความร้อน โดยสภาพนำความร้อนของน้ำและสามารถนำ ความร้อนได้ดีกว่าวัตถุแห้ง

-การพาความร้อน สภาพการนำความร้อนที่เกิดขึ้นในของเหลวและก๊าซ

-การแผ่รังสีความร้อน จะเกิดขึ้นเมื่อมีการอบแห้งแบบใช้รังสีในการอบแห้งแบบ สูญญากาศการแผ่รังสีความร้อน จะทำให้การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากขึ้นอย่าง อุณหภูมิมีความแตกต่างกันสูง

(2) การเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารในระหว่างการอบแห้งเมื่อวัสดุ ได้รับความร้อนน้ำที่อยู่ใน วัสดุก็จะเคลื่อนตัวมาที่ผิวหน้าของวัตถุจากนั้นก็ระเหยกลายเป็นไอไปสู่บรรยากาศ (การุณ เลาะ มาน. 2548)

2.5.2.2 การคำนวณและคำจำกัดความของค่าที่เกี่ยวข้องในการอบแห้งMoisture ratio (อัตราส่วนความชื้น) อัตราส่วนความชื้น คือ ปริมาณของน้ำที่เหลืออยู่ภายในวัสดุที่กำลังอบแห้งเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมดที่อยู่ภายในวัสดุซึ่ง สามารถระเหยได้ภายใต้สภาวะการอบแห้งหนึ่งๆ สามารถ เขียนความสัมพันธ์เป็นสมการได้ว่า

$$MR = \frac{M - Me}{Mo - Me}$$

เมื่อ M = ความชื้นของวัสดุ ณ เวลาใด (%ฐานแห้ง)

Me = ความชื้นสมดุลของวัสดุ (%ฐานแห้ง)

Mo = ความชื้นเริ่มต้นของวัสดุ (%ฐานแห้ง)

ความชื้นสมดุล(Equilibrium moisture content)

ความชื้นสมดุลเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการศึกษากระบวนการอบแห้งโดยเฉพาะ การศึกษาระยะเวลาการอบแห้ง(Drying period) เนื่องจากความแตกต่างระหว่างความชื้นของวัสดุ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งของการอบแห้งกับความชื้นสมดุลของวัสดุคือการวัดความเป็นไปได้หรือแรงขับเคลื่อน

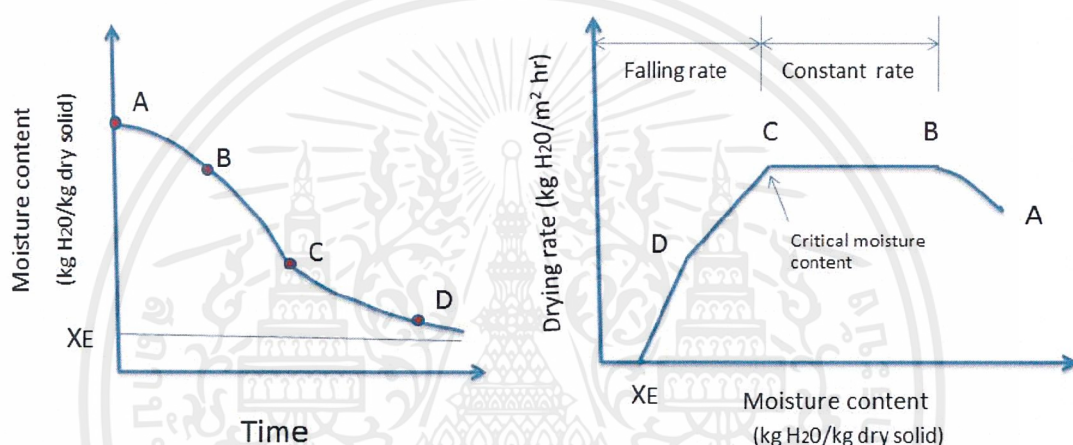
น้ำระหว่างวัสดุกับอากาศแวดล้อม ความชื้นสมดุลหาได้จากสมการกึ่งทฤษฎี พัฒนาโดย Henderson ในสมการ

$$Me = \frac{1}{100} \times \left[\frac{\ln(a-RH)}{C_1 T_{abs}} \right]^{1/C_2}$$

โดยที่ RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศรอบแห้ง

Tabs คือ ค่าอุณหภูมิอากาศรอบแห้งสมบูรณ์

C1,C2 คือ ค่าคงที่การคายความชื้น สำหรับข้าวเปลือกที่ค่าเท่ากับ -3.146



ภาพที่ 2.13 กราฟระหว่างความชื้น ต่อเวลา และกราฟระหว่างอัตราการอบแห้ง และความชื้น
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ (ม.ป.ป.)

กราฟระหว่างอัตราแห้ง(Drying rate) และความชื้น(Moisture content)แบ่งออกเป็น 3 ช่วง

(1) ช่วงการปรับสภาวะเริ่มต้น (Initial Adjustment Period -AB) เป็นช่วงเริ่มต้นของการอบแห้ง ความชื้นเริ่มต้นของอาหารอยู่สูง ชั้นผิวของอาหารจะมีลักษณะเปียกชื้นมาก เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างตัวกลาง ความร้อนกับอาหารอัตราการทำให้แห้งจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงอัตราการทำให้แห้งคงที่ (Constant rate)

(2) ช่วงอัตราการแห้งคงที่(Constant Rate Period-BC) เป็นช่วงที่น้ำภายในวัสดุเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าความร้อนที่วัสดุได้รับจะใช้ในการระเหย น้ำออกจากวัสดุอย่างต่อเนื่องความชื้นเฉลี่ยของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาในการอบแห้ง จุดสุดท้ายในช่วง การอบแห้งความเร็วคงที่อัตราการอบแห้งจะลดลงความชื้นของวัสดุ ณ เวลานั้นเรียกว่า ความชื้นวิกฤติ (Critical Moisture Content)

(3) ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Period CD และ DE) เป็นช่วงที่ความชื้น ในอาหารเหลือน้อยจนแพร่ไปยังผิวหน้าของอาหารได้อย่างไม่ต่อเนื่องอัตราการอบแห้งจะลดลงความชื้นจะลดลงเรื่อยๆจนถึงค่าความชื้นสมดุล (การุณ เสาะมาน. 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้ง

(1) ลักษณะธรรมชาติของอาหารอาหารที่มีลักษณะเป็นรูพรุน มีความพรุน มาก จะมีอัตราการอบแห้งที่เร็วเนื่องจากน้ำในอาหารสามารถเคลื่อนที่ออกมาภายนอกได้ง่ายเนื่องจากมีอาหารที่มีพื้นที่ผิวมากอัตราการอบแห้งสเกิร์ตได้เร็วขึ้นเนื่องจากพื้นที่ที่ได้หายของน้ำในวัสดุเพิ่มขึ้น มากนั่นเอง

(2) ขนาดภาพร่างปริมาตรและพื้นที่ผิวของอาหารเป็นคุณสมบัติทางกายภาพ ของอาหารที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งอาหารที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตร จะมีพื้นที่ที่ ระเหยน้ำมากจะมีอัตราการ อบแห้งที่เร็วขึ้นดังนั้นหากอาหารที่มีความหนามากอัตราการอบแห้งที่ เกิดขึ้นจะช้ากว่าอาหารที่มีความหนาน้อยกว่าเนื่องจากอัตราการทำแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความ หนาของอาหาร

(3) ปริมาณของอาหารที่นำมาอบแห้ง อาหารที่นำมาอบแห้งในปริมาณมากๆจะ มีอัตราการอบแห้งที่ช้าลงเนื่องจากพื้นที่ผิวของอาหาร บางส่วนไม่สามารถสัมผัสกับอากาศร้อนได้ อย่างทั่วถึงจึงไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับอาหารได้จึงทำให้อัตราการอบแห้งช้าลง

(4) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมและความชื้น จำเพาะของอากาศเป็นสิ่งสำคัญต่ออัตราการอบแห้ง การที่น้ำจะระเหยได้ดีหรือไม่ดีจะขึ้นอยู่กับ ความชื้นของอากาศและความเร็วลม

(5) ความดันมีความเกี่ยวเนื่องกับการระเหยของน้ำเนื่องจากในที่มีความดันต่ำลง มาน้ำจะเดือด ได้ที่อุณหภูมิต่ำลงดังนั้นการทำการอบแห้งภายใต้ความดันจะทำให้เกิดอัตราการทำ แห้งเร็วขึ้น (สีกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2542)

2.5.2.4 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดความชื้นข้าวเปลือก

ข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นตั้งแต่ 24% ขึ้นไป ต้องอบแห้งภายใน 1 วัน ข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นตั้งแต่ 21 – 23.9% ขึ้นไป ต้องอบแห้งภายใน ๒ วัน ข้าวเปลือกที่มี ปริมาณความชื้นต่ำกว่า 20.9% ขึ้นไปต้องอบแห้งภายใน 3 วัน (วทัญญู ชัยวัฒน์พงศรพ. 2544)



ภาพที่ 2.14 การลดความชื้นข้าวเปลือกในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่
ที่มา : บริษัท เลิศดำรงคศิริ จำกัด (ม.ป.ป.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ประเภทของการอบแห้ง

พิจารณาการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของแข็งเปียกกับก๊าซร้อนเป็นเกณฑ์

1. การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิว (Cross-Circulation drying) คือ การอบแห้งที่ความร้อนไหลขนานกับผิวของของแข็ง อาจจะไหลผ่านผิวด้านบนหรือผ่านผิวด้านล่าง หรือผ่านทั้งสองด้าน ตัวอย่างเครื่องอบแห้งประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer) ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรเรียงวัสดุของแข็งเป็นชั้นเดียว หรือเป็นชั้นบางๆ

2. การอบแห้งแบบไหลเวียนแทรกผ่าน (Through-Circulation drying) ของแข็งที่จะทำการอบแห้ง ถูกวางบนตะแกรงและให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่แทรกผ่านชั้นของแข็ง ความร้อนอากาศเคลื่อนที่จากผิวด้านบนสู่ผิวด้านล่างของของแข็ง และผ่านตะแกรงออกไปข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนไม่ให้สูงเกินไป ถ้าก๊าซร้อนมีความเร็วสูง จะพัดพาของแข็งออกจากเครื่องได้

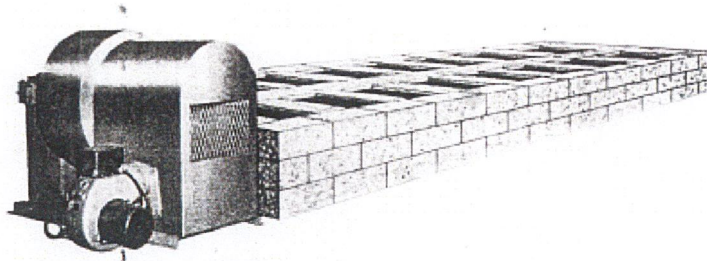
3. การอบแห้งแบบโปรย (Showering drying) คือ การอบแห้งที่ของแข็งถูกตักขึ้นและโปรยลงสู่ด้านล่าง จะมีก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มของแข็ง ตัวอย่างเครื่องอบแห้งประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบหมุน (rotary dryer) ข้อควรระวังในการใช้งาน วัสดุที่เป็นผงละเอียดต้องใช้ความระมัดระวังในการอบแห้ง เพราะก๊าซร้อนอาจพัดพาวัสดุออกจากเครื่องอบ ทำให้เกิดการสูญเสียของแข็ง

4. การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ (Fluidized drying) คือ การอบแห้งที่วัสดุของแข็งถูกวางบนตะแกรงเป็นชั้นของแข็งและมีการให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหมาะสมผ่านตะแกรงเข้าสู่ด้านล่างของชั้นของแข็งและออกไปทางด้านบน ส่งผลให้กลุ่มของแข็งมีลักษณะเป็นฟลูอิดไดซ์ ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนให้เหมาะสม ไม่ควรต่ำเกินไปเพราะจะทำให้ของแข็งไม่เกิดเอนโทรปีของวัสดุที่เป็นผงละเอียด

5. การอบแห้งแบบนิวเมติก (pneumatic drying) คือ การอบแห้งที่มีการขนส่งวัสดุของแข็งเกิดขึ้นพร้อมกัน โดยใช้ความเร็วของก๊าซร้อนทำให้ของแข็งเคลื่อนที่ไปยังปลายทาง พร้อมกับการลดความชื้นภายในวัสดุของแข็งนั้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. ม.ป.ป.)

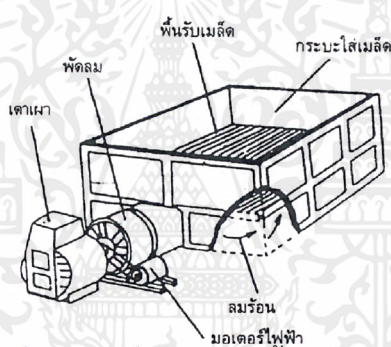
2.5.3.1 เครื่องลดความชื้นที่นิยมใช้กับข้าวเปลือก

1. เครื่องลดความชื้นแบบเมล็ดพืชบรรจุในกระสอบ เครื่องอบแบบนี้ ส่วนใหญ่ใช้กับเมล็ดพันธุ์ตัวเครื่องประกอบด้วย ห้องลมร้อนที่ ด้านบนเจาะช่องไว้ สำหรับวางกระสอบเมล็ดพืช ซึ่งมีหลาย ๆ ช่อง สามารถวางได้หลายกระสอบ ลมร้อนจะเป่าผ่านช่องว่าง ระหว่างเมล็ดพืชที่บรรจุในกระสอบปาน เครื่องอบแบบนี้จะใช้ อุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่ไม่เกิน 43 องศาเซลเซียส และใน ระหว่างการอบจะต้องพลิกกลับกระสอบ เครื่องลดความชื้นแบบนี้จะใช้ปริมาณลมร้อนจาก เพาะในอัตรา 4 ลูกบาศก์เมตร/นาที่-เมล็ดพืชที่บรรจุในกระสอบ 50 กก.



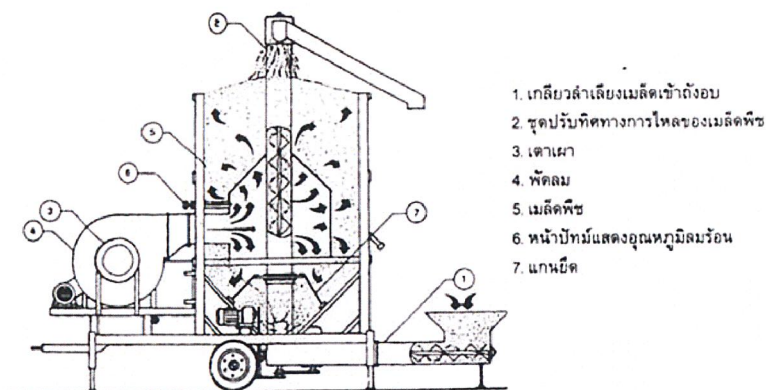
ภาพที่ 2.15 เครื่องลดความชื้นแบบเมล็ดพีชบรรจุในกระสอบ
ที่มา : วิบูลย์ เทพนนท์ (2553)

2. เครื่องลดความชื้นแบบกระบะ ประกอบด้วยกระบะเมล็ดพีชที่บรรจุอยู่บนตะแกรงด้านล่างของตะแกรงจะเป็นห้องลมส่วนที่ต่อเข้ากับพัดลมและชุดเตาลมร้อน ลมร้อนจะถูกเป่าผ่านชั้นเมล็ดพีชที่อยู่เบื้องกับที่จากด้านล่างสู่ด้านบน มีผลทำให้ความชื้นเมล็ดพีชด้านล่างลดเร็วกว่าด้านบน มีอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในประเทศส่วนใหญ่จะใช้กับเมล็ดพันธุ์ สามารถลดความชื้นได้ 0.5 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง (สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี และคณะ. 2550)



ภาพที่ 2.16 เครื่องลดความชื้นแบบกระบะ
ที่มา : กรมการข้าว (2557)

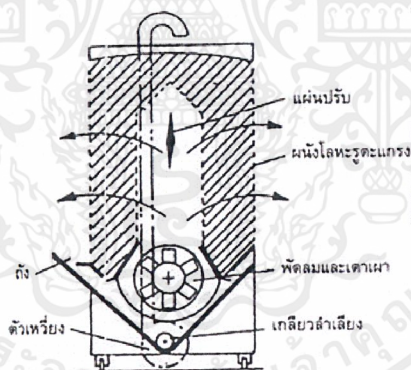
3. เครื่องลดความชื้นแบบถังหมุนเวียน เครื่องลดความชื้นแบบนี้ถังบรรจุเมล็ดพีชทำด้วยตะแกรงเป็นภาพทรงกระบอกแนวตั้ง ส่วนกลางถังมีท่อลมทำด้วยตะแกรง เป็นภาพทรงกระบอกวางซ้อนอยู่ในถัง ลมร้อนจะถูกเป่าออกจากท่อตะแกรงผ่านเมล็ดออกสู่ภายนอก เมล็ดจะหมุนเวียนผ่านลมร้อนโดยถูกไล่เสียงจากกันถึงสู่ด้านบนของถัง และไหลผ่านลมร้อนกลับสู่กันถึงหลาย ๆ เที้ยวจนกว่าจะแห้ง แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมเนื่องจากฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายออกมา (สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว. 2557)



เครื่องลดความชื้นแบบกังหมุนเวียน

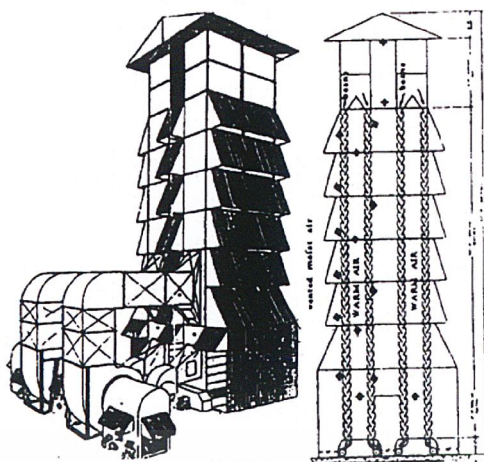
ภาพที่ 2.17 เครื่องลดความชื้นแบบกังหมุนเวียน
ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

4. เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ เครื่องลดความชื้นแบบนี้ภายนอกมีลักษณะเป็นถังบรรจุเมล็ดพืชภาพทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง สูงมากกว่า 3 เมตร ถังบรรจุเมล็ดพืชต่อเข้ากับท่อลมร้อนด้านข้าง ซึ่งมีเตาลมร้อนและพัดลมเป็นส่วนประกอบส่วนล่างของถังบรรจุเมล็ดจะมีชุดควบคุมการไหลของเมล็ดพืชอุณหภูมิตั้งไว้ประมาณ 54 องศาเซลเซียส เครื่องลดความชื้นชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบเมล็ดพืชไม่ไหลลุดเกล้า และแบบเมล็ดพืชมีการไหลลุดเกล้า (วิบูลย์ เทเพนทร์, 2553)



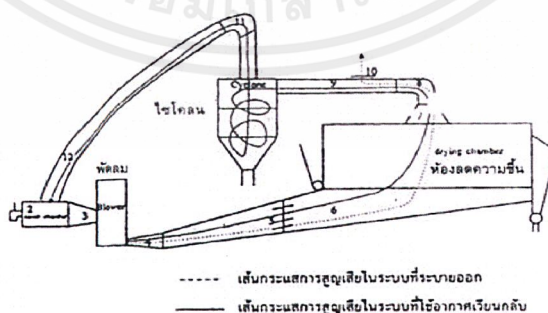
ภาพที่ 2.18 เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ชนิดเมล็ดพืชไม่ไหลลุดเกล้า
ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

5. เครื่องลดความชื้นเมล็ดพืชแบบเมล็ดไหลลุดเกล้า หรือแบบ แอล.เอส.ยู ลักษณะภายนอกคล้ายกับเครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ถังบรรจุเมล็ดเป็นถังทรงสี่เหลี่ยมแนวตั้ง เมล็ดพืชจะไหลจากบนลงล่าง โดยมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของเมล็ด ภายในถังประกอบด้วยท่อลมเป็นชั้น ๆ มีท่อลมร้อนเข้าและออกสลับกัน ทำให้เมล็ดพืชมีโอกาสสัมผัสกับลมร้อนเข้าและลมขึ้นที่เป่าออกสลับกันเท่ากันตลอดทั้งถังบรรจุเมล็ด อุณหภูมิที่ใช้คือ 66 องศาเซลเซียส (เปรมจิตต์ สระวาสิ , 2540)



ภาพที่ 2.19 เครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ชนิดเมล็ดพีชที่มีการคลุกเคล้า
ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว (2557)

6. เครื่องลดความชื้นแบบฟลูอิดไดซ์ – เบด เครื่องลดความชื้นแบบนี้ได้มีการพัฒนา และสร้างออกจำหน่ายภายในประเทศเมื่อไม่นานมานี้ และการใช้งานในลักษณะไหลต่อเนื่อง และใช้ปริมาณลมสูงถึง 1900-2500 ลูกบาศก์เมตร/นาที่/ตันเมล็ดพีช ส่วนของห้องอบจะเป็น ห้องปิดมีตะแกรงอยู่ด้านล่าง ที่ปลายทั้ง 2 ด้าน จะมีอุปกรณ์สำหรับป้อนเมล็ดพีชเข้าและออกจาก ห้องอบ ลมร้อนจะเป่าผ่านชั้นเมล็ดพีชที่อยู่บน ตะแกรงและความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร ด้วยความเร็ว 1.9 เมตร/วินาที ซึ่งทำให้เมล็ดพีช ลอยตัวได้ อุณหภูมิลมร้อนที่จะใช้สูงคือ มากกว่า 100° ซ และช่วงระยะเวลาที่เมล็ดพีชสัมผัสลมร้อนจะสั้น ประมาณ 3-5 นาที เหมาะสำหรับการใช้ลดความชื้นเมล็ดพีชที่มีความชื้นสูง มากกว่า 20% เนื่องจากเครื่องลดความชื้นแบบนี้ ใช้ปริมาณลม และความร้อนสูงเป่าผ่านเมล็ดพีช ในระยะเวลาอัน สั้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ลมร้อน จึงมีการนำเอาความร้อนที่ผ่านเมล็ดพีชแล้วกลับ มาทำให้ร้อนในใหม่ประมาณ 80% ส่วน 20% เป่าทิ้งไป เมล็ดพีชเมื่อผ่านเครื่องลดความชื้น แบบนี้เพียงเที่ยวเดียวความชื้นจะลดลง 5-10% ทำให้มีอัตราการทำงานสูง เหมาะกับตลาดกลาง ที่มีปริมาณข้าวเปลือกความชื้นสูงเข้ามาใน ปริมาณมาก เมล็ดพีชที่ผ่านเครื่องลดความชื้น แบบนี้แล้ว สามารถนำไปอบแห้งในถังเก็บที่มี การเป่าอากาศผ่านกองเมล็ดพีชได้ หรืออาจใช้ ร่วมกับเครื่องลดความชื้นแบบอื่นๆ ก็ได้ (เปรมจิตต์ สระวาสี. 2540)



ภาพที่ 2.20 เครื่องลดความชื้นแบบฟลูอิดไดซ์ – เบด
ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว, 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

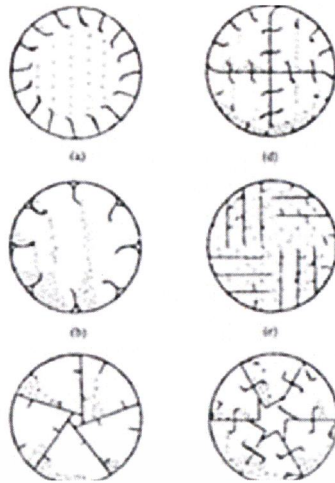
2.6 เครื่องลดความชื้นแบบโรตารี

เครื่องลดความชื้นแบบโรตารีนี้นิยมใช้ในการลดความชื้นข้าวหนึ่งในช่วงแรกหลังจากที่ข้าวผ่านการนึ่งมาแล้วตัวเครื่องจะเป็นถังทรงกระบอกแนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความยาว 15-30 เมตร มุมเอียงถึง 2-4 องศาจากแนวนอน ถังหมุนด้วยความเร็วรอบ 4-8 รอบต่อนาทีโดยทั่วไป เมล็ดพืชจะอยู่ในถังประมาณ 10-20 นาทีอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ 121-288 องศาเซลเซียส (วิบูลย์ เทเพนทร์. 2553)



ภาพที่ 2.21 เครื่องอบแบบโรตารี
ที่มา : วิบูลย์ เทเพนทร์ (2553)

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีการอบแห้งเมล็ดพืชในยุ้งเก็บ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ลดความชื้น เมล็ดพืชที่มีความชื้นไม่เกิน 18% หรือเมล็ดพืชที่ผ่านการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบฟลูอิดไดซ์-เบด ภายในยุ้งเก็บเมล็ดพืชจะมีการวางท่อลมไว้ที่พื้นเป็นระยะๆ ท่อลมนี้อาจต่อเข้ากับ พัดลม สำหรับ ปริมาณลมจำเพาะที่ใช้ คือ 0.5-1 ลูกบาศก์เมตร/นาที-ลูกบาศก์เมตรของเมล็ดพืช ลมที่เป่าก็คืออากาศแวดล้อม หรือลมธรรมชาตินั่นเอง เป่าจากด้านล่างขึ้นด้านบนของกองเมล็ดพืชซึ่งโดยปกติสูงไม่เกิน 4 เมตร สำหรับข้าวเปลือกจะใช้เวลาประมาณ 1 วัน ลดความชื้นจาก 18-20% เหลือ 14-15% (วิบูลย์ เทเพนทร์.2553) มืองค์ประกอบโครงสร้างหลัก 5 ส่วน ได้แก่ 1) โครงร่างหลัก (main body) เป็นภาพทรงกระบอกมักจะทำด้วยเหล็กแผ่น เหล็กไร้สนิม (Stainless steel) และเหล็กหล่อ 2) Flights มีไว้เพื่อแบ่งกระจายวัสดุอบแห้งให้ทั่วผนังทรงกระบอก และเพื่อเพิ่ม พื้นผิวสัมผัสระหว่างลมร้อนและวัสดุอบแห้ง 3) ล้อและลูกกลิ้ง เป็นชิ้นส่วนที่รองรับการหมุนเวียนของเครื่องหรือถังอบ 4) Driving gears กรณีที่ต้องใช้กำลังไม่มากอาจขับเคลื่อนแกนของลูกกลิ้งเพื่อ หมุนตัวเครื่องโดยแรงเสียดทานกับล้อ เมื่อต้องการกำลังเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจะ ขับเคลื่อนโดยใช้เฟืองและโซ่สำหรับเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่จะใช้driving gear เนื่องจากชุดของมอเตอร์เฟืองทด เกียร์เปลี่ยนความเร็ว เป็นต้น กะทัดรัดหาได้ง่าย 5) Air seals ป้องกันการรั่วไหลของลมร้อน (กรมวิชาการเกษตร. 2553)



ภาพที่ 2.22 ลักษณะใบกวน (Flights) หรือ แผ่นยก (Lifters)
ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2553)



ภาพที่ 2.23 กระบวนอบแห้งแบบโรตารี
ที่มา : GEA (ม.ป.ป)

2.6 1 อัตราการอบแห้งแบบโรตารี ดังสมการดังนี้

$$DR = \frac{M_{pi} - M_{pf}}{t} \quad (1)$$

เมื่อ M_{pi} คือ น้ำหนักวัสดุก่อนอบแห้ง (kg)

M_{pf} คือ น้ำหนักวัสดุหลังอบแห้ง (kg)

t คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

$$\begin{aligned} SEC &= \text{พลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง} / \text{ปริมาณน้ำระเหย} \\ &= (\text{พลังงานจากระบบไฟฟ้า} + \text{พลังงานความร้อนจากแก๊ส}) / \text{ปริมาณน้ำระเหย} \\ &= (3.6Pe) + (\text{kgแก๊สชีวมวลกลบ} \times \text{HV}) / \text{ปริมาณน้ำที่ระเหย} \end{aligned} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Pe คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kwh)

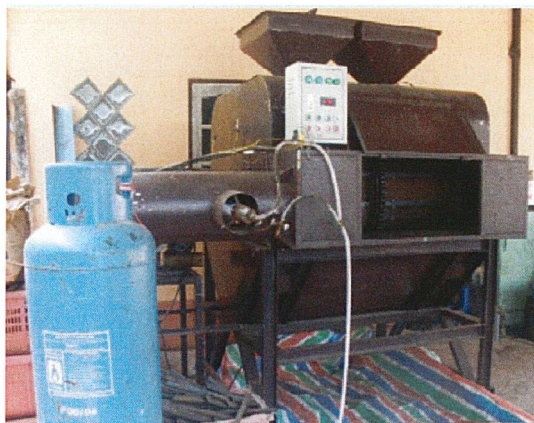
HV คือ ค่า Heating value ของแก๊สชีวภาพมวลกลบ = 843 Ktoe (บริษัท ปตท. จำกัด มหาชน. 2552)

เครื่องอบแห้งแบบโรตารีที่ออกแบบพัฒนาขึ้นสามารถใช้อบแห้งพืชเมล็ดได้ หลายชนิดและมีประสิทธิภาพการอบแห้งที่ดี จากการปรับปรุงโครงสร้างถังอบ ของเครื่องอบแห้งแบบโรตารีเป็นลักษณะทรงกระบอกเหลี่ยมแยกโครงสร้างถัง ออกจากผนังถังจะช่วยให้การสร้างถังอบแห้งที่มีขนาดความจุทั้งน้อยหรือมากก็ สามารถสร้างได้ง่ายสะดวกและราคาถูกลงอย่างมาก ตัวถังอบและลูกกลิ้งที่รองรับถังช่อมบ่ารุงได้ง่ายขึ้น และจากการออกแบบช่องระบายความชื้นออก จากถังอบให้มีขนาดเหมาะสมและสมดุลส่งผลให้ประสิทธิภาพการอบแห้ง ได้ผลเป็นอย่างดีโดยพิจารณาจากความสม่ำเสมอ ระยะเวลาการลดความชื้น และประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนในการลดความชื้นดีขึ้น และการ ติดตั้งอุปกรณ์ กำหนดเวลา การหมุนและหยุด เป็นการปรับใช้ให้เหมาะสมกับ พืชได้ดียิ่งขึ้น (วิเชียร ดวงสีเสน. 2555)

2.7 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้ง

2.7.1 ก๊าซหุงต้ม

ก๊าซหุงต้ม มีชื่อเป็นทางการว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas: LPG) หรือเรียกย่อๆ ว่า แอลพีจี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน หรือการแยกก๊าซธรรมชาติ ในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพน และบิวเทนในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้ หรืออาจจะเป็นโพรเพนบริสุทธิ์ 100% หรือบิวเทนบริสุทธิ์ 100% ก็ได้ สำหรับในประเทศไทย ก๊าซหุงต้มส่วนใหญ่ ได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพน และบิวเทนประมาณ 70:30 ซึ่งจะให้ค่าความร้อนที่สูง ทำให้ผู้ใช้ประหยัดเวลา และค่าเชื้อเพลิง ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ในครัวเรือน ในโรงงาน อุตสาหกรรม และในยานพาหนะได้ เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีมีการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้งานในครัวเรือนโดยตรง ด้วยคุณสมบัติในการ เป็นเชื้อเพลิงติดไฟของก๊าซธรรมชาติ และก๊าซหุงต้มเพื่อความปลอดภัยผู้ใช้ต้องใส่ใจ ในการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการใช้งานอย่างเคร่งครัดการนำเอาความร้อนที่ต้องปล่อยทิ้ง กลับมาใช้เป็นพลังงานในภาพแบบอื่นๆ เช่น ทำไอน้ำ การอบแห้ง ฯลฯ ช่วยลดการลงทุนโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีต้นทุนสูง เนื่องจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ต่างกัน ในแต่ละช่วงเวลาของวัน ช่วยลดมลภาวะจากการใช้ก๊าซธรรมชาติแทนการใช้ น้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำ (กิตติ สุคนธนิศย์, 2552)ในการอบแห้งนั้นจะต้องใช้ความร้อนจากแก๊สหุงต้มหรือแก๊สแอลพีจี เป็นต้นกำเนิดความร้อน พร้อมอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ การใช้แก๊สหุงต้มจะมีชุดหัวพ่นแก๊ส หุงต้มและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสามารถตั้งอุณหภูมิได้ตามต้องการ (การกรมวิชาการเกษตร. 2553)



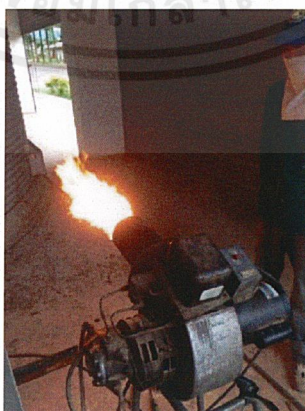
ภาพที่ 2.24 การใช้แก๊สหุงต้มในการอบแห้ง
ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2553)

2.7.2 ไฟฟ้า

ไฟฟ้า (ค่านาม) คือ พลังงานภาพหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมา หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอน หรือโปรตอน ใช้ประโยชน์ ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่ (นฤมล อาราเม และคณะ 2554) โดยไฟฟ้าจะมีคุณสมบัติ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีการใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (เช่น คลื่นไมโครเวฟ) หรือโดยการใช้พลังงานแบบผสมผสาน (ลักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2542)

2.7.3 น้ำมันเชื้อเพลิง

ในอุตสาหกรรมการอบแห้งขนาดใหญ่จะมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นส่วนในการเปลี่ยนเป็นพลังความร้อน ใช้เป็นเชื้อในการอบแห้งหรือลดความชื้น เช่น การอบข้าวเปลือก การอบมันฝรั่ง ฯลฯ ในน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล จะให้ค่าความร้อนอยู่ที่ 8,245.75 kcal/L และ 8,697.10 kcal/L ตามลำดับ ชนิดเครื่องอบแห้งที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนมีอยู่หลายภาพแบบ เช่น เครื่องอบแห้งแบบถังหมุนเวียนเครื่องลดความชื้นแบบคอลัมน์ ฯลฯ (สมชาติ โสภณธรณฤทธิ์ และคณะ 2545)



ภาพที่ 2.25 หัวจุดให้ความร้อนโดยการฉีดน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 เชื้อเพลิงชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิต พลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่างๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การใช้งานชีวมวลเพื่อให้ได้พลังงานอาจจะทำโดย นำมาเผาไหม้เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าทดแทน พลังงานจากฟอสซิล (เช่น น้ำมัน) ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดและอาจหมดลงได้ ชีวมวลเหล่านี้มีแหล่งที่มาต่างๆ กัน อาทิ พืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (agricultural residues) ไม้และเศษไม้ (wood and wood residues) หรือของเหลือจากจากอุตสาหกรรมและชุมชน (Energy Vision. 2013)

แกลบ ถือเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการสีข้าวเปลือกซึ่งทำให้เกิดเศษของเปลือกข้าวออกมา มีลักษณะสีเหลืองทอง สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว แกลบที่ได้จากการสีข้าวเปลือกจะมีประมาณร้อยละ 22-25 โดยน้ำหนักจากเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้การสีข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะเกิดแกลบจำนวนมาก (เว็บบเพื่อเกษตรไทย. 2559) แกลบเป็นส่วนหนึ่งของข้าวที่ชาวนาเป็นผู้ผลิตขึ้นจากธรรมชาติของข้าว ถ้าหากชาวนายังทำการปลูกข้าวได้ตลอด ไร่ร่องแกลบไม่มีหมดแกลบมีมากราคาถูกลง อีกทางหนึ่งด้วย ประกอบกับมีทรัพยากรภายในท้องถิ่นอยู่แล้วคือ แกลบจากโรงสีชุมชน (เรณู โภธิวัฒน์ ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.26 ลักษณะของแกลบที่เป็นเชื้อเพลิง
ที่มา : เว็บบเพื่อเกษตรไทย (2559)

2.7.4.1 เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลไปเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ดังนี้

1.การเผาไหม้โดยตรง (combustion) การเผาไหม้โดยตรง หรือ การสันดาป เป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมเกิดการลุกไหม้และคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วนๆ แต่จะใช้อากาศแทนเนื่องจากอากาศมีออกซิเจนอยู่ 21% โดยปริมาตร หรือ 23% โดยน้ำหนัก เมื่อนำชีวมวลมาเผา จะได้รับความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้คือ เศษวัสดุทางการเกษตรและเศษไม้ สำหรับระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 ระบบการป้อนเชื้อเพลิงโดยใช้แรงงานคน เป็นระบบที่มีใช้อยู่ดั้งเดิมโดยการใช้คนตักเชื้อเพลิงป้อนเข้าสู่เตา ประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับความชำนาญและความเอาใจใส่ของแรงงาน

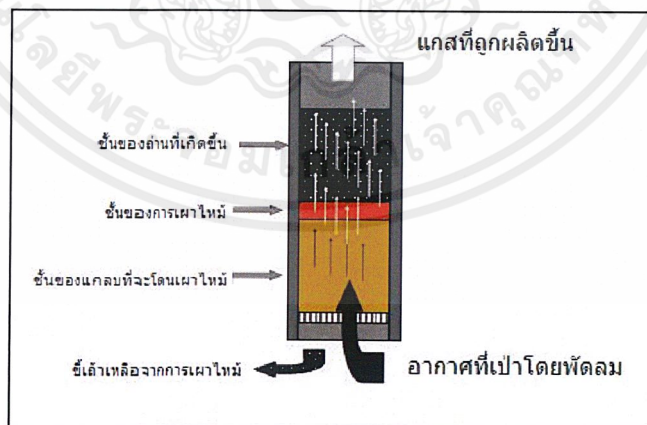
2.7.4.2 ประเภทเตาเผาแก๊สชีวมวลระบบการป้อนเชื้อเพลิงโดยใช้แรงงานคน

เตาแก๊สชีวมวลแบบ Inverted Down-draft เตาแก๊สชีวมวลที่ใช้กลายเป็นเชื้อเพลิง และที่ศูนย์วิจัยพลังงาน ได้ออกแบบไว้ นั่น จากเตาเป็นเตาแก๊สซีไฟเออชนิด Inverted Down-draft คือจะมีการเผาไหม้อยู่ด้านบนของเตาทำ โดยทำให้ โปรติวเซอร์แก๊ส ที่ได้มีความสะอาดขึ้นเนื่องจาก แก๊สชีวมวลที่ได้ผ่าน ชั้นของการเผาไหม้ (Combustion) ทำให้น้ำมันดินที่อยู่ในแก๊สชีวมวลเกิดการ แตกตัวกลายเป็นแก๊ส ซึ่งแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้สามารถนำไป เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารในครัวเรือนได้ซึ่งลักษณะการเผาไหม้ของแก๊สที่ได้จะคล้ายกับการใช้ แก๊สหุงต้ม ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง 1.5 kg ใช้ได้ประมาณ 30-45 นาที (ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.28 ลักษณะเตาชีวมวลแบบ Inverted Down-draft
ที่มา : มุลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2554)

หลักการทำงาน



ภาพที่ 2.44 หลักการทำงานของเตา Inverted Down-draft
ที่มา : มุลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการหาอัตราการเกิดแก๊สซิฟิเคชัน ดังสมการดังนี้

$$\text{SGR} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงใน 1 ชั่วโมง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)}}{\text{พท.หน้าตัดเตา (ตารางเมตร)}} \quad (1)$$

$$\text{อัตราการในการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{นน.แกลบ-นน.ซีเถ้า (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาในแต่ละครั้ง (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สซิฟิเคชัน} &= \frac{\text{นน.แกลบ-นน.ซีเถ้า (กิโลกรัม)} \times \text{พท. (ตารางเมตร)}}{\text{เวลาในแต่ละครั้ง (ชั่วโมง)}} \\ &= \frac{\text{นน.แกลบ-นน.ซีเถ้า (กิโลกรัม)} \times \text{พาย} \times R^2 \times \text{สูง (ตารางเมตร)}}{\text{เวลาในแต่ละครั้ง (ชั่วโมง)}} \quad (3) \end{aligned}$$

$$\text{ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ} = \text{ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)} \times \text{พท. (ตารางเมตร)} \quad (4)$$

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมชาติ โสภณรณฤทธิ และคณะ (2540) ได้ศึกษารอบแห้งข้าวเปลือกในที่เก็บและการเก็บรักษาในสถานที่ใช้งานจริง โดยในเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุนระบบอบแห้งในที่เก็บโดยใช้อากาศแวดล้อมเป่าผ่านกองข้าวเปลือกขนาด 105 ตัน ด้วยอัตราการไหล 0.57 m/min-m ข้าวเปลือกพบว่าในการลดความชื้นข้าวเปลือกพบว่าในการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยเฉลี่ย 17% มาตรฐานเปียก ให้เหลือ 11.6% มาตรฐานเปียก จะใช้เวลาอบแห้ง 9 สัปดาห์ โดยชั้นที่ลึกน้อย หลังจากทีอบแห้งแล้วก็จะเก็บรักษาต่อไปอีก 19 สัปดาห์ พบว่าความชื้นเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึกอยู่ในเกณฑ์ดี และการอบแห้งโดยวิธีนี้สามารถรักษาเปอร์เซ็นต์ ข้าวเต็มเมล็ดให้อยู่ในสภาวะคงเดิม ในช่วงของการอบแห้ง ให้อยู่ในสภาวะคงเดิม ในช่วงของการอบแห้งให้ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 14 kW-h/ตันข้าวเปลือก หรือเสียค่าไฟฟ้า 21 บาท/ตันข้าวเปลือก สำหรับในช่วงการเก็บรักษานั้นจะเป่าอากาศสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ซึ่งให้ความสิ้นเปลืองพลังงาน 1.31 kW-h/ตันข้าวเปลือก หรือ เสียค่าไฟฟ้า 1.97 บาท/ตันข้าวเปลือก

เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว และคณะ (2551) ได้นำเสนอผลการทดลองที่ข้าวเปลือกไหลในเครื่องอบแบบต่อเนื่อง คือผลของความเร็วอากาศอบแห้งต่ออัตราการอบแห้งและอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานปฐมภูมิจำเพาะ ในการศึกษาใช้เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่ความชื้นข้าวเปลือกเริ่มต้นประมาณ 26% w.b. อัตราการป้อนข้าวเปลือก 15.37 kg/min อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 90 °C และ 120 °C ค่าความเร็วอากาศอบแห้ง 1, 2, 3 และ 4 m/s ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่าอัตราการอบแห้งแปรผันโดยตรงกับความเร็วอากาศอบแห้งของ อุณหภูมิอากาศอบแห้งทั้งสองค่า โดยระยะเวลาการอบแห้งลดลงจาก 150 นาทีเหลือประมาณ 82 นาทีและ 130 นาทีเหลือประมาณ 60 นาที เมื่อเปลี่ยนความเร็วอบแห้งจาก 1 m/s ถึง 4 m/s ในกรณีอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 90 และ 120°C ตามลำดับสำหรับอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานปฐมภูมิจำเพาะที่คำนวณได้จากข้อมูลการทดลอง พบว่ามีค่า เพิ่มขึ้นตามความเร็วอากาศอบแห้งที่ใช้คือ 2.92-6.32 MJ/kg water evap และ 3.52 – 6.00 MJ/kg water evap ของอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 90 และ 120°C ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเครื่องอบแห้งนี้มีศักยภาพ การอบดีพอควร

สุชาติ ธนสุขประเสริฐ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งด้วยเทคนิคแบบกระแสขนโดยใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ พิชณูโลก 2 ที่มีความชื้น ที่ผิวสูงมาใช้เป็นวัสดุทดลอง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งในแง่ของอัตราการระเหยน้ำ เชิงปริมาตร ร้อยละต้นข้าวและการเปลี่ยนแปลงสีของข้าวหลังผ่านกระบวนการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิในการ อบแห้ง 130, 150 และ 170°C ความเร็วของอากาศเข้าห้องอบแห้ง 20 m/s ระยะห่างกระแสน้ำเท่ากับ 5 cm และอัตราการป้อนวัสดุ 90 kg/h จากการทดลองพบว่าความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกและร้อยละต้นข้าวลดลงเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น ในขณะที่อัตราการระเหยน้ำเชิงปริมาตรเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น ในส่วนของ

วัชรพล หอมนาน และ ทวีศักดิ์ แฉล้มวาริ (2529) ได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือก แบบใช้พัดลมจากลมธรรมชาติ (Natural Air Drying) เครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือก ที่สร้างมีประสิทธิภาพสูงลักษณะแข็งแรงคงทนสามารถแยกชิ้นส่วนในการถอดประกอบได้ เพื่อสะดวกในการเก็บรักษาภายหลังการใช้งาน อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเนื้อที่ในการเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ได้รับการอบแห้งจากเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกนี้แล้วจะมีค่าความชื้นลดลงจากเดิม ข้าวเปลือกมีค่าความชื้น 17.64% ภายหลังจากการผ่านการอบแห้งแล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงเหลือ 12.61% โดยใช้จำนวนข้าวเปลือกที่อบแต่ละครั้งเท่ากับ 450 กิโลกรัมภายในระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 2 วัน (16 ชั่วโมง) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติโดยที่ปริมาณข้าวเปลือกเท่ากันจะใช้เวลาประมาณถึง 4-5 วัน สำหรับตัวต้นกำลังที่นำมาใช้ขับพัดลม ผู้วิจัยได้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2.95 แรงม้าหรือประมาณ 2.2 กิโลวัตต์ ในการทดสอบใช้ข้าวเหนียวพันธุ์กำผาย 15 โดยทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ของมอเตอร์ 2900 รอบต่อนาที จากการทดสอบและวิเคราะห์ผล ซึ่งได้แก่ การหาค่าความชื้นของข้าวเปลือก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของกะบะข้าวเปลือกที่เวลาต่าง ๆ กันขณะทำการอบแห้ง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลงและวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ แล้ว จะพบว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งจะเริ่มแห้งจากระดับล่างขึ้นสู่ระดับบนของกะบะข้าวเปลือก และเมื่อใดก็ตามที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูงแล้วค่าความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกจะลดลงได้ยาก เมล็ดข้าวเปลือกจะมีความชื้นตามต้องการได้ ต้องผ่านการอบแห้งแล้วเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65.0-66.0% สำหรับผลทางเศรษฐศาสตร์นั้น หากพิจารณาจากค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนการผลิต การสิ้นเปลืองค่ากระแสไฟฟ้าและค่าเสื่อมราคาแล้วต้นทุนการผลิตต่อชั่วโมง จะเท่ากับ 5 บาท ถ้านำมาเปรียบเทียบกับผลตอบแทนที่ชาวนาจะได้รับเพิ่ม หลังจากการอบแห้งโดยวิธีนี้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 440 บาทต่อตันแล้วจะเห็นว่าเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกนี้ เหมาะสมกับชาวนาของประเทศไทยอย่างยิ่ง

สุระ ตันติ (2553) ได้ศึกษาคุณลักษณะการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่องทำ การทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นที่เวลาต่างกันจากการทดสอบพบว่าความชื้นของกากมันสำปะหลังมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาการอบแห้งอุณหภูมิและความเร็วลมร้อนเพิ่มขึ้น จุดที่เหมาะสมในการอบแห้งกากมันสำปะหลังในการทดลองนี้คือความเร็วลมร้อน 8 เมตร ต่อวินาทีและอุณหภูมิอบแห้ง 80 องศาเซลเซียสทำให้กากมันสำปะหลังมีอัตราส่วนความชื้นคงที่เท่ากับ 0.07 ความชื้น 7.69 %มาตรฐานเปียกใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมงเมื่อความชื้นของ กากมันสำปะหลังลดลงค่าพลังงานความร้อนที่ได้สูงขึ้น

กฤษฎา นามวงษ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาเครื่องอบแห้งแบบโรตารี เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งปุ๋ยแบบหมุนโดยใช้ความร้อนทั้งจากเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าร่วมกับก๊าซชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งปุ๋ยแบบหมุนโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง จากการออกแบบจะได้เครื่องอบแห้ง ปุ๋ยแบบหมุนที่กำลังการผลิต 1 ตันต่อวัน มีขนาดความยาวของท่ออบแห้ง 10 เมตร จำนวน 2 ท่อ โดยแบ่งเป็นท่อบร้อน และท่ออบเย็น เส้นผ่านศูนย์กลางตัวท่ออบ 0.5 เมตร ใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนท่ออบแห้งขนาด 5 แรงม้า จำนวน 2 ตัว และใช้โบลเวอร์ สำหรับดูดลมร้อนและลมเย็นขนาด 2 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เครื่องอบแห้งที่ได้ทำการออกแบบมี ประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ 66 % จากการคำนวณเครื่องอบแห้งปุ๋ยดังกล่าวพบว่าสามารถใช้งานได้จริงได้ค่าทดสอบ ที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้คำนวณไว้

ชยพล ศรีหอก และคณะ (2554) ศึกษาและได้นำเสนอการสร้งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับกระบวนการอบแห้งเม็ดปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้เครื่องอบแบบหมุนต่อเนื่อง การวิเคราะห์ใช้ความสัมพันธ์ของสมดุลพลังงานร่วมกับสมดุลมวลใน ของแข็งและก๊าซภายในปริมาตรควบคุมหลายปริมาตรต่อเนื่องกันไป เพื่อลดผลของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรอันเองมาจากความยาวของท่อ อบซึ่งเตาอบจะประกอบไปด้วย ส่วนของเตาเผา ทำหน้าที่ผลิตก๊าซร้อน และส่วนเตาอบทำหน้าที่ดึงความชื้นออกจากวัสดุเปียก ตัวแปรควบคุม ของระบบคือ อัตราการไหลของวัสดุที่มีความชื้น และ อัตราการไหลของ เชื้อเพลิง เข้าสู่ระบบ สำหรับตัวแปรผลตอบสนองคือค่าความชื้นในวัสดุ เปียกและอุณหภูมิของ ก๊าซร้อนที่ออกจากระบบ โดยแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ที่ได้จะใช้ในการออกแบบกฎการควบคุมบนพื้นฐานการ ควบคุมแบบเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสำหรับระบบควบคุมแบบหลายตัว แปรต่อไป

วิเชียร ดวงสีเสน และคณะ (2555) ได้ศึกษาลักษณะการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบตะแกรง หมุน(Rotary Screen Dryers) โดยวัสดุอบแห้งจะเคลื่อนที่ผ่านรูตะแกรงลงสู่ด้านล่างการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องอบ แห้งแบบตะแกรงหมุนมีขนาดรูตะแกรง 3 mm ความจุ 0.5 m³ ใช้ความเร็วรอบถึงหมุน 3 ความเร็วรอบ คือ 2 rpm, 4 rpm และ 6 rpm และใช้อุณหภูมิลมร้อน 2 ช่วงคือ 80°C และ 100°C ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการร่อน ผ่านรูตะแกรงและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ในการระเหยน้ำในสภาวะต่างๆ พบว่าที่ความเร็วรอบ 6 rpm และ อุณหภูมิ 100°C ให้ปริมาณกากมันสำปะหลังที่ร่วงผ่านรูตะแกรง มากกว่าที่สภาวะอื่นๆ คือ 2.29 kg dry mass มีความชื้นเฉลี่ย 34.45%_{wb} และ มีประสิทธิภาพการร่อน 58.37%_{dry mass} ซึ่งมากกว่าที่สภาวะอื่นๆ ใช้พลังงานจำเพาะ ในการระเหยน้ำ 8.05 MJ/kg-water มีมวลคงค้างในถังตะแกรงทรงกระบอก 41.55%_{dry mass} ความชื้น 35%_{wb}

สุพิชฌาย์ มีสุขเจ้าสำราญ และทวิช จิตรสมบุรณ์ (2552) คิดค้นเครื่องอบแห้งแบบหล่นอิสระขึ้นใหม่ ซึ่งทดสอบแล้วว่าสามารถอบแห้งได้อย่าง รวดเร็วและประหยัดพลังงาน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงคุณภาพผลผลิตหลังการอบแห้งเพิ่มเติม โดยเฉพาะการ สูญเสียคุณภาพของผลผลิตเนื่องจาก ความชื้นของความร้อนและความชื้นที่เกิดขึ้น ระหว่างการอบแห้ง งานวิจัยนี้ ศึกษาปริมาณข้าวต้นและความขาวข้าวสารโดยใช้อากาศอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 60, 100, 130 และ 150 °C ความเร็วอากาศอบแห้ง 1, 2 และ 3 m/s ระยะเวลาพักข้าวเปลือก 0, 1, 2 และ 4 นาที ผลการทดลองพบว่า ข้าวเปลือกที่มีการพักระหว่างรอบการอบแห้งตั้งแต่ 1 นาที ได้ปริมาณข้าวต้นและความขาวข้าวสารใกล้เคียงกับ ตัวอย่างอ้างอิง แสดงถึงข้อดีของเครื่องอบแห้งแบบหล่นอิสระที่สามารถอบแห้งด้วยอากาศอุณหภูมิและความเร็วสูง โดยยังคงคุณภาพข้าวสารภายหลังการขัดสีได้

อรรถพล สิมประดิษฐ์พันธุ์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งและแบบของเครื่องอบแห้งต่อปริมาณความชื้นที่หลงเหลือ และประสิทธิภาพของการใช้พลังงานจำเพาะในการ

อบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนต โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน กับเครื่องอบแห้งแบบถังอยู่กับที่ ซึ่งมีความเร็วอากาศร้อนอยู่ที่ 4 และ 0.4 m/s ตามลำดับ ในขั้นตอนแรกทำการหาความชื้นเริ่มต้นของเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนต ในขั้นตอนที่สองอบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 4 hrs เพื่อนำค่าความชื้นหลังการอบแห้งที่ได้ไปตั้งเป็นค่าความชื้นที่ต้องการ และในขั้นตอนสุดท้ายอบแห้งเม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตด้วยเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 °C จนได้ค่าความชื้นที่ต้องการ จากการทดลองพบว่า ค่าความชื้นเริ่มต้นและค่าความชื้นที่ต้องการมีค่าอยู่ที่ 0.186 ถึง 0.193% และ 0.120% w.b. ตามลำดับ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิตั้งให้สูงขึ้นหรืออบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถังทรงกระบอกหมุน มีผลทำให้เม็ดพลาสติกพอลิคาร์บอเนตเหลือความชื้นที่ต้องการได้รวดเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำหรือด้วยเครื่องอบแห้งแบบถัง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 120 °C ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด ส่งผลให้มีค่าการใช้พลังงาน และประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในส่วนของการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ต่ำกว่า

ชโลมศักดิ์ แต่งงา และคณะ (ม.ป.ป.) นำเสนอการออกแบบเตาผลิตก๊าซชีววมวลที่ใช้เกลบเป็นเชื้อเพลิง แบบปฏิกิริยาสามส่วน คือปฏิกิริยาไพโรไลซิสโดยใช้เทคนิคฟลูอิดไดซ์เบด ปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่บริเวณคอคอด และปฏิกิริยารีดักชันที่บริเวณเบด โดยในบริเวณการเผาไหม้ได้ใช้การจำลองแบบเชิงตัวเลขเพื่อทำนายการกระจายตัวของอุณหภูมิ ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิของแต่ละช่วงปฏิกิริยาไพโรไลซิส ปฏิกิริยาการเผาไหม้ และปฏิกิริยารีดักชัน เป็น 400- 600เซลเซียส 700-900 เซลเซียส, 500-700เซลเซียส ตามลำดับ โดยร้อยละขององค์ประกอบก๊าซชีววมวลโดยเฉลี่ย ที่ผลิตได้โดยปริมาตรของ CO₂ O₂ CH₄ H₂ CO และ N₂ เป็น 11.925 4.671 2.873 7.858 16.308 56.362 ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำมันดินในก๊าซเชื้อเพลิงประมาณ 1050 mg/Nm

วิบูลย์ และคณะ (2548) ได้วิจัยและพัฒนาเตาเผาเกลบสำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทิ้งเปลือก โดยแบ่งเป็น 2 แบบ คือแบบเกษตรกรและแบบผู้ประกอบการ เตาแบบเกษตรกรที่พัฒนาขึ้นเป็นแบบ ผสมของเตาเผาเกลบไซโคลนกับแบบตะกรับ ใช้สำหรับเครื่องลดความชื้นลำไยทิ้งเปลือกแบบกระบะ ขนาด 2 ตัน ได้ 1-2 เครื่อง มีประสิทธิภาพเตาหม้อนเฉลี่ย 79 % ในช่วงอัตราการป้อนเกลบที่ 17.8-29.0 322 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานความร้อนที่ได้ 50-100 กิโลวัตต์ เตาแบบผู้ประกอบการใช้สำหรับ ผู้ประกอบการที่มีเครื่องลดความชื้นจำนวนมาก ขนาดเตาสามารถออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับจำนวน เครื่องลดความชื้นที่ไม่มีอยู่ได้ การใช้งานจะต่อท่อลมร้อนจากตัวเตาและแยกจ่ายไปยังเครื่องลดความชื้นแต่ละเครื่อง ลักษณะของเตาเป็นแบบไซโคลนมีชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ลมร้อนที่ได้สะอาดไม่มีกลิ่นควัน ไฟ ตัวเตาเป็นภาพทรงกระบอก ด้านล่างเป็นภาพกรวย ช่วงที่เป็นทรงกระบอกจะมีความสูงเป็น 1.5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลาง การป้อนเกลบจะป้อนที่ด้านบนของเตาในแนวเส้นสัมผัส เพื่อให้เกลบหมุนวนใน เตา อากาศร้อนจะออกจากเตาทางด้านบนผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell and tube ผลการ ทดสอบเตาต้นแบบขนาด 450 กิโลวัตต์ พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวมมีค่า 45 % ในช่วงอัตรา การป้อนเกลบ 96-127 กิโลกรัม/ชั่วโมง

นฤเบศร์ หนูใสเพชร และสิทธิชัย วงศ์หน่อ (2553) ได้ออกแบบและสร้างเตาแก๊สซีไฟเออร์ที่ใช้เกลบเป็นเชื้อเพลิง โดยมีการออกแบบให้เตาผลิตแก๊สมีลักษณะเป็นถึง 2 ชั้น ที่ป้อนอากาศจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ในขณะที่ แก๊สที่ได้ไหลกลับทางไปออกทางท่อด้านล่างของถัง โดยแก๊สที่ได้ทำการผ่านถังกรอง 2 ชั้น คือ ผ่านน้ำ และกรองอากาศที่ทำจากเส้นใยมะพร้าวเพื่อกำจัดฝุ่นและน้ำมันดิน จากผลการทดสอบกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 5 แรงม้า ที่มีการดัดแปลงคาร์บูเรเตอร์ให้ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ โดยการป้อนเชื้อเพลิงแกลบ 5 กิโลกรัมต่อครั้ง สามารถให้เชื้อเพลิงแก๊สชีวมวลกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 1,250 วัตต์ เฉลี่ยเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที จากการทดสอบโดยการปรับปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเตาแก๊สซีพีเออร์ 4 ระดับ คือ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าการปรับปริมาณอากาศที่ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการผลิตแก๊สได้ดีที่สุด โดยที่ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สชีวมวลที่ผลิตได้เป็น เชื้อเพลิงจะสูงกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนเป็นเชื้อเพลิงที่กำลังการผลิตไฟฟ้าเท่ากัน จากการ ทดสอบที่ภาระกำลังไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 200 , 400 , 600 , 800 และ 1000 วัตต์ พบว่าจะมีความเร็ว รอบแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 7.34, 7.76, 9.51, 12.75 และ 9.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

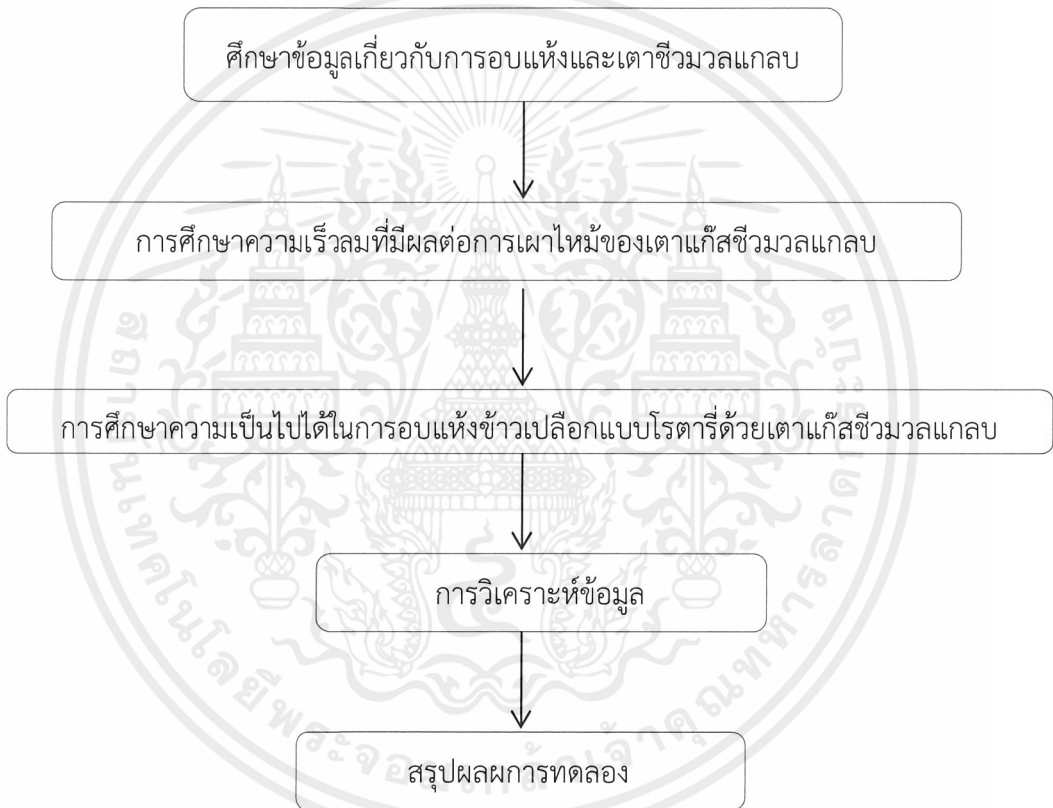


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา (Research Methodology)

เพื่อให้การศึกษาคือความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงได้การศึกษารอบแห้งและเตาชีวมวลกลบ และศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ เพื่อจะนำเตาแก๊สชีวมวลกลบมาพัฒนา ประยุกต์ใช้เปลวไฟบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมาเป็นตัวทำความร้อน หรือแหล่งลมร้อนให้กับชุดศึกษาอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี จึงได้กำหนดแนวทางการศึกษาดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการอบแห้งและเตาแก๊สชีวมวลกลบ

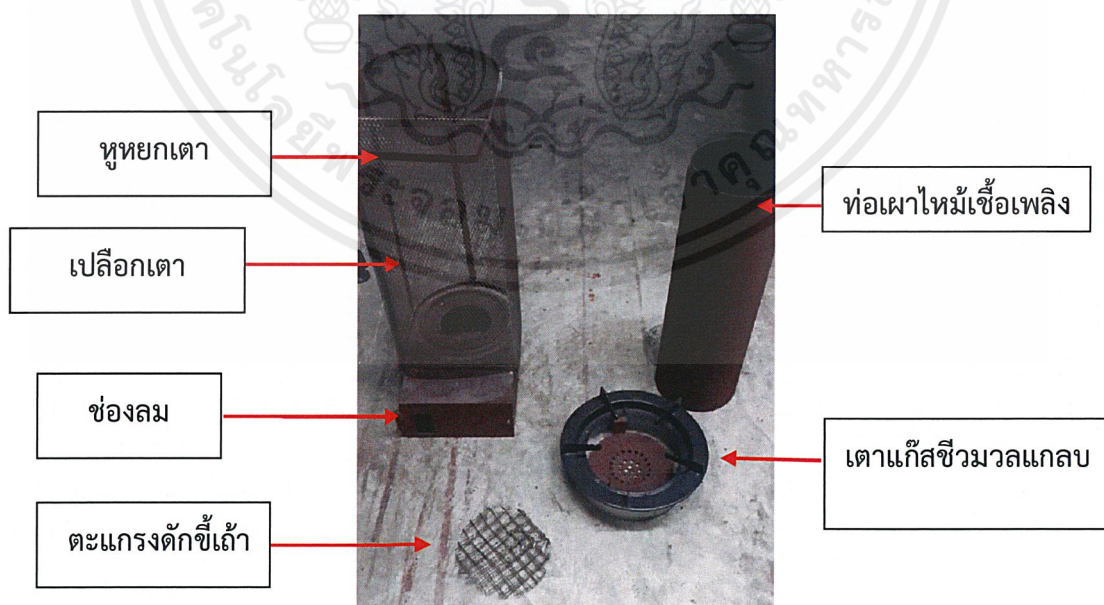
จากการศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบต่างๆ โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น หนังสือ วารสารงานวิจัย และอื่นๆ ในอุตสาหกรรมโรงสีส่วนใหญ่จะทำการลดความชื้นข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 22 -30 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิความร้อนอยู่ในช่วง 45 – 50 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ให้เหลือความชื้นเพียง 13 – 14 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจะสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 2 – 3 เดือน (พิรสิทธิ์ ทวยนาค และคณะ. 2557) เนื่องจากวิธีการอบแห้งแบบโรตารี เพราะเป็นวิธีการที่ใช้เวลาน้อย ในการอบแห้งข้าวเปลือก ลักษณะของหลักการ คืออบแห้งในถังหมุนทรงกระบอกแนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความยาว 15-30 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมเอียงถึง 2-4 องศาจากแนวนอน ถึงหมุนด้วยความเร็วรอบ 4-8 รอบต่อนาที โดยทั่วไปเมล็ดพืชจะอยู่ในถังประมาณ 10-20 นาทีอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ 121-288 องศาเซลเซียส (วิบูลย์ เทเพนท์. 2557) และสนใจใช้เตาชีวมวลแกลบมาเป็นตัวทำความร้อนเพราะ แกลบ เป็นวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร มีราคาถูกหาได้ง่ายตามแหล่งชุมชนที่มีการปลูกข้าว เช่น โรงสีข้าวชุมชน (ธงชัย บุญชู. 2557) จึงนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน น้ำมัน ไฟฟ้า แก๊สหุงต้ม (LPG) ในการอบแห้ง หลักการทำงานของเตาชีวมวลแกลบ คือ การเผาไหม้ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงและจะเกิดการลุกไหม้ลงสู่ด้านล่าง โดยที่อากาศจะไหลผ่านตะแกรงจากด้านล่างสวน ขึ้นสู่ด้านบน แต่จะมีการควบคุมปริมาณอากาศให้พอเหมาะโดยใช้พัดลม DC แบบหมุนแรงเหวี่ยง ขนาด 12 โวลต์ และก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลออกทางด้านบนของหัวเตา เมื่อเปลวไฟลุกไหม้ลงสู่ด้านล่าง ส่วนของเชื้อเพลิงที่อยู่ด้านบนจะเกิดการลุกไหม้จนเหลือแต่ถ่าน เมื่อก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ในชั้นที่ลดลงมาผ่านชั้นของ ถ่านที่ร้อน จะเกิดการแตกตัวของ ก๊าซร้อน ได้ก๊าซที่เป็นเชื้อเพลิงที่เรียกว่า Producer Gas เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และสะอาด มีมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม น้อยมาก (จิราวัฒน์ ปานสำเนียง. 2555) ในการอบแห้งนั้นผู้วิจัยจึงได้การศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลแกลบ เพื่อให้ได้อุณหภูมิความร้อนไปพัฒนาปรับใช้กับในชุดศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี

3.2 การศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลแกลบ

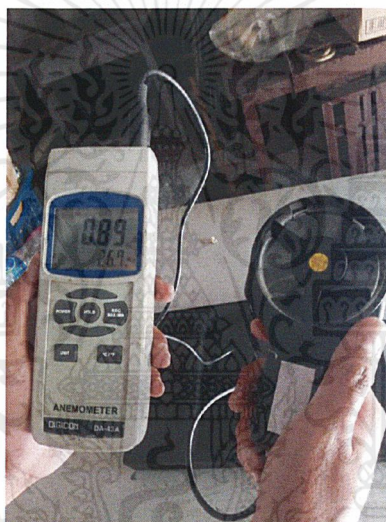
จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น จึงได้ทำการศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้ของเตาชีวมวลแกลบ เพื่อให้ทราบถึงระดับอุณหภูมิความร้อน ระยะเวลาในการเผาไหม้ ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ รวมไปถึงอัตราการใช้เชื้อเพลิงแกลบ และระดับความเร็วลม ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเตาชีวมวลแกลบมีส่วนประกอบ คือ ฝาเตา ห้องเผาไหม้ เปลือกเตา ตะแกรงดักขี้เถ้า ช่องลม ดังภาพที่ 3.1 (สุภา บุญดี. ม.ป.ป.) ในการทดลองมีวัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนดำเนินการทดลองดังนี้



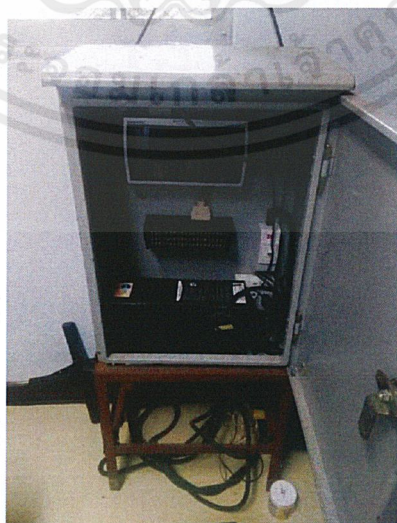
ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบเตาชีวมวลแกลบ

วัสดุอุปกรณ์

- 1.เตาแก๊สซีวีมวลแกลบ
- 2.แกลบ
- 3.เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ Graphtec รุ่น GL 800
- 4.เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer รุ่น DA-43A
- 5.พัดลม DC แบบหมุนแรงเหวี่ยง 12 v 1.34 A
- 6.เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง
- 7.ตารางบันทึกผลข้อมูลการทดลอง
- 8.ไฟแช็ค จุดเชื้อเพลิง
- 9.ปากกา ดินสอสำหรับจดบันทึกข้อมูล
- 10.กล้องถ่ายรูป
- 11.สายเทอร์โมคัปเปอร์

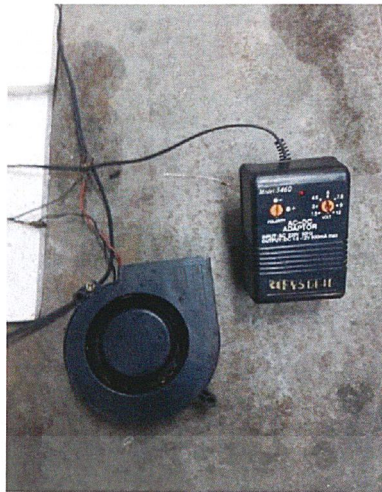


ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer รุ่น DA-43A



ภาพที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ Graphtec รุ่น GL 800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 พัดลม DC แบบหมุนแรงเหวี่ยง 12 v 1.34 A

ดำเนินการทดสอบหาเตาแก๊สชีวมวลกลับ แต่ละความเร็วลม มีรายละเอียดดังนี้

1. วัดพื้นที่บริเวณท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อหาพื้นที่ของการเผาไหม้ ดังสมการที่ 3.3
2. ทำการติดตั้งสายวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปอร์ จำนวน 3 จุด คือ เปลวไฟบนฝาเตา ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และอุณหภูมิอากาศบริเวณห้องทดลอง เข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ
3. ชั่งน้ำหนักกลับ 1 กิโลกรัม พร้อมบรรจุลงในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงของเตาชีวมวลกลับ ประกอบเข้ากับฐานเตาแก๊สชีวมวลกลับ
4. ทำการวัดความเร็วลมแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer รุ่น DA-43A จำนวน 5 แรงดันไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า 4.5 6 7.5 9 และ 12 v เพื่อวัดความเร็วลมเอาไปเผาไหม้ เพื่อจะศึกษาการเผาไหม้ของความเร็วลมแต่ละชนิด เลือกสุ่มออกมาทดลอง 3 ชนิด พร้อมบันทึกในตารางที่ ก.1 แล้วหาอัตราการไหลของอากาศ วิเคราะห์ดังสมการที่ 3.4
5. บันทึกเวลาเริ่มการทดลอง เปิดเครื่องบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ เพื่อบันทึก อุณหภูมิเวลา จุดไฟบนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงและปิดฝาเตา เปิดพัดลม DC พร้อมบันทึก เหตุการณ์ ในตารางที่ ก.1
6. สังเกตถ่านในเตาดับสนิท แล้วจบกระบวนการในการเผาไหม้ให้นำฝาเตาออกมา นำขี้เถ้าจากเตาแก๊สชีวมวลกลับไปชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกพร้อมบันทึกในตารางที่ ก.1 แล้วนำข้อมูลวิเคราะห์ดังสมการที่ 3.7
7. ทำการทดลองข้อ 1-6 จำนวน จำนวน 3 ข้อ ในแต่ละความเร็วลมพร้อมถ่ายรูปทุกขั้นตอนการทดลองในลำดับต่อไป

3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวล

เมื่อศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลับแล้ว จะได้ความเร็วลมที่สามารถเหมาะสมแล้ว จึงพิจารณานำมาใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาชีวมวลกลับ โดยมีการเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง ดังภาพที่ 3.3 มีวิธีการดังนี้

3.2.1 การเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง จากสมการที่ 3.1 จึงได้คำนวณแล้วทำการเตรียมข้าวเปลือก ดังนี้ (วิบูลย์ เทเพนทร์. ม.ป.ป.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุอุปกรณ์

1. ข้าวเปลือกที่แห้งแล้ว
2. กะละมังใส่ข้าวหรือถุงพลาสติก
3. ผ้าใบรองพื้น
4. น้ำ 4 ลิตร
5. ตู้เย็น

ขั้นตอนการเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง

1. ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่แห้งแล้ว 25 กิโลกรัม
2. ปูผ้าใบรองพื้น เทข้าวเปลือกลงพื้นผ้าใบเทน้ำลงในข้าวเปลือกแล้วผสมให้เข้ากัน
3. นำข้าวเปลือกใส่ไปในกะละมังหรือถุงพลาสติก
4. นำข้าวเปลือกในกะละมังหรือถุงพลาสติก ไปแช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 9°C ในเวลา 48 ชม.
5. ทำการเตรียมข้าวเปลือกตามข้อที่ 1-4 จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อไปทำการนำมาทดสอบอบแห้งข้าวเปลือกในชุดศึกษา



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การทดลองอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยนำข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท 1 เพื่อศึกษาหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมวลแกลบ ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี มีส่วนประกอบ ดังนี้ ถึงโรตารี ลูกกลิ้ง ฐานรองถังหมุน สายพาน ฐานปล่องความร้อน ปล่องความร้อน สายพาน เกียร์ทด มอเตอร์ และเตาแก๊สชีววมวลแกลบ ตามตำแหน่งต่างๆ ดังภาพที่ 3.7 มีวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนดังนี้



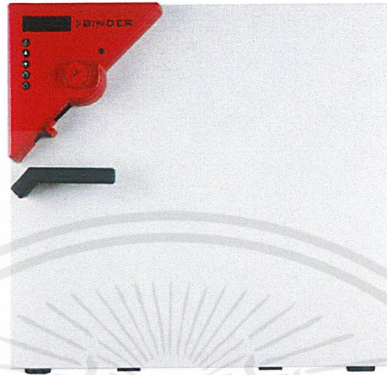
ภาพที่ 3.7 ชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีววมวลแกลบ

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดศึกษาอบแห้งแบบโรตารี
- 2.เตาแก๊สชีววมวลแกลบ
3. ตารางบันทึกผลการทดลอง
4. ตารางสุ่มซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก
5. เครื่องวัดอุณหภูมิ Graphtec รุ่น GL 800
- 6.เครื่องอบแห้ง Hot air oven BINDER รุ่น INEDER53
7. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง
8. เครื่องน้ำหนักแบบดิจิตอล ELECTRONIC DIGITAL SCALE รุ่น BL - 01
9. แกลบ
10. ข้าวเปลือก
11. ภาชนะสุ่มใส่ข้าว
12. กะละมังรองข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ปากกา ดินสอ
14. ไฟแช็ค จุดเชื้อเพลิง
15. เครื่องวัดรอบความเร็ว RPM Speedometer รุ่น DT22340



ภาพที่ 3.8 เครื่องอบแห้ง Hot air oven BINDER รุ่น INEDER53
ที่มา : บริษัท เมริทเทค จำกัด (2553)



ภาพที่ 3.9 เครื่องวัดรอบความเร็ว RPM Speedometer รุ่น DT22340
ที่มา : บริษัท โปรโทรนิคส์ อินเตอร์ จำกัด (2558)

วิธีการดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดสอบชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกโดยแก๊สชีววมวลกลบ และอัตราการใช้เชื้อเพลิง มีวิธีการดำเนินการทดสอบดังนี้

1. เตรียมข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง จำนวน 25 กิโลกรัม
2. เลือกสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจำนวน 5 ตัวอย่าง ก่อนการทดลอง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 50 กรัม ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง พร้อมบันทึกลงในแบบบันทึก แล้วนำไปการทดลองเข้าตู้อบลมร้อน Hot air oven โดยกำหนดอุณหภูมิ 105 °C อบนาน 72 ชั่วโมง แล้วนำข้าวเปลือกออกมาชั่งน้ำหนักหลังอบพร้อมบันทึกในตารางที่ ข.2 เพื่อหาค่าความชื้นฐานเปียกของข้าวเปลือกที่ทำการอบแห้ง (มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2556) และวิเคราะห์ดังสมการที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ ได้แก่ พัดลม DC ตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางสุ่มซิ่ง น้ำหนักข้าวเปลือก กะละมังรองข้าวเปลือก ภาชนะสุมใส่ข้าว ปากกา ดินสอ เครื่องวัดรอบความเร็ว ตาซิ่งน้ำหนักแบบสปริง ไฟแช็ค จุดเชื้อเพลิง

4. ดำเนินต่อสายวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิจำนวน 5 จุด คือ อุณหภูมิสภาพอากาศ บนเตาชีวมวลกลบ และตำแหน่งในถังโรตารี ได้แก่ อุณหภูมิหน้าถังโรตารี อุณหภูมิกลางถังโรตารี และอุณหภูมิท้ายถังโรตารี โดยทำการวัดอุณหภูมิการวัดอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที

5. วัดความเร็วรอบ ในการหมุนของถังโรตารี ด้วยเครื่องวัดรอบ RPM Speedometer รุ่น DT22340 ก่อนการทดลอง พร้อมบันทึกในตารางที่ ข.1

6. ซิ่งน้ำหนักกลบเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัม พร้อมบรรจุลงในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง

7. บันทึกเวลาเริ่มการทดลอง เปิดเครื่องวัดอุณหภูมิ จุดไฟบนท่อเผาไหม้ปิดฝาเตาของเตาแก๊สชีวมวลกลบ เปิดพัดลม DC แบบหมุนแรงเหวี่ยง 12 v 1.34 A ติดปล่องช่องผ่านความร้อนบรรจุข้าวเปลือกภายในถังโรตารี ทุกๆ 2 นาที พร้อมบันทึก เวลา อุณหภูมิ เหตุการณ์ ในตารางที่ ข.1

8. เลือกสุ่มซิ่งน้ำหนักตัวอย่างทุกๆ 2 นาที ด้วยเครื่องซิ่งดิจิตอล พร้อมบันทึกในตารางที่ ข.2 ดังวิธีการในข้อที่ 2 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นแล้วนำมาวิเคราะห์ในสมการที่ 3.5

9. สังเกตข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด แล้วจึงทำการซิ่งน้ำหนักซิ่งเข้าพร้อมบันทึกในตารางที่ ข.1 จบกระบวนการในการอบแห้งแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในสมการที่ 3.6

10. ทำการทดสอบตามข้อที่ 1 - 8 จำนวน 9 รอบ จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละครั้งจะต้องถ่ายรูปทุกขั้นตอนการทดลอง ในลำดับต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเตาแก๊สชีวมวลกลบ และทดสอบชุดทดสอบอบแห้งแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ เพื่อนำมา สรุป วิเคราะห์ผล และแสดงเป็นตาราง มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การเตรียมข้าวเปลือก (วิบูลย์ เทพนนท์. ม.ป.ป.)

$$\text{ข้าวเปลือกความชื้นสูง} = \frac{\text{นน.ตัวอย่าง-ความชื้นที่ต้องการ}}{\text{นน.ตัวอย่าง-ความชื้นที่แห้งแล้ว}} \times \text{นน.ข้าวเปลือกตัวอย่าง+น้ำ} \quad (3.1)$$

3.4.2 สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อหาความน่าเชื่อถือในการศึกษา

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.2)$$

เมื่อ N คือ จำนวนประชากรที่ทราบค่า
 e^2 คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

3.4.3 วัดขนาดพื้นที่เผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวล (วิโรจน์ ไชยสมทิพย์ และคณะ. 2557)

$$\text{พท.} = \pi r^2 h \text{ (ตารางเมตร)} \quad (3.3)$$

เมื่อ π มีค่าเท่ากับ 3.14
 R คือ รัศมีของกระบอกบรรจุเชื้อเพลิงแกลบ
 h คือ ความสูงของกระบอกบรรจุเชื้อเพลิงแกลบ

3.4.4 คำนวณอัตราการไหลของอากาศ (ปรียาพร โภษา. ม.ป.ป.)

$$Q=VA \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)} \quad (3.4)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลของอากาศ
 V คือ ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
 A คือ พื้นที่เผาไหม้ของแก๊สชีวมวล

3.4.5 วิเคราะห์ข้อมูล วัดขนาดพื้นที่เผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวล อัตราการไหลของอากาศ หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือก อัตราการสิ้นเปลืองแกลบ อัตราการอบแห้งข้าวเปลือก ในโปรแกรม Microsoft office Excel 2007

3.4.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือก ก่อนการอบ (%ฐานเปียก) เพื่อให้ทราบถึงปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในข้าวเปลือก ดังสมการ(มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2556)

$$\text{ความชื้นข้าวเปลือก (\% ฐานเปียก)} = \frac{\text{น.น. ก่อนอบ(กรัม)} - \text{น.น. หลังอบ(กรัม)}}{\text{น.น. ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100 \quad (3.5)$$

3.4.7 การหาอัตราการสิ้นเปลืองแกลบ เพื่อทราบถึงปริมาณในการใช้เชื้อเพลิง ดังสมการ (วิโรจน์ ไชยสมทิพย์ และคณะ. 2557)

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{น้ำหนักแกลบ} - \text{น้ำหนักขี้เถ้า}}{\text{เวลา}} \text{ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)} \quad (3.6)$$

3.4.8 อัตราการอบแห้งข้าวเปลือก

$$DR = \frac{M_{pi} - M_{pf}}{t} \quad (3.7)$$

เมื่อ M_{pi} คือ น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบแห้ง (kg)

M_{pf} คือ น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้ง (kg)

t คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง



บทที่ 4

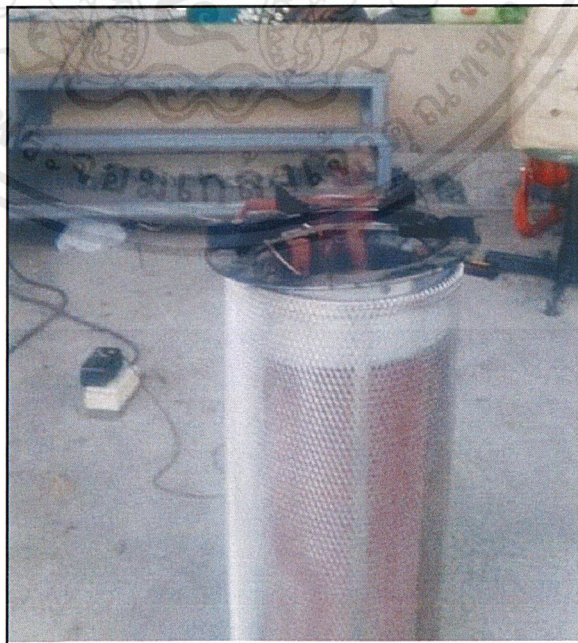
ผลการศึกษา

(Results)

การดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ ได้ศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลบ และศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ โดยทดลองทำการศึกษากับข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท1 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อภิปรายผลการศึกษา ได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลกลบ

การดำเนินการศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาชีวมวลกลบ จากข้อ 3.1 ตามหลักการในการเผาไหม้เตาชีวมวลกลบ คือ การเผาไหม้ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงและจะเกิดการลุกไหม้ลงสู่ด้านล่างโดยที่อากาศจะไหลผ่านตะแกรงจากด้านล่างสวน ขึ้นสู่ด้านบน แต่จะมีการควบคุมปริมาณอากาศให้พอเหมาะโดยใช้พัดลม DC และก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลออกทางด้านบนเตา เมื่อเปลวไฟลุกไหม้ลงสู่ด้านล่าง ส่วนของเชื้อเพลิงที่อยู่ด้านบนจะเกิด การลุกไหม้จนเหลือแต่ถ่าน เมื่อก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ในชั้นที่ลดลงมาผ่านชั้นของ ถ่านที่ร้อน จะเกิดการแตกตัวของ ก๊าซร้อน ได้ก๊าซที่เป็นเชื้อเพลิงที่เรียกว่า Producer Gas ซึ่งจะช่วยให้ทราบระดับอุณหภูมิความร้อน ระยะเวลาในการเผาไหม้ ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ รวมไปถึงอัตราการใช้เชื้อเพลิงกลบ และความเร็วลมแต่ละระดับ เพื่อไปประยุกต์ใช้ความร้อนไปอบแห้งข้าวเปลือก จึงได้ทำการศึกษาความเร็วลมที่มี การเผาไหม้ของเตาชีวมวลกลบ ลักษณะดังภาพที่ 4.1 แสดงระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ดังภาพที่ 4.2 และ แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลกลบ เพื่อศึกษาอุณหภูมิของเปลวแก๊สชีวมวลกลบ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะพัฒนานำลมร้อนที่ได้ไปใช้ในการอบข้าวเปลือกแบบโรตารี รวมถึงระยะเวลาในการเผาไหม้และช่วงความร้อนที่เกิดขึ้น ปริมาณการไหลของอากาศ โดยดำเนินการวัดพื้นที่การเผาไหม้ของเตาชีวมวลกลบ บริเวณท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงกลบเท่ากับ สูง 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.85 เซนติเมตร หลังจากนั้นวัดความเร็วลมของแรงดันไฟฟ้าของพัลสม DC จำนวน 5 แรงดันไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า 4.5 6 7.5 9 และ 12 โวลต์ ได้ความเร็วออกมาโดยเฉลี่ยคือ 2.46 3.42 3.57 4.67 และ 5.09 จึงเลือกสุมความเร็วลมออกทำการทดลองดังนี้ 2.46 3.57 และ 5.09 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมละ 3 ซ้ำ ใช้ผลการทดลองละ 1 กิโลกรัม ในการศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลกลบ โดยดำเนินการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปอร์ทำแหน่ง บนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และอากาศบริเวณห้องทดลอง แล้วต่อสายเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ ทำการติดตั้งพัลสม DC เข้ากับเตาชีวมวลกลบ แล้วบรรจุกลบในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจำนวน 1 กิโลกรัม เปิดเครื่องอุณหภูมิอัตโนมัติ เพื่อบันทึกเวลาและระดับอุณหภูมิในแต่ละการทดลอง ซึ่งในการศึกษาความเร็วลมในการเผาไหม้เตาชีวมวลกลบมีผลการจากนั้น ทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบ ได้ผลการทดลองทดลองดังนี้

4.1.1 ระดับความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที

การทดลองที่ 1 เริ่มทดลองเวลา 18.14 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 29 – 30 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 37.3 และ 30.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 52.2 และ 30.1 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 445.6 และ 30.2 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 12 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 447.6 – 606.6 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 33.1 – 390.8 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มแดง หลังจากนั้นเปลวไฟจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีฟ้าปนส้ม เมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบจะมีค่าอยู่ในช่วง 483 – 643.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ในช่วง 337 – 790.2 องศาเซลเซียส ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 22 นาที เปลวไฟจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 629 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่า 1134.1 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นเวลาผ่านไป 23 นาที เปลวไฟจะเปลี่ยนกลับมาเป็นสีใส ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 579.3 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่า 1266 องศาเซลเซียส แล้วเปลี่ยนกลับเป็นส้มปนแดง ต่อจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 28 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 609.3 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง 785.5 องศาเซลเซียส ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 29 นาที เปลวไฟเริ่มเบาลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 35 นาที โดยที่ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 519 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่า 156.9 องศาเซลเซียส แล้วเปลวไฟดับลงที่เวลา 31 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 457.4 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ 248.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 32 นาที เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง ไปอีกนานเป็นเวลา 3 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 239 – 601.1 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมี

ค่าอยู่ในช่วง 35.2 – 410.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากเชื้อเพลิงช่วงเวลานี้ไม่มีความหนาแน่นจึงทำให้เชื้อเพลิงปลดปล่อยแก๊สออกมาเผาไหม้ได้อย่างเต็มที่ แล้วเปลวไฟบนเตาดับลงแต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ เมื่อเวลาผ่านไป 46 นาที ถ่านในเตาดับลง ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 46 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเ็ก้า เหลือซีเ็ก้า 0.18 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 เริ่มทดลองเวลา 20.10 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 27 – 28 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 30.7 และ 29.5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 88.7 และ 30.3 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 103.2 และ 29.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีควันเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 367.3 – 747.5 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 30 – 37.4 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มแดง หลังจากนั้นเปลวไฟจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีฟ้าปนส้ม เมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบจะมีค่าอยู่ในช่วง 594.8 – 620.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ในช่วง 38.3 – 874 องศาเซลเซียส ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 23 นาที เปลวไฟจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 247.4 – 597.1 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 618.1 – 860.2 องศาเซลเซียส แล้วเปลวไฟดับลงที่เวลา 24 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่า 230.2 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ 789.3 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 25 นาที เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง ไปอีกนานเป็นเวลา 4 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 307.2 -541.8 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 256 – 1170.1 องศาเซลเซียส เนื่องจากเชื้อเพลิงช่วงเวลานี้ไม่มีความหนาแน่นจึงทำให้เชื้อเพลิงปลดปล่อยแก๊สออกมาเผาไหม้ได้อย่างเต็มที่ แล้วเปลวไฟบนเตาดับลงแต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วดับลงไปอีก เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ถ่านในเตาดับลง ในเวลา 43 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 43 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเ็ก้า เหลือซีเ็ก้า 0.15 กิโลกรัม

การทดลองที่ 3 เริ่มทดลองเวลา 21.09 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 27 – 28 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 39.7 และ 29.5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 42 และ 29.5 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 149 และ 30.3 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีควันเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 438.1 – 754.1 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 29.1 – 874 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มแดง หลังจากนั้นเปลวไฟจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีฟ้าม่วง เมื่อเวลาผ่านไป 16 นาที อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบจะมีค่าอยู่ในช่วง 689.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ในช่วง 860.2 องศาเซลเซียส ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 28 นาที เปลวไฟจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง ระดับอุณหภูมิบนเตา

แก๊สชีวมวลแกลบมีค่าอยู่ในช่วง 479.9 – 746.5 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 562.8 – 1170.1 องศาเซลเซียส แล้วเปลวไฟดับลงที่เวลา 29 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบมีค่า 205.5 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ 860.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 32 นาที เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง ไปอีกนานเป็นเวลา 1 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบมีค่าอยู่ในช่วง 529.8 -549.9 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 77.5 – 111.9 องศาเซลเซียส เนื่องจากเชื้อเพลิงช่วงเวลานี้ไม่มีความหนาแน่นจึงทำให้เชื้อเพลิงปลดปล่อยแก๊สออกมาเผาไหม้ได้อย่างเต็มที่ แล้วเปลวไฟบนเตาดับลงแต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วดับลงในอีกเวลา 37 นาที ถ่านในเตาดับลงในเวลา 38 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 38 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.2 กิโลกรัม

4.1.2 ระดับความเร็วลมที่ 3.57 เมตรต่อวินาที

การทดลองที่ 1 เริ่มทดลองเวลา 21.44 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 29 – 30 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ หน้าถังโรตารี กลางถังโรตารี ทำยถึงโรตารี อยู่ที่ 30.2 32.6 31 และ 31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 400.6 และ 30.5 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 636.4 และ 29.9 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีควันเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบมีค่าอยู่ในช่วง 514.8 – 713.7 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 28.8 – 892.3 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มฟ้า หลังจากนั้นเปลวไฟจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีส้มแดง เมื่อเวลาผ่านไป 18 นาที อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบจะมีค่าอยู่ในช่วง 345 – 669.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ในช่วง 664.2 – 707.1 องศาเซลเซียส เปลวไฟดับลงที่เวลา 19 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบมีค่า 191.5 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ 789 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง ไปอีกนานเป็นเวลา 6 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบมีค่าอยู่ในช่วง 214.6 – 294.7 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 70.3 – 1034.5 องศาเซลเซียส เนื่องจากเชื้อเพลิงช่วงเวลานี้ไม่มีความหนาแน่นจึงทำให้เชื้อเพลิงปลดปล่อยแก๊สออกมาเผาไหม้ได้อย่างเต็มที่ แล้วเปลวไฟบนเตาดับลงแต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วดับลงในอีกเวลา 32 นาที ถ่านในเตาดับลงในเวลา 32 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 32 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.2 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 เริ่มทดลองเวลา 22.24 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 28 – 29 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 34 และ 29.6 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 52.5 และ 30.2 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 661.3 และ 44.2 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 18 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลแกลบลมีค่าอยู่ในช่วง 568.2 – 702 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 65.3 – 831.5 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มฟ้า หลังจากนั้นเปลวไฟจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีส้มแดง เมื่อเวลาผ่านไป 25 นาที อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลจะมีค่าอยู่ในช่วง 398.7 – 601.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงจะมีค่าอยู่ในช่วง 131.8 – 923 องศาเซลเซียส เปลวไฟดับลงที่เวลา 26 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลมีค่า 296.3 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ 52.6 องศาเซลเซียส แต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วดับลงในเวลา 34 นาที ถ่านในเตาดับลงในเวลา 34 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 34 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.19 กิโลกรัม

การทดลองที่ 3 เริ่มทดลองเวลา 22.24 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 31 – 32 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 31.6 และ 31.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 575.2 และ 32.9 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 613.5 และ 53.6 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีควันเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไป 16 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลมีค่าอยู่ในช่วง 436.5 – 608.3 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 90.3 – 754.3 องศาเซลเซียส สีเปลวไฟจะมีลักษณะเป็นสีส้มแดง หลังจากนั้นเปลวไฟดับลงที่เวลา 17 นาที แล้วดับนานไปอีก 3 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลมีค่าอยู่ในช่วง 382.6 – 423.7 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่มีค่าอยู่ในช่วง 531.1 – 560.8 องศาเซลเซียส แล้วเปลวไฟติดอีกครั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 22 นาที ติดนานไปอีก 6 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลมีค่าอยู่ในช่วง 435.6 – 753.8 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 455.5 – 637.4 องศาเซลเซียส เนื่องจากเชื้อเพลิงช่วงเวลานี้ไม่มีความหนาแน่นจึงทำให้เชื้อเพลิงปลดปล่อยแก๊สออกมาเผาไหม้ได้อย่างเต็มที่ แล้วเปลวไฟบนเตาดับลงแต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วถ่านในเตาดับลงในเวลา 38 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 38 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.2 กิโลกรัม

4.1.3 ระดับความเร็วลมที่ 5.09 เมตรต่อวินาที

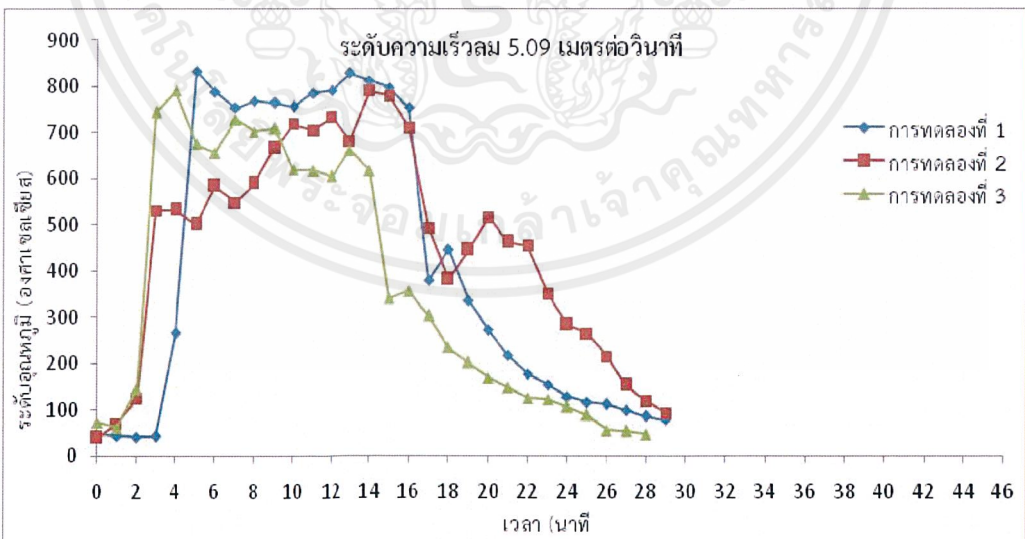
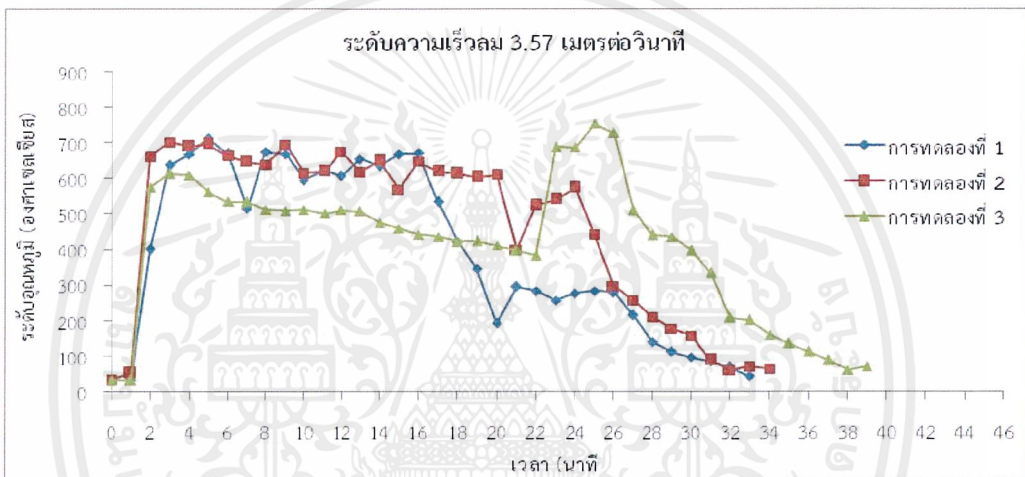
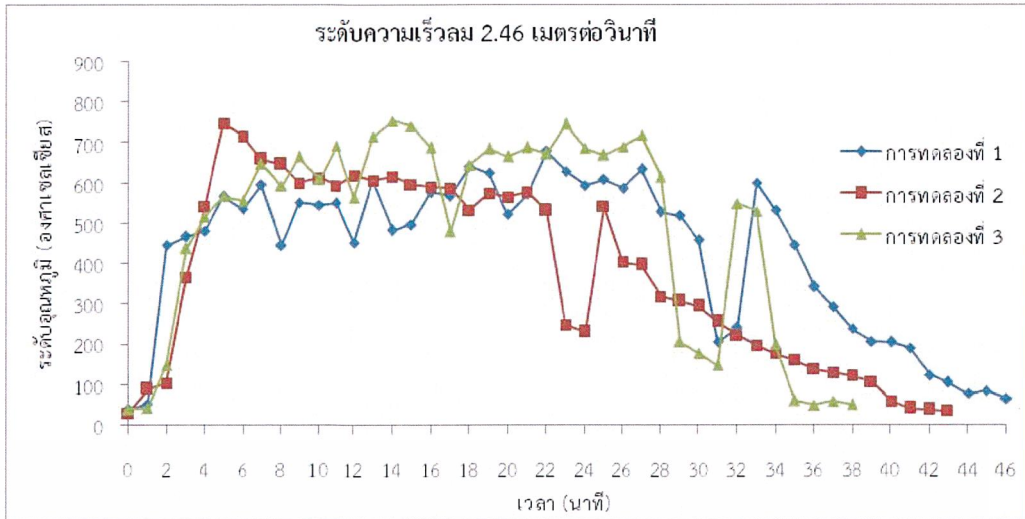
การทดลองที่ 1 เริ่มทดลองเวลา 23.33 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 28 – 29 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 41.7 และ 31.2 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 264.8 และ 37.7 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 831.4 และ 47 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบลมีค่าอยู่ในช่วง 752.3 – 827.3 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 39.3 – 972 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที มีควันออกจากท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อุณหภูมิเปลวไฟบนเตาอยู่ที่ 378.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง 117 องศา

เซลเซียส และหายไปเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที หลังจากนั้นเปลวไฟดับลงที่เวลา 19 นาที แล้วดับนาน อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ที่ 176.7 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้ เชื้อเพลิงอยู่ที่ 44.3 องศาเซลเซียส แต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วถ่านในเตาดับลง ในเวลา 26 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 26 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.18 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 เริ่มทดลองเวลา 0.44 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 28 – 29 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 38.3 และ 30.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 69 และ 32.3 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 742.7 และ 52.2 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 18 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 340.3 – 790.1 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 52.2 – 1146.4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟดับลงที่เวลา 19 นาที แล้วดับนานอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ที่ 444.2 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 915 องศาเซลเซียส แต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วถ่านในเตาดับลงในเวลา 29 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 29 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.2 กิโลกรัม

การทดลองที่ 3 เริ่มทดลองเวลา 1.15 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่า 28 องศาเซลเซียส ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 31.5 และ 30.9 องศาเซลเซียส มีควันออกเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา บริเวณบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีระดับอุณหภูมิ 61.1 และ 33.3 องศาเซลเซียส แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการปิดฝาเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ 144.2 และ 48.6 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟบนเตาจะพุ่งสูงขึ้น และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 18 นาที ระดับอุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ในช่วง 233.5 – 790.1 องศาเซลเซียส และระดับอุณหภูมิที่ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 52.2 – 1146.4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปลวไฟดับลงที่เวลา 19 นาที แล้วดับนาน อุณหภูมิบนเตาแก๊สชีวมวลกลบมีค่าอยู่ที่ 210 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง อยู่ที่ 260 องศาเซลเซียส แต่ถ่านในท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงยังติดอยู่ แล้วถ่านในเตาดับลงในเวลา 28 นาที ระยะเวลาเผาไหม้ทั้งหมด 28 นาที หลังจากจบกระบวนการเผาไหม้ได้ทำการชั่งน้ำหนักซีเถ้า เหลือซีเถ้า 0.17 กิโลกรัม

จากผลการศึกษาความเร็วลมเตาแก๊สชีวมวลกลบทั้ง 3 ระดับ คือ 2.46 3.57 และ 5.09 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมละ 3 ซ้ำ ด้วยการใช้เชื้อเพลิงกลบเท่ากัน 1 กิโลกรัม โดยเริ่มจากการจุดหน้าเตา เพื่อกระบวนการเผาไหม้ เชื้อเพลิงกลบเริ่มเผาไหม้จากด้านบนลงสู่ทางด้านล่างเตา และปลดปล่อยแก๊สมาเผาไหม้เกิดเป็นเปลวไฟบริเวณหน้าเตา โดยสังเกตเห็นเหตุการณ์ต่างๆ คือ สีเปลวส้มแดง สีเปลวฟ้าส้ม ที่มีระดับอุณหภูมิที่สูง



ภาพที่ 4.2 อุณหภูมิเปลวหน้าเตาของแก๊สชีวมวลแกลบ แต่ระดับความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาความเร็วลมที่ผลต่อการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลแกลบทั้ง 3 ระดับ ด้วยการใช้เชื้อเพลิงแกลบเท่ากันเฉลี่ย 1 กิโลกรัม โดยเริ่มจากการจุดหน้าเตา เพื่อกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงแกลบเริ่มเผาไหม้จากด้านบนลงสู่ทางด้านล่างเตา และปลดปล่อยแก๊สเผาไหม้เกิดเป็นเปลวไฟบริเวณหน้าเตา เป็นผลให้อุณหภูมิเปลวสูงประมาณ 679.70 – 804.13 องศาเซลเซียส โดยความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระดับความร้อนที่สามารถนำไปใช้ในการอบแห้ง จะเกิดขึ้นตั้งแต่นาทีที่ 2 เป็นต้นไปจนสิ้นสุดการทดลอง

เมื่อพิจารณาการผลการศึกษาเตาแก๊สชีวมวลแกลบ พบว่า เตาแก๊สชีวมวลแกลบผลิตความร้อนใช้แกลบ 1 กิโลกรัม แต่ละความเร็วลมใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ผลิตความร้อนนานกว่า 44 37 และ 30 นาที และให้ความร้อนได้สูง 727.10 723.17 และ 804 องศาเซลเซียส ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ 7.40 10.74 และ 15.32 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แล้วยังมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำเพียง 1.12 1.30 และ 1.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 รายการวิเคราะห์ผลการความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเตาแก๊สชีวมวลแกลบ

ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	รายการวิเคราะห์ผล	การทดลอง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
2.46	น้ำหนักเชื้อเพลิงแกลบ(กิโลกรัม)	1.00	1.00	1.00	1.00
	ระยะเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด(นาที)	46.00	43.00	38.00	42.33
	อุณหภูมิเปลวไฟบนเตาสูงสุด(องศาเซลเซียส)	679.70	747.50	754.10	727.10
	อัตราการใช้เชื้อเพลิง(กิโลกรัม/ชั่วโมง)	1.04	1.09	1.23	1.12
	ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ(ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	7.40	7.40	7.40	7.40
3.57	น้ำหนักเชื้อเพลิงแกลบ(กิโลกรัม)	1.00	1.00	1.00	1.00
	ระยะเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด(นาที)	32.00	34.00	38.00	37.00
	อุณหภูมิเปลวแก๊สบนเตาสูงสุด(องศาเซลเซียส)	713.70	702.00	753.80	723.17
	อัตราการใช้เชื้อเพลิง(กิโลกรัม/ชั่วโมง)	1.37	1.33	1.20	1.30
	ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ(ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	10.74	10.74	10.74	10.74
5.09	น้ำหนักเชื้อเพลิงแกลบ(กิโลกรัม)	1.00	1.00	1.00	1.00
	ระยะเวลาในการเผาไหม้ทั้งหมด(นาที)	26.00	29.00	28.00	27.67
	อุณหภูมิเปลวแก๊สบนเตาสูงสุด(องศาเซลเซียส)	831.90	790.40	790.10	804.13
	อัตราการใช้เชื้อเพลิง(กิโลกรัม/ชั่วโมง)	1.59	1.60	1.72	1.63
	ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ(ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	15.32	15.32	15.32	15.32

จากการวิเคราะห์ผลการความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลแกลบทั้ง 3 ความเร็วลม คือ 2.46 3.57 และ 5.09 เมตรต่อวินาที ด้วยการใช้เชื้อเพลิงแกลบเท่ากันเฉลี่ย 1 กิโลกรัม โดยเริ่มจากการจุดหน้าเตา เพื่อกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงแกลบเริ่มเผาไหม้จากด้านบนลงสู่ทางด้านล่างเตา และปลดปล่อยแก๊สเผาไหม้เกิดเป็นเปลวไฟบริเวณหน้าเตา เป็นผลให้อุณหภูมิเปลวสูงประมาณ 679.70 – 804.13 องศาเซลเซียส โดยความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระดับความร้อนที่สามารถนำไปใช้ในการอบแห้ง จะเกิดขึ้นตั้งแต่นาทีที่ 2 เป็นต้นไปจนสิ้นสุดการทดลอง แต่ละความเร็วลมใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ผลิตความร้อนนานกว่า 42.33 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 27 นาที และสามารถให้ ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ 2.47 3.59 และ 5.12 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที แล้วยังมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำเพียง 1.12 1.30 และ 1.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ จึงได้เลือกความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที เนื่องจากมีระยะเวลาในการเผาไหม้ ที่นานที่สุดถึง 42.33 นาที มีอุณหภูมิคงที่นาน 20 นาที อุณหภูมิอยู่ในช่วง 590 – 600 องศาเซลเซียส มาประยุกต์ ในการอบแห้งแบบโรตารี เพราะมีความเร็วที่เพียงพอสำหรับการนำความร้อน ให้อุณหภูมิความร้อน กระจายทั่วทั้งถังโรตารี เพื่อนำไปศึกษาหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือก ต่อไป

4.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้การอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวล แกลบ

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ได้มีการศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้แล้ว ด้วยได้เลือกใช้ ความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที จากการทดลองในข้อ 4.1 แล้วจากนั้นจึงได้จำลองและจัดสร้างชุด ศึกษาการอบข้าวเปลือกแบบโรตารี ตามหลักการตามข้อ 3.1 คืออบแห้งในถังหมุนทรงกระบอก แนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความยาว 15-30 เมตร มุมเอียงถึง 2-4 องศาจาก แนวนอน ถังหมุนด้วยความเร็วรอบ 4-8 รอบต่อนาที โดยทั่วไปเมล็ดพืชจะอยู่ในถังประมาณ 10-20 นาทีที่อุณหภูมิร้อนที่ใช้ 121-288 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4.3 แล้วได้นำเตาแก๊สชีวมวลแกลบมา ประยุกต์ใช้ทำความร้อนในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการ อบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ จำนวน 3 ซ้ำ แล้วแบ่งช่วงหมุนการทดลอง เป็นช่วงละ 9 รอบ แสดงการดำเนินการทดลองและข้อมูลจากการทดลองใน ภาคผนวก ข แสดง ระดับอุณหภูมิถังหมวนอบแห้ง ความชื้นข้าวเปลือก และอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่เปลี่ยนแปลงไปดังภาพ ที่ 4.4 และ 4.5 ซึ่งวิเคราะห์ผลการศึกษาได้จากตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.3 ชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ



ภาพที่ 4.4 ลักษณะการทำแห้งของชุดศึกษาอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ เพื่อศึกษาอุณหภูมิของถังโรตารี ความชื้นข้าวเปลือก และอัตราการใช้เชื้อเพลิง รวมถึงระยะเวลาในการอบแห้งข้าวเปลือก โดยจะมีการดำเนินการศึกษาทดลองชุดศึกษาแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ จำนวน 3 ชุด แล้วแบ่งช่วงหมุนการทดลองเป็นช่วงละ 9 รอบ โดยตัวอย่างข้าวที่นำมาทดลองจะต้องมีการเตรียมให้เกิดความชื้นสูง ดังข้อ 3.2.1 คือ เตรียมข้าวเปลือกที่แห้งแล้วมาผสมกับน้ำจำนวน 4 ลิตร หลังจากนั้นนำไปแช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจากนั้นจะต้องสุ่มชั่งน้ำหนักหาความชื้นของตัวอย่างข้าวเปลือกสำหรับทดลอง 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 50 กรัม ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล แล้วนำไปอบแห้งในเครื่องอบลมร้อน ร้อน Hot air oven โดยกำหนดอุณหภูมิ 105 °C อบนาน 72 ชั่วโมง ต่อมาทำการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ ได้แก่ พัดลม DC ตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางสุ่มชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก กะละมังรองข้าวเปลือก ภาชนะสุ่มใส่ข้าวปากกา ดินสอ เครื่องวัดรอบความเร็ว ตาชั่งน้ำหนักแบบสปริง ไฟแช็ค จุดเชื้อเพลิง หลังจากนั้นดำเนินการวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิจำนวน 5 จุด คือ อุณหภูมิสภาพอากาศ บนเตาชีวมวลกลบ และตำแหน่งในถังโรตารี ได้แก่ อุณหภูมิหน้าถังโรตารี อุณหภูมิกลางถังโรตารี และอุณหภูมิท้ายถังโรตารี โดยทำการวัดอุณหภูมิการวัดอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที จากนั้นทำการวัดรอบความเร็วโดยความเร็วในการหมุนของชุดศึกษามีค่าอยู่ที่ 9 รอบต่อนาที จึงจะเริ่มซึ่งทดลองชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี ในการทดลอง ด้วยใช้เชื้อเพลิงกลบ 9 กิโลกรัม ต่อ 1 การทดลอง ใช้ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงจำนวน 25 กิโลกรัม ป้อนข้าวเปลือกลงถังโรตารีประมาณ 2 นาที 1 ครั้ง ครั้งละประมาณ 2 กิโลกรัม พร้อมนำข้าวเปลือกออกมาสุ่มชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกระหว่างการทดลอง เป็นระยะๆ ทุก 6 นาที โดยได้เปลี่ยนมาเลือกใช้ ระดับความเร็วลมที่ 5.09 เมตรต่อวินาที เนื่องจาก ระดับความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที ประสบปัญหาในเรื่องกระบวนการเผาไหม้ในสถานะทดลองไม่สามารถทำปฏิกิริยาในการเผาไหม้ได้ เพราะมีปริมาณลมน้อยเกินไป จากนั้นเริ่มการทดลองติดเครื่องชุดศึกษาให้หมุน จุดไฟหน้าเตาแก๊สชีวมวล ติดอุปกรณ์ให้ความร้อนผ่านไปยังถังโรตารี พร้อมกับเริ่มบันทึก เหตุการณ์ เวลา และ อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้ แล้วสุ่มชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกตามกำหนด จนสิ้นสุดในการทดลองในแต่ละรอบ และนำข้าวเปลือกเดิมมาทดลองจนครบตามจำนวนรอบที่กำหนดพร้อมกับเปลี่ยนเชื้อเพลิงกลบ มีผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 เริ่มทดลองเวลา 23.10 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 26 – 30 องศาเซลเซียส มีความชื้นข้าวเปลือกสูง 21.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แบ่งการทดลองเป็น 9 รอบ โดยทำการกำหนดติดตั้งหัววัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ คือ บนเตาชีวมวลกลบ หน้าถังโรตารี กลางถังโรตารี ท้ายถังโรตารี และท้ายถังโรตารี มีผลการทดลองดังนี้

รอบที่ 1 เริ่มจุดเตา ขณะเริ่มจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กานดมีค่าอยู่ที่ 30.2 32.6 31 และ 31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 690.9 210 34.6 และ 34.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 912.5 207.4 39.4 และ 38.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.23 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 1134.4 242.4 41.2 และ 41.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 40 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด ความชื้นลดลงเหลือ 17.36 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วพักอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงทำการชั่งน้ำชี้เก่า

รอบที่ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 46 นาที ทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 2 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 31.2 28 28.7 และ 28.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 47 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 247.1 37.9 28 และ 27.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 49 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิจุดต่างๆ มีค่าอยู่ที่ 238.7 47.9 27.9 และ 27.6 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 53 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.33 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 59 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิจุดต่างๆ มีค่าอยู่ที่ 285.5 58.5 36.8 และ 35.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 67 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 81 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำชี้เก่าในรอบที่ 2 ความชื้นลดลงเหลือ 16.99 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 3 เมื่อเวลาผ่านไป 86 นาที ทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 3 ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 40.1 30.6 28.9 และ 28.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 87 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิจุดต่างๆ มีค่าอยู่ที่ 493.7 37.9 30.2 และ 29.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 88 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ ระดับอุณหภูมิที่ตำแหน่ง ณ ตำแหน่งต่างๆ อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 384.3 47.9 29.2 และ 28.5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 90 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.33 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 94 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 557.6 56.8 36.5 และ 34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 97 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 107 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำชี้เก่าในรอบที่ 3 ความชื้นลดลงเหลือ 15.91 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

เมื่อเวลาผ่านไป 249 นาที ทำการครอบป่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 470.2 26.9 28.3 และ 28 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 250 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.12 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 253 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก เมื่อเวลาผ่านไป 254 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 841.9 48.8 36 และ 34.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 275 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 7 ความชื้นลดลงเหลือ 14.74 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 8 เมื่อเวลาผ่านไป 281 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 8 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 50.3 31.4 31.2 และ 28.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 282 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 582.1 30.6 30.4 และ 28.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 283 นาที ทำการครอบป่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 563.2 30.6 30.4 และ 28.8 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 284 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.5 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 287 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 697.1 63 34 และ 33.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 288 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก แล้วสูบลมซึ่งน้ำหนักไปอีกทุกๆ 6 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 315 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 8 ความชื้นลดลงเหลือ 14.08 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 9 เมื่อเวลาผ่านไป 322 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 9 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 29.7 29.8 28.8 และ 27.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 322 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 543.3 30.1 29.3 และ 27.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 323 นาที ทำการครอบป่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 689.6 29.6 28.8 และ 27.5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 324 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.37 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 328 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี ระดับอุณหภูมิตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 1000.5 56.5 31.6 และ 31.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 332 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 355 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 9 ความชื้นลดลงเหลือ 13.66 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

จากการทดลองที่ 1 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงถึง 21.94 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ทั้งหมด 25 กิโลกรัม โดยใช้กลบเชื้อเพลิงทั้งหมด 9 กิโลกรัม โดยอุณหภูมิเปลวไฟมีค่าอยู่ในช่วง 28.6 – 1309.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหน้าถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 26.5 – 243.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 29.7 – 49.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิท้ายถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 29.7 – 49.6 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีความชื้นลดลงถึง 13.66 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) เหลือซี้เข้าอยู่ 1.67 กิโลกรัม ข้าวเปลือกหลังการอบแห้งน้ำหนักเหลืออยู่ 18.03 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 เริ่มทดลองเวลา 15.41 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 31 – 35 องศาเซลเซียส มีความชื้นข้าวเปลือกสูง 22.66 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แบ่งการทดลองออกเป็น 9 รอบ โดยทำการกำหนดติดตั้งหัววัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ คือ บนเตาชีวมวลกลบ หน้าถังโรตารี กลางถังโรตารี ท้ายถังโรตารี และท้ายถังโรตารี มีผลการทดลองดังนี้

รอบที่ 1 เริ่มจุดเตา ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 35.2 35.5 35.5 และ 36.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 243.1 34.9 35 และ 35.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิที่ตำแหน่งบนเตาแก๊สชีวมวลกลบอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 274.2 34.5 34.7 และ 35.3 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 4 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.5 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 7 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิที่ตำแหน่งที่กำหนดอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 830.7 271.8 45 และ 39.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 37 สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 1 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 19.00 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 43 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 2 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่า 48.5 33.9 34.3 และ 34.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที จะสังเกตเห็นเปลวอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 497.3 149.7 42 และ 36.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 45 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 812.5 208.7 47.8 และ 39.2 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 46 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 3.14 นาที ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 47 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 49 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 860.5 304.2 53.9 และ 46 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 75 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 2 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 17.93 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 3 เมื่อเวลาผ่านไป 80 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 3 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 34.5 36.2 34.9 และ 34.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 81 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 573.2 89.8 40.6 และ 36.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 82 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 668.3 106 42.8 และ 37.5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 85 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.55 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 94 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิที่ตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 557.6 56.8 36.5 และ 34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 97 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 117 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำซี้เข้าในรอบที่ 3 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 17.10 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบที่ 4 เมื่อเวลาผ่านไป 123 นาที ได้เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 4 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งมีค่าอยู่ที่ 39.8 39.1 53.3 และ 43.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 124 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 596.8 150 50.6 และ 39.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 125 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 664.4 137 51.6 และ 42.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 126 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 3.11 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 128 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 496.5 108 48.8 และ 42.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 130 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 155 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำขึ้นในรอบที่ 4 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 15.81 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 5 เมื่อเวลาผ่านไป 161 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 5 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 43.5 33.7 33.3 และ 34.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 162 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งมีค่าอยู่ที่ 345.4 64.9 34.5 และ 40.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 163 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 415.6 95 38 และ 46.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 164 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.28 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 166 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 485.2 96.8 39 และ 39.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 167 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 188 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 395.7 77.1 42.7 และ 42.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำขึ้นในรอบที่ 5 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 15.30 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 194 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 6 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 33.4 33.5 36.1 และ 36.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 195 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 249.1 35.5 36.7 และ 36.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 196 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 374.5 36.3 38.3 และ 41.7 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 197 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 3.16 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 203 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 880.4 220 52 และ 52.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 206 นาที ทำการสูบลมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 218 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซึ่งน้ำขึ้นในรอบที่ 6 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 14.16 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 7 เมื่อเวลาผ่านไป 225 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 7 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 35.2 34.9 37.5 และ 37.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 226 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 247.1 33.6 36.1 และ 36.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 227 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 281.1 37.6 38 และ 28 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 229 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.12 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 231 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือกเมื่อเวลาผ่านไป 235 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 875.5 291 54.1 และ 55.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 257 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำข้า้ในในรอบที่ 7 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 14.14 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 8 เมื่อเวลาผ่านไป 263 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 8 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 37.9 45.8 38 และ 44.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 264 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 699.1 152 48.6 และ 57.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 265 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 785.4 180 47.9 และ 50.8 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 267 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 3.2 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 269 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือกเมื่อเวลาผ่านไป 273 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 600.7 87.7 44.4 และ 44.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 301 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำข้า้ในในรอบที่ 8 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 13.88 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 9 เมื่อเวลาผ่านไป 307 เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 9 ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิ บนเตาชีวมวลกลับ หน้าถังโรตารี กลางถังโรตารี ท้ายถังโรตารี และท้ายถังโรตารี มีค่าอยู่ที่ 32.7 31.9 32.3 และ 32.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 308 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 247.1 35.1 34.5 และ 33.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 309 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 681.1 129 40.6 และ 53.4 องศาเซลเซียส ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 301 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 3.07 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 312 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก เมื่อเวลาผ่านไป 313 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 632.5 158 48.3 และ 72.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 339 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำข้า้ในในรอบที่ 9 ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเหลือ 13.63 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

จากการทดลองที่ 2 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงถึง 22.66 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ทั้งหมด 25 กิโลกรัม โดยใช้แกลบเชื้อเพลิงทั้งหมด 9 กิโลกรัม โดยระดับอุณหภูมิทั้ง 9 รอบ คือ

อุณหภูมิเปลวไฟมีค่าอยู่ในช่วง 32.7 – 1058.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหน้าถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 31.8 – 348.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 32.3 – 67.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิท้ายถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 32.8 – 73.5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีความชื้นลดลงถึง 13.63 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) เหลือซ้ใ้ถ้ำอยู่ 1.62 กิโลกรัม ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 344 นาที ข้าวเปลือกหลังการอบแห้งเหลืออยู่ 17.52 กิโลกรัม

การทดลองที่ 3 เริ่มทดลองเวลา 14.09 น. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมมีค่าในช่วง 29 – 31 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสูง 23.45 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 1 ขณะเริ่มจุดเตา ระดับอุณหภูมิ บนเตาชีวมวลกลบ หน้าถังโรตารี กลางถังโรตารี ท้ายถังโรตารี และท้ายถังโรตารี มีค่าอยู่ที่ 33.2 37.7 33.9 และ 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 264.8 95.6 37.3 และ 37.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 831.9 100.1 38 และ 39 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 4 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.57 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 8 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 785.5 158.5 42 และ 40.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ทำการสูมซ้ใ้ถ้ำน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 39 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารี จนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซ้ใ้ถ้ำน้ำซ้ใ้ถ้ำในรอบที่ 1 ความชื้นลดลงเหลือ 19.87 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 45 นาที จึงทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 2 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 39.2 33.6 31.8 และ 31.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 46 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 566.2 32.3 31.6 และ 31.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 47 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 690.7 86.1 34.6 และ 33.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 53 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.33 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 53 นาที ทำการสูมซ้ใ้ถ้ำน้ำหนักข้าวเปลือก เมื่อเวลาผ่านไป 54 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 924.4 254.3 46.4 และ 44.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 89 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการซ้ใ้ถ้ำน้ำซ้ใ้ถ้ำในรอบที่ 2 ความชื้นลดลงเหลือ 19.30 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 3 เมื่อเวลาผ่านไป 92 นาที ทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 3 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 60.2 40.8 32.9 และ 32.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 94 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 643.1 121.9 37.2 และ 35.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 95 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 940 199.7 45.9 และ 43.5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 90 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.15 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 97 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 1097.3 266.5 48.9 และ 46.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 99 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 126 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการสูบล้างน้ำเข้าในรอบที่ 3 ความชื้นลดลงเหลือ 18.67 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 4 เมื่อเวลาผ่านไป 132 นาที ได้ทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 4 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 38.6 45.5 35.3 และ 34.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 133 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 497.3 67.5 35.6 และ 35.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 134 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 621.7 126.2 38.9 และ 37.4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 135 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.23 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 139 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 854.9 170.7 44.5 และ 42.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 141 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 167 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการสูบล้างน้ำเข้าในรอบที่ 4 ความชื้นลดลงเหลือ 18.12 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 5 เมื่อเวลาผ่านไป 172 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 5 ขณะเริ่มจุดเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 34.5 32.8 36.4 และ 36 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 173 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 676.3 103.9 38.5 และ 37.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ พร้อมกับทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.54 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 178 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 855.7 192.3 46.1 และ 43.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 180 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือก หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 210 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 99.5 43.2 37.9 และ 36.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 4 นาที ระหว่างที่พักทำการสูบล้างน้ำเข้าในรอบที่ 5 ความชื้นลดลงเหลือ 16.35 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 215 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลับในรอบที่ 6 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 39.8 34.5 35.7 และ 35.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 216 นาที อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 596.8 31.9 34.2 และ 33.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 217 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 664.4 178 36.7 และ 36 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 218 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.7 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 220 นาที ทำการสูบล้างน้ำหนักข้าวเปลือกเมื่อเวลาผ่านไป 222 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 875.3 228.3 48.6 และ 45.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ต่อมาเมื่อเวลาผ่านไป 246 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการสูบล้างน้ำเข้าในรอบที่ 6 ความชื้นลดลงเหลือ 15.13 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 7 เมื่อเวลาผ่านไป 251 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 7 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 60.2 34.5 35.7 และ 35.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 251 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตา อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 457.8 39.9 34.2 และ 33.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 252 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 956.7 178 36.7 และ 36 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 254 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก แล้วทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.19 นาที หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 255 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือกเมื่อเวลาผ่านไป 258 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 968.2 228.3 48.6 และ 43.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 280 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำชี้ได้ในรอบที่ 7 ความชื้นลดลงเหลือ 13.88 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

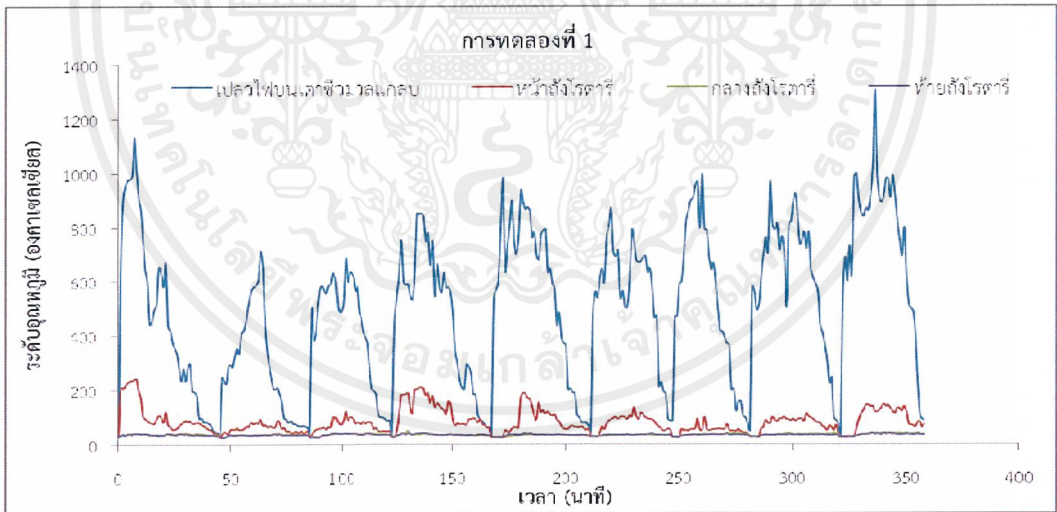
รอบที่ 8 เมื่อเวลาผ่านไป 286 นาที เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 8 ขณะเริ่มจุดเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 33.2 33.7 35.6 และ 35.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 287 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 427.4 31 33.2 และ 33.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 288 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 455.2 31.1 33 .6 และ 33.1 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 290 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือกข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.5 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 293 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก เมื่อเวลาผ่านไป 293 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดอุณหภูมิมีค่าอยู่ที่ 764.2 168.9 42.9 และ 42.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 322 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำชี้ได้ในรอบที่ 8 ความชื้นลดลงเหลือ 12.97 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

รอบที่ 9 เมื่อเวลาผ่านไป 321 เริ่มทำการจุดเตาแก๊สชีวมวลกลบในรอบที่ 9 ขณะเริ่มจุดเตาระดับอุณหภูมิ บนเตาชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 50.1 33.6 36.5 และ 35.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 322 นาที จะสังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาอุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 490.2 33.5 35.5 และ 34.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเมื่อเวลาผ่านไป 330 นาที ทำการครอบปล่องความร้อนบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 835.4 32.4 35.4 และ 33.9 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 331 นาที ทำการป้อนข้าวเปลือก โดยทำการป้อนข้าวเปลือกไปอีกเฉลี่ยได้ทุกๆ 2.37 นาที เมื่อเวลาผ่านไป 333 นาที ทำการสูมซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือก เมื่อเวลาผ่านไป 336 นาที สังเกตเห็นข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี อุณหภูมิตำแหน่งที่กำหนดมีค่าอยู่ที่ 1194.3 224.5 44.2 และ 41.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ต่อจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 358 นาที สังเกตเห็นข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด จึงทำการเปลี่ยนท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง และพักต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที ระหว่างที่พักทำการชั่งน้ำชี้ได้ในรอบที่ 9 ความชื้นลดลงเหลือ 12.48 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

จากการทดลองที่ 3 ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงถึง 23.45 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ทั้งหมด 25 กิโลกรัม โดยใช้กลบเชื้อเพลิงทั้งหมด 9 กิโลกรัม แบ่งการทดลองเป็น 9 รอบ โดยอุณหภูมิเปลวไฟมีค่าอยู่ในช่วง 33.2 – 1255.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหน้าถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 31 – 286.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางถังโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 31 – 53.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ

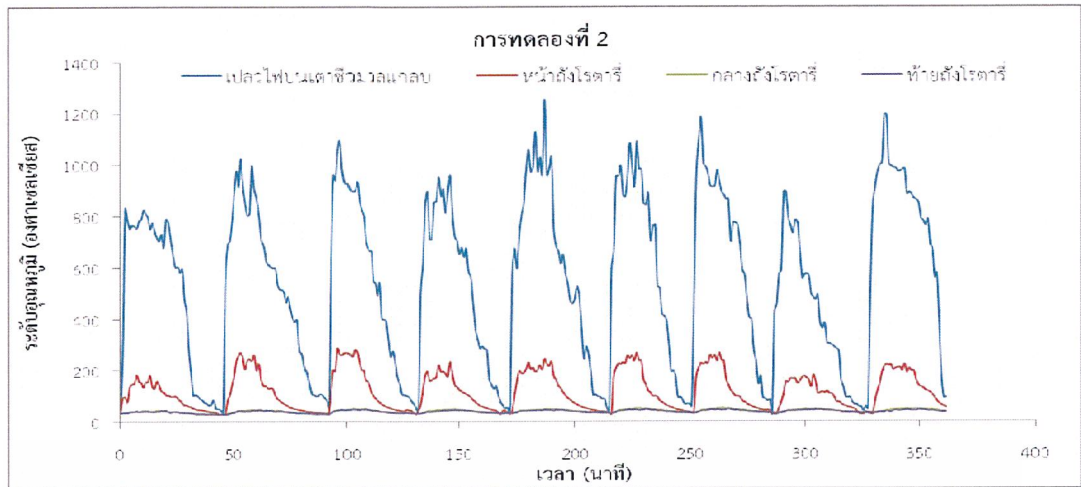
ท้ายถึงโรตารีมีค่าอยู่ในช่วง 31 – 51.4 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีความชื้นลดลงถึง 12.48 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก เหลือซึ้เ้าอยู่ 1.59 กิโลกรัม ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 362 นาที ข้าวเปลือกหลังการอบแห้งเหลืออยู่ 16.86 กิโลกรัม

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ทั้ง 3 การทดลอง จะต้องเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง โดยใช้น้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น 25 กิโลกรัม มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 21.94 22.66 และ 23.45 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ด้วยการใช้แกลบ เชื้อเพลิงเท่ากันเฉลี่ย 9.00 กิโลกรัม จากนั้นเปิดเครื่องชุดศึกษาให้ถึงโรตารีหมุน วัดความเร็วรอบ โดยความเร็วรอบเท่ากับ 9 รอบต่อนาที จากนั้นเริ่มการทดลองจุดไฟเตาแก๊สชีวมวลแกลบ เพื่อเริ่มกระบวนการเผาไหม้ สังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวลแกลบ หลังจากนั้นครอบปล่องความร้อนให้ลม ความร้อนผ่านเข้าไปภายในถึงโรตารี จากนั้นเริ่มป้อนข้าวเปลือกลงถึงโรตารี โดยจะป้อนข้าวเปลือก ทุกๆ 2 นาที ของแต่ละรอบจนข้าวเปลือกหมดทั้ง 25 กิโลกรัม ในขณะที่เริ่มการทดลองอุณหภูมิ ณ ถึงโรตารีอยู่ในช่วง 33 – 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 3-5 นาที อุณหภูมิถึงโรตารีอยู่ในช่วง 39 – 229.2 ส่งผลให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเรื่อยๆ จากนั้นอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและค่อยๆลดลง จากนั้นได้นำข้าวเปลือกมาอบแห้งวนซ้ำ 2 – 9 รอบ จนเวลาผ่านไป 358 344 และ 362 นาที ข้าวเปลือกมีน้ำหนักคงที่ โดยข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือเพียง 13.66 13.63 และ 12.48 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วชั่งน้ำหนักซึ้เ้าเหลือเพียง 1.67 1.62 และ 1.59 น้ำหนัก ข้าวเปลือกหลังอบแห้งเหลือ 18.03 17.52 และ 16.86 กิโลกรัม จากนั้นจึงหยุดกระบวนการในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี

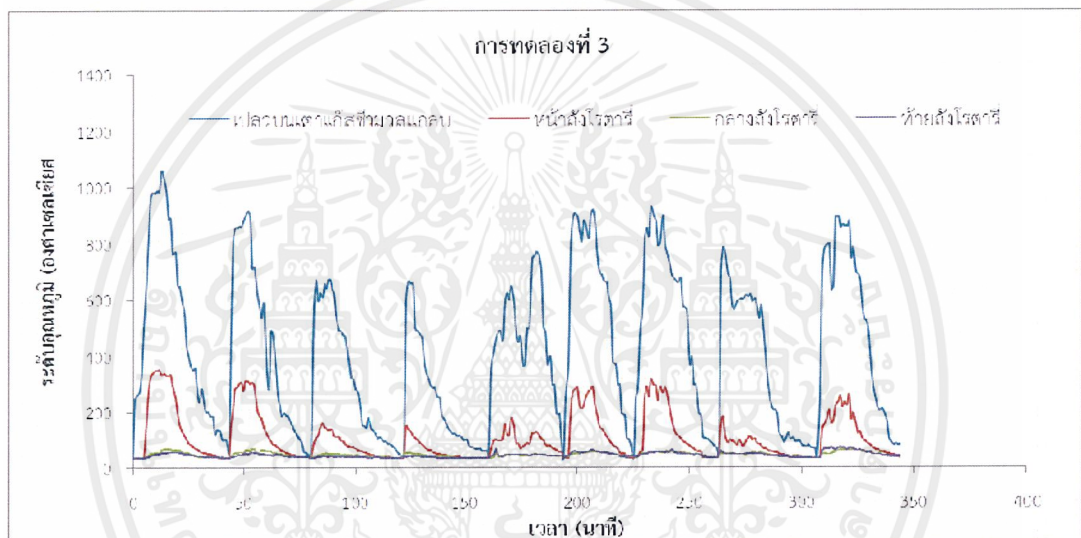


ภาพที่ 4.5 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



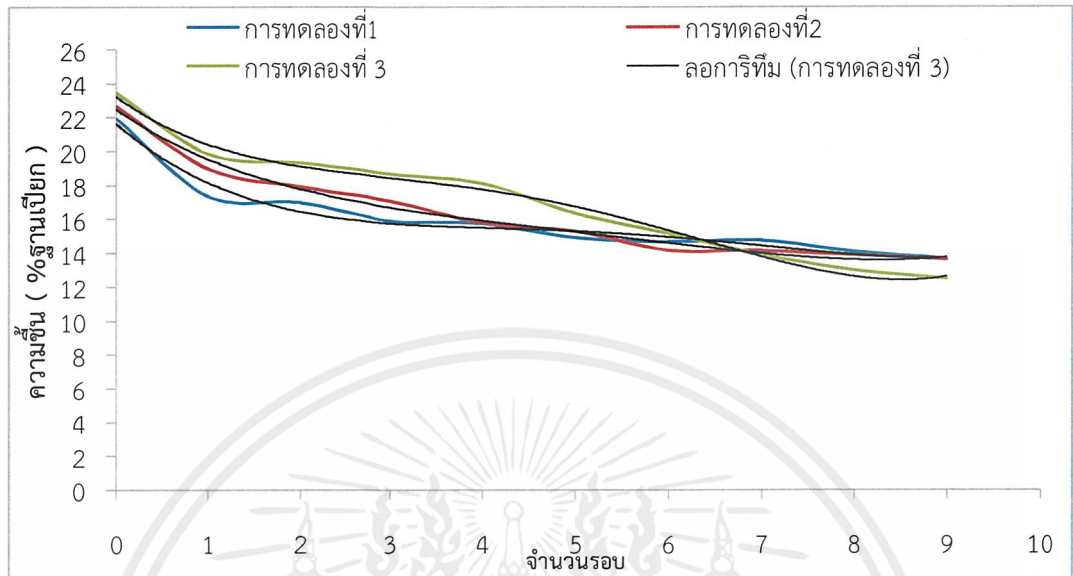
ภาพที่ 4.6 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 2



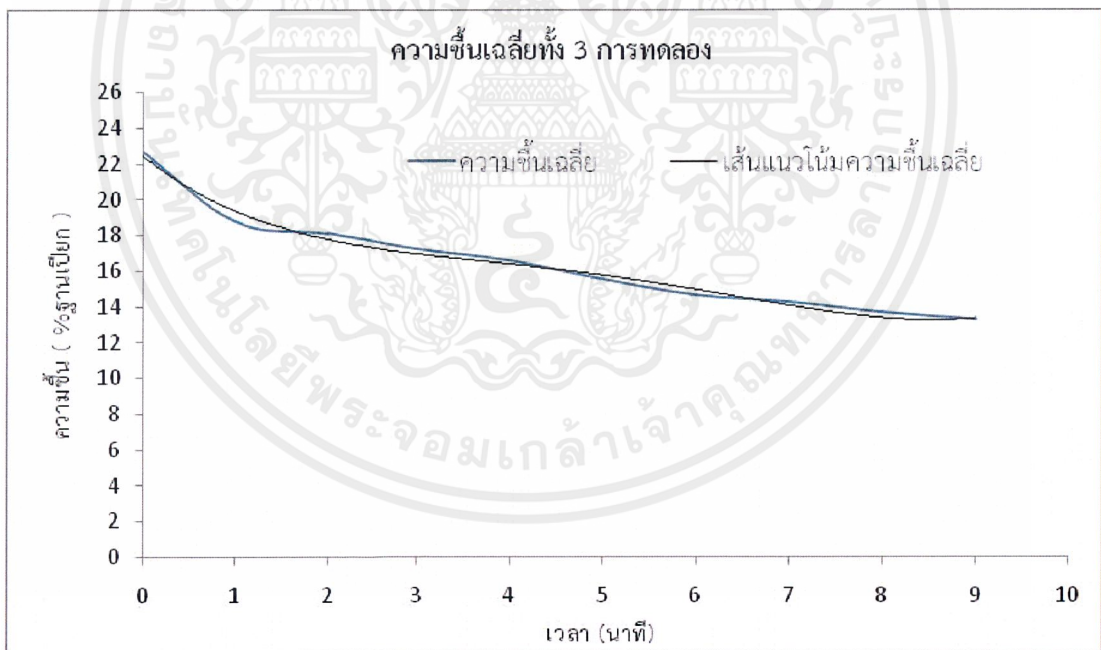
ภาพที่ 4.7 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของการอบแห้งแบบโรตารีในการทดลอง 3

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ทั้ง 3 การทดลอง จะต้องเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง โดยใช้น้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น 25 กิโลกรัม มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 21.94 22.66 และ 23.45 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ด้วยการใส่แกลบเชื้อเพลิงเท่ากันเฉลี่ย 9.00 กิโลกรัม จากนั้นเปิดเครื่องชุดศึกษาให้ถังโรตารีหมุน วัดความเร็วรอบด้วยความเร็วรอบเท่ากับ 9 รอบต่อนาที จากนั้นเริ่มการทดลองจุดไฟเตาแก๊สชีวมวลแกลบ เพื่อเริ่มกระบวนการเผาไหม้ สังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวลแกลบ หลังจากนั้นครอบปล่องความร้อนให้ลมความร้อนผ่านเข้าไปภายในถังโรตารี จากนั้นเริ่มป้อนข้าวเปลือกกลงถังโรตารี โดยจะป้อนข้าวเปลือกทุกๆ 2 นาที ของแต่ละรอบจนข้าวเปลือกหมดทั้ง 25 กิโลกรัม ในขณะที่เริ่มการทดลองอุณหภูมิ ณ ถังโรตารีอยู่ในช่วง 33 – 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 3- 5 นาที อุณหภูมิถังโรตารีอยู่ในช่วง 39 – 229.2 ส่งผลให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเรื่อยๆ จากนั้นอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและค่อยๆ ลดลง โดยอุณหภูมิสูงสุดของตำแหน่งหน้าสูงสุดอยู่ที่ 243.50 348.30 และ 286.40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางถังโรตารีสูงสุด 49.60 67.40 และ 53.80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิท้ายถังโรตารี 41.80 73.50 และ 51.40 องศาเซลเซียส อบแห้งข้าวเปลือกวนซ้ำ 2 – 9 รอบ จนเวลาผ่านไป 358 344 และ 362 นาที ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีน้ำหนักคงที่ โดยข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือเพียงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.66 13.63 และ 12.48 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วชั่งน้ำหนักซีเมนต์แห้งเพียง 1.67 1.62 และ 1.59 น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้งเหลือ 18.03 17.52 และ 16.86 กิโลกรัม จากนั้นจึงหยุดกระบวนการในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี



ภาพที่ 4.8 อัตราการลดความชื้นของข้าวเปลือกด้วยการอบแห้งแบบโรตารี

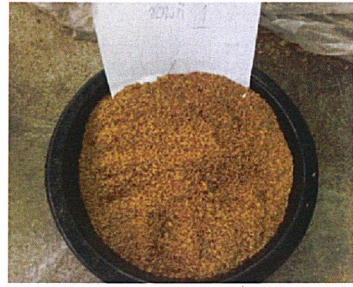


ภาพที่ 4.9 อัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของข้าวเปลือกด้วยการอบแห้งแบบโรตารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เริ่มต้น



รอบที่ 1



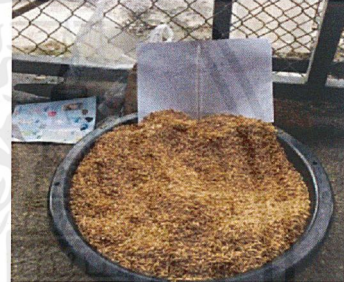
รอบที่ 2



รอบที่ 3



รอบที่ 4



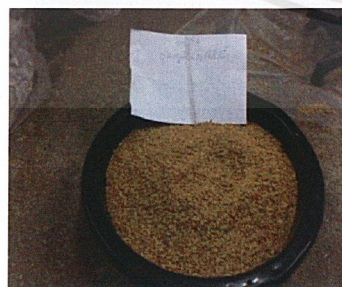
รอบที่ 5



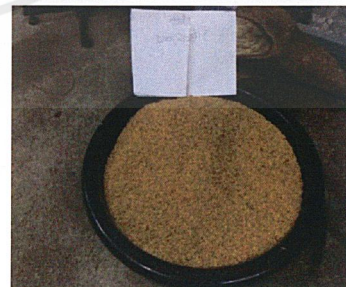
รอบที่ 6



รอบที่ 7



รอบที่ 8



รอบที่ 9

ภาพที่ 4.10 ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งแบบโรตารีในแต่ละรอบของการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ของชุดทดสอบการอบแห้งแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ

รายการวิเคราะห์ผล	การทดลองที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักแกลบเชื้อเพลิง (กิโลกรัม)	9.00	9.00	9.00	9.00
ความชื้นข้าวเปลือกเริ่มต้น(ฐานเปียก)	21.94	22.66	23.45	22.68
ความชื้นข้าวเปลือกสุดท้าย(ฐานเปียก)	13.66	13.63	12.48	13.26
อุณหภูมิในถังอบสูงสุด(องศาเซลเซียส)				
-หน้าถังโรตารี	243.50	348.30	286.40	292.73
-กลางถังโรตารี	49.60	67.40	53.80	56.93
-ท้ายถังโรตารี	41.80	73.50	51.40	55.57
ระยะเวลาในการอบแห้ง(นาที)	358.00	344.00	362.00	354.66
อัตราการใช้เชื้อเพลิง(กิโลกรัม/ชั่วโมง)	1.32	1.31	1.37	1.33
อัตราการอบแห้ง(กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.16	1.29	1.34	1.26

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ทั้ง 3 การทดลอง ด้วยใช้ความเร็วลมในการเผาไหม้ 5.09 เมตรต่อวินาที เป็นความเร็วลมสำหรับทำความร้อนหรือลมร้อนภายในถังโรตารี จะต้องเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง โดยใช้น้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น 25 กิโลกรัม มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 21.94 22.66 และ 23.45 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ด้วยการใช้แกลบเชื้อเพลิงเท่ากันเฉลี่ย 9.00 กิโลกรัม จากนั้นเปิดเครื่องชุดศึกษาให้ถังโรตารีหมุน จากนั้นเริ่มการทดลองจุดไฟเตาแก๊สชีวมวลแกลบ เพื่อเริ่มกระบวนการเผาไหม้ สังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวลแกลบ หลังจากนั้นครอบปล่องความร้อนให้ลมความร้อนผ่านเข้าไปภายในถังโรตารี จากนั้นเริ่มป้อนข้าวเปลือกกลงถังโรตารี โดยจะป้อนข้าวเปลือกทุกๆ 2 นาที ของแต่ละรอบจนข้าวเปลือกหมดทั้ง 25 กิโลกรัม แล้วสูมซึ่งน้ำหนักทุกๆ 6 นาที ในขณะที่เริ่มการทดลองอุณหภูมิ ณ ถังโรตารีอยู่ในช่วง 33 – 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที อุณหภูมิถังโรตารีอยู่ในช่วง 39 – 229.2 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเรื่อยๆ จากนั้นอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและค่อยๆลดลง โดยอุณหภูมิสูงสุดของตำแหน่งหน้าสูงสุดอยู่ที่ 243.50 348.30 และ 286.40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางถังโรตารีสูงสุด 49.60 67.40 และ 53.80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิท้ายถังโรตารี 41.80 73.50 และ 51.40 องศาเซลเซียส อบแห้งข้าวเปลือกวนซ้ำ 2 – 9 รอบ จนเวลาผ่านไป 358 344 และ 362 นาที ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีน้ำหนักคงที่ โดยข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือเพียง 13.66 13.63 และ 12.48 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วซึ่งน้ำหนักซี้ถ้าเหลือเพียง 1.67 1.62 และ 1.59 กิโลกรัม น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้งเหลือ 18.03 17.52 และ 16.86 กิโลกรัม จากนั้นจึงหยุดกระบวนการในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลแกลบทั้ง 3 การทดลอง ด้วยใช้ความเร็วลมในการเผาไหม้ 5.09 เมตรต่อวินาที เป็นความเร็วทำความร้อนหรือลมร้อนในถังโรตารี จะต้องเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง โดยใช้น้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น 25 กิโลกรัม มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.68 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ด้วยการใช้แกลบเชื้อเพลิงเท่ากันเฉลี่ย 9.00 กิโลกรัม จากนั้นเปิดเครื่องชุดศึกษาให้ถังโรตารีหมุน จากนั้นเริ่มการทดลองจุดไฟเตาแก๊สชีวมวลแกลบ เพื่อเริ่มกระบวนการเผาไหม้ สังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวล

แกลบ หลังจากนั้นครอบปล่องความร้อนให้ลมความร้อนผ่านเข้าไปภายในถังโรตารี จากนั้นเริ่มป้อนข้าวเปลือกลงถังโรตารี โดยจะป้อนข้าวเปลือกทุกๆ 2 นาที ของแต่ละรอบจนข้าวเปลือกหมดทั้ง 25 กิโลกรัม แล้วสูบลมขึ้นน้ำหนักรวมๆ 6 นาที ในขณะที่เริ่มการทดลองอุณหภูมิ ณ ถังโรตารีอยู่ในช่วง 33 – 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที อุณหภูมิถังโรตารีอยู่ในช่วง 39 – 229.2 ส่งผลให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลงเรื่อยๆ จากนั้นอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและค่อยๆ ลดลงอบแห้งข้าวเปลือกจนซ้ำ 2 – 9 รอบ จนเวลาผ่านไป 355.06 นาที ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีน้ำหนักคงที่โดยข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือเพียง 13.26 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วอัตราเชื้อเพลิงต่ำเพียง 1.33 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้งเหลือ 18.03 17.52 และ 16.86 กิโลกรัม การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี ถือว่าเป็นการศึกษาที่น่าพอใจ เมื่อพิจารณาจากความชื้นที่ลดลงตามที่ตลาดต้องการ แล้วอัตราการใช้เชื้อเพลิงแกลบต่ำ แล้วเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา แล้วเป็นการใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ (Conclusions Discussion and Suggestion)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี ด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบ จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาการศึกษาการอบแห้งและเตาชีวมวลกลบ และศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ ได้สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 การศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลกลบ

จากผลการศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลกลบทั้ง 3 ระดับ คือ 2.46 3.57 และ 5.09 เมตรต่อวินาที ด้วยการใช้เชื้อเพลิงกลบเท่ากันเฉลี่ย 1 กิโลกรัม โดยเริ่มจากการจุดหน้าเตา เพื่อกระบวนการเผาไหม้ เชื้อเพลิงกลบเริ่มเผาไหม้จากด้านบนลงสู่ทางด้านล่างเตา และปลดปล่อยแก๊สเผาไหม้เกิดเป็นเปลวไฟบริเวณหน้าเตา เป็นผลให้อุณหภูมิเปลวสูงประมาณ 679.70 – 804.13 องศาเซลเซียส โดยความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระดับความร้อนที่สามารถนำไปใช้ในการอบแห้ง จะเกิดขึ้นตั้งแต่นาทีที่ 2 เป็นต้นไปจนสิ้นสุดการทดลอง แต่ละความเร็วลมไม่ใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ผลิตความร้อนนานกว่า 42.33 37 และ 27 นาที และให้ปริมาณอัตราการไหลของอากาศ 2.47 3.59 และ 5.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำเพียง 1.12 1.30 และ 1.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ จึงได้เลือกความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที มาประยุกต์ในการอบแห้งแบบโรตารี เพื่อนำไปศึกษาหาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือก ต่อไป

5.1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตาแก๊สชีวมวลกลบ

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวลกลบทั้ง 3 การทดลอง ด้วยใช้ความเร็วลมโดยได้เปลี่ยนมาเลือกใช้ ระดับความเร็วลมที่ 5.09 เมตรต่อวินาที เนื่องจาก ระดับความเร็วลมที่ 2.46 เมตรต่อวินาที ประสบปัญหาในเรื่องกระบวนการเผาไหม้ในสภาวะทดลอง ไม่สามารถทำปฏิกิริยาในการเผาไหม้ได้ เพราะมีปริมาณลมน้อยเกินไป จึงเลือกใช้ ระดับความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที เป็นความเร็วลมสำหรับทำความร้อนหรือลมร้อนภายในถังโรตารี จะต้องเตรียมข้าวเปลือกให้มีความชื้นสูง โดยใช้น้ำหนักข้าวเปลือกเริ่มต้น 25 กิโลกรัม มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.68 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ด้วยการใช้กลบเชื้อเพลิงเท่ากันเฉลี่ย 9.00 กิโลกรัม จากนั้นเปิดเครื่องชุดศึกษาให้ถังโรตารีหมุน จากนั้นเริ่มการทดลองจุดไฟเตาแก๊สชีวมวลกลบ เพื่อเริ่มกระบวนการเผาไหม้ สังเกตเห็นเปลวไฟบนเตาชีวมวลกลบ หลังจากนั้นครอบปล่องความร้อนให้ลมความร้อนผ่านเข้าไปภายในถังโรตารี จากนั้นเริ่มป้อนข้าวเปลือกลงถังโรตารี โดยจะป้อนข้าวเปลือกทุกๆ 2 นาที ของแต่ละรอบจนข้าวเปลือกหมดทั้ง 25 กิโลกรัม แล้วสูบล้างน้ำหนักทุกๆ 6 นาที ในขณะที่เริ่มการทดลองอุณหภูมิ ณ ถังโรตารีอยู่ในช่วง 33 – 34 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที อุณหภูมิถังโรตารีอยู่ในช่วง 39 – 229.2 ส่งผลให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลง

เรื่อยๆ จากนั้นอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและค่อยๆลดลง อบแห้งข้าวเปลือกวนซ้ำ 2 – 9 รอบ จนเวลาผ่านไป 355.06 นาที ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีน้ำหนักคงที่ โดยข้าวเปลือกมีความชื้นเหลือเพียง 13.26 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) แล้วอัตราเชื้อเพลิงต่ำเพียง 1.33 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีอัตราการอบแห้งสูงถึง 1.26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้งเหลือ 18.03 17.52 และ 16.86 กิโลกรัม การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี ถือว่าเป็นการศึกษาที่น่าพอใจ เมื่อพิจารณาจากความชื้นที่ลดลงตามที่ตลาดต้องการ แล้วอัตราการใช้เชื้อเพลิงแกลบต่ำ แล้วเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา แล้วเป็นการใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือก

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารี โดยเตาแก๊สชีวมวลแกลบ ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากเดิมข้าวเปลือกมีความชื้น 22.68 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบโรตารีแล้วทำให้ข้าวเปลือกลดลงเหลือเพียง 12.26 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) สอดคล้องกับ วัชรพล หอมนาน และ ทวีศักดิ์ แฉล้มวาริ (2529) ได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือก แบบใช้พัดลมจากลมธรรมชาติ (Natural Air Drying) เครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกที่สร้างมีประสิทธิภาพสูง จะมีค่าความชื้นลดลงจากเดิมข้าวเปลือกมีความชื้น 17.64 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ภายหลังจากการผ่านการอบแห้งแล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงเหลือ 12.61 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) สอดคล้องกับ สมชาติ โสภณธนฤทธิ์ และคณะ (2540) ได้ศึกษารอบแห้งข้าวเปลือกในที่เก็บและการเก็บรักษาในสถานที่ใช้งานจริง โดยในเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อการลงทุนระบบอบแห้งในที่เก็บโดยใช้อากาศแวดล้อมเป่าผ่านกงข้าวเปลือกขนาด 105 ต้น พบว่าในการลดความชื้นข้าวเปลือกพบว่าการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยเฉลี่ย 17 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ให้เหลือความชื้นข้าวเปลือกเพียง 11.6 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. ความเร็วลมที่ 5.09 เมตรต่อวินาที เป็นความเร็วลมที่ลมร้อนมีอุณหภูมิความร้อนเพียงพอทั่วถึงหมุ่น ดังนั้น จึงควรมีเจ้าหน้าที่ นักวิชาการ มาให้ความรู้และวิธีการที่ถูกต้องกับเกษตรกร
2. บริเวณอุณหภูมิหน้าเตาถึงหมุ่นอบแห้ง มากเกินไปอาจทำให้ข้าวเปลือกมีความเสียหายหรือแตกหักได้ง่าย ดังนั้น จึงควรมหาวิธีการที่จะสามารถ ควบคุมอุณหภูมิได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. เลือกสถานที่ทดลอง สภาพปิดไม่ให้อากาศหรือความชื้นภายนอกเข้าไปได้ เนื่องจากข้าวเปลือกมีคุณสมบัติในการดูความชื้น อาจจะทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่าปกติ
2. สายพานชุดทดสอบ มีการเลื่อนไปมาอาจทำให้ถึงหมุ่นหล่นจากฐานได้ ควรเปลี่ยนมาใช้โซ่แทน
3. บริเวณอุณหภูมิหน้าถึงโรตารีอบแห้ง มีไอแก๊สไหลออกมาภายถึงหมุ่น ควรมีฝาปิดบริเวณหน้าถึงโรตารี

4.วัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดสอบ นั้นไม่ค่อยแข็งแรง ควรมีการปรับปรุงหรือซ่อมแซมในการวิจัยครั้งต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. เทคนิคเกษตร วิธีปลูกข้าวที่ถูกต้อง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://kasetban.blogspot.com/2014/01/blog-post_1681.html [3 กันยายน 2559]
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547. ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส (ผอส.)ด้านความร้อน.ถูกต้อง [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:http://research.kpru.ac.th/old/journal_science/images/js5.pdf. [3 กันยายน 2559]
- กรมวิชาการเกษตร. 2553. เครื่องอบแห้งกาแฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://doa.go.th/aeri/files/KM/Kmcoffee2.pdf>. [10 กันยายน 2559]
- กิตติ สุคนธนิศย์. 2552. แก๊สหุงต้ม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://www.fire2fight.com/articlees.php?article_id=9 [22 กันยายน 2559]
- เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว. สุพิชฌาย์ มีสุขเจ้าสำราญ .และ ทวีช จิตรสมบูรณ์. 2551. ผลของความเร็วอากาศต่ออัตราอบแห้งข้าวเปลือกด้วยวิธีข้าวหล่นอิสระอย่างต่อเนื่อง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.tsme.org/> [22 กันยายน 2559]
- กฤษฎา นามวงษ์. รัชพล สันติวารการ. และวศกร ตรีเดช. 2555. การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งปุ๋ยแบบ หมุนโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าร่วมกับก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งความร้อนในฟาร์มสุกร [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <file:///C:/Users/administrator/Downloads/%E0%B9%80%E0%B8%8.pdf> [22 กันยายน 2559]
- ชนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2552. จอบหมุนดีตรถแทรกเตอร์สี่ล้อขนาดเล็ก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://kasetinfo.arda.or.th/arda/rice> [22 กันยายน 2559]
- จรัส โปรงศิริวัฒนา. 2532. การดูแลรักษาแปลงนา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://brrd.in.th/rkb2/management/index.php-file=content.php&id=1.htm> [2 กันยายน 2559]
- ชยพล ศรีหงอก.ธนา ราชภูร์ภักดี.และรัชพล สันติวารการ.2554.กระบวนการอบแห้งเม็ดปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้เครื่องอบแบบหมุนต่อเนื่อง. [ออนไลน์].].เข้าถึงได้จาก: <http://www.clinictech.most.go.th/only> [14 กันยายน 2559]
- ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย. 2543. ข้าวพันธุ์ชุมธานี 1 . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://www.brrd.in.th> .[5 กันยายน 2559]
- ฐานข้อมูลรับรองข้าวของไทย. 2543. ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://www.brrd.in.th> .[5 กันยายน 2559]
- จิราวัฒน์ ปานสำเนียง .2555. เตาแก๊สชีวมวลในครัวเรือน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://www.boondee-workshop.com> [14 กันยายน 2559]
- นฤมล อาราเม.และคณะ. 2554. พื้นฐานด้านไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<https://sites.google.com/site/mechatronicett09/project-definition> [5 กันยายน 2559]
- นพรัตน์ อมัตริรัตน์. 2554 การออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกแบบใช้พัดลมจากลมธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิศวกรรมเครื่องกล.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เบญจรัตน์ ตองกลิ่นและคณะ. 2553. การทำนา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://sites.google.com/site/mor61grp11/smachik>[5 กันยายน 2559]
- เปรมจิตต์ สรฐาวาสี. 2540. การลดความชื้นเมล็ดพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=22&chap=5&page=t22-5-infodetail07.html> [10 กันยายน 2559]
- ประพาส วีระแพทย์. 2542. ความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ โดยใช้แรงงานคนในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=35>[12 กันยายน 2559]
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ. ม.ป.ป. ความชื้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0830/moisture-content-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99>[5 ตุลาคม 2559]
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ. ม.ป.ป. การแบ่งประเภทการอบแห้ง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/>[7 ตุลาคม 2559]
- พิชัย สมบูรณ์วงศ์. ม.ป.ป.การเก็บเกี่ยวข้าวอย่างถูกวิธี.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:<http://research.rae.mju.ac.th/raebase/index.php/knowledge/>[5 กันยายน 2559]
- พิรสิทธิ์ ทวยนาค. และคณะ. 2557.การทบทวนพัฒนาการของการลดความชื้นข้าวเปลือกในทางอุตสาหกรรม. วารสารวิศวกรรมศาสตร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไพรวัลย์ วงศ์ดี. 2554.ความชื้นในข้าวเปลือก.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <https://www.gotoknow.org>[5 ตุลาคม 2559]
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้ . 2556. พลังงานชีวมวล. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.energyvision.co.th>[5 พฤศจิกายน 2559]
- มีงสรรพ์ ขาวสะอาด.2545. การเกี่ยวเก็บข้าว-วิธีการเกี่ยวข้าว.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.openbase.in.th/node/7053>[5 กันยายน 2559]
- เรณู โพธิวัฒน์. มปป. วัสดุแกลบ. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://dvec.vec.go.th/Portals/43/Doc/%E0%B5%E0%B9%88%E0%B8%9B%E0%B8%B4%E0%B9%8A%E0%B8%81.pdf>[5 กันยายน 2559]
- วิไลภรณ์ ชนกล้าชัย. 2543. การปลูกข้าวหอมมะลิ 105. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book%20PDF/rice/r009.pdf>[5 กันยายน 2559]
- วทัญญู ชัยวัฒน์พงศกร. 2544. การรักษาคุณภาพข้าวเปลือกขึ้นโดยการอบแห้งและการระบายอากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิศวกรรมเกษตร.มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี[5 กันยายน 2559]
- วิบูลย์ เทเพนทร์. 2553. เครื่องลดความชื้นเมล็ดพืชที่ผลิตในประเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.doa.go.th/aeri/files/KM/moisture%201.pdf>[5 กันยายน 2559]
- วิบูลย์ เทเพนทร์. มปป. การลดความชื้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://kasetinfo.arda.or.th/arda/rice/?page_id=487[5 กันยายน 2559]
- วิเชียร ดวงสีเสน 2555. การศึกษาการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุน วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร. มหาวิทยาลัยสุรนารี
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ม.ป.ป. เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/2012371026231.pdf>[5 กันยายน 2559]
- สำนักงานการค้าระหว่างประเทศ. 2559. สถานการณ์ข้าวไทยเดือนกุมภาพันธ์ 2559 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ricethailand.go.th/web/home/images/situation/MonthlyReport/16-02-no.2.pdf>[5 กันยายน 2559]
- สมชาย ชวนอุดม, 2552. ความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ โดยใช้แรงงานคนในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?alD=35>[5 กันยายน 2559]
- สำนักงานเขตคลองสามวา. 2559. ประชุมคณะกรรมการศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำแขวงทรายกองดิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.bangkok.go.th/khlongsamwa/page/sub/> [20 ตุลาคม 2559]
- สุชาติ ธนสุขประเสริฐ. 2554. การศึกษาการอบแห้งด้วยเทคนิคแบบกระแสน. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.สาขาเทคโนโลยีอุณหภาพมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี[5 ตุลาคม 2559]
- สุระ ตันตี. 2553. คุณลักษณะของการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่อง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://expertfinder.nrms.go.th/tnrr_exfi/ui/profile.php?uid=24327[12 ตุลาคม 2559]
- สุภา บุญดี .มปป. เตาแก๊สชีวมวลแกลบ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.siambioenergy.com>[5 มกราคม 2559]



ภาคผนวก ก.

การศึกษาความเร็วลมที่มีผลต่อการเผาไหม้เตาแก๊สชีวมวลแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ระดับความเร็วลมของแรงดันไฟฟ้าของพัดลม DC

ระดับแรงดันไฟฟ้า(โวลต์)	ระดับความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)						ค่าเฉลี่ย
4.5	2.45	2.4	2.7	2.37	2.39	2.46	
6	3.37	3.46	3.45	3.42	3.43	3.43	
7.5	3.56	3.55	3.58	3.58	3.6	3.57	
9	4.59	4.7	4.58	4.68	4.8	4.67	
12	5.19	5.02	5.03	5.1	5.14	5.10	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1

เวลา(น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
18:14	0:00	29.6	37.3	30.1	เริ่มจุดเตา
18:15	0:01	29.6	52.2	30.1	เปลวไฟเริ่มติด
18:15	0:02	29.7	445.6	30.2	ปิดฝาเตา
18:16	0:03	30	467.5	33.1	เปลวไฟบนฝาเตาสูงขึ้น
18:17	0:04	29.6	482.5	162.9	
18:18	0:05	29.7	566.8	187.7	
18:19	0:06	29.6	535.7	219	
18:20	0:07	29.6	596.5	257.9	
18:21	0:08	30.3	447.6	306.1	
18:22	0:09	30.2	552.2	347.7	
18:23	0:10	29.6	546	380.7	
18:24	0:11	29.9	550.7	390.6	
18:25	0:12	29.5	453.5	383.1	
18:26	0:13	29.7	606.6	377	เปลวไฟเปลี่ยนสีเป็นสีส้มปนฟ้า
18:27	0:14	29.9	483.8	790.2	
18:28	0:15	29.8	498.7	764.4	
18:29	0:16	29.6	577.6	709.5	
18:30	0:17	29.8	568.4	672.9	
18:31	0:18	29.6	643.2	641.5	
18:32	0:19	29.6	625.2	618.2	
18:33	0:20	30	522.9	603.8	เปลวไฟเปลี่ยนสีเป็นสีส้มปนแดง
18:34	0:21	29.8	572.8	637.4	
18:36	0:22	29.5	679.7	831.9	
18:37	0:23	29.5	629.6	1134.1	เปลวไฟเปลี่ยนสีเป็นสีใส
18:38	0:24	30.3	593.8	1266	เปลวไฟกลับมาเป็นสีเดิม(ส้มแดง)
18:39	0:25	29.5	609.3	785.8	
18:40	0:26	29.5	588.3	430.4	
18:41	0:27	29.3	634.3	231	
18:42	0:28	29.6	528.8	291.3	
18:43	0:29	30	519.6	156.9	เปลวไฟเบาลง
18:44	0:30	29.6	457.4	248.2	เปลวไฟค่อยๆดับลง
18:45	0:31	29.5	205.1	243.9	เปลวไฟดับลง
18:46	0:32	29.4	239.4	410.5	เปลวไฟบนฝาเตาติดอีกครั้ง
18:47	0:33	29.5	601.1	69.6	
18:48	0:36	29.5	532.2	48.3	
18:49	0:35	29.6	445.6	35.2	
18:50	0:36	29.4	342.7	31.9	เปลวไฟบนฝาเตาดับลง
18:51	0:37	29.4	292.3	31.2	ถ่านในเตายังติดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
18:53	0:39	29.5	206.7	31.3	
18:54	0:40	29.4	204.3	31.3	
18:55	0:41	29.3	190.5	41.5	
18:56	0:42	29.5	122.7	42.4	
18:57	0:43	29.4	105.6	42.3	
18:58	0:44	29.3	76.8	41.2	
18:59	0:45	29.3	84.2	37.8	
19:00	0:46	29.3	66	34	ถ่านในเตาดับลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2

เวลา (น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
20:10	0:00	28.0	30.7	29.5	จุดไฟบนเตา
20:11	0:01	28.1	88.7	30.3	เปลวไฟเริ่มติด
20:12	0:02	28.2	103.2	29.1	ปิดฝาเตา
20:13	0:03	28.2	367.3	31.6	มีควันออกมาจากเตาเล็กน้อย
20:14	0:04	28.2	543.4	30	
20:15	0:05	28.2	747.5	34.4	
20:16	0:06	28.2	716.1	33.9	
20:17	0:07	28.2	660.3	34.6	
20:18	0:08	28.2	647	37.4	
20:19	0:09	28.5	601.3	38.3	เปลวลดลงเล็กน้อย
20:20	0:10	28.2	613	40.1	เปลวลดลงและเปลี่ยนสีฟ้าปนส้ม
20:21	0:11	28.2	594.8	43.3	
20:22	0:12	28.3	620.5	177.2	
20:23	0:13	28.2	606.5	367.8	
20:24	0:14	28.7	617.3	874	
20:25	0:15	28.1	597.1	860.2	เปลวไฟกลับมาเป็นสีเดิม(ส้มแดง)
20:26	0:16	28.2	591.3	809.4	
20:27	0:17	28.2	588.5	752.9	
20:28	0:18	28.4	533.2	702.6	
20:29	0:19	29.0	574.7	668.3	
20:30	0:20	28.5	566.1	653.7	
20:31	0:21	28.2	577.6	631.4	
20:32	0:22	28.3	531.3	618.2	
20:33	0:23	28.3	247.4	674.5	
20:34	0:24	28.2	230.2	798.3	เปลวไฟบนเตาดับลง
20:35	0:25	28.3	541.8	1002.3	เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง
20:36	0:26	28.2	403.9	1170.1	
20:37	0:27	28.3	396.7	562.8	
20:38	0:28	28.2	319.1	390.1	
20:39	0:29	28.6	307.2	256.0	
20:40	0:30	28.1	294.8	167.8	เปลวไฟบนเตาดับลง
20:41	0:31	28.2	256	111.9	
20:42	0:32	28.1	222.6	77.5	
20:43	0:33	27.9	197	59.9	
20:44	0:34	28.0	176.3	50.6	
20:45	0:35	28.0	160.3	45.9	
20:46	0:36	27.9	137.9	43.3	
20:47	0:37	27.9	129.8	41.7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม./น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
20:48	0:38	28	122	40.3	
20:49	0:39	28.1	106.2	39	
20:50	0:40	28	59	35.5	
20:51	0:41	28	41.5	34.9	
20:52	0:42	27.9	37.4	34.9	
20:53	0:43	27.8	35.5	35.8	ถ่านในเตาดับสนิท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 2.46 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3

เวลา(น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
21:09	0:00	28	39.7	29.5	จุดเตาชีวมวลกลับ
21:10	0:01	28	42	29.5	เกิดเปลวบนเตา
21:11	0:02	28.1	149	30.3	เปิดฝาเตา
21:12	0:03	28.2	438.1	29.1	
21:13	0:04	28.2	517.6	31.6	
21:14	0:05	28.2	567.8	30	
21:15	0:06	28.2	557.6	34.4	
21:16	0:07	28.2	648.9	33.9	
21:17	0:08	28.2	593.1	34.6	
21:18	0:09	28.2	666.6	37.4	
21:19	0:10	28.5	610.6	38.3	
21:20	0:11	28.2	693.2	40.1	
21:21	0:12	28.2	565.9	43.3	
21:22	0:13	28.3	715.1	177.2	
21:23	0:14	28.2	754.1	367.8	
21:24	0:15	28.7	742.4	874	
21:25	0:16	28.1	689.1	860.2	เปลวไฟลดลงเปลี่ยนเป็นสีฟ้า ม่วง
21:26	0:17	28.2	479.9	809.4	เปลวไฟเปลี่ยนเป็นสีแดง(ส้ม แดง)
21:27	0:18	28.2	646.1	752.9	
21:28	0:19	28.4	685.4	702.6	
21:29	0:20	29	665.7	668.3	
21:30	0:21	28.5	688.4	653.7	
21:31	0:22	28.2	672.5	631.4	
21:32	0:23	28.3	746.5	618.2	
21:33	0:24	28.3	686.4	674.5	
21:34	0:25	28.2	669.3	798.3	
21:35	0:26	28.3	691.2	1002.3	
21:36	0:27	28.2	718.3	1170.1	
21:37	0:28	28.3	614.8	562.8	
21:38	0:29	28.2	205.5	390.1	เปลวไฟบนเตาดับลง
21:39	0:30	28.6	177.3	256	
21:40	0:31	28.1	147.4	167.8	
21:41	0:32	28.2	549.9	111.9	เปลวไฟบนเตาติดอีกครั้ง
21:42	0:33	28.1	529.8	77.5	
21:43	0:34	27.9	199	59.9	เปลวไฟบนเตาดับลง
21:44	0:35	28	60	50.6	
21:45	0:36	28	49.7	45.9	
21:46	0:37	27.9	58.8	43.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

เวลา(น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
21:47	0:38	27.9	50.9	41.7	ถ่านในเตาดับสนิท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1

เวลา(น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
21:44	0:00	29.8	31.6	30.4	จุดเตา
21:45	0:01	30	400.6	30.5	เกิดเปลวไฟบนเตา
21:46	0:02	29.9	636.4	29.9	เปิดฝาเตา
21:47	0:03	30	668.9	29.2	
21:48	0:04	30.1	713.7	28.8	
21:49	0:05	30.3	669.5	28.9	
21:50	0:06	30	514.8	33.4	เปลวไฟเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้า ส้ม
21:51	0:07	30	674.1	37.4	
21:52	0:08	30.1	668.3	41.8	
21:53	0:09	29.9	594.8	49	
21:54	0:10	30.8	624.4	826	
21:55	0:11	29.9	606.9	892.3	
21:56	0:12	30.5	655.7	822.2	
21:57	0:13	30.3	635.9	775.5	
21:58	0:14	31.1	668.3	741.2	
21:59	0:15	29.8	669.6	707.1	เปลวไฟเปลี่ยนสีกลับเดิม(ส้ม แดง)
22:00	0:16	30.3	533.6	697.2	
22:01	0:17	30.1	423.3	669.5	
22:02	0:18	31	345	664.2	
22:03	0:19	29.2	191.5	789	เปลวไฟบนเตาดับลง
22:04	0:20	29.5	294.7	854	เปลวไฟบนเตาดับอีกครั้งเล็กน้อย
22:05	0:21	31.5	282.8	927.4	
22:06	0:22	29.7	257.1	1012.8	
22:07	0:23	29.6	277	1034.5	
22:08	0:24	30	282.4	859	
22:09	0:25	29.6	279.6	266.1	
22:10	0:26	29.6	214.6	70.3	
22:11	0:27	29.4	140.9	53.6	เปลวไฟบนเตาดับลง
22:12	0:28	29	111.5	48.9	
22:13	0:29	29.3	95.8	45.4	
22:14	0:30	29.2	85	42.8	
22:15	0:31	29.2	69.1	40.8	
22:16	0:32	29.1	42.6	39.1	ถ่านในเตาดับสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
22:24	0:00	28.7	34.0	29.6	จุดเตา
22:25	0:01	28.7	52.5	30.2	เกิดเปลวไฟติดเล็กน้อย ไม่มีควัน
22:26	0:02	28.8	661.3	44.2	เปลวไฟเปลี่ยนสี(ฟ้า ส้ม)
22:27	0:03	28.8	702	65.3	
22:28	0:04	28.9	689.5	68.9	
22:29	0:05	29	696.2	73.5	
22:30	0:06	28.6	663.9	78.9	
22:31	0:07	29.4	646.7	98.9	
22:32	0:08	28.9	638.3	100.5	
22:33	0:09	31	695.3	100.9	
22:34	0:10	29.8	615.9	103	
22:35	0:11	29	620.1	105	
22:36	0:12	29.2	675.0	110.9	
22:37	0:13	29.2	618.2	328.6	
22:38	0:14	29.2	649.5	831.5	
22:39	0:15	29.3	568.2	754.5	
22:40	0:16	29.0	647.7	712.1	
22:41	0:17	29.2	619.8	688.4	
22:42	0:18	29.4	613.2	659	
22:43	0:19	29.5	603.5	923	เปลวไฟเปลี่ยนสี(ส้ม แดง)
22:44	0:20	29.3	610.8	833	
22:45	0:21	29.3	398.7	697.7	
22:46	0:22	29.3	524	475.2	
22:47	0:23	29.3	540.7	347	
22:48	0:24	29.3	573.4	131.8	
22:49	0:25	29.3	441.9	71.2	เปลวไฟบนเตาใกล้จะดับ
22:50	0:26	29.3	296.3	52.6	เปลวไฟบนเตาดับลง
22:51	0:27	29.3	256	47.7	ถ่านในเตาใกล้จะดับ
22:52	0:28	29.3	209.9	44.9	
22:53	0:29	29.2	176.3	43.1	
22:54	0:30	29.3	157.7	42	
22:55	0:31	29.2	88.3	33.4	
22:56	0:32	29.2	61.4	32.3	
22:57	0:33	28.9	70.1	33.1	
22:58	0:34	28.9	64.4	30.4	ถ่านในเตาดับสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 3.57 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3

เวลา (น.)	เวลาดทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
18:05	0:00	31.4	31.6	31.2	จุดเตา
18:06	0:01	31.4	575.2	32.9	เกิดเปลวไฟบนเตา
18:07	0:02	31.6	613.5	53.6	เปิดฝาเตา
18:08	0:03	31.4	608.3	90.3	
18:09	0:04	31.4	561.8	112.7	
18:10	0:05	31.4	534.4	140.6	
18:11	0:06	31.5	533.3	167.4	
18:12	0:07	31.6	512	168.8	
18:13	0:08	31.8	509.6	179.3	
18:14	0:09	31.6	511.9	172.8	
18:15	0:10	31.8	501.1	163.8	
18:16	0:11	31.7	511.2	188.3	
18:17	0:12	31.6	508.2	253.2	
18:18	0:13	31.9	475.2	754.3	
18:19	0:14	31.9	458.9	640.4	
18:20	0:15	32.3	442.6	580.9	
18:21	0:16	32.5	436.5	572.6	
18:22	0:17	31.8	423.3	560.8	เปลวไฟดับลง
18:23	0:18	31.6	423.7	541.5	
18:24	0:19	31.8	411.8	531.1	
18:25	0:20	31.9	397.5	545.8	
18:26	0:21	31.8	382.6	533.0	
18:27	0:22	31.8	689.1	556.7	เปลวไฟติดอีกครั้ง
18:28	0:23	31.7	687.6	594.1	
18:29	0:24	31.8	753.8	637.4	
18:30	0:25	32	727.4	534.5	
18:31	0:26	31.7	510.3	513.2	
18:32	0:27	32	441	493.7	
18:33	0:28	31.7	435.6	455.5	
18:34	0:29	31.7	398.0	444.6	เปลวไฟดับลง
18:35	0:30	31.9	334.4	398.2	
18:36	0:31	31.6	208.6	350.4	
18:37	0:32	31.6	201.8	288.1	
18:38	0:33	31.5	160.1	227.3	
18:39	0:34	31.4	134.6	173	
18:40	0:35	31.5	111.6	134.6	
18:41	0:36	31.6	88.3	90	
18:42	0:37	31.6	61.4	71.2	ถ่านในเตาดับสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 1

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
23:33	0:00	28.5	41.7	31.2	จุดเตา
23:34	0:01	29.0	264.8	37.7	เกิดเปลวไฟบนเตา มีควันเล็กน้อย
23:35	0:02	28.5	831.9	47.0	
23:36	0:03	28.5	787.8	44.2	
23:37	0:04	28.9	752.3	39.3	
23:38	0:05	29	768.6	972	
23:39	0:06	28.6	763.1	842.6	
23:40	0:07	28.5	755.1	772.3	
23:41	0:08	28.3	785.5	740.3	
23:42	0:09	28.3	790.8	713	
23:43	0:10	28.5	827.9	935.4	
23:44	0:11	28.8	812.1	669.8	
23:45	0:12	28.7	797.2	361.1	
23:46	0:13	28.2	752.3	187.7	
23:47	0:14	28.1	378.2	117	มีควันออกใต้ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง
23:48	0:15	28.2	446.5	80.1	เปลวไฟค่อยๆดับลง ควันหายไป
23:49	0:16	28.7	336.5	58.1	
23:50	0:17	28.1	271.3	50.5	
23:51	0:18	28.3	216.9	46.8	
23:52	0:19	28.6	176.7	44.3	เปลวไฟดับลง
23:53	0:20	28.8	153.3	42.3	
23:54	0:21	28.8	127	40.9	
23:55	0:22	28.9	115.4	39.6	
23:56	0:23	28.9	110.5	35.4	
23:57	0:24	29	98.1	33.1	ถ่านในเตาใกล้จะดับ
23:58	0:25	29.1	84.7	32.6	
23:59	0:26	29.1	77.0	31.7	ถ่านในเตาดับสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
0:44	0:00	28.8	38.3	30.1	จุดเตา
0:45	0:01	28.8	69.0	32.3	มีควันออกจากบนเตา
0:46	0:02	28.8	123.3	29.6	เกิดเปลวไฟบนเตา(ควันหายไป)
0:47	0:03	29.1	529.8	34	ปิดฝาเตา
0:48	0:04	29.1	531.7	38.5	
0:49	0:05	29	499.3	42.8	
0:50	0:06	29.1	584	43.6	
0:51	0:07	29	547.2	55.8	
0:52	0:08	29.2	589.2	78.3	
0:53	0:09	28.9	665.2	75.4	
0:54	0:10	29.3	717.9	905.3	
0:55	0:11	29.2	704.6	860.1	
0:56	0:12	29.2	732.5	768.8	
0:57	0:13	29.2	680.9	723	
0:58	0:14	29	790.4	684.3	
0:59	0:15	28.9	779.4	673.1	
1:00	0:16	29	709.9	654.9	
1:01	0:17	29.1	492	820.3	
1:02	0:18	29.2	380.6	997.1	
1:03	0:19	29	444.2	915.2	เปลวไฟดับลง
1:04	0:20	29.2	516.3	966.1	
1:05	0:21	29.1	462	797.5	
1:06	0:22	28.8	453.9	758	
1:07	0:23	29.2	350	386.3	
1:08	0:24	29	282.3	198.2	
1:09	0:25	28.8	264.1	136.4	
1:10	0:26	28.7	214.3	104.3	
1:11	0:27	28.8	151.7	79.5	
1:12	0:28	29	117.7	67.2	ถ่านในเตาดับสนิท
1:13	0:29	28.8	93	44.9	

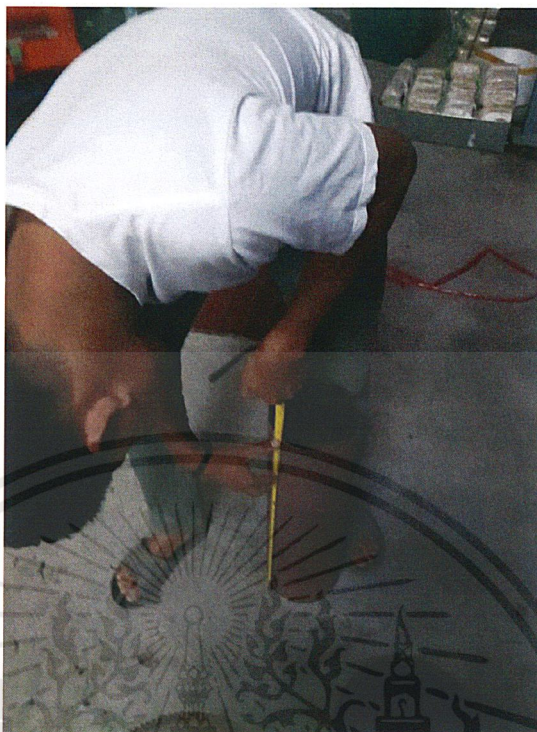
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของความเร็วลม 5.09 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		อากาศ	ปากเตา	ท่อเผาไหม้เชื้อเพลิง	
1:15	0:00	28.4	31.5	30.9	จุดเตา
1:16	0:01	28.4	61.1	33.3	เกิดเปลวไฟบนเตา
1:17	0:02	28.5	144.2	48.6	ปิดฝาเตา
1:18	0:03	28.6	742.7	52.2	
1:19	0:04	28.3	790.1	60.8	
1:20	0:05	28.5	674.0	62.0	
1:21	0:06	28.5	655.3	753.5	
1:22	0:07	28.6	727.2	963	
1:23	0:08	28.8	701.9	893.2	
1:24	0:09	28.7	708.0	839.7	
1:25	0:10	28.7	619	787.5	
1:26	0:11	28.7	617.4	747	
1:27	0:12	28.6	603.4	712.1	
1:28	0:13	28.5	661.2	736.6	
1:29	0:14	28.3	616.8	881.9	
1:30	0:15	28.5	340.3	1146.4	
1:31	0:16	28.3	356.8	775.2	
1:32	0:17	28.3	302.3	402.4	
1:33	0:18	28.5	233.5	333.1	
1:34	0:19	28.4	201	260	เปลวไฟดับลง
1:35	0:20	28.5	168.1	138.7	
1:36	0:21	28.5	147.1	68.3	
1:37	0:22	28.3	123.8	73.8	
1:38	0:23	28.6	121.3	59.7	
1:39	0:24	28.6	105.2	53.0	
1:40	0:25	28.7	87.9	55.0	
1:41	0:26	28.7	54.1	75.2	
1:42	0:27	28.5	52.7	43.3	
1:43	0:28	28.1	46.4	22.7	ถ่านในเตาดับลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการในการศึกษาความเร็วมที่มีผลต่อการเผาไหม้



ภาพที่ ก.1 วัดพื้นที่ในการเผาไหม้



ภาพที่ ก.2 วัดความเร็วมของพัลลวม dc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.3 ชั่งน้ำหนักแกลบเชื้อเพลิง

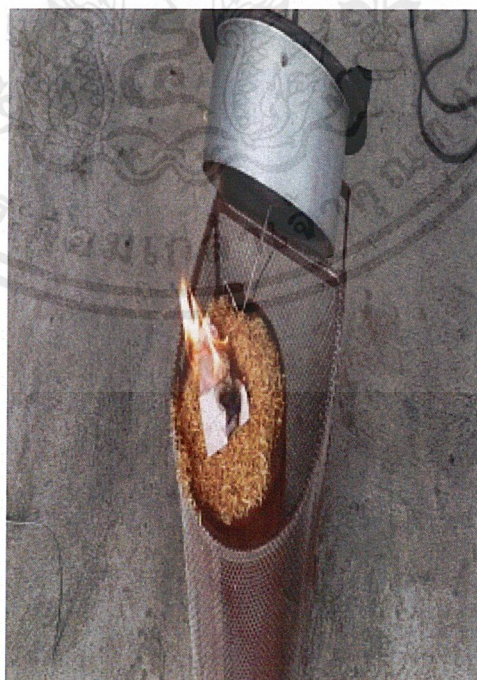


ภาพที่ ก.4 บรรจุแกลบเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.5 ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลเข้ากับเตาแก๊สซีวมวลแกลบและเครื่องวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ ก.6 จุดไฟหน้าเตาแก๊สซีวมวลแกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.7 เพื่อบันทึก อุณหภูมิ เวลา เหตุการณ์ ของเปลวไฟบนเตาแก๊สซีววมวลกลบ



ภาพที่ ก.8 เมื่อจบกระบวนการเผาไหม้ทำการชั่งน้ำหนักซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาพื้นที่ในการเผาไหม้

จากสูตร

$$\text{พท.} = \pi r^2 h \text{ (ตารางเมตร)} \quad (3.3)$$

$$= 3.14 \times 13.85^2 \text{ (เซนติเมตร)} \times 50 \text{ (เซนติเมตร)}$$

$$= 30116.13 \text{ (ตารางเซนติเมตร)} \times \frac{1 \text{ (ตารางเซนติเมตร)}}{10000 \text{ (ตารางเมตร)}}$$

$$= 3.01 \text{ (ตารางเมตร)}$$

การคำนวณปริมาณอัตราการไหลของอากาศ

จากสูตร

$$Q = VA \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)} \quad (3.4)$$

$$Q = 2.46 \text{ เมตรต่อวินาที} \times 3.01 \text{ ตารางเมตร}$$

$$Q = 7.40 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$$

การคำนวณหาค่าอัตราการใช้แก๊สเชื้อเพลิง

จากสูตร

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{น้ำหนักแก๊ส} - \text{น้ำหนักซีเ็ก้า}}{\text{เวลา}} \text{ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)} \quad (3.6)$$

$$= \left(\frac{1 - 0.2 \text{ กก.}}{43 \text{ นาที}} \times \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชม.}} \right)$$

$$= 1.12 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

การศึกษาความเป็นไปได้ในการอบข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเตาแก๊สชีวมวล
แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลกลบ การทดลองที่ 1

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
		อากาศ	เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลบ	หม้อถังโรตารี		
23:10	0:00	28.2	30.2	32.6	31.0	จุดเตา รอบ 1
23:11	0:01	28.2	690.9	210.0	34.6	เกิดเปลวหน้าเตา
23:12	0:02	30.5	912.5	207.4	39.4	ครบปล่องควมร้อน
23:13	0:03	27.8	959.7	219.6	37.0	ป้อนข้าวเปลือก 1
23:14	0:04	28.8	976.9	229.2	41.0	
23:15	0:05	29.0	980.3	234.8	41.5	
23:16	0:06	28.9	991.5	236.3	41.0	ป้อนข้าวเปลือก 2
23:17	0:07	30.5	1134.4	242.4	41.2	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
23:18	0:08	29.1	1008.2	243.5	40.7	ป้อนข้าวเปลือก 3
23:19	0:09	29.0	910.2	201.7	43.8	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 1
23:20	0:10	28.9	865.6	174.4	39.5	ป้อนข้าวเปลือก 4
23:21	0:11	28.7	750.7	107.5	39	
23:22	0:12	29.3	644.2	97.0	40.6	ป้อนข้าวเปลือก 5
23:23	0:13	28.2	598.2	91.7	40.7	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 2
23:24	0:14	28.2	444.3	83.8	37.8	ป้อนข้าวเปลือก 6
23:25	0:15	28.2	454.3	81.0	37.8	
23:26	0:16	28.2	498.5	79.1	36.2	
23:27	0:17	29.8	516.4	94.7	38.3	ป้อนข้าวเปลือก 7
23:28	0:18	28.4	653.2	108.4	37.8	
23:29	0:19	28.4	631.7	102.3	37.1	ป้อนข้าวเปลือก 8
23:30	0:20	28.6	582.3	84.3	36.8	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 3
23:31	0:21	28.3	670.5	121.8	39.9	ป้อนข้าวเปลือก 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				เหตุการณ์
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
23:32	0:22	29.8	436.5	74.7	40.4	40.7	
23:33	0:23	28.6	420.5	69.2	37.7	39	ป้อนข้าวเปลือก 10
23:34	0:24	28.4	376.2	57.9	38.8	38.5	ป้อนข้าวเปลือก 11
23:35	0:25	28.4	355.6	57.2	38.6	36.3	
23:36	0:26	28.2	334.2	62.2	40.4	37.1	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 4
23:37	0:27	29.5	278.7	70.6	42.8	39.9	ป้อนข้าวเปลือก 12
23:38	0:28	28.3	234.7	77.6	42.6	39.4	
23:39	0:29	28.2	280.9	85.2	42.6	38.6	
23:40	0:30	28	234.4	89.8	43.7	38.3	ป้อนข้าวเปลือก 13
23:41	0:31	27.6	285.5	86.3	41.7	37.7	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 5
23:42	0:32	29.4	297.3	88.8	41.8	37.2	
23:43	0:33	28.1	200.5	81.0	39.3	36.6	
23:44	0:34	28.3	194.2	80.0	39.6	35.9	
23:45	0:35	28.2	180	83.1	41.9	37.7	
23:46	0:36	28	96.2	82.3	41.5	36.2	
23:47	0:37	29.6	98.5	74.4	40.7	36.2	
23:48	0:38	28.1	82.7	70.5	39.9	35.4	
23:49	0:39	28.4	84.5	63.4	38.6	35	ข้าวไหลจากถังโรตารีจนหมด
23:50	0:40	28.4	78.5	58.6	36.6	34.9	พัก
23:51	0:41	28	69.9	54.8	36.1	35	
23:52	0:42	29.8	50.6	46.8	37.3	35.6	
23:53	0:43	28.3	45.8	40.5	35.5	32.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				เหตุการณ์
		อากาศ	แปลงไพบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังไรตารี	กลางถังไรตารี	
23:54	0:44	28.5	43.2	41.8	35.4	32.4
23:55	0:45	28.6	31.2	28.8	28.7	28.2
23:56	0:46	27.9	247.1	37.9	28	27.7
23:57	0:47	27.7	238.7	47.9	27.9	27.6
23:58	0:48	28.9	224.7	44.9	31	30.8
23:59	0:49	27.7	288.9	41.2	35.1	34.9
0:00	0:50	27.7	294.4	56.3	36.8	37.2
0:01	0:51	27.7	285.5	58.5	36.8	35.7
0:02	0:52	27.2	326.3	56.6	37.9	34.2
0:03	0:53	28.7	355.6	63.2	38.2	35.6
0:04	0:54	27.4	334.2	55.5	37	36.3
0:05	0:55	27.5	407.3	56.1	37.7	37.8
0:06	0:56	27.5	420.5	59.4	36.1	36.4
0:07	0:57	27.5	459.8	68.6	36.5	36.1
0:08	0:58	28.8	520.1	68.2	36	35.2
0:09	0:59	27.7	563.7	84.2	35.5	34
0:10	1:00	27.6	580.5	77.2	37.3	35.8
0:11	1:01	27.7	589.3	83.7	37.2	36.4
0:12	1:02	27.5	604.5	79.6	37	34.5
0:13	1:03	28.7	712.8	93.5	38.8	36
0:14	1:04	27.7	661	72.8	38	36.2
0:15	1:05	28	468.6	76	39.9	37.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิจาน้ำดื่ม (องศาเซลเซียส)			อากาศ	ผลผลิต (กิโลกรัม)			หมายเหตุ
		เปิดไฟบนเตา	หม้อต้ม	กลางถึงโรตารี		หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี	ท้ายถึงโรตารี	
0:16	1:06	352.7	67.5	38.2	27.7	352.7	67.5	38.2	35.9
0:17	1:07	294.5	67.5	38.7	27.8	294.5	67.5	38.7	36.5
0:18	1:08	247.6	68.8	38.6	29	247.6	68.8	38.6	36.7
0:19	1:09	206.7	64.9	39.8	27.9	206.7	64.9	39.8	39
0:20	1:10	204.2	67.1	41.1	27.7	204.2	67.1	41.1	38.1
0:21	1:11	209.2	88.9	40.8	27.6	209.2	88.9	40.8	37.3
0:22	1:12	186.3	82.6	42.2	27.5	186.3	82.6	42.2	38.8
0:23	1:13	157.7	59.8	39.8	29.1	157.7	59.8	39.8	35.7
0:24	1:14	98.3	63.7	38.3	27.8	98.3	63.7	38.3	34.7
0:25	1:15	91.9	49.2	39.3	28.1	91.9	49.2	39.3	35.7
0:26	1:16	80.1	50.5	37.9	27.8	80.1	50.5	37.9	35.2
0:27	1:17	87.4	43.1	37.5	27.5	87.4	43.1	37.5	34.9
0:28	1:18	75.6	44.9	37.1	29.1	75.6	44.9	37.1	35.5
0:29	1:19	73.4	49.5	37	27.8	73.4	49.5	37	34.4
0:30	1:20	67.5	43.1	37.5	27.8	67.5	43.1	37.5	34.9
0:31	1:21	66.5	50.5	37.9	28.1	66.5	50.5	37.9	35.2
0:32	1:22	68.2	43.1	37.5	27.6	68.2	43.1	37.5	34.9
0:33	1:23	64.9	44.9	37.1	29.1	64.9	44.9	37.1	35.5
0:34	1:24	62.5	49.5	37	27.9	62.5	49.5	37	34.4
0:35	1:25	40.1	30.6	28.9	28.2	40.1	30.6	28.9	28.2
0:36	1:26	493.7	37.9	30.2	27.2	493.7	37.9	30.2	29.1
0:37	1:27	384.3	47.9	29.2	28.7	384.3	47.9	29.2	28.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกวดค้า
 ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			แปลนไฟบนเตาชีวมวลแกลบ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
0:38	1:28	27.4	406.7	54.9	28.9	28.3	
0:39	1:29	27.5	496.6	58.6	28.9	28.2	ป้อนข้าวเปลือก 24
0:40	1:30	27.5	572.5	60.6	29.0	28.7	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 11
0:41	1:31	27.7	587.6	60.4	34.5	34.1	ป้อนข้าวเปลือก 25
0:42	1:32	27.6	567.8	65.2	36.8	35.2	ป้อนข้าวเปลือก 26
0:43	1:33	27.5	557.6	56.8	36.5	34.1	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
0:44	1:34	27.5	586.3	66.9	37.0	37.1	ป้อนข้าวเปลือก 27
0:45	1:35	28.8	593.1	65	37.8	38.5	ป้อนข้าวเปลือก 28
0:46	1:36	27.7	631.7	102.4	39.3	40.2	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 12
0:47	1:37	27.6	600.5	100.8	39.6	40.8	
0:48	1:38	27.7	497.2	82	39.9	40.1	
0:49	1:39	27.5	487.3	73.8	40.1	39.2	ป้อนข้าวเปลือก 29
0:50	1:40	28.7	518.7	88.7	41.2	40.4	
0:51	1:41	27.7	686.6	122.7	41.7	41.8	ป้อนข้าวเปลือก 30
0:52	1:42	28	600.3	92.2	40.4	39.6	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 13
0:53	1:43	27.7	635.7	102.4	41.2	39.9	
0:54	1:44	27.8	629.6	101.6	41	39.1	
0:55	1:45	29.0	612.2	93.1	41.1	39.6	ป้อนข้าวเปลือก 31
0:56	1:46	27.9	564.4	78.4	40.4	38.9	
0:57	1:47	27.7	580	82.3	39.8	38.0	ป้อนข้าวเปลือก 32
0:58	1:48	27.6	492.1	80.1	39.3	36.8	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 14
0:59	1:49	27.5	464.4	74.9	39.4	36.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิจน ต่ำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			แปลงไฟบนเตาชีวมวลแกลบ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
1:00	1:50	29.1	418.7	84.5	39.1	35.5	
1:01	1:51	27.8	396.8	77.5	40	38.4	
1:02	1:52	28.1	372.7	82.3	40.3	39.4	
1:03	1:53	27.8	282.1	83.7	41.2	38.1	
1:04	1:54	27.5	204.3	79.3	41.2	38.5	ส้มตัวอย่างข้างเปลือก 15
1:05	1:55	29.1	198.1	59	39.9	36.3	
1:06	1:56	27.8	184.3	61.8	40	36.7	
1:07	1:57	27.8	109.8	50.6	38.6	34.9	ข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด พัก
1:08	1:58	28.1	99.3	47.3	38.6	36.0	
1:09	1:59	27.6	99.5	49.2	39.1	35.7	
1:10	2:00	29.1	92.7	49.0	39.1	35.7	
1:11	2:01	27.9	85.6	47.5	38.3	36.5	
1:12	2:02	28.2	86.8	49.9	36.7	34.9	
1:13	2:03	28	37.6	30.7	30.1	28.4	จุดเตารอบ 4
1:14	2:04	28	436.2	30.1	29.7	28.3	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
1:15	2:05	29.2	541.9	47.3	33.5	31.4	ครอบบดสองความร่อน
1:16	2:06	28	620.2	99.8	36.2	35.2	ป้อนข้าวเปลือก 33
1:17	2:07	27.9	754.3	180.1	41.2	37.8	
1:18	2:08	27.9	598.6	183.6	40.1	38.9	ป้อนข้าวเปลือก 34
1:19	2:09	27.7	589.4	185.9	38.8	37	ป้อนข้าวเปลือก 35
1:20	2:10	29.3	590.2	189.7	49.6	39	ส้มตัวอย่างข้างเปลือก 16
1:21	2:11	27.9	545	139.5	37.4	39.7	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				เหตุการณื
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
1:22	2:12	27.9	534.0	116.9	37.3	35.9	ป้อนข้าวเปลือก 36
1:23	2:13	27.9	620.2	199.8	38.6	37.9	
1:24	2:14	27.6	852.5	202.6	38.4	39.8	ป้อนข้าวเปลือก 37
1:25	2:15	27.9	850.9	208.9	37.5	40.6	ป้อนข้าวเปลือก 38
1:26	2:16	29.5	852.1	208.8	38.0	40.4	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 17
1:27	2:17	28.1	842.5	207.7	39.0	41.5	
1:28	2:18	28.0	750.3	180.1	39.1	41.1	
1:29	2:19	28.9	780.3	191.3	38.3	39.4	ป้อนข้าวเปลือก 39
1:30	2:20	29.1	660.2	153.0	37.3	37.7	
1:31	2:21	27.9	750.1	180.1	37.5	38.2	ป้อนข้าวเปลือก 40
1:32	2:22	27.9	546	137.8	36.5	35.9	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 18
1:33	2:23	28.0	664.3	152.5	35.8	36.0	ป้อนข้าวเปลือก 41
1:34	2:24	27.9	579.2	144.1	35.6	35.4	
1:35	2:25	29.2	560.5	135.6	36.3	35.0	ป้อนข้าวเปลือก 42
1:36	2:26	28.0	632.9	125.5	35.5	35.4	
1:37	2:27	28.0	578.7	111.6	36.3	35.0	ป้อนข้าวเปลือก 43
1:38	2:28	23.7	579.2	159.7	36.7	36.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 19
1:39	2:29	24.9	560.1	151.6	39.1	37.8	
1:40	2:30	24.2	476.6	89.7	36.7	35.4	ป้อนข้าวเปลือก 44
1:41	2:31	28.2	340.7	70.4	36.2	34.7	
1:42	2:32	27.9	298.8	79.5	37.1	35.8	
1:43	2:33	27.7	236.0	75.0	36.1	34.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษารอบแหล่งข่าวเปลือกแบริตริตด้วยแก๊สชีววมลแกลบ การทดลองที่ 1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				เหตุการ์ณ
			เปลวไฟบนเตาชีววมลแกลบ	หม้อถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
1:44	2:34	27.5	206.0	75.8	35.8	34.4	สุ่มตัวอย่างข้างเปลือก 20
1:45	2:35	28.8	202.0	75.4	34.9	33.9	
1:46	2:36	27.1	295.0	73.8	34.1	32.2	
1:47	2:37	27.4	286.3	92.0	35.1	33.8	
1:48	2:38	27.4	257.7	92.7	34.6	34.5	
1:49	2:39	27.3	185.1	98.1	33.8	32.8	
1:50	2:40	28.8	184.3	94.0	32.6	32.8	
1:51	2:41	27.7	109.8	81.0	32.7	36.3	ข่าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
1:52	2:42	27.7	89.3	94.0	34.2	36.9	พัก
1:53	2:43	27.6	85.5	75.2	33.7	36.9	
1:54	2:44	27.1	72.7	71.8	33.4	36.1	
1:55	2:45	29.2	60.6	62.7	32.0	33.3	
1:56	2:46	27.9	60.8	62.7	31.5	32.8	
1:57	2:47	28.0	32.3	28.3	29.0	28.5	จุดเตารอบ 5
1:58	2:48	27.7	540.0	26.9	28.0	27.9	เกิดเปลวหน้าเตาชีววมลแกลบ
1:59	2:49	27.0	569.6	26.8	28.0	27.9	ครอบปล่องควมร้อน
2:00	2:50	28.7	603.3	26.9	27.8	27.7	ป้อนข้างเปลือก 45
2:01	2:51	28.0	783.1	26.5	27.7	27.6	ป้อนข้างเปลือก 46
2:02	2:52	28.0	980.2	27.4	28.6	28.4	ข่าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
2:03	2:53	27.9	643.9	52.8	28.3	29.0	ป้อนข้างเปลือก 47
2:04	2:54	27.9	730.2	47.2	29.2	34.3	สุ่มตัวอย่างข้างเปลือก 21
2:05	2:55	29.5	805.1	45.7	29.7	36.3	ป้อนข้างเปลือก 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบปรอทาร์ด้วยแก๊สชีววมลกลบ การทดลองที่ 1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการ์ณ	
			เปลวไฟบนเตาชีววมลกลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		ท้ายถังโรตารี
2:06	2:56	28.1	900.2	57.7	30.1	37.1	
2:07	2:57	28.0	753.2	64.3	32.8	36.8	
2:08	2:58	28.0	698.9	63.1	32.3	36.5	ป้อนข้าวเปลือก 49
2:09	2:59	27.9	760.2	62.3	32.1	34.8	
2:10	3:00	29.5	935.5	171.7	34.6	36.9	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 22
2:11	3:01	28.2	896.1	188.6	35.5	38.4	ป้อนข้าวเปลือก 50
2:12	3:02	28.0	865.4	187.3	36.8	40.0	
2:13	3:03	27.9	875.7	170.9	36.9	38.0	
2:14	3:04	28	858.4	167.9	37.8	39.5	ป้อนข้าวเปลือก 51
2:15	3:05	29.6	764.2	143.7	37.5	38.1	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 23
2:16	3:06	28.2	783.3	108.6	36.5	35.7	
2:17	3:07	28.0	697.1	92.6	36.6	36.3	ป้อนข้าวเปลือก 52
2:18	3:08	27.9	681.1	154.5	35.1	35.1	
2:19	3:09	27.7	774.2	118.7	35.8	36.2	
2:20	3:10	29.2	789.7	128.5	36.2	36.5	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 24
2:21	3:11	27.7	794.5	113.7	35.5	34.5	ป้อนข้าวเปลือก 53
2:22	3:12	27.8	632.5	120.6	37.2	36.3	
2:23	3:13	27.9	648.5	111.7	35.0	34.2	
2:24	3:14	27.7	592.3	105.8	34.9	34.8	
2:25	3:15	29.2	572.9	111.2	34.8	35.2	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 25
2:26	3:16	27.8	436.7	91.5	34.5	36.8	
2:27	3:17	27.8	485.6	85.0	35.6	36.9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง(องศาเซลเซียส)				เหตุการณ์
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
2:28	3:18	27.7	392.1	67.0	34.9	35.7	
2:29	3:19	27.5	371.5	59.7	34.5	35.9	
2:30	3:20	29.2	365.4	56.9	34.2	34.1	
2:31	3:21	27.7	200.9	58	34.1	34.1	
2:32	3:22	27.7	205.3	67.1	35.1	33.8	
2:33	3:23	27.9	192.1	68.2	33.7	33.5	
2:34	3:24	27.2	185.3	65.2	32.8	34.0	
2:35	3:25	28.2	109.8	64.4	32.5	34.2	
2:36	3:26	26.1	97.3	63.7	32.2	34.5	ข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
2:37	3:27	28.3	80.5	66.7	34.2	35.3	พัก
2:38	3:28	28.0	79.1	59.8	32.7	33.3	
2:39	3:29	27.6	79.3	52.8	32.1	34.7	
2:40	3:30	28.7	65.4	57.2	30.0	31.1	
2:41	3:31	28.2	40.3	32.1	29.4	28.4	จุดเตา รอบ 6
2:42	3:32	28.0	482.1	32.8	31.2	29.3	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
2:43	3:33	27.9	563.2	30.5	30.2	29.2	ครอบปล่องความร้อน
2:44	3:34	27.8	540.2	29.8	30.3	29.4	
2:45	3:35	29.5	612.5	42.9	30.6	30.8	ป้อนข้าวเปลือก 54
2:46	3:36	27.9	648.5	66.6	30.9	32.1	ส้อมตัวอย่างข้าวเปลือก 26
2:47	3:37	27.9	597.6	56.3	31.7	35.3	ป้อนข้าวเปลือก 55
2:48	3:38	27.9	764.3	75.0	31.0	34.3	ป้อนข้าวเปลือก 56
2:49	3:39	27.8	809.1	86.9	31.6	36.1	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		ท้ายถังโรตารี
2:50	3:40	29.4	871.2	91.7	33.1	35.6	บ่อน้ำขาเลือก 57
2:51	3:41	27.1	708.8	96.7	32.7	34.9	บ่อน้ำขาเลือก 58
2:52	3:42	27.2	690.5	102.9	34.0	36.8	ส้อมตัวอย่างขาเลือก 27
2:53	3:43	26.9	714.4	95.4	34.1	35.2	
2:54	3:44	26.9	535.5	100.7	34.3	35.5	บ่อน้ำขาเลือก 59
2:55	3:45	29.0	566.1	104.1	34.1	35.9	
2:56	3:46	27.4	505.4	100.5	34.0	35.2	บ่อน้ำขาเลือก 60
2:57	3:47	27.4	505.7	92.7	35.5	37.4	
2:58	3:48	27.0	608.4	106.9	34.5	35.2	ส้อมตัวอย่างขาเลือก 28
2:59	3:49	26.8	789.0	102.6	34.6	34.5	
3:00	3:50	28.7	743.7	137.7	34.1	34.4	บ่อน้ำขาเลือก 61
3:01	3:51	27.2	678.2	106.3	35.5	35.1	บ่อน้ำขาเลือก 62
3:02	3:52	27.3	671.1	92.9	36.7	36.1	บ่อน้ำขาเลือก 63
3:03	3:53	27.0	674.2	115.2	36.1	36.7	ส้อมตัวอย่างขาเลือก 29
3:04	3:54	27.1	689.7	111.0	36.3	36.7	
3:05	3:55	28.5	694.5	101.2	35.9	36.7	
3:06	3:56	27.0	632.5	95.3	35.0	37.4	
3:07	3:57	26.9	648.5	93.1	36.2	38.1	
3:08	3:58	26.8	580.1	92.4	34.4	39.6	ส้อมตัวอย่างขาเลือก 30
3:09	3:59	26.8	465.4	85.2	34	37.0	
3:10	4:00	28.3	473.7	72.1	34.2	35.7	
3:11	4:01	26.9	212.2	66.4	35.4	35.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณื	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลแกลบ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
3:12	4:02	26.8	231.1	60.0	35.6	35.0	ข้าวไหลออกจากรังโรตารีจนหมด
3:13	4:03	26.7	195.5	51.1	34.0	35.4	พัก
3:14	4:04	26.5	184.2	53.5	33.8	34.1	
3:15	4:05	28.1	92.6	58.8	34.3	35.6	
3:16	4:06	26.7	86.7	55.2	34.2	35.3	
3:17	4:07	26.7	28.6	28.8	28.8	28.0	จุดเตารอบ 7
3:18	4:08	26.7	470.1	27.3	28.7	28.2	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
3:19	4:09	26.5	470.2	26.9	28.3	28	ครอบเปลวความร้อน
3:20	4:10	28.2	589.6	27.1	28.1	27.7	ป้อนข้าวเปลือก 64
3:21	4:11	26.7	600.4	56.0	33.6	31.6	
3:22	4:12	26.7	701.2	51.3	35.4	31.6	ป้อนข้าวเปลือก 65
3:23	4:13	26.6	824.4	54	34.9	33.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 31
3:24	4:14	26.5	861.9	48.8	36	34.2	ข้าวเริ่มไหลออกจากรังโรตารี
3:25	4:15	27.9	900.5	56.5	36.2	33.9	ป้อนข้าวเปลือก 66
3:26	4:16	26.8	910.2	55.7	37.5	35.8	
3:27	4:17	26.6	956.2	60.0	36.9	35.9	
3:28	4:18	26.7	970.2	94.8	36.7	34.5	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 32
3:29	4:19	26.7	798.2	54.6	37.9	34.2	ป้อนข้าวเปลือก 67
3:30	4:20	27.9	999.2	52.4	36.9	34.0	ป้อนข้าวเปลือก 68
3:31	4:21	26.7	794.2	100.4	39.3	34.9	
3:32	4:22	26.6	789.7	56.3	37.7	35.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 33
3:33	4:23	26.7	694.5	52.5	37.0	36.5	ป้อนข้าวเปลือก 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง(องศาเซลเซียส)			เหตุการณื	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
3:34	4:24	26.5	642.5	53.5	37.9	36.5	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 34
3:35	4:25	27.8	668.5	56.5	39.0	36.3	ป้อนข้าวเปลือก 70
3:36	4:26	26.8	592.3	56.2	38.6	35.7	
3:37	4:27	26.1	502.9	59.1	37.6	36.4	ป้อนข้าวเปลือก 71
3:38	4:28	26.4	416.7	57.9	37.7	35.7	
3:39	4:29	26.5	415.6	57.0	37.3	36.5	
3:40	4:30	28.0	392.1	57.5	38.7	35.9	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 35
3:41	4:31	26.9	371.5	74.9	41.5	39.0	
3:42	4:32	26.5	365.4	53.8	39.1	35.2	
3:43	4:33	26.6	200.9	50.8	40.0	34.3	
3:44	4:34	26.7	205.3	50.8	41.4	36.7	
3:45	4:35	27.6	123.4	49.1	40.7	35.4	ข้าวไหลออกจากรังโรตารีหมด
3:46	4:36	26.7	156.2	56.4	41.1	36.8	พัก
3:47	4:37	26.7	157.3	48.1	39.4	34.9	
3:48	4:38	26.7	105.6	43.8	38.0	35.0	
3:49	4:39	26.5	98.3	43.1	38.3	34.3	
3:50	4:40	27.7	76.3	41.2	38.5	32.7	
3:51	4:41	26.7	50.3	31.4	31.2	28.9	จุดเตารอบ 8
3:52	4:42	26.5	582.1	30.6	30.4	28.6	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
3:53	4:43	26.5	563.2	31.5	31.4	28.8	ครอบปล่องความร้อน
3:54	4:44	26.4	494.2	30.0	29.9	28.2	ป้อนข้าวเปลือก 72
3:55	4:45	27.5	512.4	29.0	29.4	27.9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง(องศาเซลเซียส)			เหตุการ์ณ	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		
3:56	4:46	26.5	608.2	57.7	32.6	31.2	บ่อน้ำขาวเปลือก 73
3:57	4:47	26.7	697.1	63.0	34.0	33.2	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
3:58	4:48	26.1	764.3	89.1	35.8	35.5	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 36
3:59	4:49	25.9	709.1	79.5	35.0	34.5	
4:00	4:50	27.4	971.2	78.1	35.0	33.9	บ่อน้ำขาวเปลือก 74
4:01	4:51	26.2	808.8	101.3	36.0	34.7	
4:02	4:52	26.2	790.5	89.5	35.8	33.6	
4:03	4:53	26.2	814.4	84.7	37.8	36.1	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 37
4:04	4:54	26.1	715.5	95.5	38.5	36.2	บ่อน้ำขาวเปลือก 75
4:05	4:55	27.7	766.1	95.6	37.8	35.0	
4:06	4:56	26.5	705.4	102.3	39.7	36.3	บ่อน้ำขาวเปลือก 76
4:07	4:57	26.3	505.7	93.2	40.3	34.5	
4:08	4:58	26.2	808.4	92.4	41.0	37.8	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 38
4:09	4:59	26.3	822.2	88.4	39.9	36.3	บ่อน้ำขาวเปลือก 77
4:10	5:00	27.5	900.1	95.0	38.6	34.2	
4:11	5:01	26.2	923.4	86.7	37.7	35.4	
4:12	5:02	26.2	843.2	91.8	38.3	35.7	บ่อน้ำขาวเปลือก 78
4:13	5:03	26.2	737.7	95.8	39.4	35.3	บ่อน้ำขาวเปลือก 79
4:14	5:04	26.2	754.1	94.9	38.3	34.4	สุมตัวอย่างข้าวเปลือก 39
4:15	5:05	27.6	781.9	86.1	39.2	35.9	บ่อน้ำขาวเปลือก 80
4:16	5:06	26.5	719.9	113.9	38.0	35.5	
4:17	5:07	26.6	781.2	103.8	38.4	35.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		
4:18	5:08	26.1	643.8	98.7	39.8	36.5	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 40
4:19	5:09	26.1	612.2	92.8	39.0	34.6	
4:20	5:10	27.7	592.2	84.8	38.9	35.8	
4:21	5:11	26.2	561.3	81.2	39.1	35.2	
4:22	5:12	26.2	437.2	78.3	38.6	36.5	
4:23	5:13	26.5	409.9	66.5	38.5	36.0	
4:24	5:14	26.2	367.2	63.2	38.1	35.5	
4:25	5:15	27.4	309.8	52.4	39.6	33.8	
4:26	5:16	26.2	222.2	69.8	38.8	33.6	
4:27	5:17	26.1	245.1	62.3	39.7	34.3	
4:28	5:18	26.2	100.1	52	41.5	33.5	ข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด พัก
4:29	5:19	25.7	87.2	71.8	39.8	35.8	
4:30	5:20	27.2	72.7	40.1	34.7	29.6	
4:31	5:21	25.7	29.7	29.8	28.8	27.7	
4:32	5:22	25.8	543.3	30.1	29.3	27.5	
4:33	5:23	25.7	689.6	29.6	28.8	27.5	
4:34	5:24	25.7	600.1	29.4	29.1	27.6	
4:35	5:25	27.2	731.2	30.6	30.2	28.8	
4:36	5:26	25.9	624.4	28.7	29.3	28.2	
4:37	5:27	26.1	986.1	28.8	29.1	28.1	
4:38	5:28	25.9	1000.5	56.5	31.6	31.1	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 41 สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 82 ข้าวเริ่มไหลออกจากโรตารี
4:39	5:29	26.1	900.0	90.5	33.0	33.2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
4:40	5:30	27.5	852.5	112.2	36.3	37.2	
4:41	5:31	26.1	840.9	125.4	37.6	37.0	ป้อนข้าวเปลือก 83
4:42	5:32	26.1	872.1	143.6	38.2	36.9	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 42
4:43	5:33	26.1	862.5	146.1	38.3	37.7	
4:44	5:34	26.0	918.9	138.9	39.8	38.8	ป้อนข้าวเปลือก 84
4:45	5:35	27.6	1026.5	141.0	40.8	40.6	
4:46	5:36	26.2	1309.1	120.9	40.0	36.7	
4:47	5:37	26.1	998.2	119.3	39.9	39.0	ป้อนข้าวเปลือก 85
4:48	5:38	26	908.6	124.8	39.9	38.3	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 43
4:49	5:39	25.9	891.2	135.4	40.6	35.5	
4:50	5:40	27.3	914.5	149.0	42.5	40.2	ป้อนข้าวเปลือก 86
4:51	5:41	26.4	979.5	141.0	41.5	38.0	
4:52	5:42	26.2	976.4	145.6	40.3	38.6	
4:53	5:43	26.2	910.2	133.5	40.6	40.1	ป้อนข้าวเปลือก 87
4:54	5:44	26.1	991.5	122.2	40.4	37.2	ป้อนข้าวเปลือก 88
4:55	5:45	27.8	915.2	113.8	40.3	38.6	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 44
4:56	5:46	25.8	825.6	134.9	39.4	35.7	
4:57	5:47	25.9	750.7	131.0	41.3	36.0	
4:58	5:48	25.5	694.1	122.4	39.8	36.0	
4:59	5:49	25.7	798.2	139.5	40.3	37.1	
5:00	5:50	27.4	621.8	119.1	41.4	38.1	
5:01	5:51	26.0	514.5	75.1	38.7	37.6	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิจาน้ำดื่มต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)				เหตุการณ์
		อากาศ	เปลวไฟบนเตาชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
5:02	5:52	25.9	501.1	73.5	39.1	37.3
5:03	5:53	25.6	487.2	68.3	39.9	35.0
5:04	5:54	26.1	399.9	65.1	38.6	37.4
5:05	5:55	27.5	227.2	80.4	42.0	37.2
5:06	5:56	26.2	109.8	84	39.0	37.0
5:07	5:57	26.1	91.9	63.8	36.4	36.0
5:08	5:58	26.0	89.1	74.4	39.7	35.5

ข้าวเปลือกออกจากรังโรตารีหมด
พัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมวลกลบ การทดลองที่ 2

เวลา (น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				เหตุการณ์
	เวลาบนเตาแก๊สชีววมวลกลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
15:41	35.4	35.5	35.5	36.2	จุดเตาชีววมวลกลบรอบที่ 1
15:42	31.4	34.9	35.0	35.5	เกิดเปลวบนเตาแก๊สชีววมวล
15:43	35.3	35.4	35.5	36.0	
15:44	35.2	34.5	34.7	35.3	ครอบปล่องความร้อน
15:45	35.6	35.2	35.0	35.6	ป้อนข้าวเปลือก 1
15:46	35.0	34.5	34.8	35.5	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 1
15:47	35.8	165.0	41.3	37.9	ป้อนข้าวเปลือก 2
15:48	35.0	271.8	45.0	39.6	ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษา
15:49	34.7	321.2	49.3	41.6	ป้อนข้าวเปลือก 3
15:50	34.2	337.5	50.0	44.5	
15:51	34.8	345.0	53.7	47.3	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 2
15:52	35.0	345.9	55.4	48.9	
15:53	34.2	348.3	54.5	49.2	ป้อนข้าวเปลือก 4
15:54	34.4	331.6	61.6	51.2	
15:55	34.1	335.6	64.4	52.4	ป้อนข้าวเปลือก 5
15:56	33.9	330.8	64.9	53.1	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 3
15:57	33.9	327.7	66.7	54.8	ป้อนข้าวเปลือก 6
15:58	33.6	330.9	65.6	55.2	
15:59	34.0	296.5	63.1	53.8	ป้อนข้าวเปลือก 7
16:00	33.8	250.8	63.1	54.1	
16:01	33.7	196.4	63.3	53.7	ป้อนข้าวเปลือก 8
16:02	33.6	154.0	62.9	52.1	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการ์ณ		
		เปลวบนเตาแก๊สซีมวลกลม	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี			
16:03	0:22	34.0	598.2	132.5	58.8	50.8	ป้อนข้าวเปลือก 9
16:04	0:23	33.7	544.3	115.1	55.4	49.6	
16:05	0:24	33.6	436.5	102.4	53.7	47.3	
16:06	0:25	33.3	400.5	91.1	52.0	46.9	
16:07	0:26	33.7	366.2	81.8	48.0	45.3	
16:08	0:27	33.4	345.6	75.0	44.9	44.3	
16:09	0:28	33.2	354.2	69.0	44.2	43.0	
16:10	0:29	33.4	278.7	64.3	41.8	41.7	
16:11	0:30	33.2	234.7	60.9	39.8	41.2	
16:12	0:31	33.6	280.9	56.8	39.4	40.6	สูบลวอย่างช้าๆเปลือก 5
16:13	0:32	33.2	234.4	53.5	39.0	39.4	
16:14	0:33	33.4	198.5	51.2	38.7	38.5	
16:15	0:34	33.4	198.4	49.2	37.7	38.0	
16:16	0:35	32.9	183.2	46.9	38.2	37.2	
16:17	0:36	33.5	180.9	45.0	37.5	37.0	
16:18	0:37	33.1	120.5	43.8	37.4	36.9	
16:19	0:38	33.0	134.2	42.4	37.2	36.8	
16:20	0:39	33.3	129.5	36.2	35.4	35.5	ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษาจนหมด พัก
16:21	0:40	33.1	100.9	37.0	36.3	36.4	
16:22	0:41	33.7	98.7	34.5	35.5	34.9	
16:23	0:42	33.2	98.3	34.4	35.3	34.5	
16:24	0:43	33.4	48.5	33.9	34.3	34.1	

จุดเตาซีมวลกลมรอบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณื
			เปลวบนเตาแก๊สซีววมวล	หม้อถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
16:25	0:44	33.2	497.3	149.7	42.0	เกิดเปลวบนเตาแก๊สซีววมวล
16:26	0:45	33.4	812.5	208.7	47.8	ครอบงบ่ล่องควมร้อน
16:27	0:46	33.4	854.7	279.9	50.2	ป้อนข้าวเปลือก 10
16:28	0:47	33.6	854.9	287.0	53.0	สู่มั่วยั่ววข้าวเปลือก 6
16:29	0:48	33.1	860.3	302.0	54.9	ป้อนข้าวเปลือก 11
16:30	0:49	32.8	860.5	304.2	53.9	ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษา
16:31	0:50	32.7	880.4	275.6	56.5	
16:32	0:51	33.4	898.2	307.2	61.0	ป้อนข้าวเปลือก 12
16:33	0:52	33.0	915.1	307.6	61.0	สู่มั่วยั่ววข้าวเปลือก 7
16:34	0:53	33.1	895.1	300	59.6	ป้อนข้าวเปลือก 13
16:35	0:54	33.4	711.4	305.6	64.9	
16:36	0:55	34.1	716.2	292.6	64.3	
16:37	0:56	34.2	621.7	204.6	56.1	ป้อนข้าวเปลือก 14
16:38	0:57	34.4	576.8	184.1	55.8	ป้อนข้าวเปลือก 15
16:39	0:58	33.7	534	174.7	60.7	สู่มั่วยั่ววข้าวเปลือก 8
16:40	0:59	33.5	582	145.2	61.4	ป้อนข้าวเปลือก 16
16:41	1:00	33.5	343.7	119.9	60.3	
16:42	1:01	33.7	279.2	105.2	58.3	
16:43	1:02	33.2	486.7	94.8	57.4	สู่มั่วยั่ววข้าวเปลือก 9
16:44	1:03	33.3	465.3	84.2	52.9	
16:45	1:04	33.0	360.7	78.1	52.1	
16:46	1:05	33.3	260.4	71.4	50.0	

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
			ปลวบนแต่แก๊สซีมวลแก๊บลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
16:47	1:06	33.1	221.4	66.2	48.6	45.2
16:48	1:07	33.1	187.0	60.9	47.2	43.3
16:49	1:08	32.8	196.3	57.0	44.5	41.2
16:50	1:09	33.0	184.7	53.5	44.6	42.3
16:51	1:10	33.1	184.6	50.6	43.5	39.9
16:52	1:11	33.5	168.1	48	42.6	39.4
16:53	1:12	33.1	147.1	46.5	41.4	40.0
16:54	1:13	33.0	129.8	44.2	41.3	38.9
16:55	1:14	32.6	121.3	43.0	39.8	38.3
16:56	1:15	32.8	105.2	41.5	39.6	37.9
16:57	1:16	33.0	87.9	40.4	39.3	37.7
16:58	1:17	32.6	54.1	39.4	38.1	37.3
16:59	1:18	32.9	52.7	38.3	37.9	37.3
17:00	1:19	32.5	46.4	37.7	37.8	37.0
17:01	1:20	32.8	34.5	36.2	34.9	34.9
17:02	1:21	32.9	573.2	89.8	40.6	36.4
17:03	1:22	32.5	668.3	105.8	42.8	37.5
17:04	1:23	32.5	594.8	111.8	44.9	38.6
17:05	1:24	32.8	624.4	139.2	45.5	39.1
17:06	1:25	32.3	606.9	158.7	47.5	40.2
17:07	1:26	33.4	655.7	142.6	48.1	40.8
17:08	1:27	33.2	635.9	141.8	50.5	41.3

สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 10
ป้อนข้าวเปลือก 17

ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษา
พัก

จุดเตาซีมวลแก๊บลบรอบที่ 3
เกิดปลวบนเตา

ครอบเบโลงควมร้อน
ป้อนข้าวเปลือก 18

ป้อนข้าวเปลือก 19

ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี

ป้อนข้าวเปลือก 20

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
17:09	1:28	33.4	668.3	135.7	50.1	39.1	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 11
17:10	1:29	33.3	669.6	135.7	49.6	41.1	
17:11	1:30	33.2	633.6	137.2	48.7	40.2	ป้อนข้าวเปลือก 21
17:12	1:31	33.6	623.3	115.3	47.1	39.3	ป้อนข้าวเปลือก 22
17:13	1:32	33.4	545.0	109.2	47.7	39.8	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 12
17:14	1:33	33.4	491.5	110.5	48.5	40.2	ป้อนข้าวเปลือก 23
17:15	1:34	33.0	487.7	97.6	45.5	38.5	
17:16	1:35	33.3	475.3	96.4	45.9	40.1	
17:17	1:36	33.9	460.7	83.3	46.5	38.8	ป้อนข้าวเปลือก 24
17:18	1:37	33.2	386.4	77.5	43.8	37.2	
17:19	1:38	33.4	321.4	71.7	43.4	37.2	ป้อนข้าวเปลือก 25
17:20	1:39	33.1	315.6	73.8	43.1	38.0	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 13
17:21	1:40	32.9	282.3	67.4	44.2	37.9	
17:22	1:41	33.2	264.1	63.8	43.5	37.1	
17:23	1:42	33.4	214.3	60.0	41.8	37.2	
17:24	1:43	32.9	151.7	57.6	41.6	37.1	
17:25	1:44	33.2	149.9	54.8	42.2	36.8	ป้อนข้าวเปลือก 26
17:26	1:45	32.9	139.7	52.1	44.2	37.0	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 14
17:27	1:46	32.8	176.3	50.0	41.7	36.2	ป้อนข้าวเปลือก 27
17:28	1:47	32.8	160.3	47.8	43.0	36.6	
17:29	1:48	32.8	137.9	45.7	40.7	36.2	
17:30	1:49	32.9	129.8	43.8	39.3	36.7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
17:31	1:50	32.8	122.0	42.7	37.4	37.5
17:32	1:51	32.9	106.2	41.5	38.5	37.2
17:33	1:52	32.8	107.2	40.6	36.9	36.8
17:34	1:53	32.9	107.2	39.7	37.2	36.4
17:35	1:54	33	94.34	38.8	37.3	36.3
17:36	1:55	33	93.28	38.2	36.2	36.1
17:37	1:56	32.6	85.22	37.5	36.3	35.7
17:38	1:57	32.4	86.16	36.7	35.4	35.1
17:39	1:58	32.5	77.1	36.2	35.1	34.7
17:40	1:59	32.4	68.04	35.5	34.4	34.2
17:41	2:00	32.4	58.98	35.2	33.7	34.5
17:42	2:01	32.8	49.92	33.9	33.6	33.6
17:43	2:02	32.7	40.86	32.8	33.1	33.1
17:44	2:03	32.8	39.8	39.1	53.3	43.1
17:45	2:04	32.8	596.8	149.7	50.6	39.9
17:46	2:05	32.4	664.4	136.9	51.6	42.1
17:47	2:06	32.5	656.9	127.6	51.5	40.3
17:48	2:07	32.3	655.7	113.2	49.8	40.1
17:49	2:08	32.3	496.5	108	48.8	42.5
17:50	2:09	32.4	485.7	99.6	47.7	42.7
17:51	2:10	32.3	475.3	88.1	47.2	40.3
17:52	2:11	32.6	460.7	81.7	46.5	37.7

สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 15

ข้าวไหลออกจากรังโรตารีจนหมด
พัก

จุดเตาชีวมวลแกลบรอบที่ 4

เกิดเปลวบนเตา

ครอบเปลวความร้อน

ป้อนข้าวเปลือก 28

ป้อนข้าวเปลือก 29

ข้าวเปลือกไหลจากรังโรตารี

สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 16

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
				หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	ท้ายถังโรตารี	
17:53	2:12	32.9	386.4	75.9	45.5	39.4	
17:54	2:13	33.1	341.4	69.2	44.5	37.4	
17:55	2:14	33.1	315.6	63.4	43.2	37.0	สู่มั่วย่าวข้าวเปลือก 17
17:56	2:15	33.1	292.3	60.8	42.3	38.8	ป้อนข้าวเปลือก 30
17:57	2:16	33.2	284.1	55.5	41.4	37.2	
17:58	2:17	32.9	284.3	53.2	39.3	37	ป้อนข้าวเปลือก 31
17:59	2:18	33.2	251.7	49.8	37.8	36.2	สู่มั่วย่าวข้าวเปลือก 18
18:00	2:19	33.2	249.9	47.7	38.1	35.9	ป้อนข้าวเปลือก 32
18:01	2:20	33.2	189.7	45.9	37.3	35.4	
18:02	2:21	33.4	176.3	44.5	37.2	35.2	
18:03	2:22	33.4	160.3	43.3	37.3	35.7	
18:04	2:23	33.2	137.9	41.7	37.3	35.0	ป้อนข้าวเปลือก 33
18:05	2:24	33.2	129.8	40.3	36.9	34.4	สู่มั่วย่าวข้าวเปลือก 19
18:06	2:25	33.2	122	39.1	36.8	34.9	ป้อนข้าวเปลือก 34
18:07	2:26	33.4	121.90	38.2	36.0	34.2	
18:08	2:27	33.0	112.20	37.8	35.4	34.6	
18:09	2:28	33.0	114.85	36.8	35.2	34.4	
18:10	2:29	32.9	105.51	36	34.9	34.2	
18:11	2:30	32.6	97.16	35.4	34.3	34.1	สู่มั่วย่าวข้าวเปลือก 20
18:12	2:31	32.8	98.81	35.1	33.7	33.7	
18:13	2:32	32.3	80.47	34.8	33.6	33.7	
18:14	2:33	32.1	72.12	34.8	33.9	33.7	

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา(น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบล	หม้อถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
18:15	2:34	32.3	72.78	34.5	33.4	33.5
18:16	2:35	32.1	65.43	34.1	33.3	33.3
18:17	2:36	32.3	67.08	34.1	33.7	33.7
18:18	2:37	32.1	68.74	34.4	33.8	33.8
18:19	2:38	32.1	59.9	33.9	33.4	33.4
18:20	2:39	32.1	60.2	33.6	33.4	33.5
18:21	2:40	32.1	60.1	33.3	32.9	33.1
18:22	2:41	32.2	43.5	33.7	33.3	34.5
18:23	2:42	32.1	345.4	64.9	34.5	40.8
18:24	2:43	32.0	415.6	95.0	38.0	46.1
18:25	2:44	31.9	457.8	99.5	59.6	64.0
18:26	2:45	31.9	481.6	97.4	42.5	46.3
18:27	2:46	32.2	485.2	96.8	39.0	41.5
18:28	2:47	31.9	453.9	99.9	39.1	39.9
18:29	2:48	31.9	596.8	154.6	41.5	43.7
18:30	2:49	31.9	624.4	115.9	45.5	46.3
18:31	2:50	31.9	600.3	112.8	43.3	44.5
18:32	2:51	32.1	648.3	175.0	43.5	44.8
18:33	2:52	32.4	582.6	145.2	43.6	44.9
18:34	2:53	32.5	480.2	86.1	45.3	44.6
18:35	2:54	32.4	445.6	84.9	45.2	44.2
18:36	2:55	32.4	467.5	68.4	42.6	44.0

ข้าวไหลออกจากรถโรตารีจนหมด
พัก

จุดเตาชีวมวลแกลบลรอบที่ 5

เกิดเปลวไฟบนเตา

ครอบปล่องควมร้อน

ป้อนข้าวเปลือก 35

ป้อนข้าวเปลือก 36

ข้าวเริ่มไหลออกจากรถโรตารี

สูมตัวย่อยข้าวเปลือก 21

ป้อนข้าวเปลือก 37

ป้อนข้าวเปลือก 38

สูมตัวย่อยข้าวเปลือก 22

ป้อนข้าวเปลือก 39

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		ท้ายถังโรตารี
18:37	2:56	32.6	362.5	77.5	41.7	43.4	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 23
18:38	2:57	32.6	366.8	78.7	42.0	43.5	ป้อนข้าวเปลือก 40
18:39	2:58	32.5	495.7	87.7	42.0	43.7	ป้อนข้าวเปลือก 41
18:40	2:59	32.4	496.5	82.9	42.8	42.2	
18:41	3:00	32.3	747.6	119.1	44.9	45.7	ป้อนข้าวเปลือก 42
18:42	3:01	32.4	752.2	121.8	47.8	46.4	
18:43	3:02	32.3	767.3	128.1	47.9	46.5	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 24
18:44	3:03	32.5	762.4	121	46.3	45.5	ป้อนข้าวเปลือก 43
18:45	3:04	31.9	700.2	101.5	46.2	45.8	
18:46	3:05	33.5	499.5	98.1	43.4	44.8	
18:47	3:06	32.9	482.5	83.8	43.7	44.6	
18:48	3:07	32.7	366.8	76.1	42.0	43	กลุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 25
18:49	3:08	33.1	395.7	77.1	42.7	42.8	ข้าวเปลือกไหลจากถังโรตารีจนหมด
18:50	3:09	32.7	294.1	67.4	42.1	42.8	พัก
18:51	3:10	34.1	294.3	65.7	40.9	42.2	
18:52	3:11	32.7	191.7	61.4	40.1	41.6	
18:53	3:12	32.9	189.9	55.8	39.9	40.3	
18:54	3:13	32.4	89.7	55.4	41.0	40.6	
18:55	3:14	31.1	33.4	33.5	36.1	36.3	จุดเตาชีวมวลแกลบรอบที่ 6
18:56	3:15	32.3	249.1	35.5	36.7	36.8	เกิดเพลิงไหม้เตา
18:57	3:16	31.6	374.5	36.3	38.2	41.7	ครอบปล่องควมร้อน
18:58	3:17	32.5	774.4	182.3	43.3	49.2	ป้อนข้าวเปลือก 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลแกลบ	หมักถังไรตารี	กลางถังไรตารี		ท้ายถังไรตารี
18:59	3:18	32.2	882.5	265.1	47.8	56.7	
19:00	3:19	31.3	906.7	278.6	48.9	59.5	ป้อนข้าวเปลือก 45
19:01	3:20	32.1	894.9	284.7	50.9	54.7	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 26
19:02	3:21	31.9	840.3	220.7	48.9	52.5	
19:03	3:22	31.9	806.5	209.6	52.0	52.9	ป้อนข้าวเปลือก 46
19:04	3:23	32.9	880.4	219.6	52.0	52.5	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังไรตารี
19:05	3:24	31.8	868.2	248.3	52.6	54.6	
19:06	3:25	33.8	819.4	269.8	54.5	56.8	ป้อนข้าวเปลือก 47
19:07	3:26	31.9	904.5	277.4	56.6	60.6	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 27
19:08	3:27	33.5	916.5	286.6	54.7	62.1	
19:09	3:28	32.6	880.4	228.5	55.3	57.5	
19:10	3:29	32.3	735.5	177.2	56.8	56.6	ป้อนข้าวเปลือก 48
19:11	3:30	32.5	696.1	144.0	54.0	55.1	
19:12	3:31	31.9	685.4	135.9	52.9	52.0	
19:13	3:32	32.7	665.7	127.9	51.7	52.5	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 28
19:14	3:33	32.7	658.4	110.3	55.3	50.8	
19:15	3:34	32.1	602.5	100.0	53.0	50.1	ป้อนข้าวเปลือก 49
19:16	3:35	32.3	575.2	90.9	50.1	49.5	
19:17	3:36	33.3	376.8	79.4	48.4	46.8	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 29
19:18	3:37	32.4	365.7	72.4	46.1	46.3	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 17
19:19	3:38	31.9	296.1	67.1	45.3	44.9	ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษา
19:20	3:39	31.9	294.3	52.7	39.6	41.5	พัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ	หน้าถึงโรตารี	กลางถึงโรตารี		ท้ายถึงโรตารี
19:21	3:40	32.3	193.7	49.4	39.2	38.7	
19:22	3:41	31.8	186.4	48.1	39.4	38.9	
19:23	3:42	32.1	106.2	33.5	36.1	36.3	
19:24	3:43	32.9	98.7	35.5	36.7	36.8	
19:25	3:44	33.3	80.3	36.3	38.2	41.7	
19:26	3:45	33.2	35.2	34.9	37.5	37.1	จุดเตาชีวมวลกลบรอบที่ 7
19:27	3:46	32.6	247.1	33.6	36.1	36.9	เกิดเปลวไฟบนเตา
19:28	3:47	32.8	281.1	37.6	38.2	38.3	ครอบเปลวความร้อน
19:29	3:48	33.2	474.2	50.6	42	43.4	
19:30	3:49	31.9	589.7	63.1	47.2	46.5	ป้อนข้าวเปลือก 50
19:31	3:50	32.7	822.2	251.3	49.3	47.5	
19:32	3:51	32.6	854.2	289.4	49.7	48.8	สูบลวอย่างช้าเปลือก 30
19:33	3:52	32.4	823.2	253.4	50.9	51.7	ป้อนข้าวเปลือก 51
19:34	3:53	32.5	927.4	310.9	51.1	54.8	
19:35	3:54	32.6	895.2	293.2	51.5	51.7	ป้อนข้าวเปลือก 52
19:36	3:55	32.7	875.5	290.7	54.1	55.9	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
19:37	3:56	32.0	791.2	241.1	55.2	54.5	สูบลวอย่างช้าเปลือก 31
19:38	3:57	32.3	797.1	287.4	51.3	55.9	ป้อนข้าวเปลือก 52
19:39	3:58	31.9	897.2	265.0	50.9	54.0	
19:40	3:59	32.0	796.5	284.5	54.3	52.9	สูบลวอย่างช้าเปลือก 32
19:41	4:00	32.5	764.2	264.3	58.9	55.8	ป้อนข้าวเปลือก 53
19:42	4:01	31.9	734.9	227.1	53.7	53.8	สูบลวอย่างช้าเปลือก 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิจานวนต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์		
		อากาศ	เปลวบนเตาแก๊สซีมวลกลบ	หมักถังไรตารี			
19:43	4:02	32.1	686.1	168.9	57.2	60.9	
19:44	4:03	32.3	675.4	139.8	57.9	52.5	ป้อนข้าวเปลือก 54
19:45	4:04	32.3	665.7	120.9	53.4	52.9	
19:46	4:05	33.2	658.4	113.1	51.5	49.9	ป้อนข้าวเปลือก 55
19:47	4:06	32.8	672.5	104.7	54.1	50.1	สูบล้อข้าวเปลือก 34
19:48	4:07	32.7	577.6	94.6	51.6	49.8	ป้อนข้าวเปลือก 56
19:49	4:08	32.8	567.8	88.1	50.4	49.2	ป้อนข้าวเปลือก 57
19:50	4:09	32.4	557.6	83.0	48.3	46.4	
19:51	4:10	33.1	366.8	76.8	46.8	45.8	
19:52	4:11	32.6	395.7	70.2	45.9	44.3	
19:53	4:12	32.9	294.1	64.1	45.5	43.3	สูบล้อข้าวเปลือก 35
19:54	4:13	32.8	294.3	60.2	46.7	44	
19:55	4:14	32.5	193.7	56.7	45.5	43.4	
19:56	4:15	33.5	184.3	53.7	42.6	42.1	
19:57	4:16	33.0	106.7	33.9	36.0	37.0	
19:58	4:17	33.5	104.3	33.1	36.7	36.7	ข้าวไหลออกจากรถโรตารีจนหมด
19:59	4:18	33.2	99.5	32.5	34.3	35.7	พัก
20:00	4:19	32.8	92.7	32.4	34.1	35.1	
20:01	4:20	32.9	85.6	32.4	34.2	35	
20:02	4:21	32.4	76.8	33.2	34.2	34.7	
20:03	4:22	32.6	64.2	33.1	34.1	34.6	
20:04	4:23	32.6	37.9	45.8	38	44.8	จุดเตาซีมวลกลบรอบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อุณหภูมิจาน้ำดื่ม (องศาเซลเซียส)			เหตุการณื
		เปลวบนเตาแก๊สหัวมวลดกลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี	
20:05	4:24	33.2	151.8	48.6	เกิดเปลวบนเตาแก๊สหัวมวลด กรอบฝาเปลวองความร้อน
20:06	4:25	33.1	180.1	47.9	
20:07	4:26	33.2	116.9	49.5	
20:08	4:27	32.9	86.4	49.8	ป้อนข้าวเปลือก 56
20:09	4:28	32.9	100.1	47.7	
20:10	4:29	32.9	93.2	48.8	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 36
20:11	4:30	33.2	92.0	47.6	
20:12	4:31	32.7	80.0	45.3	ป้อนข้าวเปลือก 57
20:13	4:32	32.3	97.2	46	
20:14	4:33	32.4	87.7	44.4	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
20:15	4:34	32.1	71.5	46.4	ป้อนข้าวเปลือก 58
20:16	4:35	32.5	92.1	43.1	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 37
20:17	4:36	32.2	101.9	45.7	
20:18	4:37	31.8	108.6	48.7	
20:19	4:38	32.7	96.3	50.7	ป้อนข้าวเปลือก 58
20:20	4:39	32.2	100.6	50.3	
20:21	4:40	32.6	86.4	48.9	
20:22	4:41	33.0	83.7	51.7	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 38
20:23	4:42	32.0	75.7	52.5	ป้อนข้าวเปลือก 59
20:24	4:43	31.8	65.7	47.4	
20:25	4:44	31.6	65.2	47.2	
20:26	4:45	32.3	57.6	45.7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลกลบ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		ท้ายถังโรตารี
20:27	4:46	32.1	237.6	57.5	45.4	43.1	ป้อนข้าวเปลือก 60
20:28	4:47	32.3	206.7	54.5	43.2	42.3	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 39
20:29	4:48	32.1	204.3	51.6	41.8	41.9	
20:30	4:49	31.6	190.5	50.3	41.5	41.5	ป้อนข้าวเปลือก 61
20:31	4:50	32.5	122.7	47.2	40.1	39.8	
20:32	4:51	31.9	105.6	45.4	38.6	39.0	
20:33	4:52	32.1	90.4	44.7	37.1	37.8	ป้อนข้าวเปลือก 62
20:34	4:53	32.3	103.4	42.0	38.3	37.9	
20:35	4:54	32.3	123.2	39.3	38.1	38.2	สู่มั่วอย่างข้าวเปลือก 40
20:36	4:55	33.7	98.3	33.1	34.7	35.1	ป้อนข้าวเปลือก 63
20:37	4:56	32.3	105.4	38.0	35.7	35.6	
20:38	4:57	32.4	92.5	38.1	36.7	36.3	
20:39	4:58	32.6	92.7	36.8	35.4	36.2	
20:40	4:59	32.8	95.6	36.4	35.3	35.9	
20:41	5:00	33.0	76.8	36.1	34.9	35.3	
20:42	5:01	32.8	76.2	33.4	34.9	33.6	ข้าวไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
20:43	5:02	32.6	73.5	33.6	34.2	34.2	พัก
20:44	5:03	32.4	78.9	31.8	32.9	33.4	
20:45	5:04	32.1	69.3	32.3	32.9	33.7	
20:46	5:05	32.6	68.9	31.9	32.3	32.8	
20:47	5:06	32.3	65.3	35.1	34.5	33.7	
20:48	5:07	31.9	32.7	31.9	32.3	32.8	จุดเตาชีวมวลกลบรอบที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาที่ทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์	
			ปลวบนเตาแก๊สชีววมถกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		
20:49	5:08	32.1	247.1	35.1	34.5	33.7	เกิดเปลวหน้าเตา
20:50	5:09	31.6	681.1	128.9	40.6	53.4	ครอบปล่องควมร้อน
20:51	5:10	32.2	774.2	152.0	48.6	66.6	ป้อนข้าวเปลือก 64
20:52	5:11	32.3	789.7	164.0	46.9	66.5	ป้อนข้าวเปลือก 65
20:53	5:12	32.2	794.5	201.5	45.7	66	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 41
20:54	5:13	31.9	632.5	158.4	48.3	72.3	ข้าวเริ่มไหม้ลอกจากถังโรตารี
20:55	5:14	31.8	648.5	165.8	50.4	65.4	
20:56	5:15	33.1	889.5	215.9	53.8	61.2	
20:57	5:16	32.8	892.5	233.5	58.5	67.3	
20:58	5:17	32.7	854.7	255.5	61.4	73.5	ป้อนข้าวเปลือก 66
20:59	5:18	32.9	864.9	214.6	63.7	69.5	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 42
21:00	5:19	31.8	860.3	234.2	61.8	70.1	ป้อนข้าวเปลือก 67
21:01	5:20	33.2	860.5	221.6	59	63.5	
21:02	5:21	31.8	874.5	261.0	66.8	70.3	ป้อนข้าวเปลือก 68
21:03	5:22	32.8	746.1	173.6	60.0	70.0	
21:04	5:23	31.9	785.4	194.4	67.4	66.7	
21:05	5:24	31.4	695.7	154.4	60.3	61.1	ป้อนข้าวเปลือก 69
21:06	5:25	32.8	688.4	121.7	57.2	59.8	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 43
21:07	5:26	31.6	672.5	127.3	61.1	61.8	
21:08	5:27	31.9	587.8	106.4	56.4	58.1	ป้อนข้าวเปลือก 70
21:09	5:28	31.5	531.7	96.0	54.8	58.1	
21:10	5:29	31.3	516.5	90.7	52.8	53.2	ป้อนข้าวเปลือก 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณื	
			เปลวบนเตาแก๊สชีวมวลกลับ	หน้าถังโรตารี	กลางถังโรตารี		ท้ายถังโรตารี
21:11	5:30	32.1	467.6	82.9	53.6	54.7	
21:12	5:31	31.6	362.7	75.2	51.0	50.9	
21:13	5:32	31.2	292.3	69.1	48.0	46.3	ป้อนข้าวเปลือก 72
21:14	5:33	31.1	237.6	63.7	45.2	44.8	ป้อนข้าวเปลือก 73
21:15	5:34	32.4	206.7	60.4	47.4	45.2	สู่มั่ว้อย่างข้าวเปลือก 44
21:16	5:35	33.4	204.3	56.7	46.7	45.5	
21:17	5:36	32.6	209.9	54.3	43.2	43.2	
21:18	5:37	32.2	186.3	51.7	40.9	41.8	
21:19	5:38	32.6	157.7	49.1	40.3	39.9	สู่มั่ว้อย่างข้าวเปลือก 45
21:20	5:39	32.2	98.3	47.4	40.5	40.1	ข้าวเปลือกไหลจากชุดศึกษาหมด
21:21	5:40	33.6	91.4	44.7	38.9	39.3	พัก
21:22	5:41	32.6	80.1	44.0	40.1	39.8	
21:23	5:42	31.9	84.4	41.7	38.0	38.0	
21:24	5:43	32.2	79.6	40.3	37.8	37.5	
21:25	5:44	31.9	78.4	39.1	36.3	37.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมวลแกลบ การทดลองที่ 3

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)				ท้ายถึงหมุ่น	เหตุการณ์
		อากาศ	เปลวไฟบนเตา	หน้าถึงหมุ่น	กลางถึงหมุ่น		
14:09	0:00	31.3	33.2	37.7	33.9	34.0	จุดเตา รอบ 1
14:10	0:01	31.9	264.8	95.6	37.3	37.8	เกิดเปลวหน้าเตา
14:11	0:02	31.1	831.9	100.1	38.0	39.0	ครบปล่องควมร้อน
14:12	0:03	31.2	787.8	81.2	38.7	38.3	
14:13	0:04	32.6	752.3	138.8	41.7	40.7	ป้อนข้าวเปลือก 1
14:14	0:05	32.6	768.6	149.3	42.6	41.1	
14:15	0:06	32.3	763.1	152.2	41.1	42	ป้อนข้าวเปลือก 2
14:16	0:07	31.4	755.1	185.7	43.5	44.1	ป้อนข้าวเปลือก 3
14:17	0:08	32.4	785.5	158.5	42.0	40.9	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
14:18	0:09	31.6	790.8	156.2	43.7	42.5	
14:19	0:10	31.8	827.9	136.7	44.3	43.3	ป้อนข้าวเปลือก 4
14:20	0:11	32.3	812.1	159	44.3	43.7	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 1
14:21	0:12	32.1	797.2	157.6	44	43.4	ป้อนข้าวเปลือก 5
14:22	0:13	31.7	752.3	184.4	42.6	42.9	ป้อนข้าวเปลือก 6
14:23	0:14	31.7	778.2	138.9	43.1	41.4	ป้อนข้าวเปลือก 7
14:24	0:15	31.5	746.5	132.5	43.2	41.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 2
14:25	0:16	32.6	717.9	161	45.5	43.4	ป้อนข้าวเปลือก 8
14:26	0:17	31.8	704.6	146.7	44.1	42.6	
14:27	0:18	32.7	732.5	122.6	44.9	46.9	
14:28	0:19	32.7	680.9	119.6	44.7	43.7	
14:29	0:20	32.4	790.4	107.8	44.5	46.6	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 3
14:30	0:21	32.6	779.4	106.6	42.5	41.8	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง(องศาเซลเซียส)			ท้ายถึงหมูน	เขตการณ์
			เปลวไฟบนเตา	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน		
14:31	0:22	32.6	709.9	101.5	40.9	39.4	ป้อนข้าวเปลือก 8
14:32	0:23	32.1	650.7	100.5	41.8	42.9	
14:33	0:24	32.1	603.5	102.6	41.2	41.5	ป้อนข้าวเปลือก 9
14:34	0:25	32.2	606.6	95	39.8	42.2	ป้อนข้าวเปลือก 10
14:35	0:26	32.9	583.8	85.5	39.4	39.3	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 4
14:36	0:27	32.7	598.7	77.4	38.9	40.1	
14:37	0:28	32.9	477.6	67.8	38.2	37.4	
14:38	0:29	32.6	422.9	67.0	37.7	38.2	ป้อนข้าวเปลือก 11
14:39	0:30	31.9	272.8	62.8	36	38.1	
14:40	0:31	32	179.7	60.4	35.5	36.8	
14:41	0:32	31.9	105.1	55.6	34.4	35.5	
14:42	0:33	32.2	109.4	53.2	34.1	34.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 5
14:43	0:34	32.2	102.7	49.7	33.3	33.6	
14:44	0:35	32.1	92.3	49.6	33.6	33.7	ป้อนข้าวเปลือก 13
14:45	0:36	32.1	87.6	48.0	33.4	34	
14:46	0:37	32.2	76.7	46.1	33.6	33.7	
14:47	0:38	31.9	74.3	43.8	32.9	33.0	
14:48	0:39	32	65.5	42.7	33.1	33.3	ข้าวไหลจากถังโรตารีจนหมด
14:49	0:40	31.9	69.4	40.9	33.1	33.2	พัก
14:50	0:41	32.3	87.9	40.1	33.1	33.1	
14:51	0:42	32.3	54.1	39.3	33.4	33.1	
14:52	0:43	32.4	52.7	33.6	31.8	32.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
14:53	0:44	32.0	46.4	32.3	31.6	31.6	31.6	
14:54	0:45	32.2	39.2	33.6	31.8	31.8	32	จุดเตารอบ 2
14:55	0:46	32.4	566.2	32.3	31.6	31.6	31.6	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
14:56	0:47	31.9	690.7	86.1	34.6	34.6	33.1	ครอบปล่องความร้อน ป้อนข้าวเปลือก 14
14:57	0:48	32.1	706.5	107.3	35.6	35.6	34.9	
14:58	0:49	32.3	786.5	146.5	38.6	38.6	38.2	
14:59	0:50	32.6	899	183.2	40.1	40.1	39	
15:00	0:51	32.7	979.8	240.4	42.5	42.5	42.8	
15:01	0:52	32.3	916.1	260.8	44.6	44.6	44.9	
15:02	0:53	32.4	1026.3	272.9	45.8	45.8	44	
15:03	0:54	32.5	924.4	254.3	46.4	46.4	44.5	ป้อนข้าวเปลือก 15
15:04	0:55	32	855.4	208.1	44.5	44.5	42.4	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
15:05	0:56	32.3	804.7	240.4	47.1	47.1	45.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 6
15:06	0:57	32.3	809.2	247.1	48.9	48.9	42.6	ป้อนข้าวเปลือก 16
15:07	0:58	32.3	998.2	239.1	49.9	49.9	45.5	
15:08	0:59	32.2	909.2	261.8	48.8	48.8	46.5	ป้อนข้าวเปลือก 17
15:09	1:00	32.1	872	202.3	48.6	48.6	45.7	
15:10	1:01	32.9	804.5	228.1	50.3	50.3	47.2	ป้อนข้าวเปลือก 18
15:11	1:02	32.6	709.4	164.5	50.1	50.1	47.4	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 7
15:12	1:03	32.7	687.4	142.9	44.3	44.3	44	
15:13	1:04	32.4	627.7	142.1	47.8	47.8	46.3	
15:14	1:05	32.8	612.7	130.9	45.3	45.3	45.5	ป้อนข้าวเปลือก 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)			ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
		เปลวไฟบนเตา	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน		
15:15	1:06	602.8	134.0	46.6	45.3	
15:16	1:07	600.0	129.4	45.7	43.9	
15:17	1:08	598.3	105.1	42.7	41.9	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 8
15:18	1:09	536.7	92.3	46.7	42.8	ป้อนข้าวเปลือก 20
15:19	1:10	516.4	85.3	44.2	42.9	
15:20	1:11	516.3	79.4	44.8	43.3	ป้อนข้าวเปลือก 21
15:21	1:12	505.2	72.9	43.1	41.8	
15:22	1:13	465.3	68.6	40.7	41.1	
15:23	1:14	490.2	63.7	41.1	40.7	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 9
15:24	1:15	446.5	59.3	39.3	39.4	ป้อนข้าวเปลือก 22
15:25	1:16	409.1	56.0	39.3	39.1	ป้อนข้าวเปลือก 23
15:26	1:17	390.7	53.2	37.9	38.7	
15:27	1:18	398.5	50.9	36.7	36.0	
15:28	1:19	284.2	48.5	36.5	36.6	
15:29	1:20	264.1	46.6	36.2	36.5	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 10
15:30	1:21	214.6	44.0	34.9	35.0	
15:31	1:22	192.7	42.9	34.7	34.4	
15:32	1:23	149.9	41.5	34.6	34.6	
15:33	1:24	109.7	40.4	34.4	34.0	
15:34	1:25	106.3	39.2	33.9	33.8	
15:35	1:26	100.3	38.3	33.5	33.1	
15:36	1:27	107.9	37.7	33.7	33.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อุณหภูมิจาน้ำดื่ม			อากาศ	อุณหภูมิต่างๆ(องศาเซลเซียส)			เหตุการณ์
		เปลวไฟบนเตา	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน		ท้ายถึงหมูน			
15:37	1:28	109.8	37.3	33.8	32.4	37.3	33.8	33.8	
15:38	1:29	102	36.3	33.2	31.8	36.3	33.2	33.2	ข้าวไหลออกจากถังโรตารี่จนหมด
15:39	1:30	92.2	35.9	33.7	32.1	35.9	33.7	33.7	พัก
15:40	1:31	81.1	34.8	32.9	32.3	34.8	32.9	32.6	
15:41	1:32	60.2	40.8	32.9	31.8	40.8	32.9	32.6	จุดเตารอบ 3
15:42	1:33	643.1	121.9	37.2	31.8	121.9	37.2	35.9	เกิดเปลวหน้าเตา
15:43	1:34	961.1	204.5	43.1	32	204.5	43.1	42.3	ครอบปร่องความร้อน ป้อนข้าวเปลือก 24
15:44	1:35	940.2	199.7	45.9	32.8	199.7	45.9	43.5	ป้อนข้าวเปลือก 25
15:45	1:36	1056.9	286.4	46.8	33.1	286.4	46.8	46.6	
15:46	1:37	1097.3	266.5	48.9	32.8	266.5	48.9	46.6	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี่
15:47	1:38	980.9	262.4	50.1	32.3	262.4	50.1	49.3	ป้อนข้าวเปลือก 26
15:48	1:39	930.7	272	48.6	33.1	272	48.6	46.8	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 11
15:49	1:40	930.5	271.4	49.5	32.4	271.4	49.5	47.4	ป้อนข้าวเปลือก 27
15:50	1:41	906.2	262.8	51.3	33.1	262.8	51.3	49.2	ป้อนข้าวเปลือก 28
15:51	1:42	898.2	256.8	53.2	32.9	256.8	53.2	50.3	
15:52	1:43	900.9	284.9	53.1	32.4	284.9	53.1	50.2	
15:53	1:44	935.1	275.2	52.5	32.7	275.2	52.5	49.6	ป้อนข้าวเปลือก 29
15:54	1:45	858.2	231.3	50.6	32.4	231.3	50.6	47.8	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 12
15:55	1:46	824.5	204.4	52	33.1	204.4	52	50.5	ป้อนข้าวเปลือก 30
15:56	1:47	798.1	201.4	52.8	32.8	201.4	52.8	49.5	
15:57	1:48	705.9	163.7	53.0	32.8	163.7	53.0	50.6	
15:58	1:49	678.9	159.8	51.2	32.9	159.8	51.2	48.8	ป้อนข้าวเปลือก 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมวลกลบ การทดลองที่ 3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	กึ่งกลางหมน	ท้ายถังหมน	เหตุการณ์
15:59	1:50	33.1	665.4	146.0	49.3	48.1	
16:00	1:51	33.1	666.2	118.6	48.2	46.0	ป้อนข้าวเปลือก 32
16:01	1:52	32.9	550.7	107.3	47.2	45.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 13
16:02	1:53	32.8	542.2	94.8	46.1	45.4	ป้อนข้าวเปลือก 33
16:03	1:54	32.9	492.2	86.3	45.8	44.9	
16:04	1:55	32.7	542.3	79.8	43.5	43.1	
16:05	1:56	32.9	406.5	72.1	41.8	41.8	
16:06	1:57	32.9	400.5	67.2	42.0	41.6	ป้อนข้าวเปลือก 34
16:07	1:58	32.4	396.2	62.6	41.5	41.2	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 14
16:08	1:59	32.5	325.6	59.5	39.9	40.0	
16:09	2:00	32.3	254.2	55.8	39.7	39.8	
16:10	2:01	32.4	278.3	52.7	39.1	38.6	
16:11	2:02	32.3	234.3	50.2	38.1	38	
16:12	2:03	32.8	175.0	48.1	38.1	37.3	
16:13	2:04	32.1	150.1	46.3	38.2	36.6	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 15
16:14	2:05	32.2	108.5	44.5	37.7	36.7	
16:15	2:06	32.3	108.4	43.3	37.8	37.0	ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
16:16	2:07	32.3	103.2	50	39.1	37.9	พัก
16:17	2:08	32.3	98.0	47.4	38.5	37.3	
16:18	2:09	32.1	82.7	45.6	37.0	35.9	
16:19	2:10	32.3	71.5	38.5	36.4	36.0	
16:20	2:11	32.6	56.4	32.8	34.8	34.8	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษารอบแหล่งข่าวเปลือกแบบโรตารีด้วยเกสซีวาลเกล้าบ การทดลองที่ 3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมน	กลางถึงหมน	ท้ายถึงหมน	เหตุการณ์
16:21	2:12	32.4	38.6	45.2	35.3	34.3	จุดเตารอบ 4	
16:22	2:13	32.3	497.3	67.5	35.6	35.2	เกิดเปลวไฟบนเตา	
16:23	2:14	32.1	621.7	126.2	38.9	37.4	ครอบปล่องความร้อน	
16:24	2:15	32.3	848.5	180.1	41.1	39.1	ป้อนข้าวเปลือก 35	
16:25	2:16	32.4	897.3	199.2	43.8	42.0		
16:26	2:17	32.4	712.5	163.4	44.5	40.6	ป้อนข้าวเปลือก 36	
16:27	2:18	32.4	714.7	166.2	44.4	41.7	ป้อนข้าวเปลือก 37	
16:28	2:19	32.4	854.9	170.7	44.5	42.6	ข้าวเริ่มไหลออกจากรังโรตารี	
16:29	2:20	32.1	860.3	178	48.0	44.2	ป้อนข้าวเปลือก 38	
16:30	2:21	32.8	954.3	223.8	49.1	44.0	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 16	
16:31	2:22	32.4	880.4	197.1	48.3	45.2	ป้อนข้าวเปลือก 39	
16:32	2:23	32.4	908.2	200	50.7	46.8		
16:33	2:24	32.2	815.1	189.9	51.2	46.1		
16:34	2:25	32.4	895.1	178.1	51.2	46.6	ป้อนข้าวเปลือก 40	
16:35	2:26	32.0	961.4	235.8	51.8	47.8		
16:36	2:27	32.3	816.2	190.0	51.7	47.1	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 17	
16:37	2:28	32.1	721.7	146.3	53.2	49.0		
16:38	2:29	31.8	706.8	139.0	51.2	47.7	ป้อนข้าวเปลือก 41	
16:39	2:30	31.8	654.0	127.3	50.6	47.5		
16:40	2:31	31.9	682.0	119.9	48.5	46.7		
16:41	2:32	31.7	643.7	115.5	48.6	47.1	ป้อนข้าวเปลือก 42	
16:42	2:33	31.9	679.2	112.2	47.3	45.5	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 18	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวภาพ การทดลองที่ 3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	กกลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
16:43	2:34	31.7	586.7	105.3	44.9	45.4	
16:44	2:35	31.9	565.3	97.3	44.4	44.2	ป้อนข้าวเปลือก 43
16:45	2:36	31.5	460.7	87.7	44.0	43.8	
16:46	2:37	31.3	360.4	78.6	42.5	42.4	
16:47	2:38	31.6	321.4	72.1	42.2	40.9	ป้อนข้าวเปลือก 44
16:48	2:39	31.4	287	65.4	40.8	39.9	สูบลมตัวอย่างข้าวเปลือก 19
16:49	2:40	31.6	296.3	62.1	40.8	39.8	
16:50	2:41	31.6	284.7	58.6	40.1	39.5	
16:51	2:42	31.3	283.6	55.8	39.4	38.4	
16:52	2:43	31.3	168.1	52.3	39.7	37.7	
16:53	2:44	31.4	147.1	50.0	39.1	37.9	
16:54	2:45	31.5	129.8	47.4	38.5	37.3	สูบลมตัวอย่างข้าวเปลือก 20
16:55	2:46	31.3	141.3	45.6	37.0	35.9	
16:56	2:47	31.6	105.2	38.5	36.4	36	ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
16:57	2:48	31.5	78.9	32.8	34.8	34.8	พัก
16:58	2:49	31.1	64.1	45.2	35.3	34.3	
16:59	2:50	31.5	52.7	45.6	37.0	35.9	
17:00	2:51	31.4	56.4	38.5	36.4	36.0	
17:01	2:52	31.1	34.5	32.8	34.8	34.8	จุดเตารอบ 5
17:02	2:53	31.2	573.2	45.2	35.3	34.3	เกิดเปลวบนเตาชีวภาพกลับ
17:03	2:54	31.2	676.3	103.9	38.5	37.2	ตรวจสอบพร้อมป้อนข้าวเปลือก 45
17:04	2:55	32.2	598.2	161.5	40.3	39.0	ป้อนข้าวเปลือก 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 เหตุการณ์ และระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของชุดศีกษาการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมลแกลบ การทดลองที่ 3 (ต่อ)

เวลา (ชม.:น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมน	กลางถึงหมน	ท้ายถึงหมน	เหตุการณ์
17:05	2:56	32.6	724.4	199.4	44.2	44.2	42.2	
17:06	2:57	32.1	806.2	191.3	45.3	45.3	43.7	ป้อนข้าวเปลือก 47
17:07	2:58	31.9	855.7	192.3	46.1	46.1	43.4	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
17:08	2:59	31.8	985.9	207.6	44.4	44.4	43.4	ป้อนข้าวเปลือก 48
17:09	3:00	31.8	1062.3	234.7	47.2	47.2	45.0	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 21
17:10	3:01	32.4	974.5	206.1	46.7	46.7	44.5	
17:11	3:02	32.4	993.6	214.9	48.7	48.7	45.4	ป้อนข้าวเปลือก 49
17:12	3:03	32.4	1130.2	197.0	48.3	48.3	45.0	
17:13	3:04	31.3	975.0	203.7	49.7	49.7	46.7	
17:14	3:05	31.3	1031.5	221.9	48.8	48.8	46.5	ป้อนข้าวเปลือก 50
17:15	3:06	31.3	964.7	204.9	48.6	48.6	45.1	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 22
17:16	3:07	31.6	1255.1	245.7	51.8	51.8	48.8	
17:17	3:08	31.4	960.7	228.6	52.0	52.0	47.7	ป้อนข้าวเปลือก 51
17:18	3:09	31.3	986.4	219.9	51.6	51.6	47.5	
17:19	3:10	31.1	1031.4	236.5	51.4	51.4	47.4	
17:20	3:11	31.9	745.2	181.8	52.1	52.1	44	ป้อนข้าวเปลือก 52
17:21	3:12	31.9	682.3	164.4	51.5	51.5	48.9	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 23
17:22	3:13	31.8	664.1	142.3	49.8	49.8	46.9	
17:23	3:14	31.7	614.3	132.5	50.6	50.6	48.5	
17:24	3:15	31.6	651.7	117.3	49.1	49.1	47.7	ป้อนข้าวเปลือก 53
17:25	3:16	31.8	579.9	105.9	47.8	47.8	44.9	
17:26	3:17	31.8	539.7	94.8	46.6	46.6	44.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
17:27	3:18	30.9	476.3	88.0	44.7	44.7	42.1	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 24
17:28	3:19	30.6	460.3	81.0	44.0	44.0	42.5	
17:29	3:20	31.2	480.9	74.4	43.2	43.2	42.3	
17:30	3:21	30.7	529.8	68.8	42.9	42.9	41.5	
17:31	3:22	30.7	492.0	64.1	41.9	41.9	40.8	
17:32	3:23	30.5	370.2	60.7	42.2	42.2	40.1	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 25
17:33	3:24	30.5	247.2	57.4	40.9	40.9	39.4	
17:34	3:25	30.5	294.2	54.7	41.4	41.4	39.1	
17:35	3:26	30.8	264.3	51.8	39.8	39.8	37.3	
17:36	3:27	30.6	195.5	49.5	39.8	39.8	37.9	
17:37	3:28	30.8	105.2	47.5	39.3	39.3	37.8	
17:38	3:29	30.7	108.1	45.7	39.3	39.3	38.0	
17:39	3:30	30.8	99.5	43.2	37.9	37.9	36.8	ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
17:40	3:31	30.8	98.4	41.7	36.9	36.9	36.4	พัก
17:41	3:32	30.6	88.9	42.7	38.1	38.1	36.4	
17:42	3:33	30.6	89.9	41.2	37.2	37.2	36.1	
17:43	3:34	30.5	53.8	39.9	35.9	35.9	35.7	
17:44	3:35	30.8	39.8	34.5	35.7	35.7	35.7	จุดเตา รอบ 6
17:45	3:36	30.5	596.8	31.9	34.2	34.2	33.7	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
17:46	3:37	30.5	664.4	178.0	36.7	36.7	36.0	ครอบปล่องความร้อน
17:47	3:38	30.4	956.9	210.3	41.1	41.1	39.2	ป้อนข้าวเปลือก 54
17:48	3:39	30.1	955.7	229	44.8	44.8	42.4	ป้อนข้าวเปลือก 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.น.)	อากาศ	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)			ท้ายถังหมน	เหตุการณ์
			เปลวไฟบนเตา	หน้าถังหมน	กลางถังหมน		
17:49	3:40	30.5	996.5	225.1	46.5	44.0	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 26
17:50	3:41	31.0	885.7	233.7	46.8	43.8	ป้อนข้าวเปลือก 56
17:51	3:42	30.6	875.3	228.3	48.6	45.8	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
17:52	3:43	30.6	960.7	260.2	50.6	47.9	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 27
17:53	3:44	30.6	1086.4	248.1	51.7	49.1	ป้อนข้าวเปลือก 57
17:54	3:45	30.5	991.2	260.1	50.6	46.7	
17:55	3:46	30.6	915.6	238.9	52.8	48.6	ป้อนข้าวเปลือก 58
17:56	3:47	30.6	1092.3	270.0	53.4	48.5	ป้อนข้าวเปลือก 59
17:57	3:48	30.5	984.1	240.1	53.2	45.6	
17:58	3:49	30.5	984.3	239.8	53.8	47.9	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 28
17:59	3:50	30.3	851.7	167.6	50.9	47.2	
18:00	3:51	30.8	845.9	145.9	53.2	51.4	ป้อนข้าวเปลือก 60
18:01	3:52	30.3	889.7	124	52.3	49.5	
18:02	3:53	30.4	706.3	113.9	50.3	46.9	
18:03	3:54	30.1	760.3	101.4	47.7	45.7	ป้อนข้าวเปลือก 61
18:04	3:55	30.0	767.9	101.6	48.3	46.3	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 29
18:05	3:56	30.3	529.8	97.6	45.6	43.2	ป้อนข้าวเปลือก 62
18:06	3:57	30.1	522	83.3	45.7	43.5	
18:07	3:58	30.4	421.9	78.4	45.3	43.4	
18:08	3:59	29.9	412.2	71.7	43.8	42.0	
18:09	4:00	30.0	394.8	65.3	43.4	40.3	
18:10	4:01	30.4	305.5	61.4	42.0	40.6	สู่มตัวอย่างข้าวเปลือก 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
18:11	4:02	30.0	195.2	57.8	41.7	39.8	39.8	
18:12	4:03	30.1	198.8	54.4	41.5	39.8	39.8	
18:13	4:04	30	180.5	51.1	40.8	38.3	38.3	
18:14	4:05	29.9	96.1	48.6	40.4	37.5	37.5	
18:15	4:06	30	98.8	46.6	39.8	37.7	37.7	ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
18:16	4:07	29.8	86.4	44.5	39.0	37.3	37.3	พัก
18:17	4:08	30.1	69.1	42.7	38.1	36.4	36.4	
18:18	4:09	29.9	70.7	41.2	37.2	36.1	36.1	
18:19	4:10	30.0	69.9	39.9	35.9	35.7	35.7	
18:20	4:11	30.3	60.2	34.5	35.7	35.7	35.7	จุดเตารอบ 7
18:21	4:12	30.2	457.8	39.9	34.2	33.7	33.7	เกิดเปลวไฟหน้าเตา
18:22	4:13	30.7	956.7	178	36.7	36.0	36.0	ครอบคลุมองความร้อน ป้อนข้าวเปลือก 63
18:23	4:14	30.3	1094.9	210.3	41.1	39.2	39.2	ป้อนข้าวเปลือก 64
18:24	4:15	30.0	1184.3	229	44.8	42.4	42.4	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 31
18:25	4:16	30.3	1006.5	225.1	46.5	44	44	ป้อนข้าวเปลือก 65
18:26	4:17	30.0	994.4	233.7	46.8	43.8	43.8	ป้อนข้าวเปลือก 66
18:27	4:18	29.8	968.2	228.3	48.6	45.8	45.8	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
18:28	4:19	29.7	919.4	260.2	50.6	47.9	47.9	
18:29	4:20	29.6	914.5	248.1	51.7	49.1	49.1	สูบล้ออย่างช้าๆเปลือก 32
18:30	4:21	29.8	916.5	260.1	50.6	46.7	46.7	
18:31	4:22	29.6	980.4	238.9	52.8	48.6	48.6	ป้อนข้าวเปลือก 67
18:32	4:23	29.9	935.5	270.0	53.4	48.5	48.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
18:33	4:24	29.8	896.1	240.1	53.2	45.6	บ่อนข้าวเปลือก 68	
18:34	4:25	29.6	885.4	239.8	53.8	47.9		
18:35	4:26	30.0	865.7	167.6	50.9	47.2	บ่อนข้าวเปลือก 69	
18:36	4:27	29.5	868.4	145.9	53.2	51.4	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 33	
18:37	4:28	29.7	702.5	124.0	52.3	49.5		
18:38	4:29	29.8	775.2	113.9	50.3	46.9	บ่อนข้าวเปลือก 70	
18:39	4:30	29.5	776.8	101.4	47.7	45.7		
18:40	4:31	29.7	765.7	101.6	48.3	46.3	บ่อนข้าวเปลือก 71	
18:41	4:32	29.5	696.1	97.6	45.6	43.2		
18:42	4:33	29.3	594.3	83.3	45.7	43.5	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 34	
18:43	4:34	29.4	573.7	78.4	45.3	43.4		
18:44	4:35	29.5	486.4	71.7	43.8	42.0		
18:45	4:36	29.6	406.2	65.3	43.4	40.3		
18:46	4:37	29.5	398.7	61.4	42.0	40.6		
18:47	4:38	29.5	280.3	57.8	41.7	39.8	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 35	
18:48	4:39	29.2	235.2	54.4	41.5	39.8		
18:49	4:40	29.3	147.1	51.1	40.8	38.3	ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด	
18:50	4:41	29.6	181.1	48.6	40.4	37.5	พัก	
18:51	4:42	29.5	94.2	46.6	39.8	37.7		
18:52	4:43	29.3	89.7	44.5	39.0	37.3		
18:53	4:44	29.3	82.2	46.7	37.8	36.2		
18:54	4:45	29.3	85.2	43.6	36.6	36.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมน	กลางถึงหมน	ท้ายถึงหมน	เหตุการณ์
18:55	4:46	29.7	33.2	33.7	35.6	34.5	จุดเตารอบ 8	
18:56	4:47	29.5	427.4	31.0	33.2	33.3	เกิดเปลวไฟหน้าเตา	
18:57	4:48	29.5	455.2	31.3	33.6	33.1	ครอบปล่องความร้อน	
18:58	4:49	29.4	575.5	54.5	34.7	34.0		
18:59	4:50	29.5	591.2	76.7	36.5	35.5	ป้อนข้าวเปลือก 72	
19:00	4:51	29.6	897.1	110.7	40.4	38.1	ป้อนข้าวเปลือก 73	
19:01	4:52	29.5	897.2	158.1	41.5	40.3	ป้อนข้าวเปลือก 74	
19:02	4:53	29.3	796.5	153.9	43.7	43.6	สูบล้ออย่างช้าเปลือก 36	
19:03	4:54	29.4	764.2	168.9	42.9	42.8	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี	
19:04	4:55	29.5	734.9	168.4	44.7	43.9	ป้อนข้าวเปลือก 75	
19:05	4:56	29.9	786.1	169.5	46.1	42.9		
19:06	4:57	29.7	775.4	150.8	47.1	44.5		
19:07	4:58	29.5	665.7	159.4	47.4	45.2	สูบล้ออย่างช้าเปลือก 37	
19:08	4:59	29.4	558.4	173.4	48.7	44.5	ป้อนข้าวเปลือก 76	
19:09	5:00	29.5	572.5	179.6	50.3	45.9		
19:10	5:01	29.6	577.6	170.7	50.6	46.8	ป้อนข้าวเปลือก 77	
19:11	5:02	29.2	567.8	164.7	49.1	46.0		
19:12	5:03	29.3	497.6	135.6	48.8	46.3	ป้อนข้าวเปลือก 78	
19:13	5:04	29.4	486.8	183.9	49.1	46.2	สูบล้ออย่างช้าเปลือก 38	
19:14	5:05	29.3	475.7	159.0	51.4	48.0	ป้อนข้าวเปลือก 79	
19:15	5:06	29.8	494.1	110.9	49.5	47.4		
19:16	5:07	29.4	384.3	114.0	49.5	48.1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลาทดลอง (ชม.น.)	เวลา	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
19:17	5:08	29.1	363.7	119.2	48.3	48.4	80	บ่อนข้าวเปลือก
19:18	5:09	30.0	384.3	113.3	48.6	44.9		
19:19	5:10	29.8	306.7	122.1	47.8	45.2	39	ส้มตัวอย่างข้าวเปลือก
19:20	5:11	30.6	304.3	110.2	46.5	43.8		
19:21	5:12	29.7	299.5	109.3	45.1	44.3		
19:22	5:13	29.9	292.7	97.2	43.7	43.0		
19:23	5:14	29.6	285.6	79.7	42.2	41.4		
19:24	5:15	29.2	276.8	79.2	43.2	41.6		
19:25	5:16	29.8	164.2	72.3	41.7	40.0	40	ส้มตัวอย่างข้าวเปลือก
19:26	5:17	29.5	137.9	65.4	39.8	37.2		
19:27	5:18	29.2	96.5	62.4	39.9	38.5		
19:28	5:19	29.3	95.4	58.6	39.3	37.2		
19:29	5:20	29.2	95.7	56.9	38.8	37.4		
19:30	5:21	29.5	78.4	53.4	38.6	37.8		
19:31	5:22	29.4	67.5	51.1	37.4	36.7		ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีจนหมด
19:32	5:23	29.1	68.2	43.6	36.5	35.7		พัก
19:33	5:24	29.3	59.3	33.5	35.5	34.9		
19:34	5:25	29.3	58.9	32.4	35.4	33.9		
19:35	5:26	29.9	43.0	31.7	35.1	34.8		
19:36	5:27	29.5	60.9	38.7	34.9	34.8		
19:37	5:28	29.3	50.1	33.6	36.5	35.7		จุดเตารอบ 9
19:38	5:29	29.3	490.2	33.5	35.5	34.9		เกิดเปลวไฟบนเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
19:39	5:30	29.3	835.4	32.4	35.4	33.9	33.9	ครอบปล่องควมร้อน
19:40	5:31	29.8	911.2	78.7	35.1	34.8	34.8	ป้อนข้าวเปลือก 81
19:41	5:32	29.3	972.5	121.0	36.7	36.2	36.2	ป้อนข้าวเปลือก 82
19:42	5:33	29.3	1000.3	150.1	39.1	38	38	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 41
19:43	5:34	29.3	1009.2	192.7	41.2	37.7	37.7	ป้อนข้าวเปลือก 83
19:44	5:35	29.2	1196.9	217.1	41.1	36.7	36.7	ป้อนข้าวเปลือก 84
19:45	5:36	30.1	1194.3	224.5	44.2	41.9	41.9	ข้าวเริ่มไหลออกจากถังโรตารี
19:46	5:37	30.0	1006.5	220.1	42.9	40.3	40.3	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 42
19:47	5:38	30.0	996.2	222.7	45.5	38.6	38.6	ป้อนข้าวเปลือก 85
19:48	5:39	30.0	988.9	202.5	46.8	43.1	43.1	
19:49	5:40	30.0	989.4	209.0	46.8	44.8	44.8	ป้อนข้าวเปลือก 86
19:50	5:41	30.7	974.5	211.7	48.5	44	44	
19:51	5:42	30.1	976.5	213.0	47.9	42	42	
19:52	5:43	30.1	980.4	199.0	49.8	45.4	45.4	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 43
19:53	5:44	30.3	985.5	225.4	48.9	44.6	44.6	ป้อนข้าวเปลือก 87
19:54	5:45	30.4	886.1	191.8	51.2	47.4	47.4	
19:55	5:46	30.1	895.4	209.2	49.5	46.3	46.3	
19:56	5:47	30.0	885.3	197.4	49.7	44.0	44.0	ป้อนข้าวเปลือก 88
19:57	5:48	30.3	870.2	197.7	50.7	45.1	45.1	
19:58	5:49	30.1	864.6	163.3	50.3	43.7	43.7	สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 44
19:59	5:50	30.4	853.2	143.0	50.6	48.2	48.2	
20:00	5:51	29.9	792.4	136.5	49.4	46.6	46.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

เวลา (น.)	เวลาทดลอง (ชม.:น.)	อากาศ	เปลวไฟบนเตา	อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ(องศาเซลเซียส)	หน้าถึงหมูน	กลางถึงหมูน	ท้ายถึงหมูน	เหตุการณ์
20:01	5:52	30.0	783.1	132.5	48.6	47.0		
20:02	5:53	30.4	765.2	123.1	48.1	45.5		
20:03	5:54	30	789.4	120.8	47.4	42.5		
20:04	5:55	30.1	690.5	115.0	46.8	43.3		สูมตัวอย่างข้าวเปลือก 45
20:05	5:56	29.1	673.1	105.8	47.1	43.4		
20:06	5:57	29.3	560.2	94.8	45.4	42.2		
20:07	5:58	29.3	580	83.3	44.1	41.1		ข้าวเปลือกไหลออกจากถังโรตารีหมด
20:08	5:59	29.9	399.9	72.8	43.2	40.0		พัก
20:09	6:00	29.5	185.3	66.7	41.8	39.4		
20:10	6:01	29.3	94.2	61.4	41.5	38.5		
20:11	6:02	29.3	96.0	56.9	40.3	38.6		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ตัวอย่างข้อสอบที่นำออกมาสุ่มซึ่งนำหนัก ความเข้มข้นข้อสอบของชุดศึกษาการออกแบบไรศารด้วยแก๊สชีววมลกลบ การทดลองที่ 1

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)						ค่าความชื้น	
	ภาชนะ	ภาชนะ+ข้อสอบก่อนอบ	ภาชนะ+ข้อสอบหลังอบ	ข้อสอบก่อนอบ	ข้อสอบหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)	
1	11.46	61.56	51.01	50.10	39.55	21.05	26.67	
2	11.59	61.69	50.66	50.10	39.07	22.05	28.29	
3	11.61	61.74	50.63	50.13	39.02	22.16	28.47	
4	11.64	61.87	51.19	50.23	39.55	21.21	27.00	
5	11.80	62.06	50.39	50.26	38.59	23.21	30.24	
ค่าเฉลี่ย	11.62	61.784	50.776	50.16	39.156	21.94	28.13	
6	11.42	61.43	52.79	50.01	41.37	17.27	21.00	
7	12.39	62.45	53.93	50.06	41.54	16.99	20.48	
8	11.77	62.82	53.93	51.05	42.16	17.41	20.08	
9	11.64	61.65	52.87	50.01	41.23	17.55	21.29	
10	11.41	62.04	53.16	50.63	41.75	17.57	21.32	
ค่าเฉลี่ย	11.72	62.07	53.33	50.35	41.61	17.35	20.83	
11	11.65	61.71	53.46	50.06	41.81	16.48	19.73	
12	10.90	61.02	52.44	50.12	41.54	17.11	20.65	
13	12.37	62.42	53.94	50.05	41.57	16.94	20.39	
14	11.89	62.08	53.57	50.19	41.68	16.95	20.41	
15	12.64	62.79	54.03	50.15	41.39	17.46	21.16	
ค่าเฉลี่ย	11.89	62.00	53.48	50.11	41.59	16.98	20.46	
16	11.66	66.67	53.46	50.01	42.00	16.01	19.07	
17	12.33	62.47	54.33	50.14	42.00	16.23	19.38	
18	11.62	61.84	53.57	50.22	41.95	14.47	16.92	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)				ค่าความชื้น		
	ภาษาชะ	ภาษาชะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	ภาษาชะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
19	11.54	61.99	53.70	50.45	42.16	16.43	19.66
20	12.32	62.79	54.50	50.47	42.18	16.42	19.65
ค่าเฉลี่ย	11.89	63.15	53.91	50.25	42.06	15.91	18.93
21	12.19	62.20	54.30	50.01	42.11	15.79	18.71
22	11.46	62.77	54.60	51.31	43.14	15.39	18.19
23	12.45	62.56	54.62	50.11	42.17	15.84	18.82
24	12.12	62.77	54.68	50.65	42.56	15.97	19.00
25	12.00	62.67	54.66	50.67	42.66	15.80	18.77
ค่าเฉลี่ย	12.04	62.59	54.57	50.55	42.53	15.75	18.70
26	11.70	61.94	54.34	50.24	42.64	15.12	17.82
27	11.48	61.76	54.06	50.28	42.58	15.31	18.08
28	11.65	61.88	54.17	50.23	42.52	15.34	18.13
29	10.81	60.85	54.35	50.04	43.54	13.00	14.09
30	11.67	62.09	54.08	50.42	42.41	15.85	18.03
ค่าเฉลี่ย	11.46	61.70	54.20	50.24	42.74	14.924	17.23
31	11.61	61.65	54.22	50.04	42.61	14.84	17.43
32	12.4	62.83	55.36	50.43	42.96	14.81	17.38
33	12.42	62.46	55.03	50.04	42.61	14.84	17.43
34	11.52	62.68	55.12	51.16	43.60	14.77	17.33
35	12.55	62.09	55.48	50.00	42.93	14.08	16.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ตัวอย่าง (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)					ค่าความชื้น	
	ภาพชนะ	ภาพชนะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	ภาพชนะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
ค่าเฉลี่ย	12.1	62.34	55.04	50.33	42.94	14.66	17.19
36	11.65	61.93	54.61	50.28	42.96	14.55	17.03
37	11.84	61.9	54.57	50.06	42.73	14.64	17.15
38	12.02	62.32	55.00	50.30	42.98	14.55	17.03
39	11.72	62.05	54.40	50.33	42.68	15.19	17.92
40	11.75	61.91	54.49	50.16	42.74	14.79	17.36
ค่าเฉลี่ย	11.79	62.02	54.61	50.23	42.82	14.74	17.29
41	11.57	61.6	54.55	50.03	42.98	14.09	16.40
42	12.46	62.45	55.41	50.00	42.95	14.10	16.41
43	11.63	61.69	54.7	50.06	43.07	13.96	16.22
44	12.20	62.36	55.28	50.16	43.08	14.11	16.43
45	10.86	61.88	54.67	51.02	43.81	14.13	16.45
ค่าเฉลี่ย	11.74	61.99	54.92	50.25	43.18	14.07	16.38
46	10.97	61.17	54.31	50.20	43.34	13.86	15.82
47	11.53	61.91	55.11	50.38	43.58	13.49	15.60
48	11.16	61.58	54.66	50.42	43.50	13.72	15.90
49	11.40	61.49	54.67	50.09	43.27	13.62	15.76
50	11.59	61.91	55.06	50.32	43.47	13.61	15.72
ค่าเฉลี่ย	11.33	61.612	54.762	50.28	43.43	13.66	15.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ตัวอย่างข่าวเปลือกที่นำออกมาสู่ชุมชน นำหนัก ความเข้มข้นข่าวเปลือก ของชุดศึกษาการอบแห้งข่าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีววมลแกลบ การทดลองที่ 2

ตัวอย่างที่	ภพชนะ	ภพชนะ+ข่าวเปลือกก่อนอบ	ภพชนะ+ข่าวเปลือกหลังอบ	ข่าวเปลือกก่อนอบ	ข่าวเปลือกหลังอบ	ค่าความชื้น	
						% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
1	11.65	61.94	50.74	50.29	39.09	22.27	28.65
2	11.44	62.24	50.88	50.80	39.44	22.36	28.80
3	11.5	61.75	50.48	50.25	38.98	22.42	28.91
4	12.63	62.63	50.82	50.00	38.19	23.62	30.92
5	11.74	61.83	50.48	50.09	38.74	22.65	29.29
ค่าเฉลี่ย	11.792	62.07	50.68	50.29	38.88	22.66	29.31
6	11.96	62.05	52.51	50.09	40.55	19.04	23.52
7	11.04	61.06	51.60	50.02	40.56	18.91	23.23
8	12.08	62.18	52.63	50.10	40.55	19.06	23.55
9	11.61	62.19	52.68	50.58	41.07	18.80	23.15
10	11.63	61.71	52.10	50.08	40.47	19.18	23.74
ค่าเฉลี่ย	11.66	61.83	52.30	50.17	40.64	19.00	23.43
11	11.46	61.88	52.94	50.42	41.48	17.73	21.55
12	11.80	61.81	52.70	50.01	40.90	18.21	22.27
13	12.38	62.93	54.12	50.55	41.74	17.42	21.10
14	12.52	62.61	53.70	50.09	41.18	17.78	21.63
15	12.41	62.50	53.58	50.09	41.17	17.8	21.66
ค่าเฉลี่ย	12.11	62.35	53.41	50.23	41.29	17.79	21.64
16	11.59	61.63	53.22	50.04	41.63	16.80	20.20
17	11.53	61.81	53.19	50.28	41.66	17.14	20.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)				ค่าความชื้น		
	ลักษณะ	ลักษณะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	ลักษณะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
18	11.32	62.93	53.23	51.61	41.91	18.79	23.14
19	11.52	62.61	53.18	51.09	41.66	18.45	22.63
20	11.39	62.50	53.05	51.11	41.66	18.48	22.68
ค่าเฉลี่ย	11.47	62.29	53.17	50.82	41.70	17.93	21.87
21	11.57	61.59	53.67	50.02	42.10	15.83	18.81
22	12.21	62.75	53.64	50.54	41.43	18.02	21.98
23	11.64	61.65	53.79	50.01	42.15	15.73	18.64
24	11.29	61.54	54.73	50.25	43.44	13.55	15.67
25	10.83	61.24	53.65	50.41	42.82	15.05	17.72
ค่าเฉลี่ย	11.50	61.75	53.90	50.25	42.39	15.64	18.56
26	11.75	61.86	54.17	50.11	42.42	15.34	18.12
27	11.73	61.78	54.22	50.05	42.49	15.10	17.79
28	12.35	62.72	54.10	50.37	41.75	17.86	21.72
29	11.95	62.09	55.09	50.14	42.74	15.29	18.09
30	10.31	62.09	54.09	51.78	43.78	15.44	18.27
ค่าเฉลี่ย	11.62	62.11	54.33	50.49	42.64	15.81	18.80
31	11.45	61.53	54.49	50.08	43.04	14.05	16.35
32	11.51	62.07	55.04	50.56	43.53	13.9	16.14
33	12.33	62.55	54.71	50.22	42.38	15.61	18.49
34	11.34	61.47	54.70	50.13	43.36	13.5	15.61
35	11.34	61.75	54.66	50.41	43.32	13.73	15.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)				ค่าความชื้น		
	ภาชนะ	ภาชนะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	ภาชนะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
ค่าเฉลี่ย	11.594	61.874	54.72	50.28	43.12	14.15	16.50
36	11.88	62.00	54.47	50.12	42.59	15.02	17.68
37	11.41	62.52	55.89	51.11	44.48	12.97	14.90
38	12.38	62.62	55.91	50.24	43.53	13.35	15.41
39	11.67	62.34	56.48	50.67	44.81	11.56	13.07
40	11.67	62.42	54.69	50.75	43.02	15.23	17.96
ค่าเฉลี่ย	11.80	62.38	55.48	50.58	43.68	13.62	15.80
41	12.48	62.61	55.63	50.13	43.15	13.92	16.17
42	11.49	62.55	55.47	51.06	43.98	13.86	16.09
43	11.61	61.56	54.49	50.0	42.88	14.24	16.6
44	11.69	61.80	54.47	50.11	42.78	14.62	17.13
45	12.11	62.22	55.17	50.11	43.06	14.06	16.37
ค่าเฉลี่ย	11.876	62.15	55.046	50.27	43.17	14.14	16.47
46	12.41	63.10	55.98	50.69	43.57	14.04	16.34
47	11.62	61.47	54.57	50.00	42.95	14.1	16.41
48	11.58	62.00	55.00	50.42	43.42	13.19	15.2
49	11.69	61.71	54.65	50.02	42.96	14.11	16.43
50	10.90	60.94	53.94	50.04	43.04	13.98	16.26
ค่าเฉลี่ย	11.64	61.84	54.82	50.20	43.19	13.88	16.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ตัวอย่างข่าวเปลือกที่นำออกมาสู่สำนัก ความชื่นชมข่าวเปลือก ของชุดศึกษาการอบแห้งข่าวเปลือกแบบโรตารีด้วยแก๊สชีวมวลเกลบ การทดลองที่ 3

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)							
	ภาษาชะ	ภาษาชะ+ข่าวเปลือกก่อนอบ	ภาษาชะ+ข่าวเปลือกหลังอบ	ข่าวเปลือกก่อนอบ	ข่าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)	ค่าความชื้น
1	11.50	62.20	50.14	50.70	38.64	23.78	31.21	
2	12.65	62.70	50.26	50.05	37.61	24.85	33.07	
3	11.62	61.64	50.83	50.02	39.21	21.61	27.56	
4	11.02	61.37	49.72	50.35	38.70	23.13	30.10	
5	12.37	62.40	50.50	50.03	38.13	23.89	31.39	
ค่าเฉลี่ย	11.83	62.06	50.29	50.23	38.458	23.45	30.67	
6	11.54	61.57	51.22	50.03	39.68	20.68	26.08	
7	12.21	62.36	51.30	50.15	39.09	22.05	28.29	
8	11.40	61.46	53.47	50.06	42.07	15.06	18.99	
9	11.55	61.58	51.91	50.03	40.36	19.92	24.88	
10	11.87	61.95	51.10	50.08	39.23	21.66	27.65	
ค่าเฉลี่ย	11.71	61.78	51.80	50.07	40.09	19.874	25.178	
11	11.68	61.74	52.03	50.06	40.35	19.39	24.06	
12	11.62	61.63	51.91	50.01	40.29	19.43	24.12	
13	11.71	61.81	51.93	50.10	40.22	19.72	24.56	
14	12.37	61.57	52.52	50.00	40.15	19.7	24.53	
15	11.59	61.71	51.73	50.12	40.14	19.91	24.86	
ค่าเฉลี่ย	11.79	61.69	52.02	50.06	40.23	19.63	24.426	
16	11.76	62.04	52.57	50.28	40.81	18.83	23.2	
17	11.42	61.66	52.39	50.24	40.97	18.45	22.62	
18	11.05	61.38	51.84	50.33	40.79	18.95	23.38	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)				ค่าความชื้น		
	สถานะ	สถานะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	สถานะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)
19	11.54	61.63	52.13	50.09	40.59	18.96	23.4
20	12.41	62.60	53.48	50.19	41.07	18.17	22.2
ค่าเฉลี่ย	11.64	61.86	52.48	50.23	40.85	18.672	22.96
21	11.63	61.67	53.08	50.04	41.45	17.16	20.72
22	10.82	60.91	52.42	50.09	41.60	16.94	20.4
23	11.16	61.18	52.54	50.02	41.38	17.27	20.87
24	12.24	62.24	50.37	50.00	38.13	23.74	31.13
25	11.66	61.68	53.14	50.02	41.48	17.08	20.61
ค่าเฉลี่ย	11.50	61.54	52.31	50.03	40.81	18.438	22.746
26	11.45	61.48	53.70	50.03	42.25	15.55	18.41
27	11.63	61.75	53.20	50.12	41.57	17.05	20.56
28	11.58	61.63	53.51	50.05	41.93	16.26	19.42
29	11.57	61.57	53.39	50.00	41.82	16.36	19.56
30	11.40	61.47	53.20	50.07	41.80	16.51	19.78
ค่าเฉลี่ย	11.53	61.58	53.40	50.05	41.87	16.346	19.546
31	11.36	61.50	54.01	50.14	42.65	14.63	17.56
32	11.61	61.63	54.17	50.02	42.56	14.91	17.52
33	10.85	60.94	53.45	50.09	42.60	14.95	17.58
34	12.55	61.57	54.47	50.00	41.92	16.16	19.27
35	12.09	62.26	54.73	50.17	42.64	15	17.65
ค่าเฉลี่ย	11.69	61.58	54.17	50.08	42.47	15.13	17.916

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (กรัม)						ค่าความชื้น	
	ภาชนะ	ภาชนะ+ข้าวเปลือกก่อนอบ	ภาชนะ+ข้าวเปลือกหลังอบ	ข้าวเปลือกก่อนอบ	ข้าวเปลือกหลังอบ	% (ฐานเปียก)	% (ฐานแห้ง)	
36	11.56	61.59	54.68	50.03	43.12	13.81	16.02	
37	11.61	61.64	54.63	50.03	43.02	14.01	16.29	
38	11.86	61.92	54.90	50.06	43.04	14.02	16.31	
39	11.37	61.38	54.51	50.01	43.14	13.73	15.92	
40	12.61	62.65	54.73	50.04	42.12	13.82	16.04	
ค่าเฉลี่ย	11.80	61.84	54.69	50.03	42.89	13.878	16.116	
41	12.47	62.51	55.96	50.04	43.49	13.08	15.06	
42	12.01	62.15	55.55	50.14	43.54	13.16	15.15	
43	11.74	61.74	55.30	50.00	43.56	12.88	14.78	
44	11.66	61.82	55.41	50.16	43.75	12.77	14.65	
45	11.37	61.41	54.92	50.04	43.55	12.96	14.9	
ค่าเฉลี่ย	11.85	61.93	55.43	50.08	43.58	12.97	14.908	
46	11.96	62.01	55.72	50.05	43.76	12.56	14.37	
47	11.56	61.76	55.48	50.20	43.92	12.5	14.29	
48	11.61	61.66	55.33	50.05	43.72	12.64	14.47	
49	11.48	61.49	55.41	50.01	43.93	12.15	13.84	
50	11.58	61.62	55.33	50.04	43.75	12.56	14.37	
ค่าเฉลี่ย	11.64	61.71	55.45	50.07	43.82	12.482	14.268	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณส่วนผสมตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อหาความน่าเชื่อถือในการศึกษา

จากสูตร

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.2)$$

$$= \frac{25000 \text{ (กรัม)}}{1 + 25000 (0.005)^2}$$

$$= 399.98 \text{ (กรัม)}$$

คำนวณความชื้นข้าวเปลือกก่อนทดลอง

จากสูตร

$$\text{ความชื้นข้าวเปลือก (\% ฐานเปียก)} = \frac{\text{น.น. ก่อนอบ (กรัม)} - \text{น.น. หลังอบ (กรัม)}}{\text{น.น. ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100 \quad (3.5)$$

$$= \frac{50.01 \text{ (กรัม)} - 39.55 \text{ (กรัม)}}{50.10 \text{ (กรัม)}} \times 100$$

$$= 21.94 \text{ เปอร์เซ็นต์ (\% ฐานเปียก)}$$

คำนวณความชื้นข้าวเปลือกสุดท้ายของการทดลอง

จากสูตร

$$\text{ความชื้นข้าวเปลือก (\% ฐานเปียก)} = \frac{\text{น.น. ก่อนอบ (กรัม)} - \text{น.น. หลังอบ (กรัม)}}{\text{น.น. ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100 \quad (3.5)$$

$$= \frac{50.02 \text{ (กรัม)} - 43.04 \text{ (กรัม)}}{50.02 \text{ (กรัม)}} \times 100$$

$$= 13.98 \text{ เปอร์เซ็นต์ (\% ฐานเปียก)}$$

คำนวณความขึ้นข้าวเปลือกสุดท้ายของการทดลอง

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง} &= \frac{\text{น้ำหนักแกลบ}-\text{น้ำหนักซีเถ้า}}{\text{เวลา}} \quad (\text{กิโลกรัมต่อชั่วโมง}) \\
 &= \frac{9 \text{ (กิโลกรัม)} - 1.63 \text{ (กิโลกรัม)}}{355 \text{ (นาที)}} \times \frac{1 \text{ (ชั่วโมง)}}{60 \text{ (นาที)}} \\
 &= 1.32 \text{ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)}
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

คำนวณอัตราการอบแห้งข้าวเปลือก

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 DR &= \frac{M_{pi} - M_{pf}}{t} \\
 &= \frac{25 \text{ (กิโลกรัม)} - 18.03 \text{ (กิโลกรัม)}}{358 \text{ (นาที)}} \times \frac{60 \text{ (นาที)}}{1 \text{ (ชั่วโมง)}} \\
 &= 1.16 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

การดำเนินการในการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งข้าวเปลือกแบบโรตารีโดยเตา
แก๊สชีววมวลแกลบ

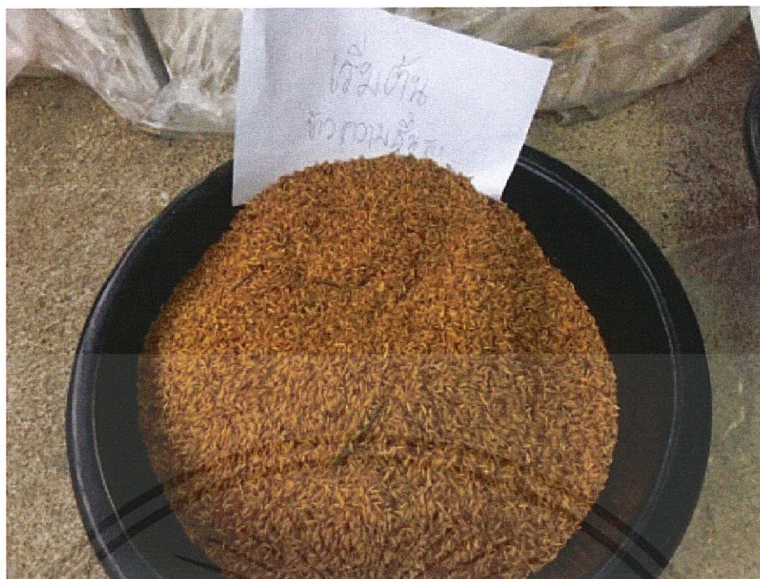


ภาพที่ ข.1 การเตรียมข้าวเปลือก



ภาพที่ ข.2 การแช่ตัวอย่างข้าวเปลือก อุณหภูมิ 9 °C ในเวลา 48 ชม.

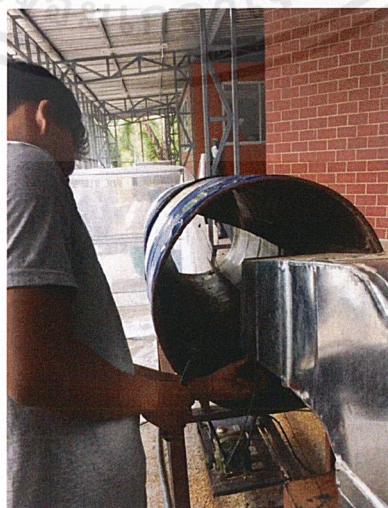
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.3 เตรียมตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง



ภาพที่ ข.4 การสุ่มชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนการทดลอง



ภาพที่ ข.5 ตัดสายวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

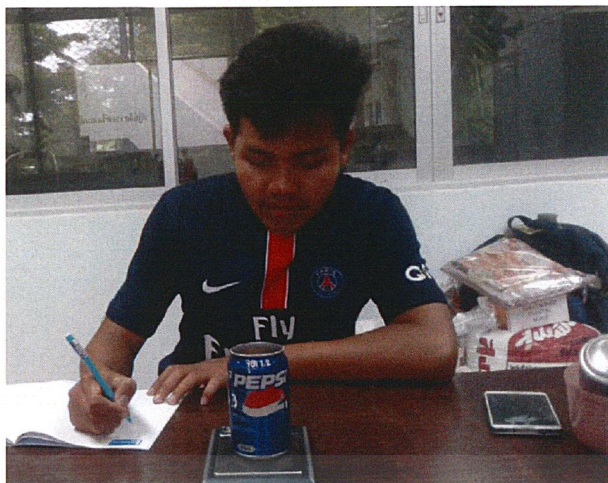


ภาพที่ ข.6 จุดไฟหน้าเตาแก๊สชีวมวลกลบ

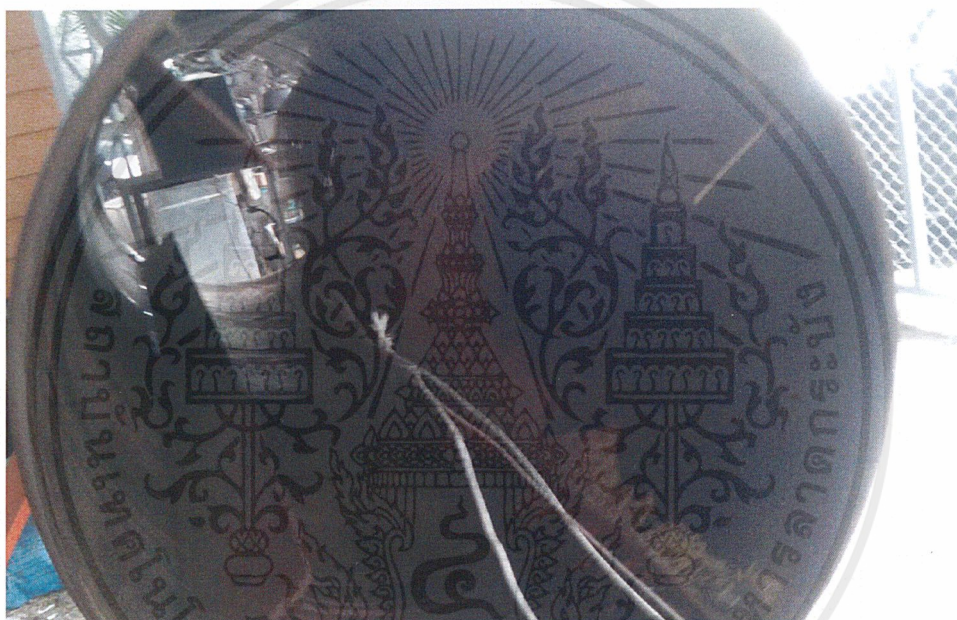


ภาพที่ ข.7 ป้อนข้าวทุกๆ 2 นาที ตลอดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.8 สุ่มชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ทุกๆ 6 นาที ตลอดการทดลอง



ภาพที่ ข.9 สังเกตเหตุการณ์ต่างๆ แล้วจดบันทึก



ภาพที่ ข.10 ชั่งน้ำหนักซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ - นามสกุล
วัน เดือน ปีเกิด
ที่อยู่

นายณัฐวุฒิ หนูนโธสง
วันเสาร์ที่ 9 พฤศจิกายน 2537
บ้านเลขที่ 91/2 หมู่ 13 ตำบลดอนอะราง อำเภอหนองกี่
จังหวัดบุรีรัมย์ 31210

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนนิภาศิริ
มัธยมศึกษา โรงเรียนหนองกี่พิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์
ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้