ปีการศึกษา 2532

การอบแห้งพริกโดย เครื่องอบแบบชั้น

โดย

นายราชัน เหลืองคำรงกิจ

นายวิษณุ เลิศวิศาลศักดิ์

นางสาวพิสมัย สุขพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายยงยุทธ พืชกมุทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2532

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การอบพริกโดยเครื่องอบแบบชั้น

ผู้จัดทำ

1. นายราชัน เหลืองดารงกิจ
2. นายวิษณุ เลิศวิศาลศักดิ์
3. นางสาวพิสมัย สุขพงษ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(นายยงยุทธ พืชกุมุทร)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอบพริกโดยเครื่องอบแบบชั้น

นายราชัน เหลืองคารงกิจ
นายวิษณุ เลิศวิศาลศักดิ์
นางสาวพิสมัย สุขพงษ์
นายยงยุทธ พืชกมุทร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

เครื่องอบแห้งแบบชั้น ซึ่งอาศัยหลักการของการอบแห้ง โดยทางอ้อม ด้วยการเผาความร้อนแบบธรรมชาติ ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับอบแห้ง ,ผลิตผลทางการเกษตร เครื่องอบแห้งถูกออกแบบให้ทำงานง่ายๆ และประหยัดโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นตัวให้ความร้อน ความร้อนที่ได้จะถ่ายเทจากตัวเตา แผ่นกระจายความร้อน และปล่องควัน อากาศซึ่งเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องอบทางด้านล่างและเคลื่อนออกทางช่องทางออกด้านบน อากาศร้อนนี้จะระเหยความชื้นออกจากผลผลิต

ในการทดสอบลักษณะของเครื่องอบแห้ง โดยการอบแห้งพริกสด และการใช้กะลามะพร้าวเป็นตัวให้ความร้อน ก่อนการอบต้องลวกตัวอย่างในน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90-100 °C เป็นเวลา 3 นาที อุณหภูมิที่ใช้ในการอบให้อยู่ในช่วง 50-70 °C และจะใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 12-8 ชั่วโมง ตามลำดับ จะสังเกตุได้ว่า ตัวอย่างที่ได้หลังจากการอบแห้งแล้วจะมีสีสด และแห้งได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRYING OF CHILLIE IN TRAY DRYER

Rachan Luengdumrongkit
Visanu Lertvisansak
Pissamai Sukpong
Yongyuth Puechkamutr Advisor
1989

Abstract

A tray dryer for agricultural products operating on the principle of indirect drying with natural convection was developed.It was economic knock down type utilizing agricultural waste as a source of heating. In operating ,heat was transfered from the furnace spreaders and chincy to air with was moving into the dryer from its base. While flowing through the dryer,heated air was used to evaporate moisture from the product.

In characteristic tests of the dryer,fresh chillie was selected as drying sample by using coconut shell as heating source.Sample were soaked in hot water of temperature approximately 90 - 100 °C for 3 minutes prior to be dried. It was found that drying temperature ranging from 50 to 70 °C can be used with drying period of 12 to 8 hr,respectively. Drieted sample were observed to be fresh in color and good in texture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 พริกและลักษณะของพริก	1
	1.2 พันธุ์พริก	1
	1.3 ปัญหาการเก็บพริกสด และการเน่าเสียของพริก	2
	1.4 การตลาดของพริก	2
	1.5 วัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องอบพริก	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการอบแห้ง	4
	2.1 หลักการ	4
	2.2 จุดประสงค์	4
	2.3 พื้นฐานการอบแห้ง	4
	2.4 การอบแห้งชั้นบาง	4
	2.5 การเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุที่มีลักษณะรูพรุนในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง	8
	2.6 อัตราการอบแห้ง	8
	2.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง	9
	2.8 การลวกน้ำร้อนของพริกก่อนการอบแห้ง	10
	2.9 ข้อมูลของการอบแห้งพริกทางภาคเหนือ	10
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้างเครื่อง	11
	3.1 การคำนวณหาปริมาณความชื้น	11
	3.2 ส่วนประกอบของเครื่องอบพริก	11
	3.3 การประกอบเครื่องอบพริก	13
	3.4 หลักการทำงานของเครื่องอบพริก	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	21
	4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ	21
	4.2 การหาความชื้นของพริก	21
	4.3 การทดลองหาอัตราการอบแห้ง	22
	4.4 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	22
	4.5 การศึกษาความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อการอบแห้งพริกในห้องปฏิบัติการ	23
	4.6 การทดลองในเครื่องอบพริก	27
	4.7 ผลการทดลองในเครื่องอบพริก	30
	4.8 การศึกษาความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อการอบแห้งในเครื่องอบพริก	31
	4.9 แนวทางในการพัฒนาเครื่องอบแห้งพริก สามารถทำได้ดังนี้	38
บทที่ 5	สรุปวิจารณ์ผลการทดลอง	39
ภาคผนวก		40
กิตติกรรมประกาศ		57
เอกสารอ้างอิง		58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ		หน้า
รูปที่ 2.1	กราฟอบแห้งที่แสดงการลดลงของน้ำในระหว่างการอบแห้ง	6
รูปที่ 3.1	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอบพริก	14
รูปที่ 3.2	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของผนัง	15
รูปที่ 3.3	แสดงส่วนประกอบของประตู	16
รูปที่ 3.4	แสดงส่วนประกอบของเตา	17
รูปที่ 3.5	แสดงลักษณะของหลังคา	17
รูปที่ 3.6	แสดงลักษณะของปล่องควัน	18
รูปที่ 3.7	แผ่นกระจายความร้อน	18
รูปที่ 3.8	แสดงลักษณะของโครงและชั้นวางพริก	19
รูปที่ 4.1	แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความชื้นเฉลี่ยกับเวลาในการอบในห้องปฏิบัติการ	24
รูปที่ 4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนความชื้น กับเวลาในการอบในห้องปฏิบัติการ	25
รูปที่ 4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการอบแห้ง กับอุณหภูมิในการอบ ในห้องปฏิบัติการ	26
รูปที่ 4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเวลาในการอบ	28
รูปที่ 4.5	แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 1	32
รูปที่ 4.6	แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 2	33
รูปที่ 4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 1	35
รูปที่ 4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 2	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาใน เครื่องอบพริก ครั้งที่ 3	37
รูปที่ ก.	แสดงความแตกต่างของสีพริกที่ลวกแล้ว (อันกลาง) กับพริกที่ยังไม่ได้ลวก	51
รูปที่ ข.	แสดงการบรรจุพริกลงตะแกรงและการชั่งน้ำหนักก่อนนำเข้าเครื่องอบ	51
รูปที่ ค.	แสดงการวางตะแกรงลงบนชั้นเครื่องอบ	52
รูปที่ ง.	แสดงการสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาหาค่าความชื้น	53
รูปที่ จ.	แสดงการเผาไหม้โดยใช้กะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง	54
รูปที่ ฉ.	แสดงผลผลิตที่ได้หลังจากการอบแห้ง	54
รูปที่ ช.	แสดงการใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้และเป็นลักษณะของการเผาไหม้ที่สมบูรณ์	55
รูปที่ ซ.	แสดงการใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้และเป็นลักษณะของการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์	55
รูปที่ ฌ.	แสดงลักษณะของเครื่องอบพริกในขณะทำงาน โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง			หน้า
ตารางที่	4.1	แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิต่าง ๆ	22
ตารางที่	4.2	แสดงผลการทดลองในเครื่องอบพริก	30
ตารางที่	ก.	แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 50 °c ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ	41
ตารางที่	ข.	แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 60 °c ของการการทดลองในห้องปฏิบัติการ	42
ตารางที่	ค.	แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 70 °c ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ	43
ตารางที่	ง.	แสดงค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบที่อุณหภูมิ 50 ,60 และ 70 °c ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ	44
ตารางที่	จ.	แสดงอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบพริกที่เวลาต่าง ๆ ของการอบครั้งที่ 1	45
ตารางที่	ฉ.	แสดงอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบพริกที่เวลาต่าง ๆ ของการอบครั้งที่ 2	46
ตารางที่	ช.	แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในและนอกเครื่องอบพริกในการอบครั้งที่ 3	47
ตารางที่	ซ.	แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 1	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฌ. แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 2 49

ตารางที่ ญ. แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 3 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 พริกและลักษณะของพริก

พริกเป็นพืชสวนครัวซึ่งใช้ประกอบอาหารทั่วๆไปของไทย เป็นเครื่องปรุงรสมีทั้งชนิดเผ็ดมาก เผ็ดน้อย ไปจนถึงไม่เผ็ดเลย นอกจากนี้ยังมีทั้งขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่อีกด้วย การแบ่งหมวดหมู่พริก นิยมใช้การแบ่งประเภทพริกตามลักษณะลำต้นซึ่งแบ่งเป็น 2 พวกคือ

1.1.1 พวกยืนต้น เป็นพริกที่มีอายุ 2 - 3 ปี ลักษณะต้นเป็นไม้กึ่งพุ่ม ผลพริกเป็นหมู่หรือกลุ่ม ขนาดผลเล็ก ลักษณะโคนผลใหญ่ แล้วเรียวเล็กไปหาปลาย ปลายผลชี้ขึ้น ส่วนใหญ่จะมีผลสีแดง หรือเหลือง และค่อนข้างแข็ง เผ็ดมาก เช่น พริกขี้หนู

1.1.2 พวกต้นล้มลุก เช่นพริกที่มีอายุสั้น ผลเกิดเดี่ยว ๆ มีทั้งชนิดปลายชี้ขึ้น และปลายชี้ลง ขณะที่ผลยังอ่อนอยู่ มักมีสีชืด เขียว หรือม่วง เวลาแก่มีสีแดงจัด เหลืองอมส้ม ม่วงหรือขาวนวล เช่น พริกยักษ์ พริกชี้ฟ้า

1.2 พันธุ์พริก

พริกแห้งที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป มีอยู่ 2 พันธุ์ คือ

1.2.1 พริกขี้หนู ลักษณะของต้นเป็นพุ่มรูปตัววีสูงประมาณ 1 เมตร เพื่อเริ่มให้ผล (อายุ 60 วัน หรือ [illegible] ยกล้าลงปลูก และจะสูง 150 - 160 ซม. เมื่ออายุตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไป ทรงพุ่มกว้าง 80 ซม. มีกิ่งที่แตกจากโคนต้นมากประมาณ 3 - 5 กิ่งผลชี้ขึ้น ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีแดงจัด ยาวมากประมาณ 3 - 5 ซม. โดยรุ่นแรก ๆ ผลจะยาวกว่ารุ่นหลัง ๆ โดยผลใหญ่เรียวไปหาปลาย ผลค่อนข้างอ้วนปานกลาง รสชาติเผ็ดจัดทั้งผลสดและผลแห้ง

พริกขี้หนูจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ เมื่ออายุได้ประมาณ 90 วัน การเก็บพริกแต่ละรุ่นห่างกัน 15 วัน จะเก็บเฉพาะพริกที่มีสีแดงจัด เพื่อนำไปทำเป็นพริกแห้ง เมื่อทำเป็นพริกแห้งจะมีสีแดงเข้มเป็นมัน เหยียดตรงไม่บุบบู้ ทำให้เสียราคา พริกสด 1 กิโลกรัม มีประมาณ 1,200 ผล เมื่อตากแห้ง จะได้พริกแห้งประมาณ 0.36 กิโลกรัม ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตประมาณ 300 กิโลกรัม/ไร่

1.2.2 พริกขี้ฟ้า สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด โดยมีค่า pH ประมาณ 6.0 - 6.8 หรือเป็นกรดเล็กน้อย สามารถปลูกได้ตลอดปี

อายุการเก็บเกี่ยวของพริกขี้ฟ้าประมาณ 70 - 95 วันขึ้นไป หลังจากย้ายปลูก ผลผลิตในระยะแรกจะน้อย แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะลดลงอีกครั้งเมื่อต้นเริ่มแก่ การเก็บควรเก็บทุก ๆ 7 วัน พริกขี้ฟ้า จะให้ผลผลิต 6 - 7 เดือน หรืออาจ จะเป็นปีจนกว่าต้นจะตายไป ให้ผลผลิตประมาณ 250 กิโลกรัม/ ไร่

1.3 <u>ปัญหาการเก็บพริกสดและการเน่าเสียของพริก</u>

ปัญหาการเก็บพริกสด จากการสำรวจพบว่าในการเก็บพริกสดนั้นใช้มือเก็บทำให้ช้า ขาดแคลนแรงงานในการเก็บ และค่าจ้างเก็บ

ปัญหาการเน่าเสียของพริก จะเกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นที่มีอยู่ในพริกนั้นสูง โดยเฉพาะในฤดูฝน จะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย เพราะฉะนั้นจึงต้องทำการลดความชื้นลง เพื่อรักษาผลผลิตให้อยู่ในสภาพที่สามารถเก็บรักษาได้นาน และยังเพิ่มรายได้ ให้กับเกษตรกรอีกด้วย

1.4 <u>การตลาดของพริก</u>

ราคาของพริกสดที่ ตำบลท่าเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2533 ราคากิโลกรัมละ 3.50 บาท (จากหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับประจำวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533) ถ้าหักค่าแรงเก็บออกกิโลกรัมละ 1 บาท จะเหลือราคากิโลกรัมละ 2.5 บาท พริกต้นหนึ่ง หรือหลุมหนึ่งลงทุน 6 - 7 บาท ก็เท่ากับว่าเกษตรกรขาดทุนต้นละ 2 - 4 บาท เพราะพริกต้นหนึ่งจะให้ผลผลิตตลอดฤดูกาลประมาณ 1 - 2 กิโลกรัม และราคาพริกสดนี้มีแนวโน้มจะลดลงอีก เนื่องจากปริมาณพริกล้นตลาด

จากปัญหาพริกสดราคาต่ำ ทำให้เกษตรกรขาดทุนนี้เกษตรกร จึงนำพริกมาตากแห้ง เพื่อแก้ปัญหาพริกล้นตลาด

การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับพริก ที่อำเภอขามสะแกแสง และอำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 23 - 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2532 เกษตรกรขายพริกสดได้ราคากิโลกรัม 6 - 7 บาท ถ้าเกษตรกรนำพริกไปตากแห้งขาย จะสามารถขายพริกแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ในราคากิโลกรัมละ 25 - 30 บาท เกษตรกรของทั้งสองอำเภอ จึงนิยมนำพริกสดมาทำเป็นพริกแห้ง เพราะทำให้ขายพริกได้ราคาดีขึ้น

สรุปได้ว่า เกษตรกรที่ จังหวัดอุบลราชธานีจะทำพริกสดเป็นพริกแห้ง เพื่อแก้ปัญหาพริกล้นตลาด ส่วนเกษตรกรที่ จังหวัดนครราชสีมา จะทำเป็นพริกแห้ง เพื่อให้พริกขายได้ราคาดีขึ้น ส่วนวิธีที่เกษตรกรใช้ในการทำให้พริกแห้งนั้น คือ การตากลาน และใช้เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งแต่ละวิธีจะสามารถ ทำให้พริกนั้นแห้ง ต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 5 วัน วิธีการตากลาน จะเกิดปัญหาการน่าเสีย เนื่องจากถูกฝน ต้องคอยระวังสัตว์ไม่ให้ไปคุ้ยเขี่ย หรือจิกกินพริกที่ตากไว้ ส่วนวิธีการอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีปัญหาการเกิดเชื้อราของพริก เนื่องจากพริกที่วางทับกันมาก ๆ มีความชื้นสูงจะทำให้พริกเกิดเชื้อรามาก ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้ ถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณา เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข

เครื่องอบพริกนี้จึงถูกสร้างขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยขจัดปัญหาดังกล่าว โดยสามารถอบพริกให้แห้งได้ภายใน 1 วัน ด้วยเชื้อเพลิงที่หาได้ง่าย เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น กะลามะพร้าว ซังข้าวโพด

1.5 <u>วัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องอบพริก</u>

1. เพื่อทดสอบความสามารถในการอบแห้งพริกของเครื่องอบแห้ง
2. เพื่อหาปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้งพริก
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้การอบแห้งพริก
4. เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าความชื้นสัมพันธ์ ของอากาศภายนอกและภายในเครื่องอบ
5. เพื่อศึกษาหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องอบแห้ง ให้สามารถอบพริกได้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการอบแห้ง

2.1 หลักการของการอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป จะอาศัยหลักการ คือ ถ้าในอาหารมีจำนวนปริมาณน้ำหรือความชื้นมาก ก็จะทำให้มีโอกาสเกิดการเน่าเสียของอาหาร หรือผลผลิตได้ง่าย เนื่องจากการทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ

ดังนั้นการอบแห้งจึง เป็นการดึงเอาน้ำ หรือจำนวนปริมาณความชื้นในผลผลิตนั้นออกให้เหลือในจำนวนที่พอเหมาะ ที่จะทำให้อาหารนั้นสามารถเก็บรักษาได้นานตามความต้องการ (ผศ. สมบัติ ขอทวีวัฒนา ,2529)

2.2 จุดประสงค์ของการอบแห้ง คือ

2.2.1 เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรจะดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ

2.2.2 เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหารเพื่อสะดวกต่อการขนส่ง การบรรจุและการดูแลรักษาสภาพของผลิตภัณฑ์ (ผศ. สมบัติ ขอทวีวัฒนา , 2529)

2.3 พื้นฐานของการอบแห้ง

วัสดุที่มีโครงสร้างภายในรูพรุน โดยมากเรามักจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบแห้งวัสดุ โดยการผ่านอากาศไปที่ตัววัสดุ การถ่ายเทความร้อนจากอากาศ ไปยังวัสดุและการถ่ายเทมวลจากวัสดุไปยังอากาศจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ความร้อนสัมผัสจากอากาศที่วัสดุได้รับส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการทำให้น้ำจากวัสดุระเหย เมื่อวัสดุถูกทำให้แห้งในลักษณะของชั้นบาง ที่สภาวะอากาศคงที่อัตราการอบแห้งจะคงที่ ในช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังจากนั้นจะลดลง ปริมาณความชื้นของวัสดุขณะที่อัตราการอบแห้ง เริ่มเปลี่ยนจากคงที่เป็นลดลง เรียกว่าปริมาณความชื้นวิกฤต ซึ่งค่าปริมาณความชื้นวิกฤต จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและสภาวะในการอบแห้ง อย่างไรก็ตามในการอบแห้งพริก ส่วนมากจะมีแต่ช่วงอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอบแห้งลดลงเท่านั้น (ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ , 2528)

2.4 การอบแห้งชั้นบาง

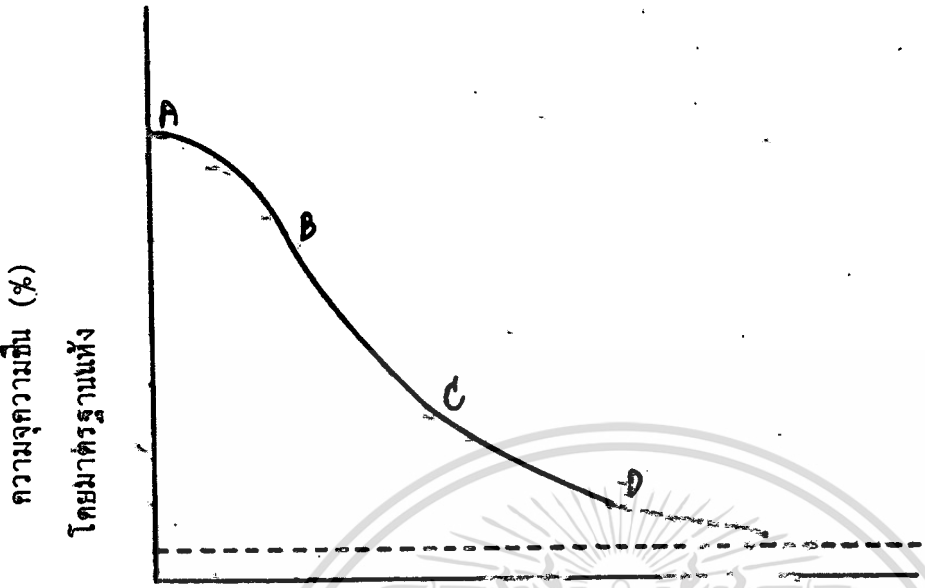
ในการอบแห้งวัสดุที่มีโครงสร้างภายในเป็นรูพรุน เช่น พริก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

2.4.1 ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่

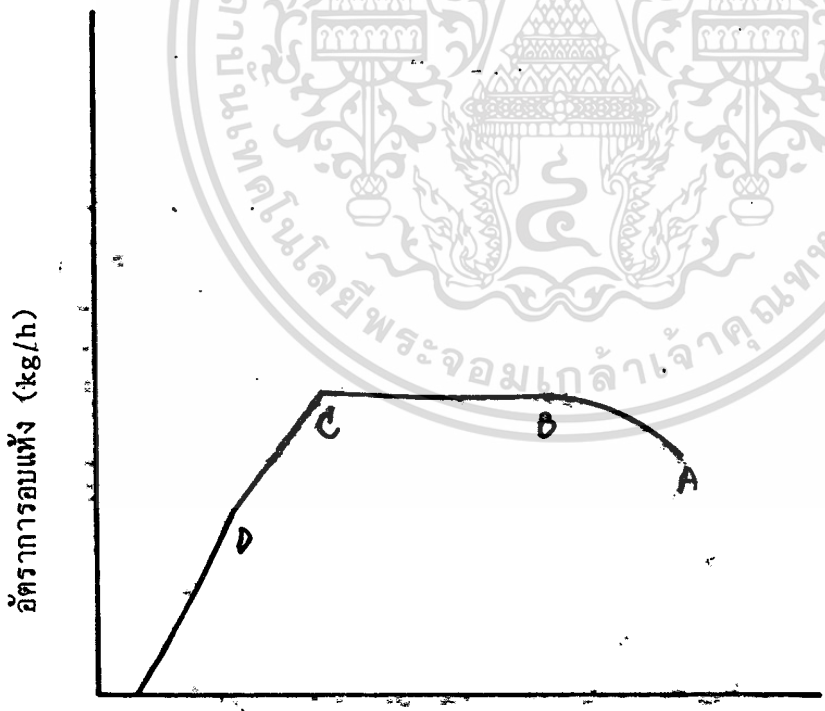
ปริมาณความชื้นของวัสดุมีค่าสูงกว่าปริมาณความชื้นวิกฤติ ที่ผิวของวัสดุจะมีน้ำเกาะอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อผ่านกระแสอากาศไปบนตัววัสดุ ความร้อนสัมผัสจากอากาศ จะถ่ายเทไปยังวัสดุ และน้ำจะระเหยจากวัสดุ ไปยังอากาศ การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของพริกเท่านั้น ซึ่งอัตราการอบแห้งช่วงนี้จะเป็นลักษณะที่มีอัตราการอบแห้งคงที่

ตามรูปที่ 2.1 ในตอนแรกเป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่พริกคือในตอนแรกความชื้นจะระเหยออกจากวัสดุน้อย ความชื้นภายในวัสดุจึงค่อย ๆ ลดลงในตอนแรก (ช่วง A-B) ต่อมาความชื้นจะระเหยออกมาอย่างรวดเร็วและอัตราการอบแห้งช่วงนี้เกิดอย่างรวดเร็วนั่นเอง (ผศ. สมบัติ ขอทวีวัฒนา , 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่าง การอบแห้งสำหรับการอบแห้งคงที่, ความจุความชื้นเป็นฟังก์ชั่นของเวลา



ตัวอย่าง อัตราการอบแห้งสำหรับสภาวะการอบแห้งคงที่, อัตราการอบแห้งเป็นฟังก์ชั่นของความจุความชื้น

รูปที่ 2.1 กราฟอบแห้งที่แสดงการลดลงของน้ำในระหว่างการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2-1

ช่วง A-B	เป็นช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ
ช่วง B-C	เป็นช่วงการอบแห้งที่อัตราการอบแห้งคงที่ (ซึ่งช่วงนี้อัตราการอบแห้งจะเกิดไว)
ช่วง C-D , D-E	เป็นช่วงการอบแห้งที่อัตราการอบแห้งลดลง (ซึ่งช่วงนี้อัตราการอบแห้งจะเกิดขึ้นช้ามาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

ปริมาณความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่าปริมาณความชื้นวิกฤต น้ำจะเคลื่อนที่จากภายในตัววัสดุ มาที่ผิวของวัสดุในลักษณะของเหลวหรือไอน้ำ และน้ำที่ผิวจะระเหยไปยังอากาศ ฉะนั้นเป็นที่เข้าใจกันว่า การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของเหลวจะเกิดขึ้นในระยะแรกขณะที่วัสดุมีความชื้นสูง และเมื่อมีความชื้นลดต่ำลงมากแล้วน้ำอาจเคลื่อนที่ในรูปของไอน้ำ และโมเลกุลของน้ำ การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุ มายังผิวจะช้ากว่าการพาความชื้นจากผิวไปยังอากาศ เนื่องจากต้องเดินทางผ่านชั้นของวัสดุมายังผิวหน้า เพราะฉะนั้นอัตราการอบแห้งช่วงนี้จึงเกิดได้ช้ามาก (ดร.สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ , 2528)

2.5 การเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุที่มีลักษณะรูพรุนในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

ซึ่งอาจเกิดขึ้นในแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (1) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของของเหลว ซึ่งเป็นผลมากจากแรงดึงผิว (2) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของของเหลว เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (3) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของของเหลว เนื่องจากการแพร่ของความชื้นบนผิวของรูพรุนเล็ก ๆ (4) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของไอ เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มของความชื้น (5) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของไอเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (6) การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของของเหลวและไอเนื่องจากความแตกต่างของความดันรวม

แต่เป็นที่รู้กันทั่วไปว่า การเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุ โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของของเหลว ซึ่งเป็นผลมากจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น ซึ่งกรณีของการอบแห้งพริกก็จะเกิดในลักษณะนี้เช่นกันนั่นเอง (ดร.สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ ,2528)

2.6 อัตราการอบแห้ง

จาก Simple logarithmic model (Hukill ,1974) ซึ่งเป็นสมการรูปแบบการทำแห้ง โดยการพาความร้อน แสดงให้เห็นดังในสมการที่ (4.1)

$$MR = EXP(-Kt) \quad \text{.....(4.1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ MR = เป็นอัตราส่วนความชื้น

= (M-Me) / (Mo-Me)

M = ความชื้นหลังการอบ , % (มาตรฐานเปียก)

Me = ความชื้นสมดุล , % (มาตรฐานเปียก)

Mo = ความชื้นก่อนการอบ , %(มาตรฐานเปียก)

K = อัตราการอบแห้ง , (1/นาที)

t = เวลาที่ใช้ในการอบ

ซึ่งเราจะได้ค่า k ได้จากสมการการถดถอย และสหสัมพันธ์ (Regression and correlation)

2.7 <u>ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง</u>

ในการอบแห้งพริกนั้น การจะทำให้ได้แห้งเร็วหรือช้านั้น จำเป็นต้องใช้ปัจจัยสำคัญหลายประการ ก็คือ

1. ลักษณะทางธรรมชาติของอาหาร คือ พริกที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมาก ๆ ก็จะทำให้อัตราการอบแห้งเร็ว และถ้ายิ่งมีพื้นที่ผิวมาก การอบแห้งก็ยิ่งทำได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่างของพริก ส่วนใหญ่จะควบคุมถึงความหนา เนื่องจากอัตราการอบแห้ง จะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของพริก คือยิ่งความหนาของพริกหนาเท่าไร การอบแห้งก็จะเกิดได้ช้าลงตามมานั่นเอง เพราะฉะนั้นพริกเม็ดเล็กจึงแห้งเร็วกว่าเม็ดใหญ่

3. ปริมาณพริกและการจัดเรียง ถ้าใส่ปริมาณพริกเป็นจำนวนมากเกินไปเข้าไปเครื่องอบแห้ง จะทำให้การอบแห้งทำได้ไปทั่วถึง โดยเฉพาะบริเวณช่วงกลาง ๆ น้ำจะระเหยออกได้ไม่ดี ความร้อนเข้าไปไม่ค่อยถึง และถ้ายิ่งจัดเรียงพริกไม่ดีด้วยก็จะยิ่งทำให้อัตราการอบแห้งเกิดช้ามาก

4. ปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง คือ ถ้าได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ และมีความชื้นไม่สูง ก็จะทำให้การอบแห้งเสร็จเร็ว

5. การพัดพาของอากาศและความเร็วลม ก็จะช่วยทำให้อากาศสามารถถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
026913

เท่าได้ดียิ่งขึ้นทำให้เกิดการระเหยน้ำไปสู่อากาศได้ดี ก็จะส่งผลให้อัตราการอบแห้งเกิดเร็วขึ้น พริกก็จะแห้งเร็วขึ้น

6. ที่ความดันต่ำ ๆ ก็มีผลต่ออัตราการอบแห้งเช่นกัน คือจะทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น (ผศ. สมบัติ ขอทวีวัฒนา , 2529)

2.8 <u>การลวกน้ำร้อนของพริกก่อนการอบแห้งพริก</u>

เราจะลวกพริกสดก่อนที่จะนำมาทำการอบแห้ง เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลผลิต และป้องกันการเกิดสีน้ำตาล โดยพริกที่จะลวกนั้น จะลวกเป็นระยะเวลา 3 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด และน้ำร้อนที่ใช้ลวกก็ควรมีอุณหภูมิประมาณ 90 - 100 °c ซึ่งพริกที่ได้หลังจากการลวกนี้ จะเป็นพริกที่เหมาะสมต่อการนำไปอบแห้งนั่นเอง (ผศ. สมบัติ ขอทวีวัฒนา , 2529)

2.9 <u>ข้อมูลของการอบแห้งพริกทางภาคเหนือ</u>

จากการสำรวจพริกที่ปลูกทางภาคเหนือ มีอยู่ 2 ชนิด พริกเล็ก และพริกใหญ่ โดยมีพริกเล็กประมาณ 24,200 ตัน (ประมาณ 30 % ของผลผลิตทั้งประเทศ) และพริกใหญ่ประมาณ 26,300 ตัน (ประมาณ 50 % ของผลผลิตทั้งประเทศ) โดยจังหวัดเชียงใหม่จะเป็นจังหวัดที่มีการปลูกพริกมากที่สุดของทางภาคเหนือ ซึ่งมีผลผลิตพริกเล็กประมาณ 8,900 ตัน และผลผลิตพริกใหญ่ประมาณ 12,000 ตันต่อปี ซึ่งเกษตรกรนิยมจะนำพริกสดเหล่านี้ไปตากทำพริกแห้ง โดยใช้วิธีตากบนลาน ซึ่งเป็นวิธีเดียวกันกับของพ่อค้าคนกลางซึ่งจะใช้เวลาในการตากลานประมาณ 3-8 วัน ถ้าเป็นช่วงฤดูฝน พ่อค้าคนกลางจะนำพริกไปอบแห้งในโรงอบแห้ง ซึ่งเป็นโรงเรือนขนาดเล็ก ๆ โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 3 - 4 วัน และจะใช้อุณหภูมิประมาณ 50 - 60 °c ในการอบแห้งพริก (ณอคุณ สิทธิพงศ์ ,วิวัฒน์ คล่องพานิช , ประดิษฐ์ เทอดทูล และสาทิส ภาวรนันท์ ,2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้างเครื่อง

3.1 การคำนวณหาปริมาณความชื้น

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = W_m / W_t \times 100$$

$$= \frac{W_m}{W_m + W_{dm}} \times 100 \quad \text{(Wet basis)}$$

หรือ

$$= \frac{W_m}{W_{dm}} \times 100 \quad \text{(dry basis)}$$

เมื่อ

W_m = น้ำหนักของน้ำในวัสดุ

W_t = น้ำหนักของวัสดุทั้งหมด

W_{dm} = น้ำหนักของวัสดุแห้ง

3.2 ส่วนประกอบของเครื่องอบพริก

เครื่องอบพริกนี้ สร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการอบพริกของเกษตรกรรายย่อยที่มีผลผลิตไม่มากนัก อาศัยหลักการทำงานแบบง่ายๆ เพื่อลดต้นทุนการสร้างสามารถถอดประกอบได้ง่าย สะดวกต่อการขนย้าย เชื้อเพลิงก็ใช้เศษสิ่งที่เหลือใช้ เช่น กะลามะพร้าวซึ่งข้าวโพด ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของเครื่อง

1. ฝาผนัง (Panel)

ตัวเครื่องอบประกอบด้วยฝาผนัง 2 ด้าน ขนาด 101.6 x 243.8 เซ็นติเมตร ด้านในของฝามีชั้นสำหรับตะแกรงใส่พริก จำนวน 34 ชั้น และมีฝาด้านหนึ่งเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมด้านล่าง ขนาด 20.32 x 21.5 เซ็นติเมตร สำหรับใส่เชื้อเพลิง ผนังทั้งสองด้านบุไม้อัดเพื่อกันการสูญเสียความร้อน (ดูรูปที่ 3.2)

2. ประตู (Door Panel)

เครื่องอบมีประตู 2 ด้าน ขนาดเท่ากับฝาผนังทั้งสอง สามารถถอดเข้าออกได้ทั้งสองด้าน มีสลักยึดติดกับฝา และบุไม้อัด เช่นเดียวกับผนัง (ดูรูปที่ 3.3)

3. เตาเผาไหม้ (Turtle Box Furnace)

เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง ทำจากเหล็ก เป็นรูปสี่เหลี่ยมทึบ ขนาด81.5 - 81.5 x 59 เซ็นติเมตร วางอยู่ด้านล่างของตัวเครื่องอบ โดยผนังด้านข้างด้านหนึ่งเจาะรูเป็นช่องสำหรับป้อนเชื้อเพลิง ส่วนผนังด้านบน จะมีช่องสำหรับสวมปล่องเพื่อดูดควันออกจากตัวเครื่องอบ (ดูรูปที่ 3.4)

4. ปล่องควัน (Exhaust Tube)

ทำด้วยเหล็กแผ่น เป็นรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 20.4 x 10.2 เซ็นติเมตร สูง 2.32 เซ็นติเมตร ช่วงบนวัดลงมาประมาณ 20 เซ็นติเมตร จะถูกบีบเข้าไปประมาณ 3.5 เซนติเมตร สวมอยู่บนเตาเผาไหม้ (ดูรูปที่ 3.6)

5. หลังคา (Roof)

หลังคาทำด้วยเหล็กแผ่นเป็นรูปจั่ว ขนาด 103 x 107.5 x 33.79 เซนติเมตร ด้านบนมีช่องเปิด 3 ช่อง โดยตรงกลางจะสวมกับปล่องควัน เป็นทางออกของควันไฟ และอากาศร้อนที่เผาไหม้ ส่วนอีก 2 ช่องด้านข้าง เป็นทางสำหรับให้อากาศร้อนชื้น ที่ผ่านชิ้นผลิตภัณฑ์ระบายออกไป (ดูรูปที่ 3.5)

6. โครงเหล็กยึด (Frame)

โครงเหล็กยึดทำด้วยเหล็กฉากขนาด 97.5 x 102.4 เซนติเมตร สำหรับยึดเครื่องอบแห้งให้มั่นคง (ดูรูปที่ 3.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แผ่นกระจายความร้อน (Heat Spreader)

เป็นเหล็กแผ่นพับเป็นรูปตัวยู 2 แผ่น วางคร่อมอยู่บนตัวเตาทั้งสองด้านขอบติดกับปล่องควัน ทำหน้าที่ช่วยกระจายความร้อน ให้สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ของเครื่องอบแห้ง ทั้งยังป้องกันไม่ให้ความร้อนด้านล่างของตัวเครื่องอบร้อนจัดเกินไป (ดูรูปที่ 3.7)

8. ชั้นวาง (Tray)

เป็นชั้นที่ทำด้วยเหล็กเป็นกรอบ ตรงกลางเป็นตะแกรงมุ้งลวด ซึ่งมีขนาด 32.02 x 86.36 เซนติเมตร ใช้สำหรับวางพริก (ดูรูปที่ 3.8)

3.3 <u>การประกอบเครื่องอบพริก</u>

1. ประกอบฝาทั้งสองด้านเข้ากับโครง โดยใช้ Cap Screw เป็นตัวยึดติดกับโครง

2. นำเตาเผาเข้าไปวางไว้ตรงกลางของเครื่องอบ ให้ช่องที่ใช้ป้อนเชื้อเพลิง ระหว่างเตากับฝาผนังตรงกัน

3. นำปล่องควันมาสวมเข้ากับเตาเผาด้านบน

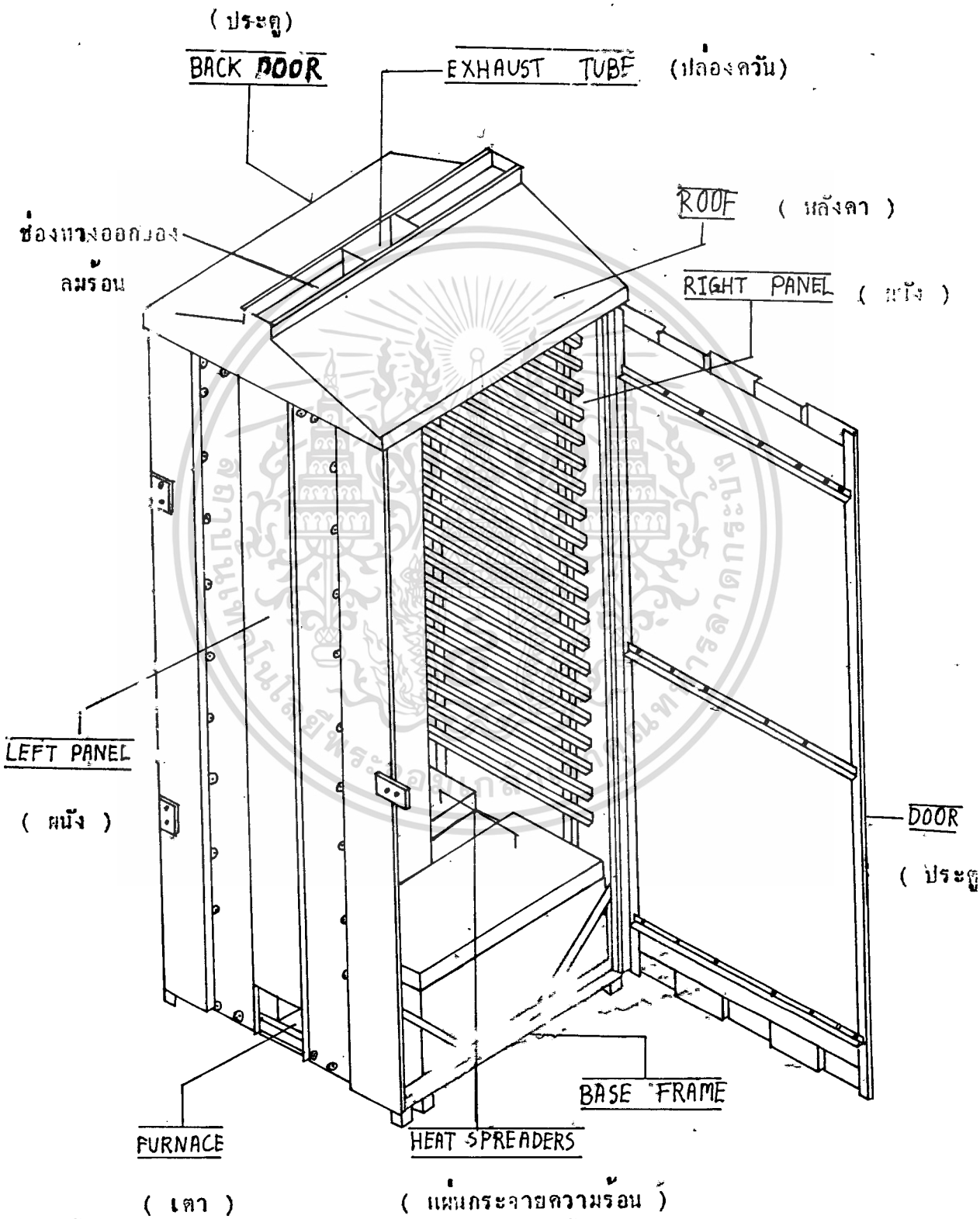
4. นำหลังคามาสวมเข้าทางด้านบนของเครื่อง แล้วยึดหลังคากับฝาผนังติดกันด้วย Cap Screw ให้แน่นทั้งสองด้าน

5. นำประตูทั้งสองมาใส่ โดยที่ประตูนั้นมีสลักอยู่ ทำการสวมสลักประตูเข้ากับสลักที่ติดอยู่กับฝาผนังเข้าด้วยกัน

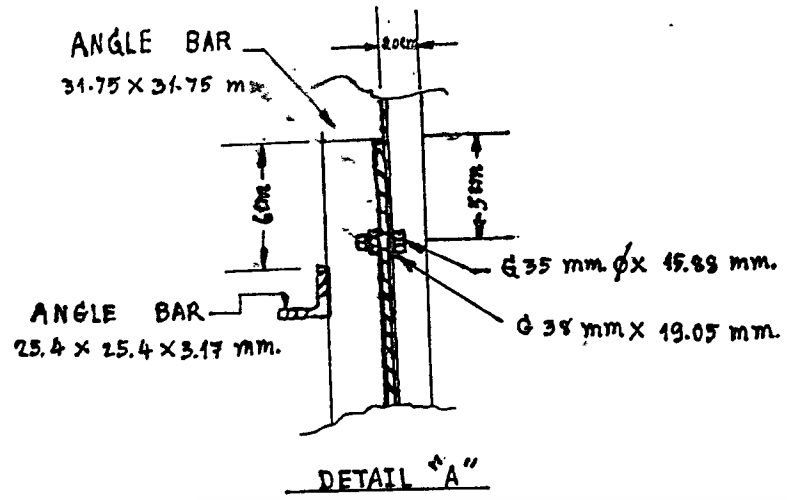
6. นำแผ่นกระจายความร้อนไปวางบนหลังเตาทั้งสองข้าง

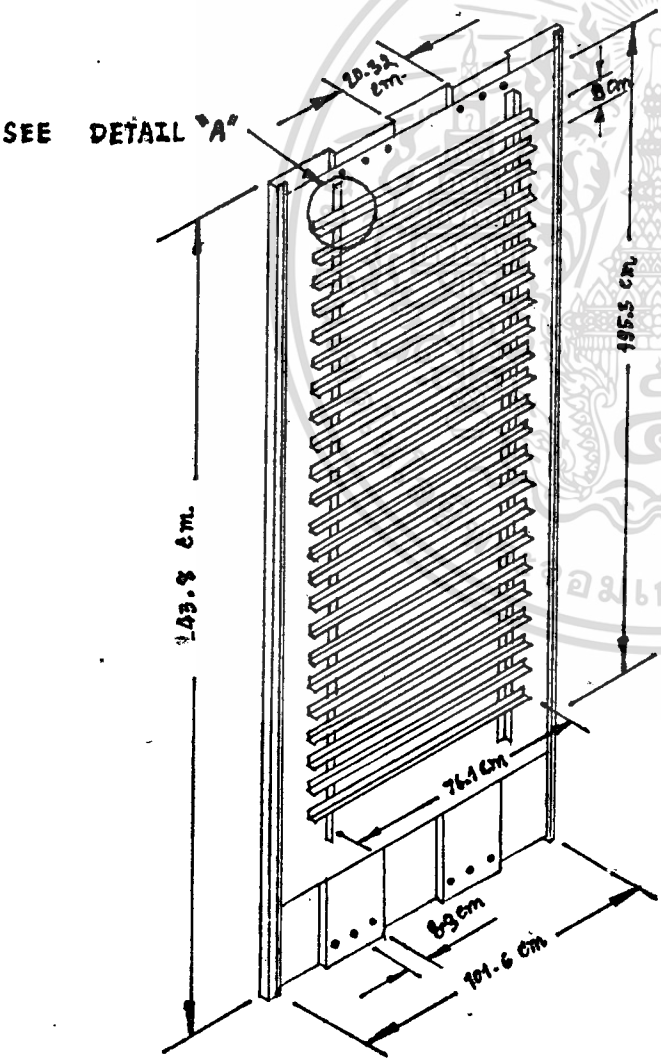
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

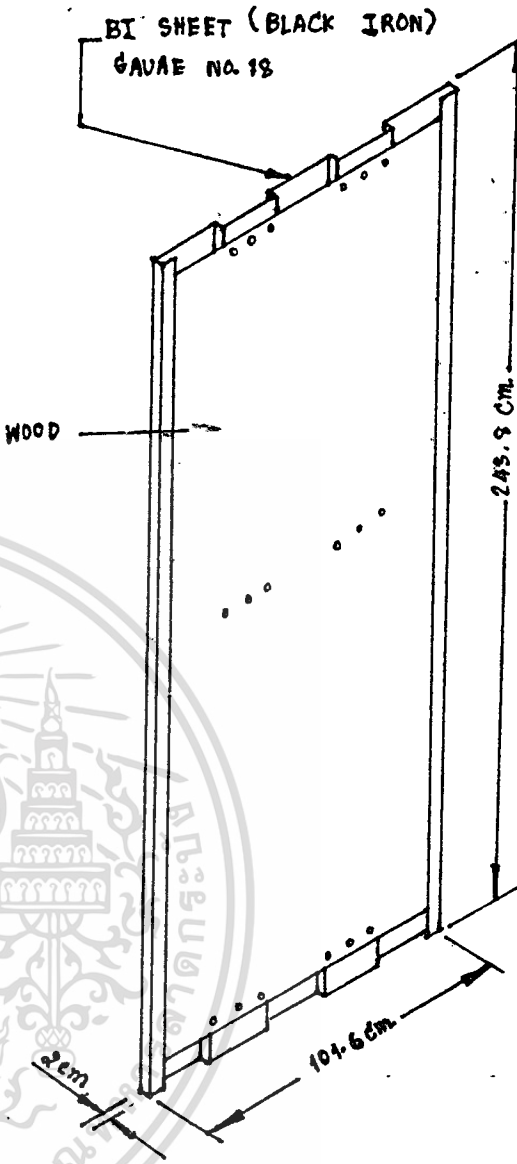
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอบพริก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

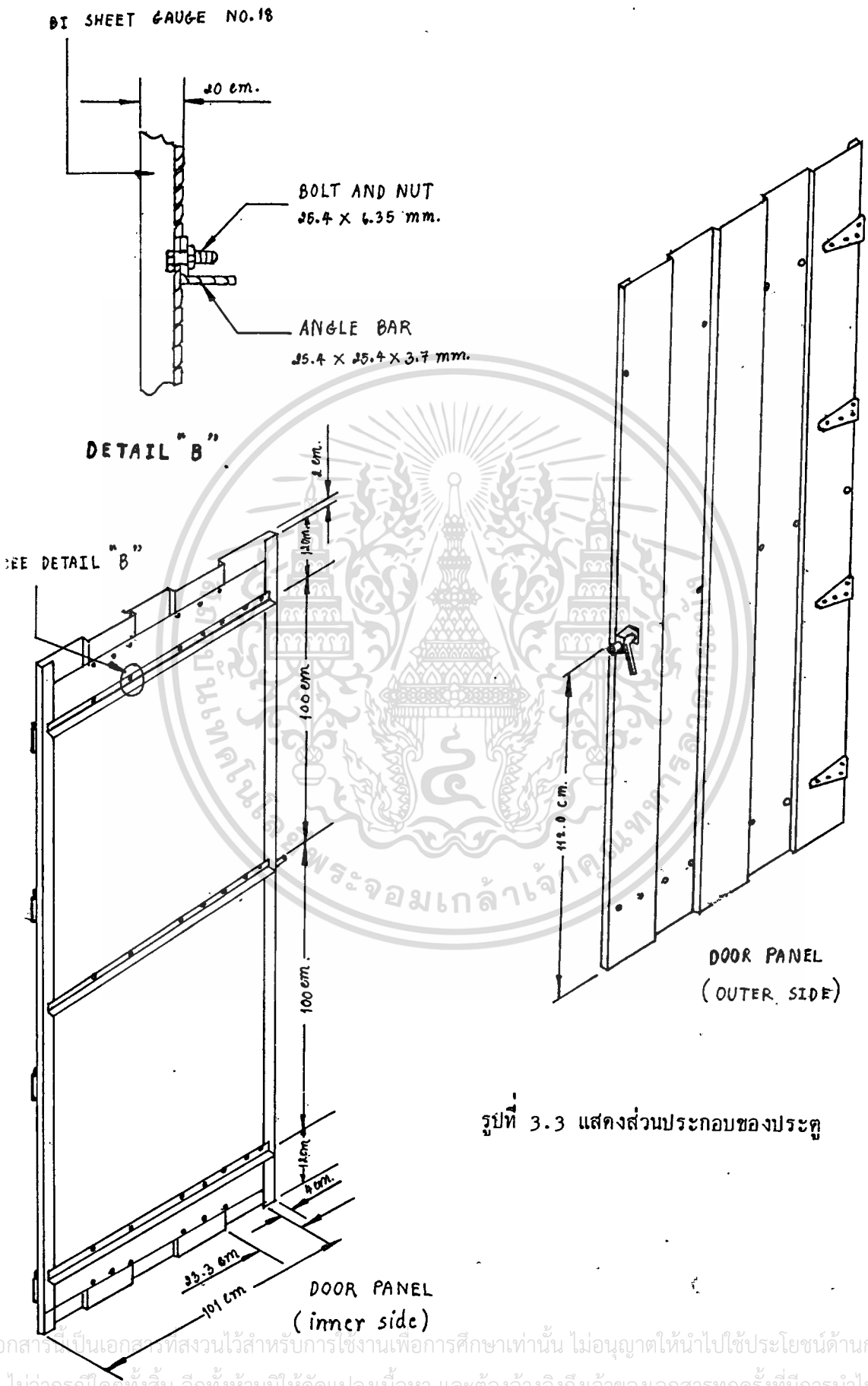






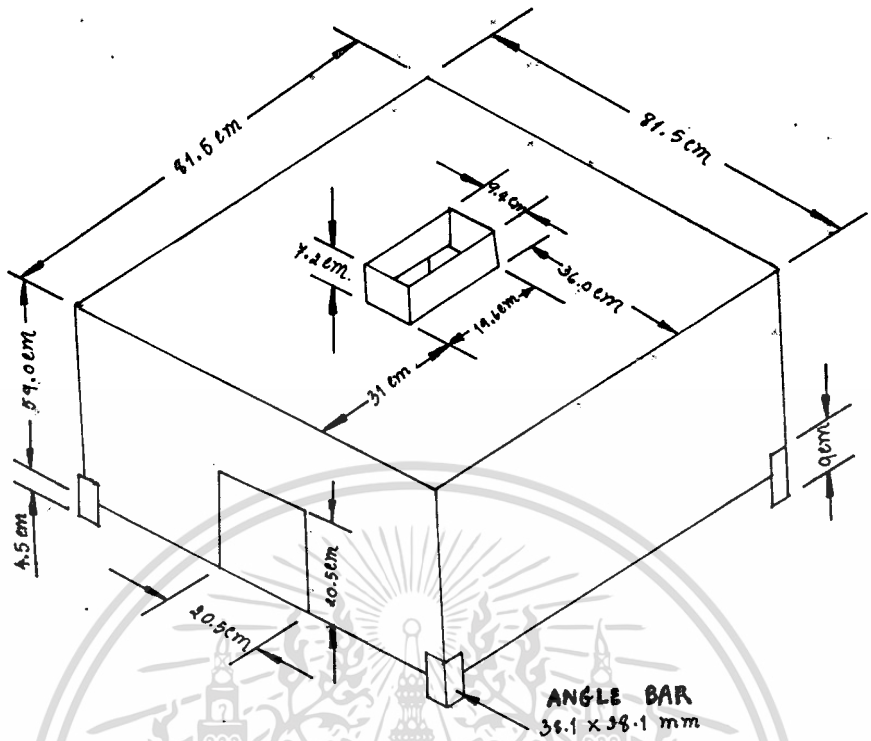
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

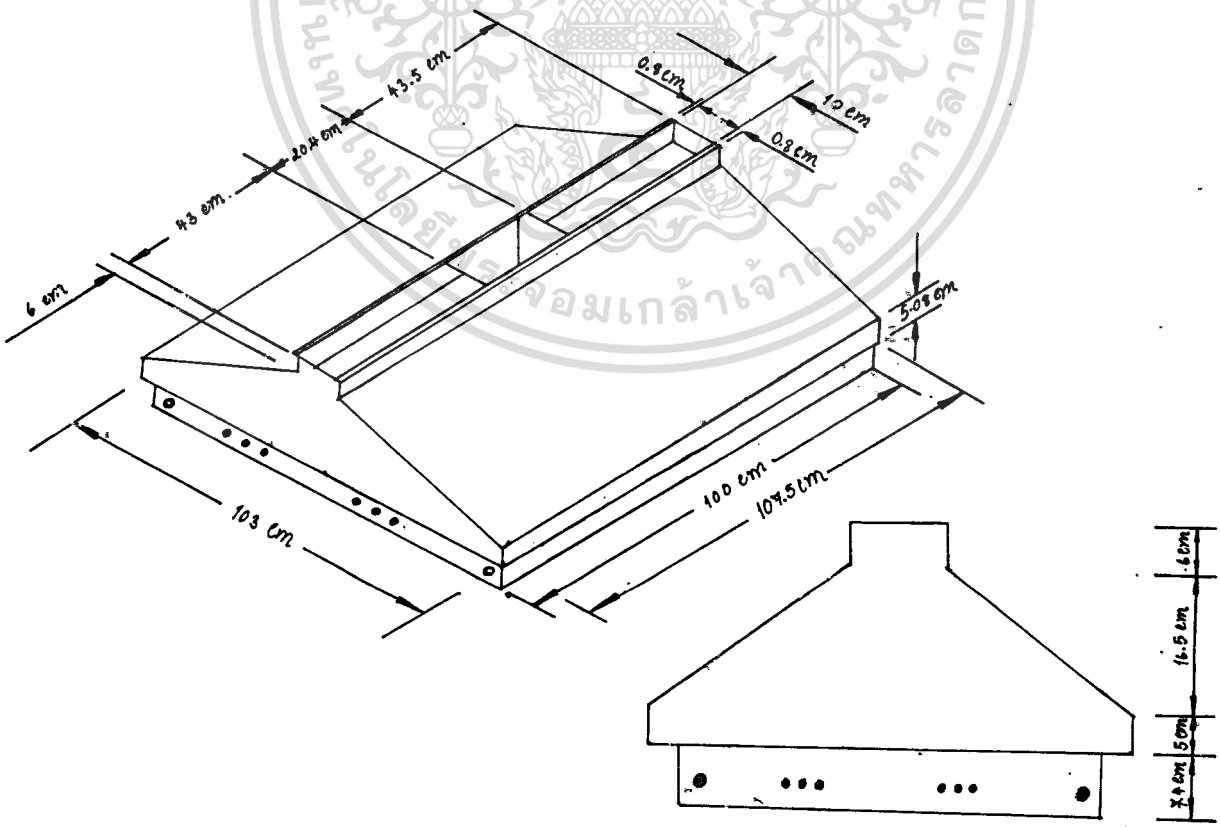


รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



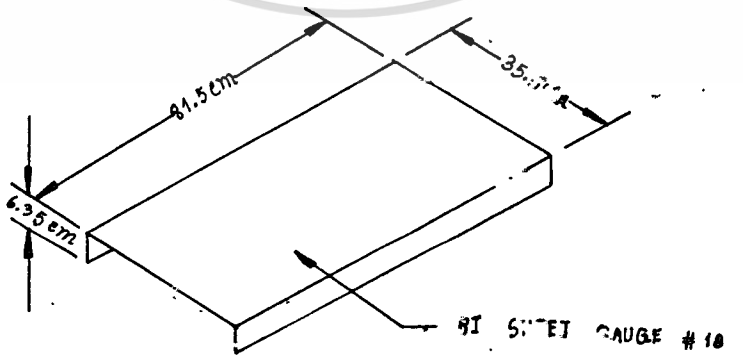
รูปที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบของเตา



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนประกอบของหลังคา

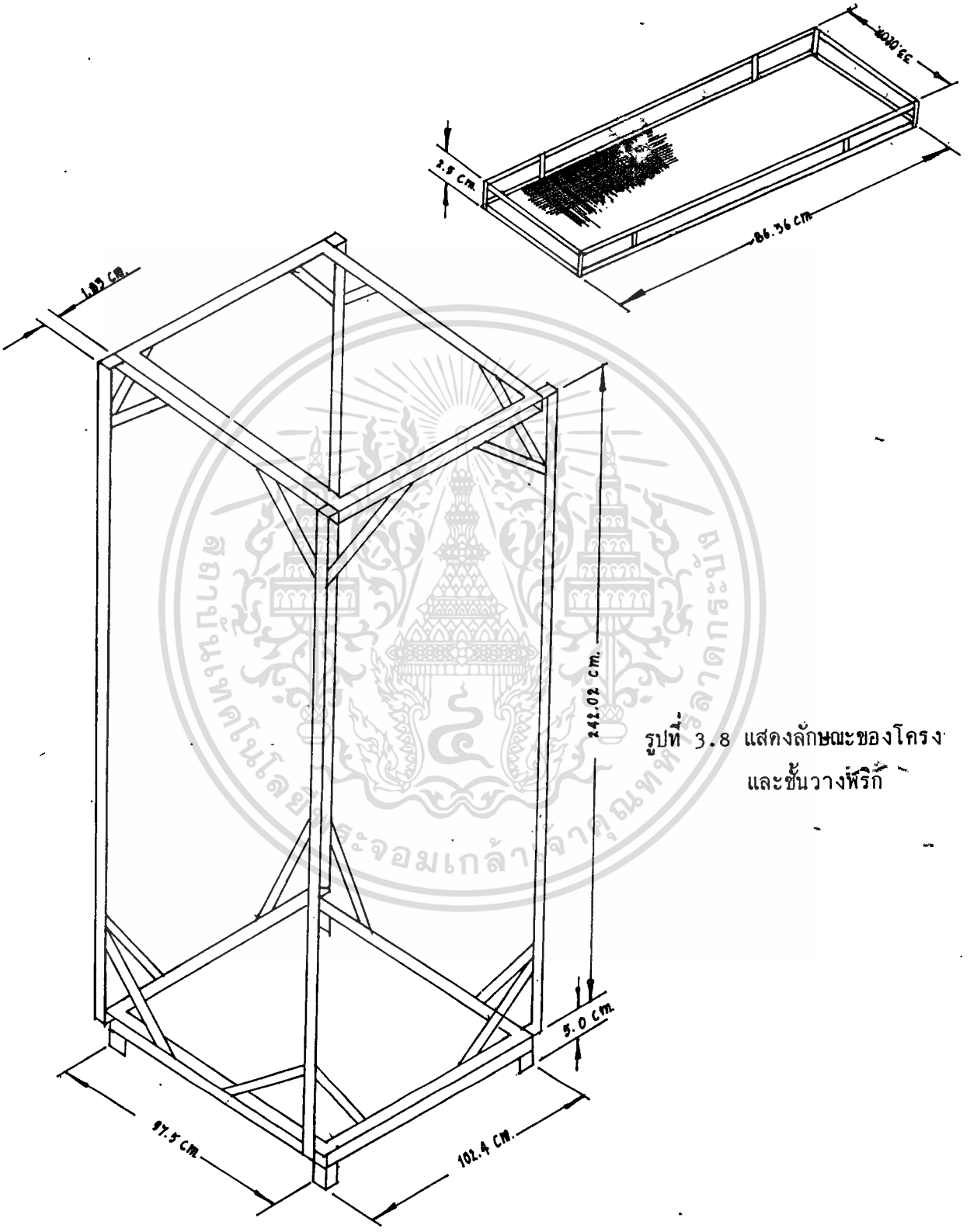
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของปล่องควัน



รูปที่ 3.7 แผ่นกระจายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของโครง
และชั้นวางพืริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 หลักการทำงานของเครื่องอบพริก

เครื่องอบพริกอาศัยหลักการพาเอาความร้อนโดยวิธีธรรมชาติ อากาศร้อนซึ่งได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ไม่ได้ถูกนำมาใช้สำหรับอบพริกโดยตรง แต่จะใช้เป็นตัวการในการถ่ายเทความร้อนให้แก่พริกในเครื่องอบ อีกทีหนึ่ง ขณะที่อากาศร้อนจากการเผาไหม้ลอยตัวขึ้นตามปล่องควัน และไหลออกทางด้านบนหลังคา จะนำเอาความชื้นออกจากตัวพริกด้วย

การทำงานของเครื่องอบพริก

เตาจะเป็นแหล่งที่ทำการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เมื่อนำเชื้อเพลิงที่เป็นกะลามะพร้าว มาใส่เข้าไปในเตา ประมาณตรงกลางเตา โดยกะลามะพร้าวที่ใส่เข้าไปนี้มีน้ำหนักประมาณ 1/2 กก. แล้วทำการจุดเชื้อเพลิง แต่ระยะเริ่มแรกจะมีควันมาก เนื่องจากยังคงมีน้ำมันมะพร้าวค้างอยู่ เปลวไฟจะพุ่งแรงกระจายความร้อนไปทั่วบริเวณภายในเตา และควันบางส่วนจะพาความร้อนไปตามปล่องปล่องก็จะกระจายความร้อนแก่เครื่องอีกทีหนึ่ง

เมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบได้ที่แล้ว นำตะแกรงที่ใส่พริกมาประจุตามชั้นในตัวเครื่อง ความร้อนก็จะมาพาความชื้นของพริกออกจากเครื่องทางด้านบน

การปรับอุณหภูมิภายในเครื่องจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการใส่เชื้อเพลิงเข้าไปในเตา ถ้าใส่มากอุณหภูมิจะสูง ถ้าใส่น้อยอุณหภูมิจะต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

เป็นการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการอบแห้ง ความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสมดุล และอัตราส่วนความชื้น เพื่อนำมาวิเคราะห์หาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการอบแห้งพริก และอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการอบพริก ส่วนพริกที่ใช้เป็นพริกขี้หนู

4.4.1 การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนทำการอบพริกทุกครั้งต้องทำการคัดเลือก เพื่อให้ได้พริกสดสีแดง ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกันเท่านั้น ที่จะใช้ในการอบ เพื่อทำพริกแห้ง นอกจากนี้พริกที่เลือกไว้ แล้วจะนำมาหาขนาดเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมีขนาดความยาวของเมล็ด เท่ากับ 55 มม.ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับ 8 มม. และขนาดความยาวของก้าน เท่ากับ 26 มม.

4.1.2 การทดลองอบแห้งพริกในตู้อบ(Oven)

การทดลองในขั้นตอนนี้ จะทำการทดลองโดยใช้อุณหภูมิในการอบ 3 ค่า 50 , 60 และ 70 °c เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดแก่การอบแห้งพริก ส่วนพริกที่จะนำมาอบนี้ต้องทำการลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90 - 100 °c เป็นเวลา 3 นาที (สมบัติ ขอหวีวัฒนา , 2529) นำผึ่งให้แห้ง แล้วนำเข้าตู้อบ เริ่มทำการอบได้

การสุ่มตัวอย่างจะสุ่มทุก ๆ ครึ่งชั่วโมงในช่วงแรก หนึ่งชั่วโมงในเวลาต่อมา เพื่อนำมาหาค่าความชื้น และอัตราการอบแห้งต่อไป

4.2 การหาความชื้นของพริก

การหาความชื้นในพริกตัวอย่าง ที่เวลาต่าง ๆ โดยนำพริกตัวอย่างที่สุ่มได้ หรือที่เก็บอยู่ในตู้ดูดความชื้นออกมา ชั่งน้ำหนักก่อนอบ จดบันทึกไว้ แล้วใส่ในถ้วยความชื้น (Crucible) ถ้ามีตัวอย่างจำนวนมากให้เขียนหมายเลขไว้ที่ถ้วยความชื้นทุกอัน เพื่อกันลืม จากนั้นนำใส่ในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 103 °c เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2531) แล้วนำมาทำให้เย็นลงในตู้ดูดความชื้น เมื่อเย็นแล้วก็นำตัวอย่างออกมาชั่งน้ำหนักหลังอบอีกครั้งหนึ่ง แล้วคำนวณหาความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองหาอัตราการอบแห้ง (Drying Rates)

ในการทดลองช่วงนี้ จะทำให้ทราบว่าประมาณความชื้นที่ลดลงไปในขณะให้ความร้อนในระหว่างอบ จะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ ส่วนตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งตัวอื่น ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมในตู้อบ

4.4 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°c)	50	60	70
น้ำหนักสด (กรัม)	81.958	23.52[illegible]	28.748
น้ำหนักแห้ง (กรัม)	36.649	9.[illegible]38	11.471
อัตราส่วนสด : แห้ง	2.236	2.248	2.506
ความชื้นเริ่มต้น (%)	6.50	5.40	4.50
ความชื้นสุดท้าย (%)	4.50	1.20	7.40
ความชื้นสมดุล (%)	5.20	5.15	3.40
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	12	[illegible]	6
K (ชั่วโมง)	0.125	0.295	0.408
r^2	0.939	0.945	0.960
ความชื้นสัมพัทธ์ภาย ในเครื่องอบ เฉลี่ย (%)	2.5	9	12
ความชื้นสัมพันธ์ภายนอก เครื่องอบเฉลี่ย (%)	70	78	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อการอบแห้งพริกในห้องปฏิบัติการ

4.5.1 การศึกษาสัมพันธ์ของความชื้น ในระหว่างอบแห้งกับอุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งพริก

จากผลการทดลองรูปที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีอิทธิพลต่อความชื้น และเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง เมื่ออุณหภูมิที่ใช้เพิ่มมากขึ้นความชื้นและเวลาในการอบแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยความชื้นและอัตราส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรก โดยที่อุณหภูมิ 70 , 60 และ 50 °c จะใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 4 , 5 และ 7 ชั่วโมง โดยมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 16 , 24.5 และ 29% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ทั้งนี้เนื่องจากในระยะแรกปริมาณความชื้นของพริกสูงมาก ประมาณ 64 - 67% บริเวณรอบ ๆ ผิวของพริกจะชุ่มไปด้วยน้ำเมื่อผ่านกระแสอากาศร้อนไปบนเมล็ดพริก ความร้อนจากอากาศจะถ่ายเทไปยังพริก และน้ำจะระเหยจากพริกไปยังอากาศได้ง่าย บริเวณผิวของพริก

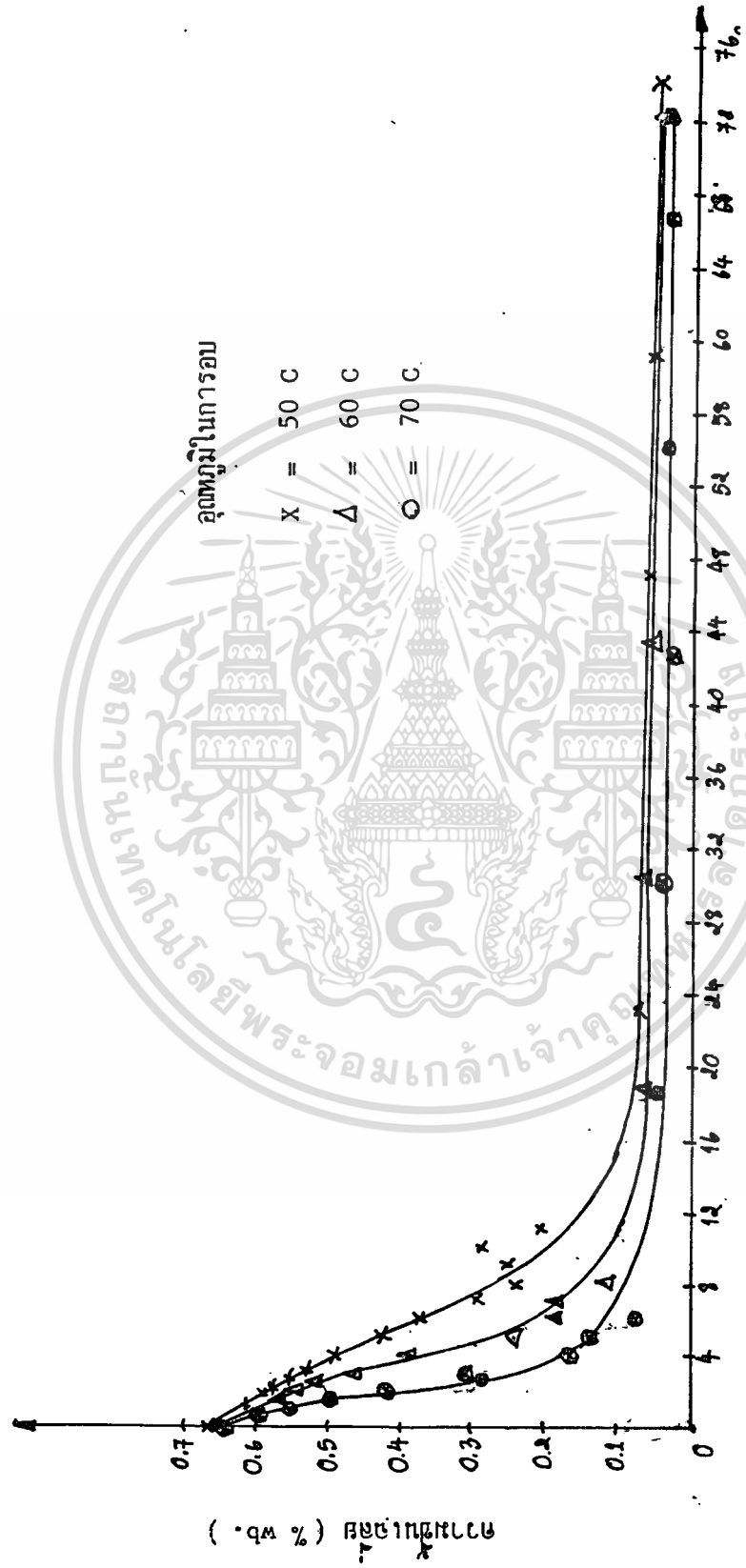
เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงหลังจาก 8 ชั่วโมงไปแล้ว พิจารณาจากรูป 4.1 ความชื้น จะลดลงอย่างช้า ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อน และมวลของน้ำที่ผิวของพริกเกิดยากขึ้น น้ำจากภายในพริกจะต้องเคลื่อนที่มายังผิวของพริก ซึ่งต้องใช้เวลาและช้ากว่า การพาความชื้นจากผิวของพริกไปยังอากาศ และเมื่อทำการอบต่อไปเรื่อย ๆ จะพบว่าความชื้นจะเริ่มคงที่โดยที่อุณหภูมิ 70 , 60 และ 50 °c จะเริ่มคงที่ ที่เวลา 22, 38 , และ 44 ชั่วโมง ที่ความชื้นสมดุลย์ประมาณ 4 , 5.8และ 5.9 % ตามลำดับ ซึ่งค่าความชื้นสมดุลย์นี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และจากผลการทดลองพบอีกว่า อัตราการอบแห้งขั้นบางจะเพิ่มอย่างรวดเร็ว จากอุณหภูมิ 50 , 60 และ 70 °c และอัตราการอบแห้งจะเปลี่ยนจาก 0.125 , 0.295 และ 0.408/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.1

โดยค่าของอัตราการอบแห้ง (K) จะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ (T) ในรูปของสมการเส้นตรงดังนี้

$$K = 0.0142\ T - 0.588$$

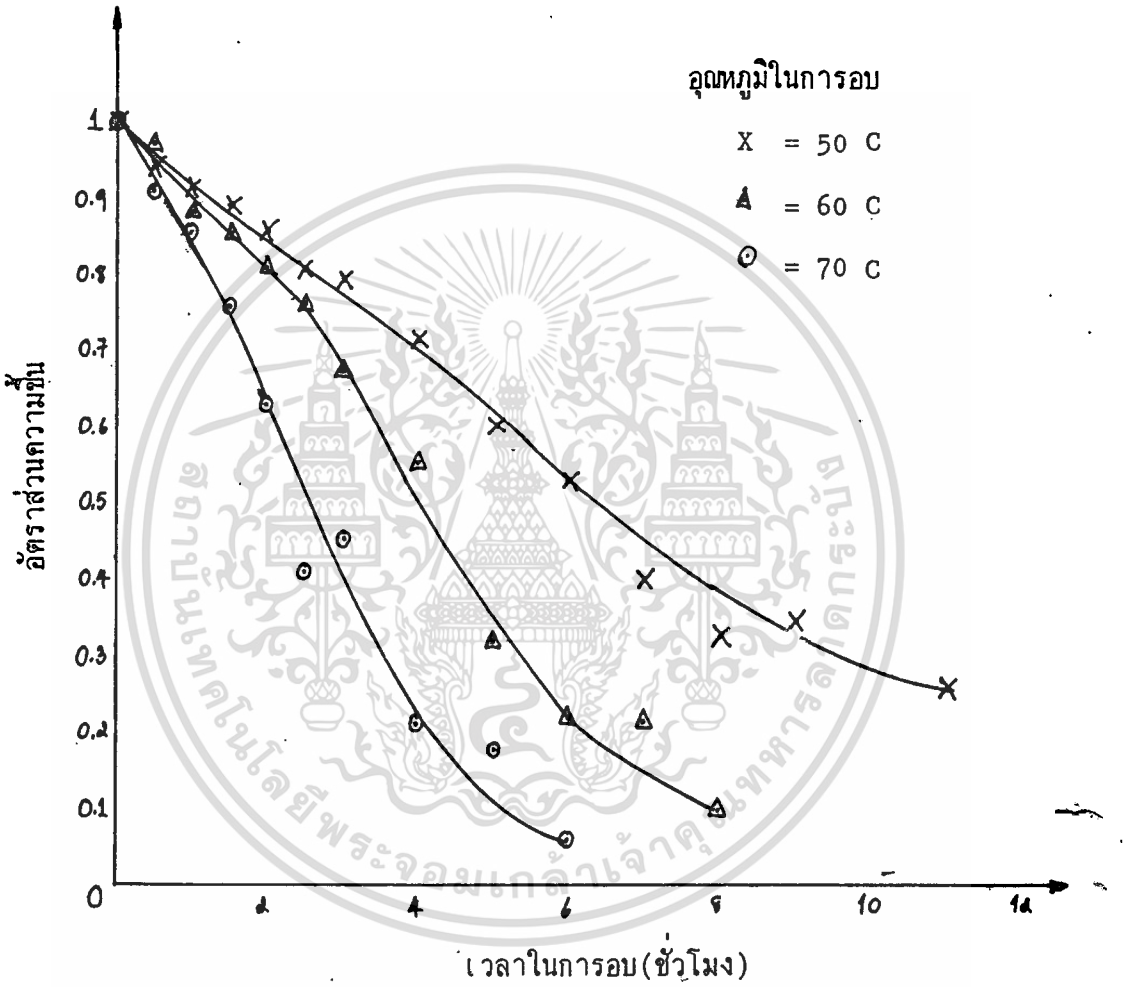
$$r^2 = 0.389$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



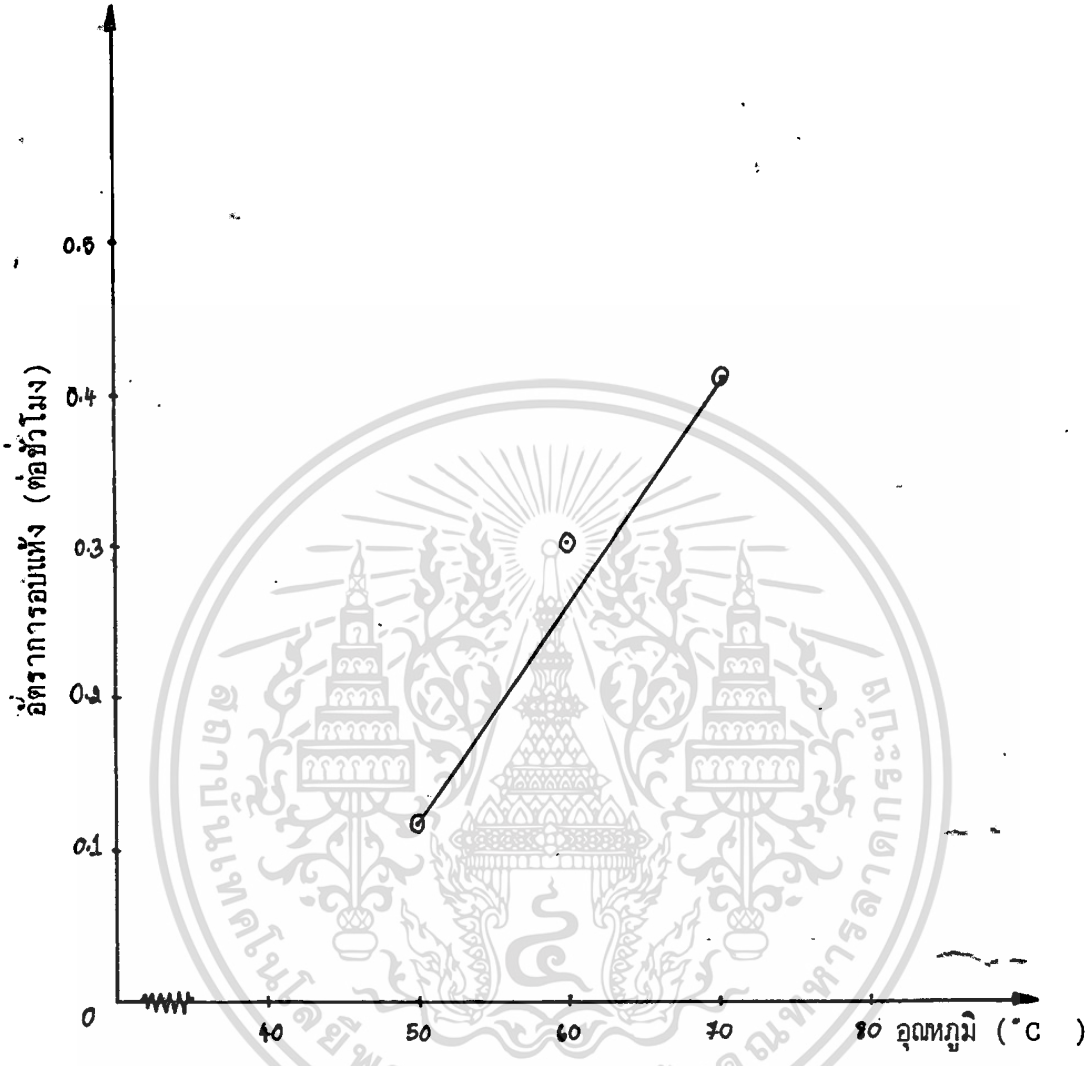
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นเฉลี่ยกับเวลาในการอบ ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการอบแห้งกับอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 การหาประสิทธิภาพในการอบแห้ง

ในการคำนวณหาประสิทธิภาพในการอบแห้ง ซึ่งเป็นอัตราส่วนของพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากพริก กับพลังงานทั้งหมดที่ให้กับเครื่องอบแห้งนั้น (สุชัย ศศิวิมลพันธุ์ , 2516) โดยที่กะลามะพร้าวมีค่าความร้อนเท่ากับ 16.87 เมกกาจูลต่อกิโลกรัม (กองค้นคว้าและพัฒนาพลังงาน , 2530) และค่าความร้อนแฝงในการระเหยของน้ำเท่ากับ 2.5 เมกกาจูลต่อกิโลกรัม(การประชุมสัมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัย-เชียงใหม่ , 2531) ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากพริก หาได้จากผลคูณของค่าความร้อนแฝงในการระเหย ของน้ำกับน้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป ส่วนพลังงานทั้งหมดที่ให้กับเครื่องอบนั้น หาได้จากผลคูณของค่าความร้อนของกะลามะพร้าว กับน้ำหนักกะลามะพร้าวที่ใช้ไประหว่างการอบพริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการทดลองในเครื่องอบพริก

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองในเครื่องอบพริก

การทดลองครั้งที่	1	2	3
น้ำหนักสด (กรัม)	24.5	22	60
น้ำหนักแห้ง (กรัม)	7.38	5.72	15.88
อัตราส่วนสด : แห้ง	3.319	3.84	3.77
ความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย (%)	74.77	76.46	77
ความชื้นสุดท้ายเฉลี่ย (%)	15.79	13.92	9.25
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	15	13.30	20
น้ำหนักกะลามะพร้าว (กก.)	63.6	60.5	106.3
ประสิทธิภาพ (%)	4.06	4.03	6.27
อุณหภูมิในการอบ (C)	60	70	70
ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบ เฉลี่ย (%)	25	20	18
ความชื้นสัมพันธ์ภายนอกเครื่องอบเฉลี่ย (%)	80	79	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การศึกษาความสัมพันธ์ และอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อการอบแห้งในเครื่องอบพริก

4.8.1 อิทธิพลของอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องอบที่มีผลต่อการอบแห้งพริก

จากการทดลองในเครื่องอบพริก พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการอบสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องอบจะลดลง สังเกตุได้จากที่เวลา 4 ชั่วโมง หลังจากเริ่มทำการอบของการทดลองในครั้งที่ 2 โดยมีอุณหภูมิสูงประมาณ 75°c และความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงเหลือประมาณ 15% โดยในการทดลองอบแห้ง ครั้งที่ 1 , 2 และ3 ใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 45 - 74°c เฉลี่ยประมาณ 60 °c, ในช่วง 54 - 83°c เฉลี่ยประมาณ 70° cและในช่วง 55 - 85 °c เฉลี่ยประมาณ 70 °c ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบอยู่ในช่วง 18 - 35% เฉลี่ยประมาณ 25% ,ในช่วง 12 - 30% เฉลี่ยประมาณ 20% และในช่วง 12 - 24.7 เฉลี่ยประมาณ 18% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 - 4.6 และตารางที่ 4.2

4.8.2 การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างความชื้นของพริกที่ชั้นต่าง ๆ กับเวลาในการอบแห้ง

จากการทดลองจะสังเกตุเห็นว่า เมื่อเวลาของการอบแห้งเพิ่มขึ้น ความชื้นก็จะลดลงเรื่อย ๆ โดยที่พริกชั้นล่าง ซึ่งได้รับความร้อนสูงกว่าชั้นอื่น ๆ ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว และจะแห้งก่อนชั้นอื่น ๆ ภายในเวลา 6 - 7 ชั่วโมง (จากรูป 4.7-4.9) จากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 73-79% (มาตรฐานเปียก) จนเหลือความชื้นประมาณ 9-14% (มาตรฐานเปียก) ส่วนพริกในชั้นบนนั้น ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และลดลงอย่างช้าในช่วงหลัง เนื่องจากการถ่ายเทมวลของน้ำจากภายในเป็นไปได้ยากขึ้น ส่วนพริกในชั้นกลางนั้น อากาศในช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากมีพริกที่ยังสดอยู่มาก ทำให้การระเหยของน้ำออกมาจากพริกในช่วงนี้มีมากด้วย อีกทั้งยังมีความชื้นที่ถูกระเหยออกมาจากชั้นล่างมาสมทบอีกด้วย ซึ่งเป็นผลให้ความชื้นของพริกชั้นกลาง ลดลงอย่างช้า ๆ ตลอดการอบเมื่อเทียบกับชั้นอื่น ๆ ส่วนในตอนปลายของการอบประมาณ 8 ชั่วโมง และความชื้นประมาณ 50-60% (มาตรฐานเปียก) เป็นต้นไป จะสังเกตุเห็นว่าความชื้นจะลดลงเร็วขึ้น ทั้งนี้เนื่องมากจาก เมื่อเวลาผ่านไปชั้นล่างที่แห้งก่อนจะถูกดึงออกไปเก็บไว้แล้ว จึงทำให้ความร้อนจากเตาสามารถเคลื่อนที่มายังชั้นกลางได้ดีขึ้น ความชื้นสุดท้ายส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 9-14% (มาตรฐานเปียก)และพบอีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าอุณหภูมิในการอบสูงขึ้น เวลาที่ใช้ในการอบจะลดน้อยลงทันที ดังในชั้นล่างของการทดลองอบครั้งที่ 2 ที่ใช้เวลาเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าครั้งที่ 1 ที่ใช้เวลา 7 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.7-4.9

<u>สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบแต่ละชั้น</u>

จากการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน จะใช้เวลาในการอบประมาณ 7 , 14 และ 14 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบนจะใช้เวลาในการอบประมาณ 6,13 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และในการทดลองครั้งที่ 3 ซึ่งจะทำการสุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ด้าน พบว่า ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน จะใช้เวลาในการอบโดยเฉลี่ยประมาณ 7 , 17.5 และ 16 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.9

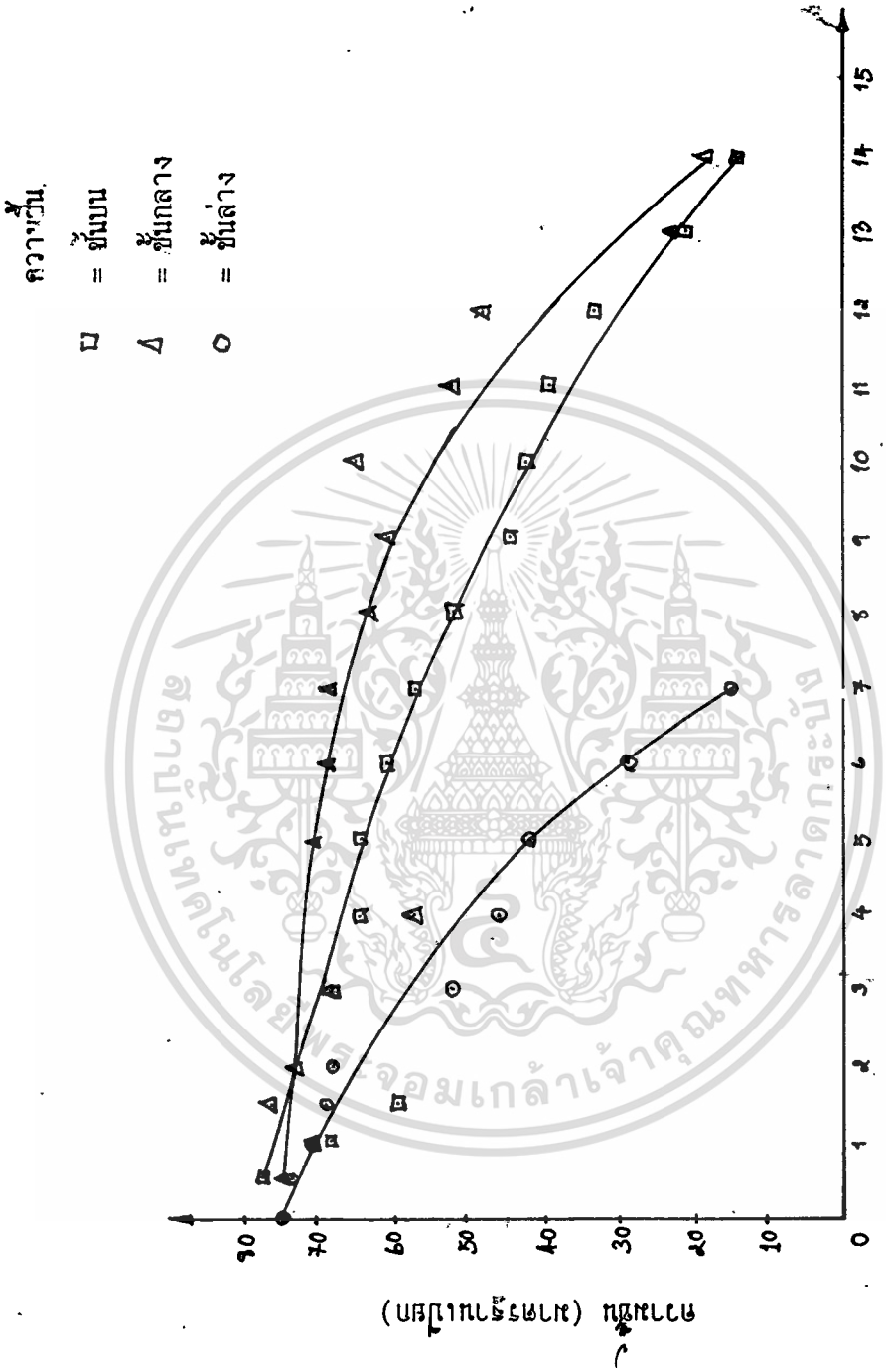
4.8.3 <u>การศึกษาประสิทธิภาพของการอบแห้งพริก</u>

จากการทดลองพบว่าค่าประสิทธิภาพในการอบแห้ง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าต่ำมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปิดเครื่องเพื่อเก็บตัวอย่าง มาหาความชื้นทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง และ 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสูญเสียความร้อนไปมาก และในการอบครั้งที่ 1 และ 2 นั้น จำนวนวัสดุที่ใช้อบมีน้อยกว่าในการอบครั้งที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในการอบครั้งที่ 1 และ 2 จำนวนวัสดุที่ใช้ในการอบและจำนวนเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนนั้นไม่สมดุลกัน คือจำนวนวัสดุที่ใช้ในการอบมีนอ้ยเกินไป เมื่อเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากกะลามะพร้าว ดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.8.4 <u>การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของพริกในเครื่องอบพริก</u>

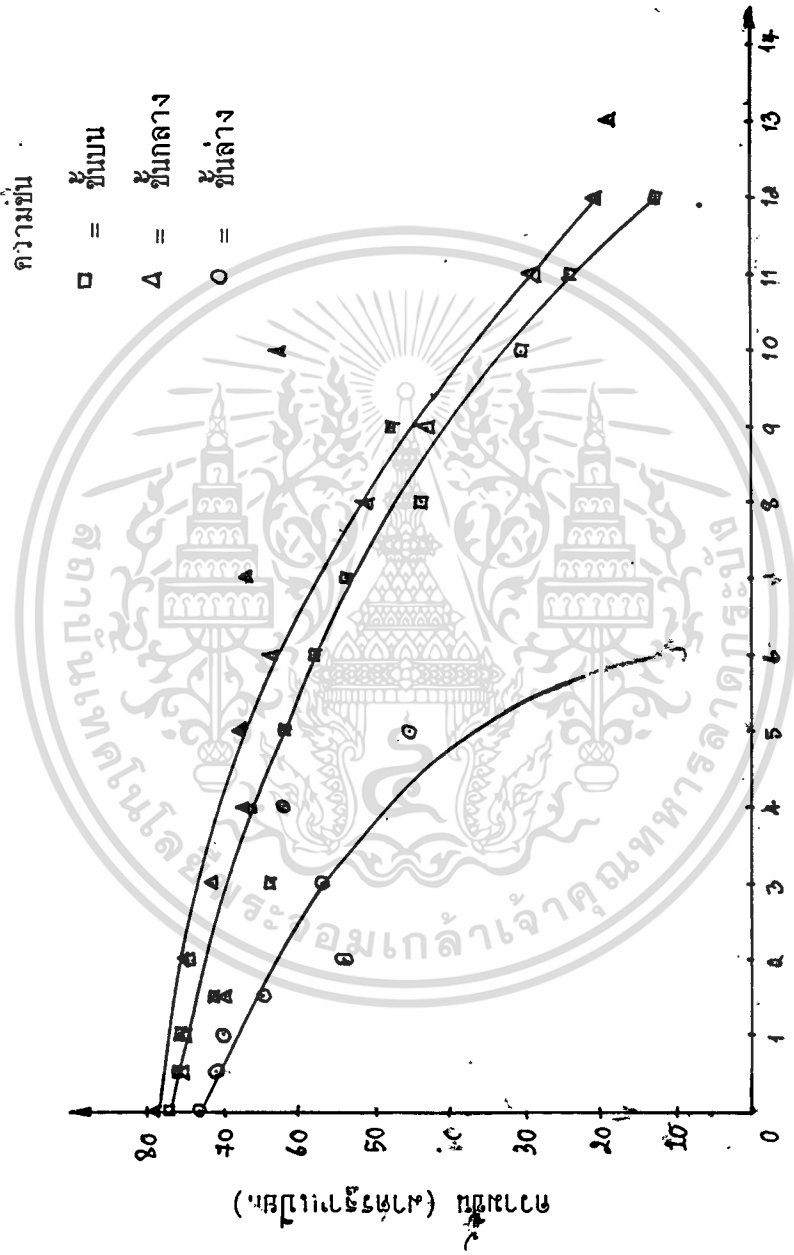
การอบแห้งในเครื่องอบพริก ซึ่งเป็นการอบโดยใช้หลักการพาความร้อน โดยวิธีตามธรรมชาติ ที่อุณหภูมิ 60-70°c ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 70-96 %จะพบว่าสีของพริกในแต่ละชั้น หลังจากการอบแห้งแล้ว จะไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเทียบกับผลที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการแล้ว จะพบว่ามีบางส่วนเท่านั้นที่มีสีคล้ำกว่า เช่น ในชั้นล่าง ๆ ซึ่งได้รับความร้อนสูง ส่วนในชั้นบน ๆ ซึ่งได้รับอุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 60° c จะมีสีที่คล้ายคลึงกันที่อบได้ในห้องปฏิบัติการมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



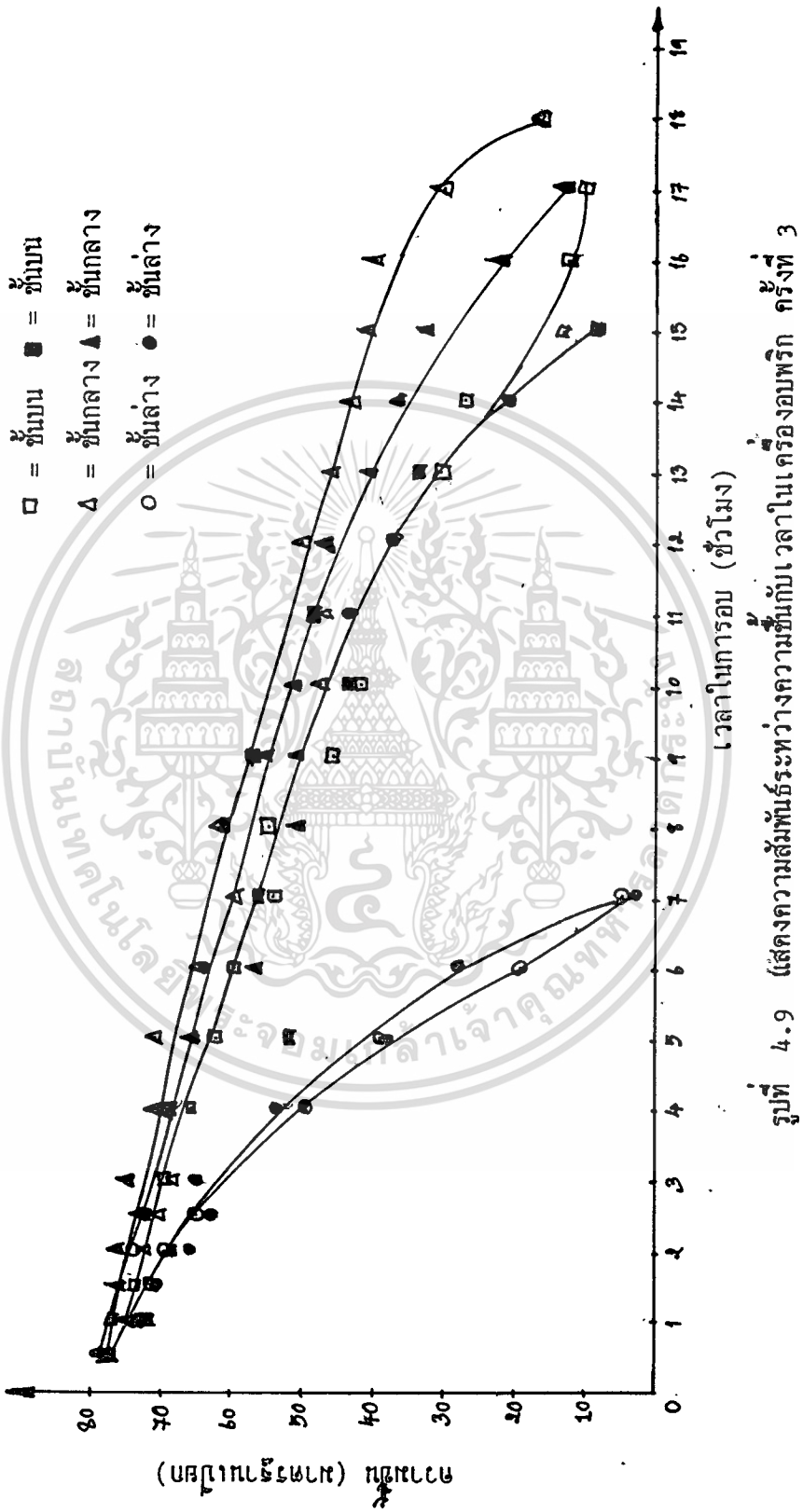
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบพริก ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในเครื่องอบพริก ครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 <u>แนวทางในการพัฒนาเครื่องอบแห้งพริก สามารถทำได้ดังนี้</u>

1. สามารถติดครีบเพิ่มเพื่อช่วยกระจายความร้อนจากปล่องไอเสีย เพื่อให้วัสดุที่จะอบแห้งในตู้ ได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงยิ่งขึ้น และยังช่วยลดความแตกต่างของเวลาที่ใช้อบ ในแต่ละชั้นได้อีกด้วย

2. ติดตั้งอุปกรณ์ให้มีขนาดเหมาะสมกับเครื่อง เช่น ส่วนค้ำยันตามมุมของเครื่อง เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และสามารถทำให้รับหรือบรรจุจำนวนพริกได้มากขึ้นไปอีก ซึ่งทำให้ ความสามารถหรือประสิทธิภาพในการอบแห้งนั้นเพิ่มขึ้น

3. อาจใช้วัสดุอื่น ๆ เป็นเชื้อเพลิงก็ได้ ซึ่งสามารถให้พลังงานความร้อนนำมาใช้ในการอบได้อย่างเหมาะสม โดยอาจใช้ วัสดุซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง

จากการทดลองใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้องเพลิง จะใช้ซังข้าวโพดประมาณ 3.7 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง ทำให้ได้ความร้อน ภายในเครื่องอบที่เครื่องเปล่าประมาณ 60 °c และจะใช้ซังข้าวโพดประมาณ 4.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำให้ได้ความร้อนภายในเครื่องอบที่เครื่องเปล่าประมาณ 70 °c โดยอัตราในการป้อนต่อครั้งประมาณ 0.5 กิโลกรัม และ 0.8 กิโลกรัม ตามลำดับ

4. ศึกษาวิธีการถ่ายเทอากาศโดยใช้ตัวดูดอากาศออก เพื่อช่วยลดความแตกต่างของเวลาที่ใช้อบของชั้นล่างและชั้นบนในเครื่องอบ

5. ศึกษาการอบแห้งโดยวิธีการสลับชั้นในระหว่างทำการอบ ซึ่งอาจจะช่วยให้ผลผลิตแห้งเร็วขึ้นได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปวิจารณ์และผลการทดสอง

1. อุณหภูมิภายในเครื่องอบอยู่ในช่วง 60-70 องศาเซนเซียส ส่วนการควบคุมระดับอุณหภูมิ จะควบคุมโดยการป้อนเชื้อเพลิงเข้าไปในเตาโดยจำกัดจำนวนกะลามะพร้าวไว้ประมาณ 3-5 ลูกต่อการป้อน 1 ครั้ง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปก็หยุดป้อนรอจนอุณหภูมิลดลงมาเสียก่อน

2. การอบแห้งพริก วัตถุดิบคือพริกสดนั้นจะต้องทำการลวกก่อน ประมาณ 3นาทีที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 90-100 °C หลังจากลวกแล้วจะมีความชื้นเริ่มต้นอยู่ประมาณ 73-79 % (มาตรฐานเปียก) และจะทำการอบไปจนความชื้นในพริกเหลือประมาณ9-14% (มาตรฐานเปียก) ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 6-12 ชั่วโมงสำหรับในห้องปฏิบัติการส่วนในเครื่องอบพริกใช้เวลาประมาณ 6-18 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และปริมาณของพริกที่ใช้อบแต่ละครั้ง

3. ผลจากความชื้นของอากาศภายนอก คือถ้าอากาศภายนอกมีความชื้นสูงจะทำให้ต้องใช้เวลานานกว่าปกติในการอบทำให้แห้ง เวลาที่ใช้ในการอบจนพริกแห้งหมดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของพริกว่ามากน้อยเพียงใด ขนาดของพริกด้วย เช่น ถ้าพริกมีเม็ดขนาดใหญ่ ก็จะใช้เวลานานกว่าพริกเม็ดเล็ก

4. เมื่อมีการเก็บเกี่ยวพริกในฤดูฝน ควรมีการอบแห้งพริกนั้นโดยเร็วเพื่อลดการสูญเสียของพริก

5. เชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบสามารถเลือกใช้ได้ไม่ว่าจะเป็นฟืน ซังข้าวโพด หรืออื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ว่าวัสดุชนิดใดหาได้ง่าย และราคาถูกกว่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 50 C ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชั่วโมง)	ความชื้นเฉลี่ย (มาตรฐาน เปียก)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเครื่องอบ (%)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบ (%)
0	66.5	81	18
0.5	62.9	75	24
1	61.1	75	25
1.5	59.8	72	24
2	57.8	72	23
2.5	55.2	71	23.5
3	53.8	74	23.8
4	49.2	70	23.5
5	42.2	70	24
6	37.6	68	25
7	29.6	65	21
8	24.9	65	19
9	25.9	63	17
10	29.8	63	21
11	20.4	66	22
23	7.1	71	21
35	6.5	52	22
47	6.5	76	23
59	5.8	66	19
74	5.2	74	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารา·ที่ ฯ. แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 60° C ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชั่วโมง)	ความชื้นเฉลี่ย (มาตรฐานเปียก)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเครื่องอบ (%)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบ (%)
0	65.4	95	24
0.5	63.7	82	17
1	58.8	80	18
1.5	56.6	78	18
2	54.2	72	18
2.5	51.5	75	20
3	46.0	72	20
4	38.5	77	19
5	24.0	73	20
6	18.3	78	18
7	18.1	77	15
8	11.2	79	15
18.40	6.4	79	20
30.10	6.4	70	20
43.10	5.6	81	20
72	5.15	77	20.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกับเวลาที่อุณหภูมิในการอบ 70° C ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชั่วโมง)	ความชื้นเฉลี่ย (มาตรฐานเปียก)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเครื่องอบ (%)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบ (%)
0	64.5	66	15
0.5	59.6	62	10.5
1	55.9	61	11
1.5	49.8	60	12
2	41.8	60	11
2.5	28.4	58	12
3	30.9	55	11.5
4	16.1	58	10.5
5	13.9	61	9
6	7.4	65	11
18.30	4.3	78	11
30	3.6	71	11.5
42.30	2.3	78	12.5
54	3.4	78	12
66.30	3.4	80	13
72	3.5	75	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง. แสดงค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาในการอบที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 C ของการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เวลา (ชั่วโมง)	อัตราส่วนความชื้นที่อุณหภูมิต่าง ๆ		
	50 °C	60 °C	70 °C
0	1	1	1
0.5	0.94	0.973	0.91
1	0.912	0.887	0.859
1.5	0.891	0.854	0.759
2	0.858	0.813	0.628
2.5	0.816	0.769	0.409
3	0.792	0.677	0.450
4	0.717	0.552	0.207
5	0.604	0.317	0.171
6	0.528	0.215	0.065
7	0.437	0.212	
8	0.321	0.147	
9	0.338		
11	0.247		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง จ. แสดงอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบพริกที่เวลาต่าง ๆ ของการอบครั้งที่ 1

เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิภายในเครื่องอบ (°C)						ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอ	
	ด้านซ้าย			ด้านขวา			ชั้นล่าง	ชั้นกล
	ล่าง	กลาง	บน	ล่าง	กลาง	บน		
0	56	45	50	58	50	50	-	-
0.5	59	48	53	62	53	54	21	34.
1	65	54	57	74	61	60	23	31.
1.5	67	56	58	66	58	59	22	32.
2	61	54	57	69	60	60	21.5	23.
3	64	55	57.5	64	58	59.5	21.2	25
4	70	58	61	69	60	60	21.2	29.
5	72	60	59	67	57	58	24.2	22.
6	67	54	54	67	53	54	31	30.
7	61	54	53	61	54	53	20.2	27
8	71	59	59	68	61	60	20.2	26.
9	57	50	50	60	53	53	26	29
10	62	54	52	67	57	57	18.1	250
11	71	59	60	71	65	64	27.9	28.
12	56	50	52	62	55	54	33.3	30.
13	55	51	52	62	53	53	27.2	28.
14	69	63	65	77	66	64	28.2	28.
15	63	60	71	66	60	61	21.8	21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฉ. แสดงอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบพริกที่เวลาต่าง ๆ ของการอบครั้งที่ 2.

เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิภายในเครื่องอบ (°C)						ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบ(%	
	ด้านซ้าย			ด้านขวา			ชั้นล่าง	ชั้นกลาง
	ล่าง	กลาง	บน	ล่าง	กลาง	บน		
0	60	55	54	62	56	56	-	-
0.5	71	58	62	80	65	66	24.8	23.5
1	69	58	59	65	56	59	20	20.5
1.5	72	62	64	75	62	65	13.3	20.2
2	63	57	59	64	60	60	26.2	30.0
3	60	55	56	61	56	56	24.9	28.9
4	73	65	68	77	67	70	11.3	18.1
5	70	63	65	74	64	65	19.7	24.1
6	70	62	63	73.5	65	63	24.2	24.6
7	69	60	60	70	59	60	20.0	24.1
8	67	59	59	73	62	60	19.6	21.5
9	67	60	60	67	60	60	25.4	22.6
10	74	67	66	74	65	65	20.5	20.0
11	67	61	61	73	64	62	19.9	19.7
12	73	69	69	81	73	71	14.3	14.1
13	70	64	66	75	69	66	21.5	20.6
13.30	62	61	62	70	62	62	20.5	20.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ช. แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในและนอกเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 3

เวลา (ชั่วโมง)	ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบ(%)		ความชื้นสัมพัทธ์นอกเครื่องอบ(%)
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	
0.5	18.7	13.3	68
1	19.0	13.9	62
1.5	22.4	12.0	67
2	16.6	18.9	59
2.5	17.1	19.0	57
3	14.7	14.7	57
4	23.6	13.7	62
5	15.6	15.9	62
6	19.7	18.9	65
7	16.5	19 3	70
8	20.5	16.3	75
9	17.3	19.0	79
10	21.0	29 0	82
11	20.6	22.4	85
12	21.5	20.2	88
13	20.8	22.3	92
14	20.5	21.0	96
15	17.1	17.0	92
16	16.5	17.7	92
17	18.1	17.7	96
18	24.7	13.3	96
19	20.2	12.4	97
20	18.2	13.2	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ช. แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 1.

เวลา (ชั่วโมง)	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
0	74.77		
0.5	73.7	74.21	77.70
1	70.80	70.60	68.50
1.5	68.43	76.51	59.86.
2	68.01	73.75	72.81
3	51.97	69.10	68.59
4	45.71	57.55	64.92
5	41.51	70.21	64.01
6	28.20	68.31	60.73
7	14.65	68.126	57.49
8		63.34	51.61
9		60.10	44.86
10		65.76	42.30
11		52.26	39.34
12		48.59	33.06
13		22.64	21.30
14		18.10	14.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฌ. แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริก ในการอบครั้งที่ 2.

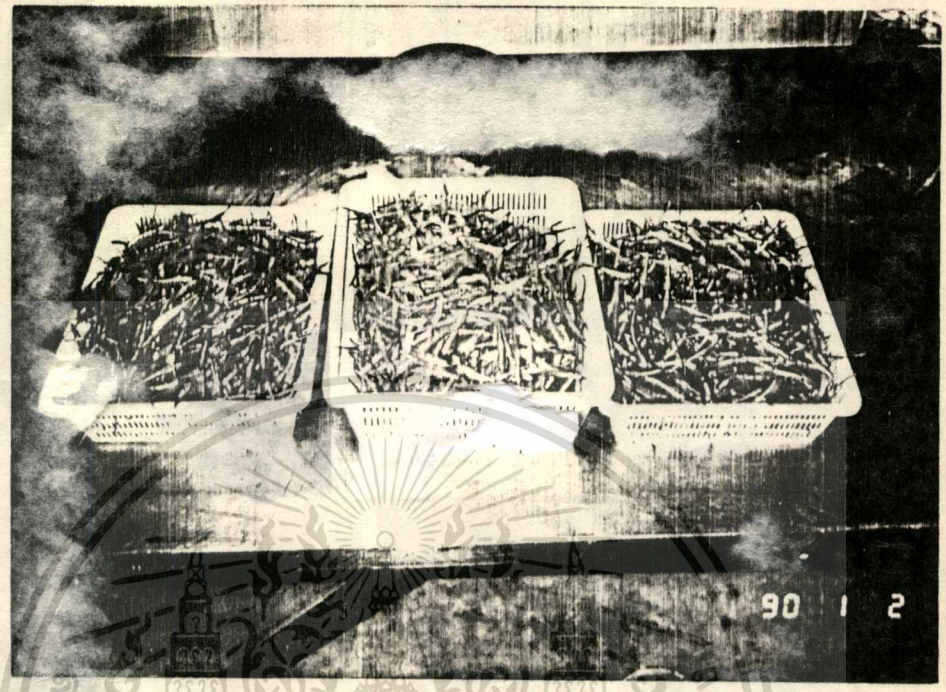
เวลา (ชั่วโมง)	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
0	73.09	79.19	77.12
0.5	71.19	75.91	76.34
1	70.10	75.14	75.67
1.5	64.80	70.53	71.26.
2	54.42	75.38	74.49
3	57.62	71.93	64.07
4	62.66	67.60	66.92
5	45.53	68.82	62.33
6	9.212	63.95	58.06
7		67.09	54.06
8		50.17	44.02
9		43.24	48.316
10		63.60	30.28
11		29.58	24.04
12		21.37	13.022
13		19.53	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

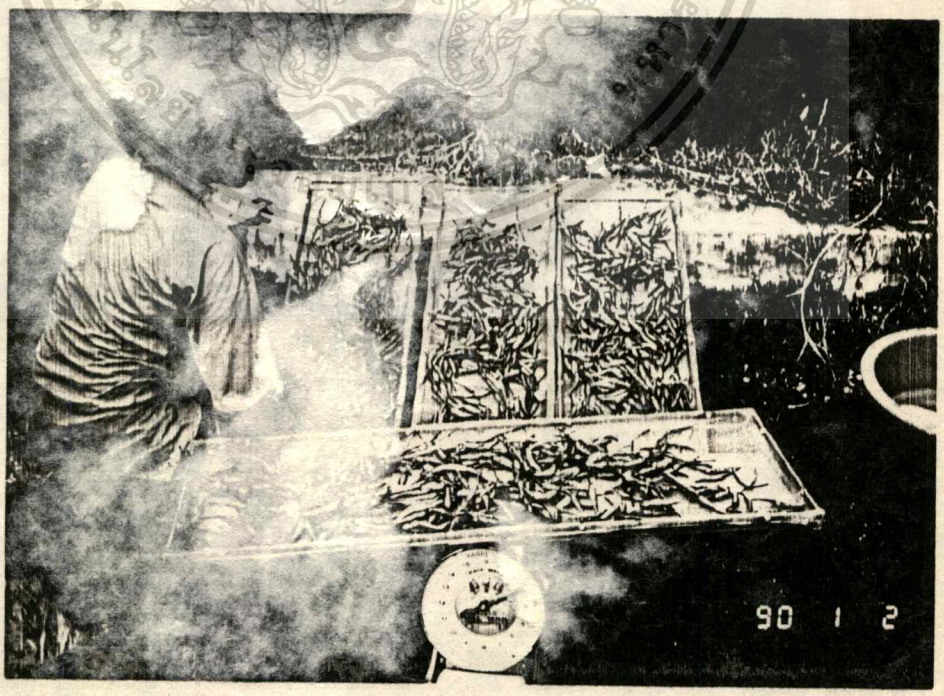
ตารางที่ ฆ. แสดงค่าความชื้นของตัวอย่างแต่ละช่วงเวลาของเครื่องอบพริกในการอบครั้งที่ 3.

เวลา (ชั่วโมง)	ด้านขวา			ด้านซ้าย		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
0.5	76.5	77.8	76.7	76.5	76.6	77.9
1	72.3	74.3	71.6	74.2	75.6	76.7
1.5	70.8	75.8	71.7	73.0	73.2	73.8
2	65.3	75.2	68.2	69.1	72.5	74.1
2.5	62.9	72.2	71.9	64.3	70.0	71.9
3	65.0	74.8	68.6	64.7	68.6	69.1
4	53.6	68.8	68.5	49.2	70.7	65.6
5	37.2	65.8	51.8	38.2	70.3	62.6
6	28.7	56.1	63.5	19.3	64.5	59.9
7	2.4	55.2	56.0	4.1	59.1	53.2
8		50.6	61.0		61.3	54.9
9		55.2	56.1		50.1	45.3
10		51.7	43.9		47.4	41.9
11		48.5	43.9		47.4	41.9
12		47.3	37.9		50.0	37.4
13		40.4	33.8		46.4	30.8
14		37.9	20.1		43.0	27.0
15		32.5	8.9		41.0	13.3
16		22.0			40.1	12.6
17		13.0			30.0	10.7
18					16.4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. แสดงความแตกต่างของสีพริกที่ลวกแล้ว (อันกลาง) กับพริกที่ยังไม่ได้ลวก



รูปที่ ข. แสดงการบรรจุพริกลงตะแกรงและการชั่งน้ำหนักก่อนนำเข้าเครื่องอบ

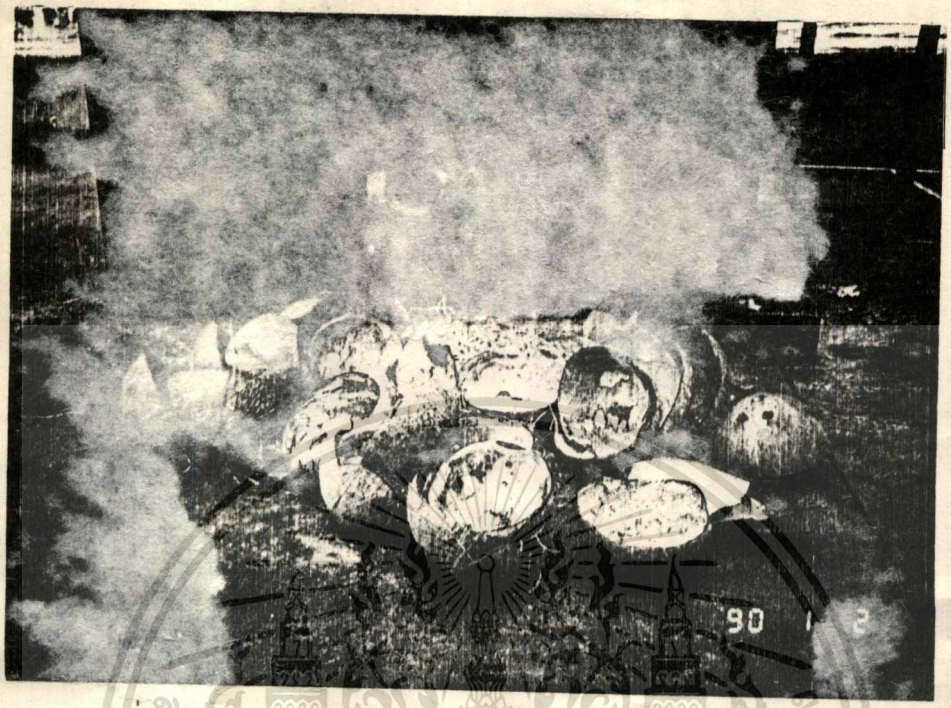
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค. แสดงการวางตะแกรงลงบนชั้นของเครื่องอบ

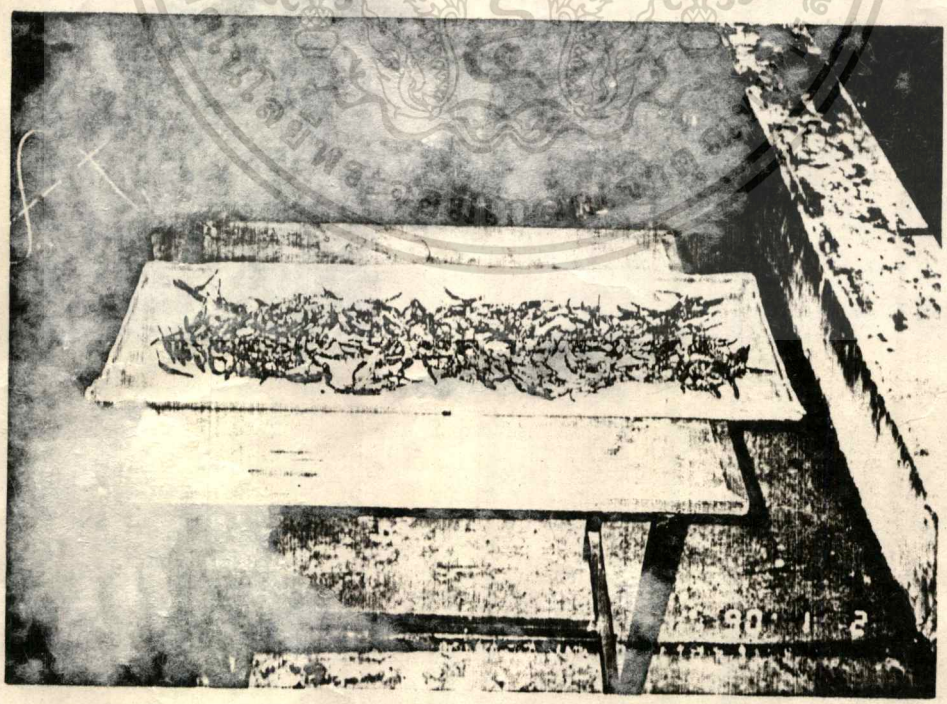
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง. แสดงกา สุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาหาค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

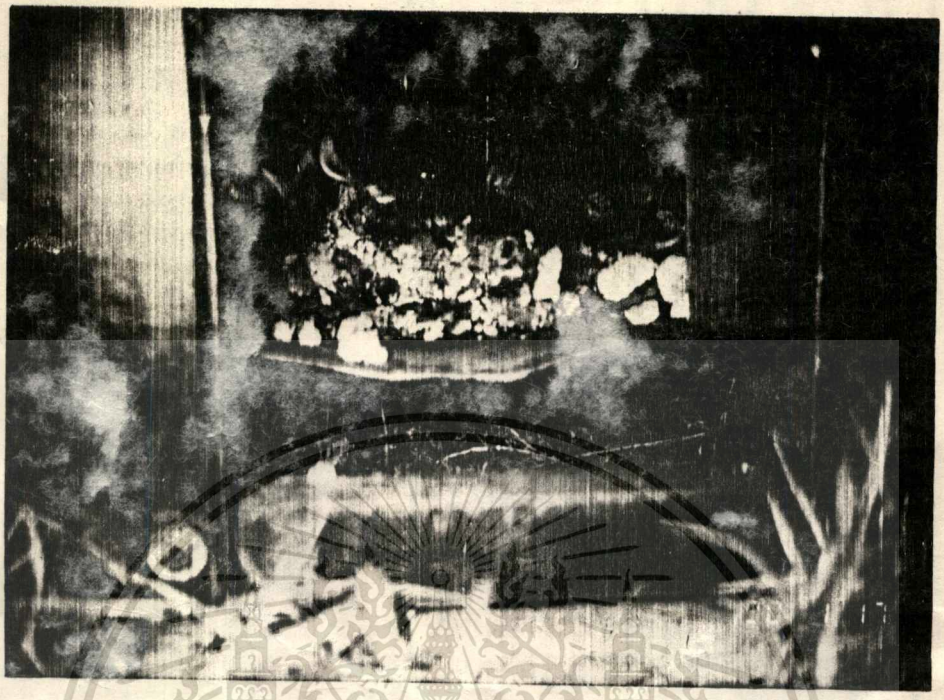


รูปที่ จ. แสดงการเผาไหม้โดยใช้กะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง

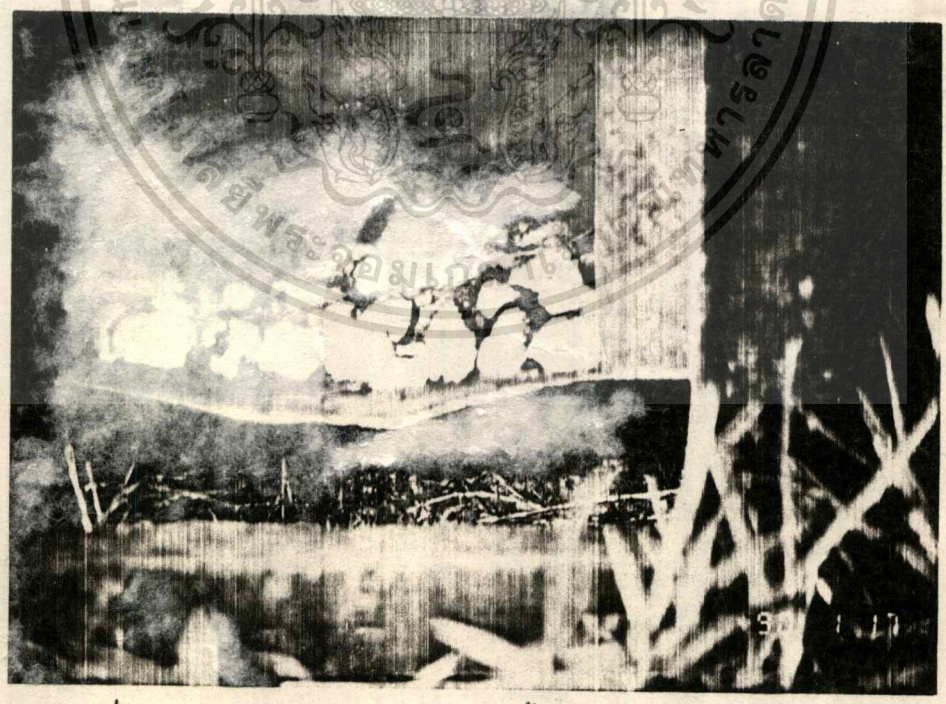


รูปที่ ฉ. แสดงผลผลิตที่ได้หลังจากการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

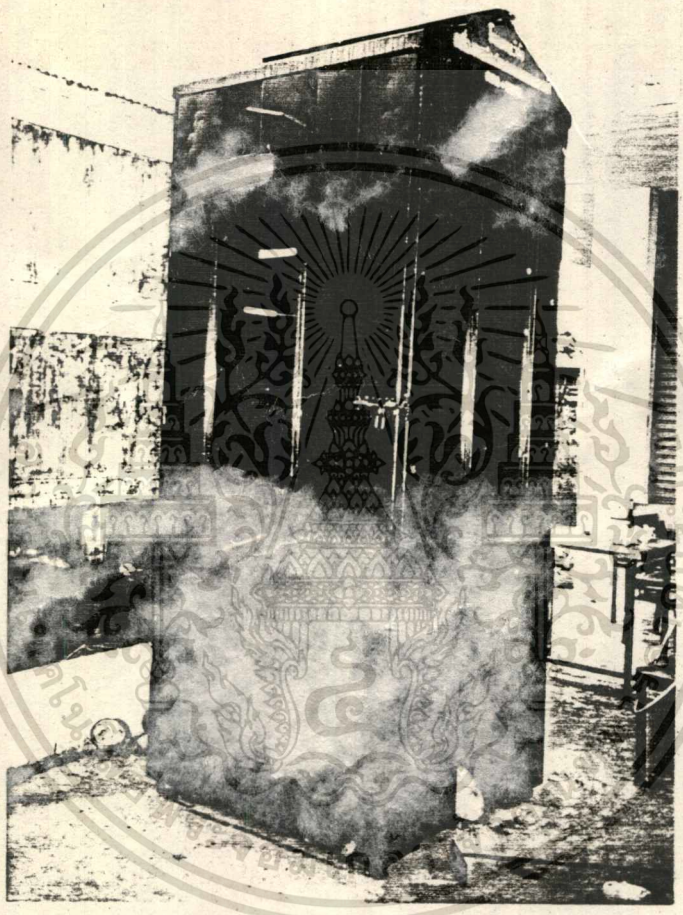


รูปที่ ซ. แสดงการใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้
และเป็นลักษณะของการ[illegible]ไหม้ที่สมบูรณ์



รูปที่ ซ. แสดงการใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้
และเป็นลักษณะของการ เผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฌ. แสดงลักษณะของเครื่องอบพริกในขณะทำงาน โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

กลุ่มนักศึกษาทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การอบพริกโดยเครื่องอบแบบชั้น" ใคร่ขอขอบคุณอาจารย์ในภาควิชา วิศวกรรมเกษตร ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ใคร่ขอขอบคุณ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่กรุณาให้ยืมเครื่องมือ และสถานที่ปฏิบัติงาน

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่กรุณาให้ยืมเครื่องมือ

ศูนย์เทคโนโลยีเพื่อสังคม เลขที่ 70/145 หลักสี่ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่กรุณาให้ยืมสถานที่ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กนกมณฑล ศรศรีวิชัย, "การเก็บรักษา ผลผลิตการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว", เทคโนโลยีและสรีรวิทยา
2. กองค้นคว้า และพัฒนาพลังงาน, "รายงานของคุณสมบัติของวัสดุชีวมวลและถ่านหินของประเทศไทย", สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน, 18 หน้า,2530
3. กองพืชสวน, "เอกสารเผยแพร่กองพืชสวน", กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ, 135 หน้า, 2521
4. คนึงนิจ เพียรกลาง, "การศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือก โดยวิธีการนำความร้อนที่อุณหภูมิสูงในเครื่องอบแห้งแบบถังหมุน", ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 80 หน้า, 2530
5. ณอคุณ สิทธิพงศ์ และธีระ ศิระธนาพันธ์ 2530 การศึกษาความเป็นไปได้ในการดัดแปลงโรงบ่มใบยาสูบเป็นโรงอบแห้งพืชหลายชนิด, เอกสารการประชุมทางวิชาการเรื่อง"เทคโนโลยีสำหรับการ พัฒนาชนบทครั้งที่ 4, จัดโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 16-17กรกฎาคม 2530
6. ณอคุณ สิทธิพงศ์ และธีระ ศิระธนาพันธ์ 2530 โรงอบแห้งพืชหลายชนิดโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์, เอกสารการประชุมทางวิชาการ เรื่อง "เทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบทครั้งที่ 4, จัดโดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 16-17 กรกฎาคม 2530
7. ณอคุณ สิทธิพงศ์, วิวัฒน์ คล่องพานิช, ประดิษฐ์ เทอดทูล และสาทิส ภาวรนันท์, 2530, การสำรวจการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บ เกี่ยวพืชเศรษฐกิจบางชนิดในภาคเหนือของประเทศ, เอกสาร การประชุมทางวิชการ เรื่อง "เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม" จัดโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 28-30ตุลาคม 2530
8. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, "การประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่องเครื่องมือและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม", 237 หน้า, 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. สุชัย ศศิวิมลพันธุ์, "เทคโนโลยีไอน้ำ", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 273 หน้า, 2516

10. ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, "การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหาร", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, 202 หน้า, 2528

11. สมบัติ ขอทวีวัฒนา, "กรรมวิธีการอบแห้ง", คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 287 หน้า, 2529

12. Dennis R.Heldman and R. Paul Singh, "Food Process Engineering Second Edition", AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 415 P., 1981.

13. Hukill, W.V. "Basic Principles in drying corn and grain - sorghum" Agr, Eng. 28: 335-338 P.,1974.

14. Nitat Tangpinykul, "Conduction Drying of Paddy For optimum milling Quality", Asian Institue of Technology - Bangkok, 53 P.,19[illegible].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้