

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อ
เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำแบบอัตโนมัติ

**STUDY ON EFFECT OF VARIABLES OF FRICTION TYPE DEHUSKING
MACHINE FOR BLACK PEPPER**



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **61866**
วัน,เดือน,ปี... **24 ก.ค. 2549**

บ.....
ร.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำแบบอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

นายชนวีร์

นางสาวพิไลพร

นางสาวธมนวรรณ

เปรมปรีดิ์

แซ่หน้า

ยุทธนารังสรรค์





อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำแบบขั้วดี

นายชนวีร์ เปรมปรีดี
นางสาวพิไลพร แซ่น้ำ
นางสาวธมนวรรณ ยุทธนารังสรรค์

รองศาสตราจารย์สาทิป รัตนภาสกร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเครื่องขั้วข้าวข้าวเปลือก แบบแกนโลหะในแนวนอนมาใช้ในการศึกษาการขั้วดีเปลือกพริกไทยดำให้เป็นพริกไทยขาว โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามี 3 ปัจจัย ดังนี้ ปริมาณเมล็ดพริกไทยดำ 2 ระดับ คือ $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขั้วดี เวลาที่ใช้ขั้วดี 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 วินาที และความเร็วรอบหมุนของแกนโลหะ 4 ระดับ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบ/นาที ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก และกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก จากการทดลอง พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขั้วดีมีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก และเมล็ดแตก รวมทั้งปัจจัยร่วมระหว่างปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบแกนโลหะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกและเมล็ดแตก อย่างมีนัยสำคัญ โดยสภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกพริกไทยดำ คือ ปริมาณพริกไทยดำ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขั้วดี เวลาในการขั้วดี 50 วินาที และความเร็วรอบแกนโลหะเป็น 3100 รอบต่อนาที โดยให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ คือ 31.992 % เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก คือ 1.741 % และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก คือ 66.104 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**STUDY ON EFFECT OF VARIABLES OF FRICTION TYPE DEHUSKING
MACHINE FOR BLACK PEPPER**

Chonnawee Prameepree
Pilaiporn Saena
Thamonwan Yuttanarangsun

Assoc.Prof. Satip Rattanapaskorn Advisor

2004

Abstract

Horizontal friction whitener for rice was used in the experiments to evaluate the effect of process variables in peeling of black pepper to be white pepper on percentage of complete peeled pepper, percentage of non-broken peeled pepper and percentage of broken peeled pepper. Two levels of filling pepper in chamber ($\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ of chamber volume), three levels of time peeling (50, 60 and 70 seconds) and four levels of whitener roller speed (3100, 3200, 3300 and 3400 rpm) were the variables considered in the experiments. Results showed that the interaction of filling pepper in chamber and time peeling had significantly affected the percentage of complete, non-broken and broken peeled pepper including filling pepper in chamber and whitener roller speed had significantly affected the percentage of non-broken and broken peeled pepper. A good combination of process variable in peeling of black pepper to be white pepper is a filling pepper in chamber of $\frac{3}{4}$ of chamber volume, a 50 seconds of peeling time and a 3100 rpm of whitener roller speed. In this conditions, the percentage of complete peeled pepper was 31.992%, percentage of non-broken peeled pepper 1.741% and percentage of broken peeled pepper 66.104%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ก
สารบัญรูปภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ลักษณะทั่วไป	3
2.2 การแปรรูปพริกไทย	8
2.3 ปัญหาด้านการผลิต	14
2.4 การบรรจุภัณฑ์พริกไทย	14
2.5 การผลิตการตลาด	17
2.6 เครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว	18
2.7 หลักการที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ	19
2.8 ปัจจัยที่มีผลกระทบบต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ	23
บทที่ 3 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ	
3.1 ปัญหาที่พบในการแปรรูปพริกไทยขาวแบบเก่า	25
3.2 เครื่องขัดสีต้นแบบที่นำมาทดลอง	27
3.3 หลักการทำงานของเครื่อง	27
บทที่ 4 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
4.1 การกำหนดตัวแปร	34
4.2 วัสดุและอุปกรณ์	35
4.3 การวางแผนการทดลอง	35
4.4 วิธีการทดลอง	35
บทที่ 5 ผลการทดลอง	
5.1 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์	40
5.2 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก	42
5.3 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 6	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
6.1	สรุปผลการทดลอง	50
6.2	ข้อเสนอแนะ	51
ภาคผนวก ก		53
ภาคผนวก ข		58
ภาคผนวก ค		61
ภาคผนวก ง		63
กิตติกรรมประกาศ		65
เอกสารอ้างอิง		66



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ผลผลิตพริกไทยในงานวิจัย และผลผลิตของเกษตรกร	17
ตารางที่ 2.2 เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิตตาม ราคาที่เป็นเกษตรกรขายได้	19
ตารางที่ 4.1 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง และผลของการสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์	37
ตารางที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ ที่มีผลต่อปริมาณ พริกไทยดำและเวลาที่ใช้ซัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	40
ตารางที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณ พริกไทยดำและเวลาที่ใช้ซัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	42
ตารางที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณ พริกไทยดำและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ	44
ตารางที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อ ปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ซัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	46
ตารางที่ 5.5 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อ ปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ	47
ตารางที่ ก.1 ปริมาณเมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และกะเทาะ เปลือกไม่สมบูรณ์	53
ตารางที่ ก.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์และกะเทาะ เปลือกไม่สมบูรณ์	55
ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำ กะเทาะเปลือกสมบูรณ์	58
ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำ กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก	59
ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำ กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 พริกไทยสด	3
รูปที่ 2.2 พริกไทยดำ	9
รูปที่ 2.3 พริกไทยขาว	11
รูปที่ 2.4 แผนภาพขั้นตอนการแปรรูปพริกไทยดำ	12
รูปที่ 2.5 แผนภาพขั้นตอนการแปรรูปพริกไทยขาว	13
รูปที่ 2.6 การทำงานของลูกยาง	21
รูปที่ 2.7 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด	21
รูปที่ 2.8 Vertical whitening cone	22
รูปที่ 2.9 เครื่องขัดขาวแบบแนวนอน	23
รูปที่ 3.1 การแช่เมล็ดพริกไทย	25
รูปที่ 3.2 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบสายพาน	26
รูปที่ 3.3 เครื่องขัดขาวข้าวเปลือก	28
รูปที่ 3.4 ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของเครื่องขัดขาวข้าวเปลือก	29
รูปที่ 3.5 ฝาครอบห้องขัดสี	30
รูปที่ 3.6 ตะแกรงขัดสี	31
รูปที่ 3.7 แกนโลหะขัดสี	32
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานเครื่อง	33
รูปที่ 4.1 แผนภาพวิธีการทดลอง	39
รูปที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	41
รูปที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	43
รูปที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ	44
รูปที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่าง ๆ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 5.5	เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดคแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบแกน โลหะ ณ ระดับต่าง ๆ	48
รูปที่ ก.1	แผนภาพการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์และกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์	57
รูปที่ ค.1	เมล็ดพริกไทยดำก่อนการขัดสี	61
รูปที่ ค.2	เมล็ดพริกไทยดำหลังการขัดสีที่สมบูรณ์	61
รูปที่ ค.3	เมล็ดพริกไทยดำหลังการขัดสี เมล็ดไม่แตก	62
รูปที่ ค.4	เมล็ดพริกไทยดำหลังการขัดสี เมล็ดแตก	62
รูปที่ ง.1	เครื่องต้นแบบสำหรับขัดขาวข้าวเปลือก	63
รูปที่ ง.2	ภาพด้านบนของเครื่องต้นแบบสำหรับขัดขาวข้าวเปลือก	63
รูปที่ ง.3	ห้องขัดขาว	64
รูปที่ ง.4	ภาพด้านหน้าของเครื่องต้นแบบสำหรับขัดขาวข้าวเปลือก	64

บทที่ 1

บทนำ

การค้าขายของพืชเครื่องเทศและสมุนไพรได้เกิดขึ้นมานานแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอดีต ผู้นำการค้าพืชเครื่องเทศของโลกมักปิดบังแหล่งที่มาของสินค้าไว้เป็นความลับ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มนุษย์เกิดความพยายามค้นหาแหล่งที่มาของเครื่องเทศแต่ละชนิด ทำให้เกิดการค้นพบเส้นทางการเดินใหม่และแผ่นดินใหม่ ๆ ขึ้น แม้กระทั่งปัจจุบันนี้พืชเครื่องเทศและสมุนไพรก็ยังเป็นพืชที่น่าสนใจประเภทหนึ่ง ซึ่งแนวโน้มความต้องการพืชเครื่องเทศที่สำคัญ ๆ ในตลาดโลก ได้แก่ พริกไทย พริกยักษ์ พริก จิง ขมิ้น จันทน์เทศ กานพลู ข่า ลูกผักชี อบเชย ตะไคร้ กระวานเทศ ฯลฯ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540) พริกไทยเป็นหนึ่งในพืชเครื่องเทศที่ตลาดการค้าทั่วโลกต้องการมากที่สุด จึงมีชื่อเรียกพริกไทยว่า “ราชาแห่งเครื่องเทศ” (King of Spices) (สรจักร ศิริบริรักษ์, 2544) ในปี 2544 ปริมาณการผลิตทั่วโลกเท่ากับ 303,462 ตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ส่วนในประเทศไทยมีผลผลิตรวม 9,000 ตัน โดยปลูกมากที่จังหวัดจันทบุรี รองลงมา คือ ชุมพร ระนอง โดยเกษตรกรผู้ผลิตพริกไทยผลิตพริกไทยดำ (Black Pepper) และพริกไทยขาว (White Pepper) เป็น 2 ลักษณะ คือ พริกไทยป่นและพริกไทยเม็ด ซึ่งพริกไทยดำและพริกไทยขาวนี้ได้จากผลพริกไทยที่วิธีเก็บและเตรียมต่างกัน นั่นคือ พริกไทยดำ ได้จากการเก็บผลพริกไทยที่เป็นผลโตเต็มที่ แก่แต่ยังไม่สุก เมื่อเก็บแล้วนำไปทำให้แห้ง โดยการตากแดดประมาณ 5 - 6 วัน ส่วนพริกไทยขาว นั้นได้จากการเก็บผลพริกไทยที่แก่จัด และผลเริ่มสุกเป็นสีแดง จากนั้นนำไปแช่น้ำ เพื่อลอกเอาเปลือกชั้นนอกออกไป โดยแช่น้ำในน้ำไหลหรือน้ำนิ่งก็ได้ แต่พริกไทยที่แช่น้ำไหลมีสีขาวกว่า พริกไทยที่แช่น้ำนิ่ง โดยใช้เวลาในการแช่ประมาณ 7 - 14 วัน หลังจากนั้นนำพริกไทยที่แช่น้ำมา นวด เพื่อลอกเปลือกออก ล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปตากแดดทันที โดยใช้เวลาในการตากแดดจนแห้งสนิทประมาณ 4 - 5 วัน (นิรนาม, 2543) ซึ่งจากกระบวนการผลิตพริกไทยขาวพบว่าเกิดปัญหา และข้อเสียหลายอย่าง ทั้งในเรื่องของสิ่งแวดล้อม สารตกค้างและเชื้อโรคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค จึงได้ศึกษาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำโดยใช้สายพานช่วยในการขัดสีโดยไม่ต้องนำเมล็ดพริกไทยมาแช่น้ำก่อนการแปรรูป ทำให้สามารถประหยัดน้ำและเวลาในการแช่พริกไทย รวมถึงเวลาในการนำพริกไทยขาวที่ได้ไปตากแดดซึ่งมีโอกาสเกิดเชื้อราได้ ในกรณีที่ตากพริกไทยไม่แห้งสนิท (ชานนท์ ฅนหทัย และพุทธมาศ, 2546) แต่เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำชนิดนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องสายพานที่ใช้ในการขัดสีนั้นเกิดการสึกหรอจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนสายพาน และพริกไทยขาวที่ได้นั้นยังเกิดการปนเปื้อน จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดในการวิจัย

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบใช้แกนโลหะ แทนการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทย แบบใช้สายพาน รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไปของโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบใช้แกนโลหะ ซึ่งเครื่องใช้แกนโลหะ ใช้เครื่องขัดขาวข้าวเปลือก ตัวอย่าง แบบแกนโลหะแนวอน โดยมีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณพริกไทยดำ 2 ระดับ คือ $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขั้วสี ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก และกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของเวลาที่ใช้ในการขั้วสี 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 วินาที ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก และกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)
3. เพื่อศึกษาผลกระทบของความเร็วรอบของชุดกะเทาะเปลือก แบบแกนโลหะ 4 ระดับ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบต่อนาที ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก และกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)

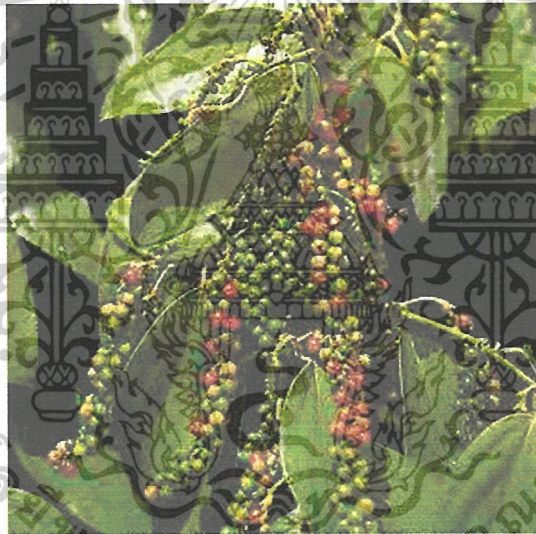
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทั่วไป

พริกไทยมีชื่อสามัญว่า Black pepper มีชื่อวิทยาศาสตร์ Piper nigrum Linn. ซึ่งอยู่ในตระกูล PIPERACEAE ภาคเหนือเรียกพริกน้อย เป็นพืชผักที่มีประโยชน์ทางโภชนาการหลายอย่าง เมล็ดใช้ประโยชน์ได้ทั้งอ่อนและแก่ เมล็ดอ่อนใช้ใส่ผักเผ็ดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความหอมและความเผ็ดของผักเผ็ดนั้น ๆ เมล็ดแก่ต้องตากให้แห้งบดให้ละเอียดใช้เป็นเครื่องเทศ เป็นเครื่องชูรสอาหาร พื้นที่ที่มีการปลูกกันมากอยู่แถวภาคใต้และภาคตะวันออก แถวจันทบุรี ก็ปลูกกันในสวนหรือบริเวณบ้านเป็นรายได้หลักหรือรายได้เสริมของครอบครัว (ธนรัช ใกล้เคียง, 2544)



รูปที่ 2.1 พริกไทยสด

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก จำแนกตามหน้าที่ของรากออกได้เป็น 2 ชนิด คือ รากหาอาหารและรากดินตุ๊กแก ซึ่งรากหาอาหารเป็นรากที่ทำหน้าที่หาแร่ธาตุอาหารและน้ำจากพื้นดิน เพื่อส่งผ่านลำต้นไปยังใบปรุงอาหารหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ พริกไทยจะมีรากขนาดใหญ่ประมาณ 10 – 20 ราก และแต่ละรากจะมีความยาวประมาณ 3 – 4 เมตร มีรากแขนงเจริญออกไปจากรากใหญ่มากมาย กลุ่มของรากเหล่านี้จะกระจายอยู่บริเวณผิวดิน ส่วนรากดินตุ๊กแกจะทำหน้าที่เป็นรากค้ำจุน ซึ่งจะช่วยเกาะยึด ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พริกไทยเลื้อยสูงได้ รากดินตุ๊กแกจะเจริญออกจากข้อในระยะเดียวกับการเจริญของยอดอ่อน รากประเภทนี้สามารถเกาะติดกับค้างในระยะเริ่มงอกออกมาใหม่ ๆ เท่านั้น เมื่อรากแก่จนเป็นสีน้ำตาลมักจะไม่เกาะติดกับค้างอีกแล้วหรือติดได้แต่ติดยากขึ้น

ลำต้น เป็นไม้เถาเลื้อยเนื้ออ่อนยืนต้น ไม่สามารถยืนอยู่ได้โดยลำพังต้องเกาะยึดติดกับค้าง โดยใช้รากเล็ก ๆ ที่เจริญออกมาตามข้อของลำต้นที่เรียกว่า รากดินตุ๊กแกหรือมือตุ๊กแก ขณะที่ต้นพริกไทยยังมีอายุน้อยอยู่เปลือกลำต้นจะมีสีเขียว แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ลำต้นมีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจน บริเวณข้อมักจะมีลักษณะโป่งออก ทำให้มีขนาดใหญ่กว่าส่วนของลำต้น

ใบ เป็นใบเดี่ยวเกิดสลับกันตามข้อของลำต้นและกิ่งแขนงใบมีรูปร่างแบบรูปไข่ โคนใบใหญ่ ฐานใบมีหลายแบบ เช่น กลม มน หรือรูปหอก ปลายใบแหลม ลักษณะใบคล้ายใบพลู ผิวใบเรียบ ผิวใบด้านบนเป็นมัน ด้านใต้ใบมีสีจางกว่าบนใบ บางพันธุ์มีจุดประที่ใบ บางพันธุ์ชอบใบมีลักษณะเรียบ ส่วนบางพันธุ์ชอบใบมีลักษณะหยักเป็นคลื่น ขนาดของใบแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ ใบกว้างประมาณ 6 – 10 เซนติเมตร และยาวประมาณ 7 – 14 เซนติเมตร

ดอก จะเกิดตรงกันข้ามกับใบในส่วนของกิ่งแขนง ดอกมีลักษณะเป็นช่อ ไม่มีก้านดอก ช่อดอกยาวประมาณ 7 – 14 เซนติเมตร ในแต่ละช่อดอกมีดอกย่อยประมาณ 150 ดอก ดอกพริกไทยมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียที่เกิดแยกกัน เป็นดึกไม่สมบูรณ์เพศหรืออาจเป็นดอกสมบูรณ์เพศ แต่ส่วนใหญ่เป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศ ปกติพริกไทยเป็นพืชที่มีการผสมตัวเอง ช่อดอกขณะอ่อนอยู่จะมีสีเหลืองอมเขียวเมื่อแก่จะมีสีเขียวและปลายช่อดอกจะห้อยลงดิน ดอกจะบานหมดทั้งช่อใช้เวลาประมาณ 5 – 7 วัน

กิ่ง ที่เจริญออกมาจากลำต้น ส่วนที่อยู่เหนือดินขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับขนาดลำต้น เรียกว่า “กระโดง” ส่วนกิ่งที่เจริญออกมาจากลำต้นเดิมตรงข้อแต่ละข้อเรียกว่า “กิ่งข้าง” หรือ “กิ่งปราง” แต่ละกิ่งข้างมีกิ่งแตกแยกจากเดิมอีกหลายครั้ง ต้นพริกไทยจะมีกิ่งข้างตั้งแต่โคนต้นจนถึงส่วนยอดเจริญออกไปด้านข้างทุกทิศทาง ทำให้ทรงพุ่มของพริกไทยเป็นรูปทรงกระบอก ถ้าพริกไทยมีกิ่งข้างมากจะทำให้ทรงพุ่มหนาและผลผลิตสูง

ส่วนกิ่งที่เจริญออกมาจากลำต้นส่วนใกล้ผิวดิน หรือลำต้นส่วนที่อยู่ใต้ดินเรียกว่า “ไหล” ไหลจะมีขนาดเล็กและความยาวข้อปล้องมากกว่าปกติ ไหลจะเลื้อยไปตามผิวดิน รากที่เกิดจากไหลสามารถดูดน้ำและอาหารได้ ไหลอาจยึดเกาะตามโคนลำต้นแต่ไม่เจริญขึ้นได้สูงนัก

ผล มีลักษณะก่อนข้างกลม เรียงบิดตัวกันอย่างหนาแน่นอยู่กับแกนของช่อ ขณะที่ผลอ่อนจะมีสีเขียวอ่อนและสีจะเข้มขึ้นตามอายุของผล ผลอ่อนที่อายุไม่เกินหนึ่งเดือน เมื่อบีบจะแตกออกภายในผลจะมีลักษณะบูนขึ้นคล้ายนมสด ต่อมาเมื่อมีอายุได้ประมาณ 5 เดือน ผิวของผลจะมี

ลักษณะเป็นมันและเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเหลือง ครั้นผลแก่สุกเต็มที่จะมีสีส้มหรือสีแดง เมื่อผลแห้งจะเป็นสีดำ ผลจะไม่พร้อมกันทั้งช่อ เมื่อผลสุกจะร่วงหล่นไป เมื่อนำผลสุกมาขยี้เปลือกจะหลุดออกง่าย ภายในผลหนึ่งจะมี 1 เมล็ด

เมล็ด โดยทั่วไปเมล็ดมีสีขาวนวล มีลักษณะแข็ง รูปร่างค่อนข้างกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 – 4 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีดินอ่อนขนาดเล็กอยู่ เมล็ดมีกลิ่นเฉพาะตัว มีกลิ่นฉุนและมีรสเผ็ด และสุกไม่สม่ำเสมอในรวงเดียวกัน (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540)

2.1.2 พันธุ์พริกไทย

พริกไทยนิยมปลูกกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์ต่างมีความเหมาะสมในตัวเอง (นิรนาม, 2547) ได้แก่

2.1.2.1 พันธุ์ซาราวัก หรือ พันธุ์กูซิง

เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เป็นพันธุ์ที่นำมาจากรัฐซาราวัก ประเทศมาเลเซีย สามารถต้านทานโรครากเน่าได้ดีกว่าพันธุ์จินทური ซึ่งปลูกอยู่แต่เดิม เจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตสูงกว่า ถ้าดินสมบูรณ์จะให้ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย ประมาณ 9-12 กิโลกรัมต่อค้างต่อปี หรือไร่ละประมาณ 3,600-4,800 กิโลกรัมต่อปี แต่ส่วนใหญ่ การเจริญเติบโตในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน ผลผลิตก็แตกต่างกันไป

ลักษณะประจำพันธุ์

ลำต้น ลำต้นอายุ 4 ปี มีขนาดของเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย 9.98 เซนติเมตร ความยาวปล้องของลำต้น เฉลี่ย 8.07 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องของกิ่งแขนงแรก 9.66 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องสุดท้ายของกิ่งแขนง ที่สาม 2.48 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม 162.20 เซนติเมตร

ใบ ใบเป็นพวกใบเดี่ยว ปลายใบแหลมแบบ acuminate แต่งอเล็กน้อยฐานใบเป็นแบบ obtuse ขอบใบเรียบ ใบค่อนข้างเรียวยาว ใบมีสีเขียวเป็นมัน ค่อนข้างหนา ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 4.88 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 10.24 เซนติเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.22 เซนติเมตร มีร่องที่ก้านใบ มีเส้นใบประมาณ 5-7 เส้น

ดอก ช่อดอกเป็นแบบ spike ไม่มีก้านดอก ช่อดอกเกิดที่ช่องตรงข้ามกับใบ ในแต่ละช่ออาจมีช่อดอกได้ 1-2 ช่อ แต่ส่วนใหญ่จะเกิดเพียงช่อเดียว ช่อดอกมีลักษณะห้อยลงดินดอกเกิดสลับหว่างกันไปเป็นชั้นในแต่ละช่อดอก ช่อดอกยาวเฉลี่ย 6.34 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 0.67 เซนติเมตร ช่อดอกหนึ่งช่อมีจำนวนเฉลี่ย 64 ดอก ความกว้างของยอดเกสรตัวเมีย (แฉกรูปดาว)

เฉลี่ยได้ 0.88 เซนติเมตร รังไข่เป็นแบบ superior ใบมี 1 เซลล์ อับละอองเรณูมีขนาดกว้างเฉลี่ย 0.33 มิลลิเมตร ก้านชูอับละอองเรณูเป็นรูปทรงกระบอก

ผล ผลมีลักษณะเป็นช่อ ไม่มีก้านผล ความยาวช่อผลรวมทั้งก้านช่อเฉลี่ย 9.10 เซนติเมตร ความยาวก้านช่อผลเฉลี่ย 0.75 เซนติเมตร ช่อผลหนึ่งช่อมีจำนวนเฉลี่ย 49 ผล ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์จันทบุรี แต่ใหญ่กว่าพันธุ์ปะเหลียนขนาดของผลด้านแป้นเฉลี่ย 5.69 มิลลิเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 5.62 มิลลิเมตร น้ำหนักช่อผลหนึ่งช่อเฉลี่ย 6 กรัม น้ำหนักผลสดต่อ 100 ผล เฉลี่ย 14.43 กรัม ผลเมื่อสุกมีสีส้มเป็นส่วนใหญ่

เมล็ด มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดของเมล็ดยาวด้านแป้นเฉลี่ย 0.43 เซนติเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 0.42 เซนติเมตร น้ำหนักของเมล็ดแห้งขาวต่อ 100 เมล็ดหนักเฉลี่ย 5.19 กรัมขนาดของเมล็ดแห้งดำด้านแป้น เฉลี่ย 0.50 เซนติเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 0.46 เซนติเมตร น้ำหนักของเมล็ดแห้งดำต่อ 100 เมล็ด เฉลี่ย 6.46 กรัม

2.1.2.2 พันธุ์ชิลอนยอดแดง

เป็นพันธุ์พริกไทยที่นำมาจากประเทศศรีลังกา นิยมปลูกเพื่อขายเป็นพริกไทยสด มากกว่าทำพริกไทยดำหรือชาวลักษณะของยอดจะออกสีน้ำตาลแดง จึงเรียกกันว่า “ชิลอนยอดแดง”

ลักษณะประจำพันธุ์

ลำต้น ลำต้นอายุ 4 ปี มีขนาดของเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 11-86 เซนติเมตร ความยาวของปล้องของลำต้นเฉลี่ย 8.2 เซนติเมตร ความยาวของปล้องของกิ่งแขนงแรก 9.82 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องของกิ่งแขนงที่สาม 7.28 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ยของปล้องสุดท้ายของกิ่งแขนงที่สาม 3.24 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม 180.60 เซนติเมตร

ใบ เป็นพวกใบเดี่ยวปลายใบแหลมแบบ acuminate ฐานใบเป็นแบบ obtuse ขอบใบเรียบ ใบค่อนข้างกว้าง สีเขียวเข้มค่อนข้างหนา ใบมีขนาดกว้างเฉลี่ย 7.22 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 12.62 เซนติเมตร ก้านใบยาวเฉลี่ย 1.42 เซนติเมตร มีร่องที่ก้านใบมีเส้นใบ ประมาณ 5-7 เส้น

ดอก ช่อดอกลักษณะเช่นเดียวกับพันธุ์ชาราวัก ช่อดอกยาวประมาณ 15-17 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 1.12 เซนติเมตร ช่อดอกหนึ่งช่อมีจำนวนดอกเฉลี่ย 106 ดอก

ผล ผลมีลักษณะเป็นช่อ ไม่มีก้านผล ผลมีขนาดใกล้เคียงพันธุ์จันทบุรี มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดของผลด้านแป้นเฉลี่ย 6 มิลลิเมตร ด้านกลมเฉลี่ย 6.24 มิลลิเมตร ผลสดสีเขียวเข้ม ผลสุกมีสีแดงเข้ม ความยาวช่อผลประมาณ 16-19 เซนติเมตร

เมล็ด เมล็ดมีขนาดใกล้เคียงกับพันธุ์ชาราวัก

2.1.2.3 พันธุ์ซีลอนยอดขาว

เป็นพันธุ์พริกไทยที่นำมาจากประเทศศรีลังกา เช่นเดียวกับพันธุ์ซีลอนยอดแดง พริกไทยพันธุ์นี้ความจริงเป็นพริกไทยพันธุ์ PANIYUR-1 ซึ่งเป็นพริกไทยพันธุ์ลูกผสมของประเทศอินเดีย ระหว่างพ่อพันธุ์ Uthirankota กับแม่พันธุ์ Cheriyananiyakadan (John.K.Ghanara tham, 1994) พริกไทยพันธุ์นี้จะมีลักษณะเถาอ่อน สีจะเขียวอ่อนเกือบขาวโดยเฉพาะที่ยอดอ่อน จึงนิยมเรียกว่า “ซีลอนยอดขาว” เนื่องจากมีผู้นำพันธุ์มาจากประเทศศรีลังกา (ซีลอน) ลักษณะต่าง ๆ จะคล้ายกับพันธุ์ศรีลังกาที่แตกต่างกันชัดเจนก็คือส่วนยอด ช่อผลจะยาวกว่าพันธุ์ศรีลังกาเล็กน้อย การเจริญเติบโตเร็วกว่าพันธุ์ซาราวัก ผลสดจะมีลักษณะ โดกว่าพันธุ์ซาราวัก นิยมปลูกเพื่อจำหน่ายเป็นพริกไทยสด เพื่อส่งโรงงานทำพริกไทยคอง

2.1.2.4 พันธุ์ปะเหลียน

เป็นพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดตรัง ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงพุ่มทึบมาก ใบมีลักษณะเล็กรีค่อนข้างป้อม ขอบใบเรียบ ใบอ่อนจะมีจุดสีเขียวอ่อนกระจายอยู่ทั่วไป ใบแก่มีสีเขียวเข้ม ข้อและกิ่งสั้น มีการแตกยอดและกิ่งมาก ช่อดอกสั้น ผลถี่และเล็ก ด้านทาน โรครากเน่าได้ดีพอสมควร และต้านทานการรบกวนของไส้เดือนฝอยได้ดี แต่ผลผลิตจะต่ำกว่าพันธุ์ที่นำมาจากต่างประเทศ

2.1.2.5 พันธุ์พื้นเมืองกระบี่

เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของจังหวัดกระบี่ ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงพุ่มโปร่งกว่าพันธุ์ปะเหลียน ใบเล็กค่อนข้างกลมป้อม มีลักษณะคล้ายพันธุ์ปะเหลียน แต่แตกยอดและกิ่งน้อยกว่า ผลผลิตปานกลาง

2.1.3 สภาพอากาศ พื้นที่ และลักษณะดิน

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมกับพริกไทย พริกไทยชอบอากาศร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1200 – 2500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25 – 40 องศาเซลเซียส พริกไทยเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตั้งแต่พื้นที่ระดับน้ำทะเลไปจนถึงระดับความสูง 1500 เมตร จากระดับน้ำทะเล ดินที่พริกไทยขึ้นเจริญเติบโตได้ดี ต้องเป็นดินร่วนซุย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟู๋ในดินสูง ดินต้องระบายน้ำได้ดี ไม่เป็นที่ลุ่มหรือที่มีน้ำขัง ต้องไม่เป็นดินเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่างของดินควรมีค่าประมาณ 5.5 อนึ่งพื้นที่ที่ใช้ปลูกพริกไทยไม่ควรเป็นที่ลาดเอียงมากนัก เนื่องจากถ้าฝนตกก็จะชะหน้าดินไป มีผลกระทบต่อระบบรากพริกไทยอย่างมาก ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการเพาะปลูกพืชอุตสาหกรรมชนิดนี้ (วิวัฒน์ไชย จันทน์สุคนธ์, 2543)

2.1.4 การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวพริกไทยในประเทศไทยนิยมทยอยเก็บตามความแก่ของพริกไทย เพื่อให้พริกไทยขาวและพริกไทยดำ พริกไทยขาว คือ พริกไทยที่ลอกเปลือกออกแล้วเหลือแต่เมล็ด แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ส่วนพริกไทยดำ คือ การนำพริกไทยแก่ไปตากแดดทั้งเปลือก เปลือกที่หุ้มเมล็ดอยู่เมื่อแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีดำ เมื่อปลูกพริกไทยได้ประมาณ 3 ปีจะออกดอกติดผลได้ และจะแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 6-7 เดือนต่อมา การที่จะเก็บเกี่ยวพริกไทยให้สังเกตจากสีของเมล็ดคือ เมล็ดเริ่มมีสีเหลืองและสีแดงรวมละ 3-4 เมล็ด วิธีการเก็บให้เก็บทั้งรวง แต่พริกไทยจะแก่ไม่พร้อมกัน ทำให้การเก็บต้องทยอยเก็บเป็นงวด ๆ เฉพาะรวงที่แก่ แต่ในฤดูกาลเก็บเกี่ยวหนึ่ง ๆ ไม่ควรเก็บเกินกว่า 4 ครั้ง เพราะจะทำให้พริกไทยโทรมได้ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540)

2.2 การแปรรูปพริกไทย

กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อผลิตพริกไทยดำและพริกไทยขาว (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีการผลิตพริกไทยดำ

การทำพริกไทยดำต้องเก็บรวงที่แก่จัด สังเกตได้โดยการใช้เล็บจิกดู ถ้ารู้สึกว่ามีเมล็ดแข็งและจิกไม่ลง แสดงว่าเมล็ดแก่จัดสามารถเก็บได้แล้ว แต่ยังมีสีเขียวอยู่ ไม่ให้มีผลสุกสีเหลืองหรือสีแดงปะปน มิฉะนั้นพริกไทยดำที่ได้มีสีไม่สม่ำเสมอไม่สวย ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. รวงพริกไทยที่เก็บ เอามารวมใส่ลงในภาชนะ ย่ำ ถุง กระบุง หรือตะกร้าก็ได้ ไม่ควรกองไว้กับพื้นดินจะทำให้สกปรก
2. นำเอาไปเทลงบนเสื่อลำแพน สุมกองขึ้นไว้เป็นกองใหญ่ใต้ถุนบ้านหรือโรงเรือนชั่วคราว
3. กองสุมเอาไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดความร้อนระอุอยู่ภายใน จะทำให้เมล็ดพริกไทยหลุดออกจากรวงง่ายขึ้นในขณะทำการนวด
4. วิธีนวดพริกไทยเพื่อให้เมล็ดหลุดออกจากรวง เอารวงพริกไทยเข้าเครื่องนวด หรือเอารวงพริกไทยเทใส่ในกระบะไม้เหลี่ยม ก้นกระบะกรุด้วยลวดตาข่ายใหญ่ พอที่เมล็ดพริกไทยหลุดลอดลงไปได้ กระบะนี้มีขาหรือโต๊ะ สูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร ได้กระบะใช้เสื่อลำแพนปูรองรับเมล็ดที่หลุดร่วงออกจากรวง ให้คนขึ้นไปย่ำใช้เท้า นวดและขยี้ไป ๆ ออกไป คล้ายกับวิธีซักผ้า นวดจนเมล็ดหลุดหมด
5. นำเอาเมล็ดพริกไทยไปตากแดดบนลานตากพริกไทย หรือบนเสื่อลำแพน เกลี่ยเมล็ดพริกไทยให้กระจายออกเพื่อให้ถูกแสงแดดสม่ำเสมอ และต้องหมั่นเกลี่ยให้เมล็ด

พริกไทยถูกแสงแดดทั่วกันเพื่อให้สีพริกไทยสม่ำเสมอและป้องกันการเกิดเชื้อรา ประมาณ 5-6 วัน จะแห้งสนิท เรียกว่า “พริกไทยดำ” หากเป็นช่วงที่อากาศชื้นหรือคืนที่มีน้ำค้างมากควรเก็บพริกไทยเข้าในร่ม

บางแห่งในประเทศอินโดนีเซียที่มีอากาศชื้นมากเกินไปที่จะทำแห้งพริกไทยในการตากแดด จะใช้วิธีรมควันในห้องที่สร้างขึ้นเป็นสารพิษ การทำแห้งจะเกิดขึ้นค่อนข้างเร็ว แต่จะทำให้กลิ่นควันติดพริกไทยทำให้สูญเสียกลิ่นดั้งเดิมของพริกไทยไป

6. ก่อนที่จะบรรจุลงในกระสอบเพื่อขายหรือเก็บไว้ขาย ต้องฝัดเอาเมล็ดลึบเศษผงหรือฝุ่นละอองออกทิ้ง จะทำให้เมล็ดพริกไทยดำสวยและสะอาดมากขึ้น

ถ้าต้องการให้สีผิวพริกไทยดำมีสีสม่ำเสมอและดำเป็นมัน ให้ใช้น้ำร้อนจัดแช่ผลพริกไทยสดสัก 2 ครั้ง นานครั้งละประมาณ 10-20 วินาที ไม่ควรแช่น้ำร้อนนานเกินไปเพราะจะเป็นการทำลายเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ปกติพริกไทยสด 100 กิโลกรัม ทำเป็นพริกไทยดำประมาณ 33 กิโลกรัม



รูปที่ 2.2 พริกไทยดำ

2.2.2 วิธีการผลิตพริกไทยขาว

เก็บรวงพริกไทย โดยเลือกรวงที่มีผลสุกจัดเป็นสีแดง 1-2 ผล เก็บมาทั้งรวง นำไปปฏิบัติเป็นขั้นตอนดังนี้

1. นำรวงพริกไทยที่เก็บได้แล้วรวมใส่ลงในภาชนะ เช่น ในย่าม ถุง กระบุง หรือตะกร้าทิ้งนี้แล้วแต่ความสะดวก
2. นำพริกไทยที่เก็บได้นี้บรรจุใส่กระสอบปานบรรจุจนเต็มกระสอบ ผูกปากกระสอบให้แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำกระสอบที่บรรจุรวงพริกไทยนั้นไปแช่น้ำ บังคับให้กระสอบจมจนมิดน้ำ น้ำที่แช่ควรเลือกที่มีน้ำใส เพื่อจะได้เมล็ดพริกไทยที่ขาวสะอาด
 - 1) ถ้าแช่ในน้ำที่ไหลได้ ต้องแช่ไว้ประมาณ 7-14 วัน
 - 2) ถ้าแช่ในน้ำที่ไม่ไหล เช่น บ่อ บึง แช่ประมาณ 5-7 วัน ทั้งนี้ต้องสังเกตด้วยว่าเปลือกเมล็ดนิ่มเปื่อยหรือยัง อย่าปล่อยให้แห้งเกินไป
4. เมื่อเปลือกเมล็ดนิ่มเปื่อยแล้ว นำเอากระสอบพริกไทยที่แช่ไว้นั้นขึ้นจากน้ำเทแบ่งรวงพริกไทยลงในตะกร้าที่สานตาถี่ ๆ ซึ่งเมล็ดพริกไทยหลุดออกไปไม่ได้
5. ขึ้นไปขยำในตะกร้าด้วยเท้า เพื่อให้เมล็ดหลุดจากรวง และให้เปลือกหลุดออกจากเมล็ด ปัจจุบันเกษตรกรหันมาใช้เครื่องนวดกันมากขึ้น เนื่องจากสามารถปฏิบัติได้รวดเร็ว
6. เมื่อเห็นว่าเปลือกหลุดออกจากเมล็ดเป็นจำนวนมากแล้ว นำเอาตะกร้านั้นลงไปแช่ในน้ำ ใช้มือกวไปกวามา เพื่อให้เปลือก ก้านรวงและสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เมล็ดพริกไทยลอยออกไปพื้นน้ำ ผลที่สุดจะเหลือแต่เมล็ดพริกไทย
7. ถ้าเมล็ดพริกไทยยังไม่สะอาดพอ ยังมีเปลือกติดอยู่ให้นำมาขำบนบกอีกเช่นเดียวกับข้อ 5
8. ภายหลังจากขั้นตอนนี้ แต่เดิมจะนำไปตากแดดทันที แต่ในปัจจุบันเกษตรกรบางรายจะนำไปแช่คลอรีนนานประมาณ 10 นาที เพื่อให้เมล็ดพริกไทยมีสีขาวสวยสอดคล้องกับความต้องการของตลาด แต่อาจมีผลเสียที่เกิดจากสารตกค้างในเมล็ดพริกไทยได้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่เกษตรกรล้างออกไม่หมดและบางส่วนก็ซึมเข้าสู่ภายในเมล็ดด้วย ยิ่งไปกว่านั้นพริกไทยที่ผ่านการแช่คลอรีนจะเก็บไว้ได้ไม่นาน ผิวของเมล็ดพริกไทยจะมีลักษณะเป็นขุยสีขาว การฟอกสีดังกล่าวนี้ใช้คลอรีนผง 1 กิโลกรัมต่อพริกไทยประมาณ 100 กิโลกรัม โดยละลายในน้ำอัตราส่วนประมาณ 1:60 – 1:100 โดยปริมาตร
9. นำเอาเมล็ดพริกไทยที่ล้างสะอาดแล้วไปตากแดดทันที เพราะถ้าปล่อยให้เปียกชื้นนาน เมล็ดจะมีสีคล้ำไม่สวย แต่ถ้าไม่มีแดดต้องเอาเมล็ดแช่ให้จมน้ำไว้ก่อน มิฉะนั้นเมล็ดอาจขึ้นราได้ การตากควรตากในลานหรือบนเสื่อลำแพน เกลี่ยให้เมล็ดพริกไทยให้กระจายออก เพื่อให้ถูกแสงแดดสม่ำเสมอ และต้องหมั่นเกลี่ยเพื่อให้เมล็ดพริกไทยถูกแสงแดดทั่วกัน ถ้าแดดดีๆ ตากประมาณ 4-5 วัน แห้งสนิทกลายเป็นสีขาว เรียกว่า “พริกไทยขาวหรือพริกไทยอ่อน”
10. ก่อนบรรจุในกระสอบเพื่อขายหรือเก็บไว้นาน เมล็ดพริกไทยควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 และต้องปิดเอาเศษผงและฝุ่นละอองทิ้ง ทำให้เมล็ดพริกไทยขาวสวยและสะอาดมากขึ้น

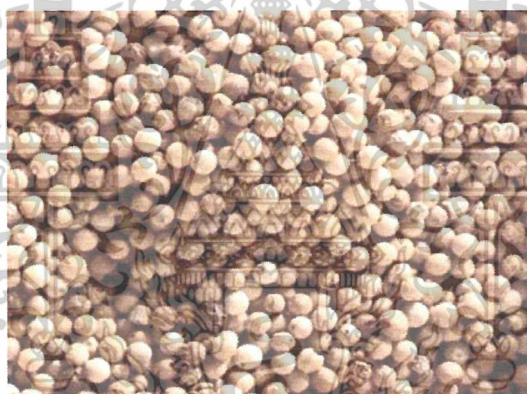
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทดสอบว่าเมล็ดพริกไทยแห้งหรือไม่ มีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้ฟันขบเมล็ดพริกไทย ถ้าเมล็ดแตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย แสดงว่าเมล็ดแห้งสนิท แต่ ถ้าเมล็ดแตกออกเป็นสองซีก แสดงว่าเมล็ดยังไม่แห้งสนิท

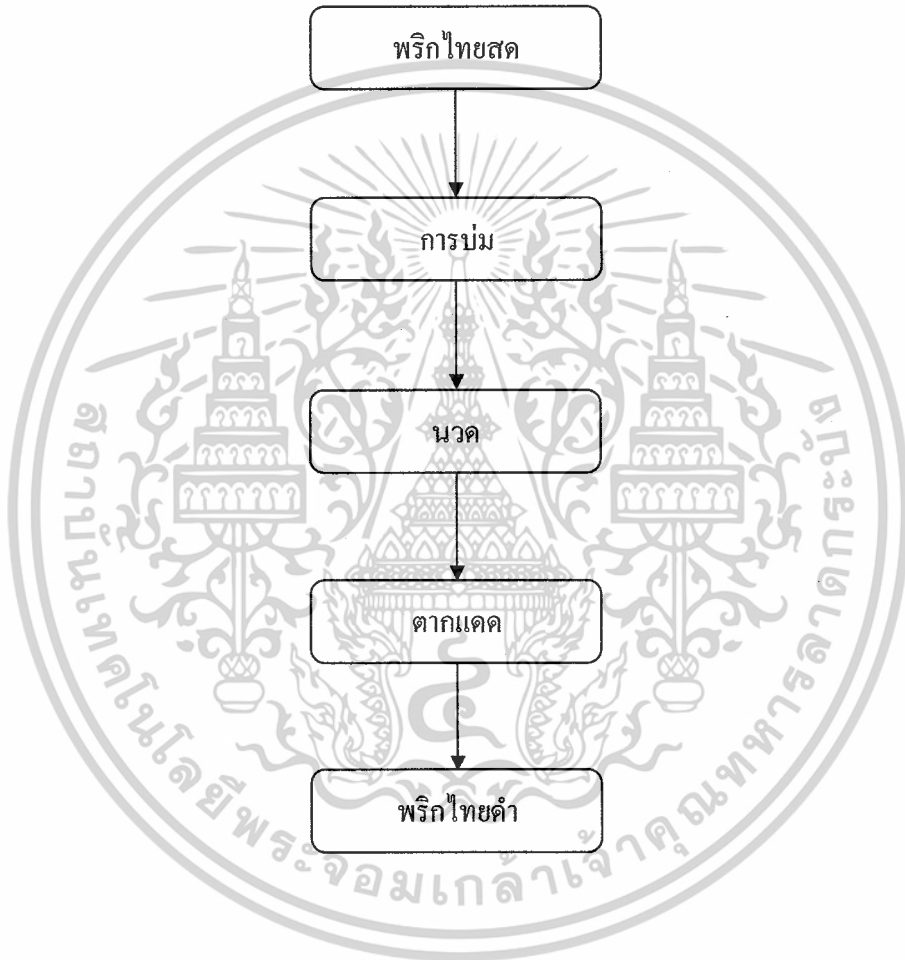
2. เอามือกอบเมล็ดพริกไทย แล้วค่อยๆ ถ่างนิ้วออกให้เมล็ดพริกไทยลอดลงระหว่างนิ้วมือ ถ้าเมล็ดลุดออกจากง่ามนิ้วได้ง่าย ไม่ฝืด เมล็ดไม่เกาะติดกัน แสดงว่าเมล็ดแห้งสนิท

ปกติพริกไทยสด 100 กิโลกรัม ทำเป็นพริกไทยขาวได้ประมาณ 27 กิโลกรัม แต่ในกรณีที่ นำพริกไทยดำมาผลิตเป็นพริกไทยขาว พริกไทยดำ 100 กิโลกรัม ผลิตพริกไทยขาวได้ประมาณ 60 กิโลกรัม การที่มีการนำพริกไทยดำมาผลิตเป็นพริกไทยขาวนั้น ส่วนใหญ่เป็นเพราะพริกไทยขาวมี ราคาสูงขึ้น ในขณะที่พริกไทยสดมีน้อยจึงใช้พริกไทยดำแช่น้ำแล้วกะเทาะเปลือกทำเป็นพริกไทยขาวทดแทนพริกไทยขาวจากเมล็ดสด



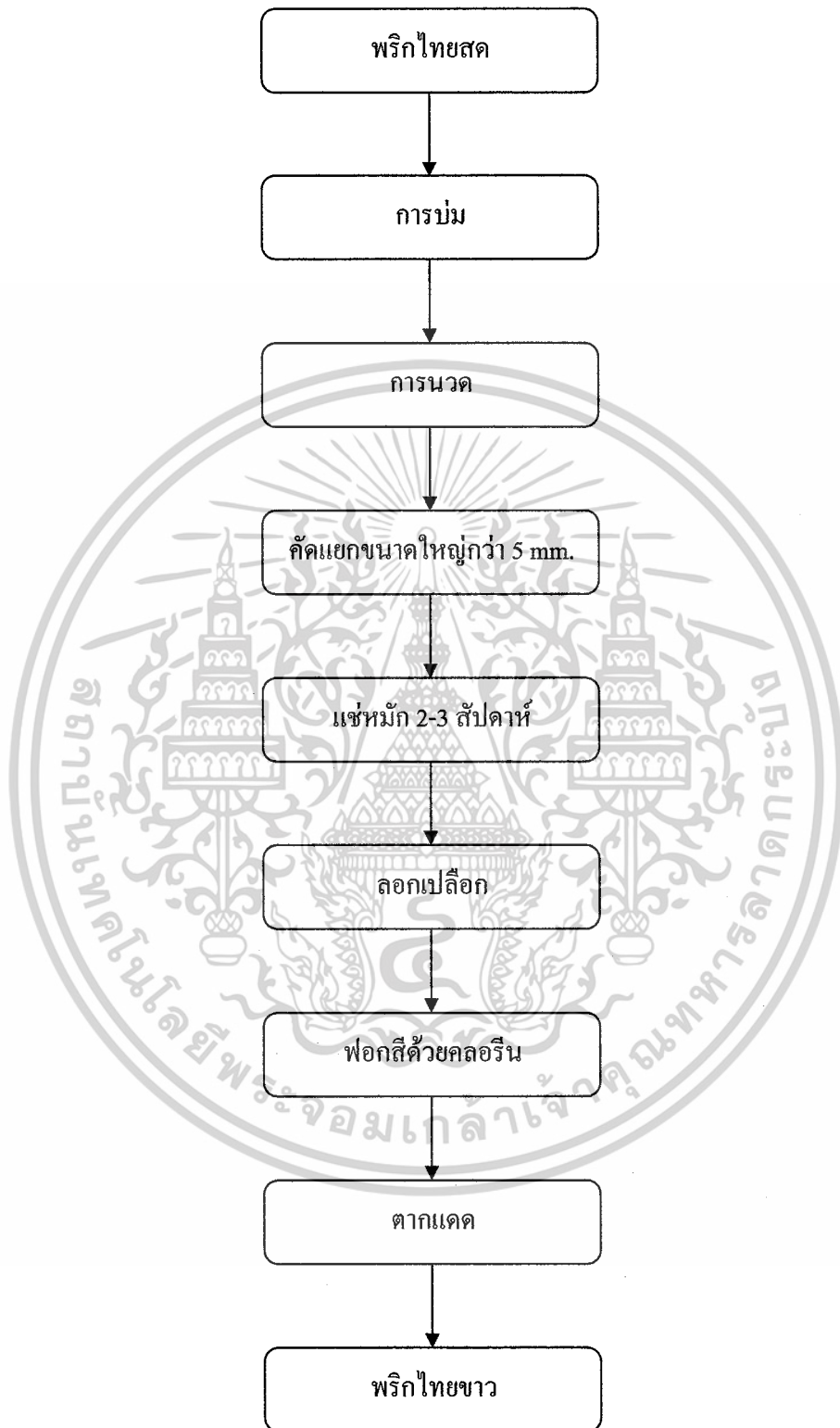
รูปที่ 2.3 พริกไทยขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แผนภาพขั้นตอนการแปรรูปพริกไทยดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แผนภาพขั้นตอนการแปรรูปพริกไทยขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัญหาด้านการผลิต

การผลิตพริกไทยมีปัญหาในการผลิต ดังนี้ (ครุณี นิสัยมัน, 2543)

1. ต้นทุนการผลิตสูง วัสดุอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการปลูกพริกไทย คือ เสาค้ำไม้ มีราคาสูงมากและหายาก ซึ่งเกษตรกรที่สัมภาษณ์ได้หันมาใช้ค้ำซีเมนต์แทนทั้งหมดแล้ว แต่ราคาก็ยังจัดอยู่ในเกณฑ์สูง โดยที่ราคาค้ำจะผันแปรตามราคาพริกไทย นอกจากนี้ ปุ๋ย ยาป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และอุปกรณ์ในการให้น้ำค้ำง ๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ในการทำท่อน้ำค้ำน น้ำเหวี่ยงต่าง ๆ เครื่องนวด เครื่องสี ปัด และเครื่องล้างพริกไทย ก็มีราคาสูงมาก

2. โรคและแมลงรบกวนที่สำคัญ คือ โรครากเน่า โรคโคนเน่า และโรคจากเชื้อรา ซึ่งเป็นปัญหาด้านการผลิตที่พบมากที่สุด ปัญหาเรื่องโรคเหล่านี้ทำให้ต้นพริกไทยในสวนแห้งตายอยู่เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากโรคเหล่านี้เมื่อเป็นแล้วจะกำจัดให้หมดไปได้ยาก และเกษตรกรไม่รู้วิธีการใช้ยากำจัดที่ถูกต้อง

3. คุณภาพผลผลิตไม่มีมาตรฐาน เช่น ความชื้นสูงหรือต่ำเกินไป สีสัณไม่สวยงาม ขนาดเมล็ดไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากขาดแคลนเครื่องมือ เทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ เพราะเกษตรกรยังใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม

4. ขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากการเก็บเกี่ยวพริกไทยต้องใช้แรงงานมาก นอกจากนี้แรงงานที่มีคุณภาพยังมีน้อย คือ ไม่มีควมชำนาญพอในการเก็บเกี่ยว ทำให้เถาพริกไทยเกิดความเสียหายได้ และลักษณะการจ่ายค่าแรงงานจะอยู่ในรูปของค่าจ้างต่อกิโลกรัม ทำให้แรงงานต้องการเก็บเกี่ยวให้ได้ในปริมาณมาก ซึ่งพริกไทยในแต่ละต้นจะแก่และสุกไม่พร้อมกัน ทำให้สูญเสียผลผลิตที่มีคุณภาพ ซึ่งเกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นค่าจ้างแรงงานสูง

5. สภาพดิน ฟ้า อากาศ ไม่เอื้ออำนวยในบางฤดูกาล เช่น แห้งแล้ง โดยในบางปีเกษตรกรต้องซื้อน้ำมาใช้ในทางเกษตร เนื่องจากฝนขาดช่วง ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ใช้ไม่เพียงพอ และปัญหาพายุฝนในช่วงฤดูฝน ทำให้ต้นพริกไทยโคนล้ม

6. การโจรกรรมผลผลิตพริกไทย และวัสดุปัจจัยต่าง ๆ โดยในปีใดที่ราคาพริกไทยมีราคาสูง ปีนั้นปัญหาการโจรกรรมมีมาก โดยมีทั้งในรูปของการขโมย การปล้นผลผลิต และวัสดุปัจจัยต่าง ๆ เช่น ค้ำง ยอดพันธุ์

2.4 การบรรจุภัณฑ์พริกไทย

การบรรจุภัณฑ์พริกไทยสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.4.1 การบรรจุภัณฑ์พริกไทยเพื่อการส่งออก

การบรรจุพริกไทยเพื่อส่งออกในปัจจุบัน จะบรรจุในกระสอบปาน 2 ชั้น มีน้ำหนักสุทธิ 50-80 กิโลกรัม วิธีการบรรจุแบบนี้มีความเหมาะสมเพียงพอตราบเท่าที่กระสอบนั้นไม่มีสารเคมีอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากระทบ ซึ่งอาจนำไปสู่การปนเปื้อนในพริกไทย ถ้ามองในด้านปัญหาการกำจัดขยะ แต่ละอุตสาหกรรมต้องมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะบรรจุภัณฑ์ให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ในประเทศเยอรมัน กระสอบป่านไม่สามารถถูกนำไปใช้ได้อีกและจะถูกกำจัดในพวกของเสียพิเศษ (special waste) ซึ่งต้องค่าใช้จ่ายในการกำจัดประมาณ 195 ดอลลาร์สหรัฐต่อกระสอบ 1,000 กิโลกรัม

ยิ่งไปกว่านั้นการบรรจุโดยกระสอบป่านมีต้นทุนแรงงานค่อนข้างมาก ส่วนในประเทศผู้รับสินค้ากระสอบจะต้องถูกนำออกจากคอนเทนเนอร์ด้วยแรงงานคนเท่านั้น ซึ่งจะเปิดถุงแล้วเทพริกไทยออก ขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นภาระทางการเงินอย่างสูงต่อผู้นำเข้า เนื่องจากในประเทศผู้นำเข้ามีอัตราค่าแรงสูง

ดังนั้นจึงควรมีการคิดค้นหาวิธีการบรรจุพริกไทยแบบใหม่ ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมืออย่างใกล้ชิดระหว่างประเทศแหล่งกำเนิดและประเทศผู้รับสินค้า

ปัจจุบันมีการทดลองบรรจุและขนส่งโดยใช้ถุงใหญ่ (big bags) ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก ถุงใหญ่สามารถบรรจุได้ถึง 500-600 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของถุง ถุงใหญ่นี้จะถูกวางบนแผ่นไม้ (pallet) ซึ่งเป็นของยุโรปขนาด 80x120 เซนติเมตรโดยมีกระดาษแข็งรองบนแผ่นไม้ก่อนเพื่อไม่ให้เศษไม้เข้าไปในถุง ถุงใหญ่ซึ่งบรรจุพริกไทยแล้วจะถูกวางบนแผ่นไม้ และคาดทับด้วยสายหนังเพื่อเพิ่มความปลอดภัย ด้วยวิธีนี้ถุงใหญ่จะถูกบรรจุในคอนเทนเนอร์ได้ โดยตู้ขนาด 20 ฟุตจะบรรจุได้แผ่นไม้ได้ 22 แผ่น วิธีนี้นอกจากจะช่วยลดค่าระวางเรือแล้วยังมีข้อดีมากมาย

ถุงใหญ่บนแผ่นไม้ สามารถเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ได้โดยใช้รถยก (fork-lift) โดยไม่ต้องใช้แรงงานคนด้วยเวลาน้อยนิดและไม่มีปัญหาอื่น ๆ การนำถุงออกจากคอนเทนเนอร์ในประเทศผู้รับสินค้าก็จะง่ายตามไปด้วย ถุงใหญ่จะถูกแขวนบนเครื่องบรรจุหรือ filler neck สำหรับการทำความสะอาด ถุงใหญ่จะถูกเปิดที่ก้นและเทออกได้โดยไม่มีปัญหาเช่นกัน อย่างไรก็ตามวิธีการบรรจุแบบนี้เพิ่งอยู่ในขั้นเริ่มต้นซึ่งยังต้องมีการปรับปรุงอีกต่อไป

2.4.2 การบรรจุภัณฑ์พริกไทยเพื่อการขายปลีก

ในปัจจุบันการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเพื่อผลิตพริกไทยให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารและยาสำเร็จรูปกำลังได้รับความนิยมอย่างสูงในตลาดต่างประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ยุโรป อเมริกา แคนาดา เป็นต้น เนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีกวางจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตบนชั้นวางขาย “Natural Health Food” หรือวางจำหน่ายในร้าน “Health store” โดยเฉพาะดังนั้นภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์จึงต้องมีความสวยงาม สามารถเรียกร้องความสนใจผู้พบเห็น ได้มีความสะดวก

ในการใช้สอย ตลอดจนสามารถแจ้งข้อมูลหรือสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย หากสามารถพัฒนาในรูปแบบดังกล่าวได้ ผู้ส่งออกควรคำนึงถึงการบรรจุแบบขายปลีก แทนที่จะส่งแบบขายส่ง (bulk package) เช่นที่เคยปฏิบัติอยู่ เพราะการเลือกใช้ภาชนะบรรจุเพื่อการขายปลีกที่เหมาะสมตรงความต้องการของตลาด จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างของภาชนะบรรจุเพื่อการขายปลีกที่อาจใช้ได้มีดังนี้

1. ถุงพลาสติก

ควรเลือกใช้ชนิดของพลาสติกที่สามารถป้องกันไอน้ำได้ดี หากต้องการรักษากลิ่นเฉพาะของพริกไทยด้วยก็จำเป็นต้องเลือกวัสดุที่ป้องกันกลิ่นได้ด้วย พลาสติกสามินชนิดหลายชนิดที่อาจใช้ได้ เช่น OPP/ CPP/ PE, OPP/ AL/ PE, OPP เคลือบด้วย PVC เป็นต้น ถ้าเป็นพลาสติกใสจะไม่สามารถป้องกันแสงได้ แต่ถ้ามี AL อยู่ด้วยหรือพิมพ์สีที่ช่วยป้องกันแสงได้

2. ขวดพลาสติก

เป็นพลาสติกที่ขึ้นรูปให้เป็นรูปขวด ซึ่งมีขนาดต่างๆ ควรทำจากวัสดุที่ป้องกันไอน้ำและก๊าซได้ดี อาจจะเป็นพลาสติกชนิดเดียวด้วย เช่น pet หรือพลาสติกชนิด (coextrusion) ก็ได้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและอายุการวางขายที่ต้องการ ฝาขวดควรออกแบบให้มีความแน่นหนาและให้ความสะดวกในการใช้สอยสามารถปิดใหม่ได้เมื่อบริโภคไม่หมด

3. กระป๋องกระดาษ (composite can)

เป็นวัสดุผสม ซึ่งประกอบด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์และ PE สามารถป้องกันไอน้ำและก๊าซได้ดี และมีน้ำหนักเบา ฝากระป๋องอาจเป็นแบบเปิดได้ง่าย (easy opening) และมีฝาพลาสติกครอบอีกชั้นหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการปิดเปิดหลังจากเปิดหนแรกแล้ว

การบรรจุหีบห่อพริกไทยเพื่อการส่งออกควรได้มีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งเทคโนโลยีการผลิต คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ การถ่วงชั่งขนส่ง ตลอดจนการตลาด ควรหลีกเลี่ยงการบรรจุหีบห่อที่ไม่ได้มาตรฐาน (understandard packaging) อันจะทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าที่ต้องการและการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำ ขายได้ราคาน้อยกว่าที่ควร ขณะเดียวกันก็หลีกเลี่ยงการบรรจุหีบห่อที่เกินความจำเป็น (overpackaging) อันจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง กำไรลดต่ำลง การส่งขายมีปัญหา เนื่องจากต้นทุนที่สูงขึ้นนี้จะทำให้การส่งออกไปยังตลาดโลกไม่สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้ แนวทางการกำหนดวิธีการบรรจุหีบห่อที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่จะต้องอาศัยการศึกษาวิจัยที่จริงจัง และเมื่อศึกษาแล้วก็ต้องนำผลที่ได้มาประชาสัมพันธ์ให้ผู้ผลิตหีบห่อ และผู้ผลิตพริกไทยได้รับทราบเช่นกัน เนื่องจากจะทำให้การบรรจุหีบห่อของพริกไทยเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การผลิตการตลาด

2.5.1 การผลิต

ในปี 2544 ผลผลิตพริกไทยโลก 303,462 ตัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ของโลกได้แก่ อินเดีย ผลิตได้ 80,000 ตัน เวียดนามรองลงมา ผลิตได้ 58,000 ตัน โดยประเทศเวียดนามเพิ่มปริมาณการผลิตมากขึ้นเป็นลำดับ และคาดว่า ในอนาคตเวียดนามจะเป็นผู้ครองตลาดพริกไทยรายใหญ่ของโลก

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกไทยประมาณ 22,000 ไร่ ในปี 2544 โดยมีผลผลิตรวม 9,000 ตัน ปลูกมากที่สุดที่จังหวัดจันทบุรี รองลงมา คือ ชุมพร ระนอง แต่มีการบริโภคภายในประเทศถึง 9,110 ตัน ทำให้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ขณะเดียวกันมีการส่งออกจำนวน 437 ตัน โดยมีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 0.22 ของตลาดโลก

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตพริกไทยในงานวิจัย และผลผลิตของเกษตรกร

พันธุ์	ผลผลิตเฉลี่ยทางวิชาการ*(กก./ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกร** (กก./ไร่)	แหล่งปลูก
ชาราวัก	1,094	665	จันทบุรี ชุมพร ระนอง ตรัง ระยอง

ที่มา: *ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน

**กรมส่งเสริมการเกษตร

2.5.2 ลักษณะตลาด

ลักษณะของตลาดแบ่งพิจารณาได้ดังนี้ (ดรุณี นิสัยมัน, 2543)

1. ตลาดระดับไร่นา อยู่ในท้องถิ่นเดียวกันหรือใกล้เคียงกับแหล่งเพาะปลูกของเกษตรกร โดยทั่วไปผู้จำหน่ายผลผลิตในตลาดระดับนี้คือ เกษตรกรผู้ผลิต ส่วนผู้ซื้อคือพ่อค้าในท้องถิ่น หน้าที่เบื้องต้นของตลาดนี้คือ การรวบรวมผลผลิตเพื่อขนส่งไปตลาดระดับต่อไป และอาจทำหน้าที่อื่น เช่น การแยกประเภท การบรรจุหีบห่อ รวมทั้งการสื่อสารด้วย

2. ตลาดระดับท้องถิ่นภูมิภาค ได้แก่ ตลาดผู้ซื้อรายใหญ่ ๆ ในแต่ละเมือง หรือภูมิภาคของแหล่งเกษตรกรนั้น ๆ โดยทั่วไป จะเป็นแหล่งรับซื้อผลผลิตจากพ่อค้าคนกลางในตลาดระดับไร่นา หรือจากเกษตรกรรายใหญ่ เพื่อจำหน่ายให้กับพ่อค้าในตลาดระดับประเทศ และโรงงานแปรรูป และผลผลิตอีกส่วนหนึ่งจะถูกจำหน่ายให้พ่อค้ารายย่อยในท้องถิ่นหรือภูมิกานั้น ๆ

3. ตลาดระดับประเทศ เป็นศูนย์กลางของการซื้อขายรายใหญ่ ๆ สำหรับผลิตผลอย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างจากพ่อค้าในตลาดระดับท้องถิ่น หรือระดับภูมิภาค หรือจากพ่อค้าในตลาดระดับไร่นา รวมทั้งเกษตรกรรายใหญ่ ๆ จากแหล่งผลิตต่าง ๆ เพื่อทำการจำหน่ายให้กับพ่อค้ารายย่อย โรงงานแปรรูป และพ่อค้าส่งออก หน้าที่ของตลาดระดับนี้คือ การรวบรวม ปรับระดับคุณภาพ และกระจายผลผลิตในขอบเขตที่กว้างขวาง โดยมากตลาดระดับนี้จะตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ ๆ ที่เป็นศูนย์กลางการบริโภคภายในและการส่งออก

4. ตลาดระดับปลายทาง สำหรับผลผลิตที่ใช้บริโภคภายในประเทศ ตลาดปลายทางจะหมายถึงตลาดขายปลีก ซึ่งเป็นตลาดที่พ่อค้าจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคคนสุดท้าย สำหรับผลิตผลเพื่อการส่งออก ตลาดปลายทางจะหมายถึงตลาดส่งออกซึ่งจำหน่ายสินค้าออกสู่ตลาดต่างประเทศ

2.5.3 การตลาด

ผลผลิตพริกไทยที่ส่งออกในรูปของพริกไทยดำ พริกไทยขาว และพริกไทยป่น ตลาดที่สำคัญได้แก่ เยอรมนี เกาหลีออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น

ราคาพริกไทยที่เกษตรกรขายได้ 130 บาท/กิโลกรัม ในปี 2540 และคาดว่าจะลดลงเป็น 67.15 บาท/กิโลกรัมในปี 2544 ราคาขายพริกไทยดำจะต่ำกว่าพริกไทยขาว ซึ่งพริกไทยขาวชนิดดีราคา 182.8 บาท/กิโลกรัม ในปี 2540 เพิ่มขึ้นเป็น 194.6 บาท/กก. ในปี 2544

2.6 เครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว

เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปพริกไทยขาว (สาขาป รัตนภาสกร, 2541) ประกอบด้วย

1. เครื่องนวดพริกไทย

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ชุดตีรวงพริกไทย ตะแกรงกลม และมอเตอร์ต้นกำลัง โดยที่พริกไทยรวงจะถูกป้อนเข้าเครื่อง ลูกนวดจะตีให้รวงพริกไทยหลุดออกจากก้าน โดยวิธีทำให้รวงพริกไทยครูดไปกับตะแกรงนวด ระยะเวลาที่ใช้ในการนวดประมาณ 15-20 วินาที หลังจากนั้นจึงเปิดฝาครอบชุดลูกนวดให้ลูกนวดตีก้านออกมา และเครื่องนวดพร้อมที่จะรับพริกไทยรวงชุดใหม่ต่อไป ส่วนเมล็ดพริกไทยที่ถูกนวดจะลอดผ่านรูตะแกรงนวดไหลลงสู่ตะแกรงกลมคัดแยกเพื่อคัดแยกเมล็ดพริกไทยเล็ก พริกไทยรวงที่นวดให้หมด ก้านที่ป่นมาเล็กน้อย และเมล็ดพริกไทยใหญ่

2. เครื่องลอกเปลือกพริกไทย

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ป้อนน้ำและท่อส่งน้ำ ชุดปั่นน้ำวนและมอเตอร์ต้นกำลัง ได้ออกแบบโดยใช้หลักการทำงาน โดยเครื่องสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง เมื่อป้อนเมล็ดพริกไทยเข้าทางเข้าพร้อมน้ำที่ป้อนเข้าเครื่องเพื่อพามาเมล็ดพริกไทยเข้าส่วนของถังปั่น ถังปั่นเป็นส่วนทำให้เกิด

กระแสน้ำวนเพื่อให้กระแสน้ำนี้ไปขัดสีให้เปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดหลุดออก เมล็ดพริกไทยที่ลอกเปลือกและเปลือกจะไหลออกจากเครื่องพร้อมกันลงถาดที่รองรับภายนอก หลังจากนั้นใช้น้ำฉีดให้เปลือกไหลทิ้งต่อไป

3. เครื่องอบแห้งพริกไทย

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ ถังอบแห้ง พัฒลมแบบหอยโข่ง ชุดแก๊สให้ความร้อน และมอเตอร์ต้นกำลัง ลักษณะของเครื่องเป็นแบบกระบะ มีถาดบรรจุพริกไทย 4 ถาด ความลึกของถาดอบแห้งเป็น 15 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อให้การอบแห้งมีความชื้นสม่ำเสมอ ใช้แก๊สเป็นแหล่งความร้อนที่ใช้อบแห้ง มีหัวแก๊สและพัดลมทำให้เกิดความร้อนและพาลมร้อนผ่านถาดอบแห้ง

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้

พ.ศ.	เนื้อที่เพาะปลูก (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	ราคาที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.)	มูลค่าของผลผลิตตาม ราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
2535	17	11	647	24.12	265
2536	16	11	688	35.45	390
2537	15	9	600	39.63	357
2538	14	8	571	56.54	452
2539	13	7	538	65.51	459
2540	11	5	455	130.00	650
2541	13	5	385	228.00	1,140
2542	14	7	500	173.00	1,211
2543	17	7	412	173.00	1,211
2544	22	9	409	67.15	963

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2.7 หลักการที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ

ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำหลักการของเครื่องสีข้าวและเครื่องขัดขาวมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ ผู้วิจัยจึงได้เสนอเครื่องสีข้าวและเครื่องขัดขาวแบบต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 หลักการทำงานของเครื่องสีข้าว แบบต่าง ๆ ดังนี้

2.7.1.1 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

หลักการทำงานของเครื่องสีข้าวแบบนี้ประกอบด้วยลูกยางกลม 2 ลูก ลูกยางตัวที่หนึ่งหมุนในลักษณะอยู่กับที่ ส่วนอีกตัวหนึ่งสามารถปรับได้เพื่อหาช่องว่างที่ต้องการระหว่างลูกยาง 2 ลูก ลูกยางทั้งคู่ถูกขับโดยระบบกลและหมุนในทิศทางตรงข้ามกัน ด้วยความเร็วรอบที่แตกต่างกัน เมื่อข้าวเปลือกถูกป้อนเข้ามาระหว่างลูกยางทั้ง 2 เมล็ดข้าวเปลือกถูกหนีบไว้ภายใต้ความกดดันของลูกยาง และเมล็ดจะถูกดึงออกด้วยความเร็วที่แตกต่างกันของลูกยาง ข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้ทำการกะเทาะอาจลงมาเจือปนกับข้าวกล้องได้ เนื่องจากระยะห่างระหว่างลูกยางกว้างเกินไป ดังนั้นเมล็ดข้าวทั้งหมดจะถูกตะแกรงเป็นตัวคัดแยก ข้าวเปลือกที่ยังไม่ได้กะเทาะถูกนำไปกะเทาะใหม่อีกครั้ง โดยมีลมเป็นตัวคัดแยกเมล็ดออกไประหว่างที่ข้าวเปลือก เมล็ด ข้าวกล้อง ร่วงลงมาจากตะแกรง

2.7.1.2 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 2 ชุด

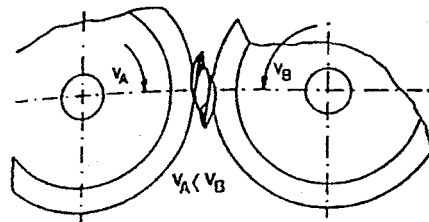
เครื่องแบบนี้มีหลักการทำงานในช่วงต้น ๆ เหมือนกับแบบลูกยาง 1 ชุด แต่ข้าวเปลือกกับข้าวกล้องยังไม่ถูกแยกออกจากกัน หลังจากผ่านการคัดแยกเอาเมล็ดออกแล้ว โดยตกลงมายังลูกยางชุดที่ 2 ทางด้านล่าง ซึ่งก็มีระยะห่างระหว่างลูกยางทั้งสองน้อยกว่าลูกยางชุดแรก ทำให้ข้าวเปลือกที่ยังไม่ถูกกะเทาะในชุดแรกจะถูกกะเทาะออกมาเป็นข้าวกล้อง และจะมีพัดลมเป็นตัวคัดแยกเมล็ดออกมา

2.7.1.3 เครื่องสีข้าวแบบใช้จานหิน

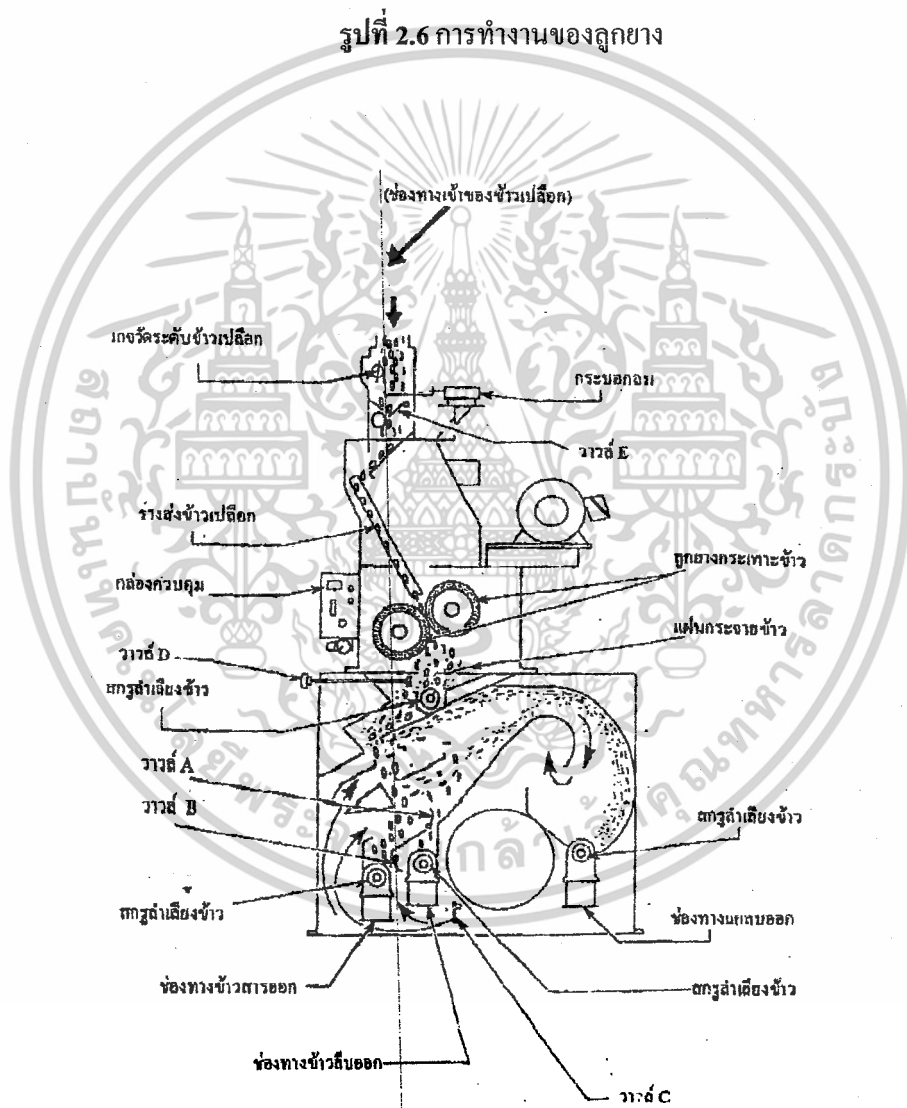
เครื่องแบบนี้เป็นการนำเครื่องทำน้ำเต้าหู้มาใช้ซึ่งมีหลักการทำงานคือ ข้าวเปลือกถูกป้อนแล้วไหลลงสู่ช่องว่างระหว่างหินทั้งสอง ซึ่งสามารถปรับระยะได้ ข้าวเปลือกถูกผิวของหินเสียดสีหรือเสียดสีกันเอง ทำให้ข้าวเปลือกถูกกะเทาะเปลือกออกมา ซึ่งไม่มีชุดคัดแยกต้องทำการคัดแยกเอง

2.7.1.4 เครื่องสีข้าวแบบลูกหินกับยาง

เครื่องนี้เป็นการกะเทาะข้าวเปลือกโดยใช้ลูกหินกับยาง โดยยางจะอยู่กับที่ แต่ลูกหินเป็นตัวหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม ซึ่งข้าวเปลือกถูกปล่อยให้ไหลลงผ่านชุดกะเทาะเปลือกเมื่อถูกกะเทาะแล้วมีพัดลมเป็นตัวช่วยคัดแยกเมล็ดออกไปอีกทีหนึ่ง (กรสิลปี สิธิตาพร และสุชาติ, 2541)



รูปที่ 2.6 การทำงานของลูกยาง



รูปที่ 2.7 เครื่องสีข้าวแบบลูกยาง 1 ชุด

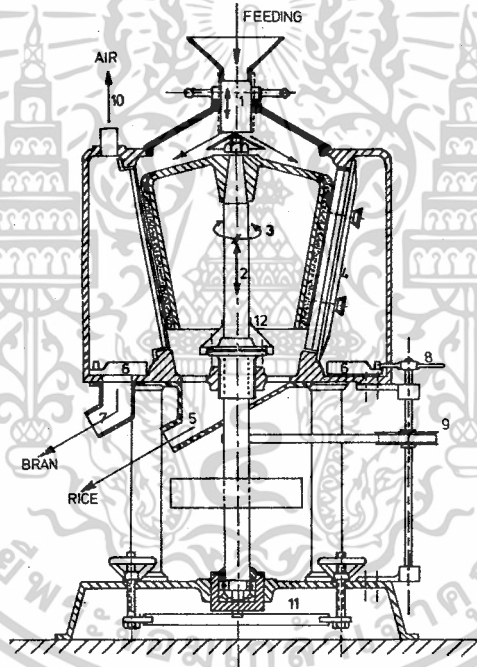
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 หลักการทำงานของเครื่องขัดขาว

เครื่องขัดขาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมมี 2 แบบ คือ (H.T.L. Van Ruiten, 1981)

1. แบบลูกหินตั้งรูปโคน (Vertical whitening cone)

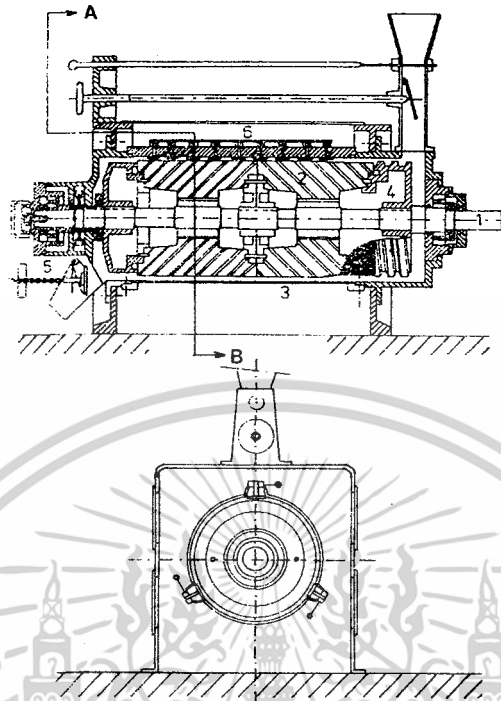
ข้าวเปลือกถูกป้อนเข้ากลางเครื่องโดยป้อนเข้าทางถังป้อน ซึ่งมีตัวปรับในแนวตั้ง (หมายเลข 1) เพื่อควบคุมความจุและการกระจายของข้าวเปลือก โดยข้าวจะผ่านเข้าช่องว่างระหว่างโคน (หมายเลข 3) และตะแกรง ซึ่งมีแท่งยาง (หมายเลข 4) ติดตั้งอยู่เพื่อป้องกันไม่ให้ข้าวออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงต้านขึ้นจึงทำให้เม็ดข้าวเกิดการขัดสีกับโคนและตะแกรง ทำให้ส่วนของข้าวเปลือกหลุดออกมา เปลือกข้าวที่หลุดออกมาจะผ่านตะแกรงแล้วตกลงไปในโครงหุ้มโคน ข้าวที่ขัดเรียบร้อยแล้วหลุดออกจากโคน แล้วไหลไปตามราง (หมายเลข 5)



รูปที่ 2.8 Vertical whitening cone

2. แบบลูกหินนอน (Horizontal whitening machine)

ข้าวถูกป้อนเข้าทางถังป้อนจากด้านบน แล้วถูกป้อนเข้าสู่ช่องว่างระหว่างลูกหินขัดขาวกับตะแกรง โดยมีเกลียวป้อนเหล็กหล่อทำหน้าที่ในการลำเลียงข้าว แรงดันในการขัดขาวสามารถปรับได้โดยการเพิ่มน้ำหนักที่ลิ้นควบคุม



รูปที่ 2.9 เครื่องจักรไอน้ำแบบแนวนอน

2.8 ปัจจัยที่มีผลกระทบท่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ

การกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำหนดและมีความสำคัญต่อการกะเทาะเปลือกเป็นอย่างมาก จึงควรทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ ดังนี้(ชานนท์ ฌหทัย และ พุทธิมาศ, 2546)

1. ความอ่อนแก่ของเมล็ดพริกไทย

เนื่องจากเมล็ดพริกไทยอ่อนมีน้ำสะสมอยู่ภายในเมล็ดมากกว่าเมล็ดพริกไทยแก่ เปลือกของเมล็ดพริกไทยอ่อนจะติดกับส่วนของเนื้อมากจนเกือบจะเป็นเนื้อเดียวกัน จึงอาจทำให้เกิดความแตกต่างในการกะเทาะเปลือกได้

2. ความชื้นของเมล็ดพริกไทย

อธิบายได้ในลักษณะเดียวกับความอ่อนแก่ของเมล็ดพริกไทย คือ เมล็ดพริกไทยที่มีความชื้นมากเปลือกของเมล็ดพริกไทยจะติดกับส่วนของเนื้อมากกว่าเมล็ดพริกไทยที่มีความชื้นต่ำ จึงอาจทำให้เกิดความแตกต่างในการกะเทาะเปลือกได้

3. ขนาดรูตะแกรง

ขนาดของรูตะแกรงมีผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทย โดยถ้ารูตะแกรงมีขนาดใหญ่เกินไป เมล็ดพริกไทยจะถูกตะแกรงเนียนขนาดระหว่างกะเทาะเปลือก แต่ถ้ารูตะแกรงมีขนาดเล็กเกินไป การกะเทาะเปลือกจะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรเลือกขนาดรูตะแกรงและขนาดของเมล็ดพริกไทยให้เหมาะสมกัน

4. ความเร็วรอบ

ความเร็วรอบจะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการหมุนของเมล็ดพริกไทย เพื่อให้เมล็ดพริกไทยขัดสีกับตะแกรงด้วยความเร็วที่ต่างกัน ซึ่งแต่ละความเร็วจะให้ผลจากการกะเทาะเปลือกที่แตกต่างกัน

5. ระยะเวลาของการกะเทาะ

เมล็ดพริกไทยที่อยู่ในเครื่องกะเทาะเมล็ดด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน โอกาสที่เมล็ดพริกไทยจะขัดสีกับตะแกรงก็จะแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับระยะเวลา ซึ่งแต่ละเวลาจะให้ผลได้จากการกะเทาะต่างกัน

6. ปริมาณพริกไทยในห้องขัด

เปรียบได้กับเป็นตัวกำหนดระยะห่างระหว่างตะแกรงขัดสีกับแกนโลหะ ดังนั้นเมื่อมีการปรับเปลี่ยนปริมาณพริกไทยในห้องขัดที่ระดับต่าง ๆ จะทำให้ระยะห่างที่กล่าวถึงแปรตามไปด้วย เช่น ถ้าใช้พริกไทยปริมาณ $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขัดสี จะมีระยะห่างระหว่างตะแกรงขัดสีกับแกนโลหะมากกว่าการใช้พริกไทยเต็มห้องขัด

บทที่ 3

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ

3.1 ปัญหาที่พบในการแปรรูปพริกไทยขาวแบบเก่า

ในการแปรรูปผลพริกไทยสดให้เป็นพริกไทยขาวนั้น ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่าง ทั้งในเรื่องของกรรมวิธีการผลิตที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำเป็นปริมาณมาก ในขั้นตอนการแช่เมล็ดพริกไทยที่จะทำให้เปลือกหลุดออกจากเมล็ด และในขั้นตอนทำความสะอาดเมล็ดพริกไทย การเกิดสารตกค้างในเมล็ดพริกไทยจากการนำเมล็ดพริกไทยไปแช่ในคลอรีนเพื่อให้เมล็ดพริกไทยมีสีขาวสวย รวมถึงอันตรายของเชื้อราที่เกิดจากการตากเมล็ดพริกไทย ไม่แห้งก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค จากที่กล่าวมานี้ทำให้ผู้ผลิตประสบกับปัญหาขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องจักร อีกทั้งยังขาดความชำนาญและประสบการณ์ ส่งผลให้พริกไทยขาวที่ได้ไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ผลิต



รูปที่ 3.1 การแช่เมล็ดพริกไทย

เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ จึงเป็นเหตุผลให้มีการศึกษาและออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำที่ไม่ต้องใช้ความชำนาญในการผลิต และสามารถให้ผลผลิตในปริมาณที่สูง โดยได้มีการพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบสายพาน ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งให้ประสิทธิภาพที่ดี แต่เมื่อผ่านการใช้งาน ระยะเวลาหนึ่ง พบว่าเกิดการสึกหรอของสายพาน ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลง จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนสายพานอยู่เสมอ และจากการสึกหรอของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานทำให้เกิดการปนเปื้อนในเมล็ดพริกไทยดำที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้ว ผู้บริโภคอาจมีความเสี่ยงที่จะบริโภคสิ่งปนเปื้อนเข้าไปด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบแกนโลหะขึ้น โดยเปลี่ยนจากการใช้สายพานเป็นแบบใช้แกนโลหะ ซึ่งมีหลักการในการทำงานแบบเดียวกัน คือ ใช้หลักการขัดสีบนแกนโลหะ เพื่อหวังว่าจะลดปัญหาที่เกิดจากการสึกหรอของสายพานและปัญหาการปนเปื้อนโดยที่ยังให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำที่ดีได้



รูปที่ 3.2 เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องขัดสีต้นแบบที่นำมาทดลอง

เครื่องขัดสีพริกไทยต้นแบบที่นำมาทดลอง ได้เลือกเครื่องขัดข้าวขาวเปลือกตัวอย่าง แบบ แกนนอน มาทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบ แกน โลหะ โดยใช้หลักการของการขัดสีบนแกนโลหะ ดังรูปที่ 3.3 – 3.4

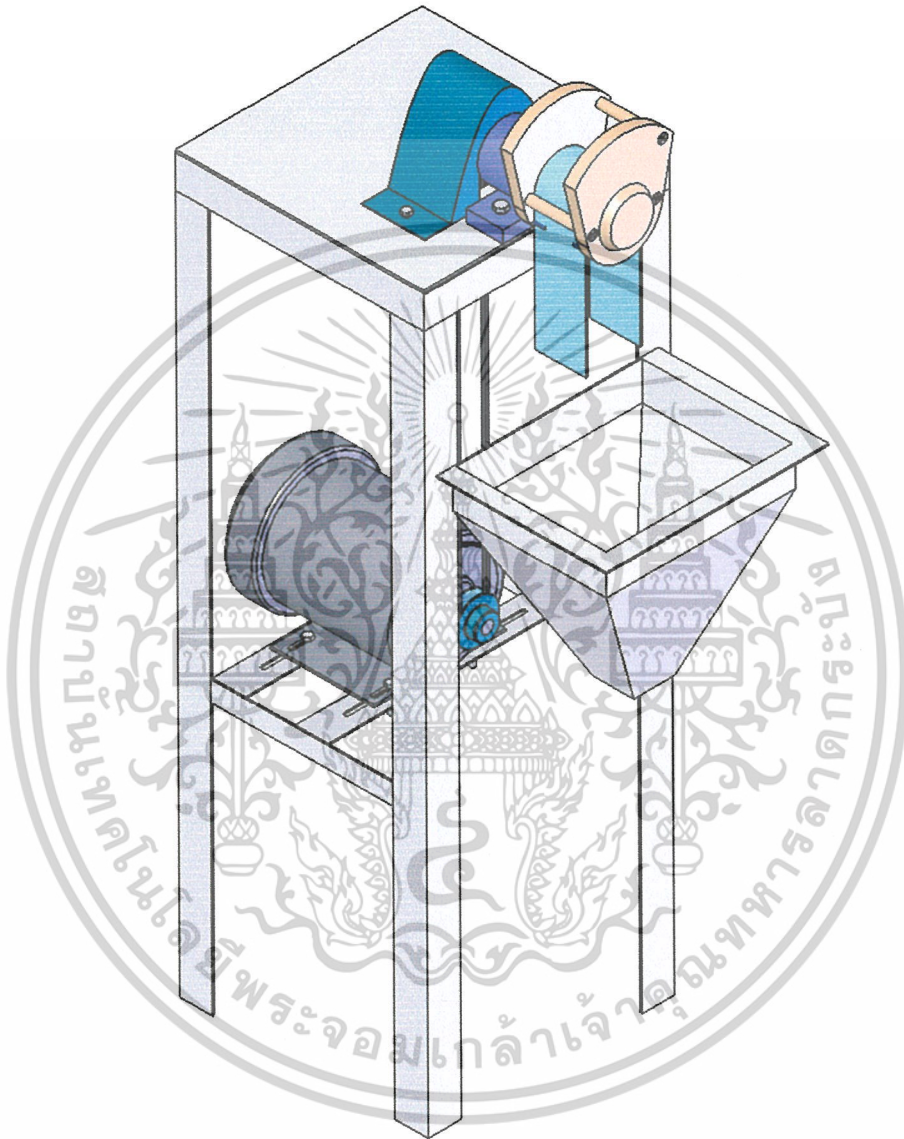
3.2.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. ห้องขัดสี ประกอบด้วย
 - ฝาครอบห้องขัดสี มีลักษณะเป็นโคงรูปตัว B ดังรูปที่ 3.5
 - ตะแกรงขัดสี มีลักษณะเป็นรูแบบยาว (slot) ดังรูปที่ 3.6
 - แกนโลหะขัดสี ที่มีลักษณะเป็นใบพัด ดังรูปที่ 3.7
2. เหล็กถ่วงน้ำหนักเพื่อควบคุมให้ขนาดของห้องขัดสีมีปริมาตรเท่ากันทุกการทดลอง
3. ถังรองรับ (ทางออกของเปลือกและเศษพริกไทย)

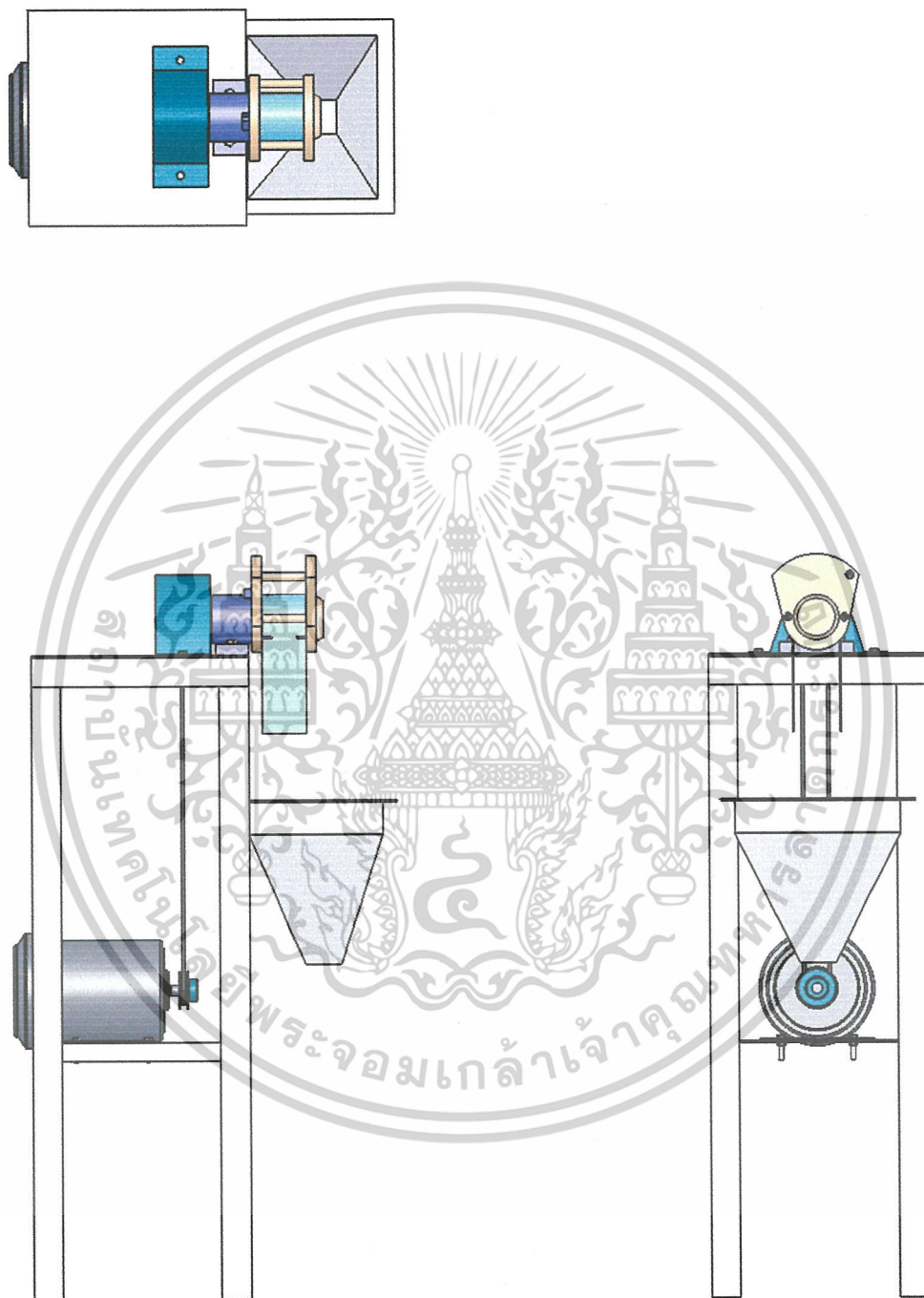
3.3 หลักการทำงานของเครื่อง

เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบขัดสีบนแกนโลหะ มีการทำงานเป็นแบบเป็น ครั้ง (Batch) เริ่มจากการป้อนเมล็ดพริกไทยเข้าสู่ห้องขัดสี ซึ่งใช้เหล็กถ่วงน้ำหนักในการควบคุม ปริมาตรห้องขัดสีให้คงที่ เมื่อแกนโลหะหมุนทำให้เมล็ดพริกไทยดำสัมผัสกับตะแกรงรูยาว (slot) ของห้องขัดสีทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้นระหว่างตะแกรงขัดสีกับเมล็ดพริกไทยดำ (ในขณะเดียวกัน จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างเมล็ดพริกไทยดำด้วยกัน) เป็นผลให้มีการขัดสี ทำให้เปลือกเมล็ด พริกไทยหลุดออกเป็นผงผ่านรูยาว (slot) ของตะแกรงออกมา ตกลงสู่ถังรองรับ ได้เมล็ดพริกไทยที่ ขัดสีแล้วเป็นเมล็ดพริกไทยขาวคงอยู่ในห้องขัดสี ซึ่งต้องนำออกโดยการเปิดฝาครอบออก ดังรูปที่ 3.8



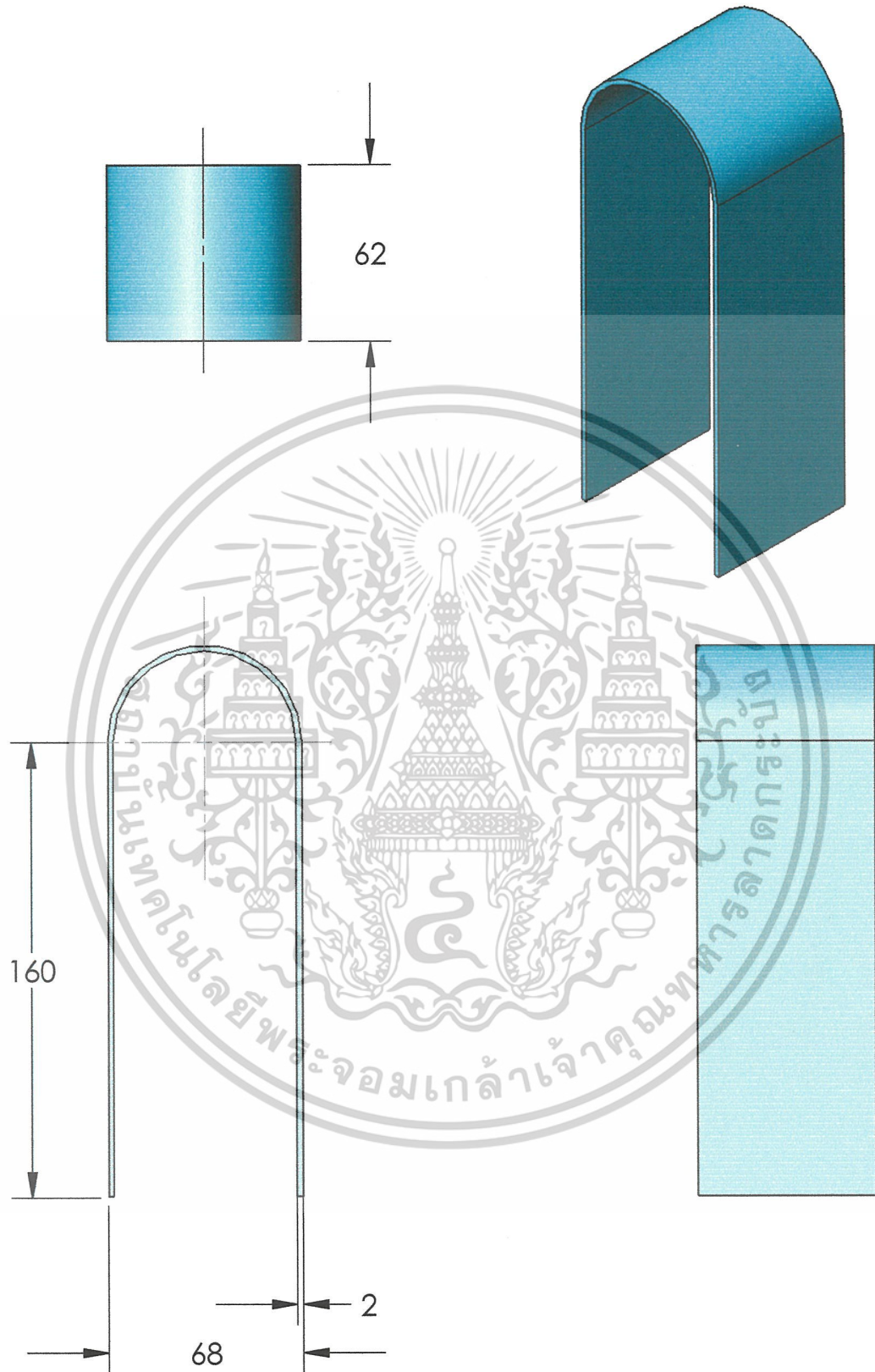
รูปที่ 3.3 เครื่องขัดข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



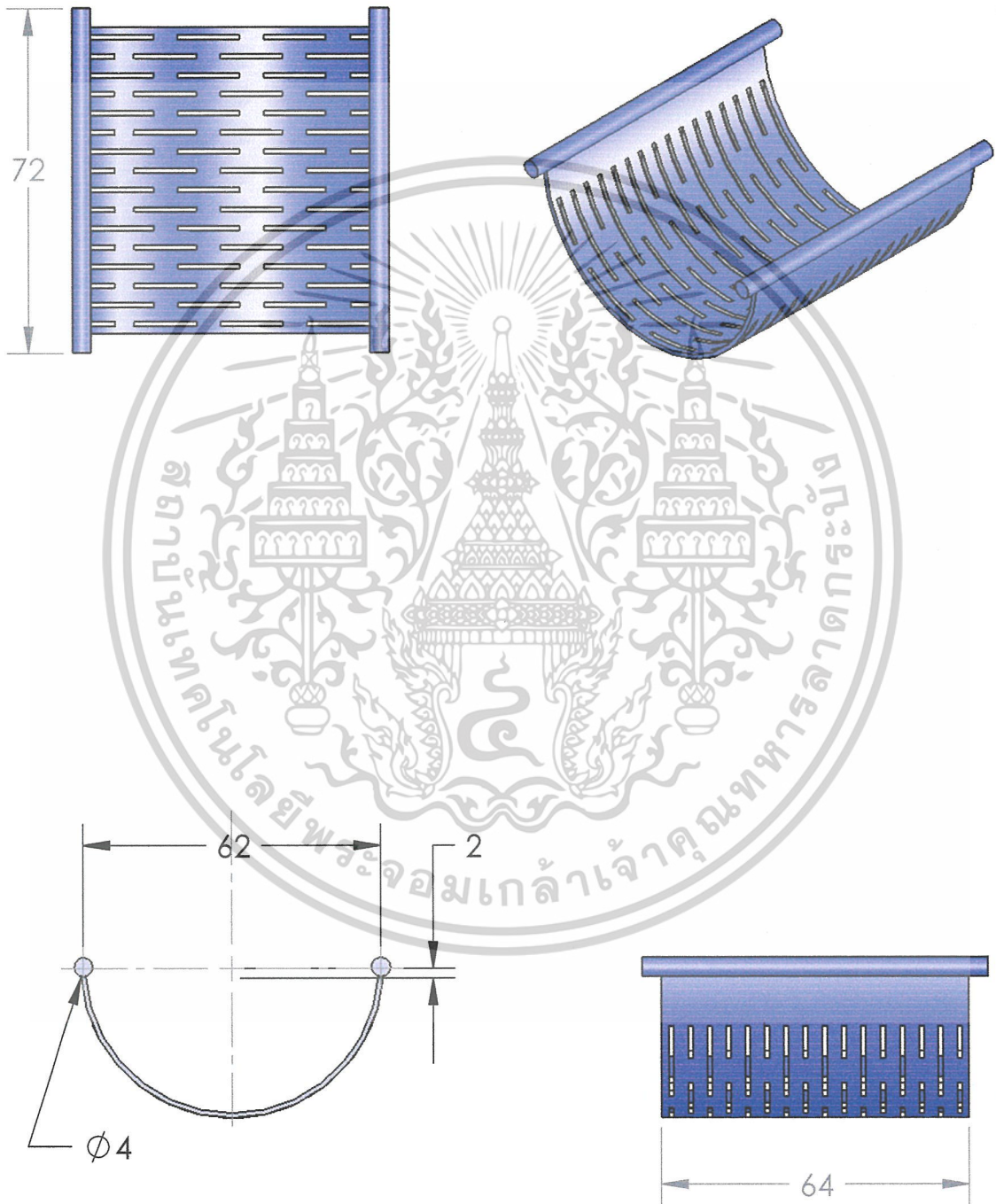
รูปที่ 3.4 ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของเครื่องขัดขาวข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



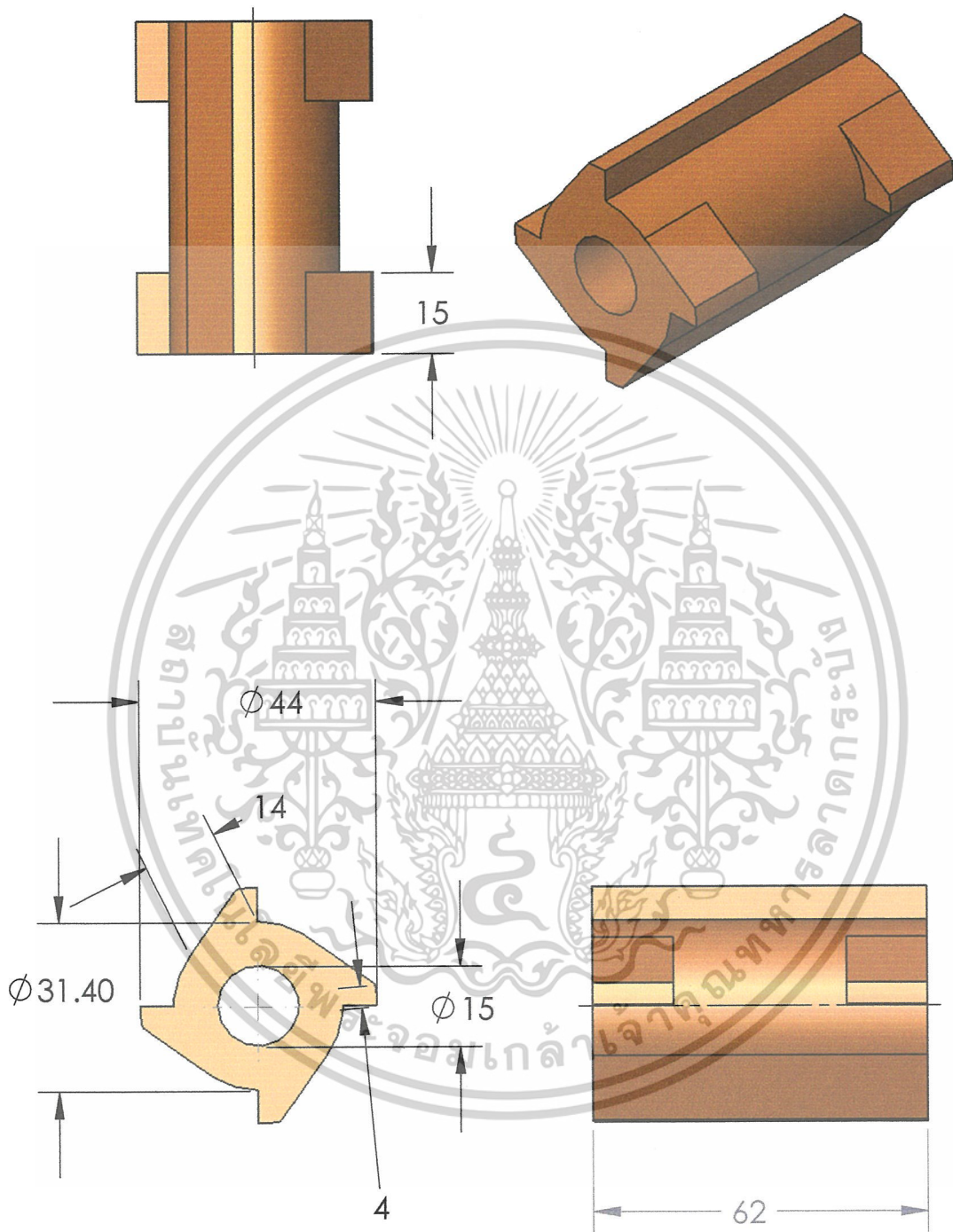
รูปที่ 3.5 ฝาคอมห้องจัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



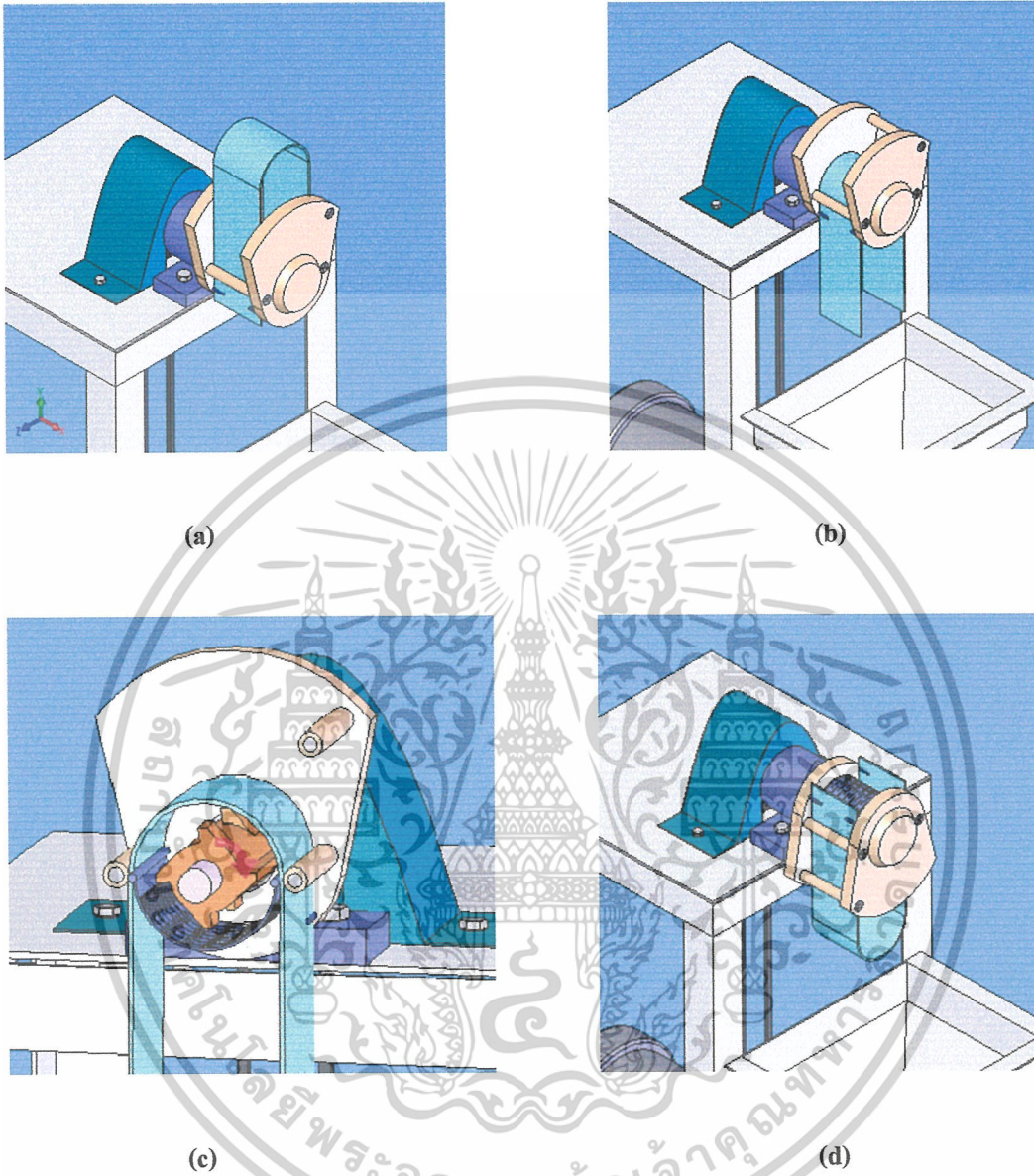
รูปที่ 3.6 ตะแกรงขัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แกนโลหะขั้วดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

(a) : ป้อนเมล็ดพริกไทยดำเข้าสู่ห้องซัดสี

(b) : ปิดฝาครอบห้องซัดสี

(c) : การหมุนของแกนโลหะ

(d) : นำเมล็ดพริกไทยขาวออกจากห้องซัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำเครื่องขัดขาวข้าวเปลือกตัวอย่าง แบบแกนโลหะแนวนอน ซึ่งใช้หลักการขัดสีบนแกนโลหะ มาใช้ขัดเปลือกเมล็ดพริกไทยดำเพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และเมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์ ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ปริมาณพริกไทยดำ เวลาที่ใช้ในการขัดสี และความเร็วรอบแกนโลหะ เพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการทำให้เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบแกนโลหะ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาได้กำหนดไว้ดังนี้

- ปริมาณพริกไทยดำในห้องขัดสี

ปริมาณพริกไทยดำที่เหมาะสมมีผลต่อประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ เนื่องจากการเพิ่มโอกาสในการขัดสีของเมล็ดพริกไทยดำกับตะแกรงขัดสี และเมล็ดพริกไทยดำกับเมล็ดพริกไทยดำด้วยกัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์มีมากขึ้น จากปัจจัยนี้จึงต้องศึกษาหาปริมาณพริกไทยดำที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้แบ่งปริมาณพริกไทยดำออกเป็น 2 ระดับ คือ เป็น $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี โดยเทียบเป็นน้ำหนักของพริกไทย ปริมาณ 25 และ 40 กรัม ตามลำดับ

- เวลาที่ใช้ในการขัดสี

เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการขัดสีต่างกัน โอกาสในการขัดสีของเมล็ดพริกไทยก็แตกต่างกันไปด้วย เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกที่ได้จึงมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ต้องศึกษาเวลาที่ใช้ในการขัดสีที่สัมพันธ์กับการกะเทาะเปลือกมากที่สุด โดยเวลาที่นำมาใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 วินาที

- ความเร็วรอบแกนโลหะ

เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำนั้นมากหรือน้อย ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือความเร็วรอบของแกนโลหะ โดยเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นทำให้มีความเสียดทานระหว่างเมล็ดพริกไทยดำกับตะแกรงขัดสีเกิดขึ้น เป็นผลให้เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำเพิ่มขึ้น แต่ก็สามารถทำให้เกิดการแตกหักของเมล็ดพริกไทยขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาระดับความเร็วรอบของแกนโลหะที่ระดับต่าง ๆ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่จะให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ

เปลือกเมล็ดพริกไทยมากที่สุด ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากความเสียหายที่เกิดขึ้นมีน้อยที่สุดด้วย โดยกำหนดความเร็วรอบของแกนโลหะ 4 ระดับ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบต่อนาที

4.2 วัสดุและอุปกรณ์

วัตถุดิบ - พริกไทยดำ คัดขนาดที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.5 มิลลิเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทย แบบแกนโลหะ
2. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟ (Inverter) เพื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer)
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เครื่องชั่งแบบดิจิทัล
6. ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง

4.3 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และเมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in completely randomized design ขนาด $2 \times 3 \times 4$ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทย ปัจจัยทั้ง 3 มีดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ปริมาณพริกไทยดำ 2 ระดับ คือ $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของห้องขจัดสี โดยเทียบเป็นน้ำหนักของพริกไทยดำปริมาณ 25 และ 40 กรัม ตามลำดับ

ปัจจัยที่ 2 เวลาที่ใช้ขจัดสีพริกไทยดำ 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 วินาที

ปัจจัยที่ 3 ความเร็วรอบของชุดกะเทาะเปลือก 4 ระดับ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบ/ นาที

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.4 วิธีการทดลอง

การศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ แบบแกนโลหะ ซึ่งใช้หลักการของแรงเสียดทานนี้ จะประกอบด้วยปริมาณพริกไทยดำ 2 ระดับ เวลาที่ใช้ขจัดสี 3 ระดับ

และความเร็วรอบ 4 ระดับ ซึ่งต้องทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนั้นตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจึงเป็น $2 \times 3 \times 4 \times 3 = 72$ ตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. จัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiments) และแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) เพื่อให้เมล็ดพริกไทยดำทุกถุงในแต่ละชุดการทดลองมีโอกาสทดลองในแต่ละวิธีการทดลองที่เท่าเทียมกัน โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT ช่วยในการสุ่ม ผลของการสุ่มแสดงในตารางที่ 4.1

2. เตรียมตัวอย่างเมล็ดพริกไทยดำใส่ถุงพลาสติก โดยในแต่ละถุงใส่เมล็ดพริกไทยดำในปริมาณตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ และติดฉลากตัวเลขทุกถุง จาก 1 ถึง 72 ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

3. นำเมล็ดพริกไทยดำที่สุ่มใส่ในหีองค์ดิส

4. ปรับความเร็วรอบชุดกะเทาะเปลือกที่ 3100 รอบ/นาที เปิดเครื่องกะเทาะเปลือก พร้อมจับเวลา 50 วินาที

5. นำพริกไทยที่ได้ไปคัดแยกเมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และเมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ หลังการคัดสีไม่ทำให้เมล็ดแตก และทำให้เมล็ดแตกรวมทั้งเกิดผง

6. นำเมล็ดพริกไทยที่คัดแยกไว้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์ โดยการชั่งน้ำหนัก

7. เปลี่ยนการจับเวลาใหม่เป็น 60 และ 70 วินาที ตามลำดับแล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 4-6

8. เปลี่ยนความเร็วรอบใหม่เป็น 3200 3300 และ 3400 ตามลำดับ แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 4 - 7

9. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ชุดการทดลองตามข้อ 4 - 8

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยต่างๆ ที่ทำการทดลอง และผลของการสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์

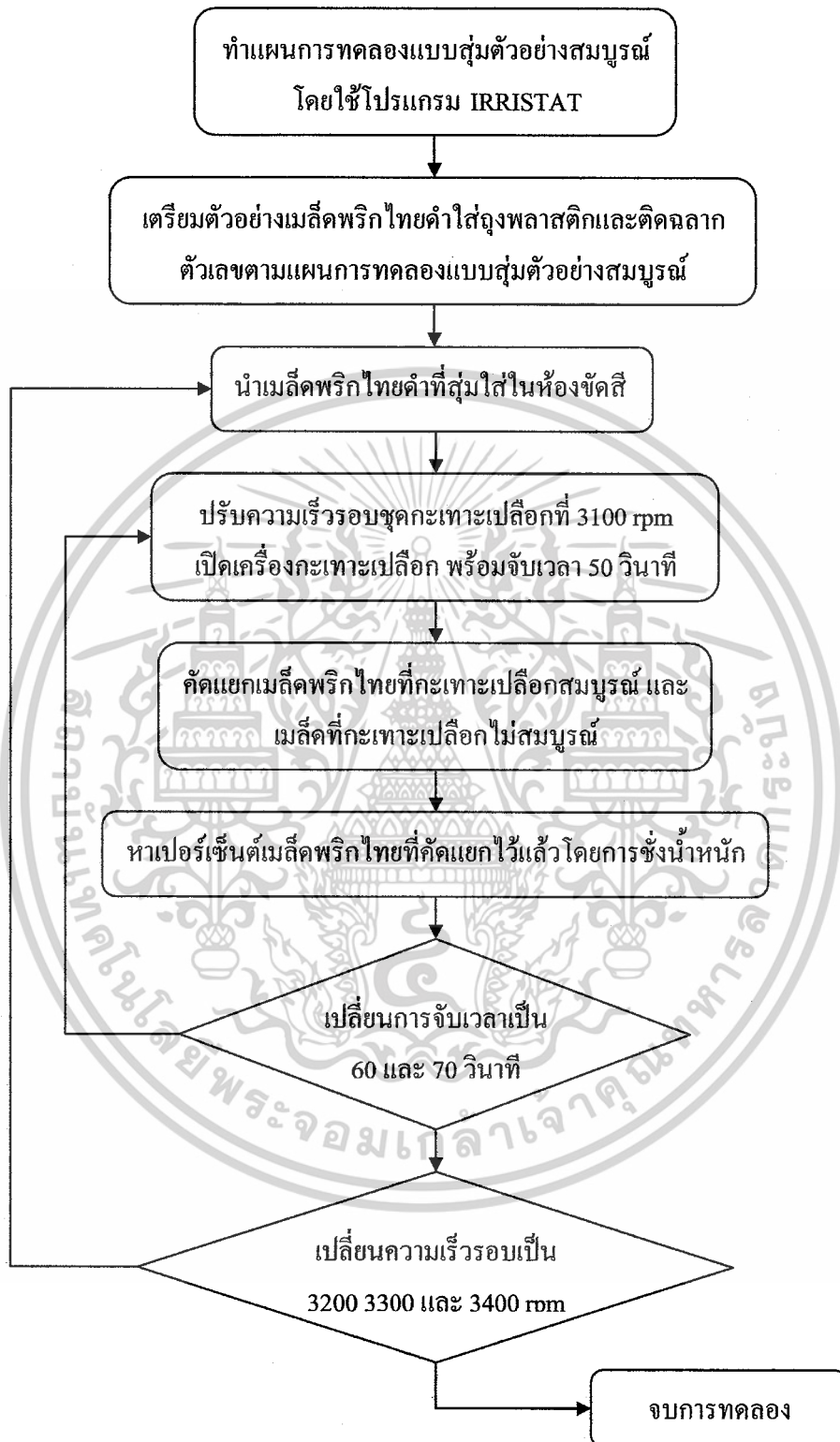
ปริมาณพริกไทยดำ	เวลาที่ใช้จัดสี (วินาที)	ความเร็วรอบแกนโลหะ (รอบต่อนาที)	ตัวเลขสุ่มตัวอย่างทดลอง		
			การทดลองที่ 1 ^a	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
1/2	50	3100	10	25	72
		3200	11	41	46
		3300	38	39	40
		3400	5	59	60
	60	3100	42	43	71
		3200	3	6	58
		3300	44	47	48
		3400	27	30	67
	70	3100	1	23	70
		3200	32	33	68
		3300	53	54	55
		3400	9	34	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยต่างๆ ที่ทำการทดลอง และผลของการสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (ต่อ)

ปริมาณพริกไทยดำ	เวลาที่ใช้จัดสี (วินาที)	ความเร็วรอบแกนโลหะ (รอบต่อนาที)	ตัวเลขสุ่มตัวอย่างทดลอง		
			การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
3/4	50	3100	16	22	52
		3200	7	8	50
		3300	4	13	45
		3400	62	63	66
	60	3100	15	20	51
		3200	64	65	69
		3300	2	17	49
		3400	24	31	61
	70	3100	14	21	37
		3200	12	19	28
		3300	18	56	57
		3400	26	29	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภาพวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

จากการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่ระดับแตกต่างกัน โดยแผนการทดลองที่นำมาใช้กับการทดลองนี้ คือ แผนการทดลองสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Random Design: CRD) ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.1 และนำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ และเมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์ (เมล็ดแตกและเมล็ดไม่แตก) ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองที่ได้นี้สามารถนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาคผนวก ข และนำข้อมูลที่ได้จากตาราง ANOVA มาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

5.1 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์

การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ แสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.1 พบว่า ปริมาณของพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ในการขัดสีมีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาศัยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงในตารางที่ 5.1 และ รูปที่ 5.1

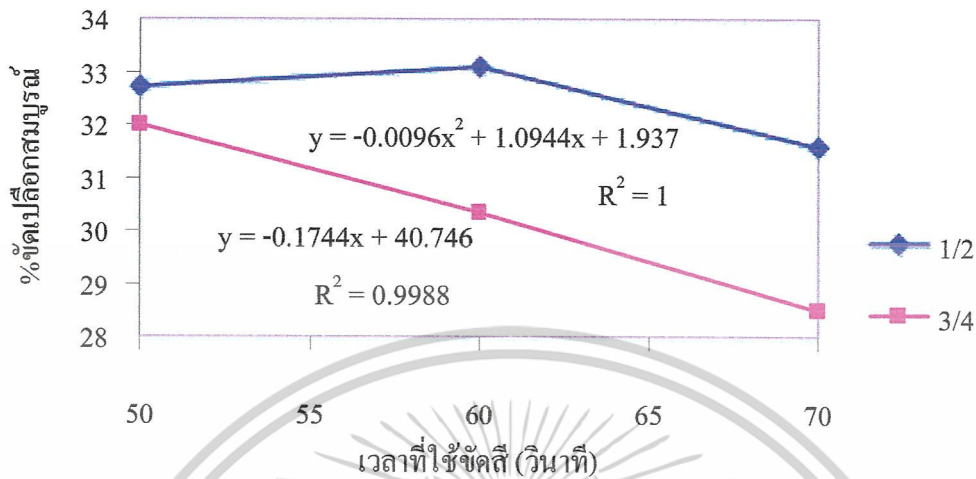
ตารางที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์ ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่างๆ

เวลาที่ใช้ขัดสี (วินาที)	ปริมาณพริกไทยดำในห้องขัดสี		DIFF
	1/2	3/4	
50	32.707 ab	31.992 a	0.715 ns
60	33.113 a	30.351 b	2.762 **
70	31.603 b	28.504 c	3.099 **

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกสมบูรณ ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำ และเวลาที่ใช้ขั้วดี ณ ระดับต่าง ๆ

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำขนาด 1/2 ของปริมาตรห้องขั้วดี ที่เวลาในการขั้วดี 50 และ 60 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณ 32.707% (จากตาราง คือ อักษร ab) และ 33.113% (จากตาราง คือ อักษร a) ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน และจากเวลาการในการขั้วดีที่ 50 และ 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณ 32.707% (จากตาราง คือ อักษร ab) และ 31.603% (จากตาราง คือ อักษร b) ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณ ที่เวลา 70 วินาที น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณที่ 60 วินาที แสดงว่าที่เวลาในการขั้วดี 50 วินาทีให้ผลได้ไม่แตกต่างจากที่เวลาอื่น ๆ จึงกล่าวได้ว่าที่ปริมาณพริกไทยขนาด 1/2 ของปริมาตรห้องขั้วดีควรเลือกใช้เวลา 50 และ 60 วินาที เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ที่ได้ไม่ต่างกัน แต่การใช้เวลาน้อยช่วยประหยัดพลังงานมากกว่า ซึ่งหมายถึงควรเลือกใช้เวลากการขั้วดี 50 วินาที

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำที่ 3/4 ของปริมาตรห้องขั้วดี การกะเทาะเปลือกพริกไทยดำที่ให้เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณ 28.504% (จากตาราง คือ อักษร c) ใช้เวลาในการขั้วดี 70 วินาที ซึ่งเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณที่ได้น้อยกว่าการใช้เวลากการขั้วดีที่ 60 วินาที โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้คือ 30.351% (จากตาราง คือ อักษร b) และที่เวลาในการขั้วดี 50 วินาทีให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณสูงสุด คือ 31.992% (จากตาราง คือ อักษร a) แสดงว่าที่เวลา

ในการขัดสี 50 60 และ 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณแตกต่างกันทั้งหมด เวลาขัดสีที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณมากที่สุด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ เวลาในขัดสี 50 วินาที

จากการเปรียบเทียบขนาดปริมาณฟริกไทย $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ที่เวลาการขัดสี 50 วินาที จะได้ว่าปริมาณฟริกไทยขนาด $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณไม่แตกต่างจาก $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ดังนั้นควรใช้ปริมาณฟริกไทยขนาด $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี และเวลา 50 วินาทีเพราะให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณในปริมาณมากกว่า

การใช้เวลาในการขัดสีเพิ่มขึ้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกสมบูรณลดลง ซึ่งอาจเกิดจาก แกนโลหะขัดสีไม่มีความยืดหยุ่น เมื่อเพิ่มเวลาทำให้เมล็ดฟริกไทยเกิดการกดกับตะแกรงขัดสีนานขึ้น

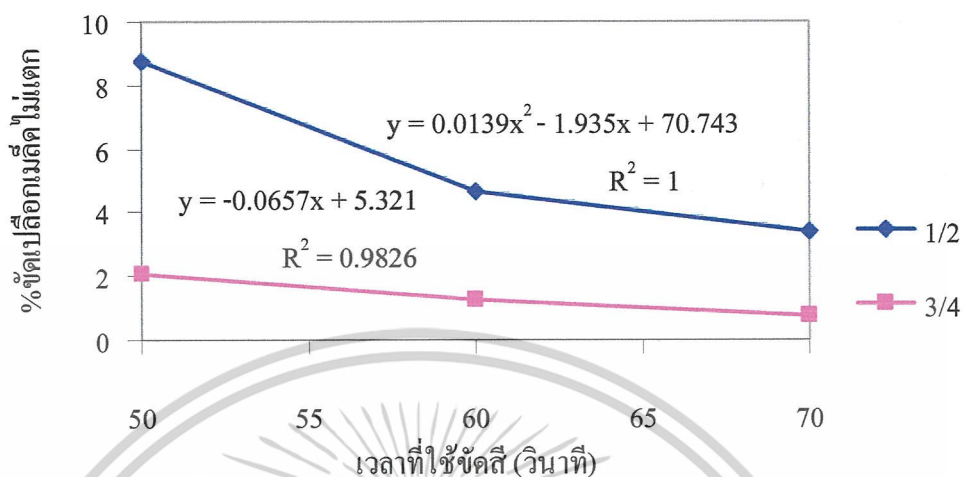
5.2 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดฟริกไทยค่าที่กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก

การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดฟริกไทยค่าที่กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก แสดงใน ภาคผนวก ข ตารางที่ ข.2 พบว่า ปริมาณของฟริกไทยค่า-เวลาที่ใช้ในการขัดสี และปริมาณของ ฟริกไทยค่า- ความเร็วรอบของแกน โลหะ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาศัยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% แสดงในตารางที่ 5.2 - รูปที่ 5.2 และ ตารางที่ 5.3 - รูปที่ 5.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดฟริกไทยค่ากะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณฟริกไทยค่า และเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่างๆ

เวลาที่ใช้ขัดสี (วินาที)	ปริมาณฟริกไทยค่าในห้องขัดสี		DIFF
	1/2	3/4	
50	8.743 a	2.089 a	6.654 **
60	4.683 b	1.281 ab	3.403 **
70	3.403 c	0.776 b	2.628 **

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขจัดสี ณ ระดับต่างๆ

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำขนาด $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี โดยใช้เวลาในการขจัดสี 50 วินาที เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตกที่ได้ คือ 8.743% (จากตาราง คือ อักษร a) ที่เวลาในการขจัดสี 60 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก 4.683% (จากตาราง คือ อักษร b) และที่เวลาในการขจัดสี 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก คือ 3.403% (จากตาราง คือ อักษร c) แสดงว่าที่เวลาในการขจัดสี 50 60 และ 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก แตกต่างกันทั้งหมด เวลาขจัดสีที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตกน้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้เวลาในการขจัดสี 70 วินาที

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำที่ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี ที่เวลาในการขจัดสี 50 และ 60 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก 2.089% (จากตาราง คือ อักษร a) และ 1.281% (จากตาราง คือ อักษร ab) ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน และที่เวลาในการขจัดสี 60 และ 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก คือ 1.281% (จากตาราง คือ อักษร ab) และ 0.776% (จากตาราง คือ อักษร b) ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าที่เวลาในการขจัดสี 60 วินาที ให้ผลไม่แตกต่างจากที่เวลาอื่น ๆ แต่ที่เวลาในการขจัดสี 50 และ 70 วินาที ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก คือ 2.089% (จากตาราง คือ อักษร a) และ 0.776% (จากตาราง คือ อักษร b) ผล

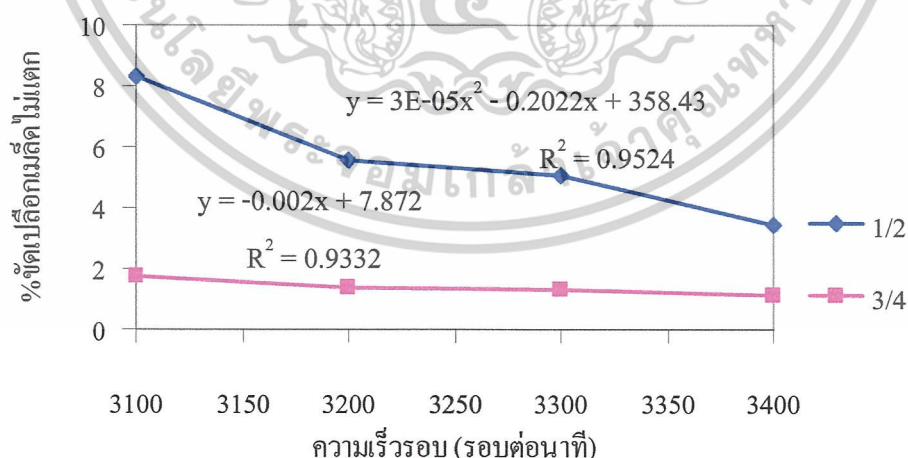
ที่ได้แตกต่างกัน เวลาขัดสีที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกน้อยสุด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้เวลาในการขัดสี 60 วินาที

จากการเปรียบเทียบปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ควรเลือกปริมาณพริกไทยและเวลาที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกปริมาณพริกไทยที่ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี และเวลาในการขัดสี 60 วินาที เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

การใช้เวลาในการขัดสีเพิ่มขึ้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกลดลง ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อเพิ่มเวลาในการขัดสีเป็นการเพิ่มโอกาสที่เมล็ดพริกไทยถูกขัดสีกับตะแกรงขัดสีมากขึ้น ตารางที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยค่าและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ

ความเร็วรอบแกนโลหะ (รอบต่อนาที)	ปริมาณพริกไทยดำในห้องขัดสี		DIFF
	1/2	3/4	
3100	8.342 a	1.741 a	6.601**
3200	5.564 b	1.382 a	4.182 **
3300	5.080 b	1.302 a	3.778 **
3400	3.453 c	1.102 a	2.351 **

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือก เมล็ดไม่แตก ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยค่าและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำที่ $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี ที่ความเร็วรอบแกน โลหะ 3100 รอบต่อนาทีจะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก 8.342% (จากตาราง คือ อักษร a) ซึ่งแตกต่างจากการใช้ความเร็วรอบแกน โลหะที่ 3200 และ 3300 รอบต่อนาที ซึ่งผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน โดยเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก คือ 5.564% และ 5.080% ตามลำดับ (จากตาราง คือ อักษร b) และเมื่อใช้ความเร็วรอบแกน โลหะที่ 3400 รอบต่อนาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก 3.453% (จากตาราง คือ อักษร c) ความเร็วรอบที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกน้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ความเร็วรอบในการขจัดสี 3400 รอบต่อนาที

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำที่ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก ในช่วง 1.102% - 1.741% (จากตาราง คือ อักษร a) ให้ผลไม่แตกต่างกัน เมื่อความเร็วรอบแกน โลหะ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบต่อนาทีกัน ความเร็วรอบที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกน้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ความเร็วรอบในการขจัดสี 3100 รอบต่อนาที เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

จากการเปรียบเทียบปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี ควรเลือกปริมาณพริกไทยและเวลาที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกปริมาณพริกไทยที่ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขจัดสี และความเร็วรอบในการขจัดสี 3100 รอบต่อนาที

การใช้ความเร็วรอบแกน โลหะในการขจัดสีเพิ่มขึ้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตกลดลง ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อเพิ่มความเร็วรอบเป็นการเพิ่มความถี่ที่เมล็ดพริกไทยจะถูกขจัดสีกับตะแกรงขจัดสีมากขึ้น

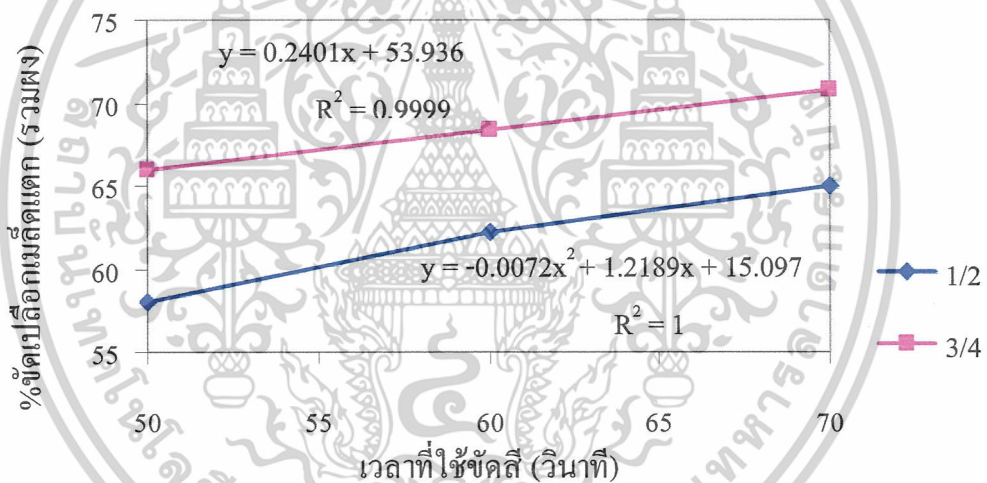
5.3 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง)

การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) แสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 พบว่า ปริมาณของพริกไทยดำ-เวลาที่ใช้ในการขจัดสี และปริมาณของพริกไทยดำ - ความเร็วรอบของแกน โลหะ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาศัยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงในตารางที่ 5.4 - รูปที่ 5.4 และ ตารางที่ 5.5 - รูปที่ 5.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ขัดสี (วินาที)	ปริมาณพริกไทยดำในห้องขัดสี		DIFF
	1/2	3/4	
50	57.967 c	65.925 c	-7.958 **
60	62.203 b	68.375 b	-6.172 **
70	64.993 a	70.727 a	-5.733 **

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



รูปที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ขัดสี ณ ระดับต่าง ๆ

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำ 1/2 ของปริมาตรห้องขัดสี ที่เวลาในการขัดสี 50 วินาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 57.967% (จากตาราง คือ อักษร c) และที่เวลาในการขัดสี 60 วินาที จะได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 62.203% (จากตาราง คือ อักษร b) และที่เวลา 70 วินาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 64.993% (จากตาราง คือ อักษร a) แสดงว่าเวลาที่ 50 60 และ 70 วินาทีให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ด

แตก (รวมผง) ต่างกันทั้งหมด เวลาขัดสีที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) น้อยที่สุด ดังนั้นจึงใช้เวลาขัดสี 50 วินาที

- เมื่อพิจารณาปริมาณพริกไทยดำ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ที่เวลาในการขัดสี 50 วินาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 65.925% (จากตาราง คือ อักษร c) และที่เวลาในการขัดสี 60 วินาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 68.375% (จากตาราง คือ อักษร b) และเวลาในการขัดสีที่ 70 วินาที ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 70.727% (จากตาราง คือ อักษร a) แสดงว่าเวลาที่ 50 60 และ 70 วินาทีให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ต่างกันทั้งหมด เวลาขัดสีที่เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) น้อยที่สุด ดังนั้นจึงควรใช้เวลาในการขัดสี 50 วินาที

จากการเปรียบเทียบปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขัดสี ควรใช้ปริมาณพริกไทยขนาด $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขัดสี และเวลาในการขัดสี 50 วินาที เพราะให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ในปริมาณน้อยที่สุด

การใช้เวลาในการขัดสีเพิ่มขึ้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) มากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มโอกาสในการขัดสี

ตารางที่ 5.5 เปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ที่มีผลต่อปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบแกนโลหะ ณ ระดับต่าง ๆ

ความเร็วรอบแกนโลหะ (รอบต่อนาที)	ปริมาณพริกไทยดำในห้องขัดสี		DIFF
	1/2	3/4	
3100	57.800 c	66.104 c	-8.304 **
3200	61.662 b	67.888 b	-6.226 **
3300	63.396 a	69.311 a	-5.916 **
3400	64.027 a	70.066 a	-6.039 **

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เหมาะสมควรให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) น้อยที่สุด ดังนั้นจึงใช้ความเร็วรอบที่ 3100 รอบต่อนาที

จากการเปรียบเทียบปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องขั้วดี ควรใช้ปริมาณพริกไทยขนาด $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องขั้วดี และความเร็วรอบ 3100 รอบต่อนาที เพราะให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) ในปริมาณน้อยที่สุด

การใช้ความเร็วรอบแกนโลหะในการขั้วดีเพิ่มขึ้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มความถี่ในการขั้วดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ โดยใช้ปริมาณพริกไทยดำ 2 ระดับ คือ $\frac{1}{2}$ และ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องซัคดี โดยเทียบเป็นน้ำหนักพริกไทยดำ 25 และ 40 กรัม ตามลำดับ ใช้เวลาในการซัคดี 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 วินาที และที่ความเร็วรอบแกนโลหะ 4 ระดับ คือ 3100 3200 3300 และ 3400 รอบต่อนาที พบว่า

- เปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ มีปัจจัยร่วม 2 ตัวที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ คือ ปริมาณพริกไทยดำ และเวลาที่ใช้ในการซัคดี โดยไม่พิจารณาถึงความเร็วรอบแกนโลหะ ค่าปริมาณและเวลาที่เหมาะสม คือ ปริมาณพริกไทย $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องซัคดี และเวลาในการซัคดี 50 วินาที

- เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก มีปัจจัยร่วม 2 ตัวที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก 2 ชุด ซึ่งปัจจัยร่วมชุดที่หนึ่ง คือ ปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ซัคดี โดยไม่พิจารณาถึงความเร็วรอบแกนโลหะ ค่าปริมาณและเวลาที่เหมาะสม คือ ปริมาณพริกไทย $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องซัคดี และเวลาในการซัคดี 60 วินาที และปัจจัยร่วมชุดที่สอง คือ ปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบของแกนโลหะที่ใช้ซัคดี โดยไม่พิจารณาถึงเวลาที่ใช้ซัคดี ซึ่งค่าปริมาณและความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ ปริมาณพริกไทย $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องซัคดี และความเร็วยรอบแกนโลหะ 3100 รอบต่อนาที

- เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) มีปัจจัยร่วม 2 ตัวที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก (รวมผง) 2 ชุด ซึ่งปัจจัยร่วมชุดที่หนึ่ง คือ ปริมาณพริกไทยดำและเวลาที่ใช้ซัคดี โดยไม่พิจารณาถึงความเร็วรอบแกนโลหะ ค่าปริมาณและเวลาที่เหมาะสม คือ ปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องซัคดี และเวลาในการซัคดี 50 วินาที และปัจจัยร่วมชุดที่สอง คือ ปริมาณพริกไทยดำและความเร็วรอบของแกนโลหะที่ใช้ซัคดี โดยไม่พิจารณาถึงเวลาที่ใช้ซัคดี ค่าปริมาณและความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ ปริมาณพริกไทย $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรห้องซัคดี และความเร็วยรอบแกนโลหะ 3100 รอบต่อนาที

- สภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยดำ คือ ปริมาณพริกไทยที่ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรห้องซัคดี เวลาที่ใช้ซัคดี 50 วินาที เพื่อให้ได้ปริมาณกะเทาะเปลือกสมบูรณ์มากที่สุด และ

ความเร็วรอบแกนโลหะเป็น 3100 รอบต่อนาที เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก และเมล็ดแตกน้อยที่สุด ซึ่งให้ค่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสมบูรณ์ คือ 31.992% เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดไม้แตก 1.741% และ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเปลือกเมล็ดแตก 66.104%

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต่อไป ดังนี้

1. แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่อง
 - จากการทดลองไม่ได้ศึกษาถึงผลของชนิดรูตะแกรงและขนาดรูตะแกรง ซึ่งปัจจัยนี้อาจมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดคพริกไทย
 - จากเครื่องขัดขาวข้าวเปลือกคันแบบ ห้องขัดสีมีลักษณะพื้นที่ที่เป็นตะแกรงเพียงครึ่งวงกลมเท่านั้นควรทำการศึกษา โดยการเพิ่มพื้นที่ตะแกรงให้เต็มวงเพื่อพิจารณาถึงผลต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกเมล็ดคพริกไทย
2. การกะเทาะเปลือกเมล็ดคพริกไทยโดยใช้หลักการแกนโลหะขัดสีจะทำให้ได้ปริมาณเมล็ดคพริกไทยไม่สมบูรณ์มาก โดยแบ่งเป็นเมล็ดคพริกไทยไม่แตกซึ่งสามารถนำกลับมากะเทาะใหม่ โดยการนำกลับมาเข้าเครื่องอีกครั้งเพื่อเพิ่มปริมาณคพริกไทยสมบูรณ์มากขึ้น อีกส่วนหนึ่งคือเมล็ดคพริกไทยแตกสามารถนำขายออกสู่ตลาด
3. ควรมีชุดคัดแยกเมล็ดคพริกไทยที่กะเทาะเปลือกไม้แตกเพื่อนำกลับมาเข้าเครื่องใหม่เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ
4. จากการทดลองสามารถแปรรูปคพริกไทยดำให้เป็นคพริกไทยขาวได้ ซึ่งใช้หลักการของแกนโลหะขัดสีมาขยายขนาดเพื่อให้กำลังการผลิตสูงขึ้น โดยการนำค่าปริมาณ เวลา และความเร็วรอบที่เหมาะสมจากการทดลองมาออกแบบเครื่องตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 ปริมาณเมล็ดพริกไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์และกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์

ปริมาณพริกไทยดำ	เวลาที่ใช้จัดดี (sec)	ความเร็วรอบ (rpm)	การทดลองซ้ำที่ 1				การทดลองซ้ำที่ 2				การทดลองซ้ำที่ 3			
			ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์	ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์	ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์	ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์	ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์	ชนิดเปลือกสมบูรณ์	ชนิดเปลือกไม่สมบูรณ์
1/2	50	3100	8.39	3.19	13.42	8.42	3.11	13.47	8.44	2.46	14.10	8.44	2.46	14.10
			7.64	2.78	14.58	8.65	1.88	14.47	8.43	2.05	14.52	8.43	2.05	14.52
			7.97	2.44	14.59	8.13	2.44	14.43	8.56	1.44	15.00	8.56	1.44	15.00
			8.45	1.58	14.97	8.01	1.65	15.34	8.78	1.21	15.01	8.78	1.21	15.01
1/2	60	3100	8.07	2.33	14.60	8.44	2.25	14.31	9.74	1.14	14.12	9.74	1.14	14.12
			9.00	0.73	15.27	7.83	1.40	15.77	7.84	1.32	15.84	7.84	1.32	15.84
			7.93	1.06	16.01	8.04	1.12	15.84	7.98	0.88	16.14	7.98	0.88	16.14
			8.35	0.46	16.19	8.29	0.80	15.91	7.83	0.56	16.61	7.83	0.56	16.61
1/2	70	3100	8.22	1.94	14.84	8.24	1.34	15.42	8.22	1.01	15.77	8.22	1.01	15.77
			8.31	0.93	15.76	7.60	1.23	16.17	8.44	0.20	16.36	8.44	0.20	16.36
			7.24	0.83	16.93	7.96	0.62	16.42	7.12	0.60	17.28	7.12	0.60	17.28
			8.02	0.28	16.70	7.80	0.63	16.57	7.64	0.60	16.76	7.64	0.60	16.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ไทยดำที่กะเทาะเปลือกสมบูรณ์และกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์
 ส่งมอบให้กับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ปริมาณเมล็ดพริกไทยดำที่เกาะเกาะเปลือกสมบูรณ์และกะเพาะเปลือกไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

ปริมาณพริกไทยดำ	เวลาที่ให้ขี้ดลี (sec)	ความเร็วรอบ (rpm)	การทดลองซ้ำที่ 1				การทดลองซ้ำที่ 2				การทดลองซ้ำที่ 3			
			ขีดเปลือกสมบูรณ์	ขีดเปลือกไม่สมบูรณ์		ขีดเปลือกสมบูรณ์	ขีดเปลือกไม่สมบูรณ์		ขีดเปลือกสมบูรณ์	ขีดเปลือกไม่สมบูรณ์		ขีดเปลือกไม่สมบูรณ์	ขีดเปลือกแตก+พง	
				%ไม่แตก	แตก+พง		%ไม่แตก	แตก+พง		%ไม่แตก	แตก+พง		%ไม่แตก	แตก+พง
3/4	50	3100	13.55	0.60	25.85	13.96	1.25	24.79	13.29	1.29	25.42	13.29	1.29	25.42
			12.88	0.74	26.38	12.92	0.90	26.18	13.25	0.78	25.97	13.25	0.78	25.97
		3200	12.50	0.71	26.79	12.10	0.58	27.32	12.71	0.94	26.35	12.71	0.94	26.35
			11.72	0.82	27.46	12.32	0.48	27.20	12.35	0.93	26.72	12.35	0.93	26.72
	60	3100	12.93	0.66	26.41	12.80	0.66	26.54	13.01	0.65	26.34	13.01	0.65	26.34
			12.60	0.24	27.16	12.65	0.43	26.92	11.77	0.66	27.57	11.77	0.66	27.57
		3200	11.84	0.36	27.80	11.45	0.72	27.83	12.10	0.55	27.35	12.10	0.55	27.35
			11.92	0.36	27.72	10.95	0.39	28.66	11.65	0.46	27.89	11.65	0.46	27.89
	70	3100	12.23	0.27	27.50	12.62	0.42	26.96	11.38	0.46	28.16	11.38	0.46	28.16
			11.79	0.23	27.98	11.18	0.51	28.31	11.60	0.48	27.92	11.60	0.48	27.92
		3200	11.14	0.31	28.55	11.02	0.24	28.74	10.95	0.27	28.78	10.95	0.27	28.78
			10.78	0.17	29.05	10.85	0.18	28.97	11.27	0.17	28.56	11.27	0.17	28.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 เปรอร์ชันต์เมตลิตพริกไทยดำที่กะเพาะเปลือกสมบูรณ์และกะเพาะเปลือกไม่สมบูรณ์

ปริมาณ พริกไทยดำ	เวลาที่ ให้ซัสดี (sec)	ความ เร็วรอบ (rpm)	การทดลองซัที่ 1				การทดลองซัที่ 2				การทดลองซัที่ 3			
			%ซัด เปลือก		%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์		%ซัด เปลือก		%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์		%ซัด เปลือก		%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์	
			สมบูรณ์	แตก+พง	ไม่แตก	แตก+พง	สมบูรณ์	แตก+พง	ไม่แตก	แตก+พง	สมบูรณ์	แตก+พง	ไม่แตก	แตก+พง
1/2	50	3100	33.56	12.76	53.68	33.68	12.44	53.88	33.76	9.84	56.40	33.76	8.20	58.08
		3200	30.56	11.12	58.32	34.60	7.52	57.88	33.72	8.20	58.08	33.72	8.20	58.08
		3300	31.88	9.76	58.36	32.52	9.76	57.72	34.24	5.76	60.00	34.24	5.76	60.00
		3400	33.80	6.32	59.88	32.04	6.60	61.36	35.12	4.84	60.04	35.12	4.84	60.04
60	60	3100	32.28	9.32	58.40	33.76	9.00	57.24	38.96	4.56	56.48	38.96	4.56	56.48
		3200	36.00	2.92	61.08	31.32	5.60	63.08	31.36	5.28	63.36	31.36	5.28	63.36
		3300	31.72	4.24	64.04	32.16	4.48	63.36	31.92	3.52	64.56	31.92	3.52	64.56
		3400	33.40	1.84	64.76	33.16	3.20	63.64	31.32	2.24	66.44	31.32	2.24	66.44
70	70	3100	32.88	7.76	59.36	32.96	5.36	61.68	32.88	4.04	63.08	32.88	4.04	63.08
		3200	33.24	3.72	63.04	30.40	4.92	64.68	33.76	0.80	65.44	33.76	0.80	65.44
		3300	28.96	3.32	67.72	31.84	2.48	65.68	28.48	2.40	69.12	28.48	2.40	69.12
		3400	32.08	1.12	66.80	31.20	2.52	66.28	30.56	2.40	67.04	30.56	2.40	67.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

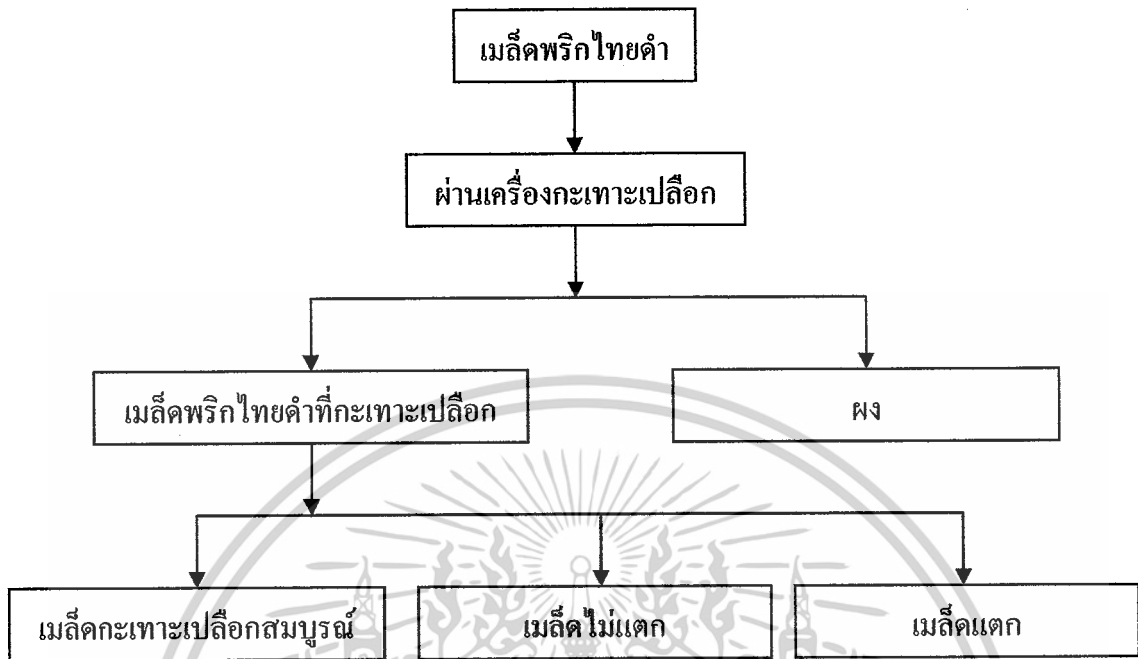
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 เปรอ์เซ็นต์เมตริกไทยค่าที่กะเพาะเปลือกสมบูรณ์และกะเพาะเปลือกไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

ปริมาณ พริกไทยดำ	เวลาที่ ใช้ซัดสี (sec)	ความเร็วรอบ (rpm)	การทดลองซ้ำที่ 1				การทดลองซ้ำที่ 2				การทดลองซ้ำที่ 3			
			%ซัด เปลือก สมบูรณ์	%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์		%ซัด เปลือก สมบูรณ์	%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์		%ซัด เปลือก สมบูรณ์	%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์		%ซัด เปลือก สมบูรณ์	%ซัดเปลือก ไม่สมบูรณ์	
				ไม่แตก	แตก+ผง		ไม่แตก	แตก+ผง		ไม่แตก	แตก+ผง			
3/4	50	3100	33.88	1.50	64.63	34.90	3.13	61.98	33.23	3.23	63.55			
		3200	32.20	1.85	65.95	32.30	2.25	65.45	33.13	1.95	64.93			
		3300	31.25	1.78	66.98	30.25	1.45	68.30	31.78	2.35	65.88			
		3400	29.30	2.05	68.65	30.80	1.20	68.00	30.88	2.33	66.80			
3/4	60	3100	32.33	1.65	66.03	32.00	1.65	66.35	32.53	1.63	65.85			
		3200	31.50	0.60	67.90	31.63	1.08	67.30	29.43	1.65	68.93			
		3300	29.60	0.90	69.50	28.63	1.80	69.58	30.25	1.38	68.38			
		3400	29.80	0.90	69.30	27.38	0.98	71.65	29.13	1.15	69.73			
3/4	70	3100	30.58	0.68	68.75	31.55	1.05	67.40	28.45	1.15	70.40			
		3200	29.48	0.58	69.95	27.95	1.28	70.78	29.00	1.20	69.80			
		3300	27.85	0.78	71.38	27.55	0.60	71.85	27.38	0.68	71.95			
		3400	26.95	0.43	72.63	27.13	0.45	72.43	28.18	0.43	71.40			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แผนภาพการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์และกะเทาะเปลือกไม่สมบูรณ์

$$\% \text{ กะเทาะเปลือกสมบูรณ์} = \frac{\text{เมล็ดกะเทาะเปลือกสมบูรณ์}}{\text{เมล็ดพริกไทยดำก่อนเข้า}} \times 100$$

$$\% \text{ เมล็ดไม่แตก} = \frac{\text{เมล็ดไม่แตก}}{\text{เมล็ดพริกไทยดำก่อนเข้า}} \times 100$$

$$\% \text{ เมล็ดแตก + ผง} = \frac{\text{เมล็ดแตก + ผง}}{\text{เมล็ดพริกไทยดำก่อนเข้า}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยคั่วกะเทาะเปลือกสมบูรณ์

Source of variation	DF	SS	MS	F
Treatment	23	274.4801	11.9339	6.02**
Weight (W)	1	86.5051	86.5051	43.62**
Time (T)	2	67.7322	33.8661	17.08**
Speed (S)	3	77.0179	25.6726	12.95**
W X T	2	19.9797	9.9899	5.04*
W X S	3	8.7447	2.9149	1.47ns
T X S	6	6.3731	1.0621	<1
WXTXS	6	8.1272	1.3545	<1
Error	48	95.1891	1.9831	
Total	71	369.6692		

- Cv (Coefficient of variant) = ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในการทดลอง = 4.5%
- ** (Significant at 1% level) = ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01
- * (Significant at 5% level) = ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05
- ns (not significant) = ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีทางสถิติ
- DF (Degree of Freedom) = องศาความเป็นอิสระ
- SS (Sum of Squares) = ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย
- MS (Mean Squares) = ผลเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดไม่แตก

Source of variation	DF	SS	MS	F
Treatment	23	637.4382	27.7147	19.81**
Weight (W)	1	321.7762	321.7762	230.04**
Time (T)	2	142.3075	71.1537	50.87**
Speed (S)	3	71.3992	23.7997	17.01**
W X T	2	54.776	27.388	19.58**
W X S	3	42.1162	14.0387	10.04**
T X S	6	2.3006	0.3834	<1
W X T X S	6	2.7625	0.4604	<1
Error	48	67.1421	1.3988	
Total	71	704.5803		

Cv (Coefficient of variant)	= ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในการทดลอง = 33.8%
** (Significant at 1% level)	= ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01
* (Significant at 5% level)	= ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05
ns (not significant)	= ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีทางสถิติ
DF (Degree of Freedom)	= องศาความเป็นอิสระ
SS (Sum of Squares)	= ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย
MS (Mean Squares)	= ผลเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

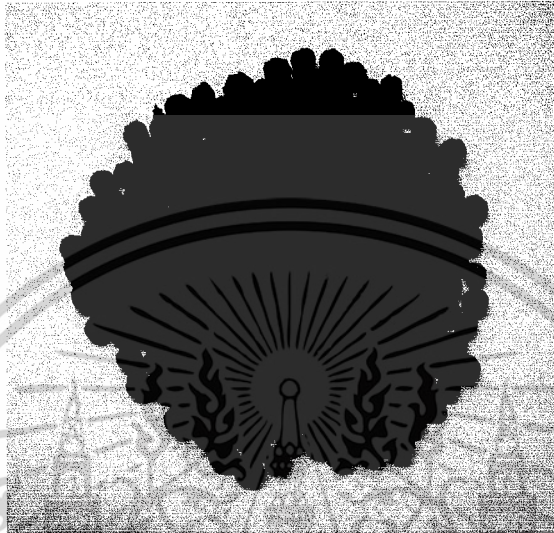
ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์เมล็ดพริกไทยดำกะเทาะเปลือกเมล็ดแตก
(รวมผง)

Source of variation	DF	SS	MS	F
Treatment	23	1534.6063	66.722	58.01**
Weight (W)	1	789.1040	789.1040	686.04**
Time (T)	2	422.1154	211.0577	183.49**
Speed (S)	3	276.3656	92.1219	80.09**
W X T	2	16.6699	8.3349	7.25**
W X S	3	17.2209	5.7403	4.99**
T X S	6	7.1201	1.1867	1.03 ns
W X T X S	6	6.0103	1.0017	<1
Error	48	55.2109	1.1502	
Total	71	1589.8172		

Cv (Coefficient of variant)	= ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในการทดลอง = 1.6%
** (Significant at 1% level)	= ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01
* (Significant at 5% level)	= ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05
ns (not significant)	= ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีทางสถิติ
DF (Degree of Freedom)	= องศาความเป็นอิสระ
SS (Sum of Squares)	= ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย
MS (Mean Squares)	= ผลเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค



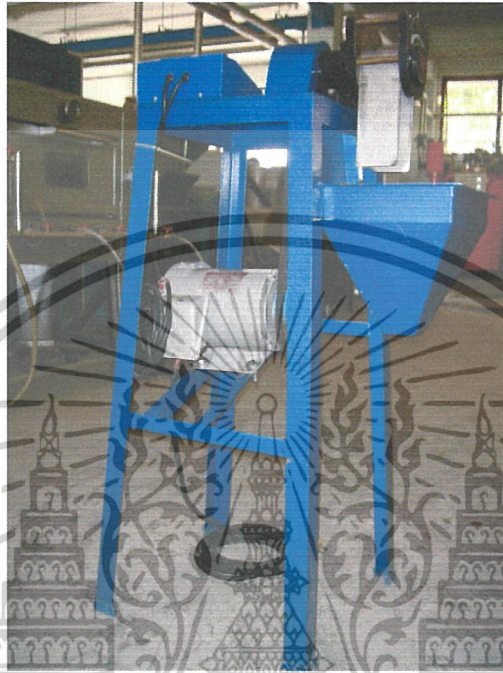
รูปที่ ค.1 เมล็ดพริกไทยดำก่อนการขัดสี



รูปที่ ค.2 เมล็ดพริกไทยดำหลังการขัดสีที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

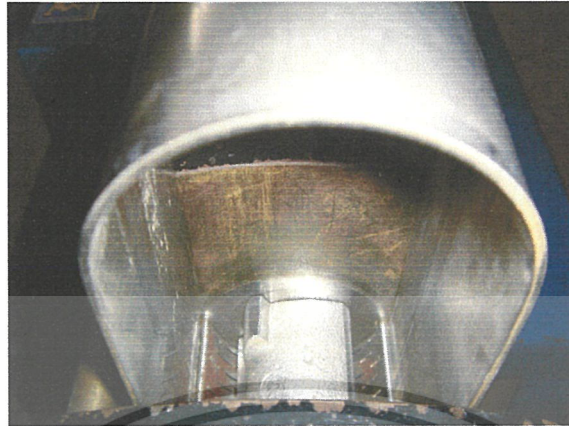


รูปที่ ง.1 เครื่องต้นแบบสำหรับวัดขาวข้าวเปลือก



รูปที่ ง.2 ภาพด้านบนของเครื่องต้นแบบสำหรับวัดขาวข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 ห้องซัดขาว



รูปที่ ง.4 ภาพด้านหน้าของเครื่องต้นแบบสำหรับซัดขาวข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในงานวิจัยสำเร็จลุล่วง
ด้วยดี ดังนี้

- รศ. สาทิป รัตนภาสกร อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจน
ความช่วยเหลือต่าง ๆ งานวิจัยสำเร็จได้

- ผศ.ดร. มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ และ อาจารย์เอกสิทธิ์ ศรีธรรม พิน้ำ เจ้าหน้าที่ธุรการ
ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สำหรับคำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

- อาจารย์เจษฎา ชัยโสม และพี่แมน เจ้าหน้าที่โรงปฏิบัติงานภาควิชาวิศวกรรมอาหารที่ให้
คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทดลองเครื่อง

- เพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาตรีทุกคนที่คอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ
ให้ตลอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กรศิลป์ เก่งเขตรกิจ, สิตาพร สายแสงจันทร์ และสุชาติ ศรีไวพจน์, 2541, เครื่องสี่ขาวัลล้อง ขนาด เล็ก, ปรินูญญาณินพนธ์ปรินูญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. ชานนท์ อรรถาตมวิททยา, ณนทัย ปันธิโก และพุททมาศ โรจนนัทัยกานต์, 2546, การศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ดพริกไทยด้วยวิธี RESPONSE SURFACE, ปรินูญญาณินพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 65-67.
3. ครุณี นิสัยมัน, 2543, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง : การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและ ผลตอบแทน ระหว่างการผลิตพริกไทยดำและพริกไทยขาว ในตำบลเขาแก้ว อำเภอกำแพง จังหวัดจันทบุรี.
4. ธนรัช ไกล่กลาง, 2544, “พริกไทย”, วารสารเกษตรธรรมชาติ, ปีที่-ฉบับที่ 3, มีนาคม 2544, หน้า 43.
5. นีรนาม1, 2543, “พริกไทยเพื่อสุขภาพ”, วารสารชีวจิต, ปีที่ 2, ฉบับที่ 27, 16 พฤศจิกายน 2543, หน้า 60-61.
6. นีรนาม2, “พันธุ์พริกไทย” และ “การผลิตการตลาด”, Available: <http://www.doa.go.th> [2004, August 30].
7. บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527, เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 1, อมรรการพิมพ์, หน้า 60-61.
8. รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540, พืชเครื่องเทศและสมุนไพร, โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, หน้า 73-77.
9. วิวัฒน์ไชย จันทน์สุคนธ์, 2543, เกษตรธรรมชาติเชิงธุรกิจ พืชอุตสาหกรรม, ห้างหุ้นส่วน จำกัด โรงพิมพ์อักษรไทย, หน้า 66
10. สาทิป รัตนภาสกร, 2540, “การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว”, วารสารเทคโนโลยี, ปีที่ 18, ฉบับที่ 4, ตุลาคม-ธันวาคม 2540, หน้า 6-7.
11. สาทิป รัตนภาสกร, 2540, “ชุดเครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว”, วารสารเทคโนโลยี, ปีที่ 19, ฉบับที่ 2, เมษายน-มิถุนายน 2541, หน้า 10-13.
12. สรจักร ศิริบริรักษ์, 2544, “พริกไทยขาว”, วารสารหมออนามัย, ปีที่ 10, ฉบับที่ 5, มีนาคม-เมษายน 2544, หน้า 29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. H.T.L. Van Ruiten, 1981, "Rice Milling" In Grain Post-harvest Processing Technology, Bogor, Indonesia.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้